

ESTUDOS DA FRAGMENTAÇÃO DA PAISAGEM NA DEFINIÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BURANHÉM

Studies of landscape fragmentation in the definition of priority areas for environmental recovery of buranhém river watersheed

Dayse Gomes de Azevedo*
Ronaldo Lima Gomes**
Maria Eugênia Bruck de Moraes**

***Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC**
Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente
Rodovia Jorge Amado, Km 16 – Campus Soane Nazaré de Andrade – Ilhéus, Bahia, Brasil – CEP: 45662-900
daysezevedo@yahoo.com.br

****Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC**
Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais
Rodovia Jorge Amado, Km 16 – Campus Soane Nazaré de Andrade – Ilhéus, Bahia, Brasil – CEP: 45662-900
rlgomes@uesc.br
eugeniabruck@hotmail.com.br

RESUMO

O presente trabalho tem o objetivo de identificar áreas prioritárias para recuperação ambiental na bacia hidrográfica do Rio Buranhém (BHRB), a partir da análise das características dos atributos físico-ambientais e de uso e ocupação do solo da bacia, aliada a análise da fragmentação florestal obtida a partir da utilização de conceitos e métricas da Ecologia da Paisagem. Para tanto a metodologia adotada inicialmente consolidou, em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), as informações dos atributos físico-ambientais a exemplo de formas de relevo, substrato rochoso e solos, e de uso e ocupação do solo, obtidas através de informações de modelo digital do terreno e de sensores remotos. Com o entendimento da distribuição dos atributos físico-ambientais na bacia, foi possível definir 10 unidades geoambientais homogêneas. Em seguida, em ambiente SIG, utilizando as métricas da Ecologia da Paisagem, foram analisados os fragmentos florestais em toda a área da bacia, incluindo a análise de suas características individuais em cada uma das 10 unidades geoambientais mapeadas e em APP – Áreas de Preservação Permanente. Os resultados encontrados atestam o cenário em que a BHRB está ocupada predominantemente por áreas de pastagens e apenas 18,44% de remanescentes florestais, que se encontram, em grande parte da bacia, fragmentados com dimensões variando entre 3 a 10ha e com formas irregulares devido ao processo de ocupação. Por fim, para cada uma das unidades geoambientais mapeadas foram elencadas áreas favoráveis a recuperação ambiental, com destaque para as APP de faixa marginal a corpos d'água e nascentes, em virtude do seu uso intensificado por pastagens, devendo ser priorizadas a fim de contribuir para uma maior conectividade dos fragmentos florestais.

Palavras-chave: Fragmentação Florestal. Mapeamento Geoambiental. Áreas de Preservação Permanente.

ABSTRACT

This study aims to identify priority areas for environmental restoration in the Buranhém River Watersheed (BRW), from the analysis of the characteristics of physical and environmental attributes and land use cover of the watersheed, combined with analysis of forest fragmentation obtained from the use of concepts and metrics of landscape ecology. For both the methodology adopted initially consolidated in a Geographic Information System (GIS) the information of the physical and environmental attributes the example of landforms, soils and bedrock, and land use cover obtained through digital terrain model and remote sensing. With an understanding of the distribution of physical and environmental attributes in

the watershed, it was possible to define 10 geoenvironmental units. Then, in a GIS environment, using the metrics of landscape ecology, forest fragments were analyzed throughout the BRW area, including analysis of their individual characteristics in each of the 10 units mapped and PPA - Permanent Preservation Areas. The results attest to the scenario in which BRW is occupied predominantly by grazing areas and only 18.44% of remaining forests, which lie largely in the watershed, fragmented with dimensions ranging from 3 to 10ha and with irregular shapes due the settlement process. Finally, for each of the mapped areas favorable geoenvironmental units were listed environmental remediation, especially associated a PPA, because of its intensified by pasture use and must be prioritized in order to contribute to greater connectivity of forest fragments.

Keywords: Forestry fragmentation. Geoenvironmental Mapping. Permanent Preservation Areas.

1 INTRODUÇÃO

Desde épocas remotas o homem tem agido como agente modificador do ambiente em que habita, destacando, entre as principais causas dessa transformação, o uso desordenado do solo que, conseqüentemente, intensifica o processo de fragmentação da cobertura vegetal natural (DEAN, 1997). Nesse contexto, tendo a bacia hidrográfica como uma unidade de planejamento, é imprescindível conhecer as suas formas de uso do solo e de cobertura vegetal, bem como a dinâmica de transformação de sua paisagem. Estas transformações podem ser avaliadas sob diferentes pontos de vista no contexto da ecologia da paisagem, a fim de garantir a manutenção da estrutura, ou seja a relação espacial entre os diferentes elementos do ecossistema e dos processos fundamentais para a manutenção da qualidade ambiental.

De forma geral, a fragmentação dos remanescentes florestais em uma bacia hidrográfica contribui para a diminuição de sua qualidade ambiental, marcada pela intensificação de processos erosivos e pela perda de qualidade da água, e que por sua vez, é ocasionada principalmente pelo desmatamento e falta de cobertura vegetal adequada.

No contexto do presente trabalho, a região onde se encontra a BHRB – Bacia Hidrográfica do Rio Buranhém destaca-se como um dos polos de desenvolvimento do Estado da Bahia, abrangendo áreas dos municípios de Guaratinga, Eunápolis e Porto Seguro. Os remanescentes florestais que compõem a BHRB vêm sofrendo considerável degradação ambiental devido à substituição da cobertura vegetal original por monoculturas e pastagens. Atualmente, a BHRB apresenta apenas 18,5% de cobertura vegetal natural em diferentes estádios sucessionais. Em decorrência dessas modificações, o processo de fragmentação florestal se intensifica interferindo na dinâmica natural dos atributos ambientais, a exemplo, de reflexos na qualidade da água e processo erosivos, especialmente em áreas consideradas prioritárias para conservação. Soma-se a este cenário, principalmente nas áreas urbanizadas, o lançamento de resíduos oriundos de esgotos domésticos e industriais na rede de drenagem.

Assim, a utilização dos conceitos da Ecologia da Paisagem pode contribuir, para o entendimento da modificação no ambiente, permitindo determinar os efeitos da fragmentação e definir áreas prioritárias para recuperação, tais como áreas com importância biológica e com prioridades de conservação, a fim de resgatar a qualidade ambiental dos ecossistemas presentes na BHRB.

Do exposto, este trabalho possui o objetivo de identificar áreas prioritárias para recuperação ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Buranhém a partir da análise dos atributos físico-ambientais, da fragmentação dos remanescentes florestais e das formas de uso e ocupação do solo presentes. Para tanto, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:- Elaborar, em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas, um banco de dados digital da área contendo informações dos atributos físico-ambientais, a exemplo, de características do substrato rochoso, solos e relevo;- Atualizar o mapeamento de uso e ocupação do solo a partir da consolidação de mapeamentos anteriormente realizados; - Analisar a fragmentação dos remanescentes florestais e as características dos seus fragmentos utilizando métricas da paisagem; - Delimitar as Áreas de Preservação Permanente - APP

da bacia e analisar a atual situação de uso das mesmas e, - Definir áreas prioritárias para a recuperação ambiental em APP degradada.

2 O CONHECIMENTO DO PROBLEMA

A bacia hidrográfica pode ser definida, de forma ampla, como uma unidade de básica de planejamento em que se consideram todos os elementos bióticos e abióticos presentes na sua área de abrangência (Oliveira, 2002). Considerando que a referida área geográfica é uma ótima unidade de gestão (GUERRA; CUNHA, 1996), podem-se resgatar, nos princípios da Ecologia da Paisagem, os meios para compreender as transformações que ocorrem no espaço, observando a interdependência dos atributos bióticos e abióticos.

Primordialmente, a Ecologia da Paisagem era definida como o estudo dos relacionamentos físico-biológicos que conduzem às diferentes unidades espaciais de uma região (LORINI; PERSON, 2001), conceito este idealizado por Carl Troll, em 1935. A partir daí, foram surgindo novos conceitos, dentre os quais se destaca aquele que enfatiza três características da paisagem: estrutura, que é a relação espacial entre diferentes ecossistemas ou elementos presentes; função, relacionada à interação entre os elementos espaciais; e as mudanças, isto é, as alterações na estrutura e na função de mosaicos ecológicos ao longo do tempo (FORMAN; GODRON, 1986 e TURNER e CARPENTER, 1989).

Com relação à fragmentação florestal, pode-se dizer que tem sido o principal efeito das alterações causadas pelo homem, embora, segundo Constantino et al. (2003), existam também fragmentos produzidos por processos naturais (flutuações climáticas, heterogeneidade de solos, topografia, dentre outros), os quais são utilizados como modelos para estudos e/ou considerados prioritários para conservação devido à presença de espécies endêmicas.

Na região do Sul da Bahia, já foram realizados estudos com base na análise da fragmentação da paisagem, a exemplo de Moraes et al. (2012), que apresenta a fragmentação da paisagem na Bacia Hidrográfica do Rio Almada, composta pela matriz de cabruca, sistema agroflorestal tradicional da região, o qual maneja culturas à sombra das árvores nativas da mata atlântica.

O fragmento é o elemento básico que forma a paisagem e pode ser definido como uma superfície não-linear que difere aparentemente de outras ao seu redor e está sempre dentro de uma matriz, isto é, uma área de entorno que possui uma estrutura e composição de espécies diferentes. Vale ressaltar que a matriz é o elemento que tem domínio ou controle sobre a dinâmica da paisagem (SANTOS, 2004). Na área da BHRB, a paisagem é bastante homogênea, predominando a pastagem como sua matriz, conforme constatado no Monitoramento independente da cobertura florestal das bacias setentrionais do extremo sul da Bahia (RIBEIRO, 2012).

No presente artigo, a fim de identificar os fragmentos florestais da BHRB, serão utilizadas as ferramentas do SIG (Sistema de Informação Geográfica), que permitem a manipulação de modelos e dados reais. Dessa forma, poderão ser definidas áreas prioritárias para recuperação ambiental das unidades identificadas na bacia.

