

MONITORAMENTO DO USO E DA COBERTURA DAS TERRAS DO PARQUE NACIONAL DA SERRA DA CAPIVARA E ENTORNO NOS ANOS DE 1987 E 2010

Cláudia Maria Sabóia de Aquino*

Universidade Federal do Piauí**

Gustavo Souza Valladares***

Universidade Federal do Piauí

Renê Pedro de Aquino****

Universidade Federal do Piauí*****

José Gerardo Bezerra de Oliveira*****

Universidade Federal do Ceará*****

Vanessa Garcias do Nascimento*****

Universidade Federal do Piauí

Resumo: O processo de produção do espaço geográfico nas últimas décadas tem favorecido profundas transformações da paisagem e consequentemente alterações nos ecossistemas originais, bem como tem acalorado debates no campo científico mediante os elevados níveis de degradação dos recursos naturais, notadamente nos padrões de uso e cobertura das terras, fato que impulsionou a criação de Unidades de Conservação da natureza para fins de gestão e manejo. Este estudo realizou mapeamento e análise das tipologias de uso e cobertura das terras do Parque Nacional Serra da Capivara (PNSC) e sua área de entorno nos anos de 1987 e 2010 a partir do emprego de imagens de satélite. Posteriormente ao mapeamento e à análise procedeu-se ao estudo da dinâmica dessas alterações por meio de técnicas de interseção/cruzamento por geoprocessamento dos mapas de uso e cobertura das terras obtidos para cada período (1987 e 2010). As classes estabelecidas foram as seguintes: caatinga arbórea/arbustiva, caatinga arbustiva/arbórea, caatinga arbustiva e caatinga arbustiva aberta, área urbana, agropecuária tradicional, cultura permanente, queimadas e escarpas. Constatou-se ter havido predomínio de classe estável na área de estudo da ordem de 93,09%, e apenas em 6,91% da área constatou-se alterações na paisagem. Os dados sugerem que o Parque Nacional da Serra da Capivara cumpre de forma plena o objetivo de sua criação, qual seja: a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica.

Palavras-chave: Geotecnologias. Uso da terra. Cobertura vegetal. Unidade de Conservação.

MONITORING OF USE AND COVERAGE OF THE LAND IN THE SERRA DA CAPIVARA NATIONAL PARK AND SURROUNDINGS IN THE YEARS 1987 AND 2010

Abstract: The production process of the geographic space in recent decades has favored deep landscape changes and therefore changes in the original ecosystems and have heated discussions in the scientific field by the high levels of degradation of natural resources, notably in patterns of use and land coverage, a fact that spurred the creation of protected areas of nature to management and management purposes. This study was conducted by mapping and analysing the use of typologies and coverage of the ground in the Serra da Capivara National Park (PNSC) and its surrounding area in 1987 and 2010 from satellite images employment. Subsequent mapping and analysis proceeded to study the dynamics of these changes through the intersection of technical/crossing by geoprocessing the use of maps and coverage of land obtained for each period (1987 and 2010). Classes established were: Caatinga tree/shrubby, Shrubby caatinga/tree caatinga, Shrubby caatinga and Open shrubby caatinga, urban area, traditional farming, permanent crops, conflagration and escarpments. It was found that stable class has predominated in the 93.09% order of the study area, only 6.91% of change in the landscape of the area was found. The data suggest that the Serra da Capivara National Park meets in full, the objective of its creation, which is the preservation of natural ecosystems of great ecological relevance and scenic beauty.

Keywords: Geotechnologies. Land use. Vegetation. Conservation Unit.

*Doutora em Geografia, professora do Curso de Geografia da Universidade Federal do Piauí. E-mail: cmsaboia@gmail.com

**Campus Ministro Petrônio Portela, S/N. Teresina, PI. CEP: 64049-550. Tel: (86) 3215-5778

***Doutor em Geografia, professor do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Piauí. E-mail: valladares@ufpi.edu.br

****Mestre em Geografia, professor do Curso de Geografia da Universidade Estadual do Piauí. E-mail: rene.uespi@hotmail.com

*****Rua Desembargador Berilo Mota, s/n, Bairro Dirceu Arcoverde CEP: 64078-213, Teresina, PI. Tel: (86) 3231-9280

*****Doutor em Manejo de Pastagens, professor do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará. E-mail: jgboliv@gmail.com

*****Centro de Ciências, Departamento de Biologia. Campus do PICI - Bloco 906, Fortaleza, CE, Tel: (85) 33669806

*****Graduada do curso de Geografia da Universidade Federal do Piauí. E-mail: vngarcias@hotmail.com

MONITOREO DEL USO Y COBERTURA DE LAS TIERRAS DEL PARQUE NACIONAL DE LA SIERRA DE LA CAPIVARA Y ENTORNO EN LOS AÑOS DE 1987 Y 2010

