

## **1. ESTUDOS DE PAISAGEM NA AID – AHE SANTA ISABEL**

### **1.1. INTRODUÇÃO**

Os estudos de paisagem, a seguir apresentados, buscaram evidenciar alterações na paisagem da Área de Influência Direta do AHE Santa Isabel, no período compreendido entre os anos de 1988 a 2008, considerando as análises a cada 10 anos.

Nestes estudos foram utilizadas imagens de satélite que permitiram abordar a fragmentação da cobertura vegetal natural e sua substituição por atividades antrópicas. Esta fragmentação é analisada em relação à área ocupada e o número de fragmentos, bem como o efeito de borda ocasionado pela redução dos tamanhos e alteração na forma de tais fragmentos, em relação ao contato com áreas ocupadas por pastagens e atividades pecuárias. Este contato com áreas antrópicas é responsável pelo efeito de borda nos remanescentes vegetais.

### **1.2. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **1.2.1. Mapeamento**

Na realização deste trabalho foram utilizadas as imagens do satélite LandSat5, bandas 3,4,5 RGB dos anos de 1988, 1998 e 2008, com projeção UTM, datum SAD69, fuso22, que cobrem a Área de Influência Direta do AHE Santa Isabel.

As órbitas, pontos e datas são:

- LandSat\_5\_TM\_1988\_08\_07\_223\_064.
- LandSat\_5\_TM\_1988\_08\_07\_223\_065.
- LandSat\_5\_TM\_1998\_02\_07\_223\_064.
- LandSat\_5\_TM\_1998\_02\_07\_223\_065.
- LandSat\_5\_TM\_2008\_14\_08\_223\_064.
- LandSat\_5\_TM\_2008\_14\_08\_223\_064.

As imagens foram processadas no Envi 3.4 para segmentação e classificação das tipologias, e o software ArcGis 9.1, para fechamento dos polígonos, cadastro, geração dos mapas de uso do solo, bem como as planimetrias das tipologias. Para a obtenção do índice de borda dos fragmentos foi utilizado o software Excel 2003, aplicando-se a formulação matemática que expressa este índice.

Na área de estudo foram classificadas 11 tipos de cobertura do solo que foram diferenciadas de acordo com sua cor, forma e textura.

A partir dos mapas de cobertura do solo gerados pela classificação dos objetos, foi produzida uma tabela com a quantificação das áreas ocupadas por cada classe de cobertura.

#### **1.2.2. Indicadores de Paisagem**

Conforme abordado na introdução a análise da paisagem foi realizada através de dois índices: fragmentação, que analisa a área dos fragmentos vegetais e o efeito de borda, que

analisa a forma do remanescente e os efeitos sobre eles, em relação à proximidade com áreas abertas.

No caso da análise de fragmentação o método utilizado foi o de estabelecer classes de tamanho de áreas e comparar os diferentes períodos de análise. Foram estabelecidas 4 classes de área ou tamanho para as diferentes fisionomias analisadas:

- Classe 1 (muito pequeno): 0,1 a 50 ha
- Classe 2 (pequeno): 50 a 250 ha
- Classe 3 (médio): 250 a 500 ha
- Classe 4 (grande): maior que 500 ha

Assim, a análise dos fragmentos das diferentes formações vegetais observou características como o tamanho de fragmento e a área ocupada por classe de tamanho e ano de análise.

Já para os estudos do efeito de borda foi utilizada a expressão matemática abaixo, que calcula este índice.

$$IC \text{ ou } IB = PC / PF$$

Onde:

IB = Índice de Borda do Fragmento;

PC = Perímetro Circular (m)

PF = Perímetro do Fragmento (m);

$PC = (2\pi) * (\sqrt{A} / \pi)$ ;

A = Área Total do Fragmento (m<sup>2</sup>).

Os resultados da aplicação de cada uma destas metodologias são apresentados em itens específicos.

### 1.3. RESULTADOS GERAIS DO MAPEAMENTO

Os resultados do mapeamento da vegetação e de uso do solo na AID de Santa Isabel, considerando-se os diferentes períodos de análise são apresentados no Apêndice 14 e resumidos na Tabela 1.

Esta tabela apresenta as situações de uso do solo para as três datas escolhidas. Nela observam-se as modificações ocorridas na ocupação do solo na AID do AHE Santa Isabel.

Tabela 1. Uso do Solo nos diferentes períodos de análise:

Tipologia/Ano	1988		1998		2008	
	Áreas (ha)	%	Áreas (ha)	%	Áreas (ha)	%
Areia	1.977,16	0,56	1.961,98	0,56	1.995,61	0,57
Corpos d'Água	17.397,50	4,94	17.245,76	4,89	17.150,31	4,86
Pastagem	111.642,81	31,67	129.650,33	36,78	173.908,54	49,34

Rochas	2.563,33	0,73	2.563,12	0,73	2.582,90	0,73
Urbano	355,94	0,10	694,19	0,20	705,68	0,20
Total – Outros Usos	133.936,74	38,00	152.115,38	43,16	196.343,04	55,70
<b>Formações Vegetais</b>	<b>Áreas (ha)</b>	<b>%</b>	<b>Áreas (ha)</b>	<b>%</b>	<b>Áreas (ha)</b>	<b>%</b>
Cerrado	18.512,50	5,25	15.947,90	4,52	17.331,32	4,92
Floresta Estacional	6.016,79	1,71	7.218,17	2,05	6.715,29	1,91
Floresta Ombrófila Aberta	81.402,76	23,10	73.562,67	20,87	54.657,41	15,51
Floresta Ombrófila Aberta Aluvial	4.598,23	1,30	4.474,56	1,27	3.379,34	0,96
Floresta Ombrófila Densa	97.904,49	27,78	89.323,63	25,34	66.800,03	18,95
Floresta Ombrófila Densa Aluvial	10.087,12	2,86	9.816,32	2,79	7.232,19	2,05
Total – Formações Vegetais	218.521,89	62,00	200.343,25	56,84	156.115,58	44,30
Total Geral	352.458,63	100,00	352.458,63	100,00	352.458,62	100,00

Nota-se um aumento de 16,12% das áreas de pastagem entre os anos de 1988 e 1998, e de 25,45% entre os anos de 1998 e 2008. Se comparados os anos de 1988 e 2008, essas áreas aumentaram em 35,80%, passando de 111.642,81ha, para 173.908,54ha.

Já na Floresta Estacional houve um aumento de área nos anos de 1988 a 1998, na proporção de 19,67%, provavelmente devido ao abandono de área após desmatamento. Isso acarretou a regeneração da floresta trazendo uma ampliação na área ocupada por esta formação. Nos anos de 1998 a 2008 nota-se uma perda da mesma, na proporção de 7,49%, provavelmente devido a novos desmatamentos nas áreas em regeneração, passando de 7.218,17ha para 6.715,29ha.

Nas outras formações florestais somente ocorreu a redução das áreas de ocupação em função da substituição da vegetação natural por áreas de pastagens em maior escala e pequenas ampliação nas áreas de agricultura e usos urbanos.

Por consequência a Floresta Ombrófila Aberta teve uma redução em sua área no decorrer dos anos, nas proporções de 9,63% entre os anos de 1988 e 1998, e de 25,69% entre os anos de 1998 e 2008. Comparando os anos de 1988 e 2008 a redução foi de 48,93% na área ocupada, reduzindo de 81.402,76ha para 54.657,41ha.

A Floresta Ombrófila Aberta Aluvial também teve uma redução em sua área, nas proporções de 2,76% entre os anos de 1988 e 1998, e de 32,41% entre os anos de 1998 e 2008. Comparando os anos de 1988 e 2008, a redução foi de 36,07% na área passando de 4.598,23 ha para 3.379,34 ha.

Floresta Ombrófila Densa houve uma redução de área nas proporções de 9,61% entre os anos de 1988 e 1998, e de 31,72% entre os anos de 1998 e 2008. Comparando os anos de 1988 e 2008, a redução foi de 46,56% na área passando de 97904,49ha para 66800,03 ha.

Por sua vez na Floresta Ombrófila Densa Aluvial também houve uma redução de área, nas proporções de 2,76% entre os anos de 1988 e 1998, e de 35,73 % entre os anos de 1998 a

2008. Comparando os anos de 1988 e 2008, a redução foi de 39,48% na área passando de 10087,12ha a 7232,19 ha.

As áreas de Cerrado permaneceram praticamente estáveis, devido a sua localização, já que estão inseridas em uma área destinada à preservação (Parque Estadual da Serra dos Martírios/ Andorinhas).

A expansão das áreas antrópicas e por conseqüência a diminuição das áreas de formações florestais, fez com que houvesse uma maior fragmentação da vegetação, dividindo-as em diversas pequenas áreas isoladas uma das outras. Estas alterações da AID, com ampliação do número de fragmentos vegetais e redução de suas áreas, provocaram maior é a influência dos fatores externos sobre os ambientes vegetados, resultando no que se denomina de maior “efeito de borda”.

### **1.3.1. Caracterização geral da área por época de estudo**

Para facilitar o entendimento das alterações ocorridas na região, a descrição da área por período analisado é realizada por setores da AID de Santa Isabel, quais sejam:

- Área Norte, que se inicia da parte norte da AID, estendendo-se pela região de Santa Isabel, até o início do Parque Serra das Andorinhas na margem esquerda e até o rio Corda na margem direita;
- Área Central, que compreende a região de São Geraldo do Araguaia e Xambioá, estendendo-se até o rio Lontra na margem direita e rio Perdidos, na margem esquerda;
- Área Sul, que compreende a região de Araganã, até o limite da AID, já a montante do reservatório.

### **1.3.2. Uso do Solo 1988**

#### **1.3.2.1. Área Norte**

Esta área encontrava-se nesta data pouco influenciada pela ação antrópica, possuindo, na margem esquerda do rio Araguaia, vasta cobertura vegetal contínua desde a margem do rio até o interior da área de influencia, sendo notada presença de regiões antrópicas somente nas bordas da AID, porém sem fragmentação evidente da vegetação.

Já na margem direita, no estado do Tocantins, era mais presente a ação antrópica sobre a vegetação, possuindo grandes áreas devastadas, onde ocorria maior fragmentação da vegetação, porém ainda com grandes manchas de vegetação natural.

#### **1.3.2.2. Área Central**

Nesta região estão localizados os municípios de São Geraldo do Araguaia e Xambioá, encontrando-se altamente antropizada, tanto na margem esquerda, quanto na margem direita. Possuía grande quantidade de pequenos fragmentos isolados de vegetação, sendo as maiores áreas contínuas de Florestas as áreas das serras de Xambioá e da Ametista no Tocantins, e de cerrados na Serra das Andorinhas, no estado do Pará.

### 1.3.2.3. Área Sul

Foi a região que apresentou a maior quantidade de área verde contínua. Na margem esquerda, apresentava poucas áreas antrópicas, e na margem direita possuía uma grande área antropizada, próxima ao município de Araguañã, onde temos uma pequena porção da vegetação fragmentada. O extremo sul da AID apresentava uma grande área com formações florestais, sem grandes sinais de fragmentação.

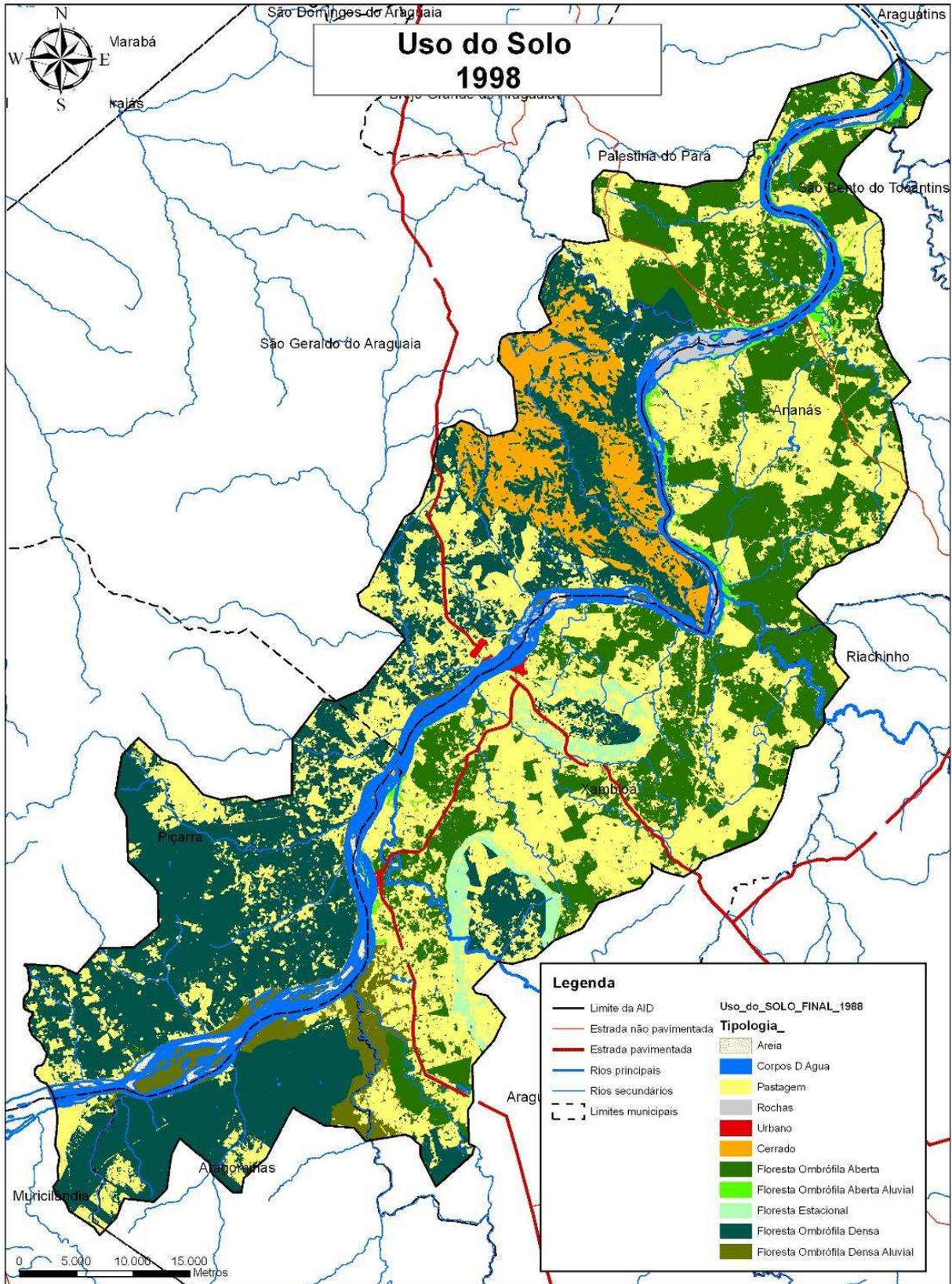


Ilustração 1. Mapa de Uso do Solo 1988.

