

Análise da Fragmentação Florestal como Subsídio à Recuperação Ambiental na Bacia Hidrográfica do rio São João

Vinicius da Silva Seabra¹

Para caracterização e classificação da paisagem é imprescindível não somente a espacialização dos seus elementos e estruturas no presente, mas também a análise da evolução do Uso e Cobertura da Terra, ao longo do tempo. Além de fornecer as informações necessárias para o reconhecimento da estrutura da paisagem, da organização espacial de seus elementos, e da análise das pressões socioeconômicas atuais, a evolução do Uso e Cobertura da Terra possibilita a compreensão da intensidade das mudanças e o período em que elas ocorreram; permite a compreensão de suas estruturas no passado; e, além disso, torna viável a determinação dos vetores e tendências das pressões sobre os espaços naturais. Sendo assim, este trabalho tem o objetivo de analisar as mudanças sofridas no padrão espacial da fragmentação e conectividade da paisagem da BHRSJ em quatro momentos distintos (1975-1985-1995-2010), fazendo uso de classificação baseada em objetos e análise espacial dos resultados, em ambiente SIG. Para tal, foram utilizados os *softwares Spring*[®], *Definiens*[®] 8.0, *GUIDOS*[®] e *ArcGIS* 9.3[®], na manipulação de imagens Landsat (MSS e TM) e seus subprodutos, afim de efetuar a análise da paisagem na BHRSJ, nos últimos 35 anos. Os resultados apontaram que as áreas recuperadas entre 1995 e 2010 estariam nas bordas de fragmentos florestais, ou ainda, seriam clareiras em áreas florestadas que foram "preenchidas" ao longo do tempo por formações florestais. Os resultados reforçam a hipótese de que a proximidade e contexto das áreas degradadas em relação às coberturas naturais são preponderantes para a ocorrência de recuperação florestal.

Palavras-chave: Fragmentação Florestal, Análise Espacial, Dinâmica do Uso da Terra.

¹ Professor Doutor Adjunto da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), do Departamento de Geografia da Faculdade de Formação de Professores (FFP). Rio de Janeiro, Brasil. vinigeobr@yahoo.com.br

Análise da Fragmentação Florestal como Subsídio à Recuperação Ambiental na Bacia Hidrográfica do rio São João

Vinicius da Silva Seabra

1. Introdução

Sotchava (1978) apontou como necessária a integração da perspectiva espacial (geográfica) e funcional (ecológica) para compreensão da dinâmica dos processos que ocorrem na superfície do planeta. Para realização desta tarefa seria necessário incorporar o conceito de geossistemas dentro da análise da paisagem, defendendo a possibilidade de estudarmos o espaço geográfico dentro de uma concepção geossistêmica, permitindo a interpretação do mesmo em seu todo complexo e, ainda, tornando possível a compreensão de suas funções, inter-relações, distribuições, formações, estruturas e funcionamentos (TROLL, 1950).

Para Pereira *et al.* (2001), a Ecologia da Paisagem baseia-se na premissa de que os padrões dos elementos da paisagem influenciam significativamente os processos ecológicos. Assim, a capacidade de quantificar a estrutura da paisagem é um pré-requisito para o estudo de sua função e mudança. Buscando uma relação entre os estudos geocológicos e as novas geotecnologias, Frohn (1998) afirma que os indicadores da paisagem são empregados para gerar dados quantitativos de padrões espaciais, relativos a áreas, observados em um mapa ou imagem de sensoriamento remoto. Podemos observar um mapa ou imagem e notar a existência de diversos padrões, que variam segundo a sua escala, ou resolução, de representação.

Segundo Rodriguez *et al.* (2007) a paisagem é um sistema espaço-temporal, uma organização espacial complexa e aberta formada pela interação entre componentes ou elementos físicos (estrutura geológica, relevo, clima, solos, águas superficiais e subterrâneas, vegetação e fauna) que podem em diferentes graus, ser transformados ou modificados pelas atividades humanas. Sendo assim, o autor considera como o estudo da paisagem o conjunto de métodos e procedimentos técnicos e analíticos, que permitem conhecer e explicar as regularidades da estrutura e funcionamento das paisagens, estudar suas propriedades, e determinar os índices e os parâmetros sobre a dinâmica, a história do desenvolvimento, os estados, os processos de formação e transformação, assim como os aspectos relacionados com a autorregulação e integração das paisagens.

Neste sentido, podemos afirmar que a análise do Uso e Cobertura da Terra é indispensável para estudos ambientais, pois retratam as pressões e impactos sobre os elementos naturais presentes na paisagem. Estes levantamentos são essenciais para a análise de fontes de poluição e compreensão das interações entre o meio biofísico e socioeconômico.

Para pesquisas relacionadas à caracterização e classificação da paisagem é imprescindível não somente a espacialização dos seus elementos e estruturas no presente, mas também a análise da evolução do Uso e Cobertura da Terra, ao longo do tempo. Além de fornecer as informações necessárias para o reconhecimento da estrutura da paisagem, da organização espacial dos elementos que compõem a paisagem, e da análise das pressões socioeconômicas atuais, a evolução do Uso e

Cobertura da Terra possibilita a compreensão da intensidade das mudanças e o período em que elas ocorreram; permite a compreensão de suas estruturas no passado; e, além disso, torna viável a determinação dos vetores e tendências das pressões sobre os espaços naturais.

Seguindo estas premissas, este trabalho tem o objetivo de analisar as mudanças sofridas no padrão espacial da fragmentação e conectividade da paisagem da BHRSJ em quatro momentos distintos (1975-1985-1995-2010), fazendo uso de classificação baseada em objetos e análise espacial dos resultados, em ambiente SIG. Para tal, foram utilizados os *softwares* *Spring*[®], *Definiens*[®] 8.0, *GUIDOS*[®] e *ArcGIS* 9.3[®], na manipulação de imagens Landsat (MSS e TM) e seus subprodutos, afim de efetuar a análise da paisagem na BHRSJ, nos últimos 35 anos.

A escolha da bacia hidrográfica do rio São João (BHRSJ) como área de estudo deve-se a sua grande importância estratégica para o Estado do Rio de Janeiro, sendo uma das principais fontes de abastecimento de água para a região e para as baixadas litorâneas deste estado (fig.1). A BHRSJ destaca-se ainda por abrigar grande parte dos últimos remanescentes de Mata Atlântica em áreas litorâneas, com diferentes formações vegetacionais em distintos estados de conservação.

