

7. CONSTRUÇÃO DOS INDICADORES, ÍNDICES E MAPAS DE FRAGILIDADE

Os indicadores socioambientais denotam o grau de fragilidade das distintas localidades da bacia em relação à inserção de aproveitamentos hidrelétricos. Sob esta ótica, um ambiente avaliado como de maior fragilidade é aquele que sofreria alterações negativas decorrentes da instalação de usinas geradoras de energia elétrica, seja pelo estado de conservação dos ecossistemas aquáticos e terrestres, ou pela alteração do modo de vida das populações fixadas na região.

Sendo assim, o presente capítulo apresenta a descrição da metodologia empregada para a construção dos indicadores ambientais utilizados na avaliação das fragilidades da bacia hidrográfica em questão. Num primeiro momento, discute-se a construção dos índices de fragilidade e as etapas de levantamento de dados, seleção, definição e elaboração dos índices. Posteriormente é apresentado o procedimento usado na definição das áreas críticas para cada um dos componentes-sínteses, onde produzidos os mapas de fragilidade, síntese de fragilidade e de criticidade ambiental da bacia.

7.1. LEVANTAMENTO DE DADOS

Nesta etapa foi realizado o levantamento de informações socioambientais existentes sobre a bacia do rio Iratim, complementadas com visitas a campo para avaliação de aspectos específicos, onde as informações existentes não permitiam um maior grau de conhecimento. O conhecimento prévio a respeito dos condicionantes socioambientais foi fundamental para a escolha dos indicadores de fragilidades, tendo em vista as possíveis alterações provocadas pela implantação de empreendimentos hidrelétricos.

7.2. SELEÇÃO E DEFINIÇÃO DE INDICADORES DE FRAGILIDADES

Os indicadores de fragilidade foram definidos por meio de análises multidisciplinares, considerando todos os profissionais envolvidos e os resultados apresentados na fase de caracterização e diagnóstico sócio-ambiental da bacia do rio Iratim.

Tendo como base a análise das informações existentes, a experiência da equipe técnica envolvida e as reuniões temáticas e multidisciplinares, a primeira etapa para elaboração dos indicadores, foi a seleção de variáveis com a identificação daquelas passíveis de serem avaliados a partir das informações obtidas. Nessa etapa, foram consultados trabalhos similares, como os desenvolvidos para a bacia do rio Chopim, um afluente do rio Iguaçu no Estado do Paraná (assim como o rio Iratim), bacia do rio Piquiri e rio Iratim (bacia do rio Ivaí), ambos no Paraná, e bacia do rio Taquari-Antas, no Rio Grande do Sul. Foram consideradas também as avaliações ambientais integradas das bacias dos rios Uruguai, Parnaíba, Paranaíba, Doce e do Paraíba do Sul.

Com o intento de selecionar as variáveis que fossem passíveis de serem avaliadas quantitativamente e qualitativamente, realizou-se uma listagem dos principais aspectos da bacia do rio Iratim sobre o foco dos indicadores. Na etapa de seleção de variáveis foram identificados os aspectos da dinâmica socioambiental que pudessem vir a ser maximizados com a implantação dos aproveitamentos hidrelétricos, assim como os aspectos que demonstrassem as fragilidades socioambientais.

Após a definição dos indicadores, trabalhou-se sob ótica de **três componentes síntese**, sendo eles, “**recursos hídricos e ecossistemas aquáticos**”, “**meio físico e ecossistemas terrestres**” e “**meio socioeconômico**”. Os indicadores produzidos foram agrupados de acordo com as sua respectiva temática.

Os indicadores de fragilidade que foram utilizados para a quantificação e qualificação dos efeitos de pressões de aproveitamentos hidrelétricos sobre a bacia hidrográfica do rio Iratim estão apresentados na tabela 7.1.

Tabela 7.1. Indicadores de fragilidade socioambiental utilizados para a avaliação ambiental estratégica da bacia do rio Iratim.

Componente síntese	Indicadores de fragilidade
Recursos hídricos e ecossistemas aquáticos	<ul style="list-style-type: none"> • IQA – Índice de Qualidade de Água • Fósforo • Vazão específica • Índice de fragilidade para Ictiofauna
Meio físico e ecossistemas terrestres	<ul style="list-style-type: none"> • Remanescentes florestais • Proximidade dos remanescentes aos cursos d’água • Importância ecológica da cobertura vegetal • Indicador de áreas relevantes para fauna • Indicador de instabilidade de encostas • Unidades de conservação e áreas protegidas
Meio socioeconômico	<ul style="list-style-type: none"> • Comunidades locais • Patrimônio arqueológico • Comunidades étnicas

7.3. ELABORAÇÃO DOS ÍNDICES DE FRAGILIDADE

Uma vez definidos os indicadores, procedeu-se a sua mensuração visando à definição de áreas de fragilidade para cada um dos indicadores que compõem os componentes-sínteses. Para a avaliação dos indicadores empregou-se metodologia quantitativa, a partir de critérios de avaliação pré-determinados, com fatores numéricos associados a textos de interpretação.

Depois de se obter o valor de cada indicador, foram construídas escalas de variação com expressão numérica. Salienta-se que as escalas de variação do valor do indicador para fins de enquadramento nas categorias construídas foram definidas em função de valores de referência específicos para cada tema. As escalas não tiveram a pretensão de abranger completamente a conceituação dos diferentes níveis em que o índice pode se apresentar quanto a cada critério de avaliação, mas sim o objetivo de reduzir a subjetividade de sua seleção. Sendo assim, a equipe de avaliação teve a liberdade de ajustar os índices considerando situações não abrangidas pelos textos, observando a coerência com a escala definida.

Os valores dos indicadores foram normalizados numa escala variando de 0 a 1, e a normalização foi feita a partir da definição do centro da classe para determinadas faixas pré-definidas (Tabela 7.2).

Tabela 7.2. Faixas de fragilidade consideradas para os indicadores.

Classificação dos indicadores	Faixas de fragilidade
Duas faixas	0,250 (baixa) 0,750 (alta)
Três faixas	0,167 (baixa) 0,500 (média) 0,833 (alta)
Quatro faixas	0,125 (baixa) 0,375 (médio-baixa) 0,625 (médio-alta) 0,875 (alta)

Observação: Os valores numéricos citados correspondem ao centro da classe ou ponto médio, que equivalem ao ponto central do intervalo de classe.

As faixas de fragilidade foram então adequadas para que os valores pré-definidos dos indicadores fossem enquadrados em valores mínimos e máximos de ocorrência para cada componente-síntese (Tabela 7.3). As faixas de criticidade foram estabelecidas entre 0,125 (mínimo) e 0,875 (máximo).

Tabela 7.3. Enquadramento das faixas de fragilidade para os componentes-síntese considerados.

Componente síntese	Valores
Recursos hídricos e ecossistemas aquáticos	0,125 (mínimo) 0,875 (máximo)
Meio físico e ecossistemas terrestres	0,125 (mínimo) 0,875 (máximo)
Meio socioeconômico	0,125 (mínimo) 0,875 (máximo)

7.4. ELABORAÇÃO DOS ÍNDICES DE SÍNTESE DE FRAGILIDADE

Considerando a realidade socioambiental, sob o ponto de vista dos possíveis impactos causados pelos aproveitamentos, é possível notar que alguns indicadores são mais representativos para a definição das fragilidades. Deste modo, os valores dos indicadores foram ponderados de acordo com a sua importância relativa (ou prioridade) na conjunção do componente síntese em que está inserido.

A atribuição de pesos que possibilitassem tal ponderação foi realizada utilizando-se o método de análise hierárquica da Saaty (1991). Esse método estabelece uma estrutura de valores entre os indicadores de cada componente-síntese a partir de sua comparação par a par, estabelecendo a importância relativa (ou prioridade) entre os indicadores comparados, tendo em vista os processos impactantes sobre o meio ambiente. O estabelecimento dos pesos foi obtido através da montagem de uma matriz quadrada com os indicadores de 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. Os indicadores associados aos maiores valores são aqueles aos quais se atribuiu maior importância (Tabela 7.4).

Tabela 7.4. Escala comparativa de importância entre indicadores.

Intensidade de importância do elemento considerado	Escala de importância	Intensidade de importância do elemento preterido	Escala de importância
1	Igual	1	Igual
3	Ligeiramente superior	1/3	Ligeiramente inferior
5	Medianamente superior	1/5	Medianamente inferior
7	Fortemente superior	1/7	Fortemente inferior
9	Mais importante	1/9	Menos importante

Após a ponderação dos índices os valores encontrados foram enquadrados nos valores mínimos e máximos de ocorrência para cada componente-síntese como exemplifica a Tabela 7.3. Sendo assim, o “índice de síntese de fragilidade” corresponde à somatória dos centros de classes, que são ponderados e reenquadrados na sua escala de valor.

7.5. ELABORAÇÃO DOS ÍNDICES DE CRITICIDADE

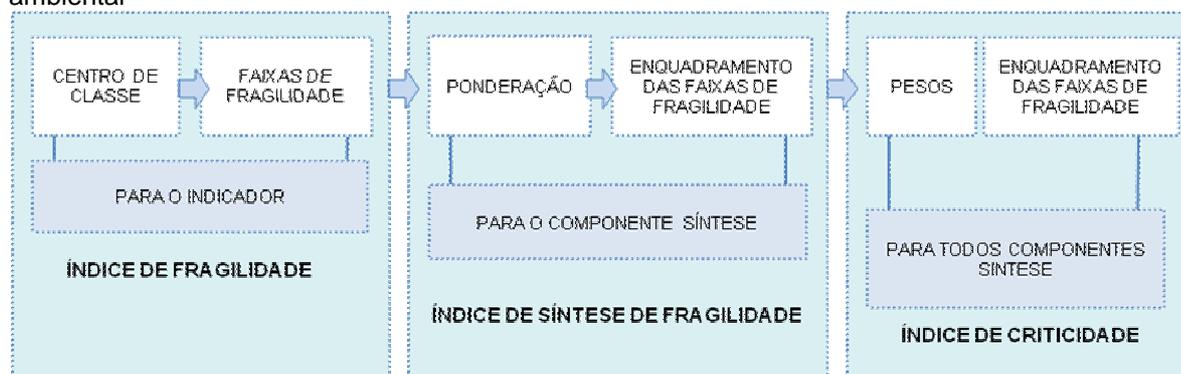
O “índice de criticidade” é elaborado após a ponderação e reenquadramentos dos índices anteriores, porém, os valores têm pesos atrelados à importância do componente síntese que se enquadra (Figura 7.1). Deste modo, diante do objetivo de avaliar os indicadores construídos, chegou-se à conclusão que o componente-síntese “**recursos hídricos e ecossistemas aquáticos**” representa melhor a conjuntura sócio-ambiental da bacia. Esta atribuição é dada, em decorrência da análise proposta, ser tratada pelo viés dos aproveitamentos hidroelétricos. Deste modo, o componente “Recursos hídricos e ecossistemas aquáticos” possui peso maior que os dois outros componentes, sem desconsiderar a importância dos demais. A tabela 7.5 apresenta os pesos atribuídos para cada componente síntese, observando que, a somatória dos valores é igual a 1 (um).

Tabela 7.5. Pesos para cada componente síntese.

COMPONENTE SÍNTESE	PESO
Recursos hídricos e ecossistemas aquáticos	0,4
Meio Físico e ecossistemas terrestres	0,3
Meio socioeconômico	0,3

A Figura abaixo exemplifica o processo de composição do Índice de Criticidade.

Figura 7.1. Fluxograma para definição dos enquadramentos para o mapa síntese de criticidade ambiental



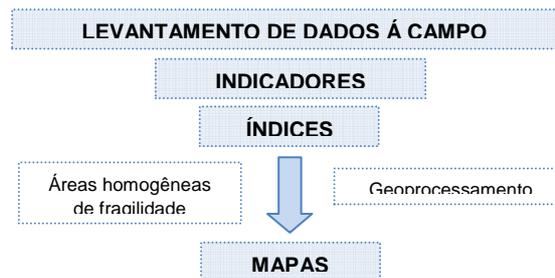
7.6. ESPACIALIZAÇÃO DOS INDICES EM MAPAS

A representação espacial é um método que corresponde a uma necessidade atual - a reavaliação das estratégias de ocupação do espaço e, no trabalho em questão, é um procedimento necessário para conhecer configuração socioambiental da bacia. Além disso, a espacialização dos indicadores possibilita a integração das informações levantadas.

Tendo como referencia a “Avaliação Ambiental Integrada da bacia hidrográfica do rio Piquiri” (SOMA, 2008), o presente tópico apresenta os procedimentos necessários para construção dos mapas de fragilidade, síntese de fragilidade e criticidade. É importante mencionar que a metodologia para espacialização dos indicadores foi ajustada com o objetivo de corresponder às particularidades da região em estudo.

A passagem das informações para o meio da representação cartográfica ocorre, em primeiro momento, mediante a definição das áreas homogêneas de fragilidade por parte dos pesquisadores. Salientando que, a definição das áreas homogêneas teve como alicerce a conhecimento dos pesquisadores envolvidos e a análise das informações das informações levantadas à campo. A figura 7.2 expressa de modo simplificado este processo.

Figura 7.2. Esquema simplificado da construção dos mapas



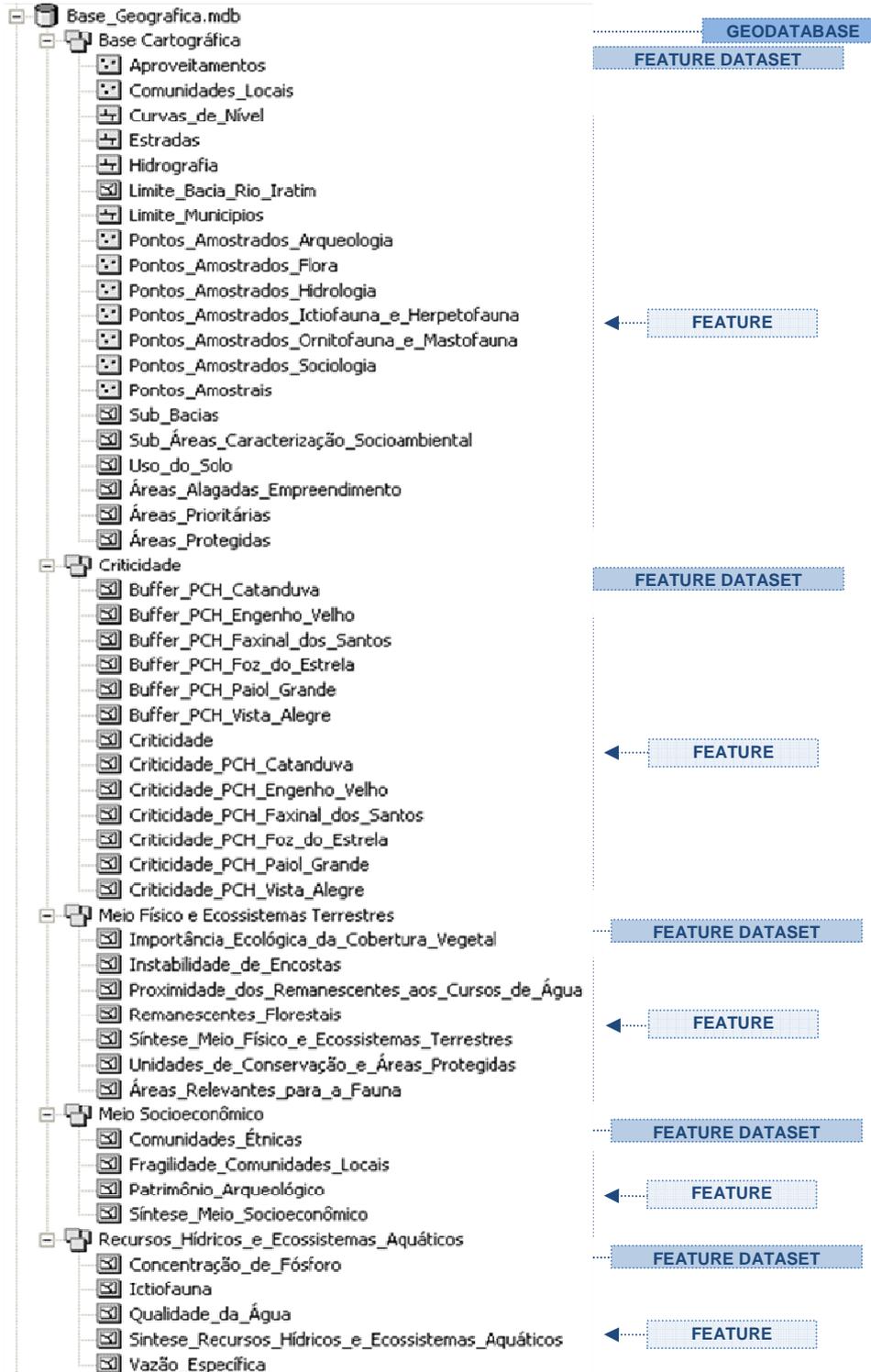
Com o intuito de transpor as informações obtidas pelos pesquisadores, utilizou-se do software ArcGIS 9.3 como instrumento necessário para representar cartograficamente os indicadores. Trata-se de um software de geoprocessamento¹ que possibilita processar dados digitais do tipo vetoriais e raster (imagens). A conversão das informações para o meio digital, sob o formato de trabalho do ArcGIS, requer a utilização de informações espaciais mediante alguns padrões de organização básicos. O ArcGIS trabalha com uma estrutura de gerenciamento de arquivos conhecida como “*geodatabase*”. No “*geodatabase*” os dados geográficos precisam ser organizados dentro de uma hierarquia de objetos de dados. Nesta estrutura é permitido o armazenamento de arquivos em uma coleção de conjuntos de dados conhecida como “*feature datasets*” (Figura 7.3). O “*feature dataset*” consiste em uma coleção de arquivos com relações espaciais pré-definidas. Dentro do “*feature dataset*” é permitido o armazenamento de arquivos do tipo “*feature class*”. Observa-se que, os “*feature class*” podem armazenar feições dentro ou fora do “*feature dataset*”. No “*feature class*” é permitido o armazenamento das representações cartográficas sob forma de dado vetorial², representadas por meio de estruturas definidas por formas geométricas como ponto, linha e polígono.

¹Geoprocessamento é definido como "o conjunto de tecnologias que utilizam representações computacionais do espaço geográfico para modelar e analisar fenômenos espaço-temporais (CÂMARA, G. & MONTEIRO, A.M.).

² A representação vetorial é um tipo de representação gráfica baseada em vetores. Para representar dados geográficos, esta técnica computacional utiliza feições geométricas dispostas em um sistema de coordenadas. Um mapa digital constituído por representações gráficas vetoriais é composto de formas geométricas descritas por pontos, linhas e polígonos.

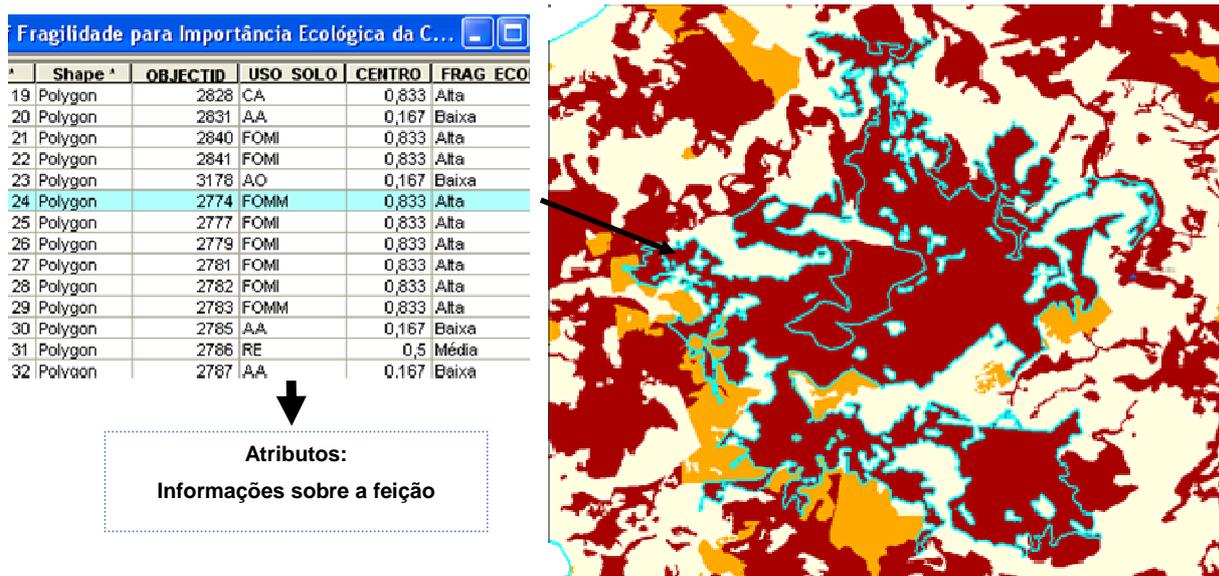
Diante destas proposições, a organização dos dados foi o primeiro procedimento adotado para espacialização dos indicadores. Na estrutura de organização proposta, cada indicador passou a corresponder a um “*feature class*” e, os vários “*feature class*” foram agrupados nos “*feature datasets*” em conformidade com o seu enquadramento ao componente síntese. A Figura 7.3 se refere à estrutura do “*geodatabase*” elaborado para a AAI da Bacia do Rio Iratim.