3 MÉTODOLOGIA ADOTADA

A Bacia Hidrográfica do Rio Buranhém – BHRB abrange parte do extremo sul do Estado da Bahia e leste de Minas Gerais, com uma área de 2.504,83 km². Possui suas principais nascentes localizadas no município de Santo Antônio de Jacinto, na Serra dos Aimorés, em Minas Gerais. Conhecido também como Rio do Peixe, percorre cerca de 30,5 km no território mineiro e 215,5 km na Bahia (Figura 1). Sua área confronta as bacias do rio Jequitinhonha, a oeste e ao norte, com a dos rios João de Tiba e dos Mangues, ao norte, com a dos rios Jucuruçu, Caraíva e do Frade, ao sul, e com o Oceano Atlântico ao leste. No estado da Bahia, o Rio Buranhém é responsável pelo abastecimento de água dos municípios de Guaratinga, Eunápolis e Porto Seguro perfazendo uma população abastecida superior a 250 mil habitantes (IBGE, 2007).

Figura 1 – Localização da área em estudo

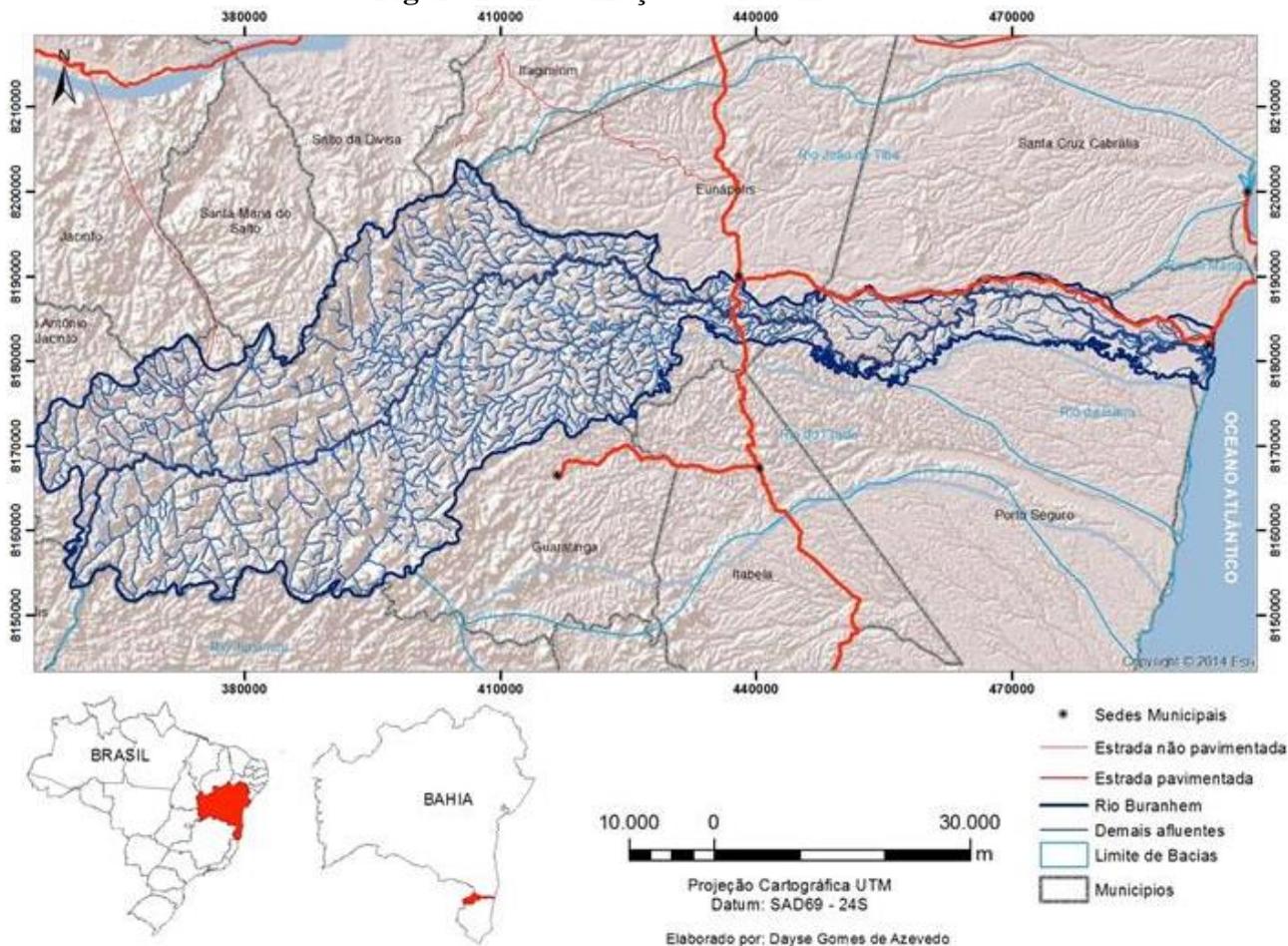
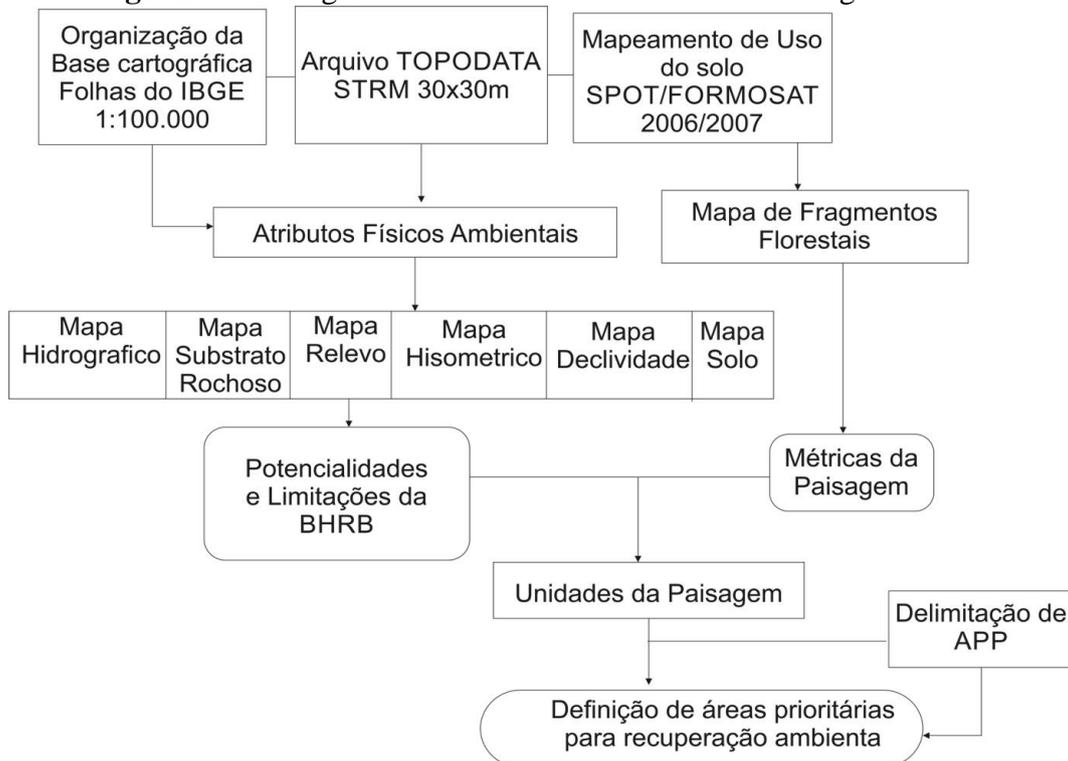


Figura 2 – Fluxograma de atividades conforme metodologia adotada



Para a análise dos fragmentos florestais, utilizou-se a extensão gratuita do *ArcGis 10.1*, o *Patch Analyst 5.0*, que calcula as métricas referente à área, tamanho, forma, borda e proximidade. As medidas extraídas foram tabuladas em planilhas e seus resultados apresentados na forma de tabelas e gráficos.

Para a análise integrada da BHRB foi feita a delimitação de unidades geoambientais definidas com base nas formas de relevo. Em seguida, para cada unidade geoambiental mapeada foram calculadas as métricas da paisagem a fim de identificar as interveniências das características do meio físico com as características dos fragmentos.

Ainda com base na análise integrada da paisagem da BHRB, tornou-se possível definir as áreas prioritárias para recuperação ambiental, através do delineamento das áreas de Preservação Permanente, com base no Código Florestal Lei 12.651 de 25 de maio de 2012.

4 ASPECTOS FÍSICO-AMBIENTAIS DA ÁREA EM ESTUDO

Este item possui o objetivo de caracterizar os diferentes atributos físico-ambientais e de uso e ocupação do solo na área em estudo tendo em vista o conhecimento da interveniência destes atributos nas características e distribuição dos fragmentos mapeados. Neste contexto, a bacia estudada possui uma intensa diversidade de tipos de substrato rochoso, cobertura de solos e relevo. Tal diversidade contribui, também, para uma variedade de formas de uso e ocupação do solo, interferindo, dessa forma, na dinâmica do processo de fragmentação florestal na área. As Figuras 3 a 5 sintetizam a diversidade dos atributos do meio físico na BHRB.

