

Mapeamento da fragmentação dos remanescentes florestais na Região Hidrográfica do Riacho Talhado, Alagoas-Brasil

Melchior Carlos do Nascimento¹
Esdras de Lima Andrade²
Sinval Autran Mendes Guimarães Júnior³
Paulo Ricardo Petter Medeiros⁴
Alex Nazário Silva Oliveira⁵

^{1, 3, 4} Universidade Federal de Alagoas – UFAL/IGDEMA/LGA
BR-104, km 14, Campus A. C. Simões, CEP 57072-970, Maceió, AL, Brasil
¹ mgeop@ig.com.br, ³ singeo@ig.com.br, ⁴ paulopetter_@hotmail.com

^{2, 5} Instituto do Meio Ambiente de Alagoas - IMA/AL
Av. Major Cícero de Góes Monteiro, 2197 - 57015-047 - Mutange - Maceió/AL, Brasil
¹ esdras.andrade@yahoo.com.br, ⁴ alexnazario@hotmail.com

Abstract. This work consisted of mapping the classes of land use and vegetation cover, identification and analysis of the forest remnants followed by morphometric analysis in the context of the Talhado's Stream watershed. The main results show that it was possible to map seven classes of land use, especially in 106 forest remnants. Also was observed that 54.44% of the area is covered by pasture, 12,86% by forest remnants and 9.66% for some kind of crop. In the case of forest remnants, was verified to have areas of 32 to 10 ha (30.18%), about 35 remaining (33.01%) have elongated shape and it's under intense edge effect, with index values of roundness below 0.500. The neighborhood analysis showed that remnants are subject to a high level of disturbance, being totalized 55 neighboring forest remnants of exposed soil classes which, depending on the type of use to be given to those areas, can cause various losses. It was also possible to observe that approximately 159 forest remnants (65.70%) are the neighboring pastures. In general, the type of neighborhood may influence negatively the dynamics and successional processes of the forest remnants, due to practices commonly associated, such activities: hunting, harvesting, the extraction or the opening of trails. In addition, the runoff can promote erosive effects, especially on the edges of the fragments.

Palavras-chave: Geoprocessing, Environmental Analysis, Land use, Remote Sensing, Geoprocessamento, Análise Ambiental, Uso da Terra, Sensoriamento Remoto.

1. Introdução

Os esforços destinados a proteção da biodiversidade têm sido para comunidade internacional um dos importantes desafios acerca da temática ambiental, especialmente devido às alterações provocadas pelas atividades humanas, que tem no aumento indiscriminado das fronteiras agrícolas um dos principais responsáveis pelo desmatamento, que por sua vez, repercute sobremaneira na qualidade ambiental da fauna e flora dos diferentes biomas, além de proteger os cursos d'água.

A deficiência de informações confiáveis e atualizadas sobre as condições do meio ambiente local tem representado um dos maiores entraves para o planejamento das ações do Poder Público e demais segmentos da sociedade em defesa do meio ambiente, favorecendo a degradação dos ecossistemas, devido ao desconhecimento e uso de estratégias inadequadas de manejo do solo, das águas e das florestas. Por isso, os estudos relacionados a fragmentação florestal assumem um papel relevante na gestão ambiental, pois além de contribuir para o monitoramento e o planejamento das ações de combate ao desmatamento, eles também são fundamentais nos programas de recomposição da paisagem por meio de corredores ecológicos.

Assim, o presente trabalho descreve os resultados alcançados no projeto de pesquisa financiado pelo Programa de Apoio à Pesquisa da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL), que consistiu no mapeamento das classes de uso do solo e cobertura

vegetal, identificação e análise dos remanescentes florestal seguido da análise morfométrica destes no contexto da região hidrográfica do Riacho Talhado.