Figura 7.3. Organização dos arquivos no Geodatabase para a AAI da Bacia do Rio Iratim



No formato de arquivo “geodatabase” o armazenamento das informações descritivas pode se dar de forma integrada à representação vetorial³, deste modo é possível agregar inúmeras informações à respeito das feições espaciais⁴. Essas informações descritivas são armazenadas em tabelas de atributo. A tabela é uma estrutura simples de linhas (registro) e colunas (campo). Uma coluna se dispõe na vertical e é composta de linhas. Uma linha se dispõe no sentido horizontal e pode corresponder a várias colunas. É possível observar na Figura 7.4, que cada feição espacial corresponde a uma linha da tabela de atributos.

Figura 7.4. Exemplo de associação de uma feição espacial à tabela de atributos.



Assim como mostra a ilustração acima, nas tabelas de atributos foram inseridas informações referentes aos centros e classes e os graus de fragilidade.

7.6.1. Elaboração dos Mapas de Fragilidade (para cada indicador)

Os indicadores ambientais especializados foram construídos visando à caracterização de toda a bacia, sendo que, cada indicador adotou um critério de regionalização condizente as variáveis consideradas. De forma resumida, o quadro a seguir apresenta as hipóteses, variáveis e critérios que permearam a construção dos indicadores.

³ Essa estrutura de organização de dados se refere a um banco de dados do tipo relacional. Bancos de dados relacional: são conjuntos de registros dispostos em uma estrutura regular que permite a organização, consulta, manipulação e produção de informação.

⁴ Feições espaciais: são os objetos reais modelados em uma representação. Uma feição representa um objeto real por meio de simbologias, estrutura de dados, atributos descritivos em tabelas de dados, etc.

Quadro 7.1. Quadro síntese da metodologia para construção dos indicadores, índices e mapas.

Possível Impacto	Hipóteses	Mapa	Variáveis	Critério	Faixas	Centro de Classe	
Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos							
Alteração das comunidades dos organismos aquáticos.	A barragem serve como obstáculo ao fluxo de peixes.	Fragilidade para Ictiofauna	Ambientes preservados, modificados ou degradados / Presença ou ausência de espécies	Ausência de sítios reprodutivos e alimentares; áreas degradadas e alteradas, com pouca ou nenhuma relevância ecológica	3	0,167	Baixa
				Sítios reprodutivos e alimentares pouco significativos; identificação de áreas de relevância ecológica		0,500	Média Baixa
				Existência de sítios reprodutivos e alimentares, identificação de áreas de alta relevância ecológica		0,833	Média Alta
Alteração no transporte de sedimentos nos cursos d'água	A barragem altera as condições naturais de transporte de partículas sólidas. A alteração da velocidade e da turbulência das águas causa perda de capacidade de transporte.	Fragilidade para Vazão Específica	Vazão Específica	Vazão acima de 30,0 l/s/km ²	3	0,167	Baixa
				Vazão entre 15,0 e 30,0 l/s/km ²		0,500	Média
				Vazão abaixo de 15,0 l/s/km ²		0,833	Alta
Alteração da qualidade das águas dos corpos hídricos	A redução da velocidade das águas leva a redução da capacidade de autodepuração (transferência do oxigênio atmosférico para a água), diminuindo a qualidade da água. Instalação de reservatório pode ocasionar eutrofização.	Fragilidade para Qualidade de Água	Turbidez, pH, OD, DBO, Sólidos suspensos, Coliformes Fecais	IQA entre bom e ótimo	3	0,167	Baixa
				IQA aceitável		0,500	Média
				IQA entre ruim e péssimo		0,833	Alta
	A introdução de matéria orgânica resulta, indiretamente, no consumo de oxigênio dissolvido e conseqüente redução da capacidade de autodepuração, aumentando a concentração de Fósforo.	Fragilidade para Concentração de Fósforo	Concentração de Fósforo	Concentração de fósforo = 0,051 a 0,075 mg/l	2	0,250	Baixa
				Concentração de fósforo = 0,076 a 0,1 mg/l		0,750	Alta
Meio Físico e Ecossistemas Terrestres							
Supressão de Remanescentes Florestais	A instalação de PCHs leva a supressão da vegetação e a fragmentação de remanescentes florestais alterando os processos ecológicos. Além disso, exercem função de banco de propagação de sementes para a recolonização de	Fragilidade para Remanescentes Florestais	Tamanho do remanescente	Uso = reflorestamento + áreas antropizadas + área de ocupação humana isolada + corpo d'água	4	0,125	Baixa
				Uso = FOM "pouco conservado" + FOM "médio conservado" + FOM "conservado" + FP < 100 ha		0,375	Média Baixa

Possível Impacto	Hipóteses	Mapa	Variáveis	Critério	Faixas	Centro de Classe	
	áreas adjacentes.			FOM "pouco conservado" + FOM "médio conservado" + FOM "conservado" + FP 100 ha - 500 ha FOM "pouco conservado" + FOM "médio conservado" + FOM "conservado" + FP > 500 ha		0,625	Média Alta
						0,875	Alta
Alteração das comunidades vegetais nas áreas marginais	A instalação de PCHs leva a supressão de mata ciliar, sendo que estas, atuam como importantes refúgios e corredores para o fluxo de biodiversidade e exercerem a função de banco de propagação de sementes para a recolonização de áreas adjacentes.	Fragilidade para Proximidade dos Remanescentes aos Cursos d' Água	Áreas Antropizadas /Agricultura e Reflorestamento / Pastagem / Distância Corpo D'água	Uso = reflorestamento + áreas antropizadas + área de ocupação humana isolada / uso no buffer de 100 m = reflorestamento + áreas antropizadas + área de ocupação humana isolada / uso no buffer de 200 m = reflorestamento + áreas antropizadas + área de ocupação humana isolada Uso = FOM "pouco conservado" + FOM "médio conservado" + FOM "conservado" + FP Uso no buffer de 200 m = FOM "pouco conservado" + FOM "médio conservado" + FOM "conservado" + FP Uso no buffer de 100 m = FOM "pouco conservado" + FOM "médio conservado" + FOM "conservado" + FP + corpo d'água	4	0,125	Baixa
						0,375	Média Baixa
						0,625	Média Alta
						0,875	Alta
Comprometimento de nichos e habitats utilizados pela fauna	A supressão e fragmentação da vegetação facilita extinção dos organismos, além de reduzir áreas de forrageamento, abrigo e reprodução. Além disso, as áreas de remanescentes florestais são importantes para a conexão entre fragmentos permitindo o fluxo gênico.	Fragilidade para Áreas Relevantes para a Fauna	Heterogeneidade, Tamanho, Formato, Conectividade, Estrutura Vegetação	Uso = reflorestamento + áreas antropizadas + área de ocupação humana isolada + FOM "pouco conservado" + FOM "médio conservado" Uso = FOM "pouco conservado" + FP Uso = FOM "médio conservado" + FP Uso = FOM "conservado" + FP + corpo d'água	4	0,125	Baixa
						0,375	Média Baixa
						0,625	Média Alta
						0,875	Alta
Erosão nas áreas marginais	Classes de potencialidade erosiva são propícias ao escoamento superficial e a perda de estrutura, promovendo seu esgotamento e intensificando os processos referentes a erosão.	Fragilidade para Instabilidade de encostas	Clinografia / Orientação de Vertentes / Solos	Peso da classe = 0 - 0,3 Peso da classe = 0,31 - 0,4 Peso da classe = 0,41 - 0,5 Peso da classe = 0,51 - 0,6	4	0,125	Baixa
						0,375	Média Baixa
						0,625	Média Alta
						0,875	Alta

Possível Impacto	Hipóteses	Mapa	Variáveis	Critério	Faixas	Centro de Classe	
Conversão de Uso e Ocupação do Solo	A importância ecológica da vegetação está diretamente associada ao tipo de uso do solo. As áreas com cobertura vegetal natural ficam mais suscetíveis a conversão de uso, conseqüentemente potencializa a modificação dos processos ecológicos.	Fragilidade para Importância Ecológica da Cobertura Vegetal	Áreas Antropizadas / Agrárias e Reflorestamento / Pastagem / Áreas Naturais	Uso = áreas antropizadas + área de ocupação humana isolada + sede urbana	3	0,167	Baixa
				Uso = reflorestamento		0,500	Média
				Uso = FOM "pouco conservado" + FOM "médio conservado" + FOM "conservado" + FP + Corpo d'água		0,833	Alta
Pressão antrópica sobre remanescentes florestais.	Com o aumento da mão-de-obra aumenta a possibilidade de impactos antrópicos em áreas protegidas.	Fragilidade para Áreas Prioritárias, Protegidas e Unidades de Conservação	Presença / Ausência	Sem Área Protegida ou Area Prioritária	3	0,167	Baixa
				Area Prioritária		0,500	Média
				Área Protegida		0,833	Alta
Meio Socioeconômico							
Comprometimento Patrimônio Arqueológico	A instalação de PCHs pode impactar sítios e causar a supressão de áreas com relevância arqueológica.	Fragilidade para Patrimônio Arqueológico	Estado de conservação e relevância dos sítios	Baixo potencial arqueológico	3	0,167	Baixa
				Médio potencial arqueológico		0,500	Média
				Alto potencial arqueológico		0,833	Alta
Comunidades Étnicas	A instalação de PCH causa interferência no ambiente de inserção das populações étnicas.	Fragilidade para Comunidades Étnicas	Presença / Ausência	Ausência	2	0,250	Baixa
				Presença		0,750	Alta
Comunidades Locais	A instalação de PCH leva a desestruturação das populações, prejuízo nos acessos viários, realocação compulsória da população, desarticulação das relações sociais e sobrecarga na infra-estrutura urbana.	Fragilidade para Comunidades Locais	Número de famílias / Infra-estrutura / Comunidades polarizadoras /	Grande distância da comunidade	4	0,125	Baixa
				Pequena proximidade da comunidade		0,375	Média Baixa
				Média proximidade da comunidade		0,625	Média Alta
				Grande proximidade da comunidade		0,875	Alta

De modo a atender o formalismo matemático necessário ao processamento computacional dos dados geográficos, cada indicador originou um “*feature class*”, observando que cada “*feature class*” tem como corresponde um mapa de fragilidade. Deste modo, cada mapa contém a informação geográfica a respeito do grau de fragilidade ambiental para a respectiva temática. Os tópicos a seguir apresentam os procedimentos necessários para a construção dos mapas por indicador

7.6.1.1. Mapas para o Componente Síntese “Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos”

Mapa de Fragilidade para Ictiofauna

De acordo como o levantamento de dados realizado, a ictiofauna registrada para o rio Iratim é representada por cerca de 30 espécies, com maior riqueza para os Siluriformes (bagres e cascudos). A ictiofauna desta bacia hidrográfica é composta por espécies de pequeno (<20cm) e médio (entre 20 e 40cm) porte, e a distribuição longitudinal da ictiofauna ao longo do curso do rio não é uniforme, sendo que algumas espécies são encontradas apenas em regiões de maior altitude, enquanto outras são exclusivas (ou mais abundantes) nas regiões do curso médio e baixo.

Outro fator importante para a avaliação da fragilidade da ictiofauna são os resultados levantados para a área de influência do reservatório da UHE de Segredo, que constataram maiores atividades reprodutivas para os tributários do reservatório, ou seja, rio Iratim e Butiá (SUZUKI & AGOSTINHO, 1997) A elevada densidade de ovos e larvas coletado nos trechos inferiores do rio Iratim confirma a sua utilização como uma das áreas mais importantes para a desova dos peixes no reservatório da UHE de Segredo (NAKATANI et al. 1997).

Estas informações, aliadas aos resultados do diagnóstico de campo, foram sobrepostas aos dados geomorfológicos e de uso de solo da bacia do rio Iratim, (figura 7.5) para que uma proposta de generalização da fragilidade ambiental da ictiofauna da bacia fosse realizada, tendo em vista os potenciais impactos ambientais provenientes de empreendimentos hidrelétricos.

A fragilidade da ictiofauna foi então avaliada de acordo com a identificação de ambientes importantes para a ictiofauna, como os sítios reprodutivos e alimentares, e através da identificação de áreas de relevância ecológica para o Corredor de Biodiversidade Araucária. Esta avaliação das áreas de relevância ecológica foi realizada pelo Projeto de Proteção e Conservação da Biodiversidade - Paraná Biodiversidade, do Governo do Estado do Paraná, que objetiva recuperar a biodiversidade em três grandes regiões do Estado, escolhidas pela importância estratégica de remanescentes de ecossistemas originais da região. Entre estas áreas, destaca-se o Corredor Araucária.

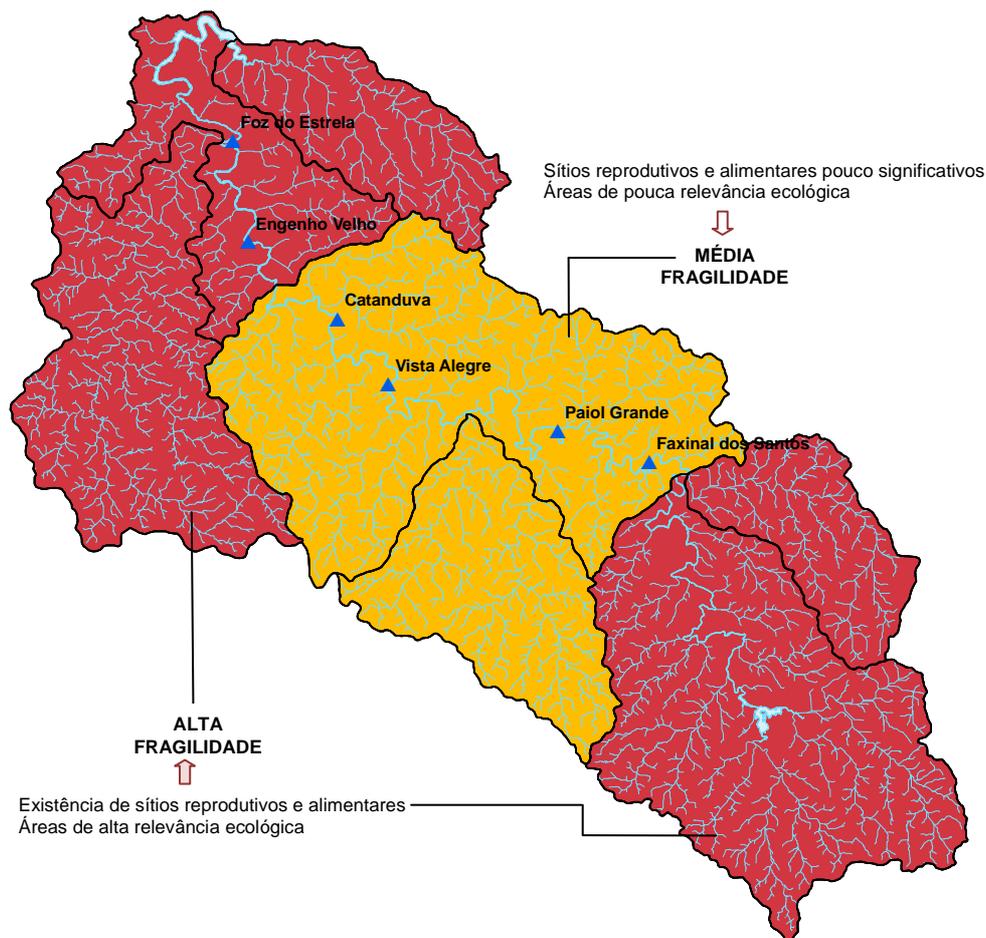
Os remanescentes florestais na região estudada, além de criar condições favoráveis para abrigar diferentes grupos, exercem grande importância no que se refere à fonte de alimentos e fornecimento de refúgios, que são fatores importantes para o desenvolvimento de diversas etapas do ciclo de vida e para a manutenção da diversidade da fauna aquática. Com relação aos hábitos migratórios, muito embora o levantamento de dados não tenha identificado peixes que pudessem ser considerados como migradores típicos, comparáveis àquelas da bacia do rio Paraná, algumas espécies registradas são de ambiente tipicamente fluvial (de água corrente), como é o caso de alguns lambaris e cascudos, as quais apresentam estratégias reprodutivas adaptadas aos ambientes de maior vazão.

Tendo isso em vista, trechos da bacia hidrográfica foram divididos em áreas de alta, média e baixa fragilidade tabela 7.6. O trecho superior da bacia do rio Iratim (nascentes) e o trecho baixo (área de influência do reservatório da UHE de Segredo) foram considerados como de alta fragilidade. O trecho médio da bacia foi considerado como de média fragilidade (Figura 7.5).

Tabela 7.6. Normatização do indicador de Ictiofauna

Critério	Locais	Centro de Classe	Fragilidade
Ausência de sítios reprodutivos e alimentares; áreas degradadas e alteradas, com pouca ou nenhuma relevância ecológica	-	0,167	Baixa
Sítios reprodutivos e alimentares pouco significativos; identificação de áreas de relevância ecológica	Trecho médio da bacia hidrográfica	0,500	Média
Existência de sítios reprodutivos e alimentares, identificação de áreas de alta relevância ecológica	Trecho superior e baixo da bacia hidrográfica	0,833	Alta

Figura 7.5. Fragilidade na bacia do Rio Iratim segundo Ictiofauna.



Mapa de Fragilidade para Vazão Específica

A vazão específica é o resultado obtido do produto da vazão média de um curso d'água pela sua área. Este índice indica a quantidade de água (l/s) produzida por unidade de área (km²) a montante de um determinado ponto na bacia hidrográfica.

Segundo a Empresa Paranaense de Participações, proprietária do Estudo de Inventário do Rio Iratim, concluído em 2008,

a preparação inicial da série de vazões do rio Iratim baseou-se nas informações dos postos fluviométricos utilizados para os estudos do rio Chopim, com dados de medição entre 1931 e 1988. Projetos Básicos de São Luiz, Foz do Curucaca e Salto Alemã, Rio Chopim, Correcta 2000 e 2001. Com relação à base de dados de postos na bacia do próprio rio Iratim, a série mais extensa de informações tem origem no Posto de Solais Novo-65775900, com 1.580 km² de área de drenagem, compreendendo o período entre 1986 a 2001, insuficiente para a avaliação hidrológica requerida (p.49).

Com base nesses dados de vazões em séries históricas, a empresa efetuou o cálculo de vazões para todas as PCHs em operação e previstas. Segundo as simulações efetuadas pela empresa, não há uma variação das vazões específicas médias no Rio Iratim de montante em direção à foz.

A composição do índice de vazão específica foi efetuada a partir dos dados de vazões das PCHs Foz do Estrela, Engenho Velho, Catanduva, Vista Alegre, Paiol Grande e Faxinal dos Santos, que haviam sido calculados pela empresa Correcta Consultoria e Projetos de Engenharia (Tabela 7.7). Os valores obtidos situam-se todos entre 30,66 e 30,70 l/s/km², o que indica tratar-se de áreas de baixa fragilidade em termos de vazões específicas (Figura 7.6). Tais dados devem, no entanto, ser considerados com ressalvas, pois se tratam de simulações efetuadas sem a devida validação em campo.

Conforme a regionalização dos dados proposta (Figura 7.6), todas as PCHs situam-se em áreas de baixa fragilidade quanto a vazões específicas.

Tabela 7.7. Áreas, vazões e vazões específicas nas PCHs.

PCH	Distância da foz (km)	área de contribuição (km ²)	vazão* (m ³ /s)	vazão específica (l/s/km ²)
Foz do Estrela	21	1592	48,81	30,66
Engenho Velho	32	1246	38,20	30,66
Catanduva	47	1069	32,79	30,67
Vista Alegre	57	995	30,52	30,67
Paiol Grande	86	664	20,37	30,68
Faxinal dos Santos	102	556	17,07	30,70

* vazão simulada segundo a ficha técnica de aproveitamentos hidrelétricos para o SIPOT (set/2000)

Fonte: Correcta, 2008. Organizado por IGPlan, 2009.