Figura 3 – Classes de hipsometria da BHRB

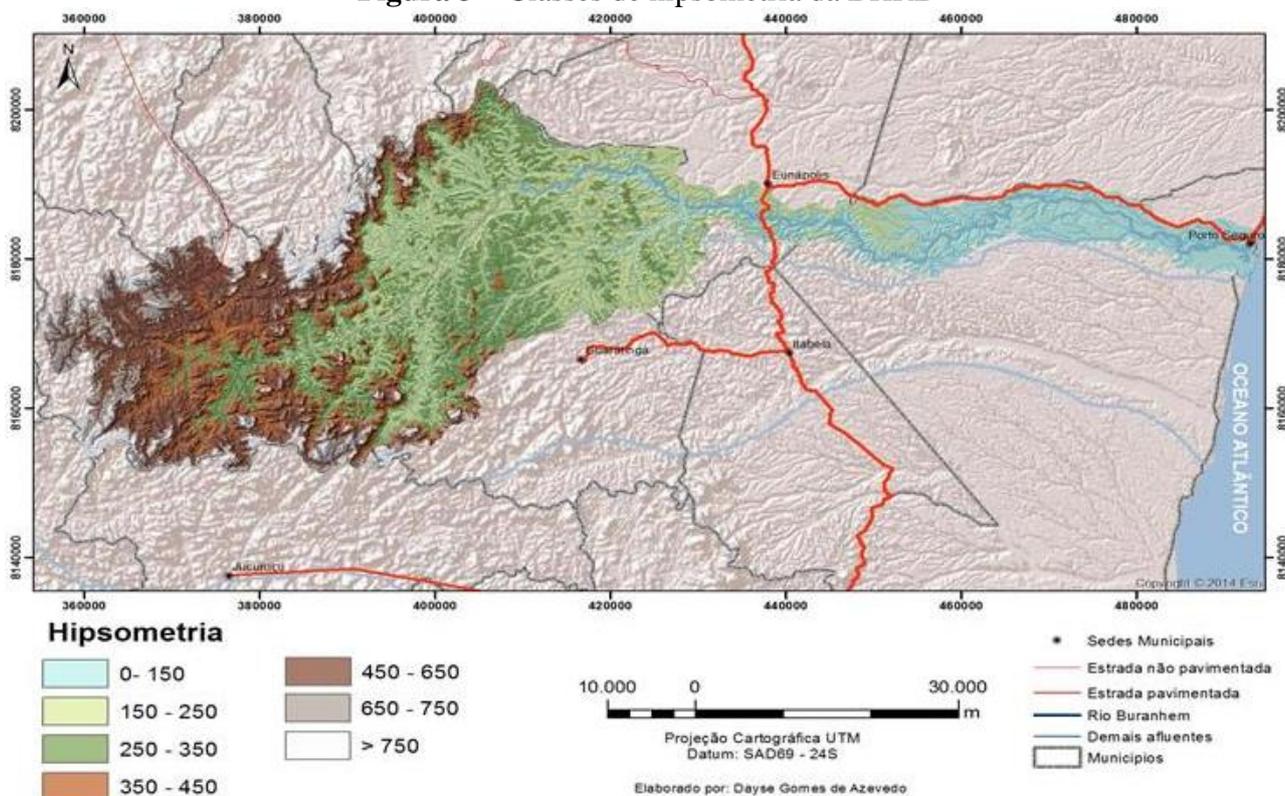
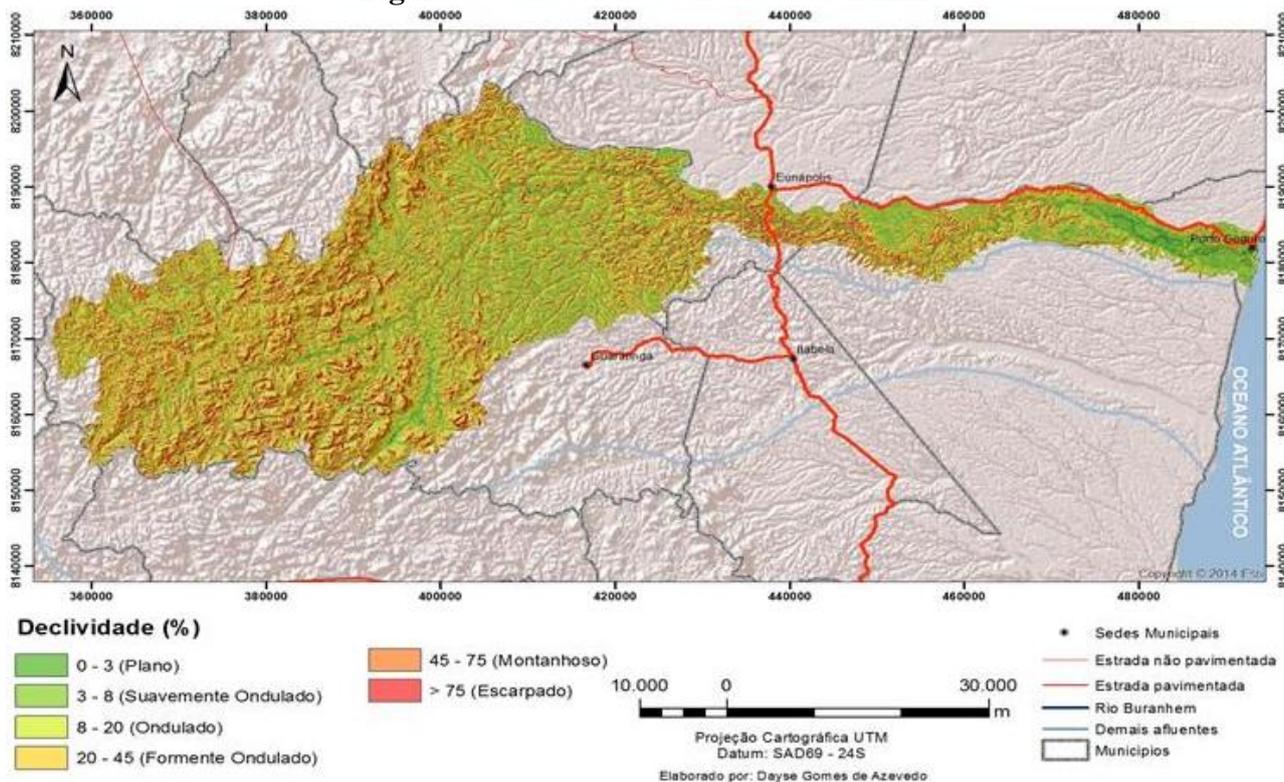
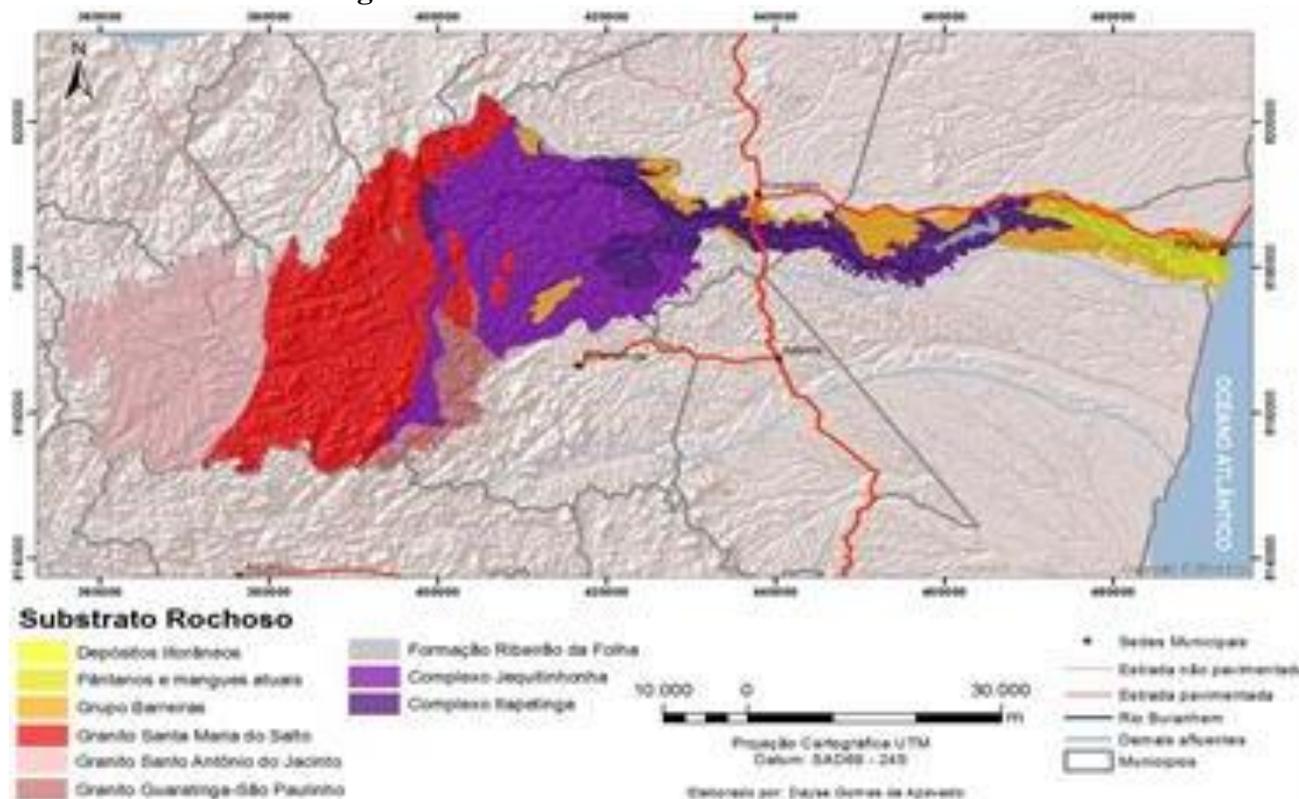
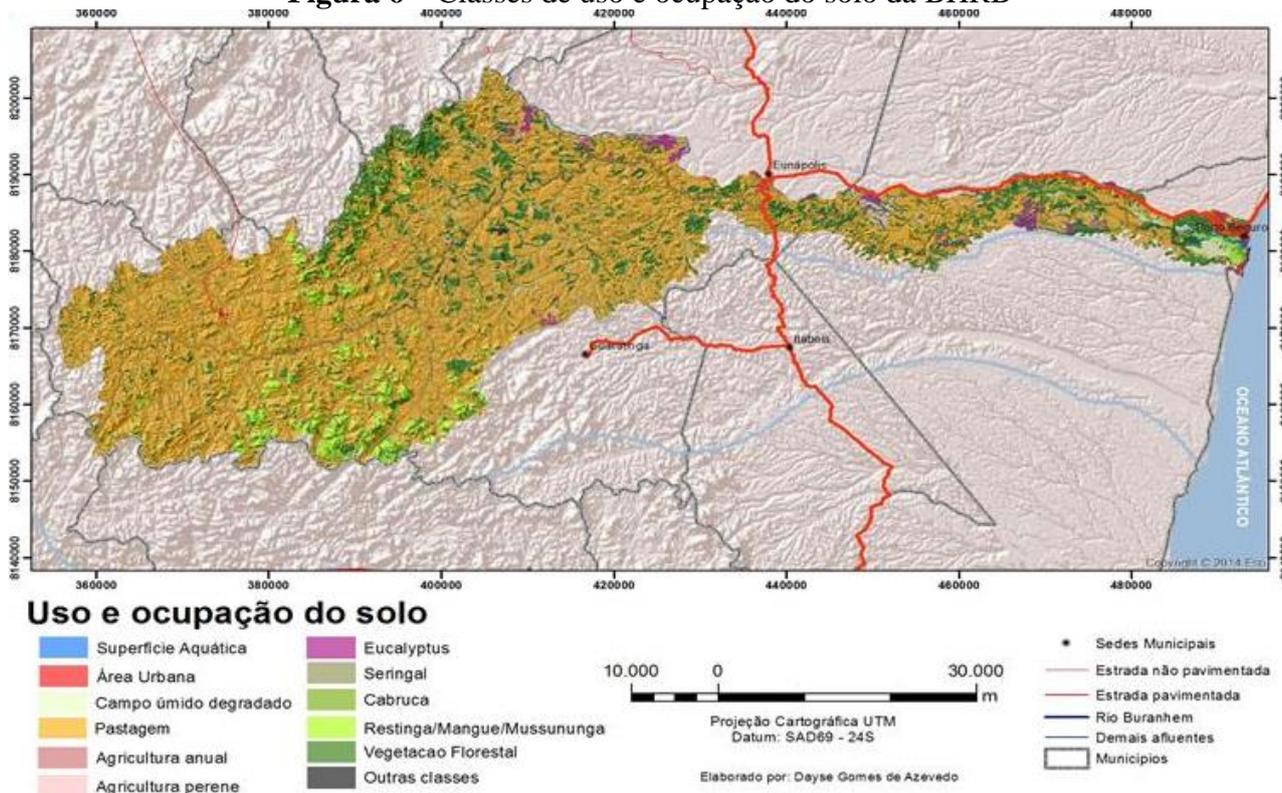


