

VII AVALIAÇÃO AMBIENTAL DISTRIBUÍDA

O presente capítulo está apresentado em três partes distintas. Na primeira é feita uma apresentação dos indicadores ambientais utilizados na avaliação das fragilidades da sub-bacia do rio Verde em relação aos aproveitamentos hidrelétricos. Na segunda é feita uma apresentação dos resultados em termos da criticidade ambiental, resultante da composição dos níveis de fragilidade apresentados anteriormente. E na terceira parte é feita uma apresentação geral e didática da forma como foram elaborados os mapas de indicadores ambientais, assim como a metodologia utilizada através do Sistema de Informações Geográficas para resultar nos mapas de fragilidades e de criticidade resultante.

É importante ressaltar que o conceito de fragilidade adotado para essa Avaliação Ambiental Estratégica 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.

7.1 AVALIAÇÃO DE INDICADORES AMBIENTAIS

7.1.1 Introdução

No presente item, é feita uma descrição da metodologia para identificação dos indicadores ambientais utilizados na avaliação das potencialidades e fragilidades da sub-bacia do rio Verde, assim 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 sub-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 sub-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, mais especificamente o sub-item 7.3.1 apresenta a metodologia utilizada com maior detalhamento.

7.1.2 Procedimento Metodológico

Conforme explicitado na metodologia geral apresentada no capítulo II, o cenário atual da sub-bacia do rio Verde 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.

7.1.2.1 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 sub-bacia do rio Verde 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 sub-bacia do rio Verde e da identificação daqueles passíveis de serem avaliados quanti e qualitativamente a partir das informações disponíveis.

Nessa etapa também foram observados critérios utilizados em trabalhos de bacias semelhantes como do rio Areia, do rio Chopim (ambos no Paraná), do rio Uruguai e do rio Parnaíba, do rio Caiapó (GO) e do Sudoeste Goiano.

- **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 podem 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.

7.1.2.2 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 complexos usando-se neste caso a técnica de análise multivariada. No primeiro caso tem-se, como exemplo, a identificação dos sítios arqueológicos. Como indicador complexo pode-se citar a susceptibilidade à erosão que resulta do cruzamento de informações do relevo, do solo e de outros aspectos.

- **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 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 versos 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 e Criticidade, 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 inicialmente apresentado, da mesma maneira se procedeu para as faixas de Criticidade no mapa final, anulando essa tendência inicial detectada na reunião de nivelamento de informações com a equipe técnica do IMASUL.

Desse modo, as cinco faixas de fragilidade acabaram situando-se entre os seguintes valores para cada componente-síntese: a) recursos hídricos e ecossistemas aquáticos entre 0,165 (mínimo) e 0,836 (máximo); b) meio físico e ecossistemas terrestres entre 0,180 (mínimo) e 0,818 (máximo); e c) meio socioeconômico entre 0,178 (mínimo) e 0,822 (máximo)

7.1.2.3 Hierarquização dos Indicadores por Aspecto Socioambiental

Essa 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 sub-bacia do rio Verde. 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.

7.1.2.4 Ponderação dos Indicadores Socioambientais

Visando construir o quadro final de fragilidade socioambiental da sub-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 7.1.2.4.1 - 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, após 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 consensual da equipe técnica. O resultado serviu então para determinar os valores de ponderação para cada indicador.

7.1.2.5 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:

- Matriz de Ecossistemas Terrestres: $RC = 0,05$;
- Matriz de Meios Socioeconômicos: $RC = 0,08$;
- Matriz de Ecossistemas Aquáticos: $RC = 0,03$.

Desta forma a consistência das matrizes consideradas neste estudo estão dentro de padrões aceitáveis.

7.1.3 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.

Os próximos itens apresentam os critérios utilizados em cada indicador.

7.1.4 Indicadores para “recursos hídricos e ecossistemas aquáticos”

A fragilidade dos recursos hídricos e ecossistemas aquáticos foi avaliada tomando-se como referência as variáveis: vazão, qualidade da água, ictiofauna e topografia do rio Verde.

Para qualidade da água optou-se pelo Índice de Qualidade da Água – IQA, comumente utilizado em estudos semelhantes. Para vazão, o índice foi baseado nas vazões específicas expressas em l/s/km², também utilizado em outras avaliações ambientais integradas. Foi estabelecido ainda um indicador que considerasse a topografia devido à influência da mesma na configuração de reservatórios para geração de energia, principalmente no tocante à área de alagamento.

A variável ictiofauna pode originar diversos indicadores para os ecossistemas aquáticos. Para tanto foram selecionados preliminarmente diversos potenciais indicadores relacionados

à ictiofauna, tais como como riqueza de espécies, áreas importantes para a migração reprodutiva, diversidade de biótopos aquáticos, rotas de migração, potencial de endemismo, espécies ameaçadas e locais de desova.

Posteriormente, a seleção preliminar destes indicadores foi submetida a uma análise de consistência. Em razão disso, alguns indicadores como rotas de migração, potencial de endemismo, locais de desova e espécies ameaçadas não puderam ser utilizados devido a falta de disponibilidade de informação e/ou a falta de consistência do indicador em termos de representatividade no estudo.

O principal motivo da falta de consistência de dados de alguns indicadores se deveu ao fato de que a caracterização da ictiofauna da sub-bacia do rio Verde ser realizado em duas campanhas de campo sem que houvessem dados preliminares, o que não permitiu a obtenção de dados conclusivos sobre alguns aspectos. Sendo assim, muito dos resultados obtidos devem ser tomados como preliminares. Estudos mais prolongados em outras etapas de licenciamento para cada um dos empreendimentos deverão permitir análises mais conclusivas acerca destes aspectos.

Com relação ao potencial indicador espécies ameaçadas de extinção, cabe ressaltar que foi descartado porque durante esse estudo não foi registrada nenhuma espécie em risco de extinção pela Lista Vermelha da IUCN (international Union for Conservation of Nature).

Apesar disso, os indicadores selecionados para este estudo: riqueza de espécies, diversidade de biótopos aquáticos e áreas importantes para a migração reprodutiva, juntamente com outros indicadores como qualidade da água, vazão específica e modelagem topográfica são suficientes para fornecer um quadro bastante confiável da situação dos ecossistemas aquáticos na sub-bacia do rio Verde.

Cada um dos indicadores selecionados para avaliar a fragilidade dos recursos hídricos e ecossistemas aquáticos são abordados com maior detalhamento a seguir.

7.1.4.1 Descrição dos indicadores Ambientais

- **Índice de Qualidade da Água**

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 a 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.

As variáveis de qualidade que fazem parte do cálculo do IQA – Índice de Qualidade da Água refletem, principalmente, a contaminação dos corpos hídricos ocasionada pelo lançamento de esgotos domésticos. De acordo com o diagnóstico ambiental realizado para este estudo, o município com maior área inserida da sub-bacia do rio Verde (Água Clara) e único com área urbana totalmente dentro dos limites dessa sub-bacia apresenta sistema de coleta e tratamento de esgotos insuficiente ou inexistente. Por esta razão, o IQA (metodologia CETESB), foi considerado adequado para avaliar a fragilidade da sub-bacia do rio Verde, sendo então utilizados valores médios entre os períodos seco e chuvoso.

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.

Enfim, 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 dos índices de fragilidade, as categorias do IQA foram divididas em três faixas, com os seguintes centros de classes, conforme demonstra a Tabela 7.1.4.1.1.

Tabela 7.1.4.1.1 – 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 |

- **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 utilização de vazão específica como indicador de fragilidade também foi utilizada recentemente 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).

A tabela 7.1.4.1.2 apresenta as vazões específicas para os eixos considerados neste estudo.

Tabela 7.1.4.1.2 – Vazões específicas para os eixos considerados

| LOCAL | Q MÉDIA (m ³ /s) | ÁREA DE DRENAGEM (km ²) | Q ESPECÍFICA (l/s / km ²) |
|-------------------|-----------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| Eixo Baixo Verde | 251,87 | 20.310,00 | 12,401287 |
| Eixo Água Clara | 178,99 | 14.400,00 | 12,429760 |
| Eixo São Domingos | 125,87 | 10.100,00 | 12,462520 |
| Eixo Verde 4 | 82,23 | 6.567,00 | 12,521055 |
| Eixo Verde 4 A | 78,25 | 6.245,00 | 12,529539 |
| Eixo Verde 5 A | 57,76 | 4.587,00 | 12,592761 |
| Eixo Verde 5 | 53,92 | 4.276,00 | 12,610000 |
| Eixo Verde 6 | 37,80 | 2.970,00 | 12,725888 |

Considerando-se o maior valor de vazão específica encontrado na sub-bacia como vazão alta e o menor valor como vazão baixa, definiram-se três intervalos de classe. Para determinar o índice de fragilidade, considerou-se a relação inversa das vazões específicas em cada eixo. Assim, quanto menor a vazão, maior a fragilidade para a inserção de aproveitamentos hidrelétricos. A tabela 7.1.4.1.3 apresenta a normatização desse indicador, tal como serviu de indicador no mapa específico.