A normatização dos valores de Vazão específica está apresentada na Tabela 7.8 Conforme a regionalização dos dados proposta, todas as PCHs situam-se em áreas de baixa fragilidade quanto a vazões específicas.

Tabela 7.8. Normatização do indicador Vazão específica.

Critério	Centro de Classe	Fragilidade
Vazão acima de 30,0 l/s/Km ²	0,167	Baixa
Vazão entre 15,0 e 30,0 l/s/Km ²	0,500	Média
Vazão abaixo de 15,0 l/s/Km ²	0,833	Alta

Figura 7.6. Fragilidade na bacia do Rio Iratim segundo vazões específicas.



Mapa de Fragilidade para Qualidade de Água

Segundo a OECD (Organization for Economic Cooperation and Development), indicadores são selecionados com o objetivo específico de auxiliar o manejo e a tomada de decisões. Os indicadores quantificam e agregam dados que podem ser medidos e monitorados, permitindo verificar e acompanhar a ocorrência de mudanças. Para tanto, devem ser medidos periodicamente a fim de se verificar a existência de tendências. O monitoramento de indicadores envolve questões de escala temporal e espacial, pois deve ser efetuado em períodos e com abrangência espacial representativos para a área em estudo.

A partir de um estudo realizado em 1970 pela "National Sanitation Foundation" dos Estados Unidos, a CETESB adaptou e desenvolveu o IQA - Índice de Qualidade das Águas, que incorpora 9 parâmetros considerados relevantes para a avaliação da qualidade das águas,

tendo como determinante principal a utilização das mesmas para abastecimento público (CETESB⁵, 2009).

O índice de qualidade da água é composto pelos parâmetros: OD (oxigênio dissolvido), variação de temperatura, pH, DBO (demanda bioquímica de oxigênio), nitratos, fosfatos, turbidez, coliformes fecais e sólidos suspensos. Tais parâmetros foram analisados a partir da amostragem efetuada no mês de setembro de 2009 em dez diferentes pontos na bacia do Rio Iratim (Tabela 7.9).

Uma vez que as análises dizem respeito a amostras coletadas em uma única campanha de campo, não foi possível calcular o IQA, que demanda dados coletados de forma seriada. No entanto é possível definir áreas com diferentes níveis de fragilidade com base nos parâmetros que se encontram na Tabela 7.9, próximos ou abaixo dos limites estabelecidos (Tabela 7.10, Figura 7.7). O parâmetro fósforo não foi incluído na análise ora efetuado por ser considerado no conjunto deste trabalho como um indicador isolado, dada sua importância.

Considerou-se na análise os valores limítrofes estabelecidos na Resolução CONAMA 357/2005, sendo definidos como baixa fragilidade os valores para rios Classe I, de média para rios Classe II e de alta fragilidade aqueles acima dos estipulados para rios Classe II.

Observa-se na Tabela 7.9 que o parâmetro DBO encontra-se acima do limite para ambas as classes no ponto amostral 50, estando entre os limites das classes I e II no ponto 43 e DBO exatamente no limite das classes I e II no ponto 58. O parâmetro “sólidos suspensos” encontra-se fora do limite para ambas as classe em todos os pontos, no entanto, como se tratam de valores muito baixos foram considerados como virtualmente ausentes. Os valores encontram-se elevados somente no ponto 48. O parâmetro turbidez se apresenta próximo ao limite para classe 1 somente no ponto 48. Deste modo, a fragilidade é considerada elevada nos pontos 48 e 50, média nos pontos 43 e 48 e baixa nos pontos 45, 52, 55, 56, 60, 61 (Tabela 7.10; Figura 7.7).

Segundo esta classificação, todas as PCHs previstas encontram-se em área de baixa fragilidade quanto a parâmetros limítrofes do IQA. As áreas de fragilidade média encontram-se restritas ao entorno dos pontos 43 e 48, nos trechos montante e central da bacia do Rio Iratim, e a área de fragilidade elevada coincide com o trecho jusante das bacias dos rios Iratim e Estrela (Figura 7.7).

É importante observar que os níveis de fragilidade propostos foram baseados em dados de amostragem pontual e única ocorrida no início do período de chuvas, o que pode não ser representativo para as condições dos corpos hídricos ao longo do ano. A classificação proposta (Tabela 7.11) é, portanto, preliminar, e poderá ser ampliada e melhor definida a partir de programas específicos de monitoramento de qualidade da água a serem posteriormente desenvolvidos.

Tabela 7.9. Parâmetros analisados para o indicador IQA – Índice de Qualidade da Água.

Ponto de campo	Turbidez (NTU)	pH	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	Sólidos Suspensos (mg/L)	Coliformes Fecais (NMP/100mL)
43	1	6,46	11,0	3,6	1	17,8
45	4	6,49	9,7	2,9	2	2,2
48	37	6,55	10,1	1,0	22	2,2

⁵ Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice_iap_iqa.asp.

50	1	6,62	10,2	7,0	3	<2,2
52	2	6,59	9,9	2,1	4	<2,2
55	6	6,57	10,6	2,0	3	2,2
56	2	6,62	9,4	2,0	3	2,2
58	2	6,82	9,7	3,0	3	2,2
60	3	6,92	8,6	1,0	3	2,2
61	2	6,46	8,7	2,8	2	<2,2
Limites Classe I*	40	6 a 9	> 6,0	< 3	VA	200
Limites Classe II*	100	6 a 9	> 5,0	< 5	VA	1000

* Segundo Resolução CONAMA 357/2005. Fonte: IGPlan, 2009.

Tabela 7.10. Graus de fragilidade segundo parâmetros do IQA críticos e limítrofes.

Fragilidade	Pontos	Parâmetros críticos	Parâmetros limítrofes	Centro de classe
Baixa	45, 52, 55, 56, 60, 61	-	-	0,167
Média	43, 58	-	DBO	0,500
Alta	48, 50	sólidos suspensos, DBO	Turbidez	0,833

Tabela 7.11. Normatização do indicador de IQA.

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

Figura 7.7. Distribuição dos níveis de fragilidade referentes a parâmetros do IQA.



Mapa de Fragilidade para Concentração de Fósforo

Segundo a OECD (Organization for Economic Cooperation and Development), indicadores são selecionados com o objetivo específico de auxiliar o manejo e a tomada de decisões. Os indicadores quantificam e agregam dados que podem ser medidos e monitorados, permitindo verificar e acompanhar a ocorrência de mudanças. Para tanto, devem ser medidos periodicamente a fim de se verificar a existência de tendências. O monitoramento de indicadores envolve questões de escala temporal e espacial, pois deve ser efetuado em períodos e com abrangência espacial representativos para a área em estudo.

Fósforo é um elemento químico não-metálico encontrado na natureza em combinações de fosfatos e outros sais, constituindo 0,12% da composição da crosta terrestre⁶. Segundo Mercante et al. (2008)⁷, o fósforo é um dos principais parâmetros utilizados para a avaliação da qualidade da água. Em comparação a outros nutrientes necessários à vida em águas naturais, o fósforo é o que ocorre em menor abundância, sendo, por esta razão, freqüentemente o primeiro elemento a limitar a produtividade biológica.

Esse nutriente faz parte da composição das algas, sendo indispensável ao seu crescimento. O excesso desse elemento na água pode desencadear um crescimento excessivo de algas, no processo denominado eutrofização.

A Resolução CONAMA 357/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos hídricos, define como Classe I as águas destinadas a: (1) abastecimento para consumo humano após tratamento simplificado; (2) proteção das comunidades aquáticas; (3) recreação de contato primário. Nesta classe, o valor máximo de concentração do elemento fósforo em corpos hídricos lóticos (de águas em movimento) é de 0,1 mg/L, sendo o valor igual também para rios Classe II. A amostragem efetuada no mês de setembro de 2009 em dez diferentes pontos na bacia do Rio Iratim identificou valores sempre abaixo do limite máximo permitido para a Classe I (Tabela 7.12; Figura 7.8).

Tabela 7.12. Concentrações de Fósforo total nos pontos amostrados.

Ponto de campo	Coordenadas		Sub-bacia	Fósforo total (mg/L)
	X	Y		
43	420525	7102381	Médio Iratim	0,05
45	412752	7110280	Baixo Iratim	0,08
48	408663	7116662	Baixo Iratim	0,93
50	409113	7112141	Estrela	0,02
52	403207	7095377	Estrela	0,01
55	430856	7096985	Médio Iratim	0,12
56	453111	7089439	Lajeado Grande	0,11
58	450044	7074924	Alto Iratim	0,29
60	455660	7069332	Alto Iratim	0,34
61	431834	7083766	São Lourenço	0,09

⁶ http://www.tabela.oxigenio.com/nao_metais/elemento_quimico_fosforo.htm

⁷ Mercante C.T.J. et al. (2008). Limnologia na aquicultura: Estudo de caso em pesqueiros. Disponível em: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/limnologia.pdf>. Acesso julho de 2009.

Os valores, que variam entre 0,01 mg/L a 0,93 mg/L, podem ser agrupados em uma única classe de baixa fragilidade. Observa-se, no entanto, que os valores diferem bastante entre os pontos amostrados, sendo os valores registrados na sub-bacia do Rio Estrela substancialmente inferiores aos identificados nas outras sub-bacias. O valor mais elevado (0,93 mg/L, ponto 48), identificado no setor jusante da bacia do Rio Iratim, é 93 vezes superior àquele encontrado no setor montante da sub-bacia do Rio Estrela (0,01 mg/L, ponto 51) e 46 vezes superior ao valor registrado no setor jusante da mesma sub-bacia (0,02 mg/L, ponto 50).

Figura 7.8. Distribuição dos níveis de fragilidade referentes às concentrações de fósforo total



Fonte: IGPlan, 2009.

Assim, com relação às concentrações de fósforo, pode-se associar toda a bacia do Rio Iratim e suas sub-bacias à classe de baixa fragilidade, de acordo com os valores para rios de Classe I e II da Resolução CONAMA 357/2005 (Tabela 7.13; Figura 7.8).

É importante observar que a classificação sugerida tem como base uma amostragem efetuada em dez pontos, durante uma única campanha de campo ocorrida no início do período de chuvas (setembro), o que não é representativo para as condições dos corpos hídricos no decorrer do ano e no suceder das estações. As concentrações de elementos como o fósforo podem ser mais elevadas no período de estiagem, dada a diminuição de sua diluição pelo menor volume de água dos rios, ou mais baixas nos períodos de maior pluviosidade.

Trata-se, assim, de um recorte temporal e espacial que, embora limitado, pode dar indícios importantes sobre a fragilidade ambiental da bacia do Rio Iratim em termos de concentrações de fósforo. A classificação proposta é, portanto, preliminar, e poderá ser ampliada e melhor definida a partir de programas específicos de monitoramento de qualidade da água a serem desenvolvidos a posteriori.

Tabela 7.13 - Normatização do indicador Fósforo.

Critério	Centro de Classe	Fragilidade
Nível I: valores abaixo de 0,1 mg/L	0,250	Baixa
Nível II: valores acima 0,1 mg/L	0,750	Alta

7.6.1.2. Mapas para o Componente Síntese “Meio Físico e Ecossistemas Terrestres”

Os mapas de fragilidade para as temáticas “Remanescentes Florestais”, “Proximidades dos Remanescentes aos Cursos d’ Água”, “Áreas Relevantes para Fauna”, “Importância Ecológica da Cobertura Vegetal”, foram elaborados tendo como referencia o mapeamento do uso do solo.

As classes de uso do solo utilizadas, foram: Área Antropizada; Área de Ocupação Humana; Corpos de Água; Formação pioneira; Floresta Ombrófila Mista – Pouco Conservado; Floresta Ombrófila Mista – Médio Conservado; Floresta Ombrófila Mista – Conservado; Reflorestamento Exótica; Reflorestamento com Nativas; Reflorestamento Misto. A tabela 7.14 apresenta as classes de uso do solo juntamente com a sua descrição.

Tabela 7.14. Classificação referente ao uso do solo

Classes de Uso do Solo	Descrição
Área Antropizada (AA)	Atividades agrárias e pastagem.
Área de Ocupação Humana (AO)	Vilarejos
Corpos de Água (CA)	Cursos d’água, lagos, lagoas
Formação Pioneira (FP)	Campos e várzeas
Floresta Ombrófila Mista (FOM) – Pouco Conservado	Vegetação bastante modificada. Maior parte subentende-se por Floresta Ombrófila Mista de Estágio Inicial.
Floresta Ombrófila Mista (FOM) – Médio Conservado	Maior parte subentende-se por Floresta Ombrófila Mista de Estágio Intermediário
Floresta Ombrófila Mista (FOM) – Conservado	Vegetação em bom estado de conservação. Maior parte subentende-se por Floresta Ombrófila Mista de Estágio Avançado.
Reflorestamento Exótico (RE)	Pinus e/ou Eucalipto
Reflorestamento com Nativas (RN)	Araucária e Bracatinga
Reflorestamento Misto (RM)	Pinus e Nativa, e/ou Eucalipto e Nativa

Mapa de Fragilidade para Remanescentes Florestais

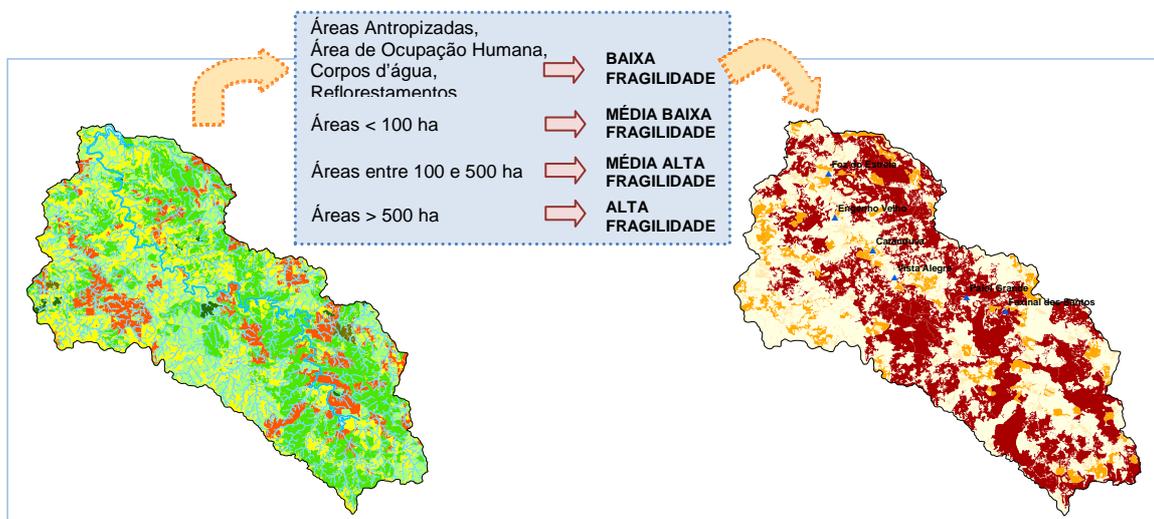
Os fragmentos de vegetação que abrangem áreas mais significativas e contínuas proporcionam maiores chances de sobrevivência às espécies vegetais e animais, possibilitando maior variabilidade genética e evitando a degeneração das populações, portanto, constituem importante indicador de fragilidade desses ambientes e devem ser considerados na hora da análise do componente-síntese em questão. Considerando a importância e a variedade de tamanhos de remanescentes, considerou-se tal variável para atribuição dos valores de centro de classes, que se deu pela distribuição em quatro faixas, conforme expresso na tabela 7.15.

Este mapa foi construído com base na interpretação do Uso do Solo, considerando as classes apresentadas na tabela 7.14. As áreas com baixa fragilidade são aquelas consideradas como antropizadas (áreas alteradas em função de atividades agrárias), áreas de ocupação humana, corpos d'água, reflorestamentos (plantios de pinus e/ou eucaliptos, araucária, bracatinga). As áreas de maior fragilidade foram consideradas como os maiores remanescentes (acima de 500 ha). Fragilidades intermediárias foram atribuídas aos remanescentes com área menor que 100 hectares, pouco expressivos ou não contínuos e os remanescentes que se encontram numa área entre 100 e 500 hectares foram classificados como sendo de “média alta” fragilidade figura 7.9.

Tabela 7.15. Normatização do indicador Remanescente Florestais.

Critério	Centro de Classe	Fragilidade
Área Antropizada, Área de Ocupação Humana, Corpos d'Água e Reflorestamento Exótica, Nativa e Misto	0,125	Baixa
Área (FOM “pouco conservado”, FOM “médio conservado”, FOM “conservado”, FP) < 100 ha	0,375	Média Baixa
Área (FOM “pouco conservado”, FOM “médio conservado”, FOM “conservado”, FP) entre 100 e 500 ha	0,625	Média Alta
Área (FOM “pouco conservado”, FOM “médio conservado”, FOM “conservado”, FP) > 500 ha	0,875	Alta

Figura 7.9. Níveis de fragilidade referentes aos Remanescentes Florestais



Mapa de Fragilidade para Proximidade dos Remanescentes aos Cursos d' Água

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

Com o objetivo de analisar a proximidade dos remanescentes aos cursos d'água, definiu-se um buffer⁸ de 100 metros em torno do rio Iratim, e um buffer de 200 metros figura 7.10.

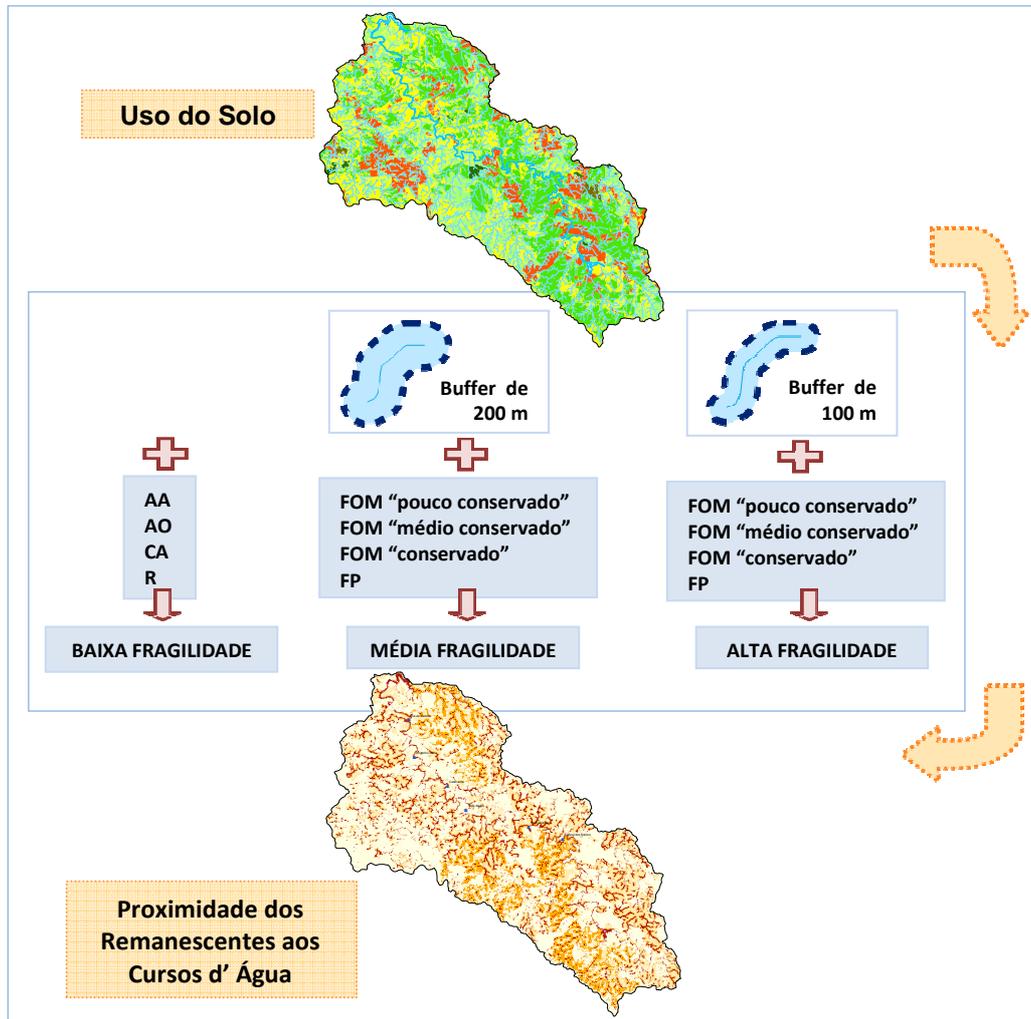
As áreas com baixa fragilidade são aquelas consideradas como antropizadas (áreas alteradas em função de atividades agrárias), áreas de ocupação humana, corpos d'água, reflorestamentos (plantios de pinus e/ou eucaliptos, araucária, bracatinga). As áreas de maior fragilidade foram considerados os remanescentes (FOM "pouco conservado", FOM "médio conservado", FOM "conservado", Formação Pioneira) com proximidade de 100 m dos cursos d'água. Fragilidades intermediárias foram atribuídas aos remanescentes (FOM "pouco conservado", FOM "médio conservado", FOM "conservado", Formação Pioneira) com proximidade entre 100 e 200 m dos cursos d'água. E os remanescentes (FOM "pouco conservado", FOM "médio conservado", FOM "conservado", Formação Pioneira) que se encontram a uma distância maior que 200 m em relação aos cursos d'água foram classificados com fragilidade "média baixa". A normatização do indicador de Proximidade dos Remanescentes aos Cursos D'água está apresentada na tabela 7.16.