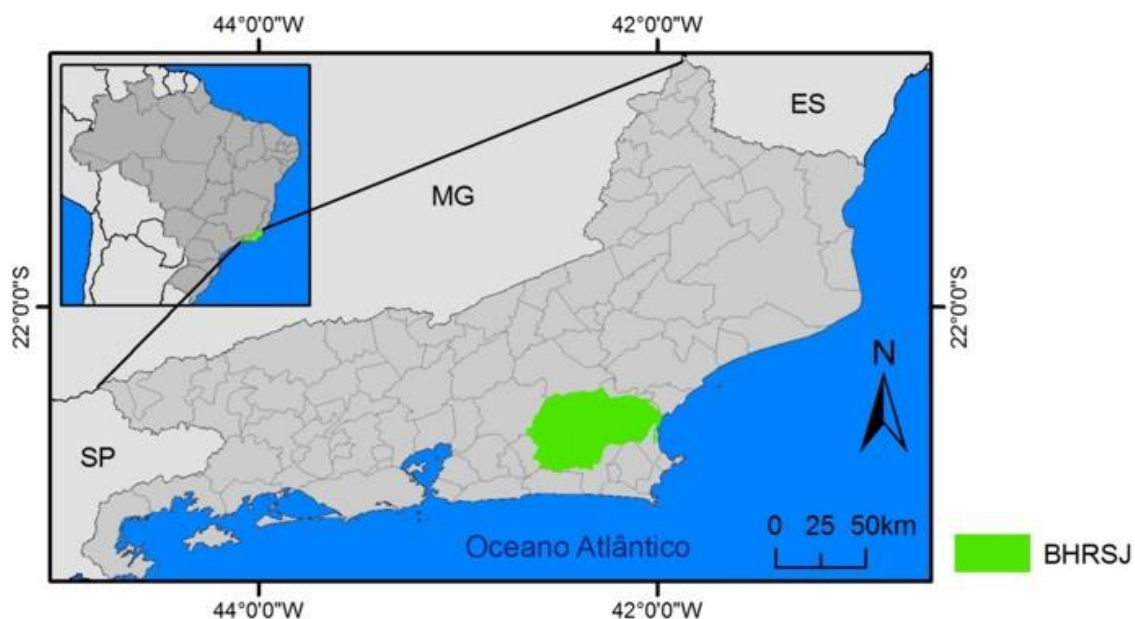


Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do rio São João (BHRSJ). SGR: SIRGAS 2000.

A BHRSJ localiza-se dentro do contexto da Mata Atlântica, situada entre o corredor da Serra do Mar e o litoral atlântico. Esta bacia posiciona-se à oeste da Bacia Hidrográfica da Baía da Guanabara, estando quase que em sua totalidade na Região das Baixadas Litorâneas do Estado do Rio de Janeiro. Segundo o Consórcio Intermunicipal Lagos São João (CILSJ, 2007) a BHRSJ estende-se por 63 km no sentido leste-oeste e por 43 km no sentido norte-sul, possuindo uma área total de 2.160 km².

Devido a sua grande diversidade de ambientes e, por conseguinte, a grande biodiversidade e endemismo de espécies de flora e fauna (ex: Mico-Leão Dourado), determinados recortes espaciais da BHRSJ foram transformados em áreas

protegidas pelos governos federal e estadual. A administração federal, através do ICMBio, garante a proteção de grande parte da BHRSJ através de uma Área de Proteção Ambiental (APA São João), e da Reserva Biológica de Poço das Antas. O Governo do Estado criou o Parque Estadual dos Três Picos, cuja superfície abrange uma pequena, mas importante parte da bacia, nas serras de Santana, São João e Taquaruçu, em Silva Jardim e Cachoeiras de Macacu. Em se tratando do nível municipal, apenas os municípios de Cabo Frio (Parque do Mico-Leão Dourado) e Rio Bonito (Parque da Caixa d'Água) criaram e administram áreas protegidas. Cabe também ressaltar que proprietários rurais têm estabelecido Reservas Particulares do Patrimônio Natural – RPPN's, que hoje já somam 14 dentro da bacia, com destaque para a RPPN Fazenda Retiro e o Parque da Preguiça (CILSJ, 2007). A bacia ainda encontra-se no limite de outras importantes áreas protegidas, como a Reserva Biológica União (REBIO União) e a Área de Proteção Ambiental de Macaé de Cima (APA de Macaé de Cima). (fig. 2).

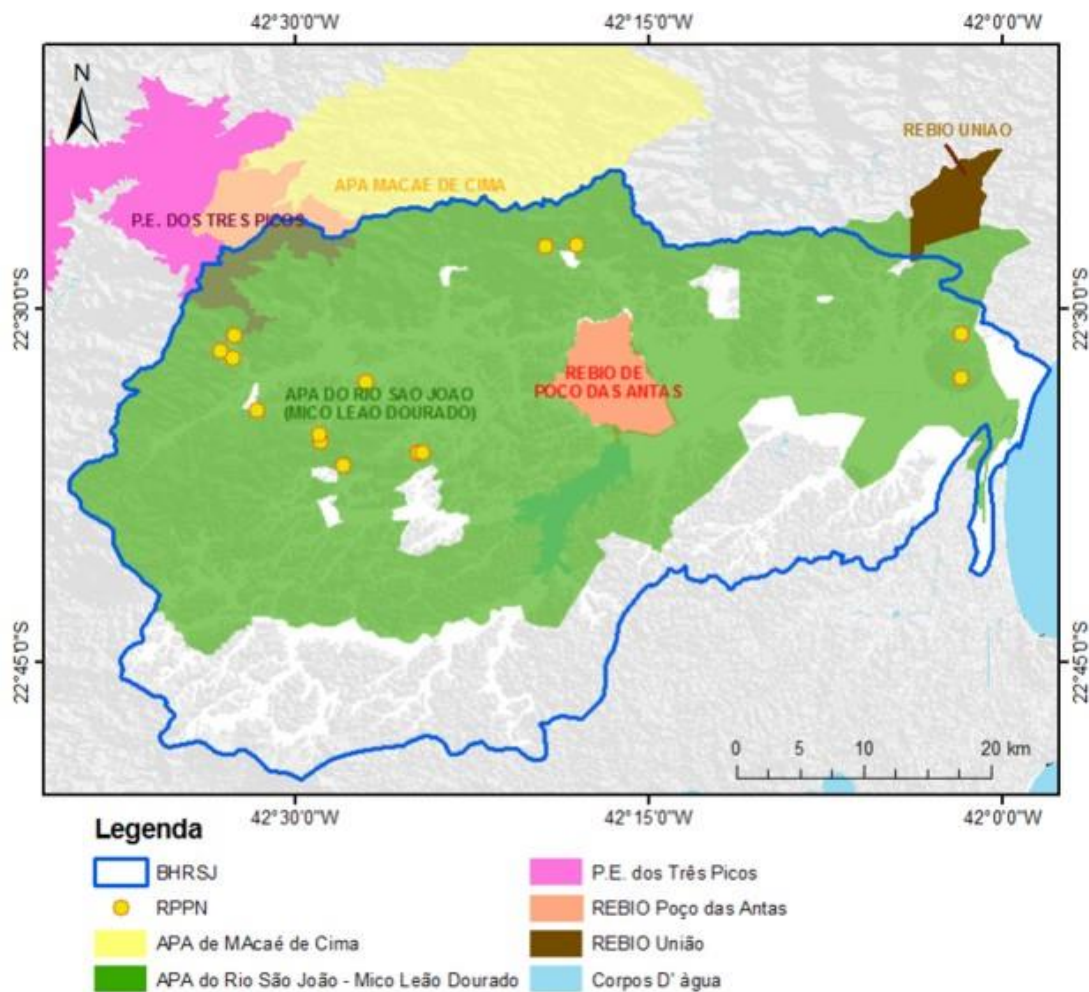


Figura 2. Mapa de Unidades de Conservação da BHRSJ. Projeção Cilíndrica Equirretângular. SGR: Sirgas 2000.