Resumen: El proceso de producción del espacio geográfico en las últimas décadas ha favorecido profundas transformaciones del paisaje y consecuentemente cambios en los ecosistemas originales, así como ha acalorado debates en el campo científico mediante los elevados niveles de degradación de los recursos naturales, especialmente en los padrones de uso y cobertura de las tierras, hecho que impulsó la creación de unidades de conservación de la naturaleza para fines de gestión y manejo. Este estudio realizó mapeamiento y análisis de las tipologías de uso y cobertura de las tierras del Parque Nacional Sierra de la Capivara (PNSC) y su área de entorno en los años 1987 y 2010 a partir del empleo de imágenes de satélite. Posterior al mapeamiento y análisis se procedió al estudio de la dinámica de estas alteraciones por medio de técnicas de intersección/cruzamiento por geoprocésamiento de los mapas de uso y cobertura de las tierras obtenidas para cada período (1987 y 2010). Las clases establecidas fueron las siguientes: caatinga arbórea/arbustiva, caatinga arbustiva/arbórea, caatinga arbustiva y caatinga arbustiva abierta, área urbana, agropecuaria tradicional, cultura permanente, quemadas y escarpas. Se constató tener habido predominio de clase estable en el área de estudio del orden de 93,09%, apenas en el 6,91% del área se constató alteraciones en el paisaje. Los datos sugieren que el Parque Nacional de la Sierra de la Capivara cumple de forma plena el objetivo de su creación, que es la preservación de ecosistemas naturales de gran relevancia ecológica y belleza escénica.

Palabras clave: Geotecnologías. Uso de la Tierra. Cobertura Vegetal. Unidad de Conservación.

Introdução

Desde épocas remotas, quando havia apenas cerca de duzentos milhões de habitantes em nosso planeta, os relatos de Platão e de Tertuliano já abordavam temas atuais a exemplo de mudanças de uso e cobertura da terra e da intensidade com que buscamos retirar da terra os bens e serviços para nosso uso e sustento e, ainda, as consequências dessas ações para a nossa sobrevivência (Castanheira, 2010).

Por mudança da cobertura da Terra se entende a mudança dos materiais biofísicos que cobrem a superfície da Terra, enquanto por mudança de uso da terra se entende a mudança dos usos que o homem faz dela mantendo uma floresta ou derrubando-a para um campo de cultivo ou pastagem, tornando áreas rurais em urbanas, inundando vales com a construção de barragens, criando Unidades de Conservação, enfim, toda a gama de possibilidades de uso que se pode fazer da superfície da Terra (Jensen, 2009).

Para Houghton (1994) as mudanças de uso da terra estão ligadas de forma complexa ao desenvolvimento econômico, ao crescimento da população e ao avanço tecnológico que promovem no tempo e no espaço significativas mudanças nos diferentes sistemas ambientais.

Segundo Castanheira (2010), os ecossistemas estão em permanente mudança para uma variedade de escalas espaciais e temporais, com a mudança distinguindo-se entre conversão, que é a completa substituição de um tipo de cobertura por outro, e modificação, quando mudanças mais sutis afetam a característica da cobertura da terra sem mudar a sua classificação global.

Após os anos 1950 assistimos ao aumento sensível da preocupação mundial com as mudanças nas formas de uso e cobertura das terras, posto estas ameçarem recursos fundamentais a vida, a exemplo da água. Essa preocupação favoreceu a criação de parques nacionais no Brasil, processo este iniciado em 1876 por André Rebouças, contudo, somente

em 1937 foi criado o primeiro parque do País, o Parque Nacional de Itatiaia (Maciel, 2016). Pádua (1997) ressalta que o processo de criação de parques naquela época considerava principalmente as belezas cênicas, sem considerar critérios técnicos ou científicos e sem uma ideia de sistema.

Recentemente, no ano 2000, a Lei n. 9.985, de 18 de julho, instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC. O SNUC foi idealizado como uma forma de potencializar o papel das Unidades de Conservação (UC), através de planejamento e administração integrada com as demais UC, garantindo que amostras significativas e ecologicamente viáveis de diferentes populações, habitats e ecossistemas estejam adequadamente representadas no território nacional e nas águas jurisdicionais. Além disso, permite que as UC, além de conservarem os ecossistemas e a biodiversidade, gerem renda, emprego, desenvolvimento e propiciem uma efetiva melhora na qualidade de vida das populações locais e do Brasil como um todo.

Entre os objetivos do SNUC encontram-se: proteger as espécies ameaçadas de extinção no âmbito regional e nacional; promover o desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais; recuperar ou restaurar ecossistemas degradados; proporcionar meios e incentivos para atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental; valorizar econômica e socialmente a diversidade.