Tabela 7.16. Normatização do indicador Proximidade dos Remanescentes aos Cursos D'água.

Critério	Centro de Classe	Fragilidade
Área Antropizadas, Área de Ocupação Humana, Corpos d'água e Reflorestamento Exótica, com Nativa e Misto	0,125	Baixa
Área (FOM "pouco conservado", FOM "médio conservado", FOM "conservado", Formação Pioneira) com distância superior a 200 m dos corpos d'água	0,375	Média Baixa
Área (FOM "pouco conservado", FOM "médio conservado", FOM "conservado", Formação Pioneira) com distância entre 100 e 200 m dos cursos d'água	0,625	Média Alta
Área (FOM "pouco conservado", FOM "médio conservado", FOM "conservado", Formação Pioneira, Corpo D'Água) com distância de até 100 m dos cursos d'água	0,875	Alta

⁸ *Buffer é uma área gerada ao redor de determinada feição de dimensão constante e pré-definida.*

Figura 7.10. Níveis de fragilidade referentes Proximidade dos Remanescentes aos Cursos d' Água



Mapa de Fragilidade para Áreas Relevantes para a Fauna

De uma maneira geral, a fauna existente na região encontra suporte espacial e nutricional nas faixas de mata ciliar e nos fragmentos florestais remanescentes, muito embora a descaracterização fito-fisionômica desses ambientes ao longo das últimas décadas tenha levado a uma diminuição na riqueza e diversidade faunística. À medida que o ambiente natural foi fragmentado e isolado, a área de vida de muitas espécies da fauna terrestre passou a ser formada por um mosaico de vários fragmentos, utilizados muitas vezes de forma temporária pelos indivíduos para alimentação e repouso.

Muitas espécies da fauna terrestre apresentaram distribuição restrita ao ambiente de ocorrência em determinada fisionomia vegetacional (espécies restritas), enquanto que outras apresentaram ampla distribuição, sem preferência por ambientes ao longo da região. Considerando-se os ecossistemas terrestres, a fauna mais comprometida é aquela restrita às

formações florestais, onde estão os grupos mais vulneráveis à perturbação ambiental provocada pelo homem.

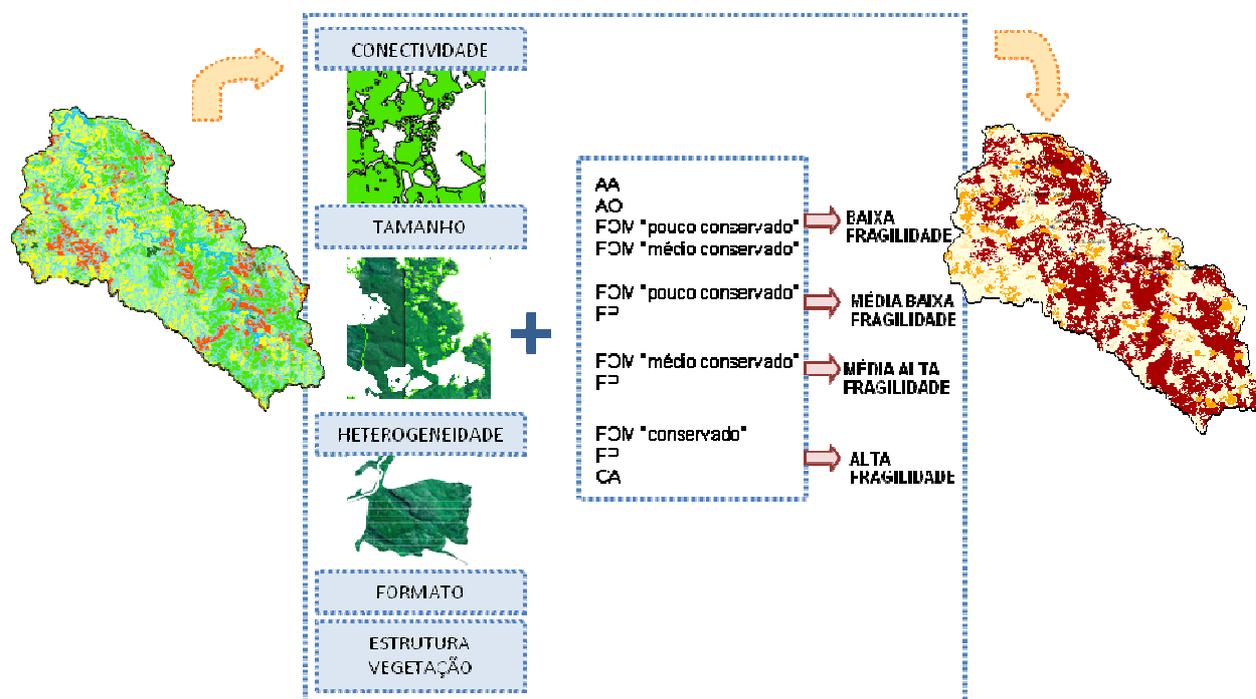
A fauna da área de estudo abrange diversas espécies dependentes em maior ou menor grau de ambientes florestais. Por este motivo, os remanescentes localizados nos fundos de vale e ao longo dos rios, mesmo que isolados, tem papel importante na manutenção da diversidade faunística local. Em função da alternância de fisionomias e da fragmentação, a distribuição da fauna terrestre ao longo da bacia hidrográfica não deve ser homogênea, mas sim deve acompanhar as diferentes feições da paisagem e as pressões que os ecossistemas sofrem em cada área.

A definição das áreas de importância para a conservação da fauna terrestre na bacia do rio Iratim foi baseada na distribuição de remanescentes florestais, na presença de formações vegetais com maiores níveis de conservação e no registro confirmado ou potencial de espécies raras, endêmicas, aquelas indicadoras de qualidade ambiental e espécies ameaçadas de extinção. A normatização do indicador de Áreas Relevantes para a fauna está apresentada na Tabela 7.17 e o seu processo de espacialização dos indicadores está apresentada de forma simplificada na Figura 7.11.

Tabela 7.17. Normatização do indicador áreas relevantes para a fauna.

Critério	Centro de Classe	Fragilidade
Áreas Antropizadas, Reflorestamentos (Exótico, com Nativas, e Misto), Área de Ocupação Humana	0,125	Baixa
Remanescentes florestais (FOM “pouco conservado”, FOM “médio conservado”, FOM “conservado”, Formação Pioneira) pequenos, isolados, com baixa diversidade de ambientes e grau de conservação	0,375	Média Baixa
Remanescentes florestais (FOM “pouco conservado”, FOM “médio conservado”, FOM “conservado”, Formação Pioneira) descontínuos, mas que apresentam pontos de conexão para o deslocamento da fauna	0,625	Média Alta
Remanescentes florestais (FOM “pouco conservado”, FOM “médio conservado”, FOM “conservado”, Formação Pioneira) com alta representatividade quanto à conservação para a fauna e corpos d’água	0,875	Alta

Figura 7.11. Níveis de fragilidade referentes a Áreas Relevantes para a Fauna



Mapa de Fragilidade para Importância Ecológica da Cobertura Vegetal

As diferentes formas de vegetação atual existente ao longo de grande parte das bacias hidrográficas apresentam diferentes níveis de importância ecológica. Modificações constantes 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.

Nesse contexto as diversas formas de cobertura vegetal adquirem diferentes níveis de importância ecológica. Os sistemas agropecuários, as pastagens e práticas associadas, atividades estas consideradas modificadoras do ambiente original, adquirem uma baixa importância ecológica da cobertura vegetal. Já as áreas de reflorestamento, que incluem os povoamentos de espécies arbóreas exóticas geralmente dispostas como monoculturas, formam muitas vezes um mosaico com as matas ciliares e capões florestais, e esse complexo é considerado importante para a biodiversidade regional, visto que muitas espécies da fauna terrestre transitam nestes áreas.

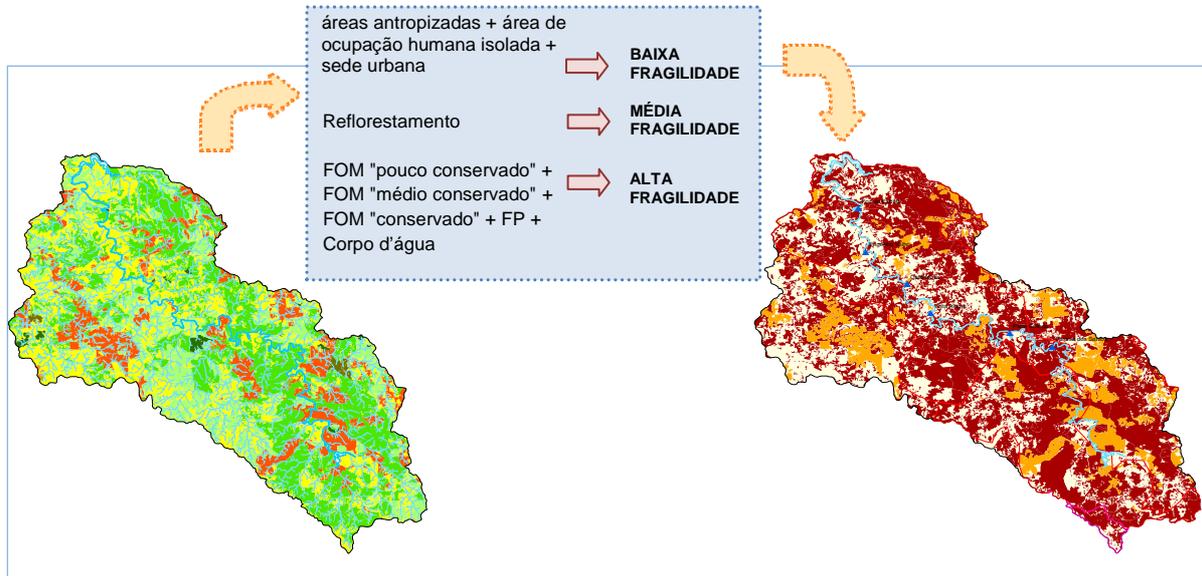
O mapa de “fragilidade para importância ecológica da cobertura vegetal” figura 7.12 foi construído com base no “Uso do Solo”, selecionando a cobertura vegetal que compõe cada classe de fragilidade, podendo assim representar tal temática. A normatização do indicador de Importância Ecológica da Cobertura Vegetal está apresentada na Tabela 7.18.

Tabela 7.18. Normatização do indicador Importância Ecológica da Cobertura Vegetal.

Critério	Centro de Classe	Fragilidade
Area Antropizadas, Areas de Ocupação Humana.	0,167	Baixa
Reflorestamento Exótico, com Nativas e Misto	0,500	Média

FOM "pouco conservado", FOM "médio conservado", FOM "conservado", Formação Pioneira e Corpos d'Água.	0,833	Alta
--	-------	------

Figura 7.12. Níveis de fragilidade referentes à Importância Ecológica da Cobertura Vegetal



Mapa de Fragilidade para Instabilidade de Encostas

De maneira geral, as instabilidades associadas às encostas ou vertentes podem ser classificadas, de acordo com a classificação de Magalhães Freire (1965), em escoamentos, escorregamentos e subsidências.

Os métodos de investigação de processos causadores de instabilidade de encostas são baseados nos princípios geológico-descritivos e na natureza dos materiais. Desta maneira, a presente proposta de indicadores de instabilidade analisa as causas intrínsecas aos movimentos de massa, ou seja, as variáveis associadas à predisposição aos movimentos de massa.

Para a identificação das áreas de instabilidade de encostas foram consideradas como agentes predisponentes as seguintes variáveis: geologia, clinografia e a orientação de vertentes (Figura 7.12). Os agentes predisponentes podem ser entendidos como o conjunto de condições geológicas, geométricas e ambientais associadas ao possível movimento de massa.

A Tabela 7.19 discrimina as variáveis utilizadas como agentes predisponentes aos movimentos de massa e as características ou classes associadas a cada variável. O maior peso das classes indica maior susceptibilidade a eventos de movimentos de massa.

Tabela 7.19. Descrição das variáveis, das classes utilizadas e os pesos de cada item para a normatização do indicador de Instabilidade de Encostas.

Importância da Variável	Variável	Classes	Peso da Classe
0,5	Solos	Nitossolos	0,1
		Latossolos	0,1
		Cambissolos	0,3
		Neossolos litólicos	0,5
0,4	Clinografia	0° - 5°	0,0
		5,1° - 10°	0,1
		10,1° - 20°	0,2
		20,1° - 30°	0,3
		> 30°	0,4
0,1	Orientação de vertentes	Norte	0,1
		Nordeste / Noroeste	0,1
		Sul	0,4
		Sudeste / Sudoeste	0,3
		Leste / Oeste	0,1

A Tabela 7.19 ilustra as classes de susceptibilidade do mapa final de Instabilidade das encostas da área de estudo.

O parâmetro de geologia não foi utilizado na avaliação de fragilidade visto a homogeneidade litológica da bacia hidrográfica, o que remete a um mesmo índice de estabilidade para toda a extensão da área de estudo. Neste sentido, foi adotado como uma das condicionantes as distintas classes de solos ocorrentes na bacia hidrográfica.

Para o cálculo final das áreas susceptíveis as variáveis foram cruzadas de acordo com a seguinte equação:

$$((\text{pedologia} \times 0,5) + (\text{clinografia} \times 0,4) + (\text{orientação de vertentes} \times 0,1))$$

O mapa final de fragilidade teve variação de 0,5 a 4,5, sendo enquadrada, de acordo com a Tabela 7.20, em áreas de baixa a alta susceptibilidade figura 7.13.

Tabela 7.20. Normatização do indicador de Instabilidade de Encostas.

Peso Final	Centro da classe	Instabilidade
0 – 0,3	0,125	Baixa
0,31 – 0,4	0,375	Média Baixa
0,41 – 0,5	0,625	Média Alta
0,51 – 0,6	0,875	Alta

Figura 7.13: Mapa final de fragilidade para Instabilidade de Encostas



Mapa de Fragilidade para Áreas Prioritárias, Protegidas e Unidades de Conservação

Unidades de Conservação são áreas do território nacional (incluindo águas territoriais) com características naturais de relevante valor, de domínio público ou privado, legalmente instituídas pelo Poder Público (Federal, Estadual e Municipal), com objetivos e limites definidos, sob regimes especiais de administração e às quais se aplicam garantias de proteção.

As Unidades de Conservação são definidas na Lei Federal nº 9.985 de 18 de julho de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). As Unidades de Conservação (UC) são enquadradas de acordo com seus objetivos dentro do SNUC, ou por legislações estaduais e municipais específicas que apresentam novas categorias de Unidades de Conservação não constantes neste Sistema. Dentre os principais objetivos para a criação e implantação de uma UC, destaca-se a preservação e conservação dos recursos naturais, assim como os processos ecológicos que regem os ecossistemas, garantindo a manutenção do estoque da biodiversidade e a sustentabilidade ambiental.

A presença de unidades de conservação, áreas prioritárias e de áreas protegidas foram consideradas como critério imprescindível na definição de áreas prioritárias para a conservação ambiental (figura 7.14). A Tabela 7.21 apresenta a normatização do indicador de Unidades de Conservação e Áreas Protegidas.

Tabela 7.21. Normatização do indicador Unidades de Conservação e Áreas Protegidas.

Critério	Centro de Classe	Fragilidade
Ausência	0,167	Baixa
Área Prioritária	0,500	Média
Área Protegida	0,833	Alta

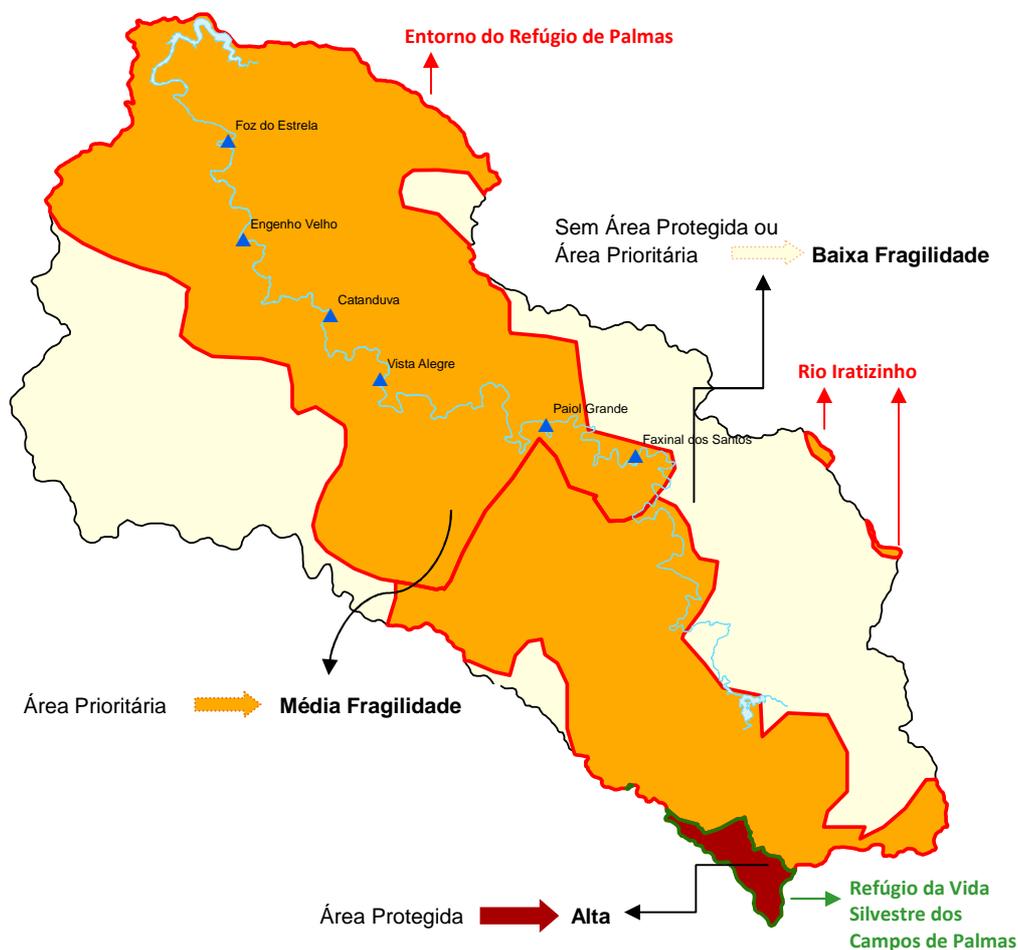
Para a região foi identificada a UC denominada de Refúgio de Vida Silvestre dos Campos de Palmas. Esta Unidade de Conservação possui 16.272,20 ha e está situada sob os municípios de Palmas e General Carneiro, dos quais apenas 2.337,26 ha estão inseridos na bacia do rio Iratim. O Refúgio da Vida Silvestre é um tipo de unidade de conservação do tipo proteção integral, sendo o seu objetivo, proteger áreas naturais necessárias para a reprodução e manutenção de espécies.

Obedecendo ao critério de normatização, citado acima, o Refúgio de Vida Silvestre dos Campos de Palmas recebe nota de alta fragilidade por se tratar de uma Área Protegida. O entorno do Refúgio de Vida Silvestre dos Campos de Palmas também foi considerado na análise, o qual recebeu nota de média fragilidade por ser considerada uma área prioritária para a conservação. Rio Iratim e Rio Iratim são áreas prioritárias e, portanto são consideradas de média fragilidade. A Tabela 7.22. apresenta informações complementares a respeito das Áreas Prioritárias e Protegidas.

