



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE



ALEXANDRE HERCULANO DE SOUZA LIMA

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DE USO E COBERTURA DA TERRA NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO

SÃO CRISTÓVÃO

2019

ALEXANDRE HERCULANO DE SOUZA LIMA

**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DE USO E COBERTURA DA TERRA NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO**

Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre pelo
programa de Pós-Graduação em
Desenvolvimento e Meio Ambiente da
Universidade Federal de Sergipe.

ORIENTADOR: Milton Marques Fernandes

COORIENTADORA: Lilian de Lins
Wanderley

SÃO CRISTÓVÃO

2019

É cedido ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS) responsável pelo mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente permissão para disponibilizar, reproduzir cópia desta Dissertação e emprestar ou vender tais cópias.

Alexandre Herculano de Souza Lima
Programa de Pós-graduação em
Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA
Universidade Federal de Sergipe – UFS

Dr. Milton Marques Fernandes
Programa de Pós-graduação em
Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA
Universidade Federal de Sergipe – UFS

AGRADECIMENTOS

Agradeço a CAPES pelo apoio para a realização desta pesquisa.

RESUMO

No Brasil existe uma grande disponibilidade de recursos hídricos, no entanto a distribuição destes recursos não ocorre de maneira equitativa. Juntamente com a questão da escassez hídrica, o desmatamento se revela como outra questão ambiental nociva nas bacias hidrográficas. Neste contexto de problemáticas se insere a bacia hidrográfica do Rio São Francisco, a maior bacia hidrográfica totalmente incluída em território brasileiro. As geotecnologias pautadas na abordagem na ecologia da paisagem possibilitam análises assertivas para gestão de áreas com as problemáticas encontradas na bacia hidrográfica do Rio São Francisco. Desta forma, o objetivo deste trabalho constitui-se em realizar uma análise espaço-temporal do uso e cobertura da terra e de classes de tamanho de fragmentos florestais da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, a partir de dados do MAPBIOMAS, dos anos 1997, 2007 e 2017. O mapeamento de uso e cobertura da terra foi elaborado com software QGIS 2.18, bem como o cálculo de área e quantidade dos fragmentos florestais que foram divididos nas seguintes classes de tamanho: 1 – pequeno (até 10 ha); 2 – médio (entre 10 e 100 ha) e 3 – grande (maiores que 100 ha). Os resultados demonstram que a bacia hidrográfica sofreu intensas alterações em sua dinâmica de uso e cobertura da terra e estrutura de seus fragmentos florestais ao longo de 20 anos, destacando-se: áreas da Mata Atlântica com aumento da regeneração florestal e de fragmentos grandes; a fronteira agrícola do Oeste da Bahia e mesorregiões do Vale São-Franciscano da Bahia e do São Francisco Pernambucano com aumento de taxas de desmatamento e de fragmentos pequenos; e ainda aumento da manutenção florestal difundido no Médio São Francisco sendo muitas vezes associados a silvicultura.

Palavras-chave: geoprocessamento, desmatamento, análise espaço-temporal, recursos hídricos.

ABSTRACT

In Brazil there is a large availability of water resources, however the distribution of these resources does not occur in an equitable manner. Along with the issue of water scarcity, deforestation is revealed as another harmful environmental issue in river basins. In this context of problems, the São Francisco River basin is inserted, the largest hydrographic basin fully included in Brazilian territory. The geotechnologies based on the approach to landscape ecology enable assertive analyzes to manage areas with the problems of the São Francisco River basin. Thus, the objective of this work is to carry out a spatio-temporal analysis of land use and cover and size classes of forest fragments in the São Francisco River Basin, based on data from MAPBIOMAS, from the 1997s, 2007 and 2017. The mapping of land use and land cover was prepared using QGIS 2.18 software, as well as the calculation of the area and quantity of forest fragments that were divided into the following size classes: 1 - small (up to 10 ha); 2 - medium (between 10 and 100 ha) and 3 - large (greater than 100 ha). The results show that the hydrographic basin has undergone intense changes in its dynamics of land use and coverage and the structure of its forest fragments over 20 years, with emphasis on: areas of the Atlantic Forest with increased forest regeneration and large fragments; the agricultural frontier of Western Bahia and mesoregions of the São Franciscan Valley of Bahia and São Francisco Pernambucano with increased deforestation rates and small fragments; and an increase in forest maintenance spread in the Middle São Francisco, often associated with forestry.

Keywords: geoprocessing, deforestation, space-time analysis, water resources.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da Bacia Hidrográfica do São Francisco.....	26
Figura 2 – Biomas da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.	29
Figura 3 – Uso e Cobertura da Terra na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco em 2017 .	35
Figura 4 – Mapas de Dinâmica de Uso e Cobertura da Terra de 1997 a 2017.....	37
Figura 5 – Comparativo entre as classes de Uso e Cobertura da Terra no Médio São Francisco para os anos de 1997 e 2017.....	40
Figura 6 – Percentuais de regeneração florestal na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco de 1985 a 2018.	41
Figura 7 – Histórico da taxa de desmatamento da Mata Atlântica no Brasil de 1985 a 2017.	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Áreas em hectares e percentuais de Uso e Cobertura da Terra na Bacia hidrográfica do Rio São Francisco nos anos de 1997, 2007 e 2017.....	36
Tabela 2 – Dinâmica da cobertura florestal da Bacia do Rio São Francisco para os períodos de 1997 a 2007, 2007 a 2017 e 1997 a 2017.....	36
Tabela 3 – Número de fragmentos e percentuais para os anos de 1997, 2007 e 2017 em classes de tamanho na Bacia Hidrográfica do São Francisco.	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classes de Uso e Cobertura da Terra da versão 3.1 do projeto MAPBIOMAS.... 32

LISTA DE SIGLAS

ANA	Agencia Nacional de Águas
APP	Área de Preservação Permanente
BHRSF	Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CE's	Corredores Ecológicos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MNT	Modelo Numérico de Terreno
PDI	Processamento digital de imagens
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
UC	Unidade de Conservação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Objetivo Geral.....	12
1.2 Objetivos específicos.....	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 A Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHRSF).....	13
2.2 Recursos hídricos	17
2.3 Degradação ambiental e Geotecnologias.....	18
2.4 Ecologia da paisagem.....	23
3 METODOLOGIA	26
3.1 Localização e dimensões da área de estudo.....	26
3.2 Caracterização climática.....	27
3.3 Caracterização dos biomas	29
3.4 Banco de dados	31
3.5 Processamento das geoinformações	32
3.6 Classes de Tamanho	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1 Análise da dinâmica de Uso e Cobertura da Terra.....	34
4.2 Análise das Classes de Tamanho dos fragmentos florestais.....	45
5 CONCLUSÕES	48
REFERÊNCIAS.....	50

1 INTRODUÇÃO

Mesmo com a grande disponibilidade água doce no Brasil não ocorre uma distribuição equitativa. A região Amazônica nesta conjuntura dispõe de abundância de água e baixa densidade demográfica, enquanto outras regiões demasiadamente populosas muitas vezes convivem com o déficit de água, destacando-se o Nordeste (BRASIL, 2007).

Visando superar estas problemáticas a Política e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos foram criados através da lei 9.433/97, determinando a Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento e gestão, tornando possível, estabelecer ordem de prioridade de ações relativas ao manejo e ocupação das terras de uma bacia hidrográfica, atenuando ou mesmo eliminando a degradação ambiental.

Juntamente com a questão da escassez hídrica, o desmatamento se revela como outra problemática ambiental nas bacias hidrográficas, dentre estas a Bacia hidrográfica do Rio São Francisco (BHRSF). Quanto a vegetação nativa desta bacia, os dados de 1985 já demonstravam ser preocupantes, apontando que um quarto da bacia já estava degradado (CBHSF, 2015).

Além do desmatamento uma das modificações ambientalmente mais notáveis na BHRSF é construção de barragens. O Rio São Francisco sofre o efeito de uma cascata de barragens construídas nos anos 70 a 90, estas várias obras com intuito principal de geração de energia elétrica acarretam na diminuição da vazão Rio São Francisco e consequentemente seus afluentes (MEDEIROS et al., 2007).

Desta maneira uma série de fatores relacionadas a degradação ambiental da BHRSF se combinam e requerem atenção. Nos períodos em que se diminui drasticamente a vazão do rio, conjuntamente com a elevada carga de poluição doméstica e industrial que é lançada na rede hidrográfica, o ecossistema aquático do São Francisco chega ao colapso, resultando na mortalidade de peixes (ZELLHUBER; SIQUEIRA, 2007).

Para gerir e as bacias hidrográficas e também tratar estes problemas, as geotecnologias, ou seja, o conjunto de tecnologias ligadas a geociências, com destaque para o Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, demonstram-se neste panorama como uma alternativa viável (FITZ, 2008).

O uso e cobertura da terra assume um papel de destaque nos elementos passíveis de serem analisadas com o uso de geotecnologias. Ponzoni (2011) ao abordar a temática de

Sensoriamento Remoto no estudo da vegetação faz uma relação entre a vegetação e radiação eletromagnética.

Pesquisas com enfoque para a cobertura florestal e uso da terra, suas dinâmicas e impactos se difundiram ao longo da última década, sendo também desenvolvidos na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, no entanto estudos desta natureza necessitam de atualizações periódicas, visando sempre constatar e comparar as atuais condições ambientais (MASCARENHAS, 2008; LOPES, 2014; PIRES, 2016; SANTOS, 2018).

Áreas como a da bacia hidrográfica em questão possuem dificuldades em serem estudadas em sua totalidade devido a sua vasta extensão territorial, e complexidade ambiental, representando assim um verdadeiro desafio a ser superado para geração de informações científicas (PIRES, 2016). Neste contexto pode-se contar com os dados do MAPBIOMAS, projeto interinstitucional que efetua continuamente o mapeamento de uso e cobertura da terra do território brasileiro.

1.1 Objetivo Geral

Neste contexto, o objetivo deste trabalho constitui-se em realizar uma análise espaço-temporal do uso e cobertura da terra e de classes de tamanho de fragmentos florestais da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, a partir de dados do Mapbiomas dos anos 1997, 2007 e 2017.

1.2 Objetivos específicos

Avaliar a dinâmica do uso e cobertura da terra para os anos de 1997, 2007 e 2017 na área de estudo;

Caracterizar as classes de tamanho de fragmentos florestais na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco para os anos de 1997, 2007 e 2017.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHRSF)

No contexto brasileiro BHRSF é detentora de uma condição estratégica, possui uma área que ocupa 8% do território nacional, permitindo a conexão entre a região Sudeste, tida como a mais desenvolvida do Brasil e o Nordeste, em circunstâncias inferiormente discrepantes em relação a primeira. Destaca-se também pela sua importância socioeconômica devido ao seu multiuso, possuindo potencial energético, hidroviário, agropecuário, agroindustrial, pesqueiro, turístico, social, cultural, histórico e ecológico. A bacia em sua complexidade conta com áreas densamente povoada, áreas de pobreza crítica e baixa densidade demográfica (BRASIL, 2006).

A forte agressão ambiental ocorre desde meados do século XIX, daí em diante a bacia tem sofrido intensos impactos ambientais, ocasionados principalmente a partir da segunda metade do século passado. Dentre as sub-bacias mais atingidas, pode-se destacar a do Rio das Velhas, marcada vigorosamente pela industrialização, na qual se situa o quadrilátero ferrífero como também a região metropolitana da capital de Minas Gerais, a qual concebe os mais diversos produtos, sendo assim a grande Belo Horizonte a região com maior densidade demográfica da bacia, simultaneamente aos altos índices de poluição (BRASIL, 2006).

Ainda em relação às causas dos problemas ambientais da BHRSF, Bandeira (2005) alega que as políticas públicas de desenvolvimento regional adotadas e a opção por um modelo de desenvolvimento que prioriza o uso das águas do rio para irrigação e geração de energia, ao invés dos demais usos, através da implantação de grandes projetos hidrelétricos, vem provocando intensas modificações na bacia, quebrando o equilíbrio dinâmico natural do sistema fluvial, sobretudo à jusante das barragens administradas pela Companhia Hidroelétrica do São Francisco - CHESF.

Entrando no mérito da degradação em relação ao regime hídrico e no comportamento de descarga e transporte de carga sólida do rio, verifica-se forte desequilíbrio, acarretando impactos ambientais negativos em todo vale, especialmente no baixo Rio São Francisco, que possui maior vulnerabilidade hidro-ambiental (BANDEIRA, 2005).

Muitos pesquisadores desenvolveram trabalhos com temática ambiental a respeito da BHRSF apoiados em geotecnologias, em sua grande maioria utilizam recortes espaciais que compreendem sub-bacias hidrográficas, municípios ou a divisão oficial de gestão da BHRSF.

Marques et al. (2017) realizou a quantificação e caracterização dos fragmentos florestais no baixo rio São Francisco, na parcela pertencente ao estado de Sergipe (SE), avaliando-os quanto ao tamanho, a forma e distribuição sob o ponto de vista da conservação. Foi verificado que dos 5.453 fragmentos encontrados, 560 são maiores que 20 ha, e que a maioria possui formas irregulares conforme indicam os resultados dos índices de forma média e o índice ponderado pelo tamanho da área.

Santana, Gurgel e Carvalho Júnior (2009) avaliaram na bacia do Rio Branco (BA) as áreas de preservação permanente (APP), a fim de detectar áreas com uso indevido, e ainda verificar o grau de fragmentação da vegetação. Os autores constatarem que nos 583,59 km² de APPs, 48,28 km² são de uso inadequado. Nas APPs preservadas foi observado uma melhora da fragmentação com a diminuição do número de fragmentos de 338 para 187 e também um significativo aumento do tamanho médio dos fragmentos.

Corsini e Brito (2013) desenvolveram seu trabalho nas sub-bacias dos Rios Pandeiros e Calindó ao aplicarem técnicas de análise da paisagem a fim de propiciar diretrizes ao planejamento ambiental, com foco na preservação e conservação de fragmentos de vegetação remanescentes. Seus resultados sobre as classes de tamanho de fragmentos mostraram que as sub-bacias estão altamente fragmentadas, uma vez que 81,78% dos fragmentos é menor que 10 ha e apenas 0,04% possuem mais 10.000 hectares.

Santos, Sano e Santos (2016) analisaram a estrutura espacial da paisagem da bacia hidrográfica do Rio preto, por intermédio da elaboração de um índice de qualidade estrutural da paisagem ao longo de trinta anos de ocupação. Os resultados deste estudo demonstraram que o processo da fronteira agrícola no Oeste da Bahia, a partir de 1985, ocasionou significativas mudanças na estrutura da paisagem da bacia hidrográfica do Rio preto.

Também localizado no Oeste da Bahia o município de São Desidério foi abordado no trabalho de Spagnolo et al. (2012) com o objetivo de analisar a dinâmica da expansão agrícola no município de São Desidério entre os anos de 1984 e 2008. Foi verificado que a agricultura teve um significativo aumento sendo de 4% do município em 1984 e 32,5% em 2008, crescendo a uma taxa média de 17.605 hectares por ano. A agricultura irrigada por pivôs-centrais também mostrou acréscimos significativos no período analisado.

Fonseca et al. (2011) em seu estudo realizou um diagnóstico do uso e cobertura da terra na Área de Proteção Ambiental da bacia hidrográfica do Pandeiros, situada no extremo Norte do Estado de Minas Gerais. Os resultados apontaram que a maior porção do território que deveria ser destinado ao uso sustentável estava sob condições de exploração por interesses

particulares, que ocorrem no lugar sem maiores critérios de conservação, levando à degradação e comprometimento da área de estudo.