2. Caracterização da área

2.1 Localização da área

Situada no alto sertão alagoano, a região hidrográfica do Riacho Talhada, encontra-se localizado entre as latitudes 09° 07' 08" e 09° 39' 16" sul e longitudes 37° 39' 31" e 38° 12' 18" oeste de Greenwich, no extremo oeste do estado de Alagoas (Figura 1). Constituída por seis sub-bacias hidrográficas que abrangem a calha de drenagem do Rio São Francisco, a área de estudo consiste uma das sete regiões hidrográficas do baixo São Francisco alagoano. A sua área abrange parcialmente as terras dos municípios de Água Branca, Delmiro Gouveia, Inhapi, Mata Grande, Olho D'água do Casado, Pariconha e Piranhas, perfazendo uma extensão total de 1.452,60 km².

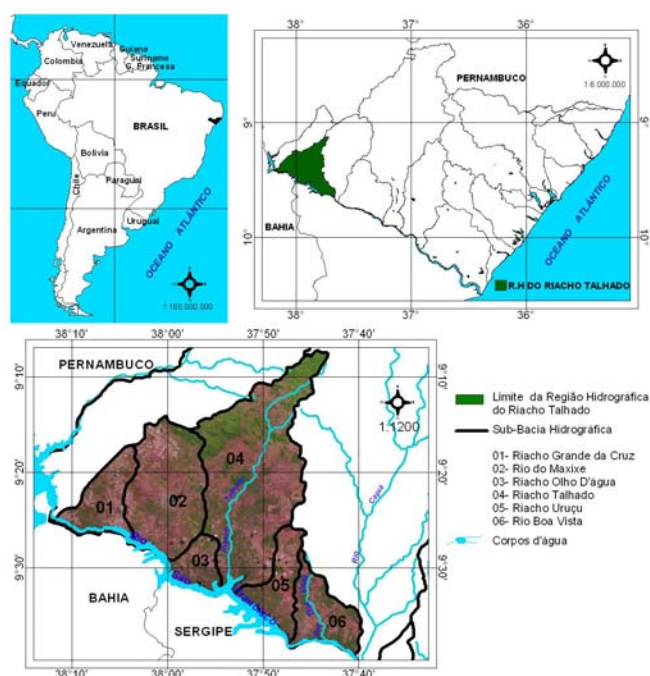


Figura 1. Localização da Região Hidrográfica do Riacho Talhada e suas respectivas Sub-Bacias Hidrográficas, Alagoas, Brasil.

2.1 Aspectos físico-ambientais

As características físico-ambientais da região hidrográfica do Riacho Talhada favorecem a ocorrência de florestas estacionais decidual e semi-decidual, além de caatingas em diferentes estágios fitoambientais. De acordo com a classificação climática de thornthwaite, a área apresenta os tipos Semi-árido, com índice entre -20 e -40; e Sub-úmido seco, com índice entre 0 e -20.

A variação média anual da precipitação, com exceção da área do município de Água Branca, que está em uma faixa superior aos 900 mm, a maior parte é inferior a 700 mm, sendo a mínima registrada no município de Piranhas (média anual de 496 mm). A maior parte do território da região hidrográfica do Riacho Talhada apresenta temperatura média anual superior aos 24°C.

A área é representada pelo embasamento cristalino, sob rochas ígneas ou magmáticas e metamórficas, todas do Pré-Cambriano, e, pelos sedimentos siluro-devoniano. Quanto ao relevo, dominam as formas aplainadas e estruturais representadas pelos Pediplanos e pelos Tabuleiros, e, pelas superfícies montanhosas em vários níveis; além das planícies aluviais, em menores dimensões.

Com relação à hidrografia, a área é constituída por um conjunto de rios perenes e

intermitentes, distribuídos pelas sub-bacias hidrográficas acima mencionadas. A rede de drenagem existente, em sua maior parte, é formada cursos d'água temporários, tais como os rios: maxixe, cazumba, urucu, serra negra, serra d'água, pereira, lajedinho, entre outros.

A distribuição espacial dos solos, considerando as classes apenas em nível de grandes grupos, são denominados como chernossolos, luvisolos, neossolos e planossolos. Esses grupos estão associados aos fatores físicos-ambientais mencionados, que atualmente tem favorecido o desenvolvimento de diversos tipos de usos agrícolas.