### **1.3.3. Uso do Solo 1998**

#### **1.3.3.1. Área Norte**

O avanço da antropização tornou a margem esquerda uma região um pouco mais fragmentada que em 1988, contendo diversos fragmentos de tamanho muito pequeno, ou seja, menores que 50 ha, porém ainda apresentando áreas de grande extensão, ou seja, acima de 500 ha, próximas ao Parque das Andorinhas e na sua porção norte.

Já na margem direita o avanço das áreas antrópicas se apresentou mais intenso, formando um conjunto de fragmentos vegetais de tamanho muito pequeno, isolados, distribuídos por toda extensão da região. Na sua porção leste encontravam-se ainda fragmentos de pequeno porte entre 50 ha e 250 ha, assim como fragmentos de tamanho médio entre 250ha e 500ha. As áreas de grande extensão na margem direita encontravam-se nesta parte em sua maioria ao longo das margens do rio Araguaia.

#### **1.3.3.2. Área Central**

Essa região também apresentou intenso avanço de áreas antrópicas, tanto na margem esquerda como na margem direita, com grande quantidade de fragmentos muito pequenos, e de pequeno a médio porte, próximos as áreas urbanas de São Geraldo do Araguaia, Xambioá e acompanhando as rodovias locais, restando alguns fragmentos de grande porte próximos as áreas de serra.

#### **1.3.3.3. Área Sul**

Na margem esquerda o antropismo foi mais intenso, principalmente nas margens do rio Araguaia, no estado do Pará, o que gerou alguns fragmentos de pequeno e médio porte nas extremidades e um grande maciço florestal no restante da área. Ressalta-se que esta grande área apresenta-se com ilhas de antropismo, formando “buracos” no seu interior, ocupados por áreas de pastagens.

Na margem direita o processo de antropização expandiu-se a partir das áreas próximas a Araganã até o rio Muricizal, e às margens da rodovia onde se observaram diversos pequenos fragmentos, menores que 250 ha. A porção mais ao sul deste setor mantém uma grande área contínua de vegetação, sendo o local mais preservado da AID.

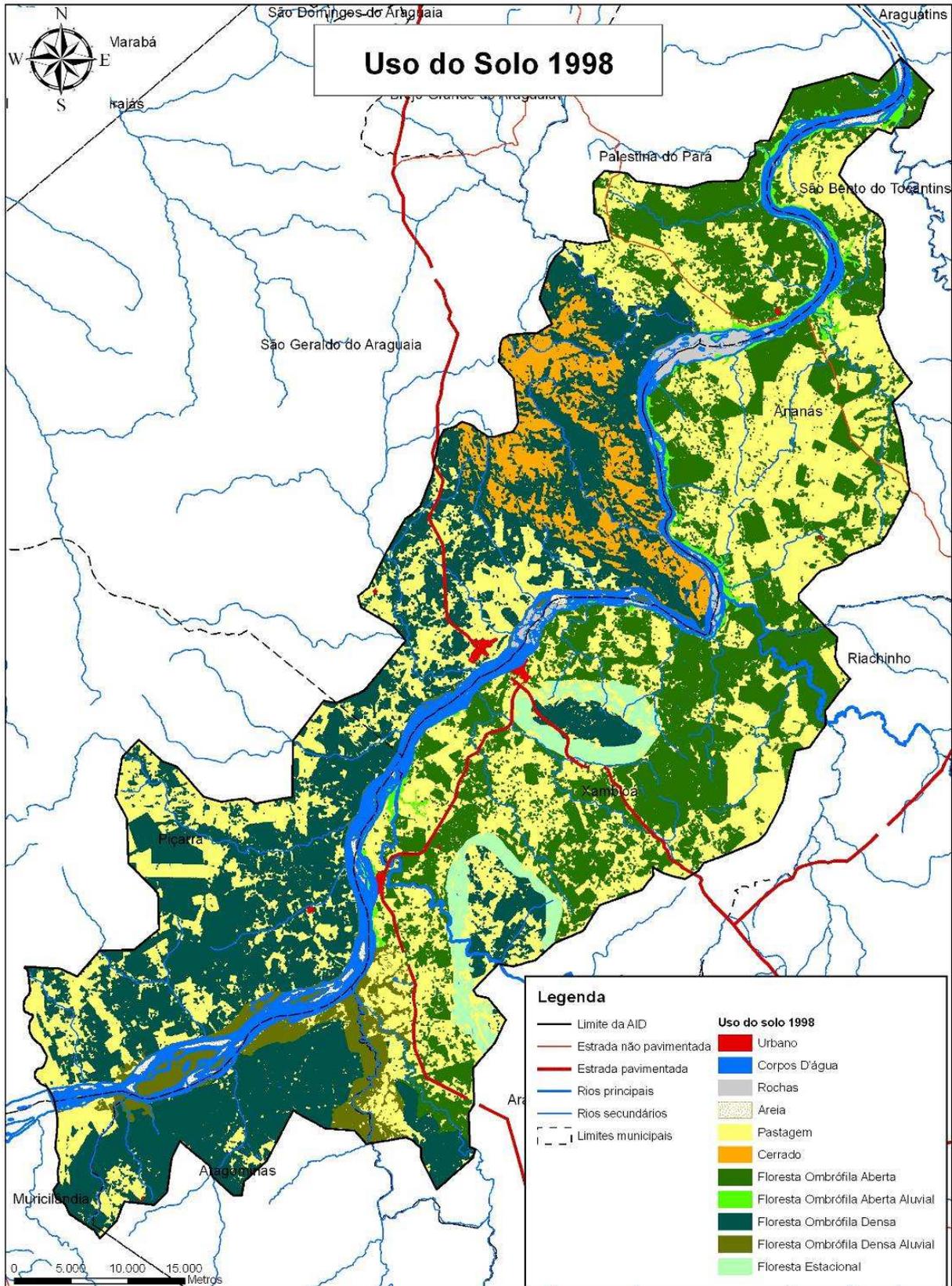


Ilustração 2. Mapa de Uso do Solo 1998.

### **1.3.4. Uso do Solo 2008**

#### **1.3.4.1. Área Norte**

Nesta data a região apresentava-se altamente antropizada nas duas margens, com diversos fragmentos muito pequenos, e pequenos por toda sua extensão. Encontram-se poucos fragmentos de tamanho médio próximos ao eixo da barragem, e também nas proximidades do Parque das Andorinhas, destacando-se que esta vegetação do parque é representada por elementos de cerrado e das outras formações florestais presentes na região.

#### **1.3.4.2. Área Central**

Essa região encontrava-se, já na análise anterior em 1998, com alto grau de antropização. Atualmente observa-se a margem esquerda completamente devastada, registrando-se áreas com ausência de cobertura vegetal e pequena presença de fragmentos de vegetação natural.

Na margem direita, o processo é o mesmo, porém com a presença de fragmentos um pouco maiores, com tamanho entre 50 e 500ha e algumas áreas acima de 500ha preservadas, devido ao relevo acidentado das serras, que mantiveram sua cobertura original.

#### **1.3.4.3. Área Sul**

Na margem esquerda a antropização avançou para o interior da área, tornando a parte central da região ocupada por fragmentos de tamanho menores que 50ha dispersos na região, ou inseridos no interior de grandes fragmentos, os quais apresentam áreas maiores que 500ha.

Na margem direita houve aumento do número de pequenos fragmentos com área menor que 50ha, por toda a região, restando apenas uma área contínua de tamanho médio, entre 250 e 500ha, nas margens do rio Muricizal. No extremo sul da AID, observa-se ainda uma área de médio porte com a presença de pequenos fragmentos menores que 50ha, nas extremidades.

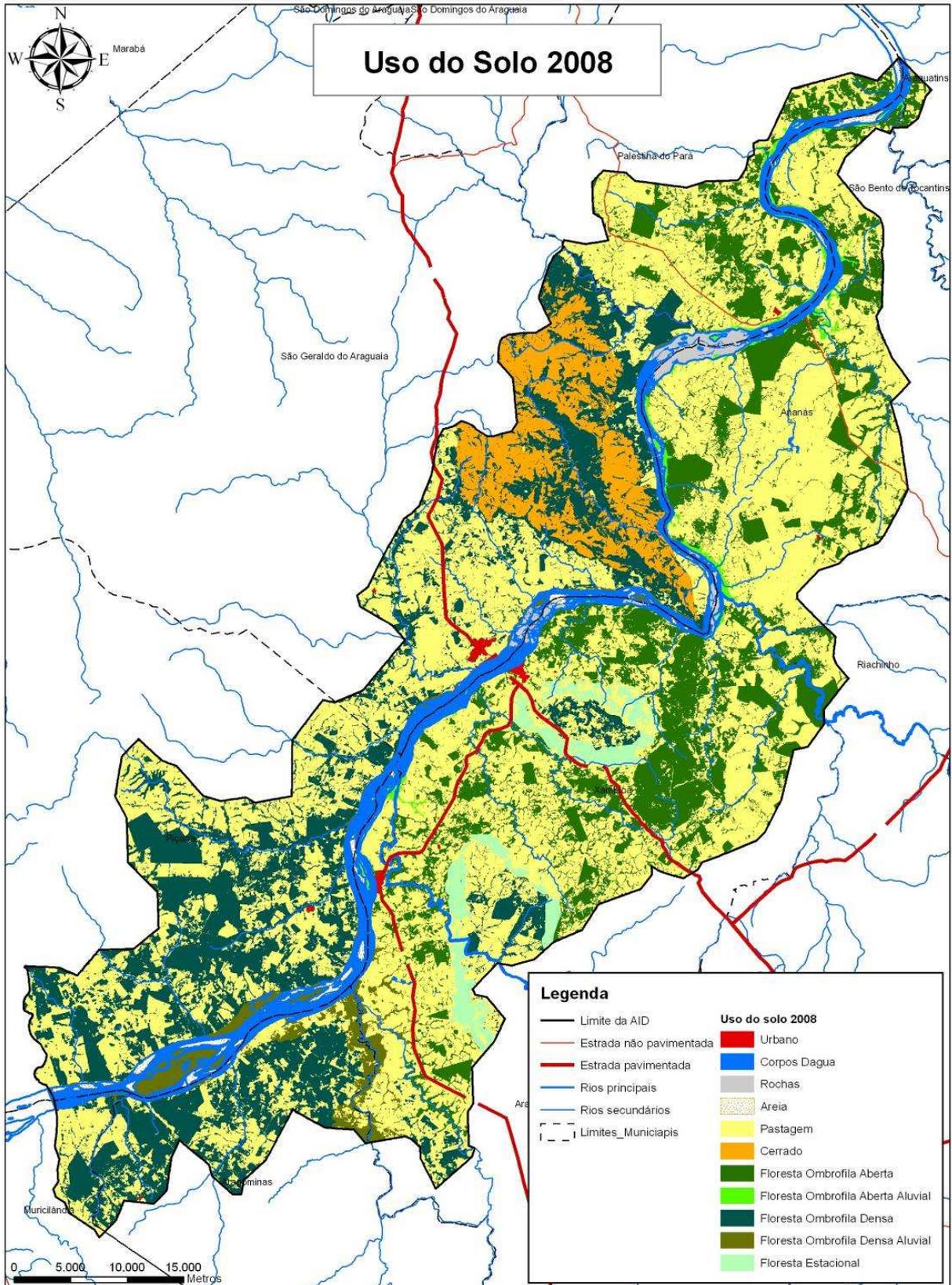


Ilustração 3. Mapa de Uso do Solo 2008.

---

## 1.4. ANÁLISE DA FRAGMENTAÇÃO

A fragmentação é a divisão em partes de uma dada unidade do ambiente, partes estas que passam a ter condições ambientais diferenciadas em seu entorno. Em geral, quando se fala de fragmentação pensa-se em uma Floresta que foi derrubada, mas que partes dela foram deixadas mais ou menos intactas. Entretanto, a fragmentação pode referir-se as alterações no habitat original, terrestre ou aquático. Nesse caso a fragmentação é o processo no qual um habitat contínuo é dividido em manchas, ou fragmentos mais ou menos isolados (SHAFER, 1990).

Dentre as consequências mais importantes do processo de fragmentação Florestal, destacam-se a diminuição da diversidade biológica, a extinção de espécies, a modificação na polinização, dispersão de sementes por animais, herbivoria, predação de herbívoros e outros distúrbios do regime hidrológico das bacias hidrográficas, as mudanças climáticas, a degradação dos recursos naturais e a deterioração da qualidade de vida das populações tradicionais (SCARIOT *et al.*, 2005).