Nascimento e Oliveira (2011) em seu estudo tiveram por finalidade realizar uma análise sobre as formas de uso e ocupação da terra nas regiões hidrográficas pertencentes ao Baixo São Francisco alagoano. Dentre os resultados obtidos verificou-se que as classes pastagens e área agrícola representam aproximadamente 73,00% do uso e cobertura da terra.

Silva e Rosa (2009) ao estudarem a bacia do rio São Francisco, dentro do limite do Bioma Cerrado, em Minas Gerais avaliaram as variáveis ambientais utilizando produtos de sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento, a fim de conhecer interações e auxiliar a tomada de decisões referentes ao direcionamento das questões ambientais na bacia estudada. Os resultados de uso e cobertura da terra deste estudo demonstraram que 40,57% da área é ocupada por atividades antrópicas, os corpos d'água ocupam cerca de 0,56% e 58,88% são de vegetação nativa.

Cunha et al. (2011) ao estudar zona ripária do Rio São Francisco no município baiano de Curaçá teve como objetivo analisar espacialmente com apoio de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, avaliar o uso atual e cobertura da terra e quantificar as áreas degradadas, decorrentes do processo de ocupação, com grande complexidade, em virtude dos aspectos relativos aos sistemas de produção praticados e ao meio ambiente. De maneira geral seus resultados apontaram que praticamente toda a vegetação ciliar foi retirada e que a grande maioria dos solos relacionados aos sedimentos fluviais encontra-se em via ou com elevado grau de salinização e degradação.

Inserido na região do Médio São Francisco, o município de Formosa do Rio Preto, BA foi estudado por Castro et al. (2013) com objetivo descrever a evolução do uso e cobertura da terra no município durante vinte anos (1988-2008). Conforme os resultados foi constatado que a agropecuária demonstrou o maior crescimento, em 1988 possuía cerca de 6% da área do município, passando para 32% em 2008, sendo que nas áreas de agricultura ocorre um avanço em padrão contínuo não existindo no seu interior áreas preservadas.

Oliveira et al. (2009) fez a aplicação do Índice de Vegetação Ajustado ao Efeito do Solo (SAVI), o Índice de Área Foliar (IAF) e o albedo obtidos de imagens Landsat 5 (1993 e 2008), contrapondo-os com o mapeamento de uso e cobertura da terra, realizado pelo Serviço Geológico do Brasil, na bacia hidrográfica do Rio Moxotó visando avaliar as unidades vegetais e as áreas antropizadas. Os índices demonstraram uma diminuição nas áreas de solo exposto, além disso a maior presença de vegetação na bacia do Moxotó fez com que o índice de albedo sofresse uma diminuição de seus valores.

A formação geológica Grupo Urucuia nos municípios do Oeste da Bahia foi estudada por Oliveira et al. (2014) com a finalidade de detectar as mudanças espaciais do uso e cobertura da Terra pelo método de pós-classificação no período de 1988 a 2011. Neste período, as principais alterações ocorreram nas classes de vegetação (decrécimo de 26,57%) e agropecuária (acrécimo de 27,13%). O avanço da agropecuária ocorreu principalmente em áreas de vegetação nativa.

O município de Riachão das Neves situado no Médio São Francisco foi abordado por Gurgel et al. (2013) com o objetivo de realizar uma análise multitemporal do uso e da cobertura nas décadas de 1988 a 2008 no município de Riachão das Neves, considerando as unidades geomorfológicas e as adequações às leis ambientais. Dentre os principais resultados chegou-se a conclusão de Riachão das Neves ainda possuía em 2008 aproximadamente 67% de área de vegetação natural, as áreas de Depressão e Vale o uso da terra está concentrado próximo aos rios pelos pequenos proprietários de terra, sendo a maioria pecuaristas, enquanto que as áreas de Chapada o principal uso da terra é agricultura mecanizada de grande escala.

A margem esquerda do Rio São Francisco no município de Casa Nova (BA) foi estudada por Cunha et al. (2010) com o objetivo de estudos ambientais para a preservação da vegetação ciliar, avaliar o uso e cobertura atual e quantificar as áreas degradadas para o Programa de Revitalização do Rio São Francisco. A pesquisa demonstrou que a distribuição do uso e cobertura das terras no município foi: Vegetação (35,93%), Área Irrigada (2,94%), Áreas de sequeiro e pastagens (19,92%), Área Urbana (0,27%), Corpos C`água (35,00%), Dunas (5,94%) em uma área total mapeada de 2.683,703 km².

O município de Floresta (PE) foi estudado por Moraes et al. (2010) com o objetivo de analisar as mudanças na cobertura vegetal, além das mesmas características espaciais e sua relação com as características do solo, altitude e clima, neste trabalho foram utilizadas imagens Landsat 5 de 1994 e 2007. Os resultados mostram mudanças significativas, como a redução da área de solo exposto e o aumento da biomassa correspondentes as classes de vegetação aberta, de transição e densa.

2.2 Recursos hídricos

O conceito de bacia hidrográfica é entendido por Christofolletti (1980) como uma área drenada por um rio principal e suas afluentes, este conjunto de canais que drenam a área da bacia hidrográfica denomina-se rede hidrográfica. Desta forma, necessitam de ações de planejamento específico, envolvendo a sociedade e estado, visando à preservação de seus recursos torna-se imprescindível voltar atenção para as questões ambientais.

Posteriormente Guerra e Cunha (1998) definiram a bacia hidrográfica como elemento de paisagem resultante da deposição do relevo, o qual é influenciado em sua gênese e desenvolvimento por fatores do meio biótico (fauna e flora) como, também, o abiótico (clima, rocha, solo, topográfica).

Santos (2004) introduz a discussão da ação antrópica em bacia hidrográficas, afirmando que além da ocorrência dos eventos naturais, o homem também interfere na dinâmica desses sistemas, no volume e qualidade dos corpos hídricos. O autor continua enfatizando água e a sua proteção, por sua condição de elemento fundamental para a vida e para as atividades humanas. Essa é uma das características que incentivam os planejadores a escolherem a bacia hidrográfica como uma unidade de gestão. Desta maneira é muito comum verificar-se que o banco de dados do planejamento está estruturado de acordo com estas unidades.

Sendo a bacia hidrográfica uma unidade de gestão com limites territoriais naturalmente definidos, compreende diversos fatores e processos de impacto ambiental decorrentes das ações antrópicas, logo estas unidades tem sido objeto de estudos pela comunidade científica objetivando promover a compreensão de seu funcionamento e assim a preservação dos seus recursos naturais (ZANATA, 2014).

Guerra e Marçal (2006) ao abordarem a temática das bacias hidrográficas, evidencia a manutenção da qualidade e quantidade dos recursos hídricos os quais interagem na bacia hidrográfica de maneira dinâmica, desta maneira afirma que é necessário conhecer a sua formação, constituição e dinâmica, no intuito de fomentar a eficácia das obras de recuperação de áreas degradadas situadas em bacia hidrográficas, além de promover melhor aproveitamento dos recursos hídricos, evitando-se simultaneamente desperdício e danos ambientais, que são recorrentes em diversas bacias hidrográficas brasileiras.

2.3 Degradação ambiental e Geotecnologias

Tendo em vista a importância de estudos que tratam sobre danos ambientais ocorridos em bacias hidrográficas para este trabalho é necessário discutir a conceituação do termo degradação ambiental, o qual é recorrentemente utilizado tanto pela comunidade científica, mas também textos de caráter informal.

A Política Nacional de Meio Ambiente estabelecida através da lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981 em seu artigo 3, inciso II, define: “degradação da qualidade ambiental, a alteração adversa das características do meio ambiente.”

A lei não evidencia o ser humano como causador da degradação em si, podendo ser consequência de um fenômeno natural como um raio que atinge determinada floresta e acaba por destruir a mesma por meio de um incêndio. O que fica explícito neste conceito é que a degradação ambiental se caracteriza como um impacto ambiental negativo (SÁNCHEZ, 2008).

Outros autores entram no mérito de que a degradação ambiental é um fenômeno exclusivamente causado pelo homem, conforme Guerra e Guerra (1997), que demonstra que o homem na maioria das vezes, não respeita os limites impostos pela natureza. Os mesmos autores definem que a degradação ambiental é mais abrangente que a degradação dos solos, uma vez que envolve não só a erosão dos solos, como também a extinção de espécies vegetais e animais, a poluição de nascentes, rios, lagos e baías, o assoreamento e outros impactos prejudiciais ao meio ambiente e ao próprio homem.

Com uma abordagem semelhante Lima e Roncaglio (2001) descrevem a degradação ambiental como os processos resultantes dos danos ao meio ambiente, sendo assim qualquer lesão ao meio ambiente causada por ação de pessoa, seja ela física ou jurídica, de direito público ou privado, os quais promovem a redução de algumas de suas propriedades, dentre elas destacam a qualidade ou a capacidade produtiva dos recursos ambientais.

Diferentemente desta concepção Guerra e Cunha (1998) destacam que as alterações ocorridas em bacias hidrográficas, por exemplo, podem ser oriundas conjuntamente ou exclusivamente de fenômenos naturais.

Entretanto, nas últimas décadas as problemáticas de degradação ambiental acarretadas pela ação antrópica tornam-se cada vez mais recorrentes e de ordem global, sendo essas problemáticas fomentadas por agentes que detêm o poder decisório de grandes questões político-econômicas (DUNLAP; JORGENSON, 2012).

Tratando-se destas adversidades ambientais recentes, surgem também uma conscientização ambiental, a qual Ministério do Meio Ambiente (MMA) aborda o tema através de uma pesquisa do Quinto Relatório Nacional para a Convenção da Biodiversidade, que faz uma quantificação das principais problemáticas de degradação ambiental mencionadas em escala global, no qual coloca em primeiro lugar o desmatamento que aparece em 67% dos casos; seguidos poluição da água (47%); poluição do ar (36%); aumento na geração de resíduos sólidos (28%); desperdício de água (10%); danos a camada de ozônio (9%); e mudança climática (6%) (BRASIL, 2017).

Os autores Machado et al. (2013); Hora et al. (2015) tratam além destas questões, problemas de degradação ambiental em nível nacional, elucidando que no Brasil, as ações antrópicas provenientes da expansão econômica, como obras de construção de estradas, atividades industriais, produção agrícola não planejada e formação de pastagens, resultam em 10% de área degradada no país. Reforçam ainda que o desmatamento compromete diretamente regeneração biótica.

Vale a pena destacar que mesmo havendo os conceitos de degradação e impacto ambiental expressos na forma de lei, os mesmos muitas vezes são tratados como sinônimos. A degradação ambiental é um fenômeno puramente desfavorável ao meio ambiente, já o termo impacto ambiental pode se referir tanto a um aspecto positivo como a um aspecto negativo. (MENEGUZZO, 2006).

Ao tratar do início dos processos de degradação ambiental promovidos pela humanidade, Cassetti (1995) apresenta uma discussão sobre as relações homem-natureza e suas implicações, aponta que a degradação ambiental tem início com a agricultura predatória na África (6.000 a.C.), continuando com a quebra do equilíbrio natural resultante da substituição da população nômade pela sedentária, nas estepes da Ucrânia e América e aumenta com a implantação do sistema capitalista.

Sendo assim ocorre o que Gonçalves (2002) declara, uma permanente sucessão de técnicas que substituem umas às outras no decorrer do tempo, tendo como resultado a modificação qualitativa e quantitativa dos atributos originais do meio ambiente.

Júnior e Pereira (2017) fazem a relação dos termos degradação ambiental e paisagem, resgatando as conceituações já apresentadas na lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, denominando assim as áreas degradadas como paisagens degradadas.

Seguindo esta linha de pensamento Rigueira et al. (2013) traz uma abordagem da degradação voltada para ecologia da paisagem, alertando que é necessário levar em consideração o fato de que os processos ecológicos encarregados pela performance dos ecossistemas e manutenção da biodiversidade, conceitos essenciais a serem preservados, surgem da interação de partes destes sistemas nas mais diversas escalas espaciais. Desta forma, estudos ecológicos voltados para escalas mais locais acabam por muitas vezes não atingindo os objetivos por não tratarem a degradação em escalas mais abrangentes.

De maneira geral, as geotecnologias podem ser conceituadas como novas tecnologias relacionadas às geociências, sendo empregadas em trabalhos multidisciplinares, apoiando o planejamento, processos de gestão, manejo, análise e tratamento de informações (FITZ, 2008).

Podem ser definidas também como todas as tecnologias associadas à geoinformação, que por sua vez contempla a aquisição, processamento, análise de dados ou informações que sejam espacialmente referenciadas na superfície terrestre. Sendo assim, dizem respeito a conjunto de tecnologias de informação geograficamente referenciada, tais como o GNSS (Sistema de Navegação Global por Satélite), SIG (Sistemas de Informação Geográfica), fotogrametria, levantamentos aéreos ou orbitais, topologia, cartografia, dentre outras (DIAS; BATISTA, 2008).

Tendo em vista a abrangência das geotecnologias, ocorre na prática a sua utilização de maneira interdisciplinar por cientistas de diversas áreas como Geografia, Geologia, engenharias, dentre outras, mas mesmo com esta característica interdisciplinar, pode-se considerar a construção de representações computacionais do espaço como seu fundamento básico (FITZ, 2008).

No âmbito das ciências ambientais, as geotecnologias possibilitam o diagnóstico ambiental de forma integrada e totalitária, objetivando suprir o entendimento de como as questões referentes às mudanças nas dinâmicas ambientais se desdobram ao longo do tempo, permitindo desta maneira que o ambiente seja estudado em partes, porém compreendido como um todo (PIRES et al., 2012).

Gonçalves (2016) justifica o uso das geotecnologias, como o Geoprocessamento e o Sensoriamento Remoto, por apresentarem-se como ferramentas que fornecem proveitosas colaborações para o gerenciamento de grande banco de dados de informações, documentação e

visualização, como também a viabilização de sua interpretação e análises que são integradas em um determinado SIG.

Na perspectiva de Câmara et al. (2001) o Geoprocessamento refere-se a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica, desta exerce influência direta nas áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional. Destaca ainda que as ferramentas computacionais para Geoprocessamento, denominadas de Sistemas de Informação Geográfica, possibilitam análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos.

Vale ressaltar que no campo das geotecnologias é recorrente também termo Geomática. Este na definição de Rosa (2009) assemelhasse muito a Geoprocessamento, ao afirmar que faz uso de técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da geoinformação. O autor ainda afirma que no Brasil os dois termos são tidos como sinônimos.

Chuerubim et al. (2014), faz uma associação entre o Geoprocessamento e seus usuários, alegando que esta tecnologia permite que o indivíduo processe e manipule os dados e demais informações qualitativas e quantitativas, nos diversos campos do conhecimento integrados por uma plataforma única, possibilitando a geração de produtos para atendimentos de demandas diversas.

Pirolí (2002) traz um objetivo para o Geoprocessamento, sendo o oferecimento de instrumentos computacionais para os diversos analistas “determinarem as evoluções espaciais e temporais de um fenômeno geográfico e as inter-relações entre diferentes fenômenos”.

Moura (2005) alega que o geoprocessamento apoia a necessidade de processamento de dados georreferenciados, possibilita a representação da superfície terrestre integrado com o processamento digital de imagens (PDI), cartografia digital e os SIG, proporcionando os resultados esperados dos locais de interesse e/ou um modelo.