O estado do Piauí possui quatro parques nacionais a saber: o Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, o Parque Nacional de Sete Cidades, o Parque Nacional Serra das Confusões e o Parque Nacional da Serra da Capivara, objeto deste estudo, que tem como objetivo analisar as mudanças de uso e cobertura da terra no referido parque e seu entorno. Após a análise será possível inferir se o parque em questão está cumprindo os objetivos determinados em seu decreto de criação, no sentido de preservar ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica.

Nesse contexto, procurou-se analisar as mudanças

de uso e cobertura da terra no Parque Nacional da Serra da Capivara, Piauí, e seu entorno, considerando os anos de 1987 e 2010. Cabe ressaltar que o Parque Nacional da Serra da Capivara é a única Unidade de Conservação dentro do domínio das caatingas, como informa Brasil (1991), fato que justifica a realização da pesquisa.

Material e métodos

Localização e caracterização geoambiental da área de estudo

O Parque Nacional Serra da Capivara (PNSC) e sua área de entorno estão localizados na região sudeste do estado do Piauí. Ocupam áreas dos municípios de São Raimundo Nonato, João Costa, Coronel José Dias e Brejo do Piauí. Distribui-se de forma descontínua entre as coordenadas -8° 30' 69" e -9° 03' 69" Sul e -42° 21' 44" e -42 87' 61" Oeste (Figura 1).

Geologia

A área está inserida na bacia sedimentar do Maranhão-Piauí. As formações encontradas na área e sua correspondente constituição litológica são: i) Formação Pimenteiras, caracterizada por folhelhos e siltitos

escuros laminados; ii) Formação Cabeças – arenitos avermelhados com estratificação cruzada; iii) estreita faixa contínua da Formação Serra Grande com arenitos grosseiros, conglomeráticos com leito de conglomerados com estratificação cruzada; iv) Formação Sambaíba de arenitos branco-avermelhados com estratificação cruzada; v) significativa presença do Grupo Salgueiro, caracterizado pela presença de micaxisto, quartzitos e calcário cristalino, com intrusivas básicas e ultrabásicas e concentração do grupo Caraíbas com gnaisses, migmatitos e quartzitos com lentes de anfibolito (Brasil, 2006).

Geomorfologia

Brasil (2006) identificou as seguintes unidades geomorfológicas: i) Depressão com residuais do São Francisco, ii) chapadões e depressões com residuais do meio norte e iii) depressões com residuais do nordeste. As altitudes variam de 68 m (no município de Anísio de Abreu) a 273 m (no município de Várzea Branca)

Clima

Segundo Brasil (2006), a área de estudo localizada na região sudeste do Piauí caracteriza-se por apresentar precipitações inferiores a 900 mm, elevada evapotranspiração potencial e número de meses secos