Alem disso, a fragmentação resulta em remanescentes de vegetação nativa que se avizinham as áreas agrícolas e outras formas de uso antrópico, alterando significativamente a água e os nutrientes dos solos (SAUNDERS *et al.*, 1991) reduzindo e isolando as áreas propícias à sobrevivência da população e provocando mudanças na paisagem como um todo (VALERIO FILHO, 1995; METZGER, 1999).

Os fragmentos são afetados por problemas direta e indiretamente relacionados à fragmentação (BIERREGAARD-JR *et al.*, 1992) tal como o efeito da distância entre os fragmentos ou o grau de isolamento, o tamanho e a forma do fragmento, o tipo de matriz circundante e o efeito de borda. O tamanho e a forma do fragmento diferem do habitat original em dois pontos principais:

1. Os fragmentos apresentam uma alta relação borda/área;
2. O centro de cada fragmento é próximo de uma borda (CERQUEIRA *et al.*, 2005).

A área do contato entre o habitat original e o entorno é conhecida como borda, onde podem ocorrer mudanças mais ou menos drásticas conforme a natureza das interações entre os dois ambientes (LOVEJOY *et al.*, 1986; KAPOS *et al.*, 1997; OLIVEIRA, 1999). Nas Florestas tropicais e nos cerrados, grandes áreas já estão sendo convertidas em monoculturas agrícolas ou pastagem, fazendo com que os fragmentos do habitat fiquem em contato com áreas abertas e, portanto expostos aos ventos e a penetração de luz e calor (KAPOS *et al.*, 1997).

Mudanças no microclima, na estrutura e nos processos dinâmicos da vegetação decorrentes da fragmentação, pode tornar o meio inóspito para diversas espécies de organismos, ao mesmo tempo em que pode favorecer o estabelecimento de espécies características das áreas abertas (LOVEJOY *et al.*, 1994; LAURANCE *et al.*, 1998; TABARELLI *et al.*, 1998) capazes de competir com as espécies locais (as de áreas abertas não são necessariamente exóticas) e alterar as características naturais do ambiente (SCARIOT *et al.*, 2005).

O processo global de fragmentação de habitat é, possivelmente, a mais profunda alteração causada pelo homem ao meio ambiente. Muitos habitats naturais que eram quase contínuos

foram transformados em paisagem semelhantes a um mosaico, composto por manchas isoladas de habitat original. Intensa fragmentação de habitats vem acontecendo na maioria das regiões tropicais (HARRIS, 1984).

Para Harrison *et al.*, (1998) existem três principais categorias de mudanças que tem se tornado freqüentes nas Florestas do mundo:

1. a redução na área total de Floresta;
2. a conversão de Florestas, naturalmente estruturada em plantações e monoculturas Florestais;
3. a fragmentação progressiva de remanescentes de Florestas naturais em pequenas manchas, isoladas por plantações ou pelo desenvolvimento agrícola, industrial ou urbano.

### 1.4.1. Análise da Área dos Fragmentos

Um dos fatores de grande importância para avaliar as condições dos fragmentos de vegetação é quantificar sua área. Para isso foi criado um mapa para avaliar os fragmentos de acordo com sua área.

O tamanho de um fragmento pode ter efeito direto na manutenção das populações de espécies vegetais nele contidas. Quanto menor o fragmento, maior a influência dos fatores externos sobre ele, e por possuírem menor área, os fragmentos pequenos também abrigam populações menores e muitas vezes inviáveis para a manutenção de algumas espécies.

#### 1.4.1.1. Área dos Fragmentos em 1988

##### 1.4.1.1.1. Cerrado 1988

O cerrado encontrado na área de estudo está localizado no Parque das Andorinhas e forma uma área contínua e em preservação, devido aos dispositivos legais que a protegem. Em 1988, haviam 466 fragmentos de cerrado que somados totalizam 18.512,48ha ou 5,25% da área de estudo.

Desta área 93% estão representados por uma única área na classe de tamanho acima de 500 ha, e as áreas menores de 50 ha, apesar de serem 98% dos polígonos, representam apenas 4% da área de cerrado. Isto indica a pequena fragmentação do cerrado em 1988 (Tabela 2).

Tabela 2. Classes de Tamanho Cerrado (1988)

Classe (ha)	Área	%	Nº Frag	%
0a 50	804,57	4,35	461	98,93
50 a 250	411,26	2,22	4	0,86
250 a 500	0	0,00	0	0,00
>500	17.296,65	93,43	1	0,21
Total	18.512,48	100,00	466	100,00

#### 1.4.1.1.2. Floresta Estacional 1988

A Floresta Estacional em 1988 encontrava-se com 152 fragmentos, em uma área de 6.016,79ha, sendo que 140 fragmentos encontravam-se nas classes de 0 a 50 ha, representados por uma área de 473,37ha. O restante da área ocupada pela Floresta Estacional se divide nas outras classes, evidenciando uma menor fragmentação. Destaca-se a presença nesta época de quatro grandes fragmentos, maiores que 500 ha, representando mais de 70% da área desta formação vegetal, conforme Tabela 3.

Tabela 3. Classes de Tamanho – Floresta Estacional (1988)

Classes (ha)	Área	%	NºFrag	%
0a50	473,37	7,87	140	92,11
50 a 250	534,56	8,88	6	3,95
250 a 500	784,83	13,04	2	1,32
>500	4.224,03	70,20	4	2,63
Total	6.016,79	100	152	100

#### 1.4.1.1.3. Floresta Ombrófila Aberta 1988

A Floresta Ombrófila Aberta, por sua vez, encontrava-se com uma área de 81.402,76ha, composta por 2.115 fragmentos, sendo que 4.695,19ha na classe de 0 a 50ha, ou apenas 5,77 % da área, encontrava-se representado por 2.088 fragmentos, ou quase 97% do total de fragmentos. Devido a sua distribuição natural esta formação se concentrava mais na margem direita do rio Araguaia.

Apesar desta grande quantidade de fragmentos de áreas pequenas ainda podia se observar na região a presença representativa de áreas de maior porte (>500ha), que representavam mais de 87% da área ocupada por esta formação vegetal.

Tabela 4. Classes de Tamanho – Floresta Ombrófila Aberta (1988)

Classes (ha)	Área	%	NºFrag	%
0 a 50	4.695,19	5,77	2.088	96,89
50 a 250	4.567,53	5,61	43	2,00
250 a 500	931,01	1,14	2	0,09
>500	71.209,03	87,48	22	1,02
Total	81402,76	100	2155	100

#### 1.4.1.1.4. Floresta Ombrófila Aberta Aluvial 1988:

Essa formação, em função de sua localização mais restrita, apresenta uma área pequena em relação a Ombrófila Aberta. Nesta formação verificou-se uma área de 4.598,23 ha, composta por 230 fragmentos, sendo que 211 estão na classe de 0 a 50 ha representando 16,52% da área.

Na Floresta Aberta Aluvial não foram observados remanescentes com áreas superiores a 500 ha, entretanto os fragmentos com área entre 50 e 250 ha representavam neste ano mais de 74% da área total ocupada por esta formação, conforme se observa na Tabela 5.

Tabela 5. Classes de Tamanho – Floresta Ombrófila Aberta Aluvial (1988).

Classes (ha)	Área	%	Nº Frag	%
0 a 50	759,58	16,52	211	91,74
50 a 250	1661,47	36,13	13	5,65
250 a 500	2177,18	47,35	6	2,61
>500	0,00	0,00	0	0,00
Total	4598,23	100	230	100

#### 1.4.1.1.5. Floresta Ombrófila Densa 1988:

Esta formação distribui-se preferencialmente na margem esquerda do rio Araguaia. Em 1988 apresentava uma área de 97.904,49 ha, composta por 1569 fragmentos. Da mesma forma que a Floresta Aberta esta fitofisionomia era composta por um alto número de fragmentos pequenos (1.529 fragmentos na classe de 0 a 50 ha), porém representando uma pequena área espacial (3,96% da área).

As áreas maiores que 500 ha eram apenas 13, porém totalizavam mais de 91% da distribuição desta formação (Tabela 6).

Tabela 6. Classes de Tamanho – Floresta Ombrófila Densa (1988)

Classes (ha)	Área	%	Nº Fragmentos	%
0 a 50	3.874,10	3,96	1529	97,45
50 a 250	2.133,54	2,18	20	1,27
250 a 500	2.513,87	2,57	7	0,45
>500	89.382,98	91,30	13	0,83
Total	97.904,49	100	1569	100

#### 1.4.1.1.6. Floresta Ombrófila Densa Aluvial 1988:

Nesta época de análise da Floresta Ombrófila Densa Aluvial apresentava uma área de 10.087,12 ha, com 424 fragmentos, onde 94,58% dos fragmentos encontram-se nas classes de 0 a 50 ha, porém representando apenas 8,83% da área.

Como fato interessante observa-se que neste período não foram observados fragmentos inseridos na classe de 250 a 500 ha, apesar de encontrados 18 fragmentos com área entre 50 e 250 ha (15,84% da área) e 5 fragmentos com área superior a 500 ha (5,33% da área), conforme Tabela 7.

Tabela 7. Classes de Tamanho - Floresta Ombrófila Densa Aluvial (1988)

<b>Classes (ha)</b>	<b>Área</b>	<b>%</b>	<b>NºFragmentos</b>	<b>%</b>
0 a 50	890,89	8,83	401	94,58
50 a 250	1.597,69	15,84	18	4,25
250 a 500	0,00	0,00	0	0,00
>500	7.598,54	75,33	5	1,18
<b>Total</b>	<b>10.087,12</b>	<b>100</b>	<b>424</b>	<b>100</b>

A Ilustração 4 e o mapa no Apêndice 14 apresentam a distribuição espacial de todos os fragmentos por tipologia vegetal e classe de área no ano de 1988

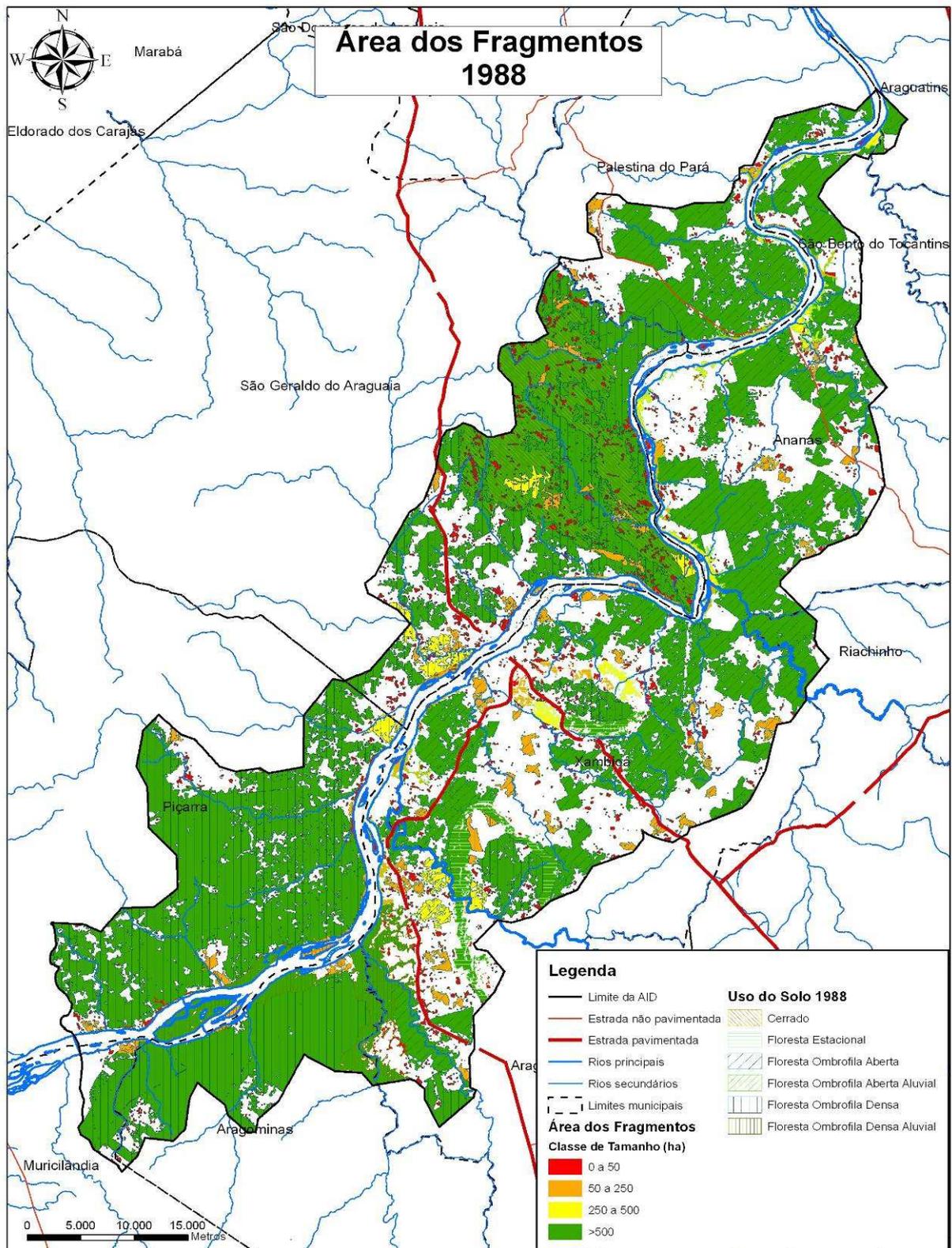


Ilustração 4. Mapa de Fragmentos por Classe de Tamanho e Tipologia Vegetal em 1988.