O Sensoriamento Remoto de modo geral é a ciência e arte de se obter informações a respeito de um objeto, área ou fenômeno pela análise de dados adquiridos por um sensor o qual não efetua contato físico com este alvo. Nas aplicações mais voltadas para geociências, o Sensoriamento Remoto possibilita obtenção de imagens, além de outros tipos de dados da superfície terrestre através da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície (FLORENZANO, 2002).

A trajetória histórica do Sensoriamento Remoto tem início com o advento da fotografia na primeira metade do século XIX. A princípio o objetivo relacionava-se ao reconhecimento de terreno através de fotografias aéreas, usufruídas desde a Guerra Civil Americana (FLORENZANO, 2002).

Cerca de um século depois, as fotografias aéreas passaram a ter maior precisão geométrica, desta forma, tornou-se a principal fonte de dados para cartografia de base em mapas oficiais, sendo ainda na atualidade, as fotografias aéreas, insubstituíveis, para projetos de mapeamento de grande escala (LILLESAND; KIEFER, 2000).

Até meados das décadas de 1970 e 1980, a utilização do sensoriamento remoto estavam restritas as escalas médias e pequenas (exceto para os casos de fotografias aéreas), em torno de 1:50.000 a 1:1.000.000, devido limitação na precisão dos sensores vigentes. Porém após os anos 1990, em função da invenção de sensores mais precisos, surgem também imagens mais detalhadas. Proporcionando assim, a geração de produtos cartográficos com escalas maiores, entre 1:10.000 e 1:25.000, aumentando expressivamente, o campo de atuação do sensoriamento remoto (FLORENZANO, 2002).

Conforme Fitz (2008), verifica-se que o sensoriamento remoto pode ser entendido como um grupo de técnicas que por meio da utilização de sensores, captam e registram a distância, portanto, sem que haja contato direto entre as superfícies, da energia refletida ou absorvida pela superfície terrestre.

No que diz respeito a esta energia refletida e captada pelos sensores remotos, a mais usual é a radiação eletromagnética, havendo uma forte relação entre radiação eletromagnética e alvo na superfície terrestre. O espectro eletromagnético pode ser compreendido como o agrupamento, de um continuum de comprimentos de onda, que segue determinados intervalos com atributos específicos e que recebem denominações distintas. Salienta-se que o comprimento de ondas varia desde o nível dos nanômetros até quilômetros, sendo assim, bastante abrangente (CÂMARA et al., 2009).

2.4 Ecologia da paisagem

Como termo científico, o conceito de paisagem foi utilizado inicialmente por Alexander Von Humboldt no século XIX (NAVELI; LIEBERMAN, 1994). Em seu trabalho Urban et al (1987) a define como um mosaico heterogêneo de diferentes formas de relevo, tipos de vegetação e usos de terra.

Aprofundando-se a investigação científica a respeito da paisagem, mais especificamente no campo de atuação da ecologia da paisagem, nota-se que esta ciência em seu processo de formulação se dividiu em dois principais vieses.

O primeiro surge com Carl Troll, responsável pela criação do termo propriamente dito, onde segundo Metzger (2001), o enfoque tinha influência da Geografia humana, da fitossociologia e da Biogeografia, e de disciplinas da Geografia ou da arquitetura relacionadas com o planejamento regional. Este viés, conhecido como “geográfico”, possui três aspectos balizadores que são o planejamento da ocupação territorial; o estudo das paisagens antropizadas e a análise de extensas áreas espaciais vislumbrando questões de macro-escala. Nesta abordagem a ecologia de paisagem é definida como sendo “uma ciência interdisciplinar que lida com as interações entre a sociedade humana e seu espaço de vida, natural e construído” (NAVEH; LIEBERMAN, 1994).

O segundo viés, conhecido como “ecológico”, iniciou-se por meados da década de 1980, sendo influenciado por ecólogos e biogeógrafos americanos que visavam

[...] adaptar a teoria de Biogeografia de ilhas para o planejamento de reservas naturais em ambientes continentais. Essa ‘nova’ ecologia de paisagens foi inicialmente influenciada pela ecologia de ecossistemas, pela modelagem e análise espacial. (METZGER, 2001, p. 03).

O enfoque desta abordagem é voltado para as paisagens naturais, a conservação da diversidade biológica e o manejo dos recursos naturais, não dando ênfase às macro-escalas, e define a ecologia de paisagem, como:

[...] um campo do conhecimento que considera o desenvolvimento e a dinâmica da heterogeneidade espacial, as interações e trocas espaciais e temporais através de paisagens heterogêneas, as influências da heterogeneidade espacial nos processos bióticos e abióticos e o manejo da heterogeneidade espacial (RISSER et al., 1984).

Sabendo das diferentes abordagens para este campo do conhecimento, o conceito de ecologia da paisagem varia em função da abordagem escolhida como também dos autores que trabalham o tema. As abordagens já expostas mostram uma clara divisão entre o foco principal de interesse dessa ciência, entretanto, elas não são tão distintas quanto aparentam e a sua integração se traduz em um novo desafio para os pesquisadores (METZGER, 2001).

Outra definição recorrente sobre ecologia da paisagem na literatura é de Forman e Godron (1986) ao afirmarem que é “o estudo da estrutura, função e dinâmica de áreas heterogêneas formada por ecossistemas interativos”. Comumente em ecologia da paisagem três componentes são destacados: fragmentos, corredores e matriz (FORMAN, 1995).

Fragmentos são áreas ou superfícies não-lineares em certo grau homogêneas, que diferenciam de seu entorno (FORMAN; GODRON, 1981). São naturalmente sujeitos à alterações físicas e biogeográficas, em grande ou pequena escala, em função de seu tamanho, forma, distribuição espacial e conectividade (ETTO et al., 2013).

Dominante na paisagem, a matriz é um elemento com área mais extensa e contínua, e exerce considerável controle sobre sua dinâmica (FORMAN, 1995). De acordo com Metzger (2006) a matriz pode alterar as taxas de dispersão e colonização; oferecer habitats secundários para as espécies focais ou para as espécies generalistas; disponibilizar ambiente para invasores, sendo assim fonte de perturbações; e determinar a potência do efeito de borda. Conforme o mesmo autor, uma maior permeabilidade da matriz aos fluxos biológicos pode atenuar os efeitos da fragmentação, e servir como uma alternativa de manejo para aumentar a conectividade da paisagem.

Os corredores são faixas de vegetação ou habitat nativo com finalidade de conectar remanescentes isolados, formando um mosaico com diferentes paisagens, usos e coberturas da terra (AYRES et al., 2005; FONSECA et al., 2003).

A análise dos padrões de estrutura da paisagem tem se apoiado em mensurações, também conhecidas como métricas de paisagem, as quais possibilitam quantificar e avaliar as mudanças estruturais da paisagem (BLASCHKE; LANG, 2009).

Por intermédio de interpretação visual de fotografias aéreas e/ou classificação de imagens de satélite torna-se capaz a detecção da variabilidade espacial de paisagens e sua representação em um mapa temático com dados categóricos, ou seja, composto por classes ou unidades descontínuas. Este mapeamento denominado de Uso e Cobertura Terra é imprescindível para o cálculo das métricas (METZGER, 2009).

Dentre as métricas da paisagem existem várias que refletem as condições ambientais dos fragmentos florestais. Dentre as quais podem ser destacadas as métricas dos seguintes grupos: área, densidade e borda; área central; forma; proximidade e isolamento; contágio e dispersão.

Sabendo da existência de diversos grupos de métricas pode-se afirmar que a estrutura da paisagem pode ser quantificada por meio diferentes índices conforme a da distribuição, forma e arranjo espacial das manchas (CASIMIRO, 2009). Por isto é importante destacar mesmo existindo centenas de métricas disponíveis para estudos da paisagem, várias delas medem os mesmos fenômenos de maneiras diferentes (METZGER, 2009).

No grupo de área, densidade e forma a métrica de Número de Fragmentos (NP) de determinada classe uso e cobertura é essencial para as características dos padrões da paisagem, pois constitui uma medida do seu grau de subdivisão ou fragmentação (CALEGARI et al., 2010).

Existe uma relação inversa entre o número de fragmentos e a área que eles ocupam, sendo assim, os fragmentos da classe de tamanhos pequenos apresentaram maior número de manchas (FERNANDES; FERNANDES, 2017).

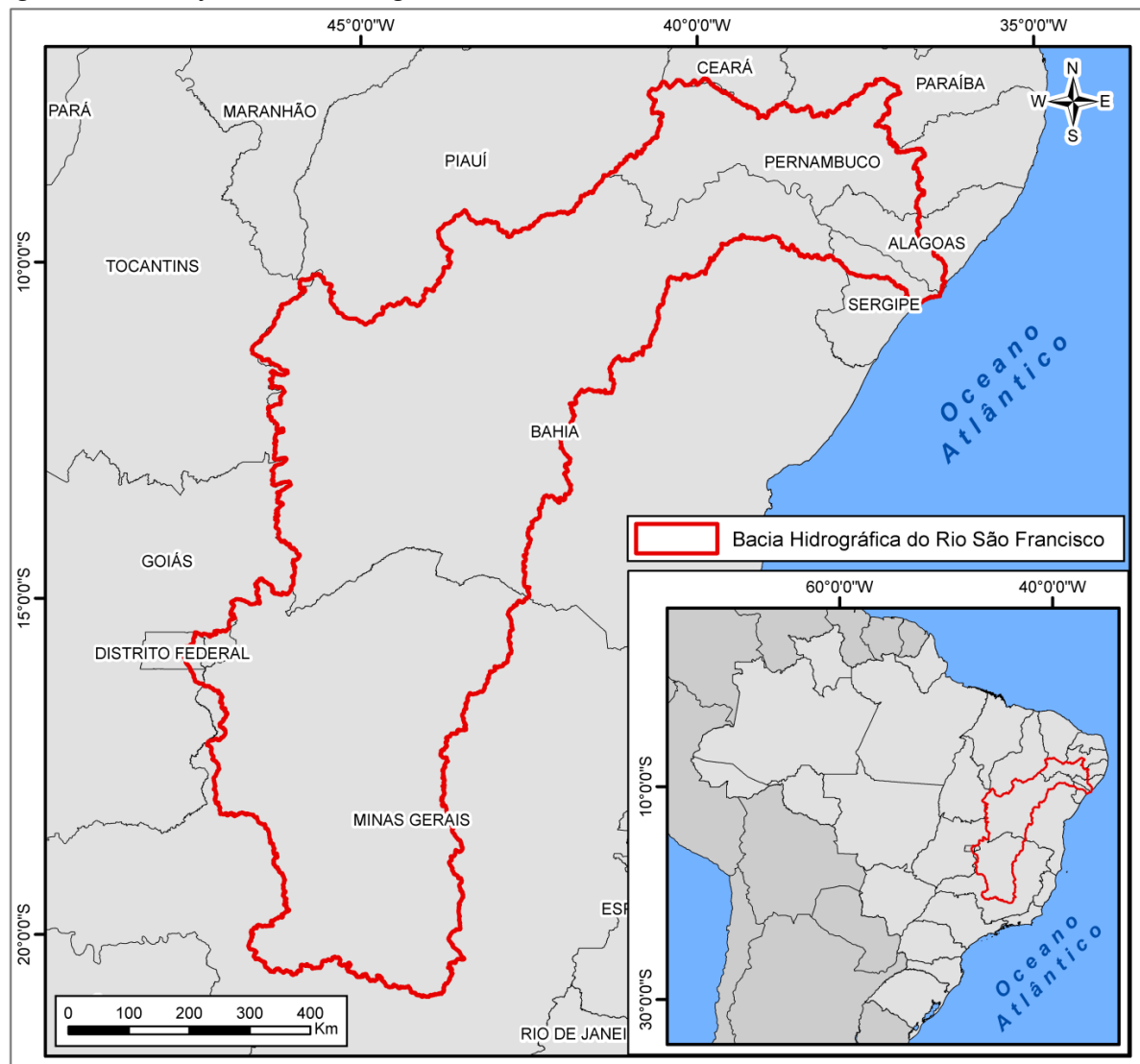
Ainda a respeito do Número de Fragmentos, mas considerando seu agrupamento em classes de tamanho cabe ressaltar que a área do fragmento é, em aspectos geral, o parâmetro mais relevante para explicar as variações de riqueza de espécies (PIROVANI et al., 2014)

3 METODOLOGIA

3.1 Localização e dimensões da área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco é uma bacia exorreica que desagua no Oceano Atlântico, ocupando parte dos estados de Alagoas, Bahia, Goiás, Minas Gerais, Pernambuco e Sergipe, além do Distrito Federal (Figura 1). A área total da Bacia compreende 636137,07 km², sendo seus pontos extremos 7°15'44,82" S ao norte, 20°55'51,83" S ao sul, 36°18'9,31" W ao leste e 47°38'42,95" W ao oeste (Figura 1).

Figura 1 – Localização da Bacia Hidrográfica do São Francisco.



Fonte: ANA, 2003; IBGE, 2017.

O curso do canal principal mede 2.863 km de extensão, desde sua nascente possui maiores tendências de alteração para o leste, até desaguar no Oceano Atlântico, entre os estados de Sergipe e Alagoas, formando uma foz em sistema de estuário. Ao todo a BHRSF abrange 34 sub-bacias e 12.821 microbacias, e ocupa cerca de 8% do território brasileiro. A declividade média do Rio São Francisco atinge os 8,8 cm/km e sua velocidade média da corrente de água é de 0,8 m.s⁻¹, entre os municípios de Pirapora (MG) e Juazeiro (BA) (CBHSF, 2016).

3.2 Caracterização climática

Conforme o Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (PRHSF) de 2016-2025 que se baseia classificação climática de Köppen, a complexidade climática da bacia engloba fatores como a latitude, longitude, cobertura vegetal, e diferentes graus de maritimidade e continentalidade. Desta maneira, os tipos climáticos nas regiões fisiográficas são no Alto São Francisco: Quente e úmido com chuvas de verão; no Médio São Francisco: Quente e úmido e Semiárido; no Submédio São Francisco: Semiárido; no Baixo São Francisco: Quente e úmido com chuvas de inverno, além de porções do clima Semiárido à Noroeste. A Tabela 1 sintetiza as principais médias climatológicas da BHRSF.

Tabela 1– Médias Climatológicas da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.

Sub-bacia	Alto São Francisco	Médio São Francisco	Submédio São Francisco	Baixo São Francisco
Tipo Climático	Quente e úmido com chuvas de verão	Quente e úmido e Semiárido	Semiárido	Quente e úmido com chuvas de inverno, além de porções do clima Semiárido à Noroeste
Temperatura média (°C)	23	24	27	25
Trimestre mais chuvoso	Nov-Dez-Jan	Jan-Fev-Mar	Jan-Fev-Mar	Mar-Jun-Jul
Trimestre menos chuvoso	Jun-Jul-Ago	Jun-Jul-Ago	Jul-Ago-Set	Set-Out-Nov
Insolação média anual (h)	2.400	2.600 a 3.300	2.800	2.800
Evapotranspiração média anual (mm)	1.000	1.500	2.000	1.500

Fonte: PRHSF, 2016; ANA, 2015.