A BHRSJ também se caracteriza por ter sofrido ao longo dos últimos 50 anos intervenções significativas em todos os seus sistemas naturais. A CILSJ (2007) afirma que provavelmente a represa de Juturnaíba foi idealizada no fim dos anos de 1960, pois já em 1970 o DNOS (extinto Departamento Nacional de Obras e Saneamento) contratou a empresa de consultoria Engenharia Gallioli para

desenvolver estudos e elaborar o projeto executivo da obra. As obras de construção da barragem foram executadas pela empresa Queiroz Galvão entre 1978 e 1984. Em 1982 iniciou-se o enchimento da represa, cujo nível de água operacional foi atingido em 1984, ano em que as obras foram concluídas. Ainda na década de 1980, o DNOS construiu à jusante da barragem um canal reto de 24,5 km, rasgando a baixada para escoar as águas da represa e drenar o vale. Aprofundou, alargou e retificou o baixo curso dos rios Aldeia Velha, Indaiassu, Lontra e Dourado e construiu inúmeras valas para dessecamento das imensas áreas de brejo localizadas à montante e à jusante da barragem (fig. 3).

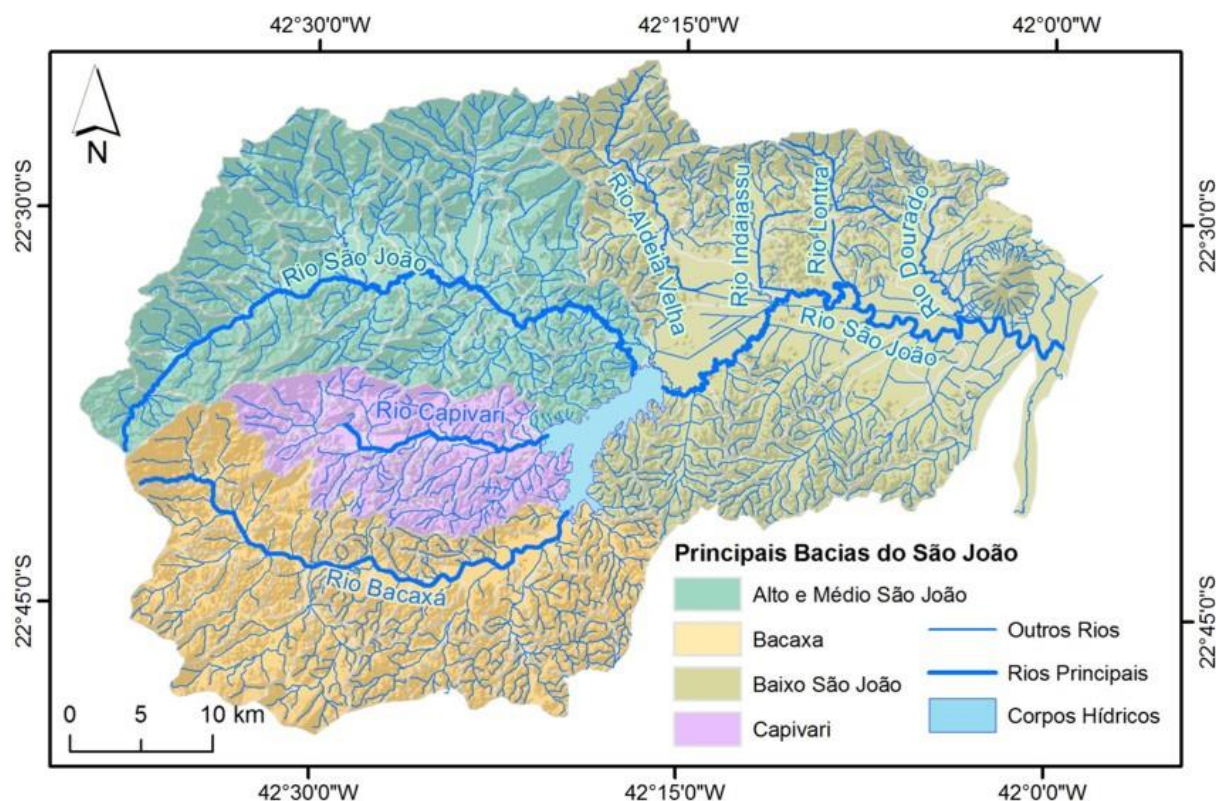


Figura 3. Hidrografia da BHRSJ. Projeção Cilíndrica Equirretângular. SGR: Sirgas 2000.

A retificação do Rio São João e a construção da barragem de Juturnaíba para abastecimento de água para a Região dos Lagos, rebaixaram o nível do lençol freático, tornando grandes extensões das baixadas aptas ao desenvolvimento de atividades agropecuárias (CPRM, 2001). Essas intervenções desencadeiam uma série de impactos, tais como sedimentação fluvial à montante da barragem e erosão à jusante e o incremento da descarga de sedimentos fluviais na foz do Rio São João (CUNHA, 1995). É importante ainda destacar de que as alterações provocadas na bacia, principalmente a construção de valas e canais artificiais, estão diretamente correlacionadas com a perda da mata fluvial e a perda de áreas alagadas (*wetlands*) nas planícies fluviais da bacia.

Embora diversos empreendimentos tenham provocado significativos impactos em toda a região, a área de estudo ainda possui uma grande importância estratégica em termos de preservação ambiental, principalmente por ainda manter remanescentes das mais diferentes fisionomias vegetacionais típicas do Bioma Mata

Atlântica. Na BHRSJ podemos encontrar: campos de altitude; floresta ombrófila densa; floresta estacional semidecidual; floresta de terras baixas; brejos; manguezais; restingas; e matas aluviais.

Os maiores, e mais contínuos, fragmentos florestais da bacia são encontrados nas vertentes íngremes, escarpadas, e nos patamares residuais da Serra no Mar. Em suas planícies, morrotes e colinas, a vegetação apresenta-se distribuída em pequenos fragmentos florestais, num mosaico formado principalmente por extensas manchas de pastagem.

2. Materiais e Métodos

Neste trabalho, a análise da evolução do Uso e Cobertura da Terra foi realizada a partir de mapas (1:100.000), gerados por classificação baseada em objetos, utilizando uma imagem do satélite Landsat 4 MSS (ano de 1975) e 3 imagens do satélite Landsat 5 TM (anos de: 1985, 1995, 2010) (Quadro 1 e Fig. 4). Depois de gerados, estes mapas foram inseridos em um ambiente SIG, onde foram processadas análises que forneceram subsídios para a compreensão e localização das mudanças ocorridas na BHRSJ nos últimos 35 anos e, posteriormente, forneceram os elementos necessários para análise do padrão espacial da fragmentação florestal dos quatro períodos.