A vegetação, apesar de se encontrar bastante reduzida em relação à sua cobertura original, são identificadas três regiões fitogeográficas: vegetação estacional decidual e semidecidual, e a caatinga, esta última de forma mais expressiva.

3. Metodologia de Trabalho

A metodologia foi baseada nos estudos da ecologia da paisagem, que tem como objetivo analisar a interação dos componentes espacial e temporal da paisagem, associados à fauna e flora (Bunce & Jongman, 1993), considerando a sua distribuição ao longo da paisagem, seu tamanho, sua forma, seu histórico de perturbação, seu grau de isolamento e tipo de vizinhança. Para tanto, realizou-se a interpretação visual da imagem do satélite Landsat 5, seguida da digitalização das classes de uso da terra por meio de softwares de processamento digital de imagens e sistema de informação geográfica.

Posteriormente, realizou-se visitas a campo objetivando identificar a fidedignidade das categorias de uso do solo e cobertura vegetal geradas na classificação preliminar e também para eliminar possíveis dúvidas.

De posse dessas informações, foi possível chegar a classificação final do uso da terra e cobertura vegetal. Com a finalidade de verificar a confiabilidade do mapa gerado, foi realizada uma avaliação da exatidão por meio do índice Kappa, conforme a Equação 1 a seguir:

$$\hat{K} = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_i + *x+i)}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_i + *x+i)} \quad (1)$$

\hat{K} = Índice de exatidão Kappa; r = número de linhas na matriz; x_{ii} = número de observações na linha[i] e coluna[i]; $x_i + e x + i$ = totais marginais da linha[i] e coluna[i], respectivamente; e N = número total de observações.

A análise morfométrica dos remanescentes florestais foi realizada objetivando diagnosticar a fragmentação florestal em nível de paisagem. Para tanto, utilizou-se o SIG ArcGis para calcular as variáveis relativas a área, perímetro, forma, vizinhança e índice de circularidade. O cálculo dos valores de IC permitiu identificar se os fragmentos florestais possuem tendências de formas alongadas ou circulares. Os valores de IC próximos a 1 indicam fragmentos com tendência circular e, à medida que esse valor torna-se menor, o fragmento apresenta-se com tendência mais alongada.

A análise de vizinhança foi realizada de maneira individualizada para cada fragmento florestal. Essa etapa consistiu na determinação das distâncias euclidianas entre as feições adjacentes a cada feição-alvo.

4. Resultados e Discussões

4.1 Classificação de uso atual do solo e cobertura vegetal

Foram identificadas e mapeadas sete classes de uso do solo e cobertura vegetal, destacando-se os 106 fragmentos de remanescentes florestais (Figura 2). O mapa representado pela Figura 2 teve a sua exatidão verificada pela matriz de erros, usando o índice de exatidão Kappa. Assim, o resultado obtido com a utilização do estimador de acerto Kappa (matriz de erros) para a classificação realizada, foi de 0,77, valor considerado muito bom ($0,6 < K \leq 0,8$) (Foody, 1992; Congalton & Green, 1998), indicando que a classificação alcançou um resultado satisfatório.

A análise da Tabela 1 mostra que a pastagem e o solo exposto foram as classes de maiores ocorrências na área, com 790,76km² e 288,76 km², respectivamente. Por outro lado, formação rochosa (0,66 km²) e a área urbana (7,61 km²) apresentaram as menores contribuições na composição da paisagem. Considerando as atividades agropecuárias como uma das principais responsáveis pela transformação da paisagem natural, constatou-se que as classes área agrícola (9,67%) e pastagem (54,44%) corresponderam a 64,11% da área. A expressiva participação dessas classes na composição da paisagem demonstra os intensos processos de antropização a que a área tem sido submetida.