Figura 4 – Classes de declividade da BHRB**Figura 5 – Classes de substrato rochoso da BHRB**

Com relação à distribuição das classes de uso e ocupação do solo, analisando a Figura 6, percebe-se que a bacia se encontra bastante fragmentada, o que se destaca pelo alto percentual de áreas de pastagem. Os remanescentes florestais se concentram principalmente na parte oeste da bacia.

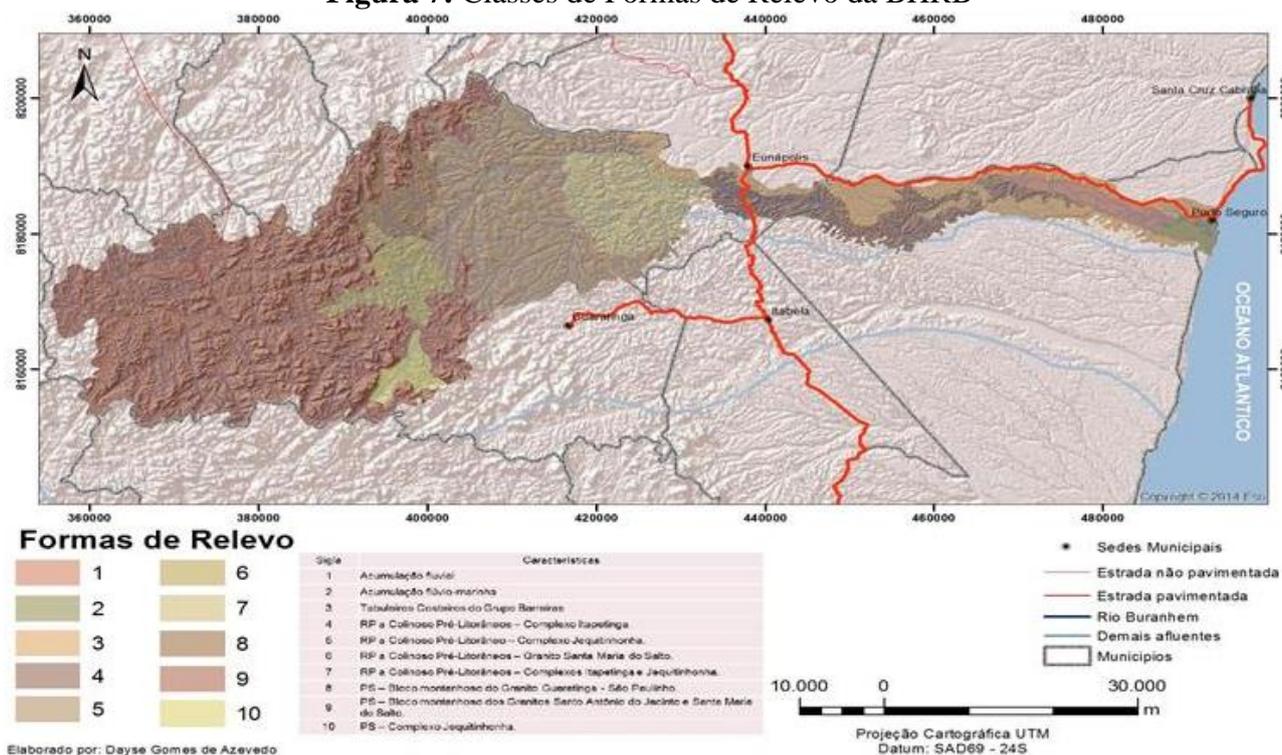
Figura 6 – Classes de uso e ocupação do solo da BHRB



Fonte: Geoatlântica, 2011

São nessas áreas que se localizam os Planaltos Soerguidos – Bloco de Santo Antônio do Jacinto e a unidade litológica do Granito de Santa Maria do Salto (Figura 7), áreas que apresentam relevo ondulado e boa drenagem, o que mantém os remanescentes florestais existentes. Percebe-se que na parte mais fina da bacia os fragmentos se concentram às margens do rio.

Figura 7: Classes de Formas de Relevo da BHRB

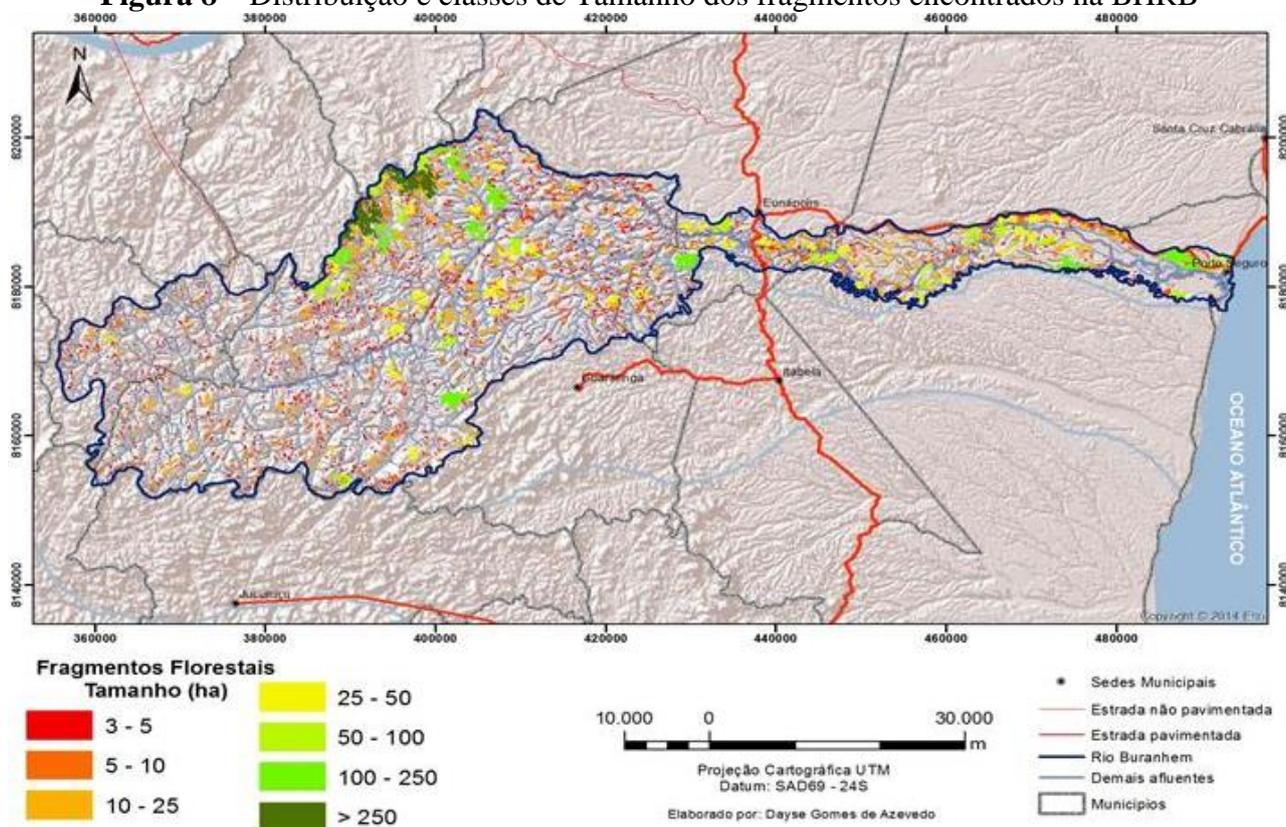


As cabruças não são áreas dominantes na bacia, mas se localizam principalmente nas proximidades do rio Buranhém, especificamente nas áreas dos Tabuleiros Costeiros. As culturas de Eucalipto são poucas e se concentram na parte norte do limite da bacia. Quanto às pastagens, praticamente em quase toda a sua extensão ela se destaca, sendo assim a matriz desta paisagem.

5 ANÁLISE DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL

O mapeamento das áreas florestais contabilizou 1.923 fragmentos, de diferentes tamanhos (Fig.8) que recobrem 423,82 km², o equivalente a 18,44% de toda a bacia. A análise da fragmentação florestal da BHRB apresenta-se resumida na Tabela 3. Depreende-se da Tabela 3 que os fragmentos da Classe 2 (5-10ha) possuem maior representatividade, com 29,02% do número total de fragmentos, seguido pelas classes 1 (3-5 ha) e 3 (10 -25ha), com 27,72% e 24,34%, respectivamente. Por outro lado, os fragmentos de dimensões maiores que 25ha contabilizam, juntos, 18,92% do total de fragmentos.