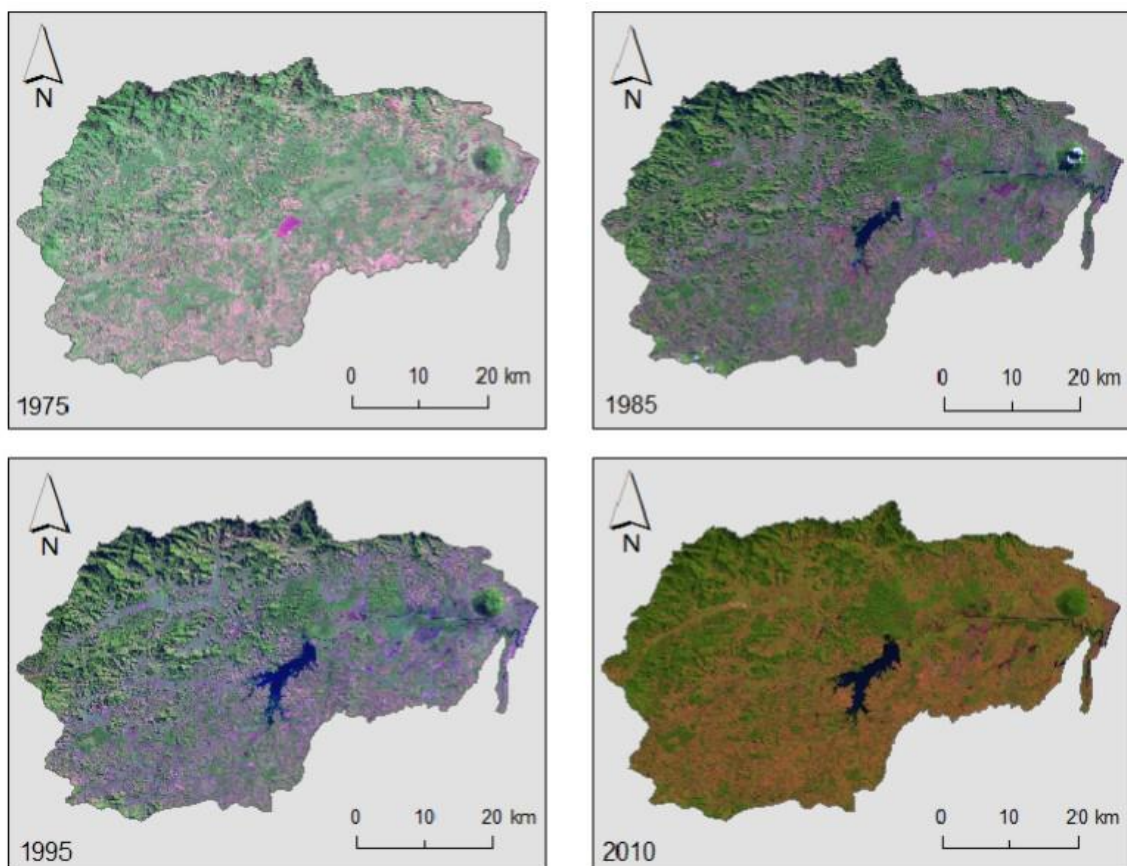


Figura 4. Cartas-Imagem (3B4G5R) para os anos de 1975, 1985, 1995 e 2010 da BHRSJ.

Quadro 1: Imagens utilizadas no mapeamento da evolução do uso e cobertura da Terra na BHRSJ

Imagem	Data de Geração da Imagem
Landsat MSS	22-08-1975
Landsat 5 TM	27-06-1985
Landsat 5 TM	07-06-1995
Landsat 5 TM	04-09-2010

O processo de georreferenciamento foi realizado no software Spring 5.2.1, onde os maiores deslocamentos encontrados entre as imagens do sensor TM foi o de 32 m na imagem de 1995, sendo que na imagem MSS este valor ficou em torno de 95 m. É importante ressaltar que a maior dificuldade em georreferenciar as imagens do sensor MSS justifica-se pelas menores resoluções espectrais (4 bandas) e espaciais (68x83m), à aspectos relacionados à aquisição da imagem, além é claro, da dificuldade de encontrarmos pontos de controle na área, principalmente em razão das mudanças ocorridas na região ao longos dos últimos 35 anos. Em seguida foi construído, para cada imagem (1975, 1985, 1995 e 2010), um projeto de classificação no *software* DEFINIENS®, para a sua posterior classificação baseada em objetos (Fig. 5).