#### 1.4.1.2. Área dos Fragmentos em 1998

Neste item são apresentadas as análises de fragmentação das diferentes fitofisionomias avaliadas, bem como seu comparativo com o ano de 1988, com um intervalo de 10 anos.

##### 1.4.1.2.1. Cerrado 1998

Em 1998 os fragmentos de cerrado eram 537, e somados representavam 15.947,89ha. Destes 98% estavam na classe de tamanho abaixo de 50 ha, porém representam apenas 5% da área, enquanto que apenas um polígono, ou 0,19% deles, continha 92% da área total do cerrado.

Analisando-se o comparativo com o ano de 1988 observa-se uma redução nas áreas de cerrado da ordem de 2.564,59 ha, com 71 novos fragmentos, indicando que apesar de uma diminuição nas áreas de cerrado, houve pouca fragmentação durante este período (10 anos), conforme se pode observar na Tabela 7. Aparentemente as áreas de cerrados que foram comprometidas neste período se localizavam nas bordas do grande fragmento de cerrado, representado pelo Parque das Andorinhas.

Tabela 8. Classes de Tamanho – Cerrado (1998) e Comparativo com 1988

Classe (ha)	Área (ha)	%	N° Frag	%	Comparação com 1988	
					Área (ha)	N. Frag.
0a 50	807,25	5,06	530	98,70	+2,68	+69
50 a 250	437,15	2,74	6	1,12	+25,89	+2
250 a 500		0,00		0,00	0	0
>500	14.703,49	92,20	1	0,19	-2.593,16	0
Total	15.947,89	100,00	537	100,00	-2.564,59	+71

##### 1.4.1.2.2. Floresta Estacional 1998

Em 1998, área de Floresta Estacional era composta por 146 fragmentos, totalizando 7.218,17 ha. Os fragmentos de área considerada pequena (> 50 ha) somaram 137, perfazendo uma área total de apenas 372,09 ha, enquanto os maiores fragmentos representaram uma área de 6.251.07 ha.

Analisando-se o comparativo com o ano de 2008 observa-se o número de fragmentos diminuiu, porém a área ocupada pelos remanescentes aumentou cerca de 20% e o número de fragmentos da classe acima de 500 ha também aumentou, em 1 (um) polígono. Na classe dos fragmentos menores que 50 ha, o número de fragmentos diminuiu aproximadamente 2% em relação ao ano de 1988, com diminuição em área de 101,28ha (Tabela 9).

Aparentemente o que se observou com esta formação no período de 10 anos analisado foi uma redução/eliminação de fragmentos com áreas pequenas e a regeneração da vegetação nas bordas de fragmentos maiores, principalmente junto as áreas serranas, resultando, por vezes, na união destes fragmentos formando novos fragmentos maiores, e a sua elevação em classe de área, ou incorporação de áreas preexistentes com mais de 50 ha. O aumento

em área total e do número e área dos fragmentos maiores que 500 ha, juntamente com a diminuição dos fragmentos menores que 50 ha, pode indicar que houve pouca fragmentação no período de 10 anos e, conseqüentemente, aumento da vegetação da Floresta Estacional.

Tabela 9. Classes de Tamanho – Floresta Estacional (1998) e Comparativo com 1988.

Classe (ha)	Área	%	N° Frag	%	Comparação com 1988	
					Área (ha)	N. Frag.
0a 50	372,09	5,15	137	93,84	-101,28	-3
50 a 250	594,81	8,24	4	2,74	+60,25	-2
250a 500	0,00	0,00	0	0,00	-784,83	-2
>500	6.251,27	86,60	5	3,42	+2.027,24	+1
Total	7.218,17	100	146	100	+1.201,38	-6

#### 1.4.1.2.3. Floresta Ombrófila Aberta 1998

Nesta época de análise a Floresta Ombrófila Aberta apresentava uma área de 73.562,67 ha, com 3.192 fragmentos, onde 97,24% dos fragmentos encontram-se nas classes de 0 a 50 ha, porém representando apenas 9,76% da área. Os maiores fragmentos (> 500 ha) perfaziam um total de 27 fragmentos e representavam uma área de mais de 56 mil hectares, ou 76,21% da área desta fitofisionomia (Tabela 10).

Comparando-se com 1988 a área ocupada pelos remanescentes diminuiu aproximadamente 10% e o número de fragmentos da classe acima de 500 ha aumentou em cerca de 23%, enquanto que nas outras classes se observou um aumento em área e número de fragmentos. Na classe dos fragmentos menores que 50 ha, o número de fragmentos aumentou cerca de 48,5%, com aumento em área de 53%, indicando que houve intensa fragmentação na região, a partir da exploração em fragmentos com áreas maiores. Esse aumento em número e área de fragmentos menores que 50 ha e o aumento do número total de fragmentos são significativos em comparação ao ano de 1988, reforçando a observação sobre a maior fragmentação desta formação no período de 10 anos analisado.

Tabela 10. Classes de Tamanho – Floresta Ombrófila Aberta (1998) e Comparativo com 1988

Classe (ha)	Área	%	N° Frag.	%	Comparação com 1988	
					Área (ha)	N. Frag.
0a 50	7.181,45	9,76	3.104	97,24	+2.486,26	+1.016
50 a 250	4.909,20	6,67	46	1,44	+341,67	+3
250a 500	5.413,14	7,36	15	0,47	+4.482,13	+13
>500	56.058,88	76,21	27	0,85	-15.150,15	+5
Total	73.562,67	100	3.192	100	-7.804,09	+1.037

#### 1.4.1.2.4. Floresta Ombrófila Aberta Aluvial 1998

Nesta formação verificou-se uma área de 4.474,56 ha, composta por 203 fragmentos, sendo que 186 fragmentos (91,63%) estão na classe de 0 a 50 ha, representando 16,52% da área.

Na Floresta Aberta Aluvial foi observado apenas 1 remanescente com área superior a 500ha, além de 13 fragmentos com área entre 50 e 250 ha e 3 fragmentos entre 250 e 500 ha. Estes fragmentos médios (de 50 a 500 ha) representavam neste ano mais de 69% da área total ocupada por esta formação, conforme se observa na Tabela 11.

Comprando-se com o ano de 1988 a área ocupada pelos remanescentes diminuiu 123,6 ha (2,7%) e o número de fragmentos da classe acima de 500 ha teve incremento de 1 polígono, provavelmente devido a união de dois fragmentos menores, devido a regeneração natural em áreas desta formação.

Na classe dos fragmentos menores que 50 ha, o número de fragmentos diminuiu cerca de 12%, com diminuição de área de 15%. Essa queda na área de fragmentos pequenos pode ser explicada pela remoção total dessas áreas para uso agropastoril.

No contexto geral, a fragmentação desse tipo de vegetação no período de 10 anos não foi significativa, já que apesar da queda na área total houve também uma redução no número de fragmentos, da ordem de 12%, em relação a 1988. A diminuição em área pode ser explicada pela supressão total de remanescentes dessa vegetação.

Tabela 11. Classes de Tamanho – Floresta Ombrófila Aberta Aluvial (1998) e Comparativo com 1988

Classe (ha)	Área	%	Nº Frag.	%	Comparação com 1988	
					Área (ha)	N. Frag.
0a 50	647,26	14,47	186	91,63	-112,32	-25
50 a 250	1.857,57	41,51	13	6,40	+196,10	0
250 a 500	1.239,42	27,70	3	1,48	-937,76	-3
>500	730,32	16,32	1	0,49	+730,32	+1
Total	4.474,56	100	203	100	-123,66	-27

#### 1.4.1.3. Floresta Ombrófila Densa 1998

A análise da Floresta Densa indicou a presença de 1.971 polígonos, perfazendo uma área total de 89.323,63 ha. Os remanescentes com menos de 50 ha apresentam uma área de 4.966,45 ha (5,56%) e representam mais de 97 dos fragmentos remanescentes. Já os grandes maciços desta formação (>500 ha) são representados por apenas 14 polígonos, porém com mais de 78 mil ha ou 87m89% da área.

Quando comparada com 1988 a área ocupada pelos remanescentes neste ano de 1998 diminuiu aproximadamente 9% sendo que os fragmentos grandes (>500 ha e de 250 a 500 ha) tiveram um decréscimo em suas áreas. Já na classe dos fragmentos menores que 50 ha, o número de fragmentos aumentou 25,5%, com aumento de área de cerca de 28% em relação ao ano de 1988. Isto indica que a vegetação começou a se fragmentar, com a diminuição de

área nos fragmentos maiores que 250 ha, pela divisão destes, os quais foram sendo transformados em pequenos fragmentos isolados, com menor área, configurando a típica fragmentação desta fitofisionomia (Tabela 12).

Tabela 12. Classes de Tamanho – Floresta Ombrófila Densa (1998) e Comparativo com 1988

Classe (ha)	Área	%	Nº Frag	%	Comparação com 1988	
					Área (ha)	N. Frag.
0 a 50	4.966,45	5,56	1.918	97,31	+1.092,35	+389
50 a 250	3.562,96	3,99	32	1,62	+1.429,42	+12
250 a 500	2.285,52	2,56	7	0,36	-228,35	0
>500	78.508,71	87,89	14	0,71	-10.874,27	1
Total	89.323,63	100	1.971	100	-8.580,86	+402

#### 1.4.1.3.1. Floresta Ombrófila Densa Aluvial 1998:

Nesta época de análise a Floresta Densa Aluvial apresentava uma área de 9.816,32ha, com 546 fragmentos, onde 96,15% dos fragmentos encontravam-se nas classes de 0 a 50 ha, porém representando apenas 10,26% da área. Os maiores fragmentos (> 500 ha) perfaziam um total de apenas 5 fragmentos e representavam uma área de 6.757,08ha, ou 68,84% da área desta fitofisionomia (Tabela 13).

Em 1998 a área ocupada pelos remanescentes diminuiu 3,5% e o número de fragmentos da classe acima de 500 ha permaneceu o mesmo, com diminuição de área em 11%. Na classe dos fragmentos menores que 50 ha, o número de fragmentos aumentou 31% em relação ao ano de 1988. Isto indica uma maior fragmentação da Floresta Aberta, com a redução da área ocupada pelos fragmentos maiores e a ampliação da área e do número de fragmentos com áreas inferiores a 50 ha.

Tabela 13. Classes de Tamanho – Floresta Ombrófila Aberta Aluvial (1998) e Comparativo com 1988

Classe (ha)	Área	%	Nº Frag	%	Comparação com 1988	
					Área (ha)	N. Frag.
0a 50	1.007,23	10,26	525	96,15	+116,34	+124
50 a 250	1.570,17	16,00	15	2,75	-27,52	-3
250a 500	481,84	4,91	1	0,18	481,84	1
>500	6.757,08	68,84	5	0,92	-841,46	0
Total	9.816,32	100	546	100	-270,80	+122

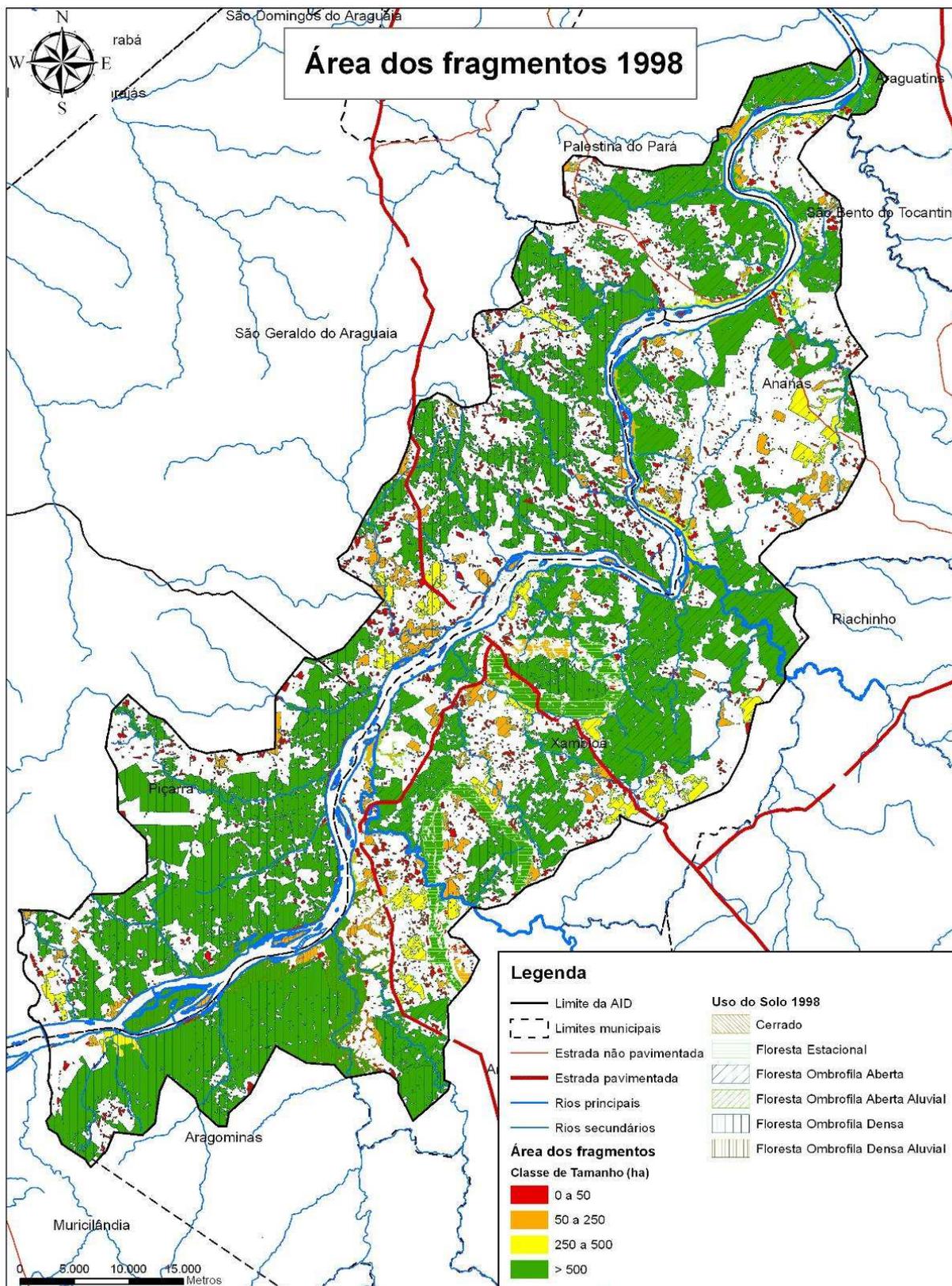


Ilustração 5. Mapa de Fragmentos por Classe de Tamanho e Tipologia Vegetal em 1998.