Figura 8 – Distribuição e classes de Tamanho dos fragmentos encontrados na BHRB



Quando analisado o tamanho médio da mancha de fragmento em cada classe, ou seja, a relação entre o número de fragmentos da classe pela sua área de cobertura, tem-se o cenário que os grandes fragmentos (>250ha) possuem menor percentual em número, porém representam uma parcela maior da área total dos remanescentes florestais mapeados. Por outro lado, os fragmentos menores possuem maior número de unidades. No entanto, a soma de suas áreas representa menor percentual da área total dos fragmentos florestais mapeados.

A média de tamanho para todos os fragmentos analisados conjuntamente, sem distinção de diferentes classes de tamanho, é de 22,04ha. O desvio padrão do tamanho da mancha (PSSD) é de 58,19ha. Isso indica a existência de fragmentos com valores de área muito acima e/ou muito abaixo do valor médio, como pode ser verificado para a Classe 7 que apresenta MPS de 489,59ha e PSSD de 288,50ha.

Nesse estudo além da análise de tamanho foi feita a análise da forma dos fragmentos com base na métrica de forma (MSI), o qual compara o tamanho do fragmento a um círculo da mesma área. A métrica avalia a complexidade da forma do fragmento por meio da comparação com uma feição padrão, onde quanto mais a forma do fragmento desviar-se do padrão redondo, ou seja, irregular, maior será o valor da métrica de forma (LANG e BLASCHKE, 2009). Os valores do MSI das classes revelaram que os fragmentos menores apresentam formato mais regular, quando comparados com os fragmentos maiores que chegam a apresentar valores de MSI de 2,98 e 3,72. Assim entende-se que os formatos mais irregulares aumentam com o tamanho dos fragmentos. No entanto, apesar da métrica de forma indicar formatos mais irregulares para fragmentos maiores e formatos regulares para fragmentos menores, o tamanho e a forma estão intrinsecamente ligados à borda, pois quanto menor o fragmento ou mais alongado, mais intenso será seu efeito de borda, diminuindo assim a razão entre o interior e a margem (PRIMACK; RODRIGUES, 2001). Com relação a métrica de forma média (AWMSI), os valores foram um pouco variados do MSI.

Tabela 1 – Métricas dos fragmentos da BHRB

Classes	NUMP	Área		Densidade			Forma			Borda		Proximidade
		CA	MPS	PSCoV	PSSD	AWMSI	MSI	MPFD	TE	ED	MNN	
1	3 – 5	533	2068,64	3,88	14,44	0,56	1,65	1,64	1,33	611.068,68	295,39	2141,53
2	5 – 10	558	3969,47	7,11	20,14	1,43	1,78	1,77	1,32	935.582,33	235,69	3981,03
3	10 – 25	468	7384,32	15,77	26,97	4,25	2,02	1,99	1,32	1.313.531,58	177,88	7480,16
4	25 – 50	198	6849,08	34,59	20,78	7,19	2,33	2,32	1,32	955.850,38	139,55	6832,52
5	50 – 100	102	6951,22	68,14	20,29	13,82	2,65	2,63	1,32	784.356,64	112,83	6951,22
6	100 – 250	47	6837,41	145,47	24,76	36,02	3,02	2,98	1,32	598.405,72	87,52	6668,69
7	> 250	17	8321,52	489,59	58,93	288,5	3,93	3,72	1,33	492.084,80	59,01	8321,52
Geral		1923	42381,68	22,04	264,06	58,19	2,67	1,94	1,32	5689880,15	134,25	5941,66

*NUMP-Número de manchas (Adimensional); CA - Área da classe (ha); MPS - Tamanho médio da mancha (ha); PSCoV - Coeficiente de variação do tamanho da mancha (%); PSSD - Desvio padrão do tamanho da mancha (ha); AWMSI - Métrica de forma de área média ponderada (Adimensional); MSI - Métrica de forma médio (Adimensional); MPFD - Dimensão fractal da mancha média (Adimensional); TE - Total de bordas (m); ED - Densidade de borda (m/ha); MNN - Distância média do vizinho mais próximo (m).

Em relação à dimensão fractal da mancha, os valores próximos de 1 indicam pequenas variações na rugosidade das formas.

As métricas de borda revelam que para os fragmentos de Classe 3 (tabela 1), o total de bordas (TE) foi de 1.313.531,58m, enquanto que os de Classe 7 foi de 492.084,80m, isso demonstra que ao se comparar o valor de borda com a sua contribuição em área, os fragmentos de classe 3, considerados menores, possuem uma maior proporção borda/área em relação aos fragmentos de Classe 7.

Com relação a densidade de bordas (ED), os fragmentos de Classe 1, apresentaram 295,39m de borda por hectare, contra 59,01m de borda por hectare dos fragmentos de Classe 7, fragmentos maiores que 250ha. Essa diferença de quantidade se deve aos valores de área ocupados por cada classe de tamanho dos fragmentos, sendo a densidade de borda inversamente proporcional à área ocupada por cada classe. Esses resultados apontam para um menor efeito de borda nos fragmentos grandes indicando maior grau de conservação, enquanto que nos fragmentos menores, a transição entre o fragmento e a matriz é muito mais abrupta, criando-se assim uma borda mais exposta às condições encontradas nas adjacências, o que os tornam mais susceptíveis aos efeitos de borda.

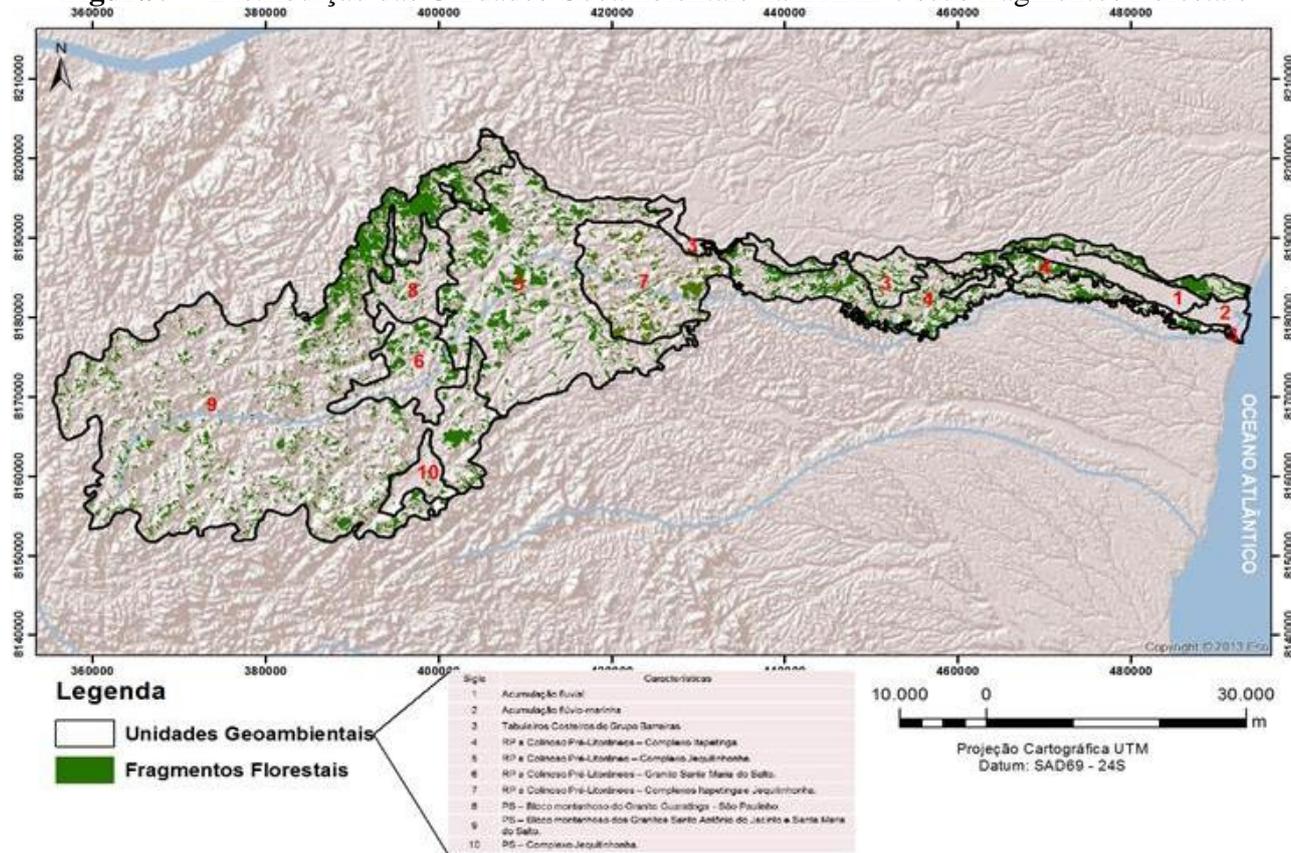
O processo de fragmentação de habitats naturais é em grande parte, resultado das ações humanas que quebram a continuidade da paisagem ocasionando mudanças tanto na estrutura e composição, quanto na diversidade das comunidades locais. Este processo acaba desencadeando outro sério fenômeno associado, que é o isolamento dos fragmentos, que reduz a quantidade de cruzamentos heterogênicos, diminuindo assim a variabilidade genética causando extinções locais, e consequentemente a perda da biodiversidade (METZGER,1999).

O grau de isolamento dos fragmentos, expresso pela distância média do vizinho mais próximo (MNN), demonstrou que os fragmentos de tamanho pequeno, aqueles de Classe 1 apresentaram grau de isolamento menor (2141,53m), que as demais classes, principalmente em relação aos fragmentos da Classe 7 (8321,52m). Esta diferença pode estar relacionada ao número de fragmentos encontrados para cada classe, pois os fragmentos pequenos que são 533 estão mais próximos entre si, e os fragmentos muito grandes que são em menor número (17) apresentaram maior grau de isolamento. Assim, é importante considerar os fragmentos de menor tamanho, como trampolins ecológicos dentro da paisagem para a manutenção da conectividade e, assim diminuir o grau de isolamento entre eles.