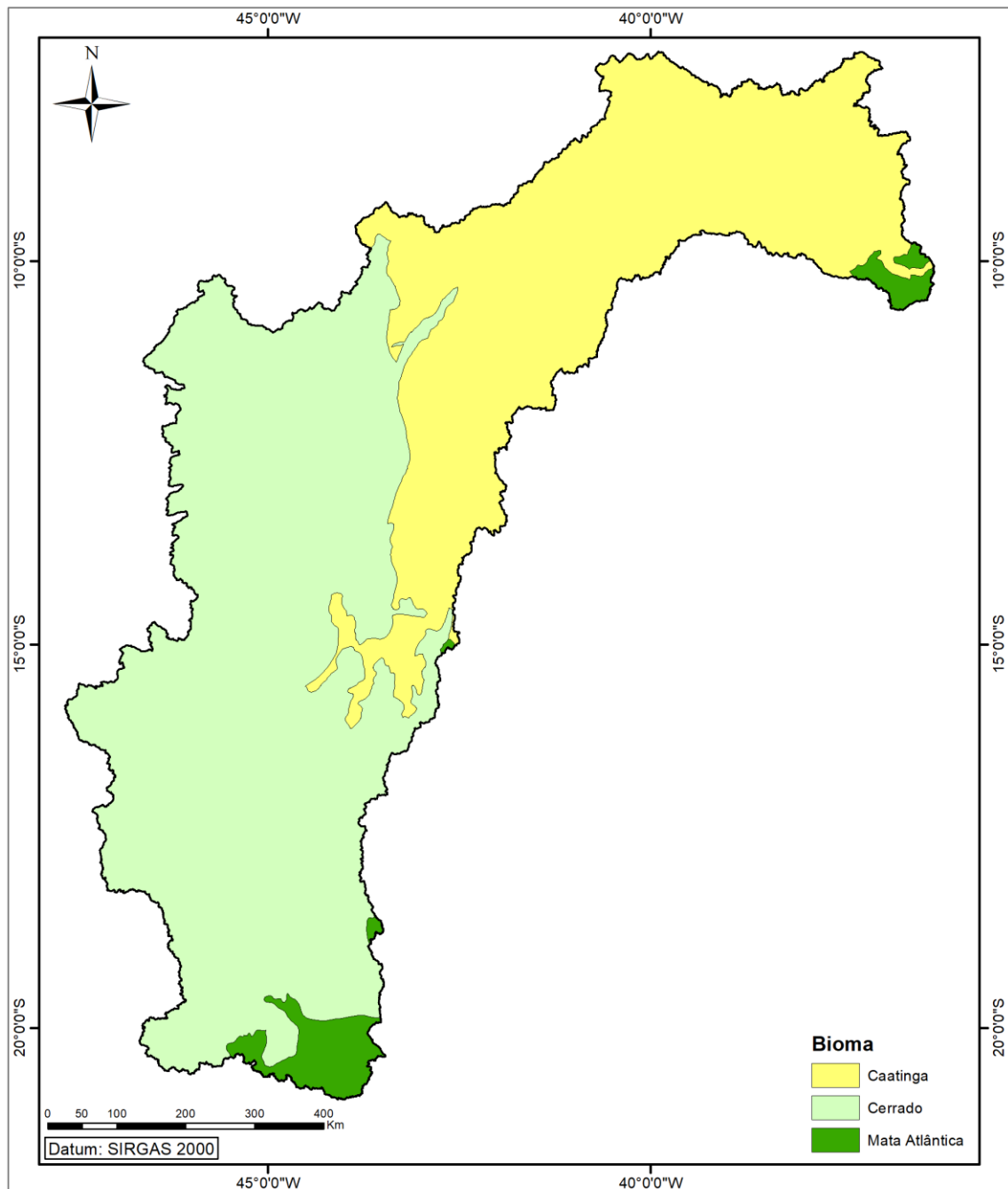
Quanto as características climáticas da bacia Ab'Saber (2006) destaca uma mudança marcante no Semiárido, em específico na divisa entre MG e BA, bem como nos estados de Pernambuco, Sergipe e Alagoas, pois apenas o Rio São Francisco se mantém perene, no entanto com rebaixamento do volume da água corrente. No Oeste da Bahia ocorrem duas estações definidas, se que no período chuvoso os rios afluentes alcançam a margem esquerda do São Francisco. Os afluentes no restante do Semiárido baiano possuem regime intermitente.

Ab'Sáber (2006) elucida que as chuvas no semiárido da BHRSF tem volume anual até três vezes menor do que a área de Cerrado. Conforme o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e na Agência Nacional de Águas (ANA) para pluviosidade no período de 1961-2014, e pesquisa do INMET (2015) para índice de aridez, o PRHSF 2016-2025 reúne informações e apresenta os seguintes níveis de precipitação média e aridez: Alto São Francisco: 1.295 mm anuais; índice de aridez de 0,86; Médio São Francisco: 990 mm; índice de aridez de 0,56; Submédio São Francisco: 583 mm; índice de aridez de 0,29; Baixo São Francisco: 759 mm; índice de aridez de 0,43.

3.3 Caracterização dos biomas

A área da BHRSF compreende fitofisionomias da Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica, representando um percentual aproximado 39 %, 58%, e 3% respectivamente. A espacialização dos biomas na bacia pode ser conferida na Figura 2.

Figura 2 – Biomas da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.



Fonte: MMA, 2004.

Os biomas mais expressivos no território da BHRSF são a Caatinga e o Cerrado. Seguindo da Amazônia, o Cerrado é o bioma com as maiores dimensões no Brasil, é caracterizado por superfície relativamente plana com solos de melhor mecanização que os da Amazônia (MITTERMEIER; SCHWARZ; AYRES, 1992).

A cobertura vegetal da BHRSF compreende também fragmentos de Mata Atlântica em suas áreas ocupando principalmente cabeceiras e foz. O Cerrado situa-se principalmente no Alto e Médio São Francisco, e a Caatinga em maiores extensões no Médio e Submédio São Francisco. As transições mais marcantes na paisagem da bacia são entre Cerrado e a Caatinga, com formações como florestas estacionais decídua e semidecídua, campos de altitude e as formações pioneiras (mangue e vegetação litorânea), estas últimas no Baixo São Francisco (BRASIL, 2006).

No Alto São Francisco predomina a Savana Gramíneo-Lenhosa e Savana Arborizada (Cerrado), em condições de formação pressões antrópicas, principalmente por atividade de pastagem e em menor escala por agricultura. Existem áreas de tensão ecológica como no caso da Savana-Floresta Estacional ao longo do Vale do Rio Indaiá. A Floresta Estacional Semidecidual ocorre especialmente no alto curso dos rios Paraopeba (MG) e das Velhas (MG), também sob efeitos de forte ação antrópica e ainda recobertas de vegetação secundária em função do extrativismo vegetal (lenha e carvão vegetal). No alto curso do rio Jequitaiá (MG – Serra do Cabral), constam também áreas de Refúgio Montano (BRASIL, 2006).

A região do Médio São Francisco apresenta elevada diversidade fitofisionômica com fragmentos florestais alternando entre o Cerrado e a Caatinga, e ainda abriga manchas relictuais de Floresta Estacional Decidual (BRANDÃO, 1994; SANTOS et al., 2007). As Florestas Estacionais Deciduais são comuns em locais de baixada ao longo da região de contato entre biomas, formam assim enclaves dentro do Cerrado nos estados de Goiás e Tocantins, no oeste da Bahia como também no norte Minas Gerais, local em que os fragmentos de Mata Seca intercalam-se com formações típicas do Cerrado e Caatinga, possibilitando a existência de micro-habitats adequados para espécies com distintivos requerimentos ecológicos (VALDUJO et al., 2009).

Na margem direita esquerda do curso principal no Médio São Francisco concentram-se relativamente maiores índices de umidade, desta maneira contempla maior parte dos rios permanentes e vegetação perenifólia. Na margem direita a precipitação é inferior, a maior parte dos rios é intermitente e a vegetação é típica de Caatinga (OLSON et al., 2001).

No Submédio São Francisco predomina a Savana Estépica (Caatinga) em variadas gradações (Florestada, Arborizada e Parque), com poucos trechos de Tensão Ecológica

(Savana, Savana Estépica e Floresta Estacional). Nesta região a pressão antrópica é intensa, com destaque para o Vale do Rio Moxotó (AL) (BRASIL, 2006).

As formações vegetais do Baixo São Francisco abrangem fragmentos de diversos ecossistemas. A Caatinga situa-se ao oeste da desta região, a Mata Atlântica localiza-se na parte leste, conforme o rio São Francisco alcança a foz ocorre formações pioneiras fluvio marinhas (FERREIRA et al., 2015).

A distribuição espacial da vegetação no Baixo São Francisco alterna do interior para a zona costeira. As abrangentes áreas de Caatinga representam a camada original na região do Baixo São Francisco, são um tipo xerófito de vegetação, ou seja, adaptadas ao clima semiárido (FONTES, 2015).

Outra característica do Baixo São Francisco é a alta diversidade de endemismo. As espécies endêmicas são de alta relevância para a preservação deste ambiente, onde já foram catalogadas 79 espécies endêmicas, a saber 59 (10,8%) da Caatinga e 20 (3,6 %) da Mata Atlântica (FERREIRA et al 2015).

3.4 Banco de dados

O banco de dados georreferenciados utilizado no trabalho será composto por duas grandes classes de arquivos, rasters e vetores. Dentre os arquivos do tipo vetorial foram adquiridos os shapefiles dos biomas brasileiros disponibilizados pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA); o shapefile das regiões hidrográficas do Brasil disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA); e o shapefile dos limites territoriais dos estados e municípios do Brasil através do sítio do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Dentre os arquivos do tipo raster foram adquiridos através do projeto MAPBIOMAS de sua versão 3.1, os usos e coberturas da terra dos biomas Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica da Bacia do Rio São Francisco, referentes aos anos de 1997, 2007 e 2017.

Considerando as classes de uso e cobertura da terra do projeto MAPBIOMAS, foram utilizadas o nível mais alto da hierarquia, correspondente as macro classes: Florestas, Formação Natural não Florestal, Agropecuária, Área não vegetada e Corpos D'água. Estas classes e as demais da versão 3.1 do MAPBIOMAS são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Classes de Uso e Cobertura da Terra da versão 3.1 do projeto MAPBIOMAS.

1. Floresta	1.1. Floresta Natural
	1.1.1. Formação Florestal
	1.1.2. Formação Savânica
	1.1.3. Mangue
2. Formação Natural não Florestal	1.2. Floresta Plantada
	2.1. Área Úmida Natural não Florestal
	2.2. Formação Campestre
	2.3. Apicum
	2.4. Outra Formação Natural não florestal
3. Agropecuária	3.1. Pastagem
	3.2. Agricultura
	3.2.1. Cultura Anual e Perene
	3.2.2. Cultura Semi-Perene
	3.3. Mosaico de Agricultura e Pastagem
4. Área não vegetada	4.1. Praia e Duna
	4.2. Infraestrutura Urbana
	4.3. Afloramento Rochoso
	4.4. Mineração
	4.5. Outra Área não Vegetada
5. Corpos D'água	5.1 Rio, Lago e Oceano
6. Não observado	6. Não observado

Fonte: MAPBIOMAS, 2017.

Após a composição do banco de dados georreferenciados, visando manter uma padronização cartográfica oficial estabelecida pela Resolução nº 01/2015 do IBGE, foram executadas as reprojeções necessárias para o datum SIRGAS 2000 dos arquivos que originalmente não adotavam este sistema.

3.5 Processamento das geoinformações

Para todas etapas de processamento das geoinformações foi utilizado o software QGIS na versão 2.18, como também seus respectivos plugins e extensões, tendo em vista que se trata de um SIG gratuito o qual permite uma gama de análises espaciais.

De posse dos rasters de uso e cobertura da terra, estes arquivos foram recortados em conformidade com os limites territoriais da BHRSF presente no vetor das regiões hidrográfica do Brasil. Posteriormente os rasters recortados foram convertidos em shapefiles do tipo polígono. Com os resultados destes processamentos foi feita a elaboração de uma paleta de cores para os elementos de uso e cobertura da terra seguindo-se os padrões do projeto MAPBIOMAS, considerando as macro classes apresentadas anteriormente.

Para mapeamento da dinâmica das classes do uso e cobertura da terra, as imagens anteriormente recortadas foram convertidas em formato vetorial e efetuados comandos de interseção de camadas dos anos 1997, 2007 e 2017 em ambiente de SIG, sendo analisados três aspectos da dinâmica: a manutenção florestal, a regeneração florestal e o desmatamento.

Para obtenção da camada de manutenção florestal foram consideradas interseções de áreas que no período inicial se apresentavam como cobertura florestal, e posteriormente mantiveram-se ainda florestadas.

Para checagem do desmatamento, foram utilizadas as interseções de áreas que inicialmente apresentavam cobertura florestal, mas que, no entanto, no período final foram compostas por outras classes de uso e cobertura da terra.

Para averiguar a regeneração florestal foram considerados as interseções de áreas em que na data inicial de análise ocorriam classes diferentes de formações florestais, e que posteriormente passaram a ser florestadas.

3.6 Classes de Tamanho

Para caracterizar a estrutura dos fragmentos florestais os vetores pertencentes a classe de uso e cobertura (Formação Florestal) foram individualizados em novas camadas vetoriais, e em seguida foram calculadas as suas áreas.

Feito o cálculo de áreas dos vetores correspondentes aos fragmentos florestais, foi criado um novo atributo de tipo texto em sua tabela, o qual foi preenchido com a nomenclatura de classes de tamanho de fragmento, sendo: 1 – pequeno (até 10 ha); 2 – médio (entre 10 e 100 ha) e 3 – grande (maiores que 100 ha).