Tabela 7.1.4.1.3 – Normatização do indicador - Vazão Específica

| Fragilidade | Critério | Centro de Classe |
|-------------|-------------------------------------|------------------|
| Baixa | Vazão específica de 12,619 a 12,727 | 0,167 |
| Média | Vazão específica de 12,510 a 12,618 | 0,500 |
| Alta | Vazão específica de 12,401 a 12,509 | 0,833 |

- **Riqueza de Espécies de Peixes**

A riqueza diz respeito ao número de espécies que vivem em determinado hábitat. A riqueza de espécies constitui a medida mais simples disponível para quantificar a diversidade de uma amostra, de um local ou de uma região.

A riqueza de espécies é uma das inúmeras faces da biodiversidade e, segundo GASTON (1996) *apud* OLIVEIRA & GARAVELLO (2006), o número de espécies têm sido amplamente utilizado como uma medida deste conceito. Embora não seja sinônimo de biodiversidade, a riqueza de espécies captura muito da essência de biodiversidade. O significado de riqueza é amplamente entendido e, portanto, não há necessidade de derivar em complexos índices para expressá-la. Além disso, muitos dados de riqueza de espécies já existem, o que facilita a comparação de resultados. A espécie é referida muitas das vezes como a unidade fundamental da biodiversidade, a riqueza de espécies como o significado fundamental de biodiversidade, e o alto nível de extinção de espécies como principal manifestação da crise da biodiversidade (OLIVEIRA & GARAVELLO, 2006).

Para o diagnóstico da ictiofauna da sub-bacia do rio Verde foram amostrados 9 pontos distribuídos em três setores da sub-bacia: setor 1 (foz), setor 2 (médio) e setor 3 (alto), perfazendo um total de 54 espécies levantadas.

Para a construção deste indicador foi considerada a relação de táxons coletados nos levantamentos efetuados nos diferentes pontos de amostragem nos três setores da sub-bacia: alto, médio e foz, conforme apresentado na tabela 7.1.4.1.4.

Tabela 7.1.4.1.4 – Número de espécies levantadas nos três setores da sub-bacia do rio Verde e sua representatividade em relação ao número total de espécies

| Setor | Nº de Espécies | Representatividade |
|-------|----------------|--------------------|
| Alto | 28 | 51,8% |
| Médio | 23 | 42,5% |
| Foz | 29 | 53,7% |

Para enquadramento da riqueza ictiofaunística na sub-bacia do rio Verde, foi adotada a classificação apresentada na tabela 7.1.4.1.5. O mapa AAE - EA - 001 - RV / RIQUEZA DE ESPÉCIES DE PEIXES apresenta a classificação de fragilidade em relação a esse indicador.

Tabela 7.1.4.1.5 – Normatização do indicador Riqueza de Espécies de Peixes

| Fragilidade | CrITÉrios | Centro de Classe |
|--------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| Baixa | Menos de 25% do total de espécies | 0,125 |
| Média baixa | Entre 25% e 50% do total de espécies | 0,375 |
| Média alta | Entre 50% e 75% do total de espécies | 0,625 |
| Alta | Mais que 75% do total de espécies | 0,875 |

Diante do resultado encontrado, ou seja, com pouca variação de riqueza de espécies nos três setores da sub-bacia e considerando ainda que os pontos de amostragem não foram distribuídos de modo homogêneo entre os três setores da sub-bacia, 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 acabou não sendo muito expressivo, com 0,052 conforme indica a tabela 7.4.2.2. apresentada adiante.

- **Diversidade de Biótopos Aquáticos**

A dinâmica física, química e biológica de um rio e suas interfaces (sedimentos, várzeas, lagoas marginais e margens) condiciona todo o ecossistema aquático constituindo uma peculiar diversidade de biótopos de grande importância do ponto de vista ecológico, abrigando cada um deles diferentes comunidades de fauna e flora.

Os biótopos considerados para esta sub-bacia foram: calha principal de rios perenes, lagoas marginais e áreas alagáveis, quedas e corredeiras.

Esses biótopos foram considerados relevantes para as populações das diferentes espécies de peixes inventariadas, incluindo aquelas reofílicas (que realizam deslocamentos migratórios predominantemente reprodutivos), residentes (que têm seu ciclo de vida em ambientes predominantemente lacustres), relictais (que são encontradas predominantemente em ambientes específicos) e de interesse pesqueiro.

Os organismos aquáticos que precisam de águas com características lólicas, aqueles providos de alta energia, com presença de cachoeiras e corredeiras, necessitam de ambientes com alta taxa de oxigênio dissolvido e nutrientes típicos de águas correntes. No

diagnóstico desenvolvido para este estudo os localídeos (cascudos) tiveram ocorrência restrita aos trechos de maior dinâmica, vinculados às corredeiras.

Já em relação aos ambientes formados pelos sistemas rio-planície de inundação, apresentam como uma das principais características a alta diversidade de espécies, em especial a de peixes (Horne & Goldman, 1994), contribuindo para isso a elevada heterogeneidade de habitats encontrados nesses ambientes. A troca lateral entre as áreas inundáveis e o canal do rio, assim como a reciclagem de nutrientes dentro das planícies inundáveis, têm impacto na biota.

A ocorrência e distribuição espacial dos diferentes biótopos foram estimadas a partir dos levantamentos em campo e da análise de fotografias aéreas, imagens de satélite e mapas, considerando a extensão dos rios principais em cada setor, do relevo da bacia de drenagem e aspectos geoambientais.

A normatização do indicador foi dividida em tres faixas. Foi considerado como de baixa fragilidade aquele setor com a ocorrência de poucos biótopos (apenas um biótopo), de média fragilidade o setor com a presença de dois biótopos, e alta fragilidade aquele setor com ocorrência dos três biótopos considerados nesse indicador.

O valor de ponderação desse indicador em relação aos demais do componente-síntese recursos hídricos e ecossistemas aquáticos obtidos através da matriz de comparação par a par é de 0,066 conforme indica a tabela 7.4.2.2. O mapa AAE - EA - 002 - RV / DIVERSIDADE DE BIÓTOPOS AQUÁTICOS apresenta a localização destes biótopos.

A atribuição dos valores do indicador da diversidade dos biótopos aquáticos para a ictiofauna, se deu conforme apresentado na tabela 7.1.4.1.6.

Tabela 7.1.4.1.6 –Normatização do indicador - Diversidade de Biótopos Aquáticos

| Fragilidade | Critério | Centro de Classe |
|--------------------|----------------------------------|-------------------------|
| Baixa | Ocorrência de poucos biótopos | 0,167 |
| Média | Ocorrência de parte dos biótopos | 0,500 |
| Alta | Ocorrência de todos os biótopos | 0,833 |

Desta forma, o setor 3 (alto) foi considerado de alta fragilidade em relação à diversidades de biótopos aquáticos por apresentar todos os biótopos considerados: calha principal do rio, lagoas marginais e áreas alagáveis, quedas e corredeiras. É no trecho superior da sub-bacia do rio Verde que ocorrem as quedas mais expressivas, em especial a Cachoeira Branca,

que possivelmente são parte fundamental do circuito migratório de muitas espécies exigentes quanto a este aspecto.

Já os setores 1 e 2 (foz e médio) foram considerados de média fragilidade, pois apesar de apresentarem grandes áreas alagadas, formadas por ambientes de várzeas e lagoas marginais, não apresentam quedas e corredeiras consideráveis, determinando um ambiente de águas mais lânticas e baixa energia.

- **Áreas de Relevância para a Migração Reprodutiva**

Este indicador foi construído a partir da somatória da área dos diferentes biótopos aquáticos nos três setores considerados para a sub-bacia: alto, médio e foz. Tomou-se como base a existência de áreas alagáveis e ambientes lacustres sazonalmente alagados, como lagoas marginais e depressões ao longo da calha dos rios perenes, com possível importância como áreas de reprodução e desenvolvimento das fases iniciais ou crescimento de peixes. Conforme o resultado da somatória destes ambientes em cada um dos três setores, utilizaram-se as categorias alta, média e baixa fragilidade.

A tabela 7.1.4.1.7 apresenta a área total de várzeas e lagoas marginais em cada um dos tres setores da sub-bacia do rio Verde.

Tabela 7.1.4.1.7 - Área total de várzeas e lagoas marginais em cada um dos tres setores da sub-bacia do rio Verde

| SETOR | ÁREA TOTAL (ha) | REPRESENTATIVIDADE (%) |
|-----------|-----------------|------------------------|
| 1 (foz) | 18.174,83 | 62,77 |
| 2 (médio) | 8.540,44 | 29,49 |
| 3 (alto) | 2.238,66 | 7,73 |
| TOTAL | 28.953,93 | |

A área compreendida por áreas alagadas no setor 1 corresponde a 62,77% do total da bacia, o setor 2 corresponde a 29,49% e o setor 3 a 7,73%, demonstrando que o trecho inferior da bacia, formado por um sistema de lagoas marginais e trechos de várzeas apresenta grande importância pela extensão de áreas que servem como ambiente de criação e crescimento para muitas espécies de peixes.