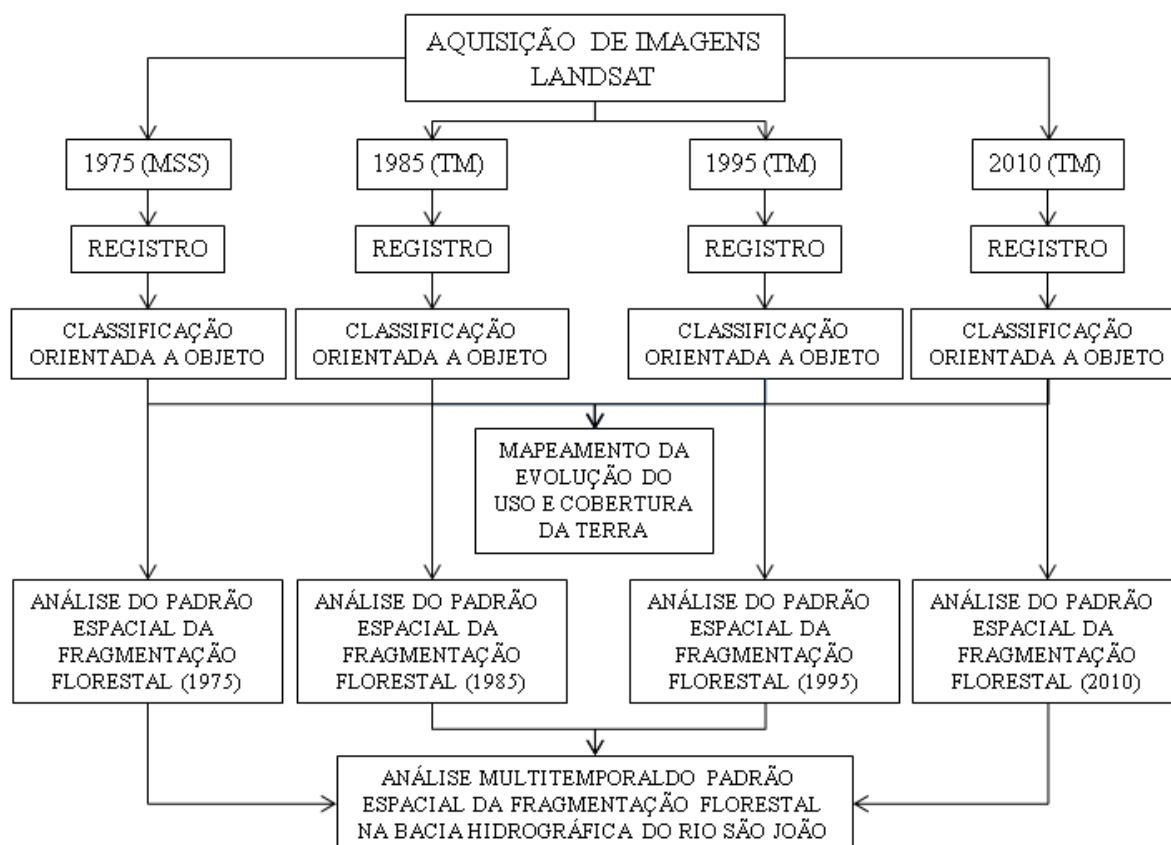


Figura 5. Fluxograma de Atividades

O processo de classificação baseada em objetos utilizou os polígonos gerados na segmentação para definição dos objetos de imagem a partir de um conjunto de

dados, no caso, as bandas. As características espectrais de forma e relações de vizinhança foram as informações utilizadas na descrição destes objetos. A partir destes descritores os objetos puderam ser agrupados em categorias com significado ou em classes temáticas.

Cruz et. al (2007) apontam que a classificação baseada em objetos busca simular técnicas de interpretação visual através da modelagem do conhecimento para identificação de feições, baseada na descrição de padrões identificadores, tais como textura, cor, métrica, contexto. Reis (2009) destaca que a classificação baseada em objetos veio para suprir os tradicionais classificadores que tinham como base apenas os atributos espectrais, que não permitiam o uso de dados de diferentes resoluções e que não tratavam as classes de forma individualizada.

A classificação baseada em objetos ainda se diferencia das demais por apresentar a possibilidade de se realizar multissegmentações, gerando níveis hierarquizados, incluindo ainda aspectos de multirresolução. A classificação baseada em objetos considera muitos tipos de descritores, tratando-os como parâmetros caracterizadores dos objetos, tais como: cor, textura, tamanho, forma, padrão, localização, contexto, etc. Portanto, a inserção destes elementos, ou seja, do conhecimento do intérprete no processo, consiste em uma alternativa para a distinção de alvos que espectralmente apresentam dificuldades de serem mapeados. A caracterização dos objetos da imagem não pode limitar-se apenas a atributos espectrais, pois estes muitas vezes não conseguem delimitar objetos complexos (DEFINIENS, 2010).

Em seguida, todos os mapas de uso e cobertura da Terra foram gerados, e para cada classe temática, de cada ano mapeado, foram calculadas as áreas e os respectivos percentuais de área na BHRSJ. As classes mapeadas foram:

1-Areia - Cordões arenosos;

2 - Água - Espelho d'água das lagoas, do oceano, ou de alguns rios;

3-Áreas Úmidas – Para esta classe serão consideradas as áreas de inundação temporária (não permanente), que na BHRSJ são as áreas alagadas por afloramento do lençol freático (brejos) ou áreas de inundação de rios e lagoas;

4-Mangue – Classe que representa a vegetação de mangue;

5-Floresta - Nestas classes podemos inserir as florestas, matas de restinga, matas aluviais e demais coberturas naturais arbóreas, excetuando-se apenas a vegetação de mangue;

6-Pastagem - Áreas de vegetação rasteira ou de pequenas capoeiras;

7-Vegetação Secundária Inicial - Áreas de vegetação de capoeira, também conhecidas como pasto sujo;

8-Agricultura – Áreas de ocorrência de atividades agrícola, sobretudo de cana-de-açúcar. Os cultivos familiares, em pequena escala, não foram identificados nesta classe;

9-Solo Exposto – Dentro desta classe temos as áreas de exploração de saibro e pedreiras; Os solos preparados para cultivo, quando existentes, foram incorporados à classe 8.

10-Urbano Rarefeito – Representa as áreas de menor ocupação, com lotes vazios (não construídos) intercalando as casas;

11-Urbano Médio – Nesta classe a ocupação se dá de forma contínua, com poucas interrupções (lotes vazios). Poucas são as construções com mais de 1 pavimento, e mais raras ainda são as que ultrapassam 2 pavimentos.

Os fragmentos florestais foram extraídos dos mapas de uso e cobertura da Terra, e após terem sido convertidos para formato matricial (20x20m) foram importados e manipulados no software GUIDOS® (<http://forest.jrc.ec.europa.eu/download/software/guidos>), que é um software livre, voltado para análise espacial de fragmentos florestais (VOGT, 2012). Os fragmentos foram manipulados a partir do módulo MSPA (*Morphological Spatial Pattern Analysis*), considerando como valor de borda de fragmentos a distância de 100m (5 pixels). As classes mapeadas a partir das análises realizadas do MSPA GUIDOS foram as seguintes:

- Bordas: Faixas de floresta mais externa ao fragmento (borda), com extensão de 100 metros, em contato com a matriz.
- Áreas Núcleo: Área interna dos fragmentos florestais.
- Clareiras: Áreas desmatadas no interior dos fragmentos florestais.
- Bordas de Clareiras: Faixas de floresta, com extensão de 100m, que está em contato com as clareiras.
- Corredores: Faixas de floresta que conectam dois ou mais fragmentos florestais..
- Falsos corredores (laços): Corredores florestais que ligam dois pontos de um mesmo fragmento.
- Falsos corredores em clareira: Corredores que cruzam o interior de uma clareira.
- Ramificações: Faixas de floresta que saem do fragmento, mas que não conectam-no a outro fragmento.
- Matrizes: Áreas desmatadas, externas aos fragmentos florestais.
- *Stepping Stones*: Ilhas de floresta inseridas no interior da Matriz.

Os resultados finais da análise foram incorporados a um BDG, e manipulados em ambiente SIG (ArcGIS 9.3®), onde foram calculadas as áreas e gerados os layouts finais. Estes dados encontram-se disponíveis para novas análises a serem realizadas na BHRSJ.

3. Resultados e Discussão

O cálculo das áreas das classes de Uso e Cobertura da Terra comprovam quantitativamente as mudanças percebidas a partir da observação dos mapas temáticos (Fig. 6 e Tabela 1). É importante chamar atenção para o crescimento das áreas florestadas entre os anos de 1995 e 2010, o progressivo decréscimo das áreas úmidas desde antes de 1975 e o acentuado aumento das áreas urbanas entre os anos de 1995 e 2010. Para todos os cálculos de área realizados foi utilizada a projeção equivalente cônica de Albers sobre vetores (*shapes*) em escala de detalhe de 1:100.000.