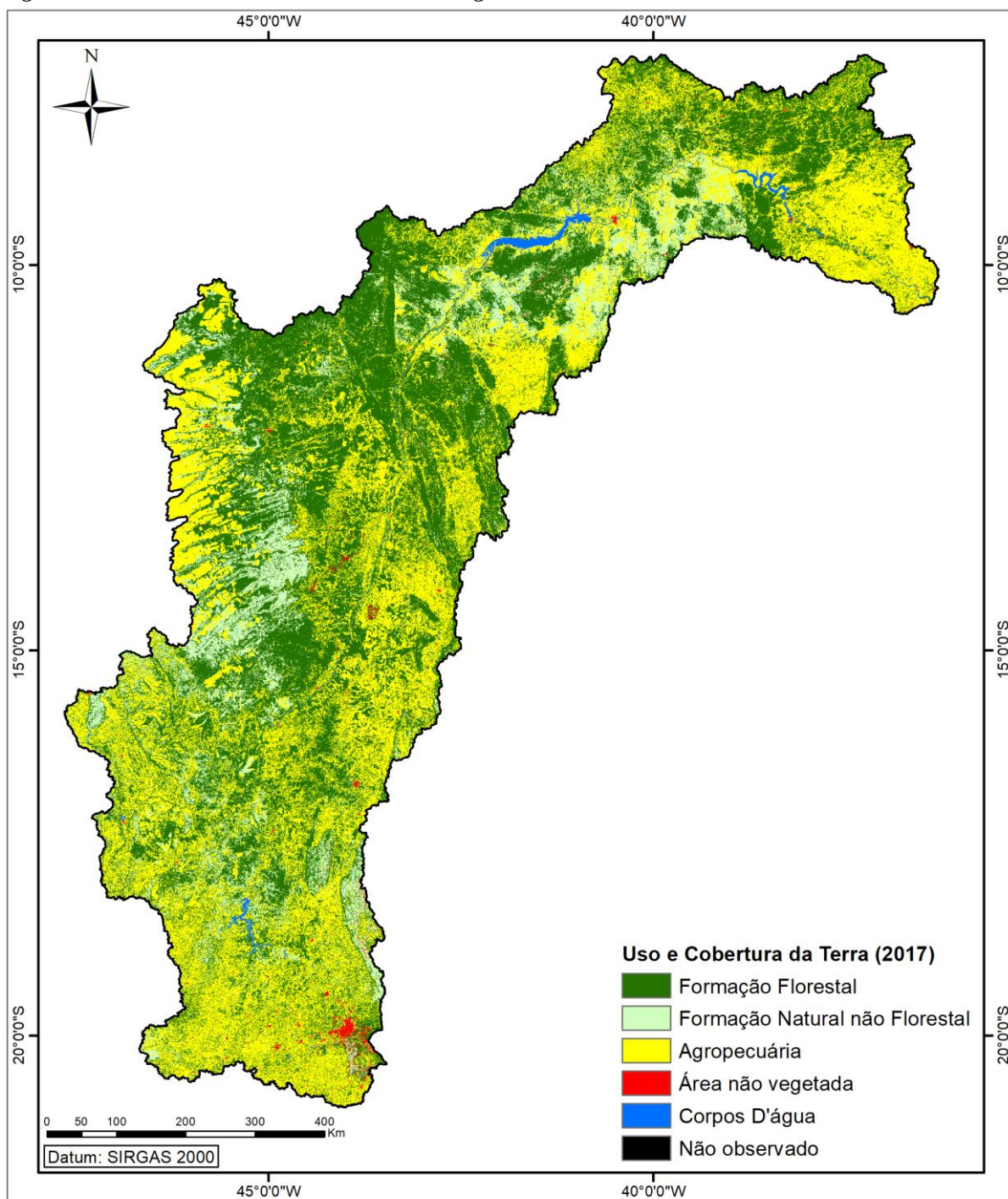
Com os fragmentos agrupados em classes de tamanho, foi calculada com auxílio da ferramenta de análise estatística do QGIS 2.18 a métrica Número de Fragmentos (NP). Possibilitando assim a associação número e tamanho de fragmentos florestais expressos em classes tamanho, que são essenciais para a descrição dos aspectos de padrões da paisagem, pois constitui uma medida do seu grau de subdivisão (CALEGARI et al., 2010).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise da dinâmica de Uso e Cobertura da Terra

O uso e cobertura da Terra da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco no ano de 2017 apresentando 28.841.903,59 ha de Formação Florestal, 8.456.270,55 ha de Formação Natural não Florestal, 24.903.181,24 ha de Agropecuária, 925.451,10 ha de Área não Vegetada, 479.540,10 ha de Corpos D'água e 8.955,86 ha de usos e coberturas não observados, sendo estes valores representados espacialmente na Figura 3. Os valores de área e percentuais para as demais datas de uso e cobertura da terra da BHRSF são apresentados na Tabela 2.

Figura 3 – Uso e Cobertura da Terra na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco em 2017



Fonte: MAPBIOMAS, 2017.

Tabela 2 – Áreas em hectares e percentuais de Uso e Cobertura da Terra na Bacia hidrográfica do Rio São Francisco nos anos de 1997, 2007 e 2017.

Uso e Cobertura da Terra	ha			%		
	1997	2007	2017	1997	2007	2017
Formação Florestal	30719865,27	29347903,19	28841903,59	48,29%	46,13%	45,34%
Formação Natural não Florestal	9573925,72	9509007,14	8456270,55	15,05%	14,95%	13,29%
Agropecuária	21620104,20	23075873,34	24903181,24	33,99%	36,27%	39,15%
Área não Vegetada	1021711,74	916286,60	925451,10	1,61%	1,44%	1,45%
Corpo D'água	667767,90	755281,04	479540,10	1,05%	1,19%	0,75%
Não observado	11927,62	10951,13	8955,86	0,02%	0,02%	0,01%
Total	63615302,44	63615302,44	63615302,44	100%	100%	100%

Fonte: MAPBIOMAS, 2017.

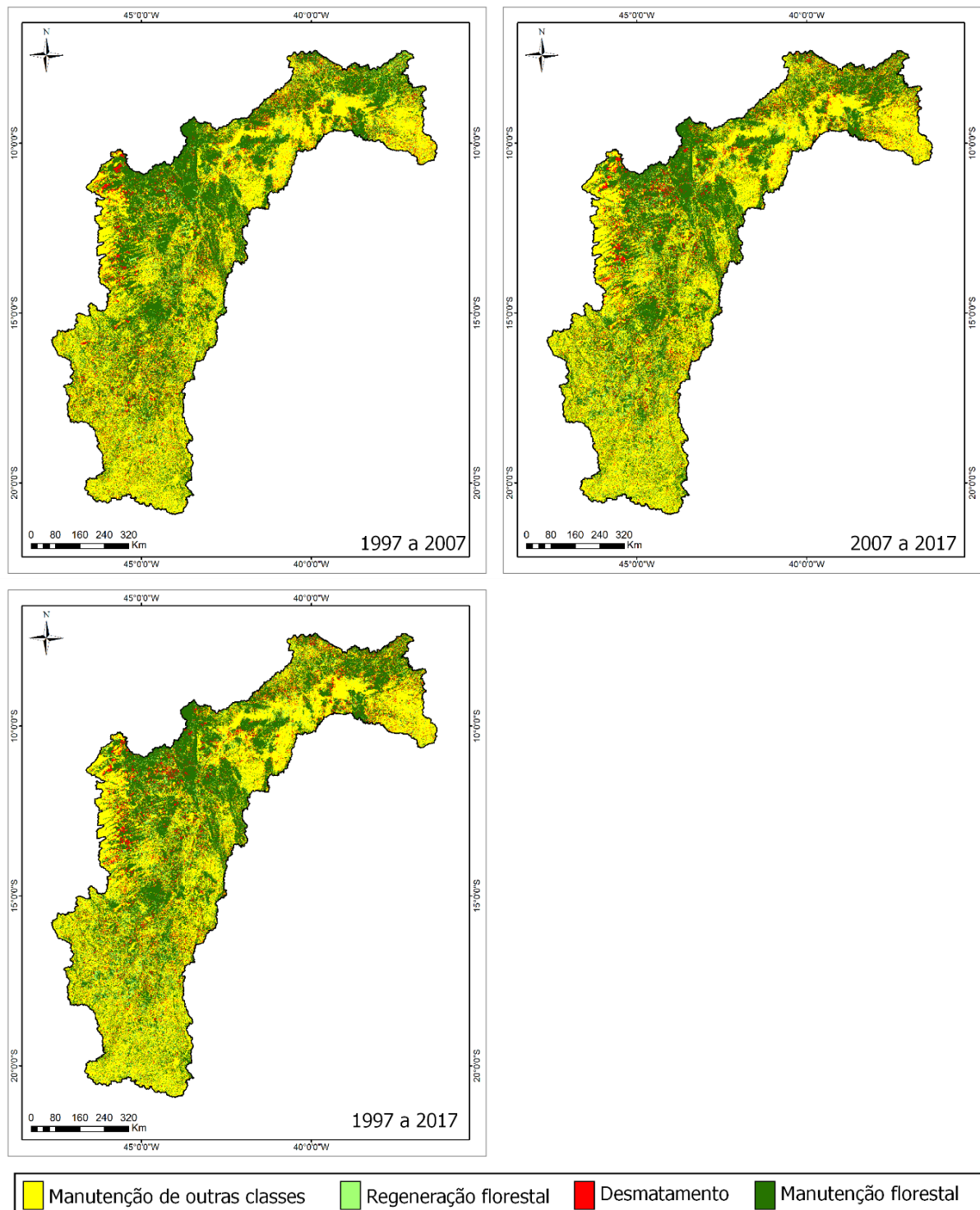
A Tabela 3 e Figura 4 demonstram os resultados dos mapeamentos da dinâmica de uso e cobertura da terra bacia hidrográfica do Rio São Francisco. A dinâmica do uso e cobertura da terra apresenta heterogeneidade dos diferentes biomas na bacia do Rio São Francisco em relação a manutenção florestal, desmatamento, regeneração florestal e manutenção de outras classes uso e cobertura.

Tabela 3 – Dinâmica da cobertura florestal da Bacia do Rio São Francisco para os períodos de 1997 a 2007, 2007 a 2017 e 1997 a 2017.

1997 - 2007					
	Caatinga	Cerrado	Mata Atlântica	Total	
				ha	%
Desmatamento	1885155,66	3164668,65	107155,89	4983597,94	7,83
Manutenção Florestal	11693274,75	15845678,55	358667,46	26960801,94	42,38
Regeneração Florestal	1464903	2086381,17	95130	3523743,82	5,54
Manutenção de Outras Classes	10926117,18	16702330,77	1496740,86	28147158,74	44,25
Total	25969450,59	37799059,14	2057694,21	63615302,44	100
2007 - 2017					
	Caatinga	Cerrado	Mata Atlântica	Total	
				ha	%
Desmatamento	2070410,58	3097440,36	82614,06	5074440,45	7,98
Manutenção Florestal	11087747,82	14833743,93	371183,94	25410233,35	39,94
Regeneração Florestal	1263162,51	2551542,03	114866,91	3797891,22	5,97
Manutenção de Outras Classes	11548089,81	17314321,32	1489027,23	29332737,42	46,11
Total	25969410,72	37797047,64	2057692,14	63615302,44	100
1997 - 2017					
	Caatinga	Cerrado	Mata Atlântica	Total	
				ha	%
Desmatamento	2778218,1	4589199,18	128711,34	7244486,27	11,39
Manutenção Florestal	10800871,02	14420218,59	337115,25	24700192,20	38,83
Regeneração Florestal	1550683,98	2965062,06	148937,49	4508096,94	7,09
Manutenção de Outras Classes	10840595,67	15822546,21	1442933,55	27162527,03	42,70
Total	25970368,77	37797026,04	2057697,63	63615302,44	100

Fonte: MAPBIOMAS, 2017.

Figura 4 – Mapas de Dinâmica de Uso e Cobertura da Terra de 1997 a 2017.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor com base nos dados do MAPBIOMAS, 2017.

Na totalidade da dinâmica temporal verificou-se maior avanço do desmatamento na transição de 2007 para 2017, sendo gerado neste período 5250714,62 ha (7,98%) de áreas convertidas de cobertura florestal em outras classes de uso e cobertura, representando assim uma taxa de 23,9 vezes maior de ocorrência de desmatamento do que na transição precedente

(1997 a 2007), que ao ser somada com a transição mais recente expressa um total acumulado de 2339426,30 ha (11,39%).

Os dados demonstraram que o desmatamento se destaca na Mesorregião do Extremo Oeste Baiano, que possui expressiva parcela de seus limites territoriais coincidentes com os limites da BHRSF. Esta região abrange o bioma Cerrado onde possui relevo relativamente plano, com predomínio de declividades de cerca de 3%. As condições geomorfológica em geral possibilitam solos profundos e bem drenados, propiciando um cenário para a mecanização da agricultura. As médias climatológicas locais revelam períodos seco e chuvoso com oscilação semestral, sendo isto outro fator aspecto que contribuiu para a ocupação, definindo bem o calendário agrícola, desta forma promovendo o desmatamento (FALEIRO, 2008).

No entanto, o desenvolvimento sustentável do Extremo Oeste Baiano tem sido comprometido em função da ocupação antrópica irregular, acarretando repentinas mudanças de uso e cobertura da terra. Os fragmentos remanescentes de vegetação nativas e a ocupação de ecossistemas para a expansão da agropecuária e do agronegócio são neste cenário a causa de grande preocupação. Estima-se que o Cerrado pode ser a mais evidente fronteira agrícola do Brasil, pois teve cerca 40 a 55% de suas áreas de cobertura vegetal nativa convertidas em pastagens e cultivos agrícolas, sobretudo plantações de soja (SANO et al., 2002; LOBO & GUIMARÃES, 2008).

Belchior et al. (2017) além das características favoráveis ao agronegócio no oeste baiano mencionadas acima cita também a proximidade de terminais portuários, a opção de escoamento da produção por intermédio de modais de transporte alternativos ou complementares, como também o fato das terras serem de baixo valor comercial comparadas às demais em condições semelhantes.

Neste sentido, Scaramuzza et al. (2017) observaram que as pastagens representam a classe de uso antrópico predominante na região do Cerrado, ocupando cerca de 60 milhões de hectares, seguida por áreas cultivadas anuais (17 milhões de hectares). O estudo também destaca que o Cerrado de Minas Gerais em grande porção está situado na BHRSF possui cerca de 12 milhões de hectares de culturas anuais, as mais expressivas são a soja, o milho e o algodão.

Segundo o IBGE (2013), por volta do início desta década o Cerrado deteve a maior parte de cultivos agrícolas do Brasil destacando-se a soja (61% da produção nacional), milho (61% da produção nacional) e algodão (99% da produção nacional). A soja já mencionada

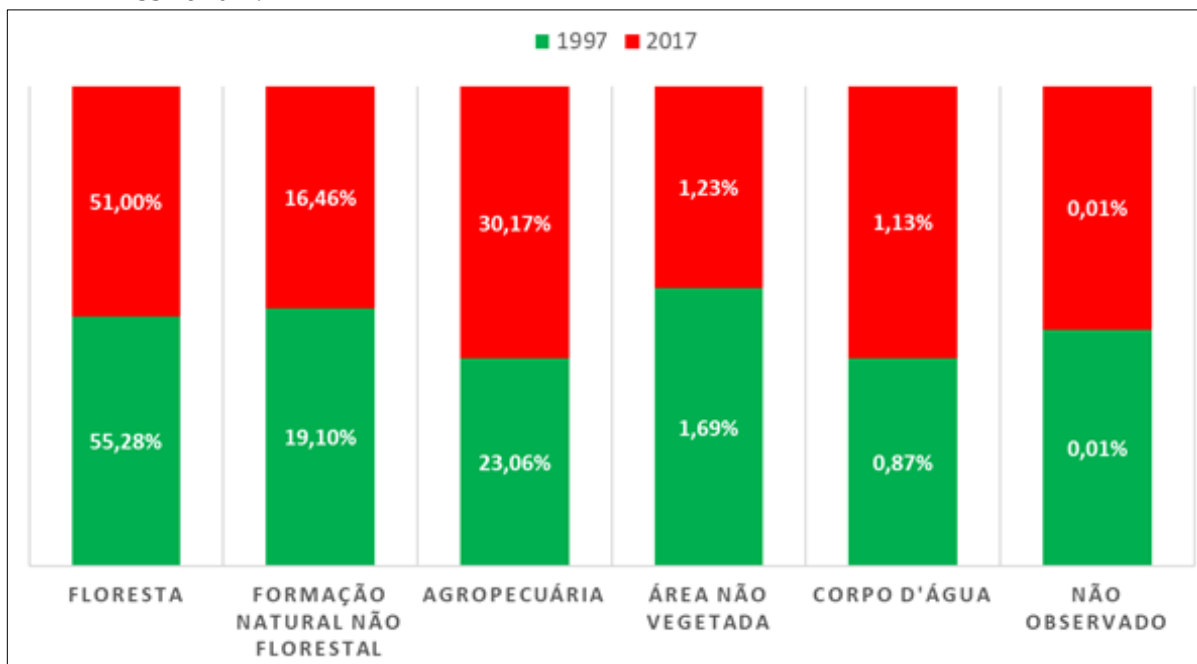
anteriormente como destaque na BHRSF representa por si só 52% de toda a agricultura produzida no Cerrado.