Entre os habitats mais importantes para o crescimento nas fases iniciais de larvas, alevinos e juvenis das espécies migradoras, as planícies de inundação com suas lagoas, áreas de alagamento temporário e os afluentes menores vêm sendo citados em vários estudos (LOWE MCCONNEL, 1975; WELCOMME, 1979; AGOSTINHO, 1993, 1994; VERÍSSIMO, 1994 APUD SIMABUKU, 2005) .

De acordo com NAKATAMI *et al* (1997) *apud* SIMABUKU, 2005 as espécies migradoras geralmente desovam no canal principal do rio e os ovos e/ou larvas pelágicas são carregados para áreas inundadas ou lagoas marginais, explorando as áreas litorâneas densamente colonizadas por macrófitas. AGOSTINHO *et al* (1993) também relatam a importância das áreas alagáveis, pela disponibilidade de alimento e abrigo, no desenvolvimento inicial das formas jovens.

Os canais dos grandes rios são utilizados por muitas espécies de peixes como hábitat para a desova, tanto em zonas temperadas (PAVLOV ET AL. 1979; HERGENRADER ET AL. 1982; SCHEIDEGGER & BAIN 1995 APUD JIMENEZ ET AL, 2003) quanto em ambientes tropicais (GODOY 1954; WELCOMME 1985; LOWE-MCCONNELL 1987; ARAÚJO-LIMA ET AL. 1994; NAKATANI ET AL. 1997; VAZZOLER ET AL. 1997; CINPIC 1998 APUD JIMENEZ ET AL, 2003).

As lagoas presentes nas várzeas de grandes rios possuem grande importância como criadouros naturais para a progênie de peixes de piracema. Após a fertilização, os embriões e as larvas são carregados passivamente pela correnteza, podendo alcançar ambientes favoráveis ao crescimento (SCHASSMANN 1978; HERGERNRADER ET AL. 1982; FORSBERG ET AL. 1988 APUD JIMENEZ, 2003). Ao longo dessa jornada, os filhotes crescem, desenvolvendo as estruturas corporais que os auxiliam na sobrevivência (e.g., desenvolvimento das nadadeiras, pigmentação dos olhos, abertura da boca e começo da alimentação exógena). Assim, ao chegarem aos setores do rio com lagoas marginais, estarão preparados para explorá-los e para fugir dos predadores potenciais.

Durante as cheias, os rios restabelecem a sua conexão com as lagoas marginais, fornecendo os nutrientes necessários para o incremento da sua produtividade biológica (JUNK *et al.* 1989). Com a reprodução ocorrendo nesse momento do ano, os peixes aumentam a probabilidade dos novos indivíduos terem acesso aos habitats que serão os seus berçários, lhes oferecendo proteção e alimento (LOWE-MCCONNELL 1975; WELCOMME 1979 *apud* JIMENEZ, 2003).

Na margem das várzeas ocorre uma vegetação de macrófitas, chamada prados flutuantes (JUNK, 1970 *apud* SIMABUKU, 2005). Algumas dessas macrófitas possuem agrupamentos de raízes flutuantes que suportam uma rica fauna de invertebrados (JUNK, 1973 *apud* SIMABUKU, 2005), e estas, juntamente com os detritos, constituem um importante alimento para os alevinos (SAINT-PAUL & BAYLE OP. CIT, GOULDING, OP. CIT *apud* SIMABUKU, 2005). WERNER *et al* (1983), MCIVOR & ODUM (1988) e ROZAS & ODUM (1988) citados

por SIMABUKU (2005) ressaltam a importância destes ambientes sazonalmente alagados para os peixes jovens que dependem desses habitats vegetados para suprimento alimentar e refúgio contra predação.

Diante da importância desse aspecto na sub-bacia do rio Verde, 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 0,344 conforme indica a tabela 7.4.2.2. O mapa AAE - EA - 003 - RV / ÁREAS DE RELEVÂNCIA PARA A MIGRAÇÃO REPRODUTIVA apresenta a localização destas áreas.

Considerando a importância deste indicador, a atribuição dos valores se deu pela distribuição em três faixas, conforme expresso na tabela 7.1.4.1.8.

Tabela 7.1.4.1.8 - Normatização do indicador - Áreas de Relevância para a Migração Reprodutiva

| Fragilidade | Critério | Centro de Classe |
|-------------|---|------------------|
| Baixa | Somatória das áreas de várzeas e lagoas marginais com menos de 5.000 ha | 0,167 |
| Média | Somatória das áreas de várzeas e lagoas marginais entre 5.000 e 10.000 ha | 0,500 |
| Alta | Somatória das áreas de várzeas e lagoas marginais acima de 10.000 ha | 0,833 |

Concluindo, a região da foz, próxima à desembocadura no rio Paraná, assim como os trechos baixos de alguns de seus afluentes, ofertam áreas consideradas criadouros naturais, muito importantes para garantir o desenvolvimento da fase inicial de vida de muitas espécies. Estudos conduzidos no trecho baixo do rio Verde confirmam a ocorrência de ovos e larvas de peixes migradores, tais como a piracanjuba, o dourado, o pintado, entre outras (Consórcio Themag-Engea-Umah, sem data). É bem possível que algumas espécies do próprio rio Paraná o utilizem como áreas de criação, para posterior recrutamento aos estoques do rio principal.

- **Modelagem Topográfica**

A construção desse indicador ambiental foi realizada com base em uma análise integrada dos aspectos ambientais cartografados nesta AAE.

A identificação dos três setores considerados: alto, médio e foz (baixo) teve como base o grau de dissecação do relevo apresentado no modelo digital do relevo da área da sub-bacia

do rio Verde, sendo que o mesmo na área estudada se apresenta dissecado, parcialmente dissecado ou aplainado.

Para a definição do grau de fragilidade em cada um dos três setores foram consideradas a modelagem topográfica utilizada no diagnóstico da geomorfologia aliada à ação de fenômenos antrópicos e naturais como morfogênese e pedogênese (processos erosivos modificadores das formas de relevo e de formação dos solos).

O setor da foz e o médio da sub-bacia foi considerado de alta fragilidade devido ao relevo mais plano o que resultaria em reservatórios artificiais maiores. Em contrapartida o setor alto da sub-bacia, foi considerado de média fragilidade, por apresentar relevo parcialmente dissecado, acarretando a formação de reservatórios mais encaixados e de menor área de alague. Deve-se ressaltar que a definição de setores para a modelagem topográfica difere um pouco da definição de setores para outros aspectos ambientais.

O valor de ponderação desse indicador em relação aos demais do componente síntese recursos hídricos e ecossistemas aquáticos é medianamente expressivo com 0,149. O mapa AAE - EA - 004 - RV / MODELAGEM TOPOGRÁFICA apresenta a classificação dos setores da sub-bacia.

A atribuição dos valores para este indicador ambiental está apresentada na tabela 7.1.4.1.8.

Tabela 7.1.4.1.8 – Normatização do indicador – Modelagem Topográfica

| Fragilidade | Critério | Centro de Classe |
|--------------------|-------------------------------|-------------------------|
| Baixa | Relevo dissecado | 0,167 |
| Média | Relevo parcialmente dissecado | 0,500 |
| Alta | Aplainado | 0,833 |

7.1.4.2 Avaliação final dos indicadores para recursos hídricos e ecossistemas aquáticos

Para concluir o presente item, são apresentadas duas tabelas. Na tabela 7.1.4.2.1 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 7.1.4.2.2 apresenta o resumo geral de todos os indicadores, com as definições, critérios, centros de classe, fatores de ponderação (resultantes da tabela 7.1.4.2.1) 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.

Tabela 7.1.4.2.1 – Matriz de análise hierárquica de indicadores de fragilidades ambientais para recursos hídricos e ecossistemas aquáticos

| Indicadores Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos | Qualidade da Água | Vazão específica | Riqueza de Espécies de Peixes | Diversidade de Biótopos Aquáticos | Áreas Relevantes para a Migração Reprodutiva | Modelagem Topográfica | SOMA | % | M é d i a Ponderada |
|--|-------------------|------------------|-------------------------------|-----------------------------------|--|-----------------------|------|--------|---------------------|
| Qualidade da Água | 1,000 | 3,000 | 5,000 | 3,000 | 1,000 | 3,000 | 16 | 27,49 | 0,275 |
| Vazão específica | 0,333 | 1,000 | 3,000 | 1,000 | 0,333 | 1,000 | 7 | 11,45 | 0,115 |
| Riqueza de Espécies de Peixes | 0,200 | 0,333 | 1,000 | 1,000 | 0,143 | 0,333 | 3 | 5,17 | 0,052 |
| Diversidade de Biótopos Aquáticos | 0,333 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,200 | 0,333 | 4 | 6,64 | 0,066 |
| Áreas Relevantes para a Migração Reprodutiva | 1,000 | 3,000 | 7,000 | 5,000 | 1,000 | 3,000 | 20 | 34,36 | 0,344 |
| Modelagem Topográfica | 0,333 | 1,000 | 3,000 | 3,000 | 0,333 | 1,000 | 9 | 14,89 | 0,149 |
| TOTAL | | | | | | | 58 | 100,00 | 1,000 |