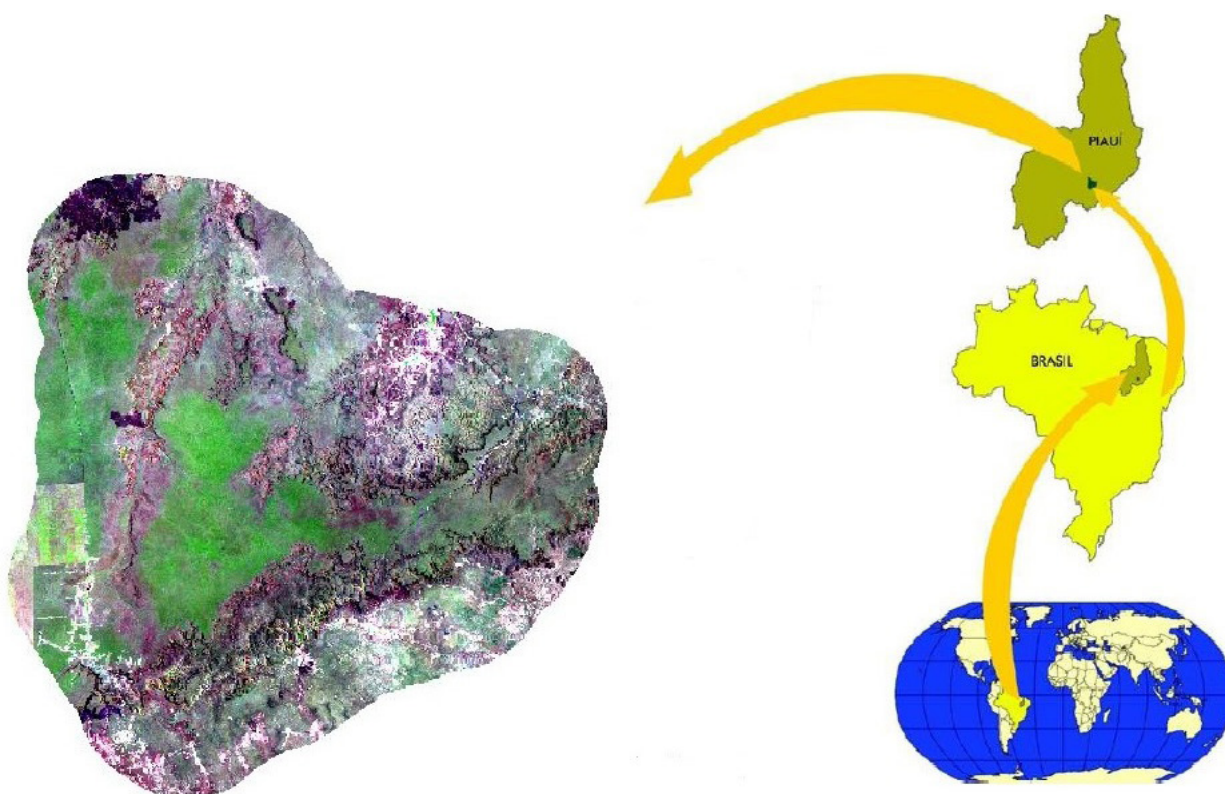


Figura 1 – Localização geral da área de estudo – PNSC e Entorno
Fonte: Aquino et al., 2016.

variando de 9 a 10, configurando o predomínio das tipologias de clima árido e semiárido, culminando em uma vegetação de Estepe (caatinga) arbórea aberta e localmente arbórea densa.

Procedimentos metodológicos

A análise das formas de uso e cobertura das terras baseou-se em processamento e classificação de imagens Landsat TM/5 com resolução espacial de 30 metros, por meio de técnicas computacionais, com o objetivo de extrair informações sobre alvos da superfície terrestre, tais como: solo, vegetação e uso da terra. A identificação das classes de uso das terras e dos níveis de sua degradação se realizou por meio de procedimentos de processamento digital de imagens de satélite (TM/Landsat-5), fundamentada em métodos fotointerpretativos com base no comportamento de refletância espectral de alvos e trabalho de campo.

No mapeamento das classes de uso das terras, foram estabelecidas as seguintes classes: caatinga arbórea/arbustiva, caatinga arbustiva/arbórea, caatinga arbustiva e caatinga arbustiva aberta, área urbana, agropecuária tradicional, cultura permanente, queimadas e escarpas. A identificação dessas classes baseou-se em chave de interpretação, considerando as variáveis formas, textura, tonalidade, forma, tamanho e localização, conforme indicado em Novo (2010).

Na restituição de padrões de tipos de uso e cobertura das terras, do ano de 1987, foram utilizadas as bandas espectrais 3 (faixa do vermelho), 4 (infravermelho próximo) e 5 (infravermelho médio) do Landsat 5 TM, considerando-se a resposta espectral dos alvos, aliada a conhecimentos relativos a clima, solo e relevo conforme sugeridos por Beltrame (1994).

Para o ano de 2010, as análises das imagens também

baseou-se na composição das bandas espectrais 3, 4 e 5 do Landsat 5 TM, ajustadas a trabalhos de campo. A escolha dessas bandas justifica-se dado o fato das mesmas mostrarem claramente os limites entre o solo, a água e ainda quando combinadas realçarem a vegetação. Para Novo (2010) e Jensen (2009) esta composição revela de modo mais expressivo o comportamento espectral da vegetação e dos usos do solo, objeto do trabalho.

As imagens empregadas com os respectivos pontos, órbitas, datas de passagem do satélite, sensor e resolução estão listadas no Quadro 1. As imagens foram adquiridas gratuitamente no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe).

A escolha dos anos (1987 e 2010) baseou-se na disponibilidade das imagens pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e referem-se a datas anterior e posterior à criação do PNSC. As imagens selecionadas foram dos meses de agosto e setembro, objetivando a menor influência dos fenômenos da atmosfera nos níveis de cinza das imagens.

As imagens foram importadas para o software *Arc Gis 10*, em seguida, foram georreferenciadas no sistema de coordenadas geográficas (latitude-longitude), bem como nos sistemas de coordenadas UTM e Datum WGS 84, com base no método imagem-imagem. Após o registro das imagens com o uso do utilitário *Mosaic*, estas foram mosaicadas; em seguida, com o utilitário *Extract by Mask*, a imagem foi recortada, considerando-se os limites geográficos da área de estudo.

O mapeamento da dinâmica da cobertura vegetal e do uso do solo foi realizado a partir do método de Classificação Não Supervisionada, com o objetivo de definir regiões homogêneas.