As análises dos mapas de uso e cobertura da Terra e dos padrões espaciais de distribuição dos fragmentos florestais apontam que, atualmente, a maior parte dos fragmentos florestais na BHRSJ estão localizados na porção noroeste da bacia, onde está situada a escarpa da serra do mar. Nestes fragmentos é marcante a presença das clareiras, que representam um total de 39 km², com um média de, aproximadamente, 8 ha cada (fig. 7). No entanto, as clareiras vem sendo reduzidas desde 1985 (tab. 2), o que pode significar que estas áreas vêm se recuperando ao longo dos últimos anos.

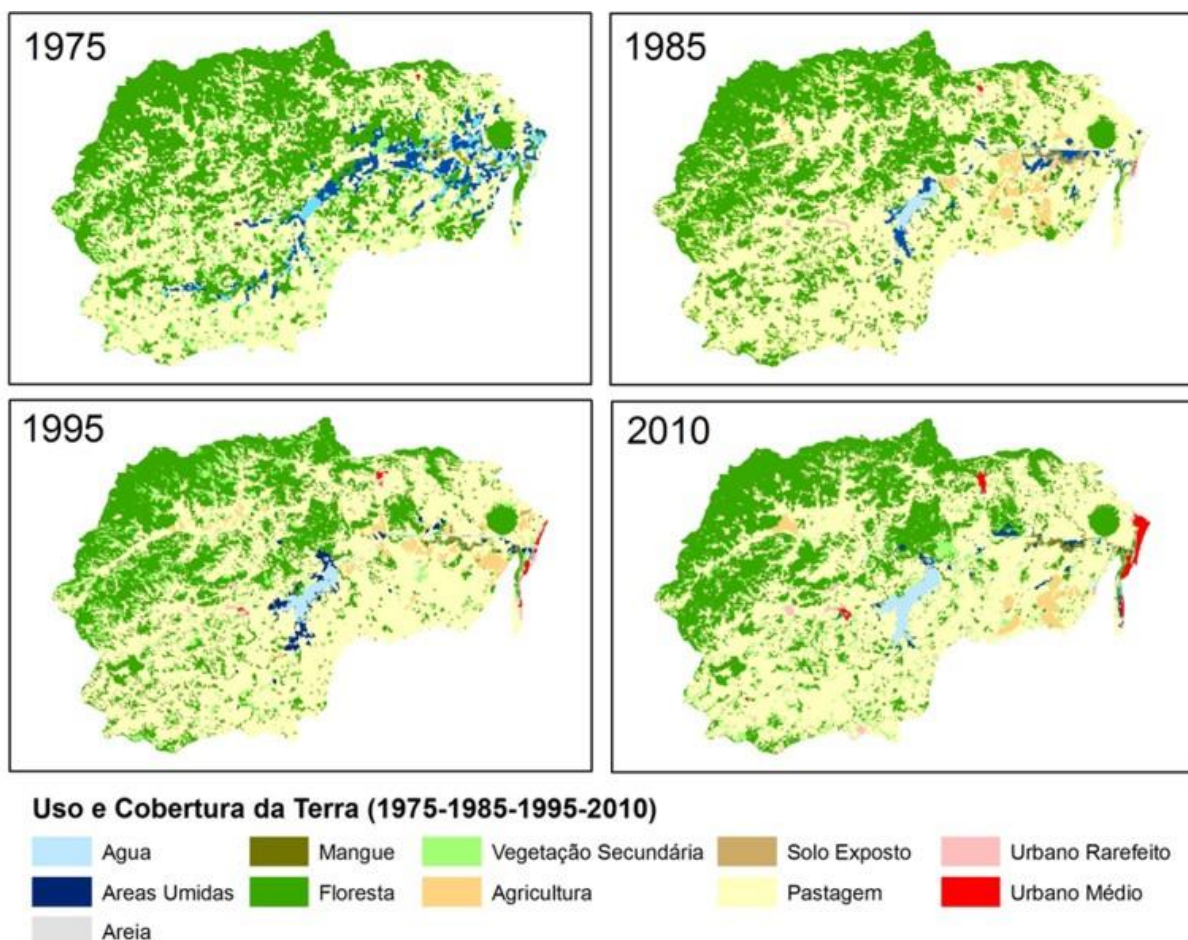


Figura 6. Usos e Cobertura da Terra na BHRSJ para os anos de 1975, 1985, 1995 e 2010.

Tabela 1: Quantitativo das classes de Uso e Cobertura da Terra na BHRSJ nos anos de 1975, 1985, 1995 e 2010.

Uso e Cobertura da Terra	1975 (km ²)	% 1975	1985 (km ²)	% 1985	1995 (km ²)	% 1995	2010 (km ²)	% 2010
Agricultura	1	0,00	52,80	2,50	49,81	2,35	30,40	1,44
Água	41,62	1,97	19,09	0,90	28,58	1,35	36,18	1,71
Cordões Arenosos	0,30	0,01	0,38	0,02	0,55	0,03	0,32	0,02
Floresta	795,07	37,58	742,98	35,12	647,87	30,6	682,97	32,28
Mangue	7,11	0,34	6,91	0,33	5,57	0,26	9,20	0,43
Ocupação Moderada	0,00	0,00	0,87	0,04	4,52	0,21	15,71	0,74
Ocupação Rarefeita	0,59	0,03	5,31	0,25	8,87	0,42	10,91	0,52
Solo Exposto	0,00	0,00	0,40	0,02	1,70	0,08	0,30	0,01
Pastagem	998,37	47,19	1.141,4	53,95	1.214,9	57,4	1.174,1	55,49
Vegetação Secundária	178,04	8,42	115,81	5,47	128,60	6,08	137,12	6,48
Áreas Úmidas	94,54	4,47	29,68	1,40	24,70	1,17	18,47	0,87
Total	2.116	100	2.116	100	2.116	100	2.116	100

As ramificações e corredores também mostraram uma significativa redução depois de 1985, o que pode estar relacionado ao desmatamento ou reflorestamento das clareiras e bordas.

Tabela 2: Feições da paisagem mapeadas na BHRSJ nos anos de 1975, 1985, 1995 e 2010.

Classes	Áreas em km ²			
	1975	1985	1995	2010
Bordas	200,82	188,28	156,41	145,38
Bordas de Clareira	20,41	13,94	12,26	17,01
Clareiras	46,66	53,75	43,54	39,82
Corredores	27,58	45,38	42,90	33,89
Falso Corredor (Laço)	8,73	10,99	7,37	11,06
Falso Corredor em Clareira (Laço em Clareira)	1,19	0,56	0,46	1,10
Matriz	1.274,02	1.312,45	1.418,76	1.383,55
Ramificações	46,52	81,77	71,55	58,57
Ilhas (<i>Stepping Stone</i>)	15,24	28,18	42,31	29,45
Áreas Núcleo	474,51	380,39	320,14	395,85
Total	2116	2116	2116	2116

Os *stepping stones* (ilhas) localizam-se principalmente na porção central e sul da BHRSJ. Estas áreas de ilhas cresceram significativamente até o ano de 1995, o que pode significar que até este período o processo de fragmentação foi maior que o de conexão de fragmentos. No entanto, após 1995 ocorreu uma relevante redução nas áreas de *stepping stones*, o que pode estar relacionado a recuperação de algumas áreas, ou a fragmentação de manchas de florestas (Fig. 7).