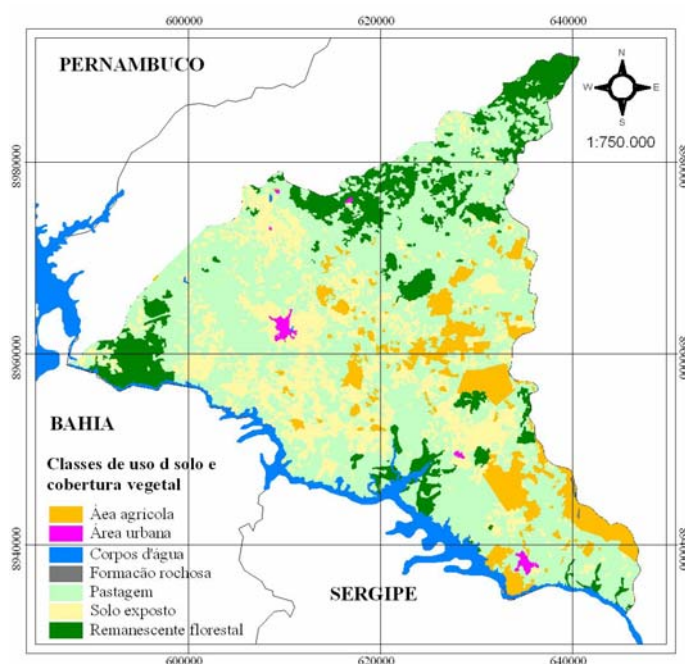


Figura 2. Classes de uso do solo e cobertura vegetal na R.H. do Riacho Talhado, Alagoas, Brasil.

Tabela 1. Classes de uso da terra e cobertura vegetal, R.H. do Riacho Talhada, Alagoas, Brasil

Nº	Classes de uso da terra e cobertura vegetal	Área		Perímetro	
		hectares	%	metro	%
1	Área agrícola	14.035,1317	9,66	507.923,4777	8,79
2	Área urbana	761,2563	0,52	39.603,6796	0,69
3	Corpos d'água	3.753,5355	2,58	213.170,0026	3,69
4	Formação rochosa	65,5312	0,05	7.856,0073	0,14
5	Pastagem	79.082,6066	54,44	2.610.730,2251	45,21
6	Solo exposto	28.876,8467	19,88	1.662.760,2397	28,79
7	Remanescente florestal	18.685,2851	12,86	733.144,4492	12,69
TOTAL		145.260,1931	100,00	5.775.188,0812	100,00

4.2 Diagnóstico ambiental dos remanescentes florestais

A ecologia da paisagem tem como objetivo analisar a interação dos componentes espacial e temporal da paisagem, associados à fauna e flora (Bunce & Jongman, 1993). Assim, considerando a distribuição dos fragmentos ao longo da paisagem, seu tamanho, sua forma, seu histórico de perturbação, seu grau de isolamento e tipo de vizinhança, realizou-se o diagnóstico ambiental, no contexto da paisagem, para os 106 remanescentes florestais mapeados.

4.2.1 Histórico de perturbação

O histórico de perturbação da área teve seu início ainda em meados do século XVI, com a introdução da pecuária e o cultivo de lavouras destinadas ao consumo familiar. De acordo com Andrade (2005), a população responsável pela ocupação do sertão nordestino durante esse período, entre outros fatores, advém do processo de estagnação da indústria açucareira, que se encarregou de expulsar a mão-de-obra excedente para o interior do estado, bem como aqueles que não se adaptavam ao sofrido regime imprimido nos engenhos de cana de açúcar.

Outro indicio histórico da atividade pecuária no semi-árido alagoano, conforme descrito por LIMA (1992) ocorreu em 1658, com a presença de criadores de gado na região da cachoeira de Paulo Afonso, nas porções de terras do vale do Capiá, em partes dos maciços sertanejos de Água Branca e Mata Grande.

Nesse contexto, pode-se dizer que os antecedentes históricos que marcaram o processo de ocupação da região hidrográfica do Riacho Talhada estão associados ao desenvolvimento da pecuária. A divisão do território alagoano, antiga província pernambucana, em sesmarias contribuiu de maneira significativa para o seu povoamento, além de fortalecer ainda mais a pecuária bovina na porção oeste do estado.