Tabela 7.1.4.2.2 – 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 | 0,275 | 0,046 |
| | Média | IQA aceitável | 0,5 | | 0,138 |
| | Alta | IQA entre ruim e péssimo | 0,833 | | 0,229 |
| Vazão | Baixa | Vazão específica de 12,619 a 12,727 | 0,167 | 0,115 | 0,019 |
| | Média | Vazão específica de 12,510 a 12,618 | 0,5 | | 0,058 |
| | Alta | Vazão específica de 12,401 a 12,509 | 0,833 | | 0,096 |
| Riqueza de Espécies de Peixes | Baixa | Menos de 25% do total de espécies | 0,125 | 0,052 | 0,007 |
| | Média baixa | Entre 25% e 50% do total de espécies | 0,375 | | 0,020 |
| | Média alta | Entre 50% e 75% do total de espécies | 0,625 | | 0,033 |
| | Alta | Mais que 75% do total de espécies | 0,875 | | 0,046 |
| Diversidade de Biótopos Aquáticos | Baixa | Ocorrência de poucos biótopos | 0,167 | 0,066 | 0,011 |
| | Média | Ocorrência de parte dos biótopos | 0,5 | | 0,033 |
| | Alta | Ocorrência de todos os biótopos | 0,833 | | 0,055 |
| Áreas de Relevância para a Migração Reprodutiva | Baixa | Ocorrência de áreas de várzeas e lagoas marginais com menos de 5.000 ha | 0,167 | 0,344 | 0,057 |
| | Média | Ocorrência de áreas de várzeas e lagoas marginais entre 5.000 e 10.000 ha | 0,5 | | 0,172 |
| | Alta | Ocorrência de áreas de várzeas e lagoas marginais acima de 10.000 ha | 0,833 | | 0,287 |
| Modelagem Topográfica | Baixa | Relevo dissecado | 0,167 | 0,149 | 0,025 |
| | Média | Relevo parcialmente dissecado | 0,5 | | 0,075 |
| | Alta | Relevo aplainado | 0,833 | | 0,124 |

7.1.5 Indicadores para “meio físico e ecossistemas 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 alguns indicadores específicos.

Assim como os indicadores utilizados para recursos hídricos e ecossistemas aquáticos, com base na experiência da equipe responsável pelo estudo e nos estudos semelhantes já desenvolvidos, preliminarmente foram selecionados alguns potenciais indicadores e após uma análise pormenorizada, optou-se pela utilização daqueles que apresentaram maior consistência.

A seguir esses indicadores são abordados separadamente nessa análise de fragilidade justificando a utilização de cada um deles, a partir do momento em que se entende que apresentam condições peculiares e podem ser influenciados pela implantação de empreendimentos hidrelétricos.

Ao final desse item, cada um dos indicadores citados relativos ao meio físico e ecossistemas terrestres são dispostos na tabela 7.1.5.2.2 com os respectivos pesos e valores finais.

7.1.5.1 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 distribuição desse aspecto na sub-bacia do rio Verde, o valor de ponderação desse indicador em relação aos demais do componente-síntese meio físico e ecossistemas terrestres obtido através da matriz de comparação par a par é médio, com 0,165 conforme indica a tabela 7.1.5.2.2. O mapa AAE ET - 001 – RV/ REMANESCENTES FLORESTAIS apresenta a localização dos diferentes níveis desses indicadores.

Considerando a importância e a variedade de tamanhos de remanescentes, dada a normatização dos indicadores, a atribuição dos valores ocorreu pela distribuição em quatro faixas, conforme expresso na tabela 7.1.5.1.1.

Tabela 7.1.5.1.1 - Normatização do indicador - Remanescentes Florestais

| Fragilidade | Critério | Centro de Classe |
|-------------|-----------------------------|------------------|
| Baixa | Área < 10 ha | 0,125 |
| Média baixa | Área entre 10 ha - 100 ha | 0,375 |
| Média alta | Área entre 100 ha - 1000 ha | 0,625 |
| Alta | Área > 1000 ha | 0,875 |

- **Conectividade com Tensão Ecológica**

GOSZ (1993) define área de tensão ecológica ou ecótono como sendo uma zona de transição entre sistemas ecológicos adjacentes, que possuem características únicas. Tal bioma contém alta diversidade biológica, além de indicar mudanças climáticas e representar habitat único para inúmeras espécies.

As áreas de tensão ecológica são constituídas pelas comunidades indiferenciadas, ocorrentes na zona de contato entre dois ou mais tipos de vegetação, que podem interpenetrar-se ou confundir-se. O primeiro corresponde aos encraves, onde a vegetação

preserva sua identidade ecológica sem se misturar. O segundo caso é constituído pelos ecótonos, onde os diferentes tipos de vegetação se misturam e a identidade ecológica é dada pela composição específica resultante.

A existência de corredores interligando remanescentes florestais, em especial nas regiões marginais ao rio Verde e de seus afluentes, é de grande importância para a manutenção da diversidade genética das populações, permitindo fluxo gênico de espécies vegetais e animais entre fragmentos e reduzindo a endogamia. A conectividade com tensão ecológica, ou seja, áreas de transição entre diferentes tipologias vegetais correspondem a ambientes de complexidade elevada, de relevante importância para a presença de espécies da fauna que usufruem diferentes habitats, ou de flora que são de ocorrências específicas em áreas de tensão ecológica.

Diante da pertinência na sub-bacia do rio Verde desse aspecto, o valor de ponderação desse indicador em relação aos demais do componente-síntese meio físico e ecossistemas terrestres é baixo, com 0,047 conforme indica a tabela 7.1.5.2.2 que apresenta o resultado da matriz de comparação par a par. O mapa AAE ET - 002 - RV / CONECTIVIDADE COM TENSÃO ECOLÓGICA apresenta a localização dos diferentes níveis desses indicadores.

Considerado a relevância da conectividade e os níveis de tensão ecológica, dada a normatização dos indicadores, atribuição dos valores se deu pela distribuição em três faixas, conforme expresso na tabela 7.1.5.1.2.

Tabela 7.1.5.1.2 - Normatização do indicador - Conectividade com Tensão Ecológica

| Fragilidade | Critério | Centro de Classe |
|-------------|---|------------------|
| Baixa | Sem conectividade | 0,167 |
| Média | Conectividade com tensão entre 2 tipologias distintas | 0,500 |
| Alta | Conectividade com tensão entre 3 tipologias distintas | 0,833 |

- **Proximidade de Remanescente Florestal 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 à 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 Verde e seus afluentes, indicativo de suma importância no quesito saúde dos rios ou das nascentes.

Diante da relevância desse aspecto na sub-bacia do rio Verde, o valor de ponderação desse indicador em relação aos demais do componente-síntese meio físico e ecossistemas terrestres, obtido a partir da matriz de comparação par a par é de 0,059 considerado pouco expressivo, conforme indica a tabela 7.1.5.2.2. O mapa AAE ET - 003 - RV / Proximidade DE REMANESCENTES AOS CURSOS D'ÁGUA apresenta a localização dos diferentes níveis desses indicadores.

A atribuição dos valores do indicador Proximidade do Remanescente aos Cursos D'água, encontra-se expressa na tabela 7.1.5.1.3.

Tabela 7.1.5.1.3 - Normatização do indicador - Proximidade de Remanescente aos Cursos D'Água

| Fragilidade | Critério | Centro de Classe |
|-------------|--|------------------|
| Baixa | Distância superior a 200 m do corpo d'água | 0,25 |
| Alta | Distância de até 200 m do corpo d'água | 0,75 |

- **Habitats para Fauna**

Entre os habitats considerados na região importantes para a manutenção da fauna local estão as áreas de várzea, os remanescentes de cerrado e os corredores ecológicos.

A seleção dos ambientes de várzeas como sendo habitats importantes para a fauna na sub-bacia do rio Verde ocorre pelo grande valor existente na interação dos componentes vegetais e da fauna com o ambiente aquático.

As várzeas abrigam uma enorme variedade de espécies de fauna e flora silvestre, que dependem desses ambientes para sua sobrevivência. Além disso, a fauna existente nesses ambientes é abundante e diversificada, incluindo espécies ameaçadas de extinção, constituindo-se, portanto, em importantes reservatórios de recursos genéticos.

Esses ambientes representam ainda abrigos e áreas de alimentação, reprodução e crescimento de muitas espécies de ambientes vizinhos (rios, lagoas, matas...) e de outras regiões, como no caso das aves migratórias, possuindo também funções ecológicas de reguladoras dos regimes de água.

Já os corredores ecológicos são áreas contínuas de vegetação entre fragmentos florestais que possibilitam o fluxo genético da fauna e flora facilitando a dispersão e sobrevivência de inúmeras espécies. Nesse sentido, as matas ciliares são importantes corredores ambientais pois, paralelamente à função de controle do assoreamento dos rios, podem fornecer contato entre populações animais que vivem em fragmentos florestais.

Em relação aos 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 & STOUFER, 1997). Esse aspecto é importante devido ao fato da dinâmica das populações de animais silvestres na paisagem dependerem de unidades de habitats adequadas que possam dar suporte à fauna local.

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) e por isso esse foi um indicador selecionado para o presente trabalho.