Ainda discutindo a respeito do desmatamento no oeste Baiano, Narcizo e Firmo (2018) ao analisarem dados da CONAB (2017) especificamente na BHRSF ressaltam que a região é uma fronteira agrícola, exercendo pressão sobre a vegetação de Cerrado para que deem lugar principalmente a produção de soja, a qual somente no oeste Baiano concentra 85% da produção estadual e teve um aumento de 20,3% de (3,979 milhões de toneladas) na safra de 2015/2016 em relação à anterior.

Outra região em que foram detectados expressivamente os efeitos do desmatamento na BHRSF trata-se das mesorregiões do Vale São-Franciscano da Bahia e do São Francisco Pernambucano, regiões que compreendem os municípios de Juazeiro e Petrolina. Esta região por intermédio de um processo histórico de ocupação que desencadeou ações de desmatamento para implementação de indústrias, extração de lenha como também atividades agrícolas favorecidas pela disponibilidade hídrica nas proximidades da rede hidrográfica que propicia o acesso a irrigação em uma região com baixos níveis de precipitação (MMA, 2010).

Os resultados revelam que a região do Médio São Francisco no estado de Minas Gerais também teve eventos de desmatamento com causas e dimensões similares as do oeste da Bahia. No geral o Médio São Francisco de 1987 para 2017 perdeu 2424195 ha de formações florestais (diminuição 4,29%), sendo esse valor transferido principalmente para a classe de Agropecuária que teve um ganho de 4679445 ha (acréscimo de 7,12%) (Figura 5).

Figura 5 – Comparativo entre as classes de Uso e Cobertura da Terra no Médio São Francisco para os anos de 1997 e 2017.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor com base nos dados do MAPBIOMAS, 2017.

Souza et al. (2013) analisou o desmatamento das unidades de conservação de Minas Gerais na bacia hidrográfica do Rio São Francisco utilizando como parte da metodologia um mapeamento com a proposta de verificar os diferentes níveis de desmatamento nas unidades de conservação, desta maneira organizou as informações de desmatamento em classes de densidade (muito baixa, baixa, média, alta e muito alta), constatando que manchas alta e médias compreenderam duas unidades de conservação.

Para reforçar a discussão a respeito do desmatamento no Médio São Francisco pode-se citar o estudo de Teixeira, Camargo e Júnior (2018) e Júnior (2014) ao analisar os níveis de degradação ambiental no município de São Francisco, MG, por meio do mapeamento de uso e cobertura da terra no período de 1993 a 2011, constataram que as áreas de cerrado no município tiveram uma redução de 40%, as matas ciliares uma redução de 12%, dando lugar principalmente a plantações agrícolas e solos expostos que obtiveram respectivamente um aumento de 27% e 12%.

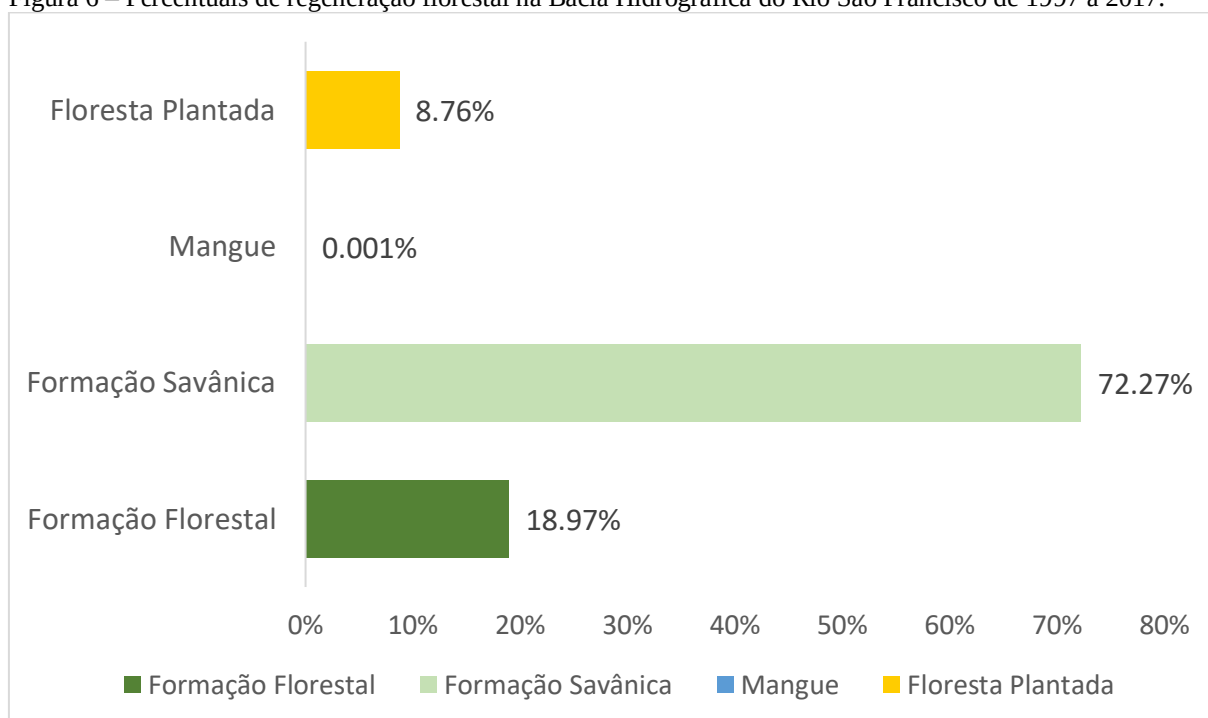
Além das áreas descritas verifica-se o desmatamento difuso em várias regiões do curso médio e sub-médio da BHRSE, sendo na última década analisada a ocorrência de maior percentual (Figura 4).

A regeneração florestal expressou um aumento de suas áreas ao longo dos 20 anos, sendo o acréscimo mais significativo na última década na qual foram acrescidos 1018547,24 ha de áreas regeneradas, gerando um aumento de 27,93% no total. Vale ressaltar que a análise da regeneração florestal contabiliza as formações florestais naturais e as formações plantadas.

O MAPBIOMAS em 2017 além das macro classes de uso e coberturas abordadas neste mapeou também as áreas de Florestas Plantadas, a qual abrange apenas espécies arbóreas plantadas para fins comerciais, ou seja atividades de silvicultura. Tomando como base as estatísticas de transição do projeto verifica-se que 8,76% das áreas de florestas regeneradas na BHRSF são silvicultura, representando 195561 ha.

As outras classes de vegetação regeneradas presentes nas estatísticas do MAPBIOMAS (2018), a saber, Formação Florestal, Formação Savânica e Mangue, representam respectivamente, 18,97%, 72,26% e 0,001%. (Figura 6).

Figura 6 – Percentuais de regeneração florestal na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco de 1997 a 2017.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor com base nos dados do MAPBIOMAS, 2018.

Verifica-se ainda que a classe de uso que mais foi convertida em florestas corresponde a pastagem, sendo os valores de 1880741 ha para Formação Savânica, 586368ha para Formação Florestal e 215973ha para Floresta Plantada. No caso dos mangues em específico apenas 28ha foram convertidos da classe de Mosaico de Agricultura ou Pastagem.

Neste cenário destaca-se a produção de derivados do eucalipto no nordeste brasileiro, região em que está inserido 62% do território da BHRSF. O levantamento da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS) do IBGE nos anos de 2013 a 2018 demonstram um aumento de 5726940 m³ de madeira em tora de eucalipto para papel e celulose (22,11% da produção nacional). Os dados demonstram que a área plantada total de eucalipto na região teve um aumento de 108.080 ha.

Estudos como Lopes et al. (2013) ao analisar dados do IBGE (2006) a respeito da silvicultura no Brasil e, sobretudo no Cerrado, observa-se uma expansão do setor, outrora concentrado em áreas do Sul e Sudeste, para novas áreas do país, com o objetivo de suprir a demanda de mercado interno e externo de produtos florestais. Estes dados demonstram a relevância para a expansão dos reflorestamentos de vários municípios do Oeste da Bahia como Cocos, Jaborandi e Correntina que estão totalmente inseridos na BHRSF. Esta região concentra a maior parte deste cultivo no Cerrado (acima da metade), destacando-se Cocos que após uma queda de 3 anos consecutivos na produção da silvicultura e extrativismo em 2018 teve obtido um valor da produção de R\$ 273.000,00, ou seja 1,1% de aumento em relação ao ano anterior.

A dinâmica da manutenção florestal apresentou no período total analisado 24700192,20 ha de formações florestais preservadas, equivalente a 38,83% da área de estudo. Deste total foi verificado uma diferença principalmente na transição da primeira década analisada (1997 para 2007) para a segunda (2007 para 2017). No primeiro caso houve a manutenção de 26960801,94 ha (42,38%), apresentando uma redução de valores em relação a década seguinte 25410233,35 ha (39,94%).

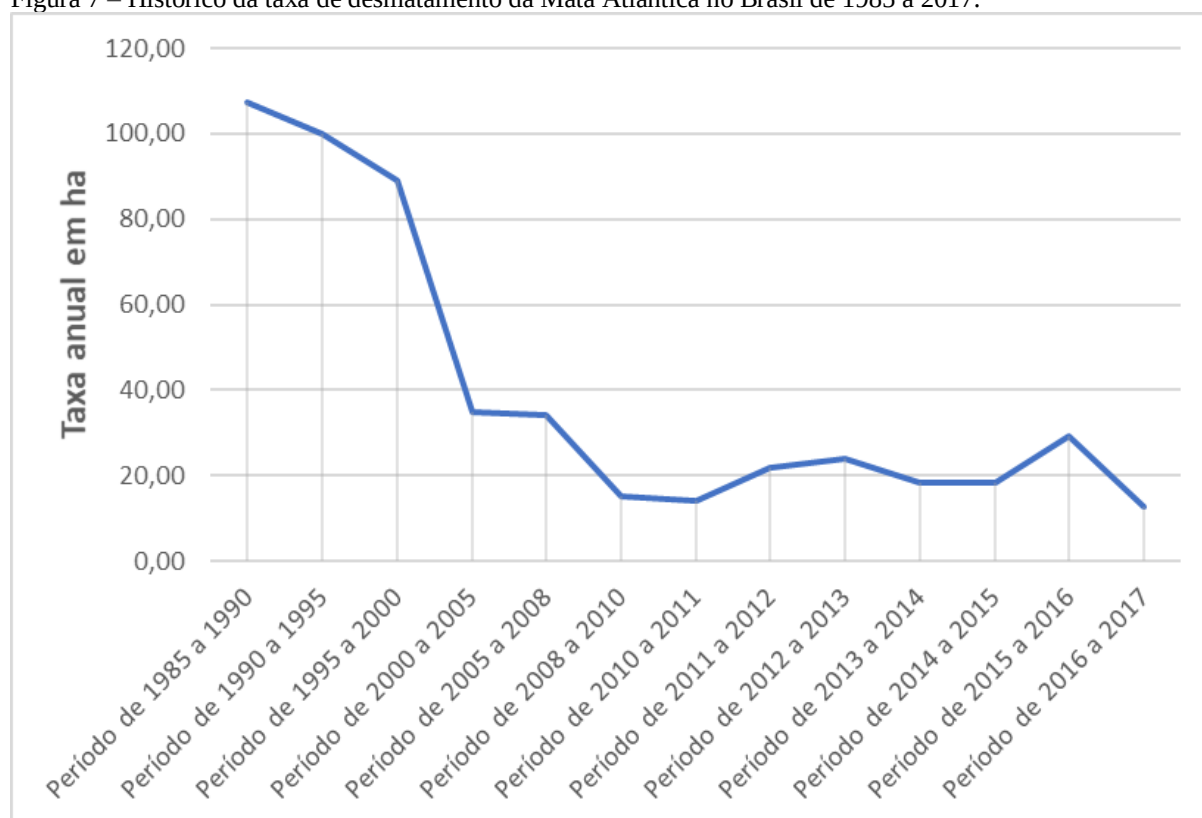
O Cerrado foi o bioma em que houve menor manutenção de sua cobertura florestal, na primeira década foram mantidos 15845678,55 ha, na segunda década 14833743,93 ha, representando uma redução de 6,39% comparando as duas décadas, sendo no período total mantidos 14420218,59 ha, ou seja 22,67% em relação a área da BHRSF. Este fenômeno está diretamente associado aos aumentos das taxas de desmatamento discutidas anteriormente a respeito do Cerrado.

Na Caatinga também houve consideráveis reduções na taxa de manutenção florestal em detrimento do desmatamento. Na primeira década foram mantidos 11693274,75 ha, na seguinte 11087747,82ha, traduzindo-se estes valores em uma redução de 5,18% ao serem comparadas as duas décadas, sendo no período total mantidos 10800871,02 ha, ou seja 16,98% em relação a área da bacia.

O bioma que mais expressou manutenção de sua cobertura florestal foi a Mata Atlântica. Na primeira década foram mantidos 358667,46 ha, na seguinte 371183,94 ha, traduzindo-se estes valores em um aumento de 6% ao serem comparadas as duas décadas, no entanto apesar do acréscimo de áreas no período total foram mantidos 337115,25 ha, ou seja 0,53% em relação a área da bacia.

Essas características particulares na manutenção florestal da Mata Atlântica podem ser explicadas principalmente devido a alguns instrumentos legais. O gráfico a seguir resume informações das taxas de desmatamento presentes na versão de 2017 do Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica produzido pelo SOS Mata Atlântica e INPE (Figura 7).

Figura 7 – Histórico da taxa de desmatamento da Mata Atlântica no Brasil de 1985 a 2017.



Fonte: SOS Mata Atlântica (2017).

Associando as informações do Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica (2017) com o período abordado na BHRSF evidenciam-se dois períodos na queda do desmatamento e consequentemente na promoção da manutenção florestal, o primeiro de 1995 a 2000 e um segundo de 2008 para 2010.

De 1995 a 2000 a promoção da manutenção florestal da Mata Atlântica é reforçada pela Lei nº 9605/1998 que dispõe sobre os crimes ambientais, prevendo sanções penais e administrativas para condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, contando com um artigo específico para a Mata Atlântica. Ainda neste período com a promulgação da Lei nº 9.985/2000 que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, o Brasil assumiu o compromisso de transformar pelo menos 10% da Mata Atlântica em UC's (CAMPANILI; SCHAFFER, 2010).

No segundo período destacado (2008 para 2010) pode-se dentre outras questões associar a promoção da manutenção florestal (Figura 7) a Lei nº 11428/2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica.

4.2 Análise das Classes de Tamanho dos fragmentos florestais

No mapeamento das classes de tamanho dos fragmentos florestais foram contabilizados 1.813.494 fragmentos florestais para o ano de 1997; 1.729.364 fragmentos florestais para o ano de 2007 e 1.910.443 fragmentos florestais para o ano de 2017 na área em que compreende a Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (Tabela 3). Em termos gerais os fragmentos pequenos de 1997 até a 2017 representaram percentuais superiores a 95%, os fragmentos médios demonstraram as maiores oscilações no decorrer do tempo e os fragmentos grandes ocuparam áreas sempre inferiores a 1%.

Tabela 4 – Número de fragmentos e percentuais para os anos de 1997, 2007 e 2017 em classes de tamanho na Bacia Hidrográfica do São Francisco.