Como atividades responsáveis pela transformação da paisagem da região, destacam-se a agropecuária que se estabeleceu na região, tendo como principal atividade a bovinocultura, contribuíram de maneira decisiva para a devastação das formações vegetais nativas e a extração de madeira utilizada como matéria-prima para construção das casas e como lenha para atendimento da demanda energética. As áreas florestais nativas situadas na região hidrográfica do Riacho Talhada, foram desmatadas, dando lugar às culturas de subsistência e às extensas áreas de pastagens.

4.2.2 Área e Perímetro

Os 106 remanescentes florestais mapeados na região hidrográfica do Riacho Talhada ocupam uma área total de 18.685,2851 hectares (12,86%), conforme a Tabela 1. Pela análise da Tabela 2, nota-se que o tamanho médio desses fragmentos é de 176,28 hectares, verificando-se, porém, que apenas 7,55% (± 8 fragmentos) estão inseridos nessa média.

Tabela 2. Classes de área dos remanescentes florestais mapeados na R.H do Riacho Talhada.

Classes de Área (hectares)	Remanescentes Florestais				
	Número de ocorrência		Área		
	absoluto	%	ha	%	média (ha)
Até 5,00	18	16,98	56,7675	0,30	3,15
5,00 ----- 10,00	14	13,21	107,3813	0,57	7,67
10,00 ----- 15,00	13	12,26	158,3412	0,85	12,18
15,00 ----- 20,00	10	9,43	173,6064	0,93	17,36
20,00 ----- 40,00	16	15,09	479,8012	2,57	29,99
40,00 ----- 80,00	11	10,38	680,6089	3,64	61,87
80,00 ----- 160,00	6	5,66	692,9037	3,71	115,48
160,00 ----- 320,00	8	7,55	1.803,7633	9,65	225,47
320,00 ----- 640,00	4	3,77	1.947,3358	10,42	486,83
640,00 ----- 1280,00	3	2,83	2.720,0323	14,56	906,68
> 1280,00	3	2,83	9.864,7434	52,79	3.288,25
Total	106	100,00	18.685,2850	100,00	176,28

Ainda de acordo com a Tabela 2, 18 remanescentes florestais (16,98%), possuem áreas de até 5,0 hectares, representando apenas 0,30% (56,7675 ha) da área total. Foi observado também que 11 remanescentes possuem em média 61,87 hectares, ocupando 3,64% da área total relativa aos remanescentes mapeados, ou seja, 680,6089 hectares. Os três maiores remanescentes identificados, estes com área superior a

1.280 hectares, possuem em média 3.288,25 hectares, ocupando o maior deles 21,86% (4.084,9675 há) da área total dos remanescentes mapeados na região hidrográfica do Riacho Talhada. A análise da Tabela 3 mostra que o remanescente florestal de maior perímetro apresenta valor de 134.664,32 metros.

De maneira geral, os fragmentos florestais mapeados corresponderam a um perímetro total de 733.144,45 metros e apresentaram um perímetro médio de 6.916,46 metros. Analisando a Tabela 3 é possível verificar que do total de 106 remanescentes florestais, cerca de 83 (78,30%) possuem perímetro inferior a 6.000 metros e que apenas 23 remanescentes (21,69%) estão acima da média.

Tabela 3. Classes de perímetro (metros) dos remanescentes florestais mapeados na região hidrográfica do Riacho Talhada.

Classes de perímetro (metros)	Remanescentes Florestais				
	Número de ocorrência		Perímetro		
	absoluto	%	metros	%	média (m)
Até 1000,0	16	15,09	12.184,72	1,66	761,55
1.000 ----- 2.000	34	32,08	49.453,11	6,75	1.454,50
2.000 ----- 4.000	22	20,75	61.716,50	8,42	2.805,30
4.000 ----- 6.000	11	10,38	53.921,05	7,35	4.901,91
6.000 ----- 8.000	3	2,83	22.187,29	3,03	7.395,76
8.000 ----- 10.000	7	6,60	60.484,48	8,25	8.640,64
10.000 ----- 20.000	7	6,60	108.839,43	14,85	15.548,49
20.000 ----- 40.000	2	1,89	62.195,46	8,48	31.097,73
40.000 ----- 80.000	3	2,83	167.498,10	22,85	55.832,70
> 80.000	1	0,94	134.664,32	18,37	134.664,32
Total	106	100,00	733.144,45	100,00	6.916,46

4.2.3 Forma e Tipo de Vizinhança

A forma dos fragmentos foi calculada com base na análise do Índice de Circularidade (IC) ou relação borda/interior. O estudo da dinâmica e estrutura dos fragmentos florestais possibilita indicar o nível de proteção de seu interior em relação aos efeitos de borda.