Diante da distribuição na sub-bacia do rio Verde desse aspecto, o valor de ponderação em relação aos demais indicadores do componente-síntese meio físico e ecossistemas terrestres é medianamente expressivo, com 0,116, conforme indica a tabela 7.1.5.2.2. O mapa AAE ET - 004 - RV / PRESENÇA DE HÁBITATS IMPORTANTES PARA A FAUNA apresenta a localização dos habitats importantes para a fauna.

Considerando a presença de habitats tidos como importantes para a fauna, a normatização dos indicadores atribui os valores expressos na tabela 7.1.5.1.4.

Tabela 7.1.5.1.4 –Normatização do indicador - Habitats para fauna

| Fragilidade | Critério | Centro de Classe |
|--------------------|--|-------------------------|
| Baixa | Presença de baixa diversidade de Habitats | 0,25 |
| Alta | Presença de grande diversidade de Habitats | 0,75 |

- **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 escorrimento 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 sub-bacia hidrográfica do rio Verde.

As perdas em decorrência da erosão estão diretamente ligadas à qualidade e a manutenção dos recursos hídricos devido à poluição e assoreamento dos corpos de água. Diante da relevância desse aspecto na sub-bacia do rio Verde, o fator de ponderação desse indicador em relação aos demais do componente-síntese meio físico e ecossistemas terrestres é bastante expressivo, com valor de 0,265 conforme indica a tabela de indicadores de fragilidades. O mapa AAE ET - 005 - RV / SUSCETIBILIDADE À EROSÃO DOS SOLOS apresenta a distribuição das diferentes classes desse indicador.

Considerado a importância e a distribuição variada das classes ao longo da sub-bacia, a atribuição dos valores se deu pela distribuição em quatro classes, conforme expresso na tabela 7.1.5.1.5.

Tabela 7.1.5.1.5 - Normatização do indicador - Suscetibilidade à Erosão dos Solos

| Fragilidade | Critério | Centro de Classe |
|-------------|---|------------------|
| Baixa | Relevo plano com deposição de sedimentos nas margens dos rios devido ao transbordamento do leito fluvial | 0,125 |
| Média baixa | Relevo plano e/ou suave ondulado com solos predominantemente arenosos e escoamento superficial difuso com fraco remanejamento de material | 0,375 |
| Média alta | Relevo medianamente dissecado em formas convexas com solos predominantemente arenosos e escoamento superficial difuso a concentrado em terrenos desprotegidos | 0,625 |
| Alta | Relevo muito dissecado apresentando drenagem medianamente entalhada e 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 a dificuldade de escoamento das águas pluviais (Planssololos, Gleissolos e Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos). 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 os que apresentam características texturais favoráveis (argilosos) à coesão de suas partículas associadas a relevo plano e/ou suave ondulado (Latosolos Vermelhos Distroféricos).

Predominam solos que apresentam textura arenosa e/ou média e baixa força de coesão entre suas partículas (fraca estruturação sendo facilmente carregados pelas águas das chuvas), apesar de profundos e bem drenados (Latosolos Vermelhos e Neossolos Quartzarênicos). Quando estabelecidos em relevos mais planos com interflúvios maiores, vales incipientes e vertentes próximas a 2°, 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 natural.

Solos com classes de potencialidade erosiva média – solos de constituição predominantemente arenosa, com textura arenosa e/ou média. Apresentam baixa força de coesão entre suas partículas, caracterizados por perfis profundos e bem drenados (Latosolos Vermelhos e Neossolos Quartzarênicos), estando estabelecidos em relevos medianamente dissecados em formas convexas, associadas a formas tabulares amplas com

interflúvios menores e vertentes oscilando entre 2° e 5°. O escoamento superficial das águas das chuvas tende a se tornar mais concentrado, aumentando o poder erosivo sobre os solos.

Também ocorrem solos de textura arenosa e/ou média (Argissolos) caracterizados pela diferença textural entre os horizontes A e Bt. O gradiente de textura implica permeabilidade diferenciada dentro do perfil, podendo levar à formação de sulcos e posterior formação de voçorocas.

Solos com classes de potencialidade erosiva forte – solos de textura predominantemente arenosa, estando estabelecidos em relevo muito dissecado, predominando formas de topo convexo, associados à drenagem medianamente entalhada com interflúvios de dimensões inferiores a 750 m e vertentes com declive oscilando entre 11° e 24°. O escoamento superficial das águas das chuvas tende a se tornar concentrado provocando ravinas e voçorocas nas vertentes mais inclinadas.

- **Importância Ecológica da Cobertura Vegetal**

As diferentes formas de vegetação atual existente ao longo da sub-bacia do rio Verde 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 essas 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 e cerradão, 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 sub-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 sub-bacia do rio Verde, o valor de ponderação desse indicador em relação aos demais do componente-síntese meio físico e ecossistemas terrestres assume papel mediano, apresentando como fator de ponderação o valor de 0,137 conforme a matriz de comparação par a par indica na tabela de indicadores de fragilidades. O mapa AAE ET - 006 - RV / 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 sub-bacia, a atribuição dos valores se deu pela distribuição em três classes, conforme expresso na tabela 7.1.5.1.6.

Tabela 7.1.5.1.6 - 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 e cerrado) | 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 |

- **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 sub-bacia do rio Verde encontra-se sob forte pressão devido às atividades agropecuárias, as unidades de conservação ambiental assumem elevada importância.

Na sub-bacia do rio Verde existem apenas duas unidades de conservação: a RPPN Cachoeira Branca, localizada no município de Água Clara com 134,58 ha e o Parque Natural Municipal do Pombo, com 3.300 ha, localizado no município de Três Lagoas e constituído muito recentemente.

Diante da grande relevância desse aspecto na sub-bacia do rio Verde, o valor de ponderação desse indicador em relação aos demais do componente-síntese meio físico e ecossistemas terrestres assume alta importância, sendo o segundo maior peso entre eles, apresentando como fator de ponderação o valor de 0,209 obtido a partir da matriz de comparação par a par conforme demonstra a tabela de indicadores de fragilidades. O mapa AAE ET - 007 - RV / UNIDADES DE CONSERVAÇÃO apresenta a localização das UC's.

Tabela 7.1.5.1.7 - Normatização do indicador - Unidades de Conservação

| Fragilidade | Critério | Centro de Classe |
|--------------------|-----------------|-------------------------|
| Baixa | Ausência de UC | 0,25 |
| Alta | Presença de UC | 0,75 |

7.1.5.2 Avaliação final dos indicadores para meio físico e ecossistemas terrestres

Para concluir o presente item, são apresentadas duas tabelas. Na tabela 7.1.5.2.1 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 7.1.5.2.2 apresenta o resumo geral de todos os indicadores, com as definições, critérios, centros de classe, fatores de ponderação (resultantes da tabela 7.1.5.2.1) 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.

Tabela 7.1.5.2.1 – Matriz de análise hierárquica de indicadores de fragilidades ambientais para meio físico e ecossistemas terrestres

| Indicadores Meio Físico e Ecossistemas Terrestres | Tamanho do remanescente e florestal | Conectividade com tensão ecológica | Proximidade de com curso d'água | Importância dos habitats para a fauna | Susceptibilidade à erosão | Importância ecológica da cobertura vegetal | Presença de UC's | | | Valor Ponderado |
|---|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|--|------------------|--------|--------|-----------------|
| Remanescente florestal | 1,000 | 3,000 | 3,000 | 1,000 | 0,500 | 3,000 | 0,333 | 11,833 | 16,527 | 0,165 |
| Conectividade com tensão ecológica | 0,333 | 1,000 | 1,000 | 0,333 | 0,200 | 0,333 | 0,200 | 3,400 | 4,749 | 0,047 |
| Proximidade com curso d'água | 0,333 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,200 | 0,333 | 0,333 | 4,200 | 5,866 | 0,059 |
| Importância dos habitats para a fauna | 1,000 | 3,000 | 1,000 | 1,000 | 0,333 | 1,000 | 1,000 | 8,333 | 11,639 | 0,116 |
| Susceptibilidade à erosão | 2,000 | 5,000 | 5,000 | 3,000 | 1,000 | 2,000 | 1,000 | 19,000 | 26,536 | 0,265 |
| Importância ecológica da cobertura vegetal | 0,333 | 3,000 | 3,000 | 1,000 | 0,500 | 1,000 | 1,000 | 9,833 | 13,734 | 0,137 |
| Unidades de Conservação | 3,000 | 5,000 | 3,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 15,000 | 20,950 | 0,209 |
| | | | | | | | | 71,600 | 100,0 | 1,0 |