Tabela 7.22. Áreas Prioritárias e Protegidas

Denominação	Fragilidade	Ação Prioritária	Tipo	Área Total (ha)	Área dentro da Bacia do Iratim (ha)
Refúgio de Vida Silvestre dos Campos de Palmas	Alta	Área Protegida	Área Protegida	16.272,20	2.129,161
Rio Iratim	Média	Inventário	Área Prioritária	167.935,90	73.152,00
Entorno do Refúgio de Palmas	Média	Cria UC - Indef.	Área Prioritária	49.958,58	38.304,08
Rio Iratizinho	Média	Mosaico/Corredor	Área Prioritária	77.828,49	325,22

Figura 7.14: Níveis de fragilidade referentes a áreas protegidas e áreas prioritárias



7.6.1.3. Meio socioeconômico

Mapa de Fragilidade para Patrimônio Arqueológico

Para a construção do mapa de fragilidade definiu-se um buffer de 500 metros em torno do Rio Iratim, como a área de coleta de dados do tema patrimônio arqueológico. Este buffer levou em consideração a possibilidade de utilização do potencial hidroenergético da Bacia. A distância de 500 metros foi adotada, dada a possibilidade da máxima interferência dos aproveitamentos hidrelétricos sobre o patrimônio arqueológico.

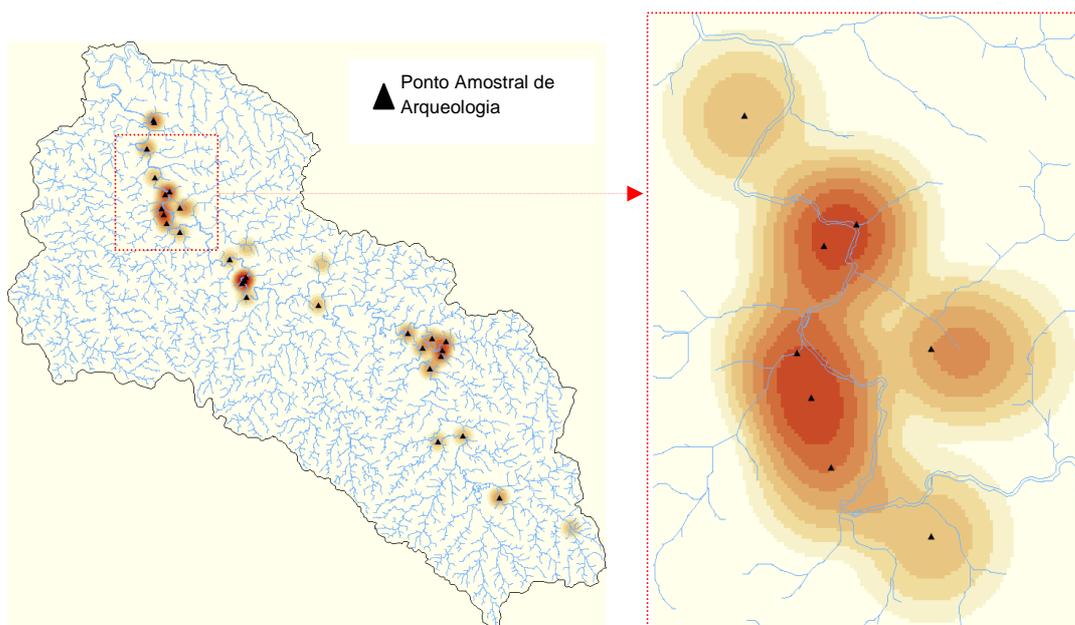
Os dados coletados em campo foram espacializados, de modo que, as localidades consideradas de alto potencial arqueológico receberam nota 3 e as localidades de médio potencial, nota 2.

Com o objetivo de estimar valores em toda a área do buffer, utilizou-se da ferramenta “Density”⁹ para gerar uma superfície contínua considerando as informações levantadas a campo. O Estimador de Intensidade “Kernel”¹⁰ foi o método estatístico escolhido para analisar o comportamento dos pontos amostrais de arqueologia. Este método realiza uma contagem de todos os pontos dentro de um “raio de influência” e pondera-os pela distância de cada um em relação à localização de interesse.

Intentando não subestimar o resultado, a vizinhança dos pontos interpolados foi definida por um “raio de influência” de 2.000 metros, observando que, só é possível obter um resultado com maior precisão, através de sondagens sistemáticas. Sendo assim, estimou-se a distância de 2.000m como suficiente para o não comprometimento dos sítios próximos a margem do rio, onde, em geral, a topografia é mais favorável à ocorrência de material lítico.

Após a aplicação da ferramenta “Density”, obteve-se o espalhamento (ou difusão) dos valores dos pontos de amostra onde foi possível estimar a intensidade pontual do processo na área em estudo (Figura 7.15).

Figura 7.15. Espalhamento (ou difusão) dos valores dos pontos de amostra.



⁹ Ferramenta “Density”: Refere-se à um dos componente do módulo Spatial Analyst do ArcGis 9.2, esta ferramenta é indicada para mostrar a concentração de determinados valores de atributo de uma feição geográfica em uma dada região.

¹⁰ Mais informações, em:

Druck, S.; Carvalho, M.S.; Câmara, G.; Monteiro, A.V.M. (eds) "Análise Espacial de Dados Geográficos". Brasília, EMBRAPA, 2004 (ISBN: 85-7383-260-6).

DIGGLE, P. J., 1992. **Point process modelling in environmental epidemiology. Relatório Técnico MA92/70**, Lancaster: Department of Mathematics and Statistics, Lancaster University.

KELSALL, J. E.; DIGGLE, P. J. , 1995b. Non-parametric estimation of spatial variation in relative risk. **Statistics in Medicine**.

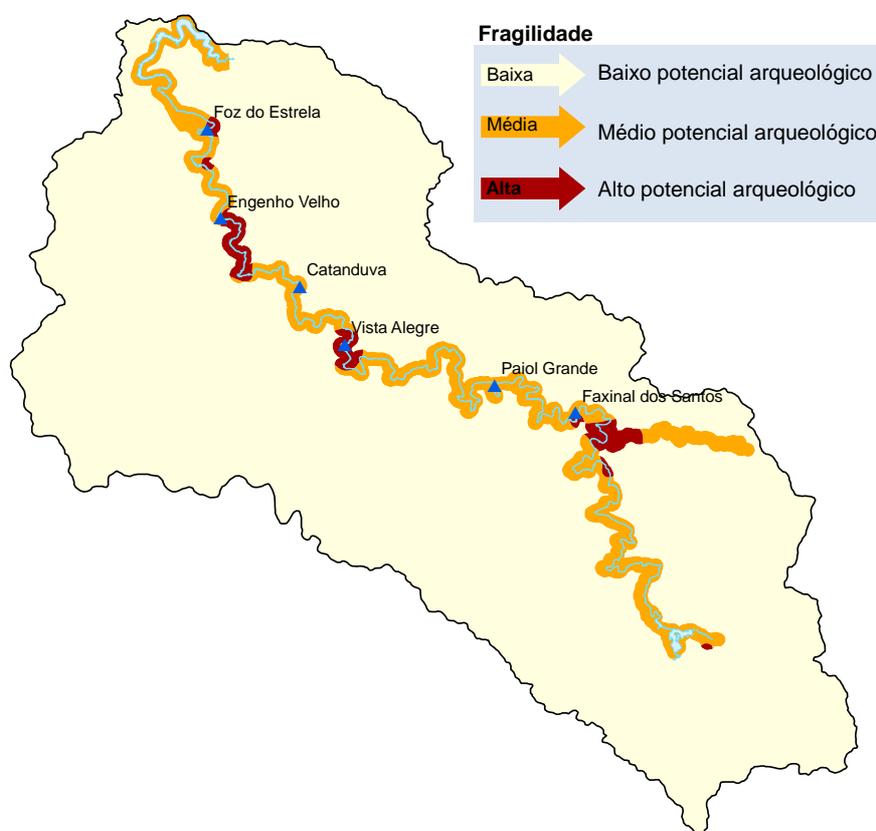
KELSALL, J. E.; DIGGLE, P. J., 1998. Spatial variation in risk of disease: a nonparametric binary regression approach. **Applied Statistics**.

De modo geral, a superfície interpolada apresentou uma acentuada concentração de “fragilidade” em três regiões distintas, como mostra a ilustração abaixo (Figura 7.16). No restante da área do buffer, obteve-se como resultado, média fragilidade. A área externa ao buffer teve atribuição correspondente à baixa fragilidade, devido aos fatores mencionados anteriormente. A normatização deste indicador está apresentada na tabela 7.23.

Tabela 7.23. Normatização do indicador Patrimônio Arqueológico.

Critério	Centro de Classe	Fragilidade
Área com baixo potencial arqueológico	0,167	Baixa
Área com médio potencial arqueológico	0,500	Média
Área com alto potencial arqueológico	0,833	Alta

Figura 7.16. Fragilidade na bacia do Rio Iratim segundo indicador patrimônio arqueológico



Mapa de Fragilidade para Comunidades Étnicas

A presença de terras indígenas e comunidades afro-descendentes foram consideradas como critério para a avaliação da fragilidade das comunidades étnicas. A tabela 7.24 apresenta a normatização deste indicador.

Devido atualmente a inexistência de comunidades indígenas nos territórios da bacia do rio Iratim e existir somente uma família isolada afro-descendente considerou-se antropologicamente toda área abrangente da bacia de baixa fragilidade para implementação do

empreendimento. Tal representação é fundamentada com base no capítulo 5, referente à caracterização sócio ambiental.

Tabela 7.24. Normatização do indicador comunidades étnicas.

Critério	Centro de Classe	Fragilidade
Ausência de Comunidades Étnicas (Terras Indígenas, Comunidades Afro-descendentes)	0,250	Baixa
Presença de Comunidades Étnicas (Terras Indígenas, Comunidades Afro-descendentes)	0,750	Alta

Figura 7.17. Níveis de fragilidade referentes a Comunidades Étnicas



Mapa de Fragilidade para Comunidades Locais

Na Avaliação Ambiental Integrada de bacias extensas, envolvendo diversos municípios, costuma-se utilizar macro-indicadores socioeconômicos a fim de orientar as decisões locais para minimizar os impactos que o empreendimento poderá gerar. Os macro-indicadores geralmente apresentam informações sobre os municípios que integram a bacia e dizem respeito à totalidade do território municipal. Os indicadores também subsidiam a elaboração de diversos mapas (como o de fragilidade ambiental), os quais por sua vez, são instrumentos fundamentais no processo decisório para os investimentos no setor hidrelétrico.

No diagnóstico da bacia foram utilizadas informações concernentes aos municípios, para caracterizar a região como um todo. Entretanto, para a implantação de empreendimentos hidrelétricos, como PCHs, considerou-se mais significativo levar em conta os indicadores

relativos às comunidades mais próximas ao Rio Iratim. Considera-se que as comunidades são mais suscetíveis aos impactos relacionados aos empreendimentos, e que as sedes municipais – ainda que também possam ser impactadas – podem absorver com mais facilidade os impactos socioeconômicos como aqueles associados às PCHs. Isso significa que a rede social e econômica das comunidades impactadas é bastante frágil, com fortes bases no uso e ocupação do solo.

A bacia do rio Iratim envolve quatro municípios paranaenses: Bituruna, Coronel Domingos Soares, General Carneiro e Palmas. Destes, as sedes municipais de Coronel Domingos Soares e General Carneiro estão localizadas no interior da bacia. A sede de Bituruna tangencia a Bacia do Rio Iratim. Coronel Domingos Soares, Bituruna e General Carneiro são sedes municipais importantes para a população, exercendo polarização no setor de atendimento à saúde e comércio (especialmente a comercialização da produção das comunidades da Bacia do Iratim). Verificou-se que a polarização está mais relacionada com a menor distância da comunidade à sede e não à qualidade ou variedade dos serviços disponibilizados pelos municípios.

Dessa forma, optou-se pela utilização de indicadores locais, com a intenção de que os mesmos sejam mais adequados para a discussão do potencial hidrelétrico da bacia do rio Iratim. Esses indicadores são referentes às comunidades localizadas próximas ao rio Iratim. Os indicadores utilizados foram população (número de famílias existentes) e polarização local (comunidade – comunidade).

É importante ressaltar – a despeito do grau de fragilidade das comunidades expresso nos indicadores abaixo explicitados - que a implantação de empreendimentos dessa natureza traz um aporte considerável de investimentos, como a reorganização e melhoria do sistema viário local, investimentos em infra-estrutura, entre outros. Soma-se a isso a criação de postos de trabalho, fator positivo potencializado pela preferência de contratação de mão-de-obra local.

- Número de Famílias

Um dos indicadores utilizados foi o número de famílias existentes em cada comunidade. Optou-se pela unidade familiar, uma vez que os entrevistados tinham facilidade em indicar quantas famílias ali residiam. Em empreendimentos hidrelétricos, é importante considerar a unidade familiar quando se trata de impacto no meio socioeconômico. O número de famílias está apresentado na Tabela 7.25. No total, residem 500 famílias em comunidades localizadas próximas ao Rio Iratim.

Tabela 7.25. Número de famílias existentes em cada comunidade.

Comunidade	Famílias
Assentamento Santa Bárbara	42
Assentamento 27 de Outubro	84
Assentamento Chico André	30
Rio Iratim	15
Engenho Velho	20
Tristão	80
Arroio Bonito	15
Irraras	30
Santa Gema	5
Iratim	35

Assentamento Colina Verde	59
Assentamento Recanto Bonito	70
Campina do Tigre	15
<i>Total</i>	<i>500</i>

A média obtida foi de 39 famílias por comunidade. De forma geral, os impactos socioeconômicos seriam mais significativos nas comunidades mais povoadas. As comunidades acima e abaixo da média estão apresentadas na tabela 7.26.

Tabela 7.26. Comunidade em relação à média.

Acima da média	Abaixo da média
Assentamento Santa Bárbara	Assentamento Chico André
Assentamento 27 de Outubro	Rio Iratim
Tristão	Engenho Velho
Assentamento Colina Verde	Arroio Bonito
Assentamento Recanto Bonito	Irraras
	Santa Gema
	Iratim
	Campina do Tigre

Percebe-se que os assentamentos são as comunidades mais populosas da bacia. As comunidades acima da média apresentam maior fragilidade em relação à implantação de empreendimentos hidrelétricos na Bacia.

- Polarização comunidade-comunidade

Com relação ao indicador de polarização comunidade-comunidade está sendo considerada a infra-estrutura de educação e saúde, isto é, a presença de escolas e postos de saúde na comunidade. Isso indica a importância estratégica local dessa comunidade, que serve como pólo para as demais.

Em relação às escolas, foram consideradas aquelas que atendiam alunos a partir da quinta série. Isso reflete melhor a polarização, pois diversas comunidades possuem pequenas escolas que atendem alunos até a quarta série (algumas vezes com classes multiseriadas). Sendo assim, a escola que atende a partir da quinta série representa melhor esse grau de polarização. Num contexto de centralização do ensino nas sedes comunitárias, a manutenção de escolas no meio rural é um indicador de demanda existente.

Em relação à saúde, é importante frisar que os postos existentes nas sedes comunitárias atuam sob o sistema do PSF – Programa de Saúde da Família, com atendimento médico quinzenal ou mensal. Casos que necessitam de atendimento especializado ou emergencial são encaminhados para as sedes municipais. Na polarização comunidade-comunidade estão sendo considerados esses postos de saúde que estão no sistema PSF, pois são os primeiros locais de atendimento da população residente.

No caso das comunidades visitadas, este indicador está apresentado na tabela 7.27.

Tabela 7.27. Categorização do indicador de polarização comunidade-comunidade.

Comunidade	Posto de saúde (sim - S/ não - N)	Escola (sim - S/ não - N)
Assentamento Santa Bárbara	N	S
Assentamento 27 de Outubro	N	N

Assentamento Chico André	N	N
Rio Iratim	S	S
Engenho Velho	N	N
Tristão	N	N
Arroio Bonito	N	N
Irraras	N	N
Santa Gema	N	N
Iratim	S	S
Assentamento Colina Verde	S	N
Assentamento Recanto Bonito	S	N
Campina do Tigre	N	N

O indicador de infra-estrutura de educação e saúde foi dividido em três categorias, e apresentado na Tabela 7.28:

Nota 3 – alta polarização - quando a infra-estrutura de educação e saúde é adequada – Nessa categoria estão as comunidades que possuem algum tipo de atendimento de saúde e educação (não está sendo considerada a qualidade do atendimento) e polarizam as demais. Qualquer impacto que venha a desarticular essa rede de oferta de infra-estrutura de educação e saúde é capaz de impactar as demais comunidades que utilizam esses serviços. Essa nota indica maior fragilidade da comunidade em relação ao empreendimento.

Nota 2 – baixa polarização - Infra-estrutura de educação e saúde inadequada (mediana) – Pode ser considerada mediana (mais uma vez não se trata da qualidade de da oferta, mas da existência dela) a comunidade que possui um dos serviços – saúde ou educação. Nesse caso, os possíveis impactos serão menos significativos.

Nota 1 – nenhuma polarização - Inexistência de infra-estrutura de educação e saúde – Essas comunidades dependem de outras para que suas demandas de saúde e educação sejam atendidas.

Tabela 7.28. Indicador de polarização comunidade-comunidade.

Comunidade	Polarização comunidade-comunidade
Assentamento Santa Bárbara	2
Assentamento 27 de Outubro	1
Assentamento Chico André	1
Rio Iratim	3
Engenho Velho	1
Tristão	1
Arroio Bonito	1
Irraras	1
Santa Gema	1
Iratim	3
Assentamento Colina Verde	2
Assentamento Recanto Bonito	2
Campina do Tigre	1

Quanto maior o grau de polarização, maior a fragilidade da comunidade em relação aos impactos decorrentes da instalação de empreendimentos hidrelétricos na bacia. Observou-se que as comunidades polarizadoras não são necessariamente as comunidades mais populosas.

As comunidades polarizadoras são comunidades antigas, que se desenvolveram com o auge da extração madeireira da época e, portanto, foram alvo de investimentos no setor de infraestrutura social. O intenso e paulatino processo migratório resultou na diminuição da população residente, sem que, no entanto, a comunidade deixasse de servir de referência para as demais.

A comunidade do Iratim polariza os assentamentos Recanto Bonito e Colina Verde e a comunidade de Campina do Tigre.

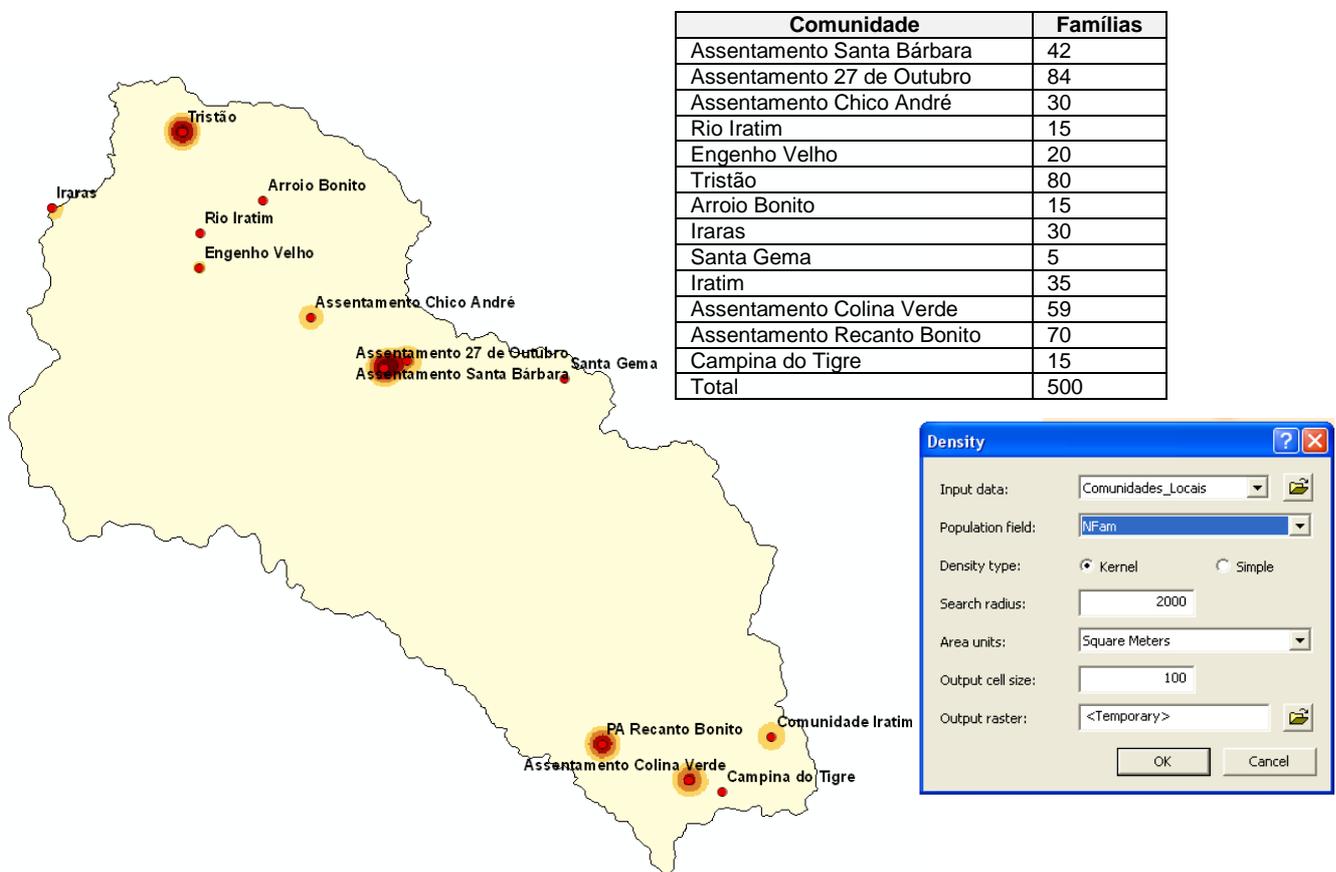
A comunidade Rio Iratim polariza os assentamentos Santa Bárbara, Chico André, 27 de Outubro e as comunidades de Arroio Bonito, Tristão e Engenho Velho.