Portanto, os fragmentos com valores de IC próximos de 1, apresentaram tendência de forma arredondada. Já os remanescentes que tiveram valores mais próximos de zero, ou seja, significativamente distante de 1, possuem tendência de forma mais alongada.

Assim, a tendência de forma mais arredonda indica que o interior do fragmento florestal pode está mais protegido e a tendência de forma mais alongada permiti presumir que o fragmento está mais sujeito aos efeitos de borda e maior grau de perturbação.

Observando a Tabela 4, verifica-se que 28 remanescentes florestais (26,42%) apresentaram tendências de formas arredondadas, com valores de IC acima de 0,850. Observou-se também que uma parte dos remanescentes mapeados, em torno de 19 (17,92%), apresentou uma forte tendência de formas alongadas, com valores de IC entre 0,168 a 0,500.

O tipo de vizinhança representa um dos mais relevantes fatores de distúrbio a serem considerados no diagnóstico ambiental, em nível de paisagem, dos remanescentes florestais.

De acordo com o tipo de vizinhança, um fragmento florestal estará mais susceptível aos efeitos de borda, que por sua vez, podem comprometer o equilíbrio desses ecossistemas. Assim, foram identificados oito tipos de vizinhanças (Tabela 5).

Dependendo da vizinhança, os remanescentes florestais mapeados podem estar sofrendo vários tipos de distúrbios. As práticas de manejo tradicionalmente desenvolvidas nas culturas agrícolas, como o uso de defensivos ou agrotóxicos, a forma inadequada de limpeza do terreno (queimada) ou a poluição sonora decorrente da movimentação de máquinas e veículos motorizados estão entre os principais tipos de distúrbios que afetam os fragmentos florestais.

Tabela 4. Classes do Índice de Circularidade (IC) dos remanescentes florestais mapeados na região hidrográfica do Riacho Talhada.

Classes de IC		Remanescentes florestais	
		Número de ocorrências	%
0,168	----- 0,300	5	4,72
0,300	----- 0,400	4	3,77
0,400	----- 0,500	10	9,43
0,500	----- 0,600	16	15,09
0,600	----- 0,700	20	18,87
0,700	----- 0,800	19	17,92
0,800	----- 0,900	28	26,42
0,900	----- 1,000	4	3,77
Total		106	100,00

Tabela 5. Remanescentes florestais e suas vizinhanças com classes de uso e ocupação identificados na região hidrográfica do Riacho Talhada.

Tipo de Vizinhança	Remanescentes florestais afetados			
	Quantidade		Perímetro	
	absoluto	%	metros	%
Área agrícola	8	3,31	7.521,53	1,09
Área urbana	2	0,83	2.411,29	0,35
Corpos d'água	16	6,61	36.271,50	5,26
Formação rochosa	2	0,83	498,62	0,07
Pastagem	159	65,70	613.156,34	88,86
Solo exposto	55	22,73	30.127,52	4,37
Total de ocorrência	242	100,00	689.986,81	100,00
Total de remanescentes florestais mapeados	106			

As conseqüências dessas práticas que estão diretamente associadas à atividade agropecuária, são, dentre outros efeitos, a deposição excessiva de particulados na cobertura vegetal dos remanescentes, a produção de lixo, o afugentamento de animais silvestres ou o impedimento da locomoção de espécies dispersoras.

A Tabela 5 mostra que aproximadamente 159 remanescentes florestais (65,70%) encontram-se vizinhos a pastagens. De maneira geral, esse tipo de vizinhança pode influenciar de maneira negativa a dinâmica e os processos sucessionais dos remanescentes florestais, devido às práticas que estão comumente associadas a essas atividades, tais como, a caça, o extrativismo ou a abertura de trilhas. Entretanto, a vizinhança do tipo pastagem pode oferecer algumas vantagens, pois apresenta menos dificuldade para a implantação de técnicas de recuperação, destacando-se, a introdução de corredores ecológicos interligando os remanescentes.