Tabela 7.1.5.2.2 – 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 | Área < 10 ha | 0,125 | 0,165 | 0,021 |
| | Média baixa | Área entre 10 ha - 100 ha | 0,375 | | 0,062 |
| | Média alta | Área entre 100 ha - 1000 ha | 0,625 | | 0,103 |
| | Alta | Área > 1000 ha | 0,875 | | 0,144 |
| Conectividade com tensão ecológica | Baixa | Sem conectividade | 0,167 | 0,047 | 0,008 |
| | Média | Conectividade com tensão entre 2 tipologias distintas | 0,500 | | 0,023 |
| | Alta | Conectividade com tensão entre 3 tipologias distintas | 0,833 | | 0,039 |
| Proximidade de Remanescente aos cursos d'água | Baixa | Distância superior a 200 m do corpo d'água | 0,25 | 0,059 | 0,015 |
| | Alta | Distância de até 200 m do corpo d'água | 0,75 | | 0,044 |
| Habitats para a Fauna | Baixa | Presença de baixa diversidade de habitats | 0,25 | 0,116 | 0,029 |
| | Alta | Presença de grande diversidade de habitats | 0,75 | | 0,087 |
| Susceptibilidade a erosão dos solos | Baixa | Efa - Relevo plano com deposição de sedimentos nas margens dos rios | 0,125 | 0,265 | 0,033 |
| | Média baixa | Fa - Relevo plano e/ou suave ondulado com solos arenosos | 0,375 | | 0,099 |
| | Média alta | Me - Relevo medianamente dissecado em formas convexas | 0,625 | | 0,166 |
| | Alta | Fo - Relevo muito dissecado e escoamento concentrado | 0,875 | | 0,232 |
| Importância ecológica da cobertura vegetal | Baixa | Intensivo (Práticas agrícolas e de uso antrópico) | 0,167 | 0,137 | 0,023 |
| | Média | Natural (Floresta Estacional / Cerradão) | 0,500 | | 0,068 |
| | Alta | Preservação (Floresta aluvial / Várzeas) | 0,833 | | 0,114 |
| Unidades de Conservação | Baixa | Ausência UC's | 0,25 | 0,209 | 0,052 |
| | Alta | Presença UC's | 0,75 | | 0,157 |

7.1.6 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 eventuais restrições.

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.

7.1.6.1 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 de modo que quanto maior a concentração da população em áreas rurais dentro de uma sub-bacia, maiores as implicações negativas, e, por consequência, maior a fragilidade.

Conforme foi observado na caracterização ambiental, a região da sub-bacia do rio Verde é muito pouco habitada de modo geral. Dos cinco municípios que a compõem, quatro tem menos de 20.000 habitantes e apenas Água Clara tem sua sede completamente localizada dentro dos limites da sub-bacia, mais propriamente nas margens do rio Verde. Brasilândia tem sua sede nos limites da sub-bacia enquanto os outros três municípios têm a sede localizada fora da sub-bacia.

Essa baixa ocupação reflete-se na baixíssima densidade demográfica dos municípios, até mesmo em Três Lagoas, com quase 7,75 hab/km², que também está abaixo da média nacional, que é de aproximadamente 22 hab/km², mas situa-se um pouco acima da média

estadual que é de 5,75 hab/km². Nos demais essa taxa varia entre 0,97 hab/km² em Ribas do Rio Pardo e 2,06 hab/km² em Brasilândia.

Outro aspecto relevante a ser considerado refere-se ao fato de que, mesmo sendo municípios com baixo número de habitantes, todos apresentam perfil urbano, ou seja, maior percentual da população ocupando áreas urbanas, com pouca ocupação rural.

A utilização da taxa de urbanização como indicador de fragilidade relativa aos aspectos socioeconômicos busca retratar não especificamente o grau de urbanização da Unidade Hidrográfica, mas, sim, a presença da população rural. Assim, quanto mais urbanizada uma Unidade Hidrográfica, em tese, menos problemas com população rural no caso de implantação de empreendimentos hidrelétricos, pois nenhum dos empreendimentos projetados afetará diretamente as áreas urbanas.

Diante desse cenário onde predomina a baixíssima concentração rural de habitantes, a inserção de aproveitamentos hidrelétricos previstos para a sub-bacia do rio Verde não afetaria diretamente áreas de grande concentração populacional.

Esse indicador foi subdividido em duas faixas quanto ao índice de fragilidade: a) alta: sedes urbanas dos municípios; e b) baixa: demais áreas da sub-bacia devido à sua baixíssima densidade demográfica. O resumo dessa classificação está na tabela 7.1.6.1.1, enquanto o mapa AAE SE - 006 - RV DINÂMICA DEMOGRÁFICA apresenta a localização dessas áreas.

Tabela 7.1.6.1.1 - Normatização do indicador - Dinâmica Demográfica

| Fragilidade | Critério | Centro de Classe |
|--------------------|-----------------|-------------------------|
| Baixa | Áreas rurais | 0,250 |
| Alta | Sedes urbanas | 0,750 |

Além disso, foi observado durante o sobrevôo que, efetivamente, há pouquíssimas áreas de concentração humana que possam ser afetadas negativamente pela implementação de empreendimentos do setor hidrelétrico, seja no trecho baixo da sub-bacia, seja em seu trecho mais a montante.

Diante da homogeneização da sub-bacia do rio Verde nesse aspecto, o valor de ponderação desse indicador em relação aos demais do componente-síntese socioeconomia é relativamente baixo, com 0,110, conforme indica a tabela 7.6.7.1.

- **Estrutura Fundiária**

No que diz respeito à estrutura fundiária foi considerado como indicador o percentual de propriedades rurais com até 100 ha. A pequena propriedade constitui a base para a produção agrícola de subsistência, realizada normalmente de forma familiar e tradicional, sem o emprego de tecnologias e altamente adaptadas às condições do território onde se encontra. Frente à implantação do empreendimento, esse tipo de produção agrícola representa uma fragilidade frente às dificuldades de relação destas populações atingidas para locais de semelhantes condições, além da conseqüente desestruturação dos laços sociais.

Portanto, as pequenas propriedades atuam como indicador ambiental em função da sua maior fragilidade à implantação de reservatórios em comparação com as propriedades maiores, que muitas vezes não chegam a ser inviabilizadas, mesmo quando afetadas por reservatórios. De modo geral na região há um predomínio em número das grandes propriedades enquanto as pequenas têm uma representatividade muito reduzida, sendo que apenas em Brasilândia e Três Lagoas as propriedades com menos de 100 ha têm uma representatividade um pouco maior, com 35,3% e 29,7% respectivamente. Em Água Clara, por exemplo, as propriedades com menos de 100 ha representam apenas 5,4% do total de propriedades dos municípios.

Mesmo que essas pequenas propriedades estivessem distribuídas por toda a bacia, o seu baixo número de unidades faz que a sua presença seja difícil de ser identificada no universo onde predominam propriedades grandes com pecuária bovina ou ainda destinadas à silvicultura.

Esse aspecto reduz as chances de aproveitamentos hidrelétricos afetarem diretamente pequenas propriedades e causarem impacto social de maior magnitude, já que considerando a área reduzida que possuem, normalmente a maior parte das pequenas propriedades atingidas por aproveitamentos hidrelétricos acaba sendo afetada integralmente pela formação dos reservatórios ou, quando afetadas parcialmente, muitas delas são inviabilizadas produtivamente.

De modo geral, essa bacia não dispõe de muitos assentamentos rurais, principalmente por parte do INCRA. No município de Brasilândia foram identificados ainda alguns reassentamentos resultantes do impacto causado pela formação do reservatório da Usina

Hidrelétrica Sérgio Motta (Porto Primavera), tais como Padre João André, destinado à uma olaria para produção de tijolos; Pedra Bonita; e Santana / Santo Emílio.

Para a formação do indicador ambiental Estrutura Fundiária no presente estudo foram adotados três faixas em relação ao nível de fragilidade de acordo com os seguintes critérios: a) alto nível de fragilidade: as áreas onde se situam assentamentos ou reassentamentos rurais; b) médio nível de fragilidade: as áreas dos municípios de Brasilândia e Três Lagoas, onde as propriedades com menos de 100 hectares possuem maior representatividade; e c) baixo nível de fragilidade: as áreas dos municípios de Água Clara, Ribas do Rio Pardo e Camapuã, onde o percentual de propriedades com menos de 100 hectares é muito pequeno e há uma hegemonia das propriedades com mais de 500 ha. A tabela 7.6.1.2.1 apresenta o resumo dos critérios utilizados nessa classificação.

Tabela 7.1.6.1.2 - Normatização do indicador - Estrutura Fundiária

| Fragilidade | Critério | Centro de Classe |
|-------------------|--|------------------|
| Baixa fragilidade | Municípios com baixo percentual de propriedades com menos de 100 hectares e hegemonia de propriedades com mais de 500 ha | 0,167 |
| Média fragilidade | Municípios onde as propriedades com menos de 100 hectares têm maior representatividade | 0,500 |
| Alta fragilidade | As áreas onde se situam assentamentos ou reassentamentos rurais | 0,833 |

Diante da importância relativa desse aspecto na sub-bacia do rio Verde em relação aos demais indicadores do componente-síntese socioeconomia já que se trata efetivamente de impactos sobre população rural, o seu valor de ponderação é 0,270, conforme indica a tabela 7.1.6.2.2. O mapa AAE SE - 005 - RV ESTRUTURA FUNDIÁRIA apresenta a localização dos diferentes níveis desses indicadores.

- **Condições de Vida**

Tais como outros estudos semelhantes, um dos aspectos selecionados para avaliar e mensurar a fragilidade nas condições de vida é a saúde em cada município, caracterizada em indicadores como a oferta de leitos por 1.000 habitantes e mortalidade infantil, além de serem considerados ainda dados de educação e saneamento.