#### 1.4.1.4. Área dos Fragmentos em 2008

Seguindo a metodologia aplicada anteriormente neste item são apresentadas as análises de fragmentação para todas as fitofisionomias no ano de 2008, bem como seu comparativo com o ano de 1998, perfazendo um ciclo de análise de 10 em 10 anos.

##### 1.4.1.4.1. Cerrados – 2008

Em 2008 os cerrados, por estarem em sua maior parte dentro da área de preservação do Parque das Andorinhas, tiveram um aumento na sua área total, considerando-se os valores obtidos para o ano de 1998 (aumento de 8%). Apesar do número de fragmentos ter aumentado na classe dos polígonos menores de 50 ha, eles continuam a representar pouca área, enquanto que apenas um fragmento tem 94% do total da área, continuando a ser esta tipologia pouco fragmentada (Tabela 14).

Tabela 14. Classes de Tamanho – Cerrado (2008) e Comparativo com 1998

Classe (ha)	Área (ha)	%	Nº Frag	%	Comparação com 1998	
					Área (ha)	N. Frag.
0 a 50	690,79	3,99	819	99,27	-116,46	+289
50 a 250	342,98	1,98	5	0,61	-94,17	-1
250 a 500	0	0	0	0	0	0
>500	16.297,55	94,04	1	0,12	+1.594,06	0
Total	17.331,32	100,00	825	100,00	+1.383,43	+288

##### 1.4.1.4.2. Floresta Estacional – 2008

Devido à ação antrópica na região, as Florestas Estacionais sofreram um decréscimo em sua área de mais 7% em 10 anos. Houve uma grande fragmentação da vegetação, pois o número de fragmentos aumentou em 413%. As áreas menores que 50 ha foram as que tiveram maior aumento na quantidade de fragmentação, representam agora 98,51% do total, passando de 137 fragmentos para 595 (aumento de 434%). Não havia há 10 anos atrás fragmentos com área entre 250 a 500 ha, hoje esta faixa de tamanho significa 19% do total da área, enquanto os fragmentos maiores que 500ha perderam cerca de 1.378 ha (Tabela 15).

Tabela 15. Classes de Tamanho – Floresta Estacional (2008) e Comparativo com 1998.

Classe (ha)	Área (ha)	%	Nº Frag	%	Comparação com 1998	
					Área (ha)	N. Frag.
0 a 50	360,92	5,37	595	98,51	-11,17	+458
50 a 250	199,41	2,97	2	0,33	-395,40	-2
250 a 500	1.281,94	19,09	3	0,50	+1.281,94	+3
>500	4.873,02	72,57	4	0,66	-1.378,25	-1
Total	6.715,29	100,00	604	100	-502,88	+458

#### 1.4.1.4.3. Floresta Ombrófila Aberta – 2008

A Floresta Ombrófila Aberta apresentou um quadro típico de fragmentação na década analisada. Sua área de ocupação diminuiu 26%, as áreas maiores que 500 ha perderam quase 22 mil hectares, reduzindo sua área em 38%. Já o número de fragmentos aumentou 304% crescendo principalmente o número de fragmentos com áreas inferiores a 50 ha, que representavam no ano de 2008 mais de 99% de todos os fragmentos avaliados para esta formação vegetal (Tabela 16).

Tabela 16. Classes de Tamanho – Floresta Ombrófila Aberta (2008) e Comparativo com 1998.

Classe (ha)	Área (ha)	%	Nº Frag	%	Comparação com 1998	
					Área (ha)	N. Frag.
0 a 50	8.211,46	15,02	9.614	99,10	+1.030,01	+6.510
50 a 250	5.815,39	10,64	53	0,55	+906,19	+7
250a 500	6.270,53	11,47	17	0,18	+857,39	+2
>500	34.360,04	62,86	17	0,18	-21.698,84	-10
Total	54.657,41	100,00	9.701	100,00	-18.905,26	+6.509

#### 1.4.1.4.4. Floresta Ombrófila Aberta Aluvial – 2008

A área da Floresta Ombrófila Aberta Aluvial também foi reduzida no período entre 1998 e 2008, ampliando sua fragmentação. Foram desmatados mais de 1.000 ha, configurando uma redução de 24%. O número de fragmentos também diminuiu, sendo reduzido de 203 para 155, o que significa 24% de perda.

Os fragmentos menores que 50 ha continuam sendo a maioria (89,03% do total), mas devido aos desmatamentos perdeu 48 fragmentos. As áreas entre 50 e 250 ha são a maioria 57,56% do total e ganharam 705 ha no período (Tabela 17).

Em 1998 existia apenas 1 (um) fragmento com área superior a 500ha e significava 16,32% da área total, em 2008 este fragmento já não existe mais. Os fragmentos entre 250 e 500 ha também perderam cerca de 604 ha.

Tabela 17. Classes de Tamanho – Floresta Ombrófila Aberta Aluvial (2008) e Comparativo com 1998

Classe (ha)	Área (ha)	%	Nº Frag	%	Comparação com 1998	
					Área (ha)	N. Frag.
0a 50	799,44	23,66	138	89,03	+152,18	-48
50 a 250	1.945,01	57,56	15	9,68	+705,59	+2
250 a 500	634,89	18,79	2	1,29	-604,53	-1
>500	0,00	0,00	0	0,00	-730,32	-1
Total	3.379,34	100,00	155	100,00	-1.095,22	-48

#### 1.4.1.4.5. Floresta Ombrófila Densa – 2008

Seguindo os padrões já observados para as outras formações vegetais a década de 1998 a 2008 foi caracterizada pela fragmentação da Floresta Ombrófila Densa. As áreas maiores que 500 ha continuam sendo a maioria (mais de 51 mil hectares ou 77,61% da área desta fitofisionomia), contudo a área total desta vegetação diminuiu 25% perdendo 26.665 ha nos 10 anos analisados. O número de fragmentos aumentou 404%, a maioria continua sendo pequenos fragmentos (99,18%), sendo que os de área inferior a 50 ha ganharam mais de 2.654 ha de área, ou quase 6.000 fragmentos (Tabela 18).

Tabela 18. Classes de Tamanho Floresta Ombrófila Densa (2008) e Comparativo com 1998.

Classe (ha)	Área (ha)	%	Nº Frag	%	Comparação com 1998	
					Área (ha)	N. Frag.
0a 50	7.620,96	11,41	7.894	99,18	+2.654,51	+5.976
50 a 250	4.808,70	7,20	44	0,55	+1.245,74	+12
250a 500	2.527,43	3,78	6	0,08	+241,91	-1
>500	51.842,94	77,61	15	0,19	-26.665,77	+1
Total	66.800,03	100,00	7.959	100,00	-22.523,60	+5.988

#### 1.4.1.4.6. Floresta Ombrófila Densa Aluvial – 2008

A área da Floresta Ombrófila Densa Aluvial perdeu 2.584,13ha, com redução da ordem de 26%. Como em todas as demais formações vegetais avaliadas nesta década, as áreas que mais sofreram impacto foram as maiores de 500 ha (diminuíram 53% com perda de 3.155,83 ha). O número de fragmentos aumentou 125%, sendo que os fragmentos das áreas menores que 50 ha continuam sendo a grande maioria 96,78% do numero de fragmentos totais, porém sua área representa apenas cerca de 16% da área remanescente desta formação vegetal (Tabela 19).

Tabela 19. Classes de Tamanho Floresta Ombrófila Densa Aluvial (2008) e Comparativo com 1998.

Classe (ha)	Área (ha)	%	Nº Frag	%	Comparação com 1998	
					Área (ha)	N. Frag.
0a 50	1.153,17	15,94	661	96,78	+145,94	+136
50 a 250	1.696,07	23,45	16	2,34	+125,09	+1
250 a 500	781,70	10,81	2	0,29	+299,86	+1
>500	3.601,25	49,79	4	0,59	-3.155,83	-1
Total	7.232,19	100,00	683	100,00	-2.584,13	+137

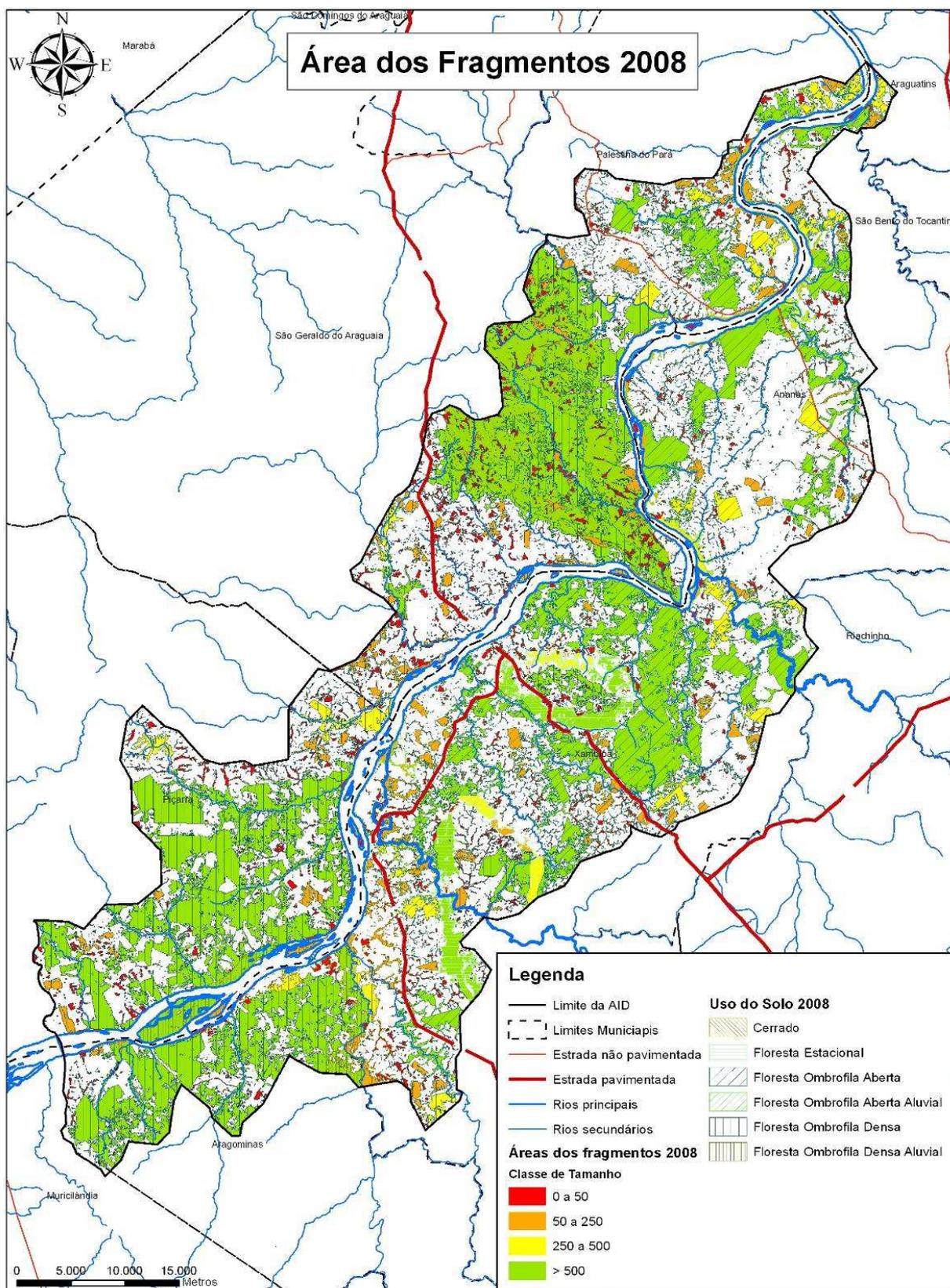


Ilustração 6. Mapa de Fragmentos por Classe de Tamanho e Tipologia Vegetal em 2008.

---

## 1.5. ÍNDICE DE BORDA

O índice de borda é a relação entre o perímetro e a área do fragmento, de forma que aqueles que apresentam formatos circulares tendem a possuir menor influência com o meio externo.

Este índice promove o agrupamento dos fragmentos de vegetação de acordo com seu grau de Vulnerabilidade Ecológica Relativa (VER) frente aos fatores intrínsecos e antrópicos e auxilia inclusive na tomada de decisões sobre prioridades e formas de manejo dos fragmentos.

A forma dos fragmentos auxilia a determinar o grau do efeito de borda atuante sobre os mesmos e a maior ou menor influência dos fatores externos sobre sua biodiversidade.