Com objetivo espacializar em mapa a influência geográfica das comunidades locais na Bacia do rio Iratim, utilizou-se da ferramenta “Density” componente do módulo Spatial Analyst do ArcGis 9.2 para viabilizar as diversas análises realizadas, citadas a seguir. A ferramenta “Density” é adequada para mostrar a concentração de determinados valores de atributo de uma feição geográfica em uma dada região.

- Análise 1 – número de famílias

O atributo espacializado nessa análise foram os valores do número de família detalhado no layer “comunidades locais”. Desse modo, os pontos das comunidades locais derivaram uma superfície contínua que representa a distribuição desse índice em toda a Bacia (Figura 7.18).

Figura 7.18. Análise 1 – número de famílias

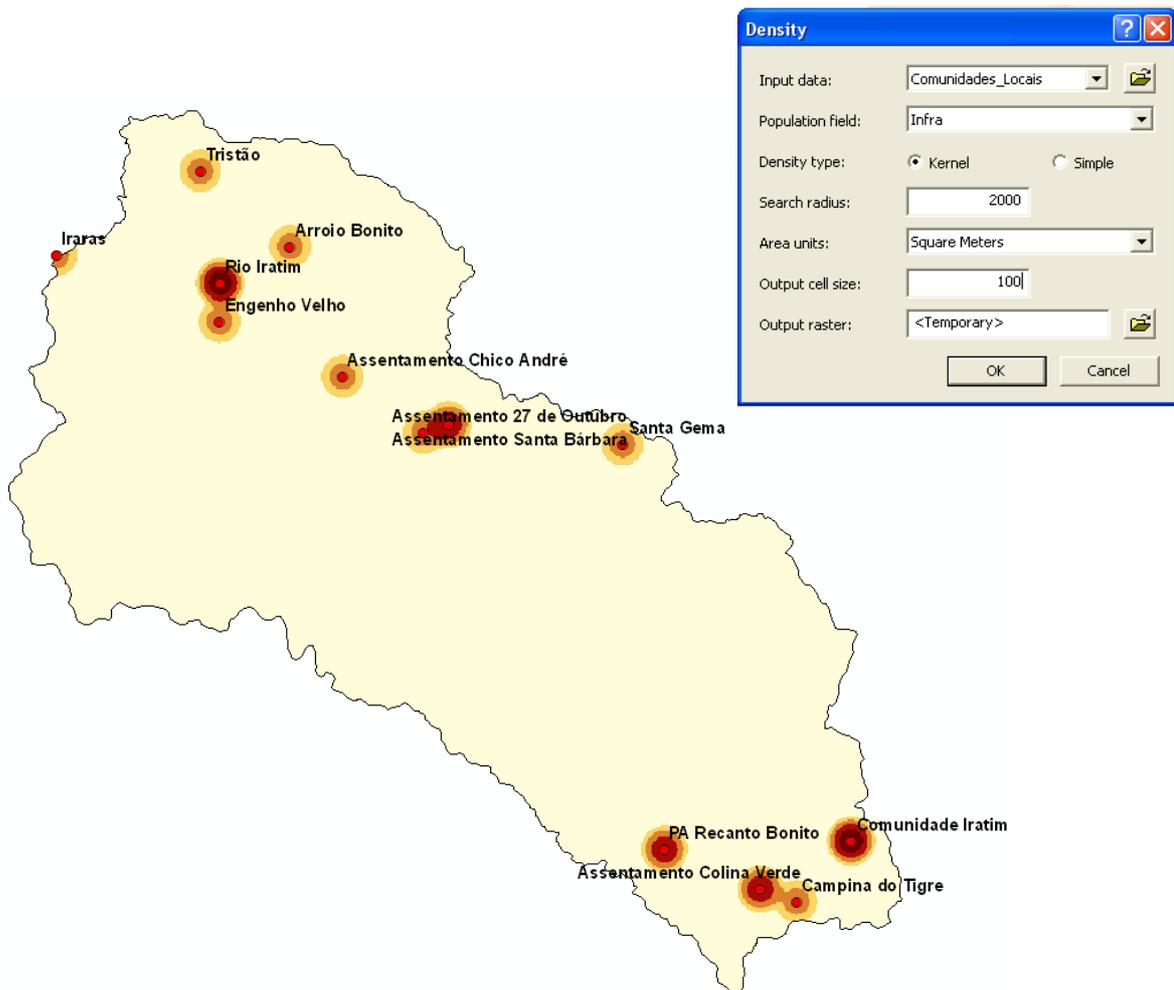


- Análise 2 - infra-estrutura

Nessa análise foram utilizados os valores de infra-estrutura (vide tabela 7.25) do layer “comunidades locais” para originar a superfície que representa a distribuição desta temática (Figura 7.19).

Figura 7.19. Análise 2 - infra-estrutura

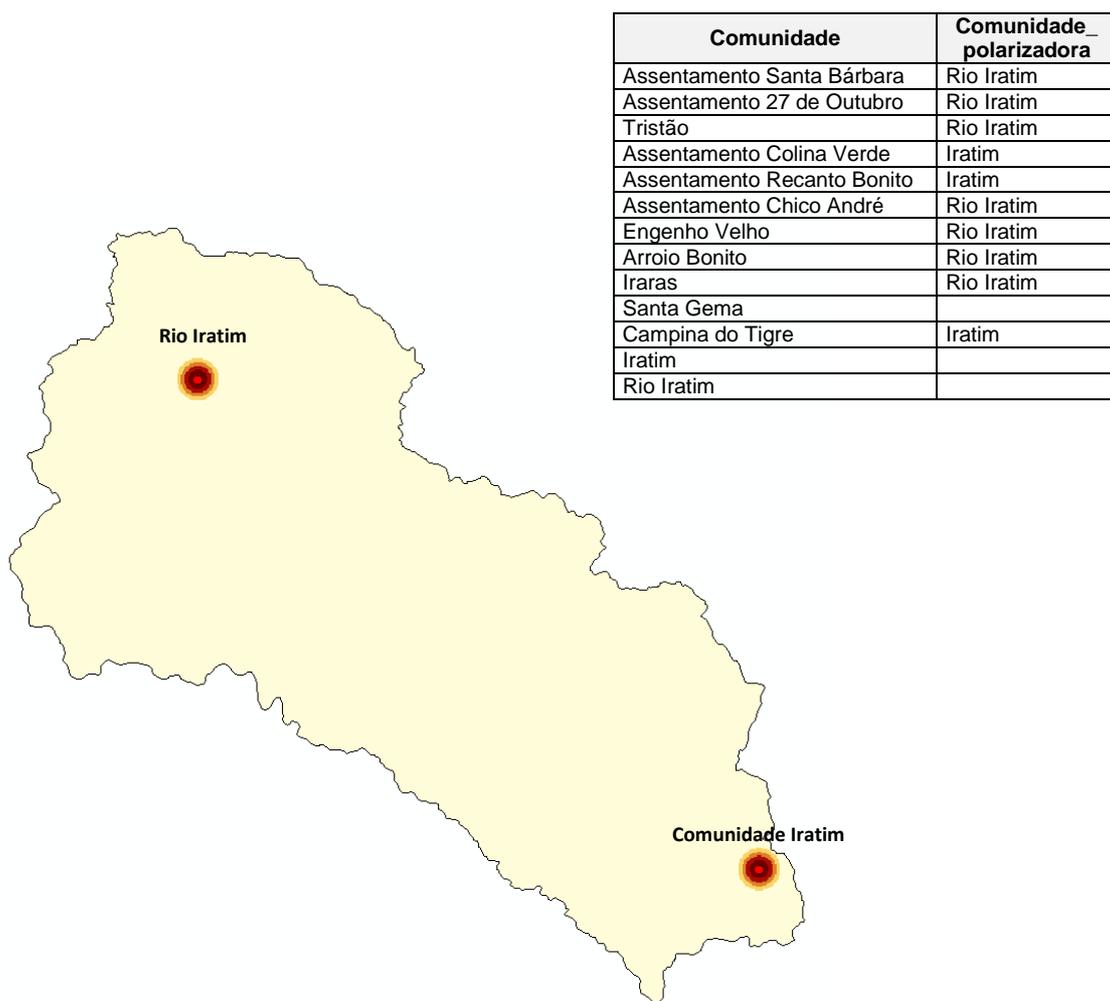
Comunidade	Infra-estrutura	
Assentamento Santa Bárbara	2	Nota 3 – alta polarização
Assentamento 27 de Outubro	1	
Assentamento Chico André	1	
Rio Iratim	3	Nota 2 – baixa polarização
Engenho Velho	1	
Tristão	1	Nota 1 – nenhuma polarização
Arroio Bonito	1	
Irraras	1	
Santa Gema	1	
Iratim	3	
Assentamento Colina Verde	2	
Assentamento Recanto Bonito	2	
Campina do Tigre	1	



- Análise 3: comunidades polarizadoras

Com o objetivo de analisar a influência das comunidades polarizadoras na bacia, utilizou-se da ferramenta aplicada na análise anterior, entretanto, os pontos das localidades polarizadoras (Comunidade Iratim e Rio Iratim) foram os dados de entrada. O resultado dessa análise pode ser visualizado na Figura 7.20.

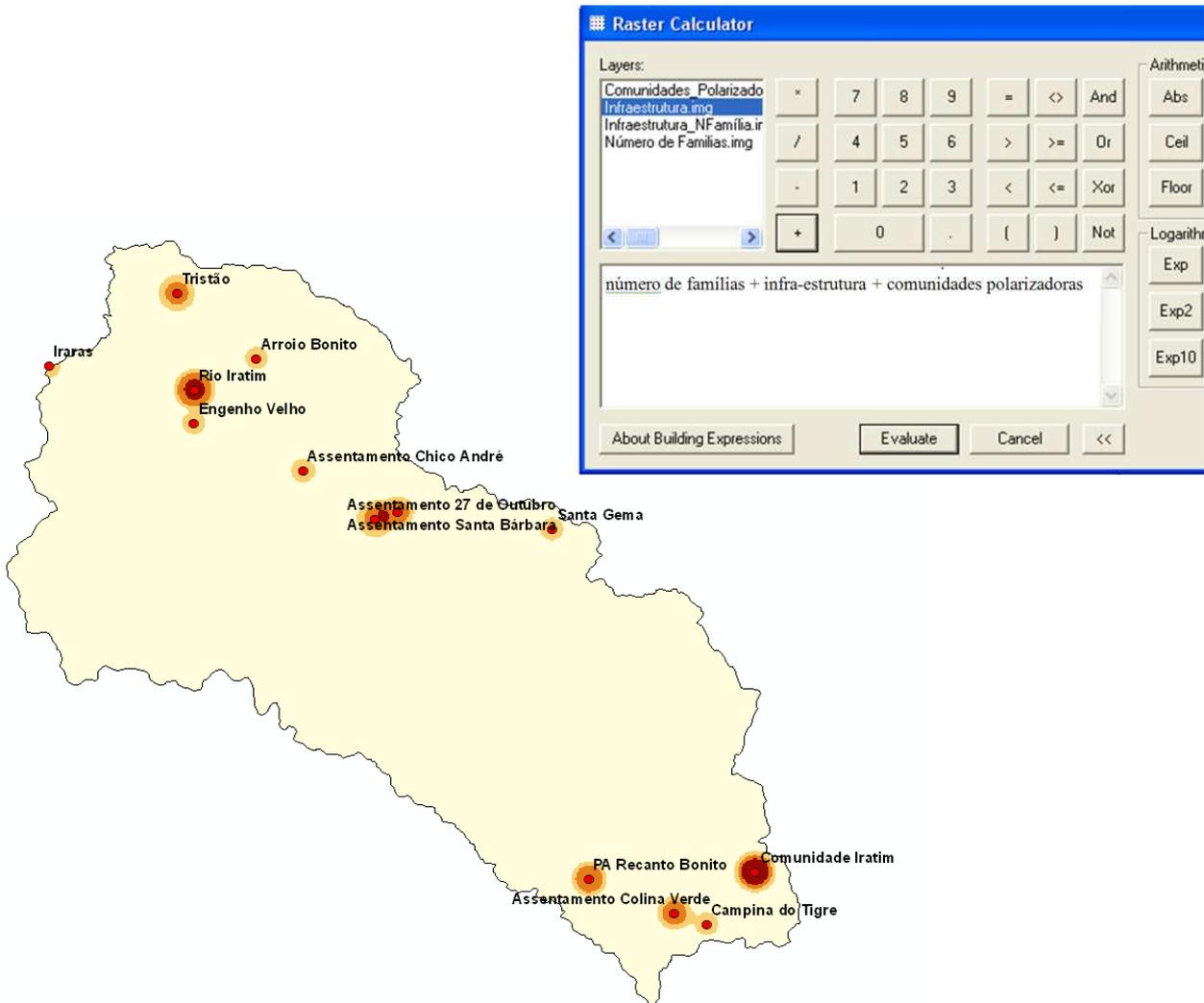
Figura 7.20: Análise 3: comunidades polarizadoras



- Somatória das análises (número de famílias + infra-estrutura + comunidades polarizadoras)

Buscando verificar a relevância das comunidades em sua conjuntura regional, a partir das variáveis estudadas, as superfícies das análises 1, 2 e 3 foram somadas resultando a superfície ilustrada a seguir figura 7.21.

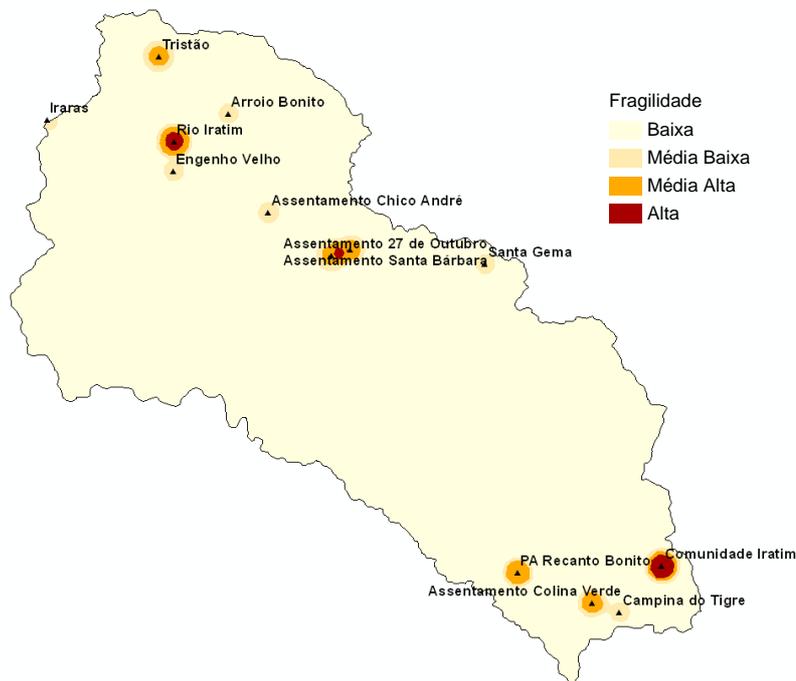
Figura 7.21: Somatória das análises (número de famílias + infra-estrutura + comunidades polarizadoras)



- Mapa de Fragilidade para Comunidades Locais

O mapa de “fragilidade para as comunidades locais” é a somatória espacial das análises citadas anteriormente (Análise 3), porém, com o enquadramento dos intervalos de classes em 4 faixas, conforme as especificações da metodologia do AAI Figura 7.22.

Figura 7.22. Mapa de fragilidade para comunidades locais



No contexto social, considerando os indicadores propostos, as comunidades Rio Iratim e Iratim são as que apresentam maior grau de fragilidade, por possuírem maior polarização em relação às demais comunidades e por possuir melhor infra-estrutura nos setores de educação e saúde. Qualquer impacto nessas comunidades pode refletir nas comunidades do entorno.

- Municípios e influência nas comunidades

A polarização comunidade-município não foi considerada na análise de indicadores pois considerou-se que os principais impactos com a instalação de empreendimentos hidrelétricos na Bacia do Iratim seria mais significativo nas comunidades.

Os municípios pertencentes à Bacia do Rio Iratim são Bituruna, Coronel Domingos Soares, General Carneiro e Palmas. Destes, Palmas e Bituruna não possuem sua sede na Bacia. Porém, é importante ressaltar que a sede municipal de Bituruna está localizada próxima do limite leste da Bacia do Rio Iratim (Figura 7.23).

Apesar dos macroindicadores referentes aos municípios não serem utilizados para a composição da fragilidade da bacia, é importante relacionar a dependência das comunidades com as sedes municipais. No caso da bacia do rio Iratim, foi verificada a relação de polarização exercida pelas sedes comunitárias em relação às comunidades.

Nesse sentido, três elementos são fundamentais para a análise: atendimento à saúde (nesse caso especialidades médicas), educação e comercialização da produção. Observou-se que a proximidade da comunidade à sede foi o elemento essencial dessa polarização, uma vez que – apesar dos municípios serem bastante heterogêneos – não foi verificada grande diferença na oferta de infra-estrutura comunitária e para comercialização da produção.

Outro aspecto fundamental para a compreensão dessa polarização é que as comunidades dependem mais do município do que o município das comunidades. A área da bacia não pode ser considerada grande produtora e os impactos dos empreendimentos do setor hidrelétrico –

do porte considerado para o aproveitamento do rio Iratim - são pontuais, não comprometendo severamente a baixa produção local.

Também não se trata aqui de verificar qual o município com maior grau de polarização, uma vez que os elementos que compõem o indicador, como anteriormente mencionado, são encontrados igualmente nos municípios em questão (Tabela 7.29). Palmas foi citada somente como destino final da produção de leite, entretanto o entreposto para o recebimento do leite é a Comunidade do Rio Iratim.