A oferta do número de leitos é um dos indicadores que representa mais claramente as deficiências nas condições 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. A tabela 7.1.6.1.3 apresenta esse dado além de outros que servem como indicador para condições de vida.

Tabela 7.1.6.1.3. – Indicadores de Condições de Vida

| Municípios | Leitos totais /1.000 habitantes (2002) | Mortalidade Infantil (2002) | % de domicílios urbanos atendido pela rede geral de esgoto (2000) | IDHM-Educação (2000) |
|--------------------|--|-----------------------------|---|----------------------|
| Água Clara | 1,54 | 38,10 | 0,6 | 0,809 |
| Brasilândia | 5,02 | 28,04 | 28,2 | 0,83 |
| Camapuã | 3,04 | 30,97 | 41,7 | 0,857 |
| Ribas do Rio Pardo | 1,08 | 29,13 | 1,7 | 0,78 |
| Três Lagoas | 5,31 | 13,83 | 15,5 | 0,869 |

Fonte: DATASUS

Por meio dos dados apresentados acima, percebe-se que Água Clara, Ribas do Rio Pardo e Camapuã apresentam um número muito baixo de leitos por mil habitantes com 1,54, 1,08 e 3,04 respectivamente, enquanto Brasilândia e Três Lagoas tem mais que 5 leitos por mil habitantes. Esses dois municípios atingem uma marca considerada satisfatória pela Organização Mundial de Saúde – OMS, que é de 4 leitos/1.000 hab.

Com relação à mortalidade infantil, quatro municípios possuem taxas muito elevadas e semelhantes entre si: Água Clara, Brasilândia, Camapuã e Ribas do Rio Pardo. Três Lagoas, o município com maior estrutura na área de saúde, é o que possui a menor taxa de mortalidade infantil e situa-se em outro patamar em relação aos outros quatro municípios que compõem a sub-bacia.

Com relação ao percentual de domicílios atendidos pela rede geral de esgoto, de modo geral a situação é precária em todos os municípios, assim como na maioria dos municípios brasileiros. Em Ribas do Rio Pardo e Água Clara a situação é pior e praticamente não há rede geral de esgoto.

O último quesito analisado para determinar níveis de fragilidade para condições de vida é o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal –IDHM específico para educação, avaliado pelo índice de analfabetismo e pela taxa de matrícula em todos os níveis de ensino. Esse índice ajuda também no sentido de verificar as condições de determinado município para receber obras que possam atrair população sem que haja deterioração da qualidade de vida local. Para o IDHM – Educação, novamente Ribas do Rio Pardo e Água Clara apresentaram piores índices, contrastando com Três Lagoas, onde a situação (como era de se esperar, já que é o maior município) está melhor em termos de educação.

Além desses quesitos, foram considerados no presente indicador alguns aspectos específicos, como presença de áreas de interesse paisagístico ou ainda de micro usinas geradoras de energia, que existem em maior quantidade nos municípios com piores indicadores sociais coincidentemente.

Para configuração final do indicador Condições de Vida através da utilização desses quatro aspectos considerados (leitos totais por mil habitantes, mortalidade infantil, percentual de cobertura da rede geral de esgoto e IDHM para educação) optou-se por adotar três faixas de níveis de fragilidade, consideradas de modo relativo, ou seja, dentro do contexto da sub-bacia do rio Verde. Desse modo, a configuração final ficou da seguinte forma: a) alto nível de fragilidade: os municípios de Água Clara e Ribas do Rio Pardo, que apresentam os piores índices em todos os quesitos considerados; b) médio nível de fragilidade: municípios de Brasilândia e Camapuã, que apresentam um ou outro indicador melhor, ficando entre os municípios com piores índices e Três Lagoas, que possui a melhor situação; e c) baixo nível de fragilidade: Três Lagoas, que apresenta os melhores indicadores em quase todos os quesitos considerados, sendo o município que detém a melhor infra-estrutura. A tabela 7.1.6.1.4 apresenta o resumo dos critérios utilizados nessa classificação.

Tabela 7.1.6.1.4 - Normatização do indicador - Condições de Vida

| Fragilidade | Critério | Centro de Classe |
|-------------------|---|------------------|
| Baixa fragilidade | Município com melhor infra-estrutura e com melhores indicadores socioeconômicos | 0,167 |
| Média fragilidade | Municípios em posição intermediária, que apresentam um ou outro indicador melhor em relação aos que se encontram em pior situação | 0,500 |
| Alta fragilidade | Municípios com piores indicadores sociais. | 0,833 |

Diante da importância relativa desse aspecto na sub-bacia do rio Verde em relação aos demais indicadores do componente-síntese socioeconomia, o valor de ponderação do mesmo obtido na matriz de comparação par a par é de 0,175, conforme indica a tabela 7.1.6.2.2. O mapa AAE SE - 001 - RV CONDIÇÕES DE VIDA apresenta a localização dos diferentes níveis desses indicadores.

- **Atividades Econômicas**

Para avaliar esse aspecto foram construídos indicadores relativos à produção agrícola, PIB per capita e infra-estrutura econômica implantada.

Para a produção agrícola foi construído um indicador relativo à extensão da produção agrícola, calculado a partir da relação entre área agrícola / área total de cada município. Este indicador pode representar nível de fragilidade da área com relação à implantação do empreendimento, uma vez que representa a probabilidade deste atingir essa atividade econômica que, se não tem grande importância para a região, uma vez que a pecuária bovina é a principal atividade, quando afetada causa impacto muito grande.

Nesse quesito, a sub-bacia como um todo tem baixa fragilidade, já que o município onde a área agrícola é mais representativa é em Brasilândia com apenas 3,7% da área total do município. Nos demais, a área destinada às atividades agrícolas que ocupa maior parcela de mão de obra em comparação com as demais como a pastagem e a silvicultura, é menor ainda, sendo que em Três Lagoas, por exemplo, a área agrícola ocupa apenas 0,32% do seu território.

Outro aspecto a ser considerado em relação ao presente indicador é o balanço entre receitas e despesas, já que pode representar um fator para inferir, ainda que parcialmente, da capacidade de cada município administrar novos investimentos. Nesse quesito, de acordo com os dados apresentados no diagnóstico, há um equilíbrio muito grande. De modo geral os municípios tentam se equilibrar na relação entre receitas e despesas e quando apresentam déficit em um ano, no seguinte conseguem reverter a situação, exceção feita justamente ao município com maior receita, Três Lagoas, que foi o único que apresentou déficit nos dois anos avaliados.

Com relação à renda per capita, que também pode servir como importante indicador da dinâmica econômica que a região 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 há uma pequena diferenciação entre os municípios da bacia, principalmente quando se compara com a capital do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, que tem a maior renda per capita em comparação com os municípios da sub-bacia do rio Verde. Entretanto, Brasilândia, Água Clara e Três Lagoas merecem destaque, pois entre 1991 e 2000 apresentam índices de evolução bem significativos. Por outro lado, os municípios com menor renda per capita (Ribas do Rio Pardo e Camapuã) são justamente aqueles que

tiveram menor evolução, fato preocupante já que pode acarretar em aumento das desigualdades sociais.

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.

Desse modo, diante do presente quadro e considerando que a economia acaba sendo dinamizada com a implementação de empreendimentos hidrelétricos, ainda que principalmente durante a obra, a configuração final do indicador “Atividades Econômicas” através da utilização desses aspectos considerados, resultou em quatro faixas de níveis de fragilidade por município, separados da seguinte forma: a) alto nível de fragilidade: não existe, já que todos teriam sua economia dinamizada com os propostos aproveitamentos; b) médio alto médio nível de fragilidade: também não existe diante desse contexto; e c) médio-baixo nível de fragilidade: Ribas do Rio Pardo e Camapuã, que apresentam os piores aspectos nesse quesito; d) baixo nível de fragilidade: Três Lagoas, Água Clara e Brasilândia, que tem apresentado uma evolução nos principais indicadores ao longo dos últimos anos. A tabela 7.1.6.1.5 apresenta o resumo dos critérios utilizados nessa classificação.

Tabela 7.1.6.1.5 - Normatização do indicador - Atividades Econômicas

| 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 sofreria um grande prejuízo com a implementação de aproveitamentos hidrelétricos | 0,875 |

Diante da importância relativa desse aspecto na sub-bacia do rio Verde em relação aos demais indicadores do componente-síntese “meio socioeconômico” e considerando que as atividades econômicas servem mais como indicador de potencialidade do que de fragilidade, seu valor de ponderação obtido a partir da matriz de comparação par a par é de 0,043, conforme indica a tabela 7.1.6.2.2. O mapa AAE SE - 002 - RV ATIVIDADES ECONÔMICAS apresenta a localização dos diferentes níveis desses indicadores.

- **Sítios Arqueológicos**

O número de sítios arqueológicos registrados na sub-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 deste tema, a presença de sítios arqueológicos foi avaliada em função de dois aspectos: locais onde já foram cadastrados sítios e/ou vestígios arqueológicos; e potencialidade de locais que ainda não tiveram prospecção de sítios dessa natureza.