O aumento de proporção de borda em relação à área torna os fragmentos mais susceptíveis a perturbações antrópicas, como: fogo, caça, animais domésticos, espécies invasoras, exploração madeireira, etc. A primeira resposta da criação de uma borda é a modificação do microclima, que pode afetar a sobrevivência e a reprodução de algumas populações da flora e da fauna. Nas bordas, a umidade do ar e do solo diminui, enquanto que a temperatura do solo, do ar, e a incidência de luz aumentam, assim como o déficit do vapor de água e a velocidade do vento.

Posteriormente os efeitos destas alterações refletem em mudanças na vegetação, sendo que para as espécies de ciclo longo, as alterações somente podem ser avaliadas, décadas após a instalação da perturbação. A extensão dos efeitos pode variar, desde poucos metros até a área total do fragmento, dependendo principalmente de sua forma e extensão.

Portanto a forma e o perímetro dos fragmentos auxiliam na determinação do grau do efeito de borda atuante sobre os mesmos e a maior ou menor influência dos fatores externos sobre sua biodiversidade.

Os fragmentos com valores de Índice de Borda mais próximos a 1 são mais arredondados, tendendo a ser menos susceptíveis a atividades antrópicas e a ter o efeito de borda minimizado, reduzindo a interferência na dinâmica das populações locais e, deste modo, apresentando uma VER menor.

A borda pode ser definida como a zona de contato entre um habitat natural e outro antropizado. Quanto maior a proporção de borda de um fragmento, menor será sua área central, que é a área efetivamente preservada e mais similar à vegetação original da região.

### 1.5.1. Índice de Borda dos Fragmentos de Vegetação Natural– 1988

Os valores de Índice de Borda dos fragmentos em 1988, variaram de 0,03 a 0,52. O número de fragmentos e a área ocupada por cada classe podem ser observados na Tabela 20.

Na área de estudo nenhum fragmento teve índice próximo a 1, indicando que todos os fragmentos apresentaram uma alta VER, quando analisado de acordo com índice de borda.

Isto é explicado devido a forma dos polígonos serem irregulares e com a presença de ilhas internas, aumentando o efeito de borda, não só nas áreas externas, mas bem como nas áreas internas.

Observa-se ainda nesta tabela, que pouco mais de 1% dos fragmentos apresentam os menores índices de borda. Isto se evidencia porque mesmo as grandes áreas apresentam, no seu interior, diversas ilhas antrópicas que contribuem para aumentar o “efeito de borda”.

Tabela 20. Índice de Borda – 1988.

Índice de Borda	NºFrag	%	Área	%
0 a 0,1	60	1,20	110,54	0,05
0,1 a 0,2	247	4,94	28.463,82	13,03
0,2 a 0,3	472	9,45	9.814,39	4,49
0,3 a 0,4	1045	20,92	80.222,55	36,71
0,4 a 0,5	2252	45,08	69.769,48	31,93
0,5 a 0,6	920	18,41	30.141,10	13,79
Total	4.996	100	218.521,89	100

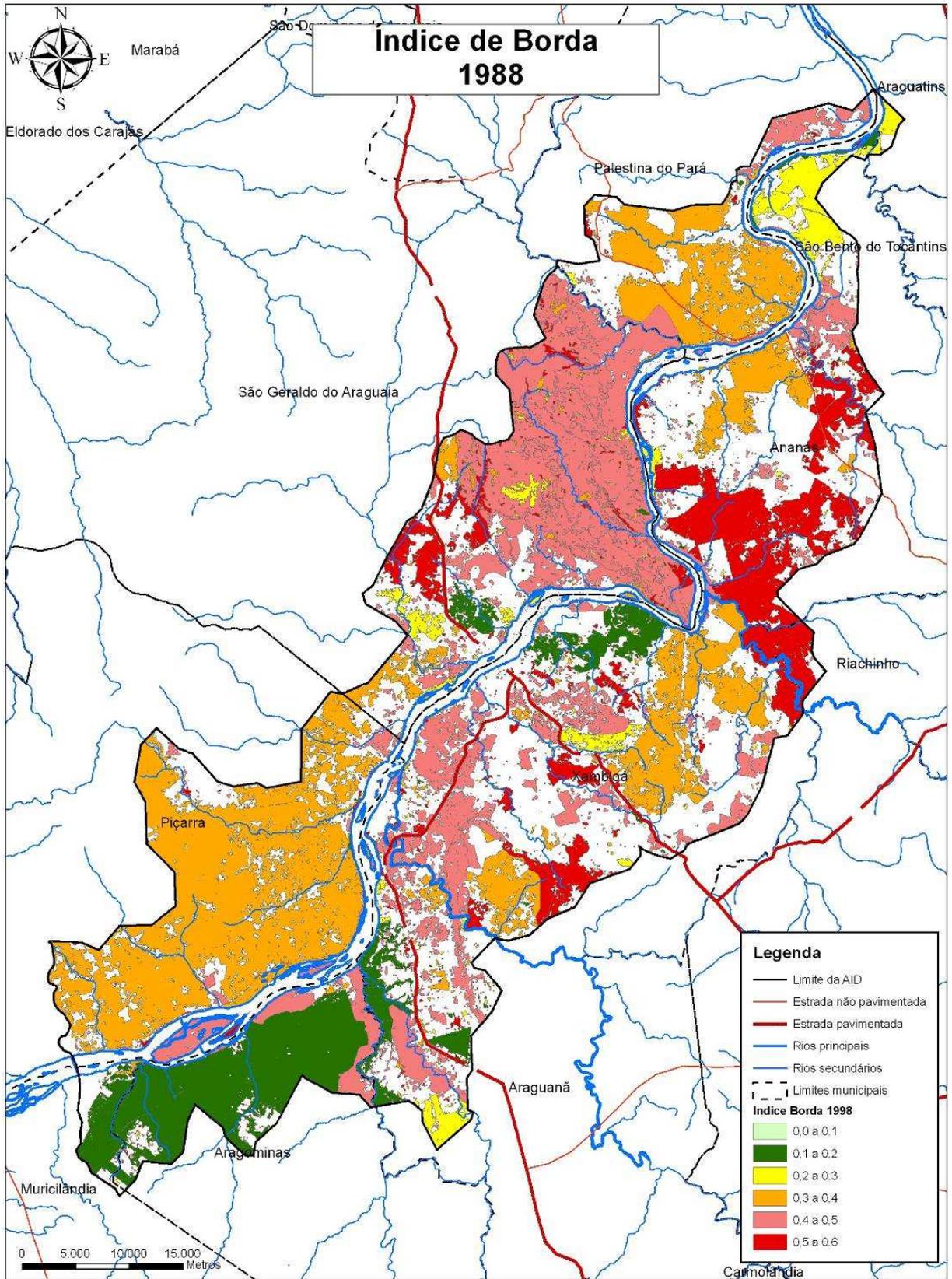


Ilustração 7. Mapa de Índice de Borda 1988.

### 1.5.2. Índice de Borda dos Fragmentos de Vegetação Natural – 1998:

Os valores de Índice de Borda dos fragmentos em 1998, variaram de 0,02 a 0,52 (valores similares a 1988). O número de fragmentos e a área ocupada por cada classe podem ser observados na Tabela 21.

Da mesma forma que para o ano de 1988, nenhum fragmento teve índice próximo a 1, indicando a elevada vulnerabilidade (VER), quando analisado de acordo com índice de borda.

Comparando-se as classes de índice de borda entre 1988 e 1998, observa-se que houve um incremento no número de polígonos analisados, porém uma redução na área total destes polígonos (maior fragmentação). No caso de número de polígonos o crescimento foi da ordem de 30%, já a área em que se observou vegetação natural diminuiu cerca de 8%

As classes em que houve maior incremento de polígonos foram as de índice de borda entre 0,5 e 0,4 e de índice de borda entre 0,5 e 0,6, que aumentaram ambas em aproximadamente 44%.

Analisando conjuntamente estes resultados com os de fragmentação, o que se pode inferir é que alguns polígonos maiores, que apresentavam ilhas internas, foram completamente divididos, reduzindo suas áreas, mas apresentando forma mais circular. Considerando-se apenas o “efeito de borda”, observa-se que o houve uma melhoria da VER (menor área ocupada pelos fragmentos), mas quando se associa este índice ao de fragmentação, nota-se uma degradação acentuada dos ambientes naturais na região de estudo.

Tabela 21. Índice de Borda – 1998

Índice de Borda	Nº Frag	%	Área (ha)	%
0 a 0,1	31	0,47	125.250,74	62,52
0,1 a 0,2	221	3,35	52.853,02	26,38
0,2 a 0,3	559	8,48	11.323,88	5,65
0,3 a 0,4	1221	18,51	5.472,30	2,73
0,4 a 0,5	3243	49,17	4.653,41	2,32
0,5 a 0,6	1320	20,02	789,89	0,39
Total	6.595	100	200.343,24	100

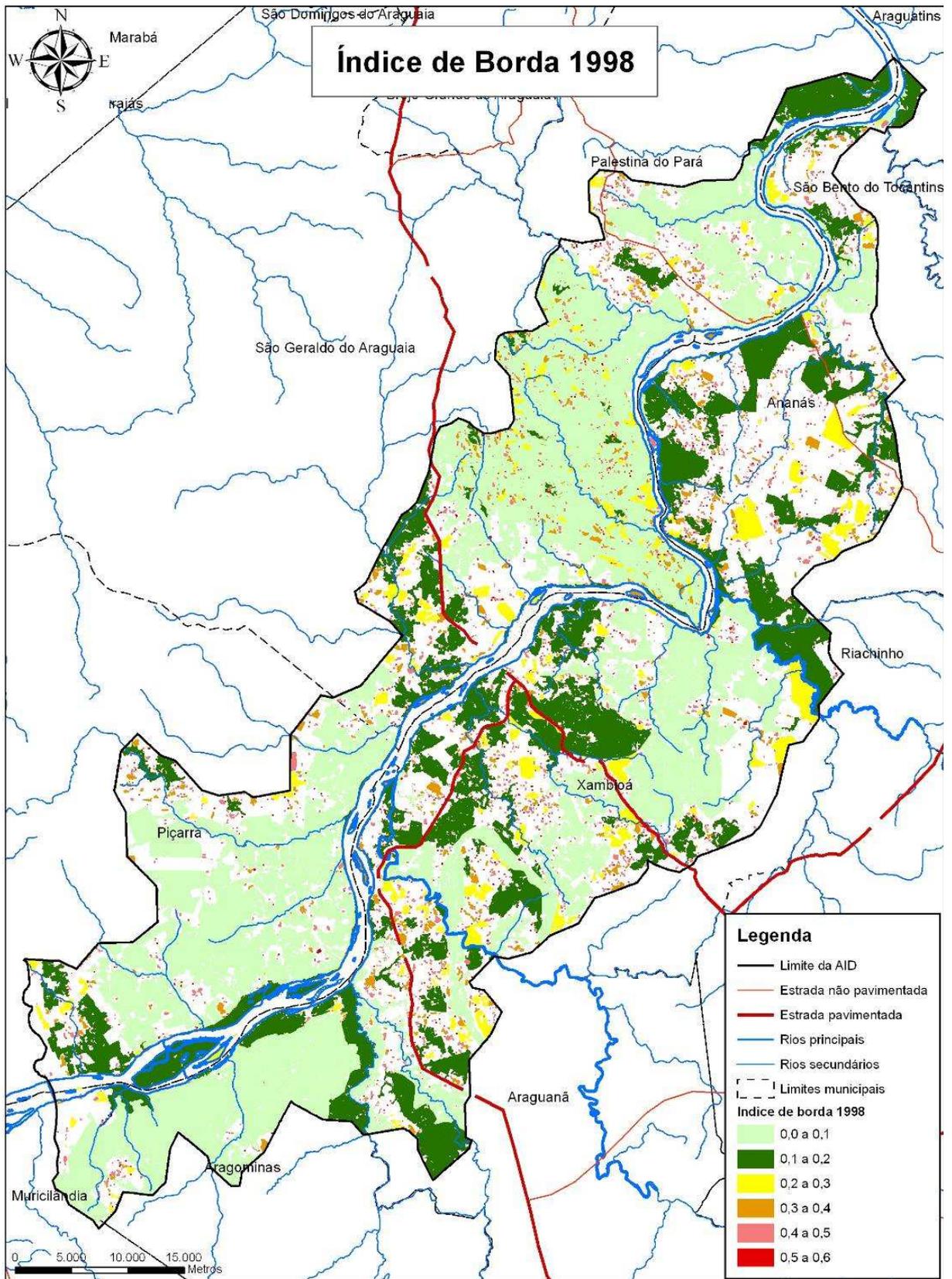


Ilustração 8. Mapa de Índice de Borda 1998.

### 1.5.3. Índice de Borda dos Fragmentos de Vegetação Natural – 2008

Da mesma forma que nas análises anteriores, os valores de Índice de Borda dos fragmentos em 2008, variaram de 0,02 a 0,52. O número de fragmentos e a área ocupada por cada classe podem ser vistos na Tabela 22.

Nesta análise se confirma a tendência anterior, com aumento do número de polígonos analisados e redução da área com cobertura vegetal natural.

Desta vez, entretanto, o destaque deve ser dado à categoria de “índice de borda” entre 0,4 a 0,5, a qual apresentou um aumento substancial (da ordem de mais de 430%) no número de fragmentos que foram calculados. Isto pode representar que os remanescentes, tiveram suas áreas reduzidas, mas a forma tornou-se mais circular. Normalmente este fato está associado a presença de polígonos muito pequenos, em que a forma se aproxima da circunferência

Tabela 22. Índice de Borda – 2008.