A análise da dinâmica da cobertura vegetal e do uso do solo baseou-se em Batistella et al. (2002) e Mota et al. (2013), em que os mapas dos dois anos avaliados são

1987				2010			
Ponto/órbita	Datas	Sensor	Resolução	Ponto/órbita	Datas	Sensor	Resolução
218/66	3/9/1987	Landsat 5 TM	30 metros	218/66	4/10/2010	Landsat 5 TM	30 metros
219/66	25/8/1987	Landsat 5 TM	30 metros	219/66	25/9/2010	Landsat 5 TM	30 metros

Quadro 1 – Características das imagens Landsat com cobertura de nuvens < 10% utilizadas para identificação de níveis de NDVI e tipologias de uso e cobertura vegetal das terras no Parque Nacional da Serra da Capivara e entorno, nos anos de 1987 e 2010.

Fonte: pesquisa direta e Aquino et al., 2016.

sobrepostos com o uso da função *Intersect* e analisadas as áreas estáveis e as alteradas.

Resultados

Tipos de uso e cobertura das terras do Parque Nacional da Serra da Capivara e entorno entre os anos de 1987 e 2010

Os resultados relativos aos tipos de uso e cobertura das Terras do Parque Nacional da Serra da Capivara serão apresentados a seguir e basear-se-ão em Aquino et al. (2016).

Considerando a afirmativa de Brasil (2006), de que o uso e a ocupação das terras ao longo de várias décadas tem contribuído para o estabelecimento dos processos de degradação e determinado a velocidade de sua ocorrência, esta parte do trabalho objetivará analisar o uso e a cobertura vegetal da área de estudo a partir de técnicas de sensoriamento remoto em uma perspectiva multitemporal, para fins de avaliação da degradação no Parque Nacional da Serra da Capivara e entorno considerando os anos de 1987 e 2010.

O estudo do uso e da cobertura do solo consiste em caracterizar a vegetação e demais elementos naturais que revestem o solo, e identificar de que forma o homem está utilizando a área por ele ocupada.

As classes identificadas basearam-se em Novo (2010) e foram as seguintes: caatinga arbórea/arbustiva, caatinga arbustiva/arbórea, caatinga arbustiva e caatinga arbustiva aberta, área urbana, agropecuária tradicional, cultura permanente, queimadas e escarpas.

A identificação das fácies de cobertura vegetal (caatinga arbórea/arbustiva, caatinga arbustiva/arbórea, caatinga arbustiva e caatinga arbustiva aberta) considerou a estratificação (distribuição das plantas conforme suas alturas) e ainda a densidade entre as espécies.

As Figuras 2a e 2b apresentam a distribuição espacial dos tipos de uso e cobertura das terras para os anos de 1987 e 2010. A elaboração desses mapas possibilitou a quantificação das classes, bem como a identificação dos processos de alteração da paisagem.

Com base nessas figuras, constata-se para o ano de 1987 a seguinte distribuição espacial entre as classes: 0,6% caatinga arbórea/arbustiva, 8,8% caatinga arbustiva/arbórea, 62,9% caatinga arbustiva, 9,5% caatinga arbustiva aberta, 0,1% área urbana, 7,0% agropecuária tradicional, 5,0% cultura permanente, 2,2% queimadas e 4,0% escarpas. Para o ano de 2010 a distribuição das fácies apresentadas anteriormente é a seguinte: 0,7%, 8,9%, 66,2%, 9,2%, 0,1%, 6,2%, 3,0%, 1,7% e 4,0% respectivamente.

A Tabela 1 apresenta a distribuição dos diferentes tipos de usos e coberturas na área de estudo, entre os anos analisados.