6 ANÁLISE INTEGRADA DA PAISAGEM

Para cada unidade geoambiental delimitada calcularam-se as métricas da paisagem no sentido de identificar interveniências das características do meio físico com as características dos fragmentos mapeados. A Figura 9 apresenta a distribuição das unidades geoambientais e os fragmentos mapeados.

Figura 9 – Distribuição das Unidades Geoambientais na BHRB e seus fragmentos florestais



A descrição das unidades geoambientais é apresentada a seguir:

Unidade Geoambiental 1 – Associam-se aos vales fluviais que estão situados abaixo dos terraços marinhos na zona litorânea da BHRB. Os fragmentos encontrados nessa unidade, de forma geral, encontram-se distribuídos próximo as áreas de cabruças situadas ao longo das margens do Rio Buranhém. A matriz predominante dessa unidade é a pastagem. As áreas dos fragmentos variam de 10,05 a 68,54ha que totalizam 271,4ha de cobertura da Unidade. A média de tamanho dos fragmentos analisados conjuntamente sem distinção das diferentes classes é de 8,75ha, valor este cerca de 5vezes

menor do que a média de toda a BHRB. Em relação a forma dos fragmentos os valores variam de 1,48 (Classe 1) a 3,75 (Classe 7). Quando comparado com os dados de forma total dos fragmentos da BHRB, os fragmentos desta unidade tendem a ser mais arredondados.

Unidade Geoambiental 2 – Ocorre nas baixadas litorâneas, próximo a desembocadura do Rio, associam-se aos depósitos de manguezais. A matriz que predomina nessa unidade são os campos úmidos que por sua vez encontram-se degradados, devido ao uso desordenado de ocupação do solo. Os fragmentos aqui encontrados ocorrem em pequena quantidade, devido ao fato das características de solo encontrados na área, predominantemente hidromórficos, de baixa fertilidade e características arenosas. Referente à forma dos fragmentos predominam os alongados. A média de tamanho analisada foi de 9,75ha.

Unidade Geoambiental 3 – Caracterizada pela ocorrência de Tabuleiros Costeiros sustentados pelos sedimentos do Grupo Barreiras. Os fragmentos encontrados situam-se principalmente nos vales encaixados em relevo suavemente ondulado. A matriz que predomina são as pastagens localizadas, preferencialmente nos topos plano, mas diferente das outras duas unidades já descritas, essa por sua vez, encontra-se bastante diversificada principalmente pela presença da cultura do *Eucalyptus*. Os fragmentos nesta unidade apresentaram uma média de tamanho de 27,59ha, semelhante à média de tamanho dos fragmentos da BHRB. Com relação à forma dos fragmentos o valor médio encontrado foi de 2,04 um pouco maior que o valor médio de 1,94 encontrado para a BHRB.

Unidade Geoambiental 4 – Os fragmentos encontrados nessa unidade se caracterizam pela localização em áreas que se alternam entre os vales e alguns topos de morros. Isso devido ao fato da área apresentar relevo suavemente ondulado e também por sofrer influência do Tabuleiros Costeiros. A matriz que aqui predomina também são as pastagens. Apresentam formas, que de acordo com seu grau de regularidade, variam de 1,62 a 3,24, o que os caracterizam como irregulares. Quando comparado com os valores de MSI da análise total dos fragmentos na Bacia, os fragmentos desta unidade tendem a ser mais arredondados, ou seja, com valores menores. Exceção ocorre com os valores da Classe 6, mais irregulares. Quanto ao tamanho a média encontrada para os fragmentos desta unidade foi de 27,71ha, pouco acima do valor médio de 22,04 encontrado para a BHRB.

Unidade Geoambiental 5 – Nessa unidade a matriz é representada pelas pastagens contendo fragmentos de vegetação florestal com média de tamanho de 18,68ha, valor este menor que a média da análise realizada para toda a BHRB. Com relação a forma, o índice MSI indica valor médio de 1,85, inferior à média da BHRB. Ou seja, os fragmentos desta unidade tendem a ser, de forma geral, mais arredondados do que os valores médios da Bacia. Quando comparado os valores de MSI das diferentes classes de tamanho dos fragmentos.

Unidade Geoambiental 6 – Os fragmentos dessa unidade, de forma geral, encontram-se associados aos topos de morros dispersos em relevo ondulado. Observa-se, ainda, o alongamento dos fragmentos na direção aproximada N45° em virtude do controle estrutural do maciço rochoso. Tal orientação e formato irregular dos fragmentos são refletidas no valor médio do MSI para a classe 6 de 2,89. Quanto ao tamanho, o valor médio dos fragmentos neste domínio é de 20,09, valor este abaixo, porém próximo com a média de tamanho da BHRB.

Unidade Geoambiental 7 – Os fragmentos encontrados se caracterizaram pela sua forma menos irregular (média MSI de 1,77) quando comparada à média de MSI da BHRB. Tal fato se dá, provavelmente, em virtude da ocorrência de colinas amplas no relevo desta Unidade, sem seccionar o fragmento pela rede de drenagem. A matriz composta por pastagens, com ocorrência de fragmentos de Floresta de dimensões médias da ordem de 16,44ha.

Unidade Geoambiental 8 – Esta unidade caracteriza-se pela presença de relevo ondulado sustentado pelo substrato granítico. Em virtude do processo de ocupação da área os fragmentos possuem dimensões médias de 13,05ha, de valor inferior à média geral da BHRB. Com relação à forma, o valor de MSI encontrado foi 1,85, apresentando uma forma mais regular do que a média geral da BHRA.

Unidade Geoambiental 9 – Bloco dos Granitos Santo Antônio do Jacinto e Santa Maria do Salto. A matriz composta por pastagens e os fragmentos encontram-se localizados preferencialmente nos topos de morros limitados por vales adjacentes. Na porção norte dessa unidade pode-se verificar uma maior concentração de fragmentos que se deve ao fato de localizar-se em maiores altitudes, dificultando assim o processo de fragmentação antrópica. As áreas dos fragmentos variam de 1082,94 a 4701,99ha. Com relação à forma do fragmento, os resultados apresentaram a predominância de fragmentos irregulares.

Unidade Geoambiental 10 – Blocos do Complexo Jequitinhonha. Esse Complexo se caracteriza por uma área adjacente a uma cadeia de morros, isso contribuiu para que os fragmentos existentes se isolassem, o que por sua vez diminui o seu tamanho em relação à área dos fragmentos. Os fragmentos aqui encontrados também apresentaram formas irregulares.

7 CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

Para identificação de áreas prioritárias para a restauração florestal da BHRB, foi utilizado além do cenário atual de uso e ocupação do solo na bacia, e da análise das métricas de Ecologia da Paisagem, o atual quadro da intervenção antrópica das Áreas de Preservação Permanente (APP). Para tanto, em ambiente SIG foram mapeadas as APPs de faixa marginal a cursos d'água, nascentes, declividades superiores a 45°, Topos de morros, e áreas úmidas e manguezais (Figura 10 e Tabela 2). Conforme exposto na Tabela 2, as APPs na BHRB equivalem a 13,15% de sua área, sendo a APP de faixa marginal a corpos d'água a mais representativa.

Figura 10 – Distribuição das APP na BHRB

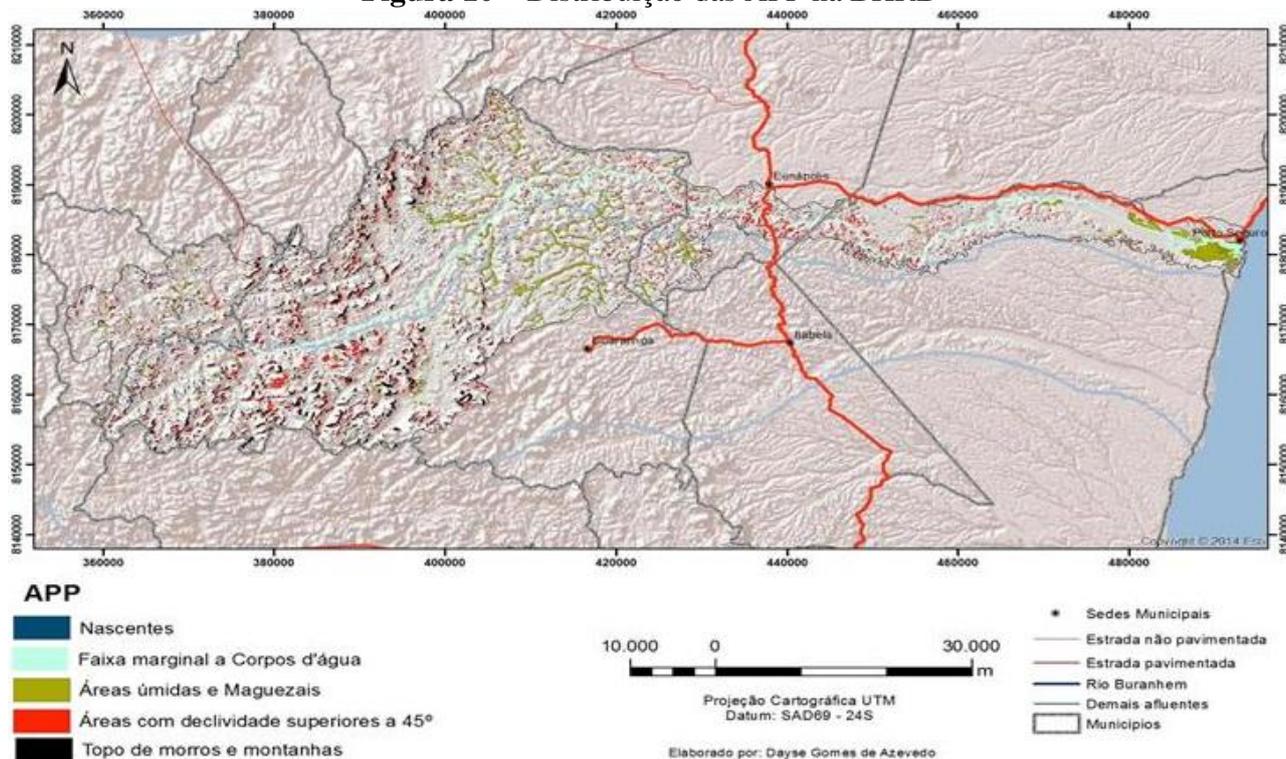


Tabela 2 – Áreas de Preservação Permanente da BHRB

APP	ÁREA (hA)	APP (%)	TOTAL BHRB (%)
Faixa marginal a Corpos d'água	16568,56	50,69	6,61
Nascentes	606,09	1,85	0,24
Áreas com declividades superiores a 45°	5012,05	15,34	2,00
Áreas úmidas e Manguezais	7848,18	24,01	3,13
Topos de Morro e Montanhas	2648,68	8,10	1,06
Total	32926,88	100	13,15

A Tabela 3 apresenta o panorama da distribuição das APPs nas 10 unidades geoambientais mapeadas. Depreende-se desta Tabela que a APP de Faixa marginal à corpos d'água, foi mais representativa na unidade GEO9, com 31,15%, em seguida da unidade GEO5, com 23,37%. As Nascentes também foram mais representadas na unidade GEO9, com 27,79%, seguida da unidade GEO5, com 27,19%. Assim como as APPs de Declividade superior a 45° e Topos de morros também foram mais representativas na GEO9, levando em conta que, em virtude da escala 1:100.000 adotada neste trabalho, as APPs de Topo de morro não foram evidenciadas em nenhuma outra unidade. As APPs de áreas úmidas e manguezais, foram representativas na unidade GEO5 (41,18%) e na GEO2 (20,32%).