Caatinga						
Classe de Tamanho	Número de fragmentos (NP) Ano/percentual					
	1997(nº)	%	2007(nº)	%	2017(nº)	%
Pequeno	711000	96,33	673728	95,92	735069	95,92
Médio	23708	3,21	24994	3,56	27229	3,55
Grande	3412	0,46	3635	0,52	4004	0,52
Todos	738120	100	702357	100	766302	100
Cerrado						
Classes de tamanho	Número de fragmentos (NP) Ano/percentual					
	1997(nº)	%	2007(nº)	%	2017(nº)	%
Pequeno	928351	95,4	890934	95,09	1003069	95,66
Médio	38620	3,97	39753	4,24	39073	3,73
Grande	6163	0,63	6240	0,67	6433	0,61
Todos	973134	100	936927	100	1048575	100
Mata Atlântica						
Classes de tamanho	Número de fragmentos (NP) Ano/percentual					
	1997(nº)	%	2007(nº)	%	2017(nº)	%
Pequeno	97150	95,02	85001	94,36	89971	94,15
Médio	4580	4,48	4587	5,09	5083	5,32
Grande	510	0,5	492	0,55	512	0,54
Todos	102240	100	90080	100	95566	100
Total						
Classes de tamanho	Número de fragmentos (NP) Ano/percentual					
	1997(nº)	%	2007(nº)	%	2017(nº)	%
Pequeno	1736501	95,58	1649663	95,13	1828109	95,24
Médio	66908	3,89	69334	4,3	71385	4,2
Grande	10085	0,53	10367	0,58	10949	0,56
Todos	1813494	100	1729364	100	1910443	100

Fonte: Elaborado pelo próprio autor com base nos dados do MAPBIOMAS, 2017.

O bioma Caatinga demonstrou um leve aumento no número de fragmentos grandes de 1997 para 2007, passando de 3.412 para 3.635 fragmentos, representando um aumento de

0,06%. Na década seguinte o percentual de fragmentos grandes se manteve em 0,52%, apesar do aumento no valor absoluto (359 novos fragmentos).

Os fragmentos médios da Caatinga apresentaram aumento no intervalo temporal analisado, sendo gerados 1286 novos fragmentos desta classe na passagem de 1997 para 2007 representando um aumento de 5,42% em relação aos fragmentos médios e 0,35% em relação a área de estudo. Na passagem para a década seguinte (2007 a 2017) apesar do aumento absoluto no número de fragmentos (2235 novos fragmentos médios), houve uma pequena diminuição (0,1%) no percentual em relação a área da bacia devido ao aumento dos fragmentos pequenos.

A Caatinga apresentou no total acréscimos de 24.069 fragmentos pequenos. Estes fragmentos passaram inicialmente por um decréscimo de 37.272 fragmentos (95,92%) de 1997 para 2007. Na transição de 2007 a 2017 apesar do aumento absoluto de 61.341 fragmentos pequenos a proporção desta classe de tamanho se manteve em 95,92%.

Os fragmentos grandes do Cerrado apesar de demonstrarem aumento absoluto (270 novos fragmentos) ao longo dos 20 anos analisados, houve, no entanto, no valor relativo uma diminuição de 0,63% para 0,61%. Mesmo com esta diminuição o Cerrado é na atualidade o bioma com maior valor relativo de fragmentos grandes.

Os fragmentos médios do Cerrado na transição de 1997 para 2007 apresentaram ganho de 1.133 fragmentos, os quais representavam 4,24%. Na transição de 2007 para 2017 houve uma pequena diminuição na quantidade de fragmentos médios, sendo menos 680 fragmentos médios, representando esta classe de tamanho na atualidade 3,73% da área de estudo.

De acordo com o exposto nos parágrafos anteriores os fragmentos pequenos de Cerrado foram diminuídos em detrimento das outras classes na transição de 1997 para 2007. Porém na última década analisada o número de fragmentos pequenos voltou a aumentar, sendo acrescidos 112135 fragmentos que representam 95,66%.

Em relação a fragmentação da paisagem no Cerrado da BHRSF, Corsini e Brito (2013) na abordagem a respeito das sub-bacias dos Rios Pandeiros e Calindó, constataram elevados níveis de fragmentação, sendo encontrados na área de estudo 81,78% fragmentos com até 10 ha, sendo que mais de 90% dos fragmentos não superam os 50 ha.

Na Mata Atlântica os valores absolutos e relativos de fragmentos grandes de 2017 superam os valores de 1997, antes haviam 510 fragmentos (0,5%), atualmente ocorrem 512 fragmentos (0,54%).

Os fragmentos de Mata Atlântica de tamanho médio na BHRSF se destacam dois fatos: o primeiro por ser o único bioma a apresentar crescimento nos valores absoluto e relativo ao longo dos 20 anos, chegando a apresentar o maior valor relativo de fragmentos médios dentre

os biomas (5,32%); o segundo fato é o maior aumento de fragmentos médios dentre os biomas na última década indo de 5,09% a 5,32%.

A respeito dos fragmentos médios e grandes de Mata Atlântica na BHRSF Marques et al. (2017) estudando a fragmentação da paisagem da área da bacia presente no estado de Sergipe considerando os fragmentos maiores que 20 ha, a Caatinga obteve 251 fragmentos e a Mata Atlântica 309 ha, além disso o terceiro maior fragmento 1.368,44 ha está situado no bioma Mata Atlântica. Comparando os resultados de Marques et al. (2017) com as classes de fragmentos abordadas neste trabalho, percebe-se dentre os fragmentos de Mata Atlântica maiores que 20 ha, 35,27% (109 fragmentos) são de tamanho médio e 64,72 % (200 fragmentos) são de tamanho grande.

O número de fragmentos pequenos de Mata Atlântica também foi único que evidenciou queda nos valores relativos de 1997, 2007 e 2017 na seguinte ordem: 95,02%, 94,36% e 94,15%, apesar de haver um aumento de 4970 novos fragmentos no valor absoluto na transição de 2007 para 2017.

5 CONCLUSÕES

Os resultados do mapeamento de uso de cobertura da terra na BHRSF desmontaram que as atividades de agropecuária estão difundidas ao longo de toda a extensão da bacia, sendo a associada as maiores áreas de usos antrópicos. A agropecuária é desenvolvida na região da bacia com intrínseca relação dos recursos hídricos do canal principal e de seus maiores afluentes.

As formações florestais que ainda ocupam na atualidade 45,34% da BHRSF estão concentradas de maneira desigual em algumas regiões. No Submédio e Médio São Francisco encontram-se os maiores fragmentos florestais, bem como a maior densidade. No entanto são ao mesmo tempo regiões alvo de modificações constantes na cobertura florestal, como o Oeste da Bahia inserido parcialmente na fronteira agrícola do MATOPIBA e sul do Médio São Francisco com o crescente aumento da silvicultura.

A regeneração florestal de maneira geral foi o fenômeno de dinâmica espaço-temporal com menores percentuais ao longo dos 20 anos analisados, sempre com valores inferiores 8%. Neste contexto os dados mais atuais do MAPBIOMAS (2018) demonstram que as denominadas formações savânicas englobam os maiores índices de regeneração (72,26%). Deve-se considerar que atualmente 8,76% da regeneração florestal está associada as florestas plantadas para fins comerciais.

A preservação e/ou conservação ambiental pôde ser notada com destaque em áreas cobertas por formações de Mata Atlântica. As particularidades da manutenção florestal deste bioma podem em parte serem explicadas pela intervenção de instrumentos legais em âmbito federal, os quais preveem dentre outras questões a proteção ambiental da Mata Atlântica, como por exemplo, as leis federais 9.605 de 1998, 9.985 de 2000 e 11.428/2.006, sendo esta última conhecida como Lei da Mata Atlântica.

Os resultados da métrica de número de fragmentos agrupados em classes de tamanho, demonstraram que os fragmentos considerados como pequenos ao longo de todo o recorte temporal abordado mantiveram-se com percentuais superiores a 95%, além disso os fragmentos de tamanho grande mantiveram-se em todos os casos inferiores a 1%. Estes fatos em termos gerais expressam que a BHRSF contempla uma paisagem com elevado grau de fragmentação, ou seja, indicam ameaça para a biodiversidade da região.

Dentre os três biomas analisados o único que evidenciou queda gradativa nos percentuais de fragmentos pequenos foi a Mata Atlântica, porém demonstrou também

crescimento dos fragmentos médios. Na Caatinga e Cerrado apesar de oscilações, na data final as suas paisagens demonstraram aumento de fragmentação.

Conforme as considerações já discutidas, os resultados da dinâmica de uso e cobertura da terra conjuntamente com as classes de tamanho demonstraram-se complementares na caracterização do contexto ambiental da BHRSF ao longo do tempo, reforçando a eficiência destes procedimentos metodológicos pautados na ecologia da paisagem.

REFERÊNCIAS

AB’SABER, A. N. **A transposição de águas do São Francisco: análise crítica**. Revista USP, São Paulo, n. 70, p. 6-13, Jun./Ago, 2006.

AYRES, J.M. **Os corredores ecológicos das florestas tropicais do Brasil**. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, 2005.

BELCHIOR, E. B.; ALCANTARA, P. H. R.; BARBOSA, C. F. **Perspectivas e desafios para a região do MATOPIBA**. Fronteira Agrícola nº 16. 2017. p. 1 – 3.

BANDEIRA, A. A. **Evolução do processo erosivo na margem direita do rio São Francisco e eficiência dos enrocamentos no controle da erosão**. Dissertação de Mestrado (Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, 2005.

BLASCHKE, T.; LANG, S. **Análise da paisagem com SIG**. Tradução Hermann Kux. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

BRANDÃO, M. **Área Mineira do Polígono das Secas / Cobertura Vegetal**. Informe Agropecuário, v.17, n.181, p.5-9, 1994.

BRASIL. **Lei federal nº 6938/1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. 1981.

_____. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 09/1996. Define “corredor de vegetação entre remanescentes” como área de trânsito para a fauna. 1996.

_____. **Lei federal Nº 9433/1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Data da legislação: 08/01/1997 - Diário Oficial da União, Brasília, 09 de jan. 1997.

_____. **Lei federal nº 9605/1998.** Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. 1998.

_____. **Lei federal nº 9985/2000.** Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. 2000.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos, 2006. **Caderno da região hidrográfica do Parnaíba.** Brasília: MMA.

_____. ANA - Agência Nacional das Águas. **GEO Brasil: Recursos Hídricos: Resumo Executivo.** Brasília: MMA: ANA, 2007.

_____. **Lei federal nº 11428/2006.** Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. 2006.

_____. IBGE. **Resolução nº 01/2015.** Define a data de término do período de transição definido na RPR 01/2005 e dá outras providências sobre a transformação entre os referenciais geodésicos adotados no Brasil. 2015.

_____. IBGE. **Produção Agrícola Municipal.** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2013.

_____. MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Subsídios para a elaboração do plano de ação para a prevenção e controle do desmatamento na Caatinga.** Ministério do Meio Ambiente: Brasília, 2011.

_____. IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Banco de dados SIDRA, Censo Agropecuário 2006.** Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/silvi/default.asp?z=t&o=29&i=P>>, Acessado em 01 de Out. 2019.

_____. MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Quinto Relatório Nacional para a Convenção da Biodiversidade.** Brasília: MMA, 2016. Disponível em: <

<http://www.mma.gov.br/informma/item/10772-quinto-relat%C3%B3rio>>. Acesso em janeiro de 2019.

CALEGARI, L. C. et al. **Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí - MG, para fins de restauração florestal**. Revista Árvore, Viçosa, MG, v. 34, n. 5, p. 871-880, 2010.

CÂMARA, G. **Anatomia de sistema de informações geográfica: visão atual e perspectivas de evolução**. In: ASSAD, E. ; SANO, E. Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura. Brasília, DF: Embrapa, 1993.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A.M. (Org). **Introdução a Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001.

_____. **Fundamentos de Geoprocessamento**, 1996. Livro on-line. Disponível em < <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/fundamentos/>> Acessado em: janeiro de 2019.

CAMPANILI, M.; SCHAFFER, W. B. **Mata Atlântica: manual de adequação ambiental**. 2010.

CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 1995.

CASIMIRO, P. C. **Estrutura, composição e configuração da Paisagem, Conceitos e princípios para a sua quantificação no âmbito da Ecologia da Paisagem**. Revista Portuguesa de Estudos Regionais, Revista da APDR, Coimbra, nº 20, p. 75-97, 2009.

CASTRO, A. S.; GOMES, R. A. T.; GUIMARÃES, R. F.; CARVALHO J. O. A.; MARTINS, E. S. **Análise da dinâmica da paisagem no município de Formosa do Rio Preto (BA)**. Espaço e Geografia, Brasília, v. 16, n. 1, p. 307-323, 2013.

CBHSF - Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. **PRHSF - Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – atualização 2016 – 2025**. Disponível em: <<http://cbhsaofrancisco.org.br/planoderecursoshidricos/>>. Acesso em 01 Set. 2019.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed.; Edgard Blucher, São Paulo, 1980.

CHERUBIM, L. M.; PINTO, E. B.; SILVA, G. M.; REBELO, K. M. W. O uso de Geotecnologias no processamento, ajustamento e representação de dados espaciais no processo de ensino e aprendizagem na disciplina de Geomática. **Ensino em Ciências**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, p. 204-210, jan/jul. 2014.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Séries Históricas**. 2017. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252>>. Acesso em: 13 out. 2019.

COUTO P. **Análise fatorial aplicada a métricas da paisagem definidas em FRAGSTATS**. *Investigação Operacional*, v. 24, p. 109-137, 2004.

CORSINI, C. R.; BRITO, A. **Análise da estrutura da paisagem em uma sub-bacia hidrográfica de Minas Gerais: diretrizes para a conservação de fragmentos florestais**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2013, Foz do Iguaçu. XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2013.

CUNHA, T.J.F.; CÓRDOBA, E. S.; SÁ, I. B.; GIONGO, V.; TAURA, T. A.; OLIVEIRA NETO, M. B.; SILVA, M. S. L. **Uso e ocupação dos solos na margem direita do Rio São Francisco, município de Curaçá**. In: Simpósio de Mudanças Climáticas e Desertificação no Semiárido Brasileiro, 2011, Petrolina. Experiências para mitigação e adaptação. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011.

CUNHA, T.J.F.; SA, I. B.; GIONGO, V.; TAURA, T. A.; OLIVEIRA NETO, M. B.; SILVA, M. S. L.; CÓRDOBA, E. S. **Uso e ocupação dos solos na margem esquerda do rio São Francisco, município de Casa Nova - BA**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2011, Uberlândia. Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas. Uberlândia: SBCS: UFU: ICIAG, 2011.

DUNLAP. R. E.; JORGENSON. A. K. **Environmental Problems**. New Jersey: Blackwell Publishing, 2012.

ETTO, T. L.; LONGO, R. M.; ARRUDA, D. R.; INVENIONI, R. **Ecologia da paisagem de remanescentes florestais na bacia hidrográfica do Ribeirão das Pedras - Campinas - SP.** Rev. Árvore, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 1063-1071, Dec. 2013.

FERNANDES, M. R. M. **Dinâmica do uso e cobertura da terra e aptidão para o manejo florestal na região semiárida do estado de Sergipe – SE.** Dissertação de Mestrado (Pós-graduação em Ciências Florestais) – Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, 2015.

FERNANDES, M. M.; FERNANDES, M. R. M. **Análise Espacial da Fragmentação Florestal da Bacia do Rio Ubá - RJ.** Ciência Florestal, v. 27, n. 4, p. 1429–1439, 2017.