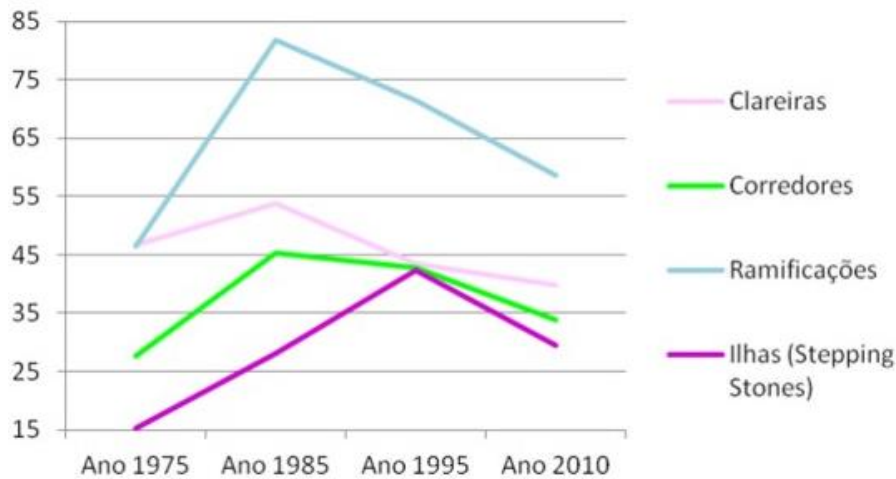


Figura 7. Áreas das clareiras, corredores, ramificações e ilhas nos últimos 35 anos. Os valores do eixo y correspondem a km².

A matriz na bacia é quase majoritariamente de pastagens desde 1975. As pastagens são predominantes nas áreas mais rebaixadas, de relevo plano e colinoso. As áreas de pastagem vinham crescendo até o ano de 1995, onde passou a decrescer até 2010 (fig.8).

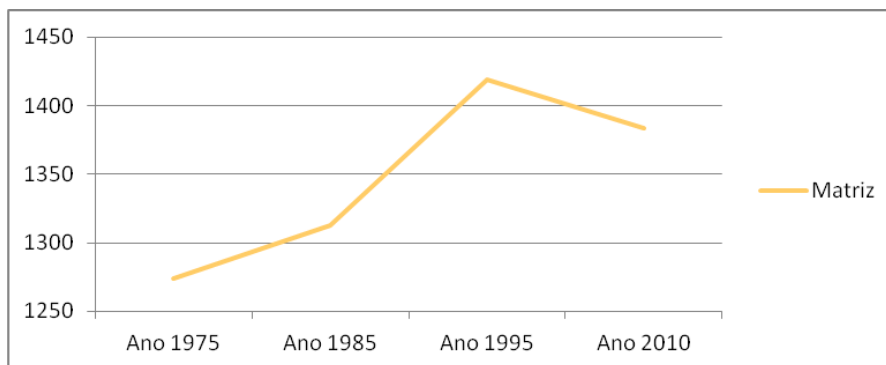


Figura 8. Crescimento e redução da matriz nos últimos 35 anos na BHRSJ. Os valores do eixo y correspondem a km².

As áreas núcleo foram reduzidas quase que linearmente de 1975 até 1995. No entanto, após 1995 estas áreas foram ampliadas significativamente. É importante perceber que a redução da matriz de pastagem após 1995 acompanhou o aumento das áreas núcleo depois de 1995. O crescimento das áreas núcleo podem ainda estar relacionadas ao fechamento de algumas clareiras (fig. 9 e 10).

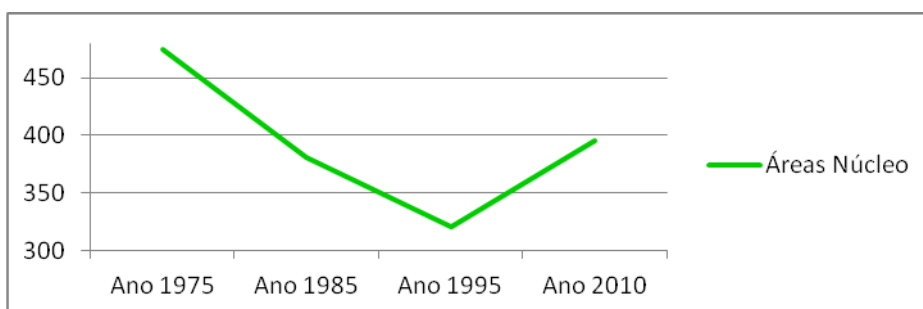


Figura 9. Crescimento e redução das áreas núcleo nos últimos 35 anos na BHRSJ. Os valores do eixo y correspondem a km².