Entre os sítios já cadastrados, devem-se destacar os resultados de dois projetos distintos. Na foz do rio Verde, foram registrados 17 sítios arqueológicos nos municípios de Brasilândia e Três Lagoas de material lítico, decorrente da prospecção relativa ao processo de licenciamento da Usina Hidrelétrica Porto Primavera, no rio Paraná.

Um pouco mais a montante, mas ainda no trecho baixo, foram registrados dois sítios arqueológicos (um de material lítico e outro de lítico e cerâmico), decorrente do resultado de prospecção promovido licenciamento ambiental do gasoduto Brasil – Bolívia, que cruzou o rio Verde nesse trecho.

Com relação às demais áreas, que ainda não passaram por um projeto de prospecção, o estudo realizado por profissionais altamente capacitados no presente estudo demonstrou que na região a montante da sede do município de Água Clara há potencial para que sejam encontrados novos sítios, principalmente de material lítico.

As margens do rio Verde e de seus afluentes apresentam numerosas áreas com afloramentos de cascalheiras, as quais se constituíram, em grande parte, fontes de matéria-prima para a produção de ferramentas líticas nas atividades cotidianas de culturas pré-históricas. Dessa forma, esses locais constituem-se sítios arqueológicos ou seja, oficinas de produção de ferramentas líticas e acampamentos de caça-pesca-coleta nos ambientes fluviais.

No trecho mais a montante não existem muitos sítios arqueológicos cadastrados, muito provavelmente em decorrência da falta de pesquisas específicas localizadas nesse trecho, já que até o presente momento não foram desenvolvidos grandes projetos de engenharia que implicassem na obrigatoriedade de desenvolvimento de pesquisas arqueológicas nessa região.

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.

Desse modo, para fins de definição de um indicador de fragilidade socioeconômica vinculado à presença de sítios arqueológicos, foram selecionadas duas faixas de fragilidade. Na primeira, considerada de alta fragilidade, refere-se àqueles locais onde já foram identificados outros sítios anteriormente. Nas demais, de fragilidade mais baixa, estão todos as outras regiões, onde não foram registrados ainda sítios arqueológicos. O mapa AAE SE - 003 - RV SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS apresenta essas áreas para sua melhor visualização.

Tabela 7.1.6.1.6 - Normatização do indicador - Sítios Arqueológicos

| Fragilidade | Critério | Centro de Classe |
|-------------------|--|------------------|
| Baixa fragilidade | Não identificados, até o momento, sítios arqueológicos | 0,25 |
| Alta Fragilidade | Sítios arqueológicos já identificados (líticos) | 0,75 |

O valor de ponderação para a presença de sítios arqueológicos dentro do contexto do componente síntese socioeconomia é 0,039, ou seja, é o valor de ponderação mais 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 sub-bacia do rio Verde esteja plenamente localizada em um dos estados com grande quantidade de Terras Indígenas, nessa sub-bacia em especial não há muitas comunidades étnicas, já que a grande maioria das Terras Indígenas demarcadas no Mato Grosso do Sul situa-se à oeste e ao sul do Estado.

A única Terra Indígena situada no limite dessa sub-bacia é Ofayé-Xavante, que ocupa hoje uma área de 1.937 ha dentro de um perímetro de 18 km com 47 indígenas de acordo com dado da FUNAI (Figura 5.3.1.2). Essa TI situa-se no município de Brasilândia, bem afastado

no curso principal do rio Verde, de modo que não será afetada por qualquer uma dos propostos empreendimentos do rio Verde.

Desse modo, para fins de delimitação de fragilidade, considerando ainda a importância desse tema em relação a propostos empreendimentos, a divisão dos níveis de fragilidade ficou definida em três faixas, separadas da seguinte forma: a) alto nível de fragilidade: TI Ofavé-Xavante e um raio de 10 km no seu entorno; b) médio nível de fragilidade: área do município de Brasilândia, onde se situa a única Terra Indígena dessa sub-bacia; e c) baixo nível de fragilidade: demais municípios da sub-bacia do rio Verde, que não possuem Terras Indígenas demarcadas dentro de seus limites. A tabela 7.1.6.1.7 apresenta o resumo dos critérios utilizados para esse indicador e o mapa AAE SE - 004 - RV COMUNIDADES ÉTNICAS permite a visualização desse indicador, incluindo a única TI existente.

Tabela 7.1.6.1.7 - Normatização do indicador - Comunidades Étnicas

| Fragilidades | Critério | Centro de Classe |
|---------------------|--|-------------------------|
| Baixa fragilidade | Municípios sem Terras Indígenas | 0,167 |
| Média fragilidade | Brasilândia (único município onde há TI) | 0,500 |
| Alta Fragilidade | Terra Indígena e zona de amortecimento | 0,833 |

O valor de ponderação de comunidades étnicas é 0,363, pois embora no contexto estadual, a região da sub-bacia do rio Verde é uma das que possui menor número de populações indígenas, com apenas uma Terra Indígena, localizada longe dos possíveis aproveitamentos no limite da sub-bacia, caso existisse alguma próxima ao rio Verde, deveria ter um peso muito maior em relação aos demais indicadores devido à todas implicações de ordem étnica e legal.

7.1.6.2 Avaliação final dos indicadores para a socioeconomia

Para concluir o presente item, são apresentadas duas tabelas. Na tabela 7.1.6.2.1 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 7.1.6.2.2 apresenta o resumo geral de todos os indicadores, com as definições, critérios, centros de classe, fatores de ponderação (resultantes da tabela 7.1.6.2.1) 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.

Tabela 7.1.6.2.1 – Matriz para definição dos valores ponderados para os indicadores de fragilidades ambientais do meio socioeconômico

| Indicadores Meio Socioeconômico | Dinâmica Demográfica | Estrutura Fundiária | Condições de vida | Atividades econômicas | Patrimônio Arqueológico | Comunidades étnicas | Soma | % | Valor Ponderado |
|---------------------------------|----------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|--------|--------|-----------------|
| Dinâmica Demográfica | 1,000 | 0,333 | 0,333 | 3,000 | 3,000 | 0,200 | 7,867 | 10,985 | 0,110 |
| Estrutura Fundiária | 3,000 | 1,000 | 3,000 | 5,000 | 7,000 | 0,333 | 19,333 | 26,996 | 0,270 |
| Condições de vida | 3,000 | 0,333 | 1,000 | 3,000 | 5,000 | 0,200 | 12,533 | 17,501 | 0,175 |
| Atividades econômicas | 0,003 | 0,200 | 0,333 | 1,000 | 1,000 | 0,200 | 3,063 | 4,277 | 0,043 |
| Patrimônio Arqueológico | 0,333 | 0,143 | 0,200 | 1,000 | 1,000 | 0,143 | 2,819 | 3,936 | 0,039 |
| Comunidades étnicas | 5,000 | 3,000 | 5,000 | 5,000 | 7,000 | 1,000 | 26,000 | 36,305 | 0,363 |
| TOTAL | | | | | | | 71,616 | 100,0 | 1,0 |

Tabela 7.1.6.2.2 – Indicadores de fragilidades ambientais para meio socioeconômico

| Indicador | Fragilidade | Critério | Centro de classe | Fator de Ponderação | Valor do Indicador |
|-----------------------|-------------|---|------------------|---------------------|--------------------|
| Dinâmica Demográfica | Baixa | Áreas rurais | 0,25 | 0,11 | 0,028 |
| | Alta | Sedes urbanas | 0,75 | | 0,083 |
| Estrutura Fundiária | Baixa | Municípios com hegemonia de grandes propriedades | 0,167 | 0,27 | 0,045 |
| | Média | Municípios com maior representatividade de propriedade até 100 ha | 0,5 | | 0,135 |
| | Alta | Assentamentos ou reassentamentos rurais | 0,833 | | 0,225 |
| Condições de Vida | Baixa | Município com melhor infra-estrutura e com melhores indicadores socioeconômicos | 0,167 | 0,175 | 0,029 |
| | Média | Municípios em posição intermediária, que apresentam um ou outro indicador melhor em relação aos que se encontram em pior situação | 0,5 | | 0,088 |
| | Alta | Municípios com piores indicadores sociais. | 0,833 | | 0,146 |
| Atividades Econômicas | Baixa | Municípios com maior evolução | 0,125 | 0,043 | 0,005 |
| | Média baixa | Municípios com menor evolução | 0,375 | | 0,016 |
| | Média alta | Municípios cuja economia sofreria um pequeno prejuízo | 0,625 | | 0,027 |
| | Alta | Municípios cuja economia sofreria um grande prejuízo | 0,875 | | 0,038 |
| Sítios Arqueológicos | Baixa | Não identificados, até o momento, sítios arqueológicos | 0,25 | 0,039 | 0,010 |
| | Alta | Sítios arqueológicos já identificados (líticos) | 0,75 | | 0,029 |
| Comunidades Étnicas | Baixa | Municípios sem Terras Indígenas | 0,167 | 0,363 | 0,061 |
| | Média | Brasilândia (área do município descontando a TI) | 0,5 | | 0,182 |
| | Alta | Terra Indígena e zona de amortecimento | 0,833 | | 0,302 |