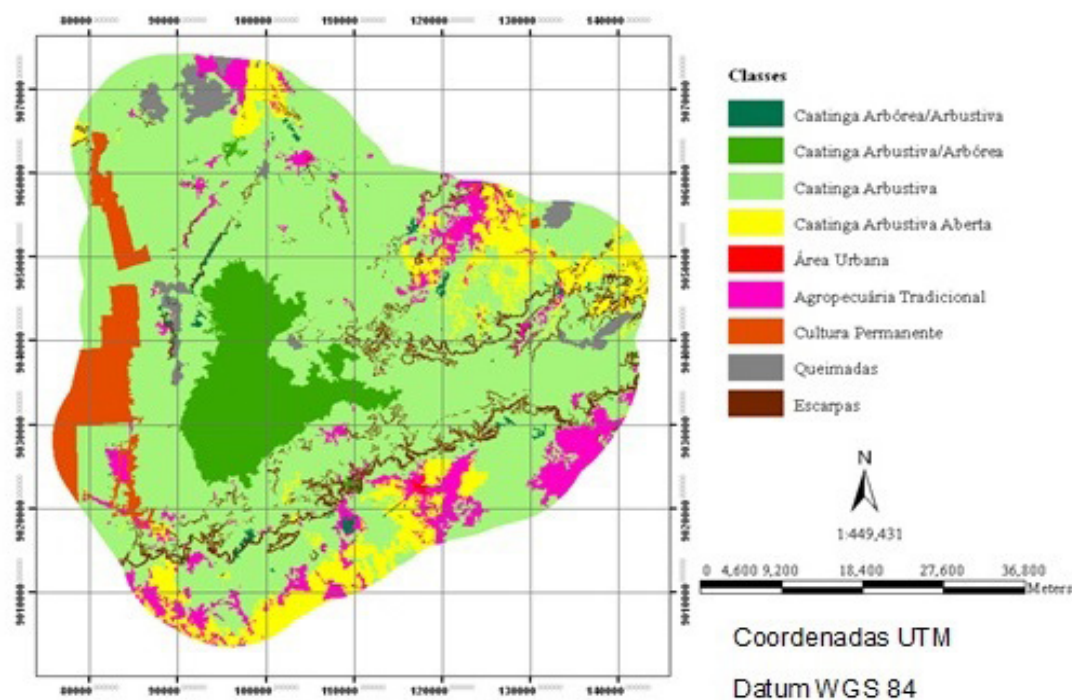


Figura 2a – Uso e cobertura das terras no Parque Nacional da Serra da Capivara e entorno, no ano de 1987.
Fonte: Aquino et al., 2016.

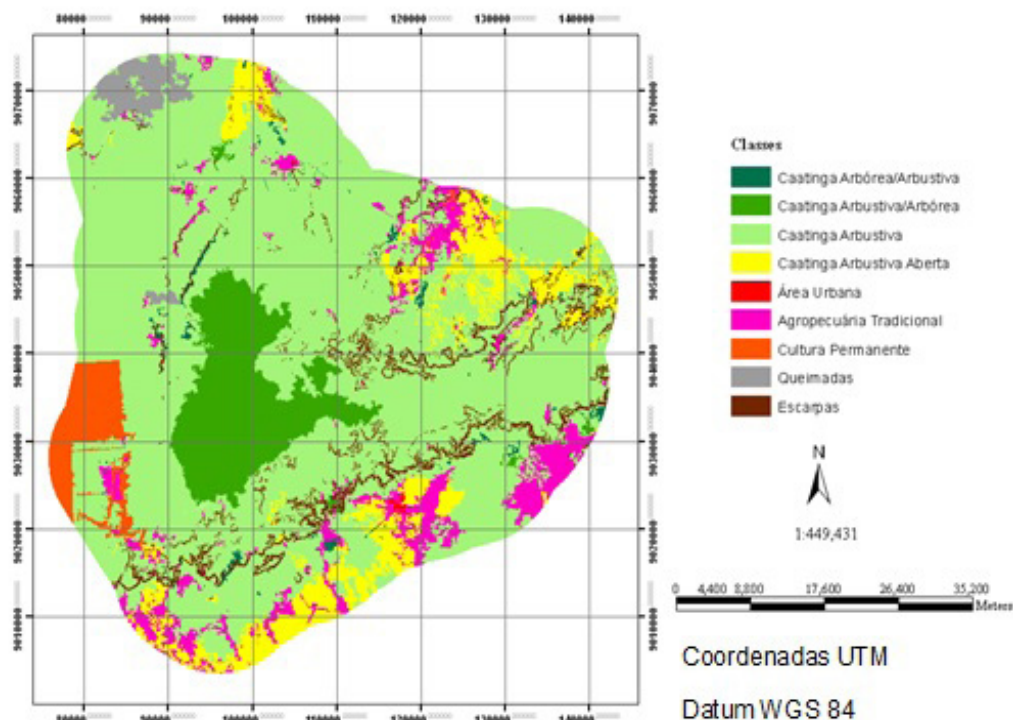


Figura 2b – Uso e cobertura das terras no Parque Nacional da Serra da Capivara e entorno, no ano de 2010. Fonte: Aquino et al., 2016.

Classes	Área 1987 (Km ²)	% de ocorrência 1987	Área 2010 (Km ²)	% de ocorrência 2010	Variações (km ²)	Variações (%)
Caatinga Arbórea Arbustiva	21,48	0,6	23,05	0,7	1,56	0,0
Caatinga Arbustiva/Arbórea	291,49	8,8	294,59	8,9	3,1	0,1
Caatinga Arbustiva	2.081,32	62,9	2192,48	66,2	111,15	3,4
Caatinga Arbustiva Aberta	315,45	9,5	304,19	9,2	-11,25	-0,3
Área Urbana	2,10	0,1	2,55	0,1	0,44	0,0
Agropecuária Tradicional	230,86	7,0	206,40	6,2	-24,45	-0,7
Cultura Permanente	164,59	5,0	100,26	3,0	-64,33	-1,9
Queimadas	72,94	2,2	56,58	1,7	-16,36	-0,5
Escarpas	130,98	4,0	131,11	4,0	0,13	0,0
Total Geral	3.311,25	100,0	3.311,25	100,0	0,0	0,0

Tabela 1 – Distribuição absoluta e relativa das classes de uso e cobertura das terras na região do Parque Nacional da Serra da Capivara e entorno, nos anos de 1987 e 2010.