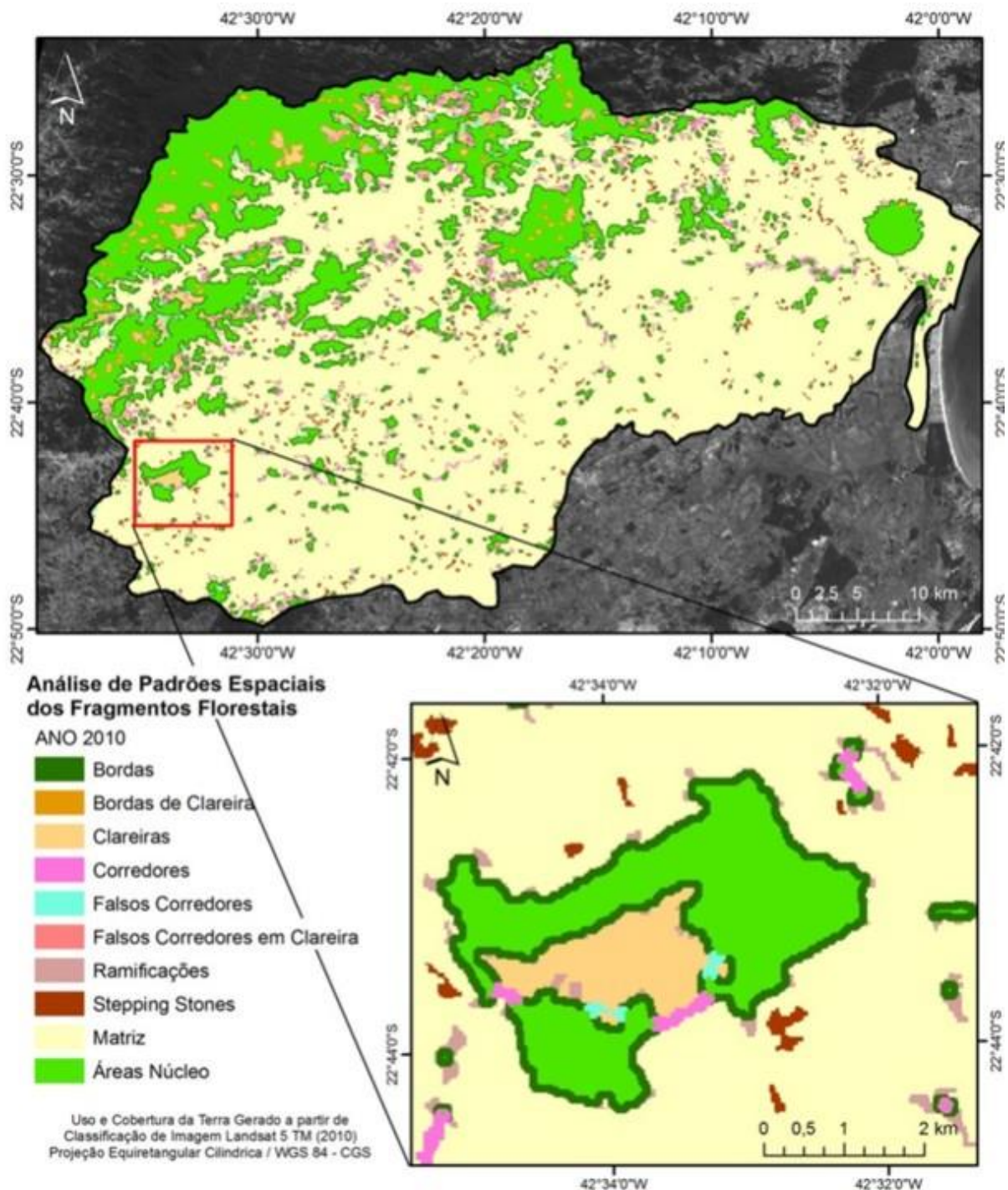


Figura 10. Mapa de padrões espaciais dos fragmento florestais em 2010, na BHRSJ.

Considerações Finais

A utilização de técnicas de sensoriamento remoto para a construção dos mapas de uso e cobertura da Terra, com utilização de classificação orientada ao objeto, mostrou resultados muito mais satisfatórios que os métodos tradicionais, o que refletiu num menor esforço de edição dos mapas finais. O levantamento de dados a partir das imagens, trabalhos de campo e de bibliografias existentes, assim como a inserção destes em um banco de dados geográficos, tornou possível a geração de

informações capazes de nos indicar a ocorrência e localização de alterações relevantes ocorridas na área de estudo.

Os mapas de Cobertura e Uso da Terra revelaram que a BHRSJ tem a pastagem como uso predominante desde antes de 1975. Os resultados demonstram que a pastagem ocupa principalmente as áreas planas ou suavemente onduladas da bacia, chegando, em muitos casos, a ocupar encostas de morros e montanhas, escarpas e vales intramontanos. Também pode-se verificar que muitas destas áreas, localizadas em domínios de morros ou montanhas, já experimentaram ou experimentam algum tipo de processo de regeneração. Os resultados confirmam uma significativa presença de coberturas florestais, ocupando aproximadamente 32% da bacia, principalmente nas escarpas e vertentes íngremes da Serra do Mar e Patamares Residuais. Os resultados ainda indicam que as planícies aluviais e costeiras são as unidades em pior estado de conservação, fato relacionado principalmente ao crescimento urbano acelerado e à drenagem artificial para ganho de áreas para pastagem realizada na década de 70.

Outro aspecto importante a ser observado é o crescimento de áreas com coberturas naturais, ocorrido entre 1995 e 2010, que foi impulsionado não somente pela queda das taxas de desmatamento, como também pelo aumento das áreas recuperadas neste período. A análise mais detalhada confirmou as expectativas de que estas áreas recuperadas estariam nas bordas de fragmentos florestais, ou ainda, seriam clareiras em áreas florestadas "preenchidas" ao longo do tempo por formações florestais.

Os resultados reforçam a hipótese de que a proximidade e contexto das áreas degradadas em relação às coberturas naturais são preponderantes para a ocorrência de recuperação florestal. As "clareiras", os vales intramontanos e as bordas de grandes fragmentos florestais foram onde mais ocorreram os processos de recuperação. Além disso, também pode-se perceber que a recuperação ocorre com maior frequência em áreas onde o processo de desmatamento é recente, o que pode ser considerada uma evidência de que estas áreas têm maior favorabilidade à recuperação.

Agradecimentos

Agradecemos o apoio da FAPERJ (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro) e ao CETREINA (Programa de estágios e bolsas da UERJ) pelo financiamento do projeto e das bolsas aos estagiários envolvidos na pesquisa.

Referências Bibliográficas

CILSJ - Consórcio Intermunicipal Lagos São João. **Consórcio Intermunicipal para Gestão Ambiental das Bacias da Região dos Lagos, do Rio São João e Zona Costeira**. Disponível em <http://www.lagossaojoao.org.br/>. Consultado em Janeiro de 2007.

CRUZ, C.B.M., VICENS, R.S., SEABRA, V.S., REIS, R.B., FABER, O.A., RICHTER, M., ARNAUT, P.K.E., ARAUJO, M. **Classificação orientada a objetos no mapeamento dos remanescentes da cobertura vegetal do bioma Mata Atlântica, na escala 1:250.000**. XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE, Florianópolis, Brasil. 2007.

DEFINIENS, *The Principles of Definiens Cognition Network Technology*. Disponível em: <http://earth.definiens.com/learn/technology>. Acesso em 15/01/2010.

FROHN, R. *Remote sensing for landscape ecology: New metric indicators for monitoring, modeling, and assessment of ecosystems*. Boca Raton, FL: Lewis, 99 p. 1998.

PEREIRA, J.L.G.; BATISTA, G.T.; THALÊS, M.C.; ROBERTS, D.A.; VENTURIERI, A.V. **Métricas da paisagem na Caracterização da evolução da ocupação da Amazônia**. Geografia, v. 26, n. 1, p. 59-90, abr. 2001.

REIS, R. B., CARDOSO, P. V., CRUZ, C B. M., VICENS, R. S. **Classificação do Uso e Cobertura do Solo da APA do São João em uma abordagem orientada a objeto**. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 7087-7094. 2009.

RODRIGUEZ, J. M. M., SILVA, E.V., CAVALCANTI, A.P.B. **Geocologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 222p. Fortaleza: Editora UFC, 2007.

SOTCHAVA.V.B. *Introducción a la doctrina sobre los geosistemas (en ruso)*. Tradución José Manuel Mateo Rodriguez. Editorial Nauka, Filial de Siberia, Novosibirsk, p. 318. 1978.

TROLL, C. **A paisagem geográfica**. Hamburg: *Stadium Generale*, v.2, p. 163-181. 1950.

VOGT, P. *User Guide of Guidos*. European Commission, Joint Research Centre (JRC). Italy. 2012.