Tabela 7.29. Polarização comunidade-município

Comunidade	Município polarizador
Assentamento Santa Bárbara	Bituruna
Assentamento 27 de Outubro	Bituruna
Assentamento Chico André	Bituruna
Rio Iratim	Bituruna e Coronel Domingos Soares
Engenho Velho	Coronel Domingos Soares
Tristão	Coronel Domingos Soares
Arroio Bonito	Coronel Domingos Soares
Irraras	Coronel Domingos Soares
Santa Gema	Bituruna
Iratim	General Carneiro
Assentamento Colina Verde	General Carneiro
Assentamento Recanto Bonito	General Carneiro
Campina do Tigre	General Carneiro

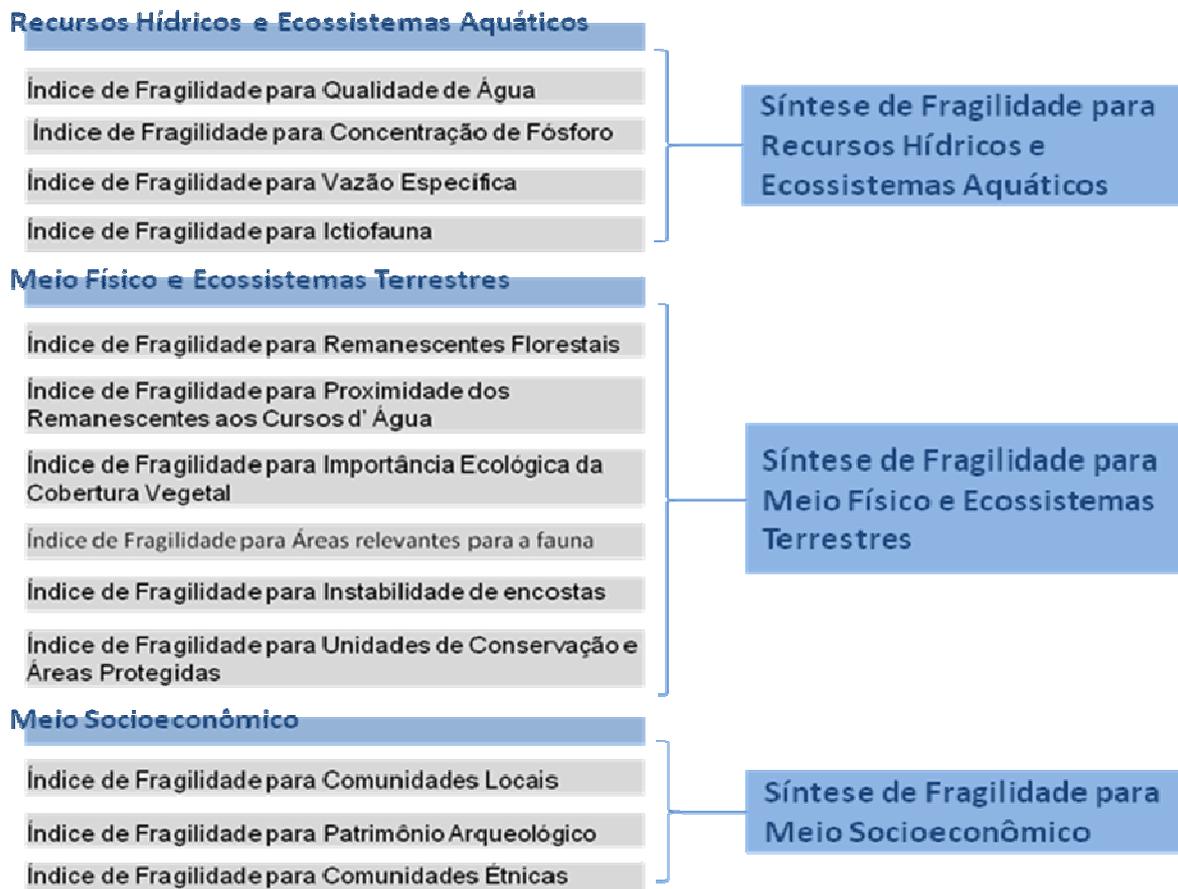
Figura 7.23. Municípios e influência nas comunidades



7.6.2. Elaboração dos Mapas de Síntese de Fragilidade

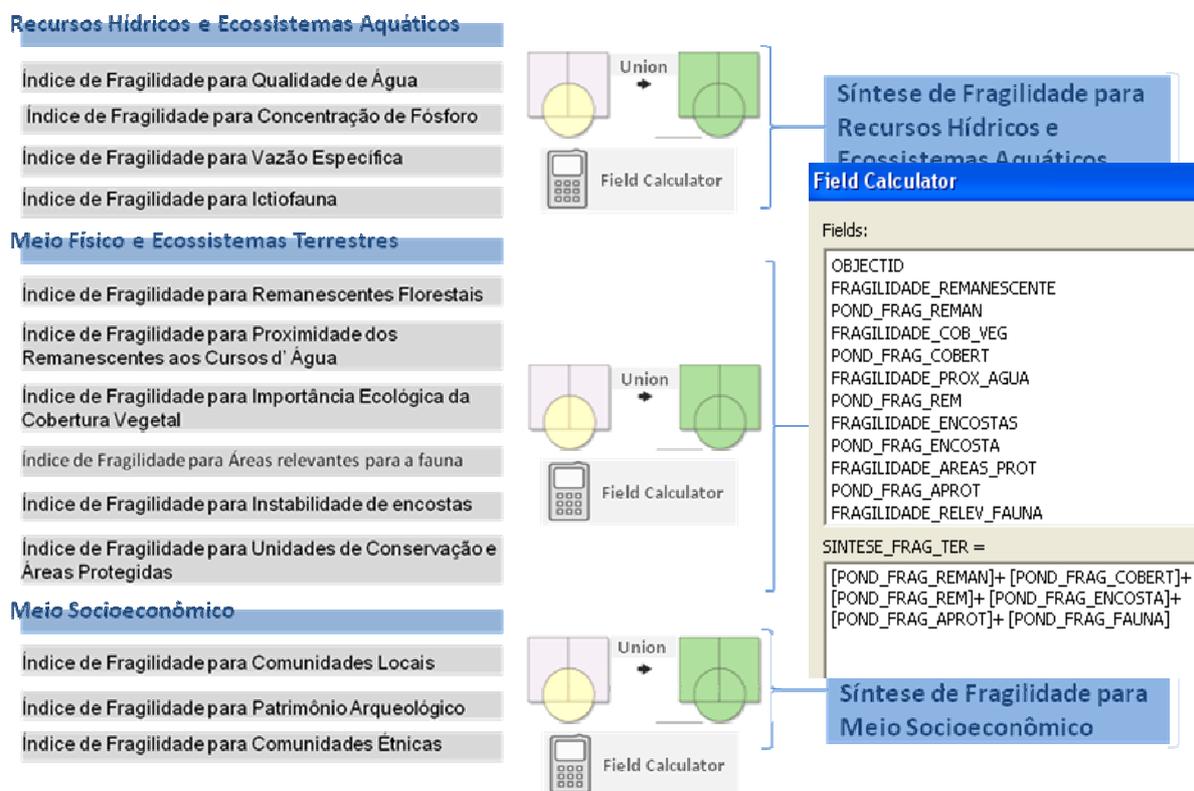
Visando à análise integrada dos indicadores para cada componente-síntese, procedeu-se uma correlação espacial entre os mapas de fragilidade, tendo como resultado os “Mapas Síntese de Fragilidade dos Componentes”. De modo que, os mapas síntese de fragilidades apresentam o resultado das áreas de fragilidades potenciais de cada componente-síntese. O resultado destas sobreposições possibilitou a identificação das áreas mais ou menos críticas para a implantação de empreendimentos hidrelétricos. Os mapas síntese de fragilidade da bacia do rio Iratim são gerado através da análise dos componentes-síntese (recursos hídricos e ecossistemas aquáticos; meio físico e ecossistemas terrestres; meio socioeconômico). O quadro abaixo apresenta a composição dos componentes-sínteses que somados resultam no mapa síntese do componente.

Quadro 7.2. Composição dos componentes-sínteses



Para o cruzamento de dados e geração de análises espaciais foi utilizada a ferramenta de geoprocessamento de união espacial, onde os polígonos dos diferentes temas são somados conservando os atributos de cada tema, porém com a fusão dos polígonos dos diferentes temas. A figura 7.24 representa este processo de forma esquemática.

Figura 7.24: Cruzamento de dados espaciais para geração dos Mapas Síntese de Fragilidade.



7.6.2.1. Mapa Síntese de Fragilidade para o Componente-Síntese “Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos”

A tabela 7.30 apresenta os valores atribuídos através da matriz hierárquica que definiu os fatores de ponderação utilizados em cada um dos indicadores. A tabela 7.31 apresenta os indicadores, os critérios atribuídos, a fragilidade, os centros de classe, os fatores de ponderação (última coluna da Tabela 7.30) e o valor do indicador, que foi utilizado na elaboração dos mapas de fragilidade do sistema de informações geográficas para o item Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos.

Tabela 7.30. Matriz de análise hierárquica de indicadores de fragilidades ambientais para recursos hídricos e ecossistemas aquáticos.

Indicadores	IQA	Fósforo	Vazão específica	Índice de Fragilidade	Soma	%	Fator de ponderação
IQA	1	3	5	0,200	9,20	31,1	0,311
Fósforo	0,333	1	3	0,200	4,53	15,3	0,153
Vazão específica	0,200	0,333	1	0,333	1,86	6,3	0,063
Índice de Fragilidade	5	5	3	1	14	47,3	0,473

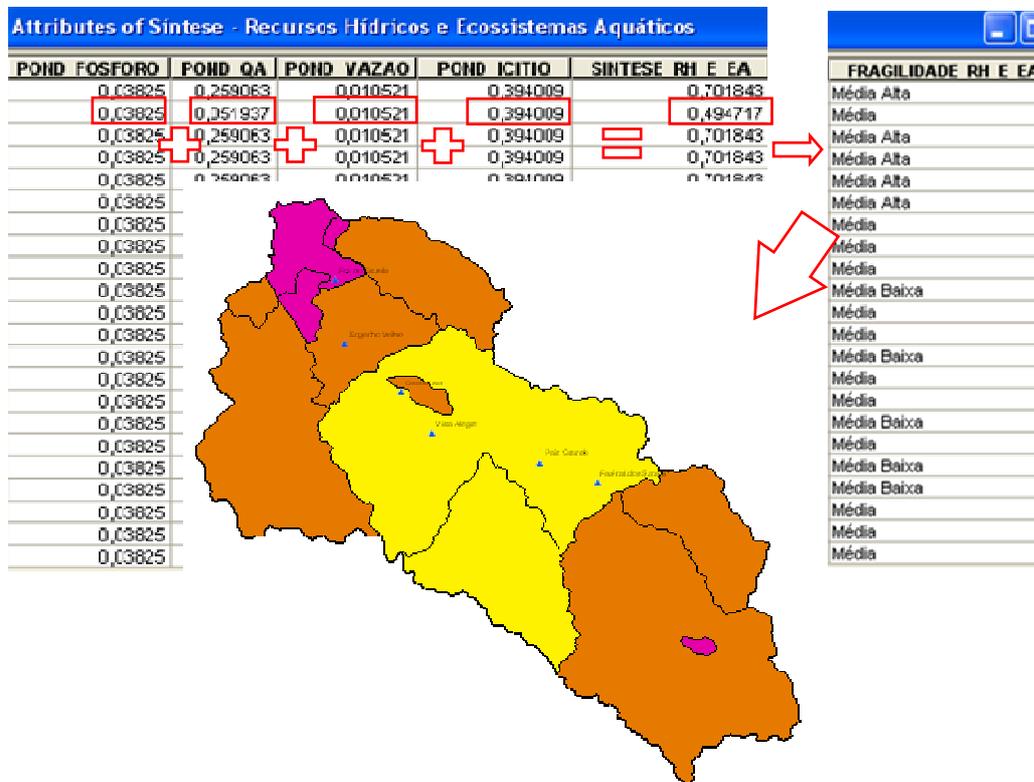
Tabela 7.31. Indicadores de fragilidades ambientais para recursos hídricos e ecossistemas aquáticos.

Indicador	Fragilidade	Critério	Centro de Classe	Fator de Ponderação	Valor
IQA	Baixa	IQA entre bom e ótimo	0,167	0,311	0,052

	Média	IQA aceitável	0,500		0,156
	Alta	IQA entre ruim e péssimo	0,833		0,259
Fósforo	Baixa	Valores entre 0,05 e 0,075 mg/L	0,250	0,153	0,038
	Alta	Valores entre 0,076 e 0,1 mg/L	0,750		0,115
Vazão específica	Baixa	Vazão acima de 30,0 l/s/Km ²	0,167	0,063	0,011
	Média	Vazão entre 15,0 e 30,0 l/s/Km ²	0,500		0,032
	Alta	Vazão abaixo de 15,0 l/s/Km ²	0,833		0,052
Índice de Fragilidade para a ictiofauna	Baixa	Ausência de sítios reprodutivos e alimentares; áreas degradadas e alteradas, com pouca ou nenhuma relevância ecológica	0,167	0,473	0,079
	Média	Sítios reprodutivos e alimentares pouco significativos; identificação de áreas de relevância ecológica	0,500		0,237
	Alta	Existência de sítios reprodutivos e alimentares, identificação de áreas de alta relevância ecológica	0,833		0,394

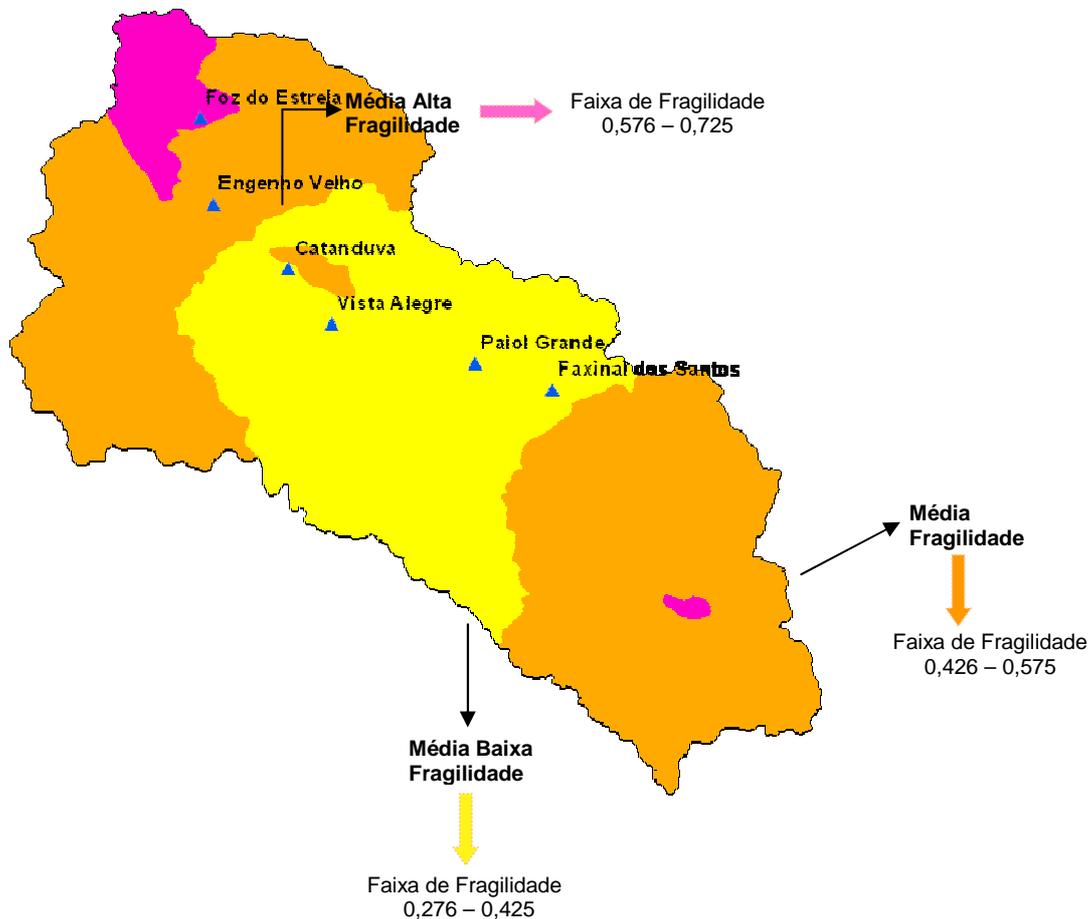
Como no ArcGIS as feições gráficas são associadas a um banco de dados, a somatória dos polígonos faz com que ocorra uma justaposição de colunas, sendo que estas, contem os valores das ponderações dos mapas de fragilidade. Após a somatória dos valores de ponderação, os valores são enquadrados nas faixas de fragilidade. A figura 7.25 ilustra este processo.

Figura 7.25: União espacial dos Mapas de Fragilidade.



O cruzamento dos quatro mapas de fragilidade resultou o mapa “Síntese de Fragilidade para Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos” representado na figura 7.26.

Figura 7.26: Mapa Síntese de Fragilidade para Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos



7.6.2.2. Mapa Síntese de Fragilidade para o Componente-Síntese “Meio Físico e Ecossistemas Terrestres”

A tabela 7.32 apresenta os valores atribuídos através da matriz hierárquica que definiu os fatores de ponderação utilizados em cada um dos indicadores. A tabela 7.33 apresenta os indicadores, os critérios atribuídos, a fragilidade, os centros de classe, os fatores de ponderação (última coluna da Tabela 7.32) e o valor do indicador, que foi utilizado na elaboração dos mapas de fragilidade do sistema de informações geográficas para o item Meio Físico e Ecossistemas Terrestres.

Tabela 7.32. Matriz de análise hierárquica de indicadores de fragilidades ambientais para meio físico e ecossistemas terrestres.

Indic.	Reman. n. Flor.	Prox. curso d'água	Import. Ecol.	Áreas relev. p/ fauna	Instab. de Enc.	UC e Áreas Prot.	Soma	%	Fator de ponderação
Reman. Flor.	1	3	1	3	0,333	1	9,33	17,72	0,177
Prox. curso d'água	0,333	1	0,333	1	0,333	3	6,00	11,39	0,114
Import. Ecol.	1	3	1	1	0,333	3	9,33	17,72	0,177
Áreas relev. fauna	1	1	1	1	0,333	3	7,33	13,93	0,139
Instab. de Enc.	3	5	3	3	1	3	18,00	34,18	0,342
UC e Áreas Prot.	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	1	2,67	5,06	0,051

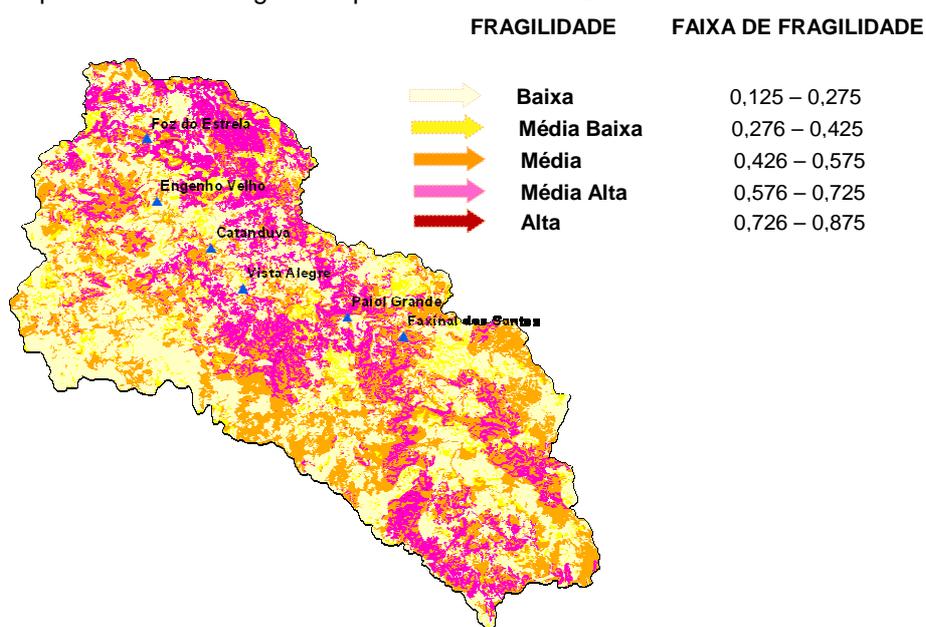
Tabela 7.33. Indicadores de fragilidades ambientais para meio físico e ecossistemas terrestres.