Índice de Borda	Nº Fragmentos	%	Área (ha)	%
0 a 0,1	54	0,27	107.555,74	68,89
0,1 a 0,2	319	1,60	27.289,53	17,48
0,2 a 0,3	912	4,58	10.651,36	6,82
0,3 a 0,4	2.955	14,83	6.070,83	3,89
0,4 a 0,5	13.946	69,99	3.937,76	2,52
0,5 a 0,6	1.741	8,74	610,36	0,39
Total	19.927	100,00	156.115,59	100,00

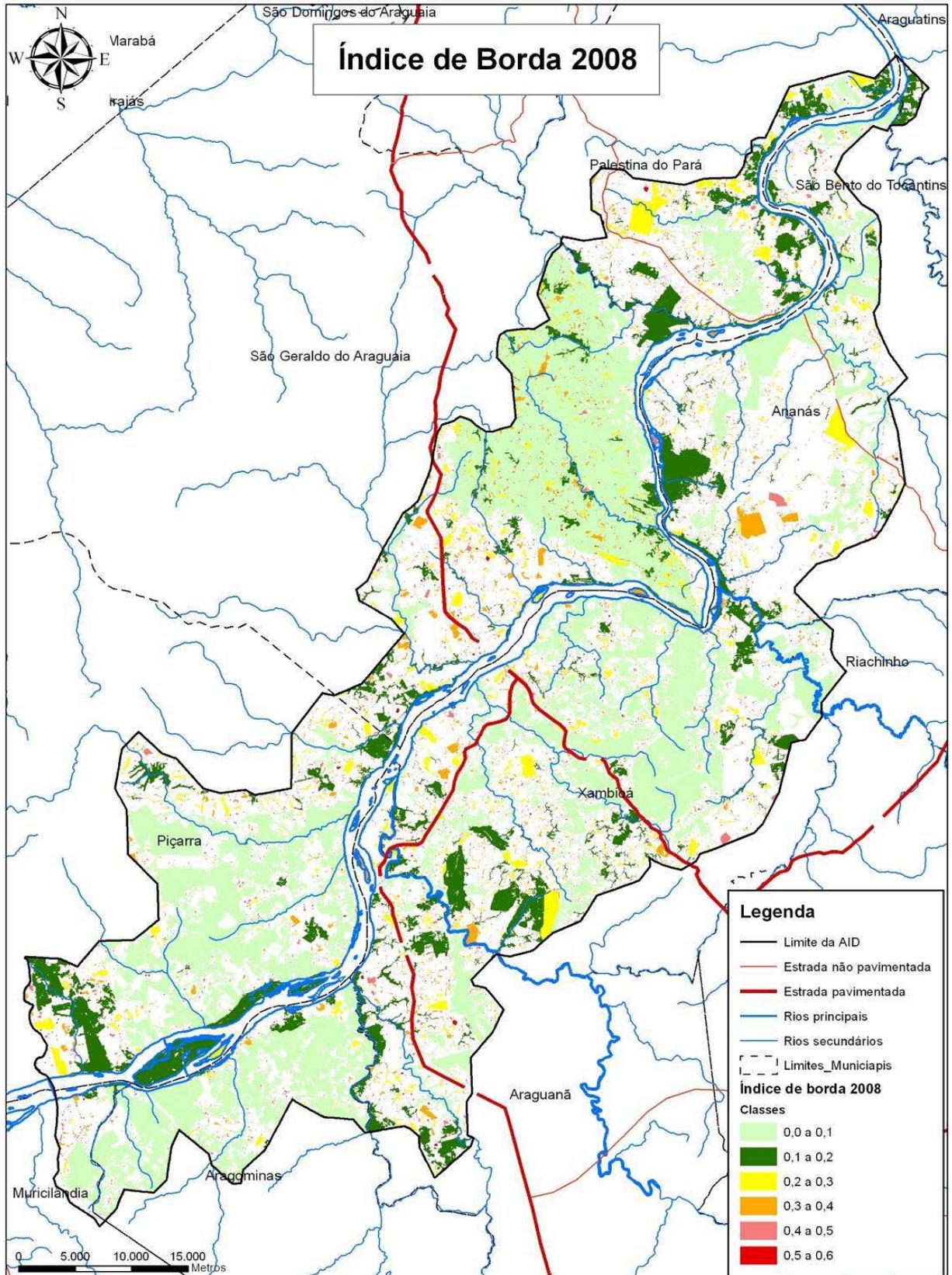


Ilustração 9. Mapa de Índice de Borda 2008.

---

## 1.6. ANÁLISE DA PAISAGEM NA AID COM A FORMAÇÃO DO RESERVATÓRIO

Para realizar análise das alterações da paisagem regional com a implantação do futuro reservatório do AHE Santa Isabel, foi comparado o uso do solo da AID sem a formação deste novo corpo de água e com sua presença.

Cada uma das tipologias vegetais descritas anteriormente para o uso do solo em 2008 foi reavaliada, considerando a redução de suas áreas pela formação do lago. Para cada uma delas foi feita uma análise de fragmentação, identificando possíveis alterações significativas nas áreas e nos tamanhos de polígonos que formaram cada formação vegetal após o enchimento do lago, bem como considerações sobre modificações nos índices do efeito de borda sobre tais formações. Estas análises podem ser observadas na Tabela 23 e Tabela 24.

A área total do Cerrado com o reservatório diminuiu 0,35 %, pois o reservatório atinge uma pequena área desta tipologia. O número total de fragmentos aumentou 0,60%. A faixa de fragmentos que sofreu modificação foi a classe dos fragmentos menores que 50 ha, esta aumentou 0,24%, as outras classes não sofreram modificação no número de fragmentos.

Percebeu-se que a Floresta Estacional não sofreu nenhuma intervenção em relação ao alagamento, pois a mesma encontra-se fora da área afetada pela formação do reservatório.

A Floresta Ombrófila Aberta teve sua área reduzida em 3,09%, assim como o número de fragmentos também sofreu redução de 2,27%.

A vegetação que mais se transformou, conforme esperado pois se trata de fitofisionomia presente em margens de corpos d'água, foi a Floresta Ombrófila Aberta Aluvial, que teve sua área total reduzida em 52,84%, onde apenas a classe com área de 250 a 500ha sofreu uma redução de 60%. O número total de fragmentos aumentou 15,76%. A classe de fragmentos menores que 50 ha ampliou sua participação para mais de 95% do total dos fragmentos.

A área da Floresta Ombrófila Densa reduziu aproximadamente 2,1%. O número de fragmentos não teve uma diminuição significativa, sendo da ordem de 0,83%.

A Floresta Ombrófila Densa Aluvial, também localizada nas margens de cursos de água, retraiu 11,51% de sua área. O número de fragmentos reduziu de 683 para 627 após o alagamento, com uma redução de 8,2%.

Tabela 23. Análise de fragmentação da AID com e sem reservatório

Fragmentação sem Reservatório					Fragmentação com reservatório				
<b>Cerrado</b>					<b>Cerrado</b>				
Classe (ha)	Área (ha)	%	N° Frag	%	Classes (ha)	Área	%	N°Frag	%
0 a 50	690,79	3,99	819	99,27	0 a 50	726,67	4,21	821	99,28
50 a 250	342,98	1,98	5	0,61	50 a 250	342,98	1,99	5	0,60
250a 500	0,00	0,00	0	0,00	250 a 500	0,00	0,00	0	0,00
>500	16.297,55	94,04	1	0,12	>500	16.201,24	93,81	1	0,12
Total	17.331,32	100,00	825	100,00	Total	17.270,88	100,00	827	100,00
<b>Floresta Estacional</b>					<b>Floresta Estacional</b>				
Classe (ha)	Área (ha)	%	N° Frag	%	Classes (ha)	Área	%	N° Frag	%
0 a 50	360,92	5,37	595	98,51	0 a 50	360,92	5,37	595	98,51
50 a 250	199,41	2,97	2	0,61	50 a 250	199,41	2,97	2	0,33
250a 500	1.281,94	19,09	3	0,00	250 a 500	1.281,94	19,09	3	0,50
>500	4.873,02	72,57	4	0,12	>500	4.873,02	72,57	4	0,66
Total	6.715,29	100,00	604	0,00	Total	6.715,29	100,00	604	100,00
<b>Floresta Ombrófila Aberta</b>					<b>Floresta Ombrófila Aberta</b>				
Classe (ha)	Área (ha)	%	N° Frag	%	Classes (ha)	Área	%	N°Frag	%
0 a 50	8.211,46	15,02	9.614	99,10	0 a 50	8.043,19	15,19	9.387	99,01
50 a 250	5.815,39	10,64	53	0,55	50 a 250	6.453,23	12,18	60	0,63
250a 500	6.270,53	11,47	17	0,18	250 a 500	5.788,73	10,93	16	0,17
>500	34.360,04	62,86	17	0,18	>500	32.680,78	61,70	18	0,19

Total	54.657,41	100,00	9.701	100,00	Total	52.965,93	100,00	9.481	100,00
<b>Floresta Ombrófila Aberta Aluvial</b>					<b>Floresta Ombrófila Aberta Aluvial</b>				
<b>Classe (ha)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>%</b>	<b>Nº Frag</b>	<b>%</b>	<b>Classes (ha)</b>	<b>Área</b>	<b>%</b>	<b>NºFrag</b>	<b>%</b>
0a 50	799,44	23,66	138	89,03	0 a 50	385,55	24,19	176	95,65
50 a 250	1.945,01	57,56	15	9,68	50 a 250	957,53	60,08	7	3,80
250a 500	634,89	18,79	2	1,29	250 a 500	250,62	15,73	1	0,54
>500	0,00	0,00	0	0,00	>500	0,00	0,00	0	0,00
Total	3.379,34	100,00	155	100,00	Total	1.593,69	100,00	184	100,00
<b>Floresta Ombrófila Densa</b>					<b>Floresta Ombrófila Densa</b>				
<b>Classe (ha)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>%</b>	<b>Nº Frag</b>	<b>%</b>	<b>Classes (ha)</b>	<b>Área</b>	<b>%</b>	<b>NºFrag</b>	<b>%</b>
0 a 50	7.620,96	11,41	7.894	99,18	0 a 50	7.548,40	11,54	7.828	99,18
50 a 250	4.808,70	7,20	44	0,55	50 a 250	4.909,90	7,51	44	0,56
250a 500	2.527,43	3,78	6	0,08	250 a 500	2.900,62	4,44	7	0,09
>500	51.842,94	77,61	15	0,19	>500	50.038,12	76,51	14	0,18
Total	66.800,03	100,00	7.959	100,00	Total	65.397,04	100,00	7.893	100,00
<b>Floresta Ombrófila Densa Aluvial</b>					<b>Floresta Ombrófila Densa Aluvial</b>				
<b>Classe (ha)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>%</b>	<b>Nº Frag</b>	<b>%</b>	<b>Classes (ha)</b>	<b>Área</b>	<b>%</b>	<b>NºFrag</b>	<b>%</b>
0a 50	1.153,17	15,94	661	96,78	0 a 50	863,84	13,50	610	97,29
50 a 250	1.696,07	23,45	16	2,34	50 a 250	1.191,37	18,62	11	1,75
250a 500	781,70	10,81	2	0,29	250 a 500	781,67	12,21	2	0,32
>500	3.601,25	49,79	4	0,59	>500	3.563,18	55,67	4	0,64
Total	7.232,19	100,00	683	100,00	Total	6.400,05	100,00	627	100,00

Comparando as classes de índice de borda da vegetação da AID com e sem o reservatório formado, observa-se que quase não houveram alterações significativas. Dentre as alterações mais relevantes está a redução de áreas dos fragmentos da classe 0 a 0,1 e a ampliação da participação, tanto em número de fragmentos como em área, das classes 0,1 a 0,2 e 0,2 a 0,3.

No que diz respeito a classes com melhores índices de borda observa-se um decréscimo em área e número de fragmentos da classe 0,4 a 0,5 e um aumento do número de polígonos e redução da área de ocupação da classe 0,5 a 0,6 (Tabela 24).

Ressalta-se novamente que a inserção do reservatório na AID pouco contribui para alterações na configuração dos índices de borda na paisagem da AID do AHE Santa Isabel.

Tabela 24. Análise do Índice de Borda na AID com e sem reservatório

Sem reservatório					Com reservatório formado				
Índice de Borda	Nº Frag	%	Área (ha)	%	Índice de Borda	Nº Frag.	%	Área (ha)	%
0a0,1	54	0,27	107.555,74	68,89	0,0a0,1	49	0,25	101.703,22	67,65
0,1a0,2	319	1,60	27.289,53	17,48	0,1a0,2	333	1,67	27.628,40	18,38
0,2a0,3	912	4,58	10.651,36	6,82	0,2a0,3	1.066	5,35	10.855,62	7,22
0,3a0,4	2.955	14,83	6.070,83	3,89	0,3a0,4	3.068	15,39	5.726,50	3,81
0,4a0,5	13.946	69,99	3.937,76	2,52	0,4a0,5	13.535	67,90	3.831,96	2,55
0,5a0,6	1.741	8,74	610,36	0,39	0,5a0,6	1.882	9,44	597,19	0,40
Total	19.927	100,00	156.115,59	100,00	Total	19.933	100,00	150.342,89	100,00

## 1.7. ANÁLISE DE FRAGMENTAÇÃO E EFEITO DE BORDA NA APP VARIÁVEL

Neste item é apresentada novamente a descrição geral da proposta de formação de uma APP variável, conforme indicado no EIA, e elaborada uma análise de fragmentação desta APP, de modo a verificar o comportamento das diferentes tipologias vegetais e dos usos antrópicos nesta área.