Fonte: pesquisa direta. Aquino et al., 2016.

De acordo com as análises dos dados apresentados na Tabela 1 relativos à distribuição geográfica dos tipos de uso e ocupação das terras identificados, constata-se que:

- Em ambos os anos analisados, evidencia-se que as fácies de caatinga arbórea/arbustiva, área urbana, e escarpas sofreram variação quase nula.
- A classe caatinga arbustiva arbórea sofreu um acréscimo de apenas 0,1%;
- A classe da caatinga arbustiva aberta passou de 9,5% em 1987 para 9,2%, um decréscimo de 0,3%.
- A classe caatinga arbustiva passou de 62,9% em 1987 para 66,2% em 2010, um acréscimo de 3,4%, indicando estágio de sucessão ecológica.
- As classes agropecuária tradicional e cultura permanente sofreram decréscimos de 0,7% e 1,9% respectivamente, entre 1987 e 2010.
- As queimadas, que em 1987 foram registradas em 2,2% da área de estudo, em 2010 foram registradas em apenas 1,7% da área do parque.
- Em ambos os anos, evidencia-se que a caatinga arbustiva é a classe de maior representatividade.
- Constata-se uma coerência nos dados obtidos na pesquisa com os encontrados por Lemos (2003). Esse autor, baseado no porte (altura e diâmetro), caracterizou uma hectare de caatinga do Parque Nacional Serra da Capivara. Concluiu que dos 5.827 indivíduos amostrados

(73,6%) do total apresentavam de 2,1 a 5,0 metros, apenas 22 indivíduos (0,37) ultrapassaram 8,0 metros de altura e 26,03% apresentaram uma altura média de 3,5 metros. Esses dados confirmam o predomínio de uma caatinga com fisionomia arbustiva com indivíduos bastante ramificados na área de estudo e a presença de algumas árvores emergentes esparsas. Freitas (2010) afirma ser o predomínio de estratos arbustivos um sinal de possível sucessão secundária na área de estudo.

Dinâmica de uso e cobertura das terras nos anos de 1987 e 2010

A partir da interseção/cruzamento por geoprocessamento dos mapas de uso e cobertura das terras obtidos para cada período (1987 e 2010) foi possível gerar um mapa de monitoria (Figura 3) e analisar a dinâmica do uso e da cobertura das terras para os anos em questão. O método envolveu a elaboração de uma matriz de dinâmica que caracteriza as alterações ocorridas na área de estudo (Tabelas 2 e 3).

A partir do mapa (Figura 3) e da matriz da dinâmica de uso (Tabelas 2 e 3) foram identificados os processos mais significativos de transformação da paisagem que ocorreram na área de estudo, assim como realizado por Batistella et al. (2002) e Mota et al. (2013).