Indicador	Fragilidade	Critério	Centro de Classe	Fator de Ponderação	Valor
Remanescentes Florestais	Baixa	Área Antropizada, Área de Ocupação Humana, Corpos d'Água e Reflorestamento Exótica, Nativa e Misto	0,125	0,177	0,022
	Média Baixa	Área (FOM "pouco conservado", FOM "médio conservado", FOM "conservado", FP) < 100 ha	0,375		0,066
	Média Alta	Área (FOM "pouco conservado", FOM "médio conservado", FOM "conservado", FP) entre 100 e 500 ha	0,625		0,111
	Alta	Área (FOM "pouco conservado", FOM "médio conservado", FOM "conservado", FP) > 500 ha	0,875		0,155
Proximidade dos cursos d'água	Baixa	Áreas Antropizadas, Área de Ocupação Humana, Corpos d'água e Reflorestamento Exótica, com Nativa e Misto	0,125	0,114	0,014
	Média Baixa	Área (FOM "pouco conservado", FOM "médio conservado", FOM "conservado", Formação Pioneira) com distância superior a 200 m dos corpos d'água	0,375		0,043
	Média Alta	Área (FOM "pouco conservado", FOM "médio conservado", FOM "conservado", Formação Pioneira) com distância entre 100 e 200 m dos cursos d'água	0,625		0,071
	Alta	Área (FOM "pouco conservado", FOM "médio conservado", FOM "conservado", Formação Pioneira, Corpo D'Água) com distância de até 100 m dos cursos d'água	0,875		0,100
Importância Ecológica da Cobertura Vegetal	Baixa	Áreas Antropizadas, Áreas de Ocupação Humana.	0,167	0,177	0,030
	Média	Reflorestamento Exótico, com Nativas e Misto	0,500		0,089
	Alta	FOM "pouco conservado", FOM "médio conservado", FOM "conservado", Formação Pioneira, e Corpos d'Água.	0,833		0,147

Áreas relevantes para a fauna	Baixa	Áreas Antropizadas, Reflorestamentos (Exótico, com Nativas, e Misto), Área de Ocupação Humana	0,125	0,139	0,017
	Média Baixa	Remanescentes florestais (FOM “pouco conservado”, FOM “médio conservado”, FOM “conservado”, Formação Pioneira) pequenos, isolados, com baixa diversidade de ambientes e grau de conservação	0,375		0,052
	Média Alta	Remanescentes florestais (FOM “pouco conservado”, FOM “médio conservado”, FOM “conservado”, Formação Pioneira) descontínuos, mas que apresentam pontos de conexão para o deslocamento da fauna	0,625		0,087
	Alta	Remanescentes florestais (FOM “pouco conservado”, FOM “médio conservado”, FOM “conservado”, Formação Pioneira) com alta representatividade quanto à conservação para a fauna e corpos d’água	0,875		0,122
Instabilidade de Encostas	Baixa	0,1 – 0,2	0,125	0,342	0,043
	Média Baixa	0,2 – 0,3	0,375		0,128
	Média Alta	0,3 – 0,4	0,625		0,214
	Alta	0,4 – 0,6	0,875		0,299
Áreas Prioritárias, Protegidas e Unidades de Conservação	Baixa	Ausência	0,167	0,051	0,008
	Média	Uso sustentável	0,500		0,025
	Alta	Proteção integral	0,833		0,044

Para elaboração do Mapa Síntese de Fragilidade para Meio Físico e Ecossistemas Terrestres utilizou-se do mesmo procedimento adotado para o componente-síntese “Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos” (Figura 7.27).

Figura 7.27: Mapa Síntese de Fragilidade para Meio Físico e Ecossistemas Terrestres



7.6.2.3. Mapa Síntese de “Fragilidade para o Componente-Síntese Meio Socioeconômico”

A tabela 7.34 apresenta os valores atribuídos através da matriz hierárquica que definiu os fatores de ponderação utilizados em cada um dos indicadores tabela 7.35.

Tabela 7.34. Matriz de análise hierárquica de indicadores de fragilidades ambientais para meio socioeconômico.

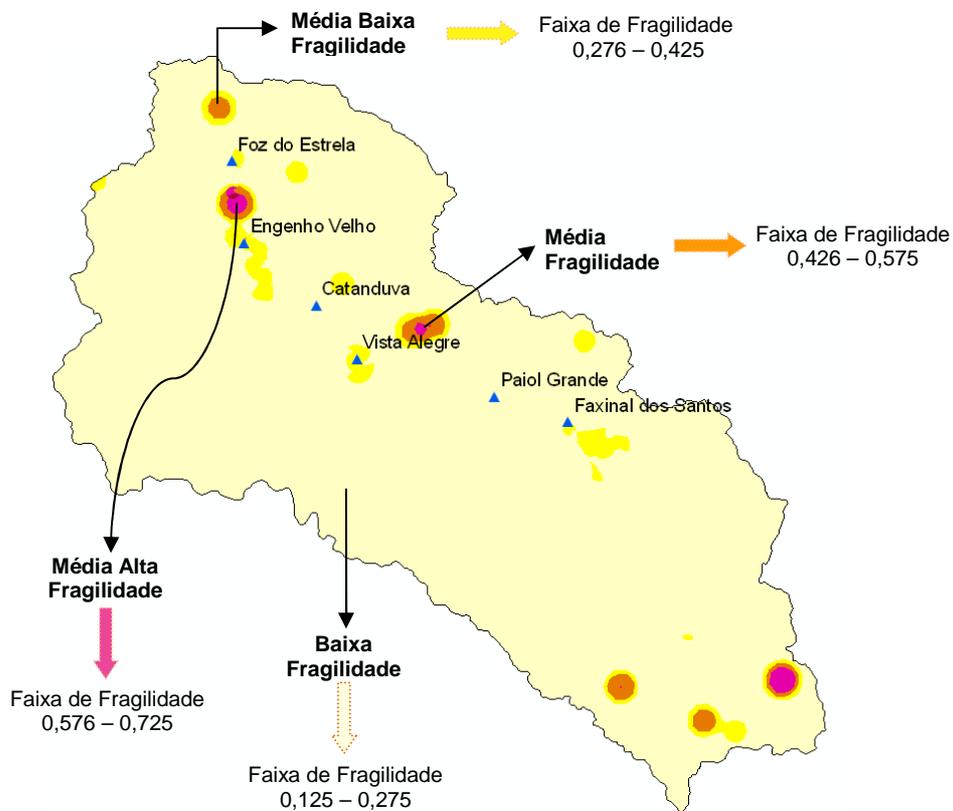
Indicadores	Comunidades Locais	Patrimônio Arqueológico	Comunidades étnicas	Soma	%	Fator de ponderação
Comunidades Locais	1	3	5	9	60,56	0,606
Patrimônio Arqueológico	0,333	1	3	4,33	29,14	0,291
Comunidades étnicas	0,200	0,333	1	1,53	10,30	0,103

Tabela 7.35. Indicadores de fragilidades ambientais para meio socioeconômico.

Indicador	Fragilidade	Critério	Centro de Classe	Fator de Ponderação	Valor
Indicadores sociológicos	Baixa	Baixa capacidade de reprodução socioeconômica	0,125	0,606	0,076
	Média Baixa	Média Baixa capacidade de reprodução socioeconômica	0,375		0,227
	Média Alta	Média/alta capacidade de reprodução socioeconômica	0,625		0,379
	Alta	Alta capacidade de reprodução socioeconômica	0,875		0,530
Patrimônio Arqueológico	Baixa	Área com baixo potencial arqueológico	0,167	0,291	0,049
	Média	Área com médio potencial arqueológico	0,500		0,145
	Alta	Área com alto potencial arqueológico	0,833		0,242
Comunidades étnicas	Baixa	Ausência de Comunidades Étnicas (Terras Indígenas, Comunidades Afro-descendentes)	0,250	0,103	0,026
	Alta	Presença de Comunidades Étnicas (Terras Indígenas, Comunidades Afro-descendentes)	0,750		0,077

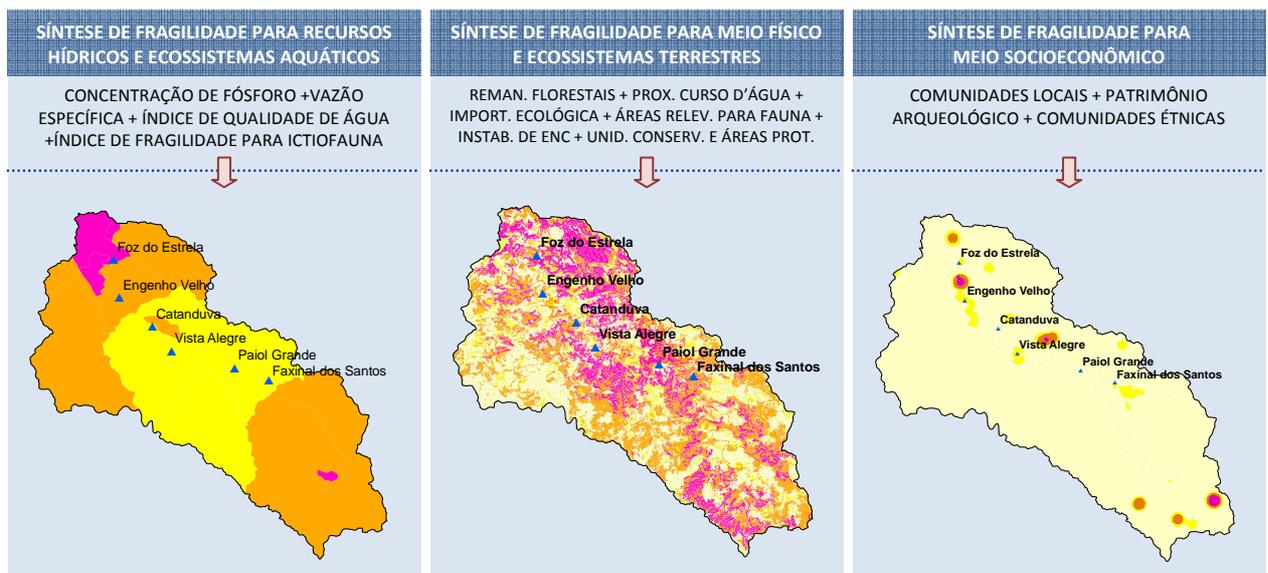
Igualmente aos componentes-síntese “Meio Físico e Ecossistemas Terrestres” e “Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos”, fez-se a somatória dos polígonos e dos valores dos índices ponderados. O resultado desta operação é ilustrada na figura 7.28.

Figura 7.28: Mapa Síntese de Fragilidade para o Meio Socioeconômico



Na Figura 7.29, destaca-se os produtos finais resultantes das múltiplas análises realizadas.

Figura 7.29: Mapas síntese de fragilidade para cada componente-síntese

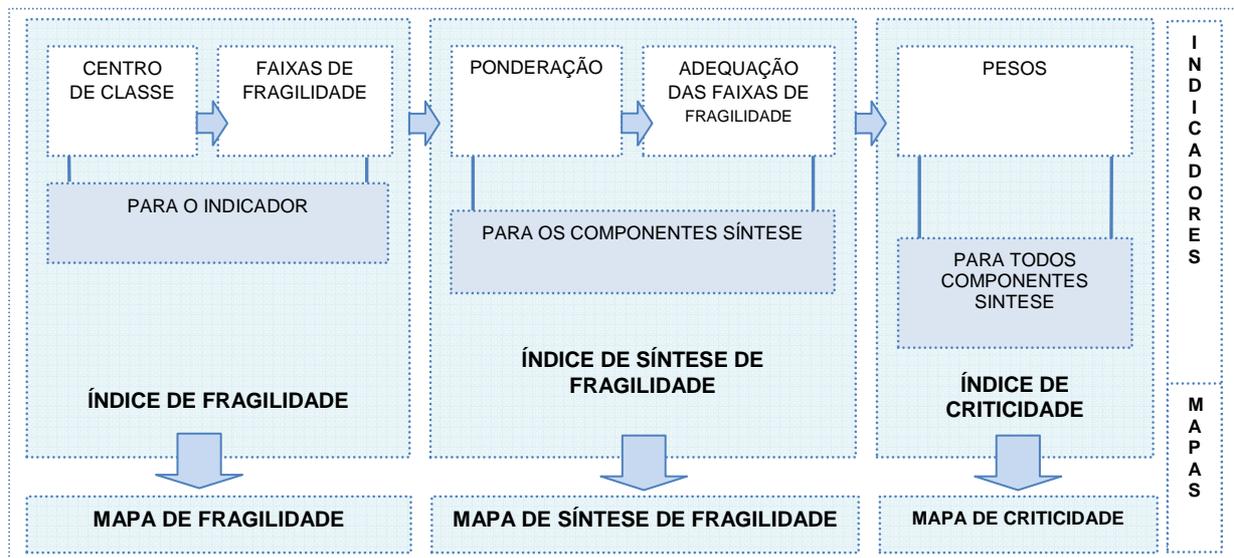


7.6.3. Elaboração dos Mapas de Criticidade

O mapa de Criticidade é a somatória dos mapas de síntese de fragilidade dos três componentes-síntese (Síntese de Fragilidade para Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos, Síntese de Fragilidade para Meio Físico e Ecossistemas Terrestres e Síntese de Fragilidade para Meio Socioeconômico).

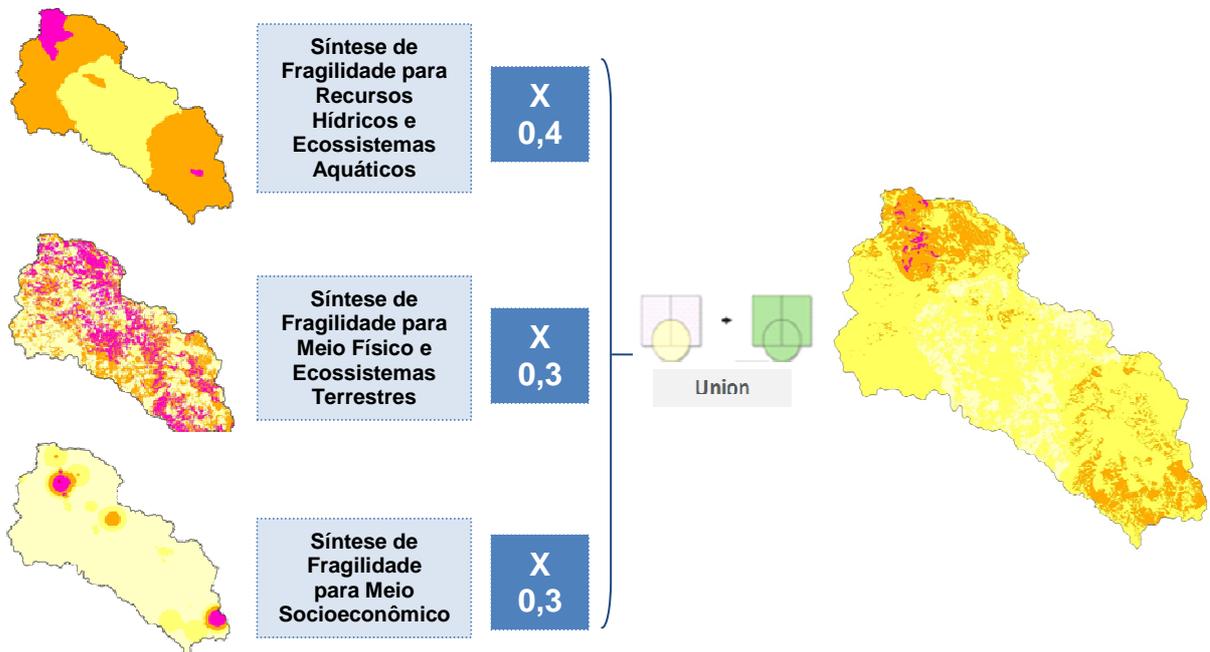
Para construção do mapa de criticidade utilizou-se da mesma lógica aplicada na construção do “índice de criticidade”, em que, após a ponderação e reenquadramentos dos índices, cada componente-síntese recebe um peso proporcional a sua importância (vide tabela 7.5). A Figura abaixo exemplifica o processo de composição do Mapa de Criticidade.

Figura 7.30: Composição do Mapa de Criticidade



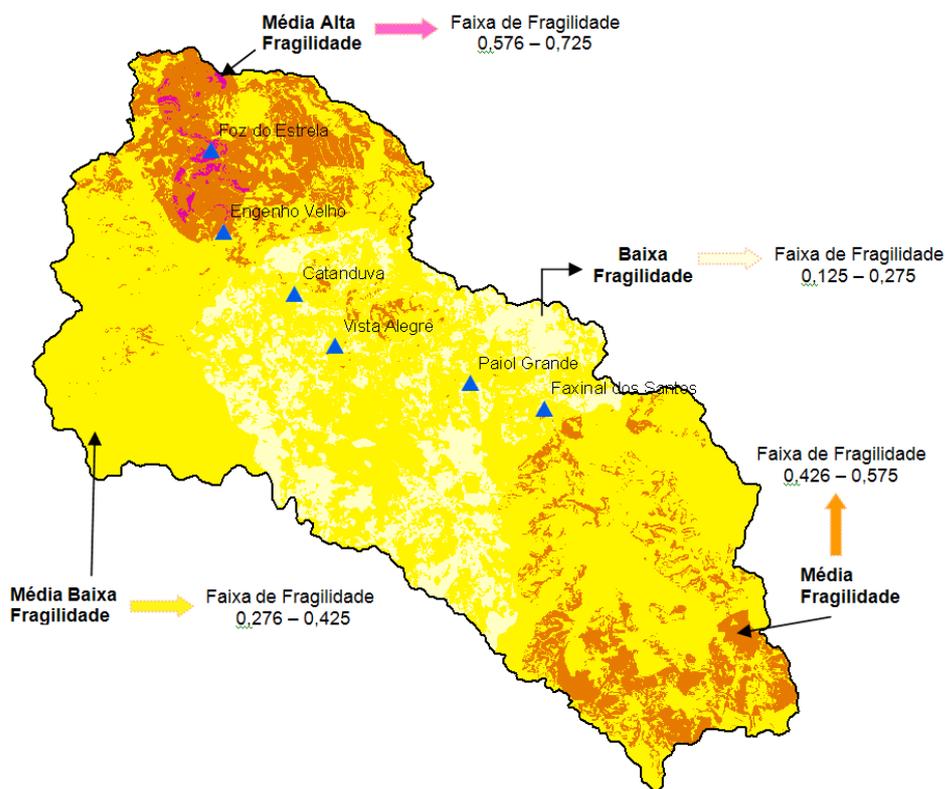
Nessa montagem do mapa de criticidade ambiental, os valores das notas de cada tema (componente-síntese) foram multiplicados por um peso definido e os temas foram cruzados entre si por um processo de união espacial, conforme ilustra a figura 7.31.

Figura 7.31. Construção do mapa de criticidade



Realizada a integração dos resultados dos mapas de síntese fragilidade para os componente-síntese, o produto final é o mapa de Criticidade (Figura 7.32).

Figura 7.32. Mapa de criticidade ambiental

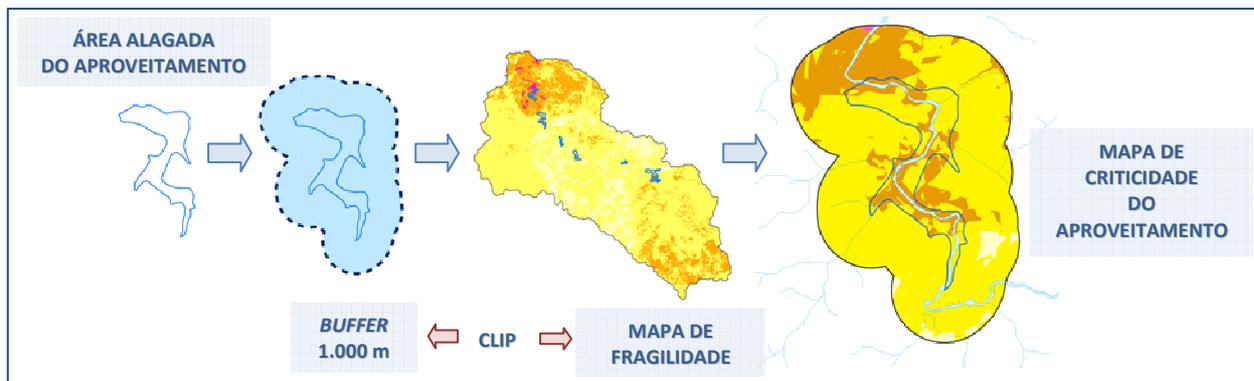


7.6.4. Mapas de Criticidade por Aproveitamento

Com o intuito de analisar cada um dos aproveitamentos inventariados, definiu-se uma área de estudo que corresponde a um *buffer*, dado a partir da área alagada. Este *buffer* foi definido a partir de reuniões técnicas realizadas com os pesquisadores, onde ficou estabelecido uma medida 1.000 metros como área de entorno para a análise da fragilidade socioambiental por aproveitamento hidrelétrico, considerando assim aspectos que poderiam passar despercebido caso fosse adotado uma distância inferior de faixa.

Com a ferramenta do ArcGIS (CLIP)¹¹ o mapa de criticidade foi recortado usando os buffers como máscara, deste modo foi possível a quantificação das áreas de criticidade para cada aproveitamento. A figura 7.33 ilustra este processo.

Figura 7.33: Fragilidade na bacia do Rio Iratim segundo a criticidade por aproveitamento



Os produtos da etapa acima mencionada são os mapas de Criticidade da PCH Vista Alegre, PCH Paiol Grande, PCH Foz do Estrela, PCH Faxinal dos Santos, PCH Catanduva e da PCH Engenho Velho.

¹¹ A ferramenta CLIP permite recortar uma camada de informações geográficas ou uma classe de feições com base nos limites espaciais de outra. A camada resultante deste processo irá possuir os mesmos atributos que a camada de origem, já que apenas as formas geométricas da camada são afetadas.