FERREIRA, R. A.; PRATA, A. P.; ARAGÃO, A. G.; SILVA, A. C. C.; MACHADO, W. J. **A vegetação do baixo São Francisco como subsídio para a recuperação de áreas degradadas.** 91-112p. In: Aguiar Netto, A. O.; SANTANA, N. R. F. Contexto socioambiental das águas do rio São Francisco. UFS. 2015.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais.** São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FONSECA, D. S. R; NASCIMENTO, C.R; MIRANDA, W. A; FIGUEIREDO, F.P. **Diagnóstico do uso do solo e degradação ambiental na bacia hidrográfica do Pandeiros - MG como subsídio para estudos de impacto ambiental.** Revista Geoaraguaia, v. 1, p. 1-20, 2011.

FONSECA G.A.B. et al. **Corredores de Biodiversidade: o corredor Central da Mata Atlântica.** In: ARRUDA, M.B.; SÁ, L.F.S.N. (Orgs.) Corredores ecológicos: uma abordagem integradora de ecossistemas no Brasil. Brasília; IBAMA, 2004. P.47-66.

FORMAN, R.T.T.; M. GODRON. **Landscape Ecology.** New York: John Wiley and Sons, 1986

FORMAN, R. T. T. **Land mosaic: the ecology of landscapes and regions**. Cambridge: Cambridge University, 1995.

FORMAN, R.T.T.; M. GODRON. **Patches and structural components for a landscape ecology**. BioScience 31. p. 733-740, 1981.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

GONÇALVES, C. W. P. **Os (des)caminhos do meio ambiente**. 10. ed. São Paulo: Contexto, 2002.

GONÇALVES, A. K. **Análise Ambiental e Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Córrego Santo Antônio - São Francisco Xavier (SP)**. Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Agronomia, Energia e Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2016.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

GURGEL, R. S.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; GOMES, R. A. T.; GUIMARÃES, R. F.; MARTINS, E. S. **Relação entre a evolução do uso da terra com as unidades geomorfológicas no município de Riachão das Neves (BA)**. GeoTextos, Salvador, v. 9, n. 1, p. 177-201, 2013.

HERMANN, B. C.; RODRIGUES, E.; LIMA, A. de. **A paisagem como condicionador de bordas de fragmentos florestais**. Floresta, 35:13-22, 2005.

HORA, N. N.; FONSECA, M. J. C. F.; SODRÉ, M. N. R. Biodiversidade e Conservação; um olhar sobre a forma dos licenciandos de biologia. **Revbea**. São Paulo, n.10, n. 1. p. 56 – 74, 2015.

JUNIOR. P. A.; PEREIRA, E. R. Degradação Ambiental e a diversidade biológica/biodiversidade: uma revisão integrativa. **Enciclopedia Biosfera**, v. 14, p. 922-937, 2017.

JÚNIOR, P.P. M. 2014. **Gestão de bacia hidrográfica – Instrumentos: o quê e para quê**. Ouro Preto e Belo Horizonte, Apostila Pré-Livro, 288p.

LILLESAND, T.M.; KIEFER, R.W. **Remote Sensing and Image Interpretation**. New York: John Wiley & Sons, 2000.

LIMA, M. D. V.; RONCAGLIO, C. **Degradação socioambiental urbana, políticas públicas e cidadania**. Desenvolvimento e Meio Ambiente, Curitiba, n. 3, jan./jun. 2001.

LOPES, Z. F. **Deteção de mudança hidroclimática na bacia hidrográfica do rio São Francisco**. Tese de Doutorado (Programa de Pós-graduação em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, 2014.

LOUZADA, F. L. R. O.; SANTOS, A. R.; SILVA, A. G.; COELHO, A. L. N.; EUGENIO, F. C.; SAITO, N. S.; PELUZIO, T. M. O.; TULER, T. O.; TEBALDI, A. L. C.; GARCIA, G. O. **Delimitação de corredores ecológicos no ArcGIS 9.3**. Franciane L. R. O. Louzada, Alexandre R. Santos, Aderbal G. SILVA, organizadores. – Alegre: CAUFES, 2010.

LOPES, C. R.; FERREIRA, M. E.; LEMOS, A. A.; THIAGO, L. J. **Mapeamento das Áreas de Reflorestamento no bioma Cerrado, com base em imagens LANDSAT 5 - TM: um estudo de caso para a Fronteira Agrícola no Oeste da Bahia, Brasil**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2013, Foz do Iguaçu -PR. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2013.

MACHADO, R. B.; AGUIAR, L.M.S.; CASTRO, A. A. J. F.; NOGUEIRA, Cristiano ; RAMOS NETO, Mário Barroso . **Caracterização da Fauna e Flora do Cerrado**. In: Faleiro, Fábio; Farias Neto, Austecílino Lopes. (Org.). Savanas - desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2008, v., p. 285-300.

MACHADO, C. J. S.; VILANI, R. M.; FRANCO, M. G.; LEMOS, S. D. C. Legislação ambiental e degradação ambiental do solo pela atividade petrolífera no Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 28, p. 41 – 55, jul/dez. 2013.

MASCARENHAS, A. C. M. **Conflitos e gestão de águas: O caso da bacia hidrográfica do rio São Francisco**. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, 2008.

MARQUES, E.L.N.; FERRARI, S. F.; BELTRÃO-MENDES, R.; BITENCURTI, D. P.; CARVALHO, T. M. **Mapeamento e caracterização dos fragmentos florestais na bacia hidrográfica do baixo rio São Francisco, Sergipe**. Revista Geográfica Acadêmica, v. 11, p. 104-128, 2017.

MCGARIGAL, K. **Fragstats: Fragstats help - versão 4.2**. Computer software program produced by the author at the University of Massachusetts. Massachusetts: Amherst, 2013.

MEDEIROS, P. R. P.; KNOPPERS, B. A.; SANTOS J. Rivaldo. C.; SOUZA, W. F. L. **Aporte Fluvial e Dispersão de Matéria Particulada em Suspensão na Zona Costeira do Rio São Francisco (SE/AL)**. Geochimica Brasiliensis, v. 2, p. 209-228, 2007.

METZGER, J. P. **O que é ecologia de paisagens?**. Biota Neotropica, São Paulo, v. 1, n. 1 e 2, dez. 2001.

_____. **Como lidar com regras pouco óbvias para conservação da biodiversidade em paisagens fragmentadas**. Natureza & Conservação, v.4, n.2, p.11-23, 2006.

_____. **Estrutura da paisagem: O uso adequado de métricas**. In: CULLEN, L. Jr.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. (Org). 2ªed. Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre. Curitiba: Ed. Universidade Federal do Paraná, 2009, p. 423-453.

MENEGUZZO, I. S. **Análise da degradação ambiental na área urbana da bacia do Arroio Gertrudes, Ponta Grossa, PR: uma contribuição ao planejamento ambiental.** Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Ciência do Solo) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 2006.

MITTERMEIER, R. A.; WERNER, T.; AYRES, J. M.; FONSECA, G. A. B. **O país da diversidade.** Ciência Hoje, São Paulo, v. 14, n. 81, p. 20-27, 1992.

MORAIS, Y. C. B.; SANTOS, B. O.; LAURENTINO, M. L. S.; SILVA, J. C. B.; GALVÍNCIO, J. D. **Análise espaço-temporal e detecção de mudanças da cobertura vegetal no município de Floresta/PE – Brasil, utilizando o NDVI.** In: XV Simpósio de Sensoriamento Remoto, 2011, Curitiba. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2011. p. 2128-2134.

MOURA, A. C. M. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano.** 3.ed. Belo Horizonte: Interciência, 2005.

NARCIZO, L. F.; FIRMO, H. T. **A expansão da fronteira agrícola e a disponibilidade hídrica no Rio São Francisco em tempos de secas severas.** Sustentare, v. 2, p. 30-43, 2018.

NASCIMENTO, M. C.; OLIVEIRA, A. L. A. **Uso Da Terra no Baixo São Francisco Alagoano: Um olhar sob o ponto de vista da sustentabilidade geoambiental.** I Simpósio da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco: Integrando conhecimentos científicos em defesa do Velho Chico, 2016.

NAVEH, Z.; LIEBERMAN, A. **Landscape ecology: theory and application.** New York: Springer-Verlag, 1994.

OLIVEIRA, T. H.; SILVA, J.S.; SILVA, C.A.V.; SANTIAGO, M.M.; MENEZES, J.B.; SILVA, H.A.; PIMENTEL, R. M. M. **Avaliação da Cobertura Vegetal e do Albedo da Bacia Hidrográfica do Rio Moxotó com Imagens do Satélite Landsat 5.** In: Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009.

OLIVEIRA, S. N.; CARVALHO JR., O. A.; GOMES, R. A. T.; GUIMARÃES, R. F.; MARTINS, E. S. **Deteção de mudança do uso e cobertura da terra usando o método de pós-classificação na fronteira agrícola do Oeste da Bahia sobre o Grupo Urucuia durante o período 1988-2011.** Revista Brasileira de Cartografia, v.5, n.66/5, p.1157-1176, 2014.

OLSON, D.M.; DINERSTEIN, E.; WIKRAMANAYAKE, E.D.; BURGESS, N.D.; POWELL, G.V.N.; UNDERWOOD, E.C.; D'AMICO, J.A.; ITOUA, I.; STRAND, H.E.; MORRISON, J.C.; LOUCKS, C.J.; ALLNUTT, T.F.; RICKETTS, T.H.; KURA, Y.; LAMOREUX, J.F.; WETENGEL, W.W.; HEDAO, P.; KASSEM, K.R. 2001. **Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth.** Bioscience 51: 933-938, 2001.

PELUZIO, T. M. O. ; SANTOS, A. R. (Org.); FIEDLER, N. C. (Org.); COELHO, A. L. C. (Org.); EUGÊNIO, F. C. (Org.); LOUZADA, F.L. R. de O. (Org.); SAITO, N. S. (Org.); FERRARI, J. L. (Org.); JÚNIOR, P. Q. (Org.); BATISTA, R. de S. (Org.) . **Mapeamento de áreas de preservação permanente no ArcGIS 9.3.** 01. ed. Alegre: CAUFES, 2010.

PIRES, A. P. N. **O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco: A gestão das águas e a transposição do Rio São Francisco.** Tese de Doutorado (Programa de Pós-graduação em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, 2016.

PIROLI, E. L. **Geoprocessamento na determinação da capacidade e avaliação do uso da terra do município de Botucatu – SP.** Tese Doutorado (Pós-Graduação em Agronomia, Energia e Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, 2002.

PIROVANI, D. B.; SILVA, A. G.; SANTOS, A. R.; CECÍLIO, R. A.; GLERIANI, J. M.; MARTINS, S. V. **Análise espacial de fragmentos florestais na Bacia do rio Itapemirim, ES.** Revista Árvore, Viçosa, v. 38, n. 2, p. 271-281, 2014.

PONZONI, F, J. **Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação.** São José Dos Campos: Parêntese, 2011.

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

RIGUEIRA, D. M. G. et al. **Perda de habitat, leis ambientais e conhecimento científico: proposta de critérios para a avaliação dos pedidos de supressão vegetal**. Salvador, v.1, n. p. 21 – 42, set. 2013

RISSER, P.G; KARR, J.R.; FORMAN, R.T.T. **Landscape ecology, directions and approaches**. Illinois Natural History Surveys. Special Publications, 1984.

RODRIGUES, E. **Edge effects on the regeneration of forest fragments in south Brazil**. Tese de P.h.D. Harvard University. 1998. 192p.

SÁNCHEZ, L, H. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SANTANA, L. C.; GURGEL, R. S.; CARVALHO JUNIOR, O. A. **Análise dos fragmentos florestais na bacia do Rio Grande (BA), utilizando imagens ALOS e modelagem matemática, como forma de subsidiar o planejamento da área**. Espaço e Geografia (UnB), v. 12, p. 223-242, 2009.

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Texto, 2004.

SANTOS, R. M.; VIEIRA, F. A.; FAGUNDES, M.; NUNES, Y. R. F.; GUSMÃO, E. **Riqueza e similaridade florística de oito remanescentes florestais no norte de Minas Gerais, Brasil**. Revista Árvore. 31(1): 135-144, 2007.

SANTOS, C. A. P.; SANO, E. E.; SANTOS, P. S. **Fronteira agrícola e a análise da estrutura da paisagem na bacia do rio Preto - Oeste da Bahia**. RAEGA: o Espaço Geográfico em Análise, v. 36, p. 179-207, 2016.

SANTOS, E. B. **Análise da precipitação na Bacia do Rio São Francisco**. 2018. 91 f. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Biometria e Estatística Aplicada) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2018.

SCARAMUZZA, C. A. M.; SANO, E. E.; ADAMI, M.; BOLFE, E.; COUTINHO, A. C.; ESQUERDO, J. C. D. M.; MAURANO, L. E. P.; N.I. SILVA.; FILHO, F. J. B. O; R. R.; SILVA, E. B.; VALERIANO, D. M.; VICTORIA, D. C.; BAYMA, A. P.; OLIVEIRA, G. H.; SILVA, G. B. S. **Land-Use And Land-Cover Mapping Of The Brazilian Cerrado Based Mainly On Landsat-8 Satellite Images**. Rbc. Revista Brasileira De Cartografia (Online), V. 69, p. 1041-1051, 2017.

SPAGNOLO, T. F. O.; GOMES, R. A. T.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; GUIMARÃES, R. F.; MARTINS, E. S.; COUTO JÚNIOR, A. F. (2012). **Dinâmica da expansão agrícola do município de São Desidério-BA entre os anos de 1984 a 2008, importante produtor nacional de soja, algodão e milho**. Geo UERJ 2 (24):603-618.

SOUZA, N. P.; SILVA, E. M. G. C.; TEIXEIRA, M. D.; REIS, A. A. ; SOUZA, L. N.; ACERBI JUNIOR, F.; RESENDE, T. A. **Aplicação do Estimador de Densidade kernel em Unidades de Conservação na Bacia do Rio São Francisco para análise de focos de desmatamento e focos de calor**. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2013, Foz do Iguaçu. TAMASAUSKAS, C. E. P. **Fragmentação florestal e áreas protegidas: uma análise da estrutura da paisagem visando a criação de corredores ecológicos**. Dissertação de Mestrado (Pós-graduação em Geografia) – Universidade Federal do Pará, 2011.

TEIXEIRA, M.B.; CAMARGO, P.L.T.; JUNIOR, P.P.M. **Use of Remote Sensing Images for Critical Analysis of Cerrado Degradation** in Upper São Francisco - Minas Gerais State. Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ, v. 41, p. 245-254, 2018.

URBAN, D.L.; O'NEILL, R.V.; SHUGART JR., H.H. **Landscape ecology: a hierarchical perspective can help scientists to understand spatial patterns**. BioScience, v.37, n.2, p.119-127, 1987.

VALDUJO, P. H., RECODER, R. S., VASCONCELLOS, M. M.; PORTELLA, A. S. **Amphibia, Anura, São Desidério, western Bahia uplands, northeastern Brazil**. Check List. 5(4): 903–911, 2009.

VALENTE, R. de O. A. **Análise da estrutura da paisagem na bacia do Rio Corumbataí, SP**. Piracicaba, 2001, 161 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

ZANATA, J. M. **Mudanças no uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do ribeirão bonito, municípios de Avaré e Itatinga- SP**. Dissertação de mestrado (Pós-Graduação em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, 2014.

ZELLHUBER, A.; SIQUEIRA, R. **Rio São Francisco em descaminho: degradação e revitalização**. Salvador: Ceas, 2007. (Cadernos do Ceas, n. 227).