A vizinhança que, em geral, causa forte pressão antrópica são as áreas edificadas ou núcleos urbanos. Embora em menor ocorrência, foram identificados apenas dois remanescentes florestais vizinhos a áreas edificadas que, dependendo da intensidade de uso, podem estar sujeitos a vários tipos de perturbação, como a caça e a deposição de lixo, entre outros. Segundo Matlack (1993) os fragmentos florestais próximos dessas áreas podem sofrer alterações significativas em sua estrutura e composição, devido às atividades humanas não serem distribuídas ao acaso em seu interior.

Foram totalizados 55 remanescentes florestais vizinhos às classes de solo exposto que, dependendo do tipo de uso a ser dado a essas áreas, podem provocar diversos prejuízos. Além disso, o escoamento superficial pode promover efeitos erosivos, principalmente nas bordas dos fragmentos, comprometendo ainda mais a segurança dos remanescentes florestal.

5. Conclusões

A pesquisa desenvolvida no âmbito desta modalidade de auxílio teve como finalidade elaborar o diagnóstico ambiental, em nível de paisagem, da região hidrográfica do Riacho Talhada, situada na região fisiográfica do baixo São Francisco alagoano, utilizando técnicas de geoprocessamento. A partir dos resultados obtidos foi possível concluir que:

- A utilização da imagem de satélite permitiu a elaboração do diagnóstico ambiental e o mapeamento a partir da classificação visual e verificações de campo, de 07 classes de uso da terra e 106 remanescentes florestais.
- A área total da região hidrográfica do Riacho Talhada é de 1.452,60 km², dos quais 54,44% são cobertos por pastagem, 12,86% por remanescentes florestais e 9,66% por algum tipo de lavoura.
- Considerando os resultados referentes aos 106 remanescentes florestais, constatou-se que 32 desses possuem áreas de até 10 hectares (30,18%). O menor e o maior remanescente florestal correspondeu a 6.768 m² e 4.084,97 ha, respectivamente. Embora a maior parte dos remanescentes florestais tenha apresentado área reduzida, torna-se importante evidenciar que a sua conservação contribui para manutenção ou aumento da diversidade biológica local.
- Aproximadamente 35 remanescentes (33,01%) possuem formas alongadas, estando sob intenso efeito de borda, com valores do Índice de Circularidade (IC) inferior a 0,500.
- A análise de vizinhança mostrou que os remanescentes estão sujeitos a um elevado nível de perturbação, com a maior parte deles vizinhos às áreas de pastagem.

Agradecimentos

Os nossos sinceros agradecimentos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL) pelo apoio financeiro, bem como ao Instituto de Pesquisas Espaciais pela concessão das imagens de satélite, ambos os órgãos foram essenciais para realização deste trabalho.

Referências Bibliográficas

- ANDRADE; M. C. A terra e o homem no Nordeste: contribuição ao estudo da questão agrária no Nordeste. São Paulo: Cortez, 7 ed. 334 p. 2005.
- BUNCE, R. G. H.; JONGMAN, R. H. G. An introduction to landscape ecology. In: BUNCE, R. G. H.; RYSZKOWSKI, L.; PAOLETTI, M. G. Landscape ecology and agroecosystems. Boca Raton: Lewis, p. 3-10, 1993.
- CONGALTON, R. G.; GREEN, K. Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices. New York: Lewis Publishers, 1998. 137p.
- FOODY, G. M. On the compensation for chance agreement in image classification accuracy assessment. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. Bethesda, v. 58, n. 10, p. 1459-1460, 1992.
- LIMA, I. F. Ocupação espacial do estado de Alagoas. Maceió: SERGASA. 160p. 1992.
- MATLACK, G. R. Sociological edge effects: spatial distribution of human impact in suburban forest fragments. Environmental Management, v. 17, p. 829-835, 1993.