Tabela 3 – APP presentes nas Unidades Geoambientais da BHRB

UNIDADES GEOAMBIENTAIS	ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (%)				
	Faixa marginal a Corpos d'água	Nascentes	Áreas com declividade superiores a 45°	Áreas úmidas e Manguezais	Topos de Morro e Montanhas
GEO1	4,74	0	0	9,37	0
GEO2	2,53	0	0	20,32	0
GEO3	7,00	11,01	0,78	4,07	0
GEO4	9,32	10,50	7,36	0,64	0
GEO5	23,37	27,19	3,90	41,18	0
GEO6	5,75	1,68	0,63	0,29	0
GEO7	10,78	15,66	4,77	9,51	0
GEO8	3,83	5,84	0,48	3,51	0
GEO9	31,15	27,79	81,92	10,38	100
GEO10	1,53	0,33	0,15	0,73	0
TOTAL	100	100	100	100	100

Com o cruzamento dos dados de uso e ocupação do solo em cada APP identificada dentro das unidades geoambientais mapeadas, tornou-se possível visualizar o cenário de ocupação das APP em cada unidade geoambiental. Na unidade GEO1, o uso do solo nas APPs ali encontradas, é principalmente relacionado às pastagens e os campos úmidos degradados. Nas faixas marginais a corpos d'água, 30,61% da área estão sendo utilizadas como pastagens, enquanto que os 24,19% representam remanescentes florestais, os 45,2% são representadas pelos outros tipos de usos. Por outro lado, nas APPs de áreas úmidas e manguezais, o que se destaca são os campos úmidos degradado com 59,04% e apenas 12,41% de vegetação florestal. Na unidade GEO2, as APPs com presença de remanescentes florestais são escassas, com cerca de 6,70% de sua cobertura.

Já na unidade GEO3, foram identificadas as APP de Faixa marginal a corpos d'água, nascentes, áreas com declividade superiores a 45° e áreas úmidas e manguezais, e em todas elas os usos de pastagens é bastante intenso apresentando 32,78%, 48,33%, 42,09% e 37,17%, respectivamente, mas em contrapartida todos os outros quatro tipos de APP identificada há presença de remanescentes florestais e demais usos do solo.

Assim como na GEO3, a unidade GEO4 e a GEO5 também são caracterizadas pelo uso intenso de pastagens, com presença significativa de remanescentes florestais.

Na unidade GEO6, as pastagens também são evidenciadas nas APP, porém as parcelas de remanescentes florestais são baixas, 14,35%, 14,27%, 19,82% e 7,97%, respectivamente. A unidade GEO7, GEO8 e GEO10, apresentam situações semelhantes à unidade GEO6. Já na GEO9, foi identificado os cinco tipos de APPs, e verificou-se que a pastagem é a matriz dominante na paisagem e pouquíssimos fragmentos florestais são encontrados, principalmente nas Faixas marginais a corpo d'água e nas áreas úmidas.

8 ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA RESTAURAÇÃO FLORESTAL NA BHRB

A Tabela 4 apresenta a síntese da análise integrada da paisagem da BHRB com a indicação das áreas prioritárias para recuperação em cada uma das unidades geoambientais mapeadas. Conforme exposto, o critério utilizado baseou-se no conjunto das características físico-ambientais, no estado de fragmentação florestal e no estado de conservação das Áreas de Preservação Permanente - APP. Dessa forma, unidades geoambientais litorâneas, por exemplo, indicam necessidades de restauração florestal em áreas associadas a manguezais. Por outro lado, em unidades geoambientais associadas a relevo de morros e montanhas, são elencadas áreas associadas a recuperação de nascentes, margens de cursos d'água, dentre outras. A Figura 10 ilustra as áreas prioritárias identificadas pelos conflitos de uso, considerando as suas características ambientais, assim como a existência de APP em desacordo com o que estabelece a legislação ambiental em vigor.

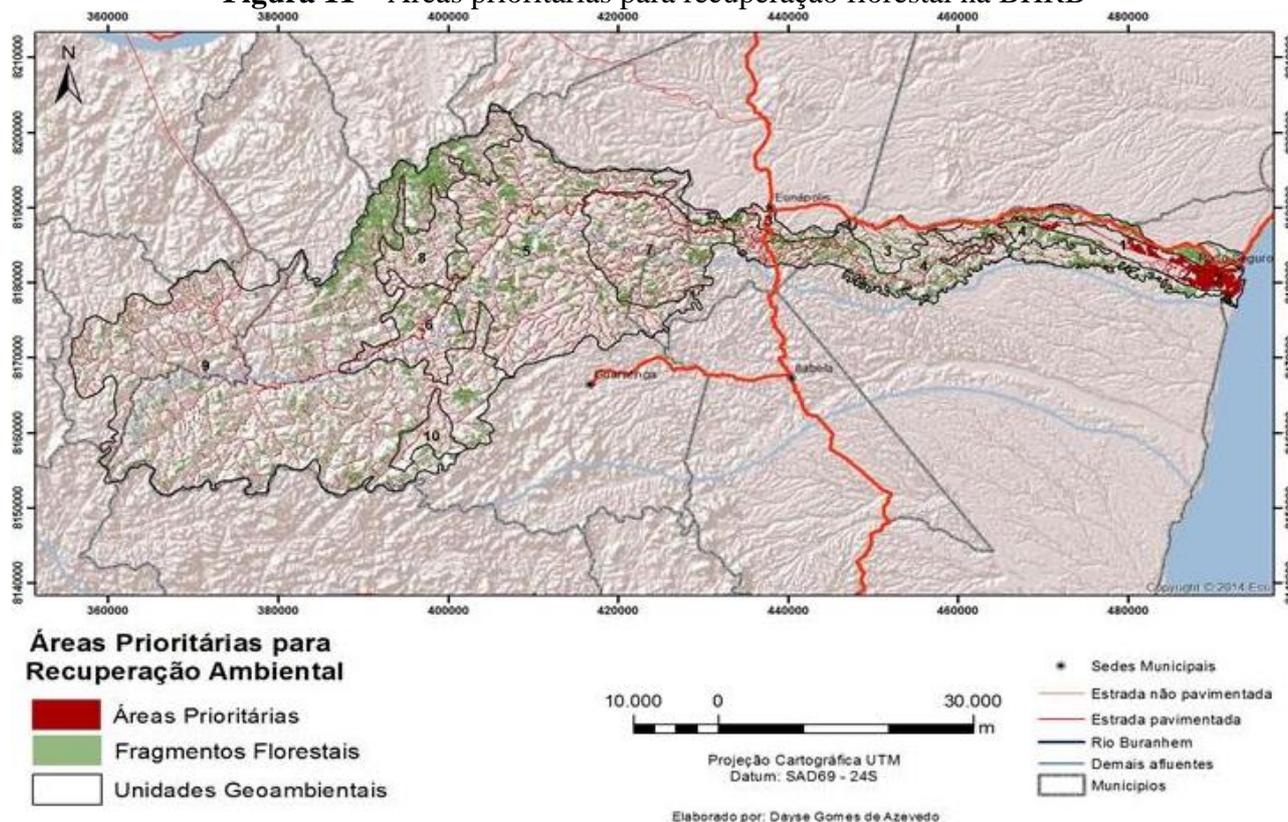
Tabela 4 – Características da Paisagem e áreas prioritárias para restauração florestal na BHRB

Unid.	Área (km ²)	Formas de Relevo	Solos	Uso do Solo	Características da Fragmentação Florestal	Características das APP	Áreas prioritárias para a restauração florestal
1	48,64	Acumulação fluvial ocorre nos vales fluviais e estão situados abaixo do nível dos terraços marinhos, associam-se aos depósitos litorâneos.	Gleissolos	Predomínio de Pastagens. Os Fragmentos florestais encontram-se distribuídos próximo as áreas de cabruças situadas ao longo das margens do rio Buranhém.	As áreas dos fragmentos variam de 10,05 a 68,54 ha. Os valores de forma variam de 1,48 (Classe 1) a 3,75 (Classe 7).	1/3 das APP de cursos d'água apresentam-se ocupados por pastagens. Cerca de 60% da APP de áreas úmidas e manguezais apresentam algum tipo de degradação.	Áreas úmidas e manguezais e margens de cursos d'água desmatadas.
2	23,65	Acumulação flúvio-marinha ocorre nas baixadas litorâneas, próximo à desembocadura dos rios. Associam-se aos depósitos de pântanos e mangues atuais.	Gleissolos e Espodossolos	A matriz predominante nessa unidade são os campos úmidos.	Forma dos fragmentos irregular de formato alongado. A média de tamanho foi de 9,75ha.	Cerca de 47% da APP de áreas úmidas e manguezais apresentam algum tipo de degradação.	Áreas úmidas e manguezais desmatadas.
3	189,68	Tabuleiros Costeiros do Grupo Barreiras	Latossolos	A matriz que predomina são as pastagens localizadas, preferencialmente nos topos planos.	Os fragmentos encontrados situam-se principalmente nos vales encaixados em relevo suavemente ondulado, com	Fragmentos de vegetação florestal constituem cerca de 39% das APP de Cursos d'água, 34% das APP de	Nascentes e margens de cursos d'água desmatadas.