### 1.7.1. Critérios para definição da APP variável

#### 1.7.1.1. Incorporação de Áreas à APP prevista na Resolução CONAMA 302:

Para aplicação deste critério foram analisadas as áreas remanescentes de propriedades rurais marginais ao reservatório. Onde os remanescentes resultaram em áreas inferiores a 10 ha, esses remanescentes foram incorporados à futura APP, com o objetivo de recuperar as formações vegetais destas áreas, considerando que esses pequenos remanescentes de propriedades seriam inviáveis econômica e ambientalmente;

No limite sul do Parque das Andorinhas, onde uma pequena porção da APA São Geraldo do Araguaia ficaria inserida entre o Parque e o limite do reservatório, ampliou-se a APP até atingir os limites do Parque. Essa ampliação da APP ampliaria as defesas do Parque contra a

instalação de pequenas propriedades rurais, já que toda a área nesse limite do Parque seria de responsabilidade do empreendedor.

#### 1.7.1.2. Variação da largura da APP em áreas rurais:

Nas áreas onde o reservatório faz limite com assentamentos rurais, foi sugerida uma faixa de 30m, para que as aquisições pelo empreendedor não gerassem maiores impactos sociais sobre esses reassentamentos, seguindo princípio similar ao utilizado na Resolução CONAMA 302 para áreas urbanas.

Também foi adotada uma APP para 30 metros em locais onde a Análise Integrada, considerou os usos conformes, aplicando as definições de aptidão agrícola e capacidade de uso do solo. Esse critério foi aplicado mesmo quando se observou a utilização destas terras com pastagens (esse critério foi aplicado, mas basicamente não causou alteração na área original de 100 metros da Resolução CONAMA 302).

Neste item também foi indicado que nas áreas em que o reservatório faz limite com o Parque das Andorinhas não há necessidade de aquisição de área pelo empreendedor, pois o parque já é uma área em preservação, e não haveria propósito na aquisição, pelo empreendedor, de áreas internas ao Parque.

#### 1.7.1.3. Situação da APP em áreas urbanas

Nas áreas urbanas de São Geraldo, Xambioá e Araguaianã foi mantido o critério de APP em uma faixa de 30m, seguindo as orientações da Resolução CONAMA 302, de modo que não se observem impactos muito acentuados sobre as populações urbanas.

A Tabela 25 apresenta os quantitativos do uso e cobertura do solo na área de APP proposta para o futuro reservatório da UHE Santa Isabel, enquanto no Apêndice 15 é apresentado o Mapa desta Área de Preservação Permanente.

Como pode ser visto na Tabela 25, a futura APP compreende uma área total 6.831,39 hectares. É interessante observar o fato de que a distribuição das classes de mapeamento do uso do solo na APP segue um padrão que se assemelha muito ao verificado na AID como um todo, com o amplo predomínio das áreas abertas de pastagem (52,84 %), seguidas pelas áreas de Floresta Ombrófila Aberta e Densa (17,34% e 16,03%, respectivamente).

Como não poderia deixar de ser, já que esta APP se localiza mais distante das margens do atual rio Araguaia, as áreas de floresta aluvial apresentam áreas proporcionalmente menos significativas, haja vista sua relação direta com os ambientes ribeirinhos atuais. No caso o percentual de ocupação da Floresta Ombrófila Aberta Aluvial é de 1,33%, e da Floresta Ombrófila Densa Aluvial 7,48% da área da futura APP.

Tabela 25. Uso do Solo na Futura APP variável proposta para o AHE Santa Isabel

Tipologia	Área (ha)	%
<b>Formações Vegetais</b>		
Cerrado	137,46	2,01
Floresta Ombrófila Aberta	1.184,24	17,34

Floresta Ombrófila Aberta Aluvial	91,16	1,33
Floresta Ombrófila Densa	1.094,82	16,03
Floresta Ombrófila Densa Aluvial	511,21	7,48
Total de Formações Vegetais	3.018,89	44,19
<b>Outros Usos do Solo</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>%</b>
Areia	79,05	1,16
Corpos D'água	100,20	1,47
Pastagem	3.609,87	52,84
Rochas	0,51	0,01
Urbano	22,87	0,33
Total de Outros Usos	3.812,50	55,81
<b>Total Geral</b>	<b>6.831,39</b>	<b>100,00</b>

Os resultados obtidos nessa análise permitem perceber claramente o grau de alteração a que está sujeita a área proposta para implantação da futura APP do reservatório do AHE Santa Isabel, com predominância da classe correspondente a áreas onde se verificou a remoção da cobertura original, padrão que de resto é uma realidade para a maior parte dos ecossistemas brasileiros e motivo de intenso debate no cenário atual de discussão da gestão ambiental brasileira de uma forma geral.

Note-se, finalmente, a pouca representatividade das áreas mapeadas como “Rochas”, a exemplo do que ocorre na AID. Deve-se ter presente que esses ambientes localizam-se em áreas associadas ao rio Araguaia propriamente dito, com limitada distribuição com relação a suas áreas ribeirinhas.

### 1.7.2. Análise da Área dos Fragmentos na APP Variável:

Um dos fatores de grande importância para avaliar as condições dos fragmentos de vegetação é quantificar sua área. Para isso foi criado um mapa para avaliar os fragmentos de acordo com sua área.

O tamanho de um fragmento pode ter efeito direto na manutenção das populações de espécies vegetais nele contidas. Quanto menor o fragmento, maior a influência dos fatores externos sobre ele, e por possuírem menor área, os fragmentos pequenos também abrigam populações menores e muitas vezes inviáveis para a manutenção de algumas espécies.

#### 1.7.2.1. Área dos Fragmentos

##### 1.7.2.1.1. Cerrado

O cerrado encontrado na área de estudo está localizado no Parque das Andorinhas e forma uma área contínua e em preservação, devido aos dispositivos legais que a protegem. A análise da futura APP identificou apenas a presença de 55 fragmentos de cerrado na classe de 0 a 50 ha, que somados totalizam 137,46 ha (Tabela 26).

Tabela 26. Análise de Fragmentação do Cerrado na Futura APP

Classe (ha)	Área (ha)	%	Nº Frag	%
0 a 50	137,46	100	55	100
50 a 250	0,00	0,00	0	0,00
250a 500	0,00	0,00	0	0,00
>500	0,00	0,00	0	0,00
Total	137,46	100	55	100

#### 1.7.2.1.2. Floresta Ombrófila Aberta

A Floresta Ombrófila Aberta, apresenta uma área de 1.184,24 ha, com 682 fragmentos, sendo que 747,23 ha estão incluídos na classe de 0 a 50 ha, representando 99,27% da área desta formação.

Para esta formação não se observou fragmentos com áreas superiores a 250 ha (Tabela 27).

Tabela 27. Análise de Fragmentação da Floresta Ombrófila Aberta na Futura APP

Classe (ha)	Área (ha)	%	Nº Frag	%
0 a 50	747,23	63,10	677	99,27
50 a 250	437,01	36,90	5	0,73
250a 500	0,00	0,00	0	0,00
>500	0,00	0,00	0	0,00
Total	1184,24	100	682	100

#### 1.7.2.1.3. Floresta Ombrófila Aberta Aluvial

Essa formação por sua vez tem uma área pequena em relação a Ombrófila Aberta, com apenas 91,16 ha e 141 fragmentos. Todos os fragmentos desta formação estão na classe de 0 a 50 ha, representando 1,33% da área total da futura APP, sendo a menor área afetada (Tabela 28).

Tabela 28. Análise de Fragmentação da Floresta Ombrófila Aberta Aluvial na Futura APP

Classe (ha)	Área (ha)	%	Nº Frag	%
0 a 50	91,16	100	141	100
50 a 250	0,00	0,00	0	0,00
250a 500	0,00	0,00	0	0,00
>500	0,00	0,00	0	0,00
Total	91,16	100	141	100

#### 1.7.2.1.4. Floresta Ombrófila Densa

Esta formação está mais presente na margem esquerda do rio Araguaia, representa por uma área de 1.094,82ha com 615 fragmentos. Destes 613 fragmentos encontram-se na classe de 0 a 50 ha, representando 99,67% da área desta formação.

Apenas dois fragmentos apresentam área superior a 50 ha e nenhum tem área maior que 250 ha (Tabela 29).

Tabela 29. Análise de Fragmentação da Floresta Ombrófila Densa na Futura APP

Classe (ha)	Área (ha)	%	Nº Frag	%
0 a 50	909,08	83,04	613	99,67
50 a 250	185,73	16,96	2	0,33
250a 500	0,00	0,00	0	0,00
>500	0,00	0,00	0	0,00
Total	1094,82	100	615	100

#### 1.7.2.1.5. Floresta Ombrófila Densa Aluvial

A Floresta Ombrófila Densa Aluvial apresenta uma área de 511,21 ha, com 128 fragmentos, sendo que 128 destes encontram-se na classe de 0 a 50 ha, representando 41,70% da área desta formação e 97,71% em relação os fragmentos (Tabela 30).

Tabela 30. Análise de Fragmentação da Floresta Ombrófila Densa Aluvial na Futura APP

Classe (ha)	Área (ha)	%	Nº Frag	%
0 a 50	213,17	41,70	128	97,71
50 a 250	298,04	58,30	3	2,29
250a 500	0,00	0,00	0	0,00
>500	0,00	0,00	0	0,00
Total	511,21	100	131	100

#### 1.7.2.1.6. Pastagem

Diferentemente da análise das formações vegetais, a avaliação das áreas de pastagens tem por objetivo identificar áreas que possam sofrer processos de recuperação vegetal após a formação da futura APP de Santa Isabel.

Assim, a presença de pequenos fragmentos, cercados por áreas de vegetação natural, permitem maiores chances de sucesso para a recuperação da vegetação, através de técnicas de indução à regeneração natural, já que as áreas florestadas podem fornecer um bom banco de sementes para início dos processos naturais de sucessão vegetal.

As áreas de pastagens na futura APP totalizam 3.609,87 ha, sendo que 1.871,82ha (51,85% das pastagens) encontram-se na classe de 0 a 50 ha com 871 fragmentos representando 98,42% em relação ao total de fragmentos observados.

Também verificou-se a presença de 12 fragmentos componentes da classe de 50 a 250 ha, perfazendo uma área total de 982,82 ha

Dos dois fragmentos que se encontram na classe de 250 a 500 ha, um deles, com uma área de 488 ha, situa-se nos limites do Parque das Andorinhas e foi proposto para incorporar a futura APP de modo a proteger os limites desta unidade de conservação (Tabela 31).

Tabela 31. Análise de Fragmentação das Áreas de Pastagens na Futura APP

Classe (ha)	Área (ha)	%	Nº Frag	%
0 a 50	1871,82	51,85	871	98,42
50 a 250	982,82	27,23	12	1,36
250a 500	755,23	20,92	2	0,23
>500	0,00	0,00	0	0,00
Total	3609,87	100	885	100

#### 1.7.2.1.7. Áreas Urbanas

Essa tipologia está representada pelas áreas das cidades de Xambioá, São Geraldo e Araganã, com área de apenas 22,87 ha, composta por 16 fragmentos da Classe de 0 a 50 ha (Tabela 32).

Tabela 32. Análise de Fragmentação das Áreas Urbanas na Futura APP

Classe (ha)	Área (ha)	%	Nº Frag	%
0 a 50	22,87	100,00	16	100
50 a 250	0,00	0,00	0	0,00
250a 500	0,00	0,00	0	0,00
>500	0,00	0,00	0	0,00
Total	22,87	100	16	100

## 1.8. CONCLUSÕES

Os resultados desta análise da paisagem na Área de Influência Direta do AHE Santa Isabel indicam que o processo de fragmentação da cobertura vegetal natural na região se intensificou nos últimos 10 anos, pela ampliação da fronteira agrícola e, principalmente, pela substituição de áreas de cerrado e florestas por áreas de pastagens.

Nos dois períodos analisados (entre 1988/1998 e 1998/2008) houve uma redução da cobertura vegetal natural e uma grande fragmentação dos remanescentes vegetais, além da conversão de extensas áreas contínuas de ambientes naturais, em pequenos remanescentes cercados por grandes áreas com atividades antrópicas.

Os resultados apresentados na análise do índice de borda, se analisados de forma descuidada e isolada podem levar a conclusões equivocadas sobre a vulnerabilidade dos fragmentos. Observa-se que fragmentos pequenos estão em classes menos vulneráveis, enquanto outros bem maiores estão em classes mais vulneráveis. Portanto, estes resultados isolados são insuficientes para um diagnóstico da situação dos mesmos. Isto ocorre devido ao grande número de pequenos remanescentes na área, que por terem formas mais arredondadas, são indicados em classes de menor efeito de borda. Assim, este indicador deve sempre ser analisado em conjunto com o indicador de tamanho das áreas.

No entanto, verificou-se que, embora as condições atuais de conservação da vegetação não sejam as mais adequadas ainda existem, na região, remanescentes representativos da situação original, além de uma Unidade de Conservação, os quais devem ser urgente e prioritariamente, manejados e conservados. Estes remanescentes se localizam prioritariamente na porção sul da área de análise, em ambas as margens do rio Araguaia.

A inserção do futuro reservatório do AHE Santa Isabel sobre os usos do solo de 2008 da AID não alterou substancialmente os índices de fragmentação e de efeito de borda na região de influência direta do empreendimento.

Já as análises realizadas para a futura APP, indicam que cerca de 3.000ha (44% da área proposta) ainda são recobertos por formações vegetais naturais, que podem auxiliar a manter a diversidade florística nesta área. Destaca-se, entretanto, a presença de mais de 3.600 ha de pastagens na área proposta para futura APP, que deverão sofrer intervenções para recuperação vegetal.