					média de tamanho de 27,59ha e índice de forma igual a 2,04.	Nascentes e 54% das APP de 45°.	
4	168,84	Relevo Plano a Colinoso Pré-Litorâneos – Complexo Itapetinga.	Latossolos e Argissolos	A matriz que aqui predomina também são as pastagens.	Os fragmentos caracterizam-se por se localizarem em áreas que se alternam entre os vales e alguns topos de morros. Apresentam forma que variam de 1,62 a 3,24. Tamanho médio igual a 27,71ha.	Em média, apenas 1/3 das APP de Cursos d'água, de Nascentes e das APP de 45° estão cobertas por Fragmentos de vegetação florestal.	Nascentes, margens de cursos d'água e áreas de topos de morros e encostas desmatadas.
5	490,72	Relevo Plano a Colinoso Pré-Litorâneo – Complexo Jequitinhonha.	Latossolos	A matriz é representada pelas pastagens contendo fragmentos de vegetação florestal	Média de tamanho de 18,68ha. O índice MSI indica valor médio de 1,85.	As pastagens representam cerca de 63% da cobertura vegetal das APP de Cursos d'água, Nascentes APP de 45° Menos de 1/4 destas APP são cobertas por Fragmentos de vegetação florestal.	Nascentes, margens de cursos d'água e áreas de topos de morros e encostas desmatadas.
6	99,33	Relevo Plano a Colinoso Pré-Litorâneos – Granito Santa Maria do Salto.	Latossolos e Argissolos	A matriz que predomina são as pastagens localizadas, preferencialmente nos fundos de vale e encostas.	Os fragmentos disseminados nessa unidade, de forma geral, encontram-se associados aos topos de morros dispersos em relevo ondulado. Valor médio do MSI para a classe 6 de 2,89 e tamanho médio dos fragmentos de 20,09ha.	Cerca de 2/3 das APP de Nascentes e de cursos d'água e 50% das APP de encostas estão recobertos por pastagens.	Nascentes, margens de cursos d'água e áreas de encostas desmatadas.
7	184,23	Relevo Plano a Colinoso Pré-Litorâneos – Complexos Itapetinga e Jequitinhonha.	Latossolos e Argissolos	Predomínio de pastagens	Fragmentos encontrados se caracterizaram pela sua forma menos irregular (Média MSI de 1,77). Fragmentos de Floresta de dimensões médias da ordem de 16,44ha.	Os fragmentos florestais distribuem-se, em média em 25% das APP, em virtude de cerca de 65% de degradação destas APP por Pastagens.	Nascentes, margens de cursos d'água e áreas de topos de morros e encostas desmatadas.
8	77,58	Planaltos Soerguidos – Bloco do Granito Guaratinga - São Paulinho.	Latossolos e Argissolos	Predomínio de pastagens	Fragmentos possuem dimensões médias de 13,05ha. O valor de MSI médio encontrado foi de 1,85 em virtude do controle de localização em topos de morros.	Cerca de 80% das APP de Nascentes e 70% das APP de margens de cursos d'água estão cobertas por pastagens.	Nascentes e margens de cursos d'água desmatadas.
9	1187,01	Planaltos Soerguidos – Bloco dos Granitos Santo Antônio do Jacinto e Santa Maria do Salto.	Argissolos e Latossolos	A matriz foi distribuída por pastagens e os fragmentos encontram-se localizados preferencialmente nas zonas de topos	As áreas dos fragmentos variam de 1082,94 a 4701,99ha. Com relação a forma do fragmento os resultados apresentaram a	Apenas 9% das APP de Faixa marginal a cursos d'água apresentam fragmentos de vegetação florestal em virtude do	Nascentes e margens de cursos d'água desmatadas.

				de morros limitados por causa dos vales adjacentes.	predominância de fragmentos irregulares.	recobrimento de 85% das pastagens.	
10	35,08	Planaltos Soerguidos – Complexo Jequitinhonha.	Argissolos e Latossolos	Predomínio de pastagens com fragmentos de vegetação localizados preferencialmente nas zonas de topos de morros		Situação crítica em que 88% das APP de margens de cursos d'água encontram-se recobertas por pastagens.	Nascentes e margens de cursos d'água desmatadas.

Figura 11 – Áreas prioritárias para recuperação florestal na BHRB



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A bacia hidrográfica do rio Buranhém, assim como tantas outras bacias hidrográficas brasileiras, enfrenta a ocupação desordenada em sua área, principalmente nos entornos das áreas de APPs, tais como, nascentes, córregos, áreas úmidas e manguezais, e das áreas de encostas, o que vem contribuindo intensamente para o processo de fragmentação.

Atualmente a BHRB está ocupada por 71,22% de pastagens e apenas 18,44% de remanescentes florestais, que se encontram, em boa parte da extensão da bacia, isolados. Dessa forma, os fatores de tamanho, forma e isolamento dos fragmentos acentuam a sua fragilidade quando as manchas são pequenas, alongadas e isoladas, o que de fato foi identificado na bacia. Neste cenário, cerca de 56% dos fragmentos encontrados possuem entre de 3 a 10ha de área, o que se torna preocupante visto que quanto menor o tamanho de um fragmento florestal maior é a razão borda/área e, portanto, estão mais sujeitos a maiores intensidades dos efeitos de borda.

Neste contexto, através da metodologia proposta, foi possível gerar informações sobre as características físico-ambientais da área, assim como, analisar a paisagem da bacia como um todo e em unidades, por meio das métricas da Ecologia da Paisagem.

Para identificação das áreas de conflitos de uso, considerando a existência de APP em desacordo com o que estabelece a legislação ambiental em vigor das áreas prioritárias, após todo o refinamento do estudo, foi utilizado como critério para o dimensionamento espacial as áreas que já são protegidas por lei, as APPs, que correspondem a 13,15% da área da BHRB, além das 10 unidades geoambientais estabelecidas na bacia, e que atualmente estas áreas prioritárias estão comprometidas pelo uso desordenado do solo, principalmente pela atividade intensa de pastagens.

As APPs encontradas na bacia, como a faixa marginal a corpos d'água e as nascentes, são as que mais se evidenciaram na área, de forma que estão em quase sua totalidade descaracterizada. Os fragmentos ainda presentes apresentam formato irregular e alongado devido às características físicas da área, contribuindo para um maior efeito de borda.

De forma geral, o estudo da fragmentação da BHRB contribui para a recuperação das áreas de APPs, pois, ficam evidenciadas quais merecem maior destaque, em relação à distribuição desses fragmentos. Portanto, a definição de Unidades Geoambientais foi de extrema importância, tendo em vista que as ações a serem definidas serão melhor estudadas para aquelas áreas com características de maior vulnerabilidade.

Nenhuma ação de recuperação tem por objetivo retornar às condições de uma paisagem não alterada pelo homem, pois na realidade o que se deseja é uma conciliação entre as áreas produtivas e sustentáveis com áreas de conservação biológica. Com efeito, a recuperação dessas áreas prioritárias seria uma forma de garantir a existência de um fluxo mínimo de conectividade entre os remanescentes de vegetação natural, de forma a viabilizar a manutenção de uma biodiversidade relativamente alta em paisagens produtivas. Atualmente, uma paisagem fragmentada ideal é aquela que tenha fragmentos grandes, onde os efeitos de borda são minimizados, bem como uma rede de fragmentos menores interligados por meio de corredores de forma a aumentar sua conectividade funcional.

Sendo assim, as APPs têm papel fundamental para que haja essa conectividade na BHRB, pois permitem a possibilidade de aumentar ou diminuir os riscos de extinção das espécies, e restabelecer um cenário de paisagem equilibrada.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao DAAD – Serviço Alemão de Intercâmbio Acadêmico pela concessão de bolsa para realização de mestrado acadêmico.

REFERÊNCIAS

CONSTATINO, R. et al. Causas Naturais. In: **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília: MMA/SBF, 2003. p.43-63.

DEAN, W. **A ferro e fogo** – a história e a devastação da Mata Atlântica. São Paulo, Cia. das Letras, 1997. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44133/tde-14082003-230137/>>. Acesso em: 28 de Out. 2013.

FORMAN, R. T. T., GODRON, M. **Landscape Ecology**. John Wiley e Sons: New York, 1986. 619p.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Degradação ambiental. In: CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 337-339. 1996.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Rio de Janeiro, 2007. Acesso em: 21 de Jun. 2013.

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. Tradução: Hermann Kux, São Paulo:

Oficina de Textos, 2009.

LORINI, M. L.; PERSSON, V. G. A paisagem: um conceito diagonal entre as ciências geográficas e biológicas e um instrumento para a ciência transdisciplinar da biodiversidade. **Revista de estudos ambientais** – Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, v.8, n. 2, p. 5-17, 2001.

METZGER, J. P. **Estrutura da paisagem e fragmentação**: análise bibliográfica. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 71, n. 3-I, p. 445-463, 1999.

MORAES, M. E. B et. al. Análise da Paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio Almada (BA) com base na fragmentação da vegetação. **Revista online Caminhos da Geografia**, ISSN 1678-6343. 2012.

OLIVEIRA, H. T. Potencialidades do uso educativo do conceito de bacia hidrográfica em programas de educação ambiental. In: Schiavetti, A. (org.). **Conceitos de bacias hidrográficas**: teorias e aplicações/ Editores Ilhéus, Ba: Editus, 2002.293p.: II

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina: E. Rodrigues, 2001. 328p.

RIBEIRO, M. C.; et. al. **Monitoramento independente da cobertura florestal das bacias setentrionais do extremo sul da Bahia**. Relatório técnico, Porto Seguro, 2012.

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental**: teoria e prática. São Paulo: oficina de textos, 2004. 184 p.

TURNER, M.; CARPENTER, S.; At last: a journal devoted to ecosystems. **Ecosystems**, 1(1), 1-4, 1989. Uberlândia, 2012.

Data de submissão: 02.11.2014

Data de aceite: 16.11.2016

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.