As classes estabelecidas para o estudo da dinâmica

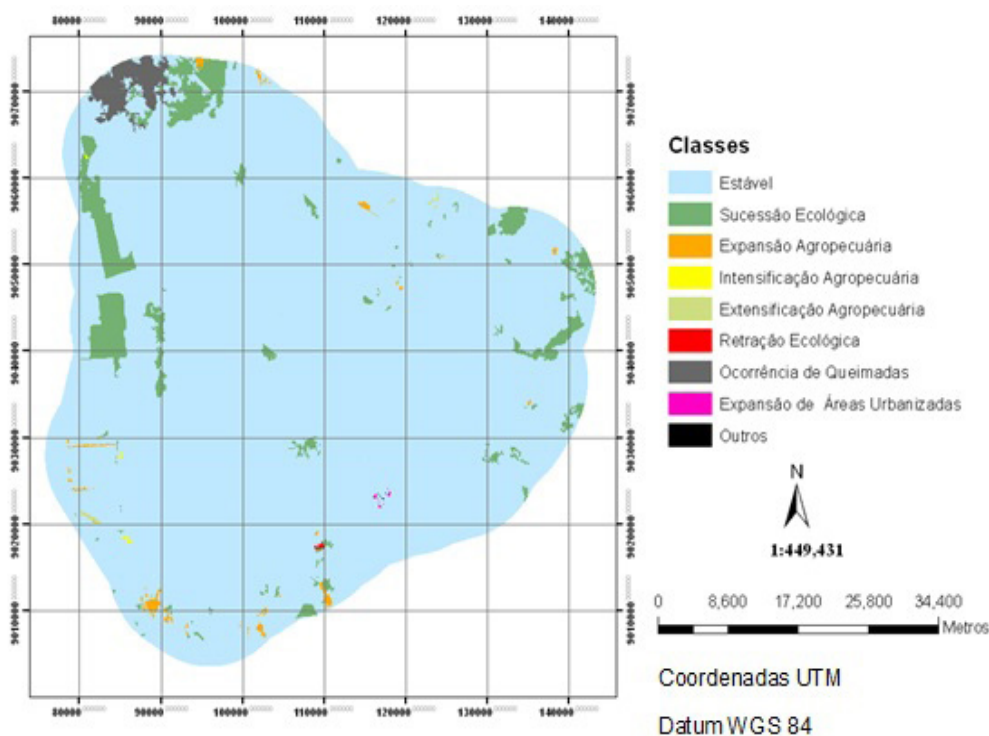


Figura 3 – Dinâmica do uso e da cobertura das terras do Parque Nacional da Serra da Capivara e entorno, nos anos de 1987 e 2010. Fonte: elaborado pelos autores.

Uso e Cobertura das Terras	Área em 2010 (Km ²)									
	Caatinga Arbórea/Arbustiva	Caatinga Arbustiva/Arbórea	Caatinga Arbustiva	Caatinga Arbustiva Aberta	Área Urbana	Agropecuária Tradicional	Cultura Permanente	Queimadas	Escarpas	Total Geral
Caatinga Arbórea/Arbustiva	20,85		0,51			0,13				21,48
Caatinga Arbustiva/Arbórea		291,49								291,49
Caatinga Arbustiva		3,10	2033,27	0,87		2,06	1,48	40,55		2081,33
Caatinga Arbustiva Aberta	0,02		12,20	295,86		7,29			0,07	315,45
Área Urbana					2,04	0,06				2,10
Agropecuária Tradicional	1,91		24,30	7,46	0,51	194,92	1,76			230,86
Cultura Permanente			66,63			0,94	97,03			164,60
Queimadas	0,27		55,58			1,00		16,04	0,06	72,95
Escarpas									130,98	130,98
Total Geral	23,05	294,59	2192,45	304,20	2,55	206,41	100,27	56,58	131,12	3311,26

LEGENDA	
	Estável
	Sucessão Ecológica
	Expansão Agropecuária
	Intensificação Agropecuária
	Extensificação Agropecuária
	Retração Ecológica
	Ocorrência de Queimadas
	Expansão de Áreas Urbanizadas
	Outros

Tabela 2 – Matriz de cruzamento do mapeamento da dinâmica de uso e cobertura das terras do Parque Nacional da Serra da Capivara, PI, Brasil, nos anos de 1987 e 2010, valores absolutos em km².
Fonte: os autores.

Uso e Cobertura das Terras	Área em 2010 (%)									
	Caatinga Arbórea/Arbustiva	Caatinga Arbustiva/Arbórea	Caatinga Arbustiva	Caatinga Arbustiva Aberta	Área Urbana	Agropecuária Tradicional	Cultura Permanente	Queimadas	Escarpas	Total Geral
Caatinga Arbórea/Arbustiva	0,6									0,6
Caatinga Arbustiva/Arbórea		8,8								8,8
Caatinga Arbustiva		0,1	61,4			0,1		1,2		62,9
Caatinga Arbustiva Aberta			0,4	8,9		0,2				9,5
Área Urbana					0,1					0,1
Agropecuária Tradicional	0,1		0,7	0,2		5,9	0,1			7
Cultura Permanente			2				2,9			6
Queimadas			1,7					0,5		2,2
Escarpas									4	4
Total Geral	0,7	8,9	66,2	9,2	0,1	6,2	3	1,7	4	100










LEGENDA	
	Estável
	Sucessão Ecológica
	Expansão Agropecuária
	Intensificação Agropecuária
	Extensificação Agropecuária
	Retração Ecológica
	Ocorrência de Queimadas
	Expansão de Áreas Urbanizadas
	Outros

Tabela 3 – Matriz de cruzamento do mapeamento da dinâmica de uso e cobertura das terras do Parque Nacional da Serra da Capivara, PI, Brasil, nos anos de 1987 e 2010, percentagem.
Fonte: elaborado pelos autores.

de uso foram as seguintes: estável; sucessão ecológica; agropecuária; expansão agropecuária; extensificação agropecuária; intensificação agropecuária; retração ecológica; expansão de áreas urbanas e outros.

Uma análise sucinta dos dados das Tabelas 2 e 3 permite inferir que nos diferentes tipos de cobertura vegetal (caatinga) há predominância da classe **estável**, evidenciando assim situação de estabilidade, ou seja, não ocorreram transformações significativas em relação ao tipo de uso e cobertura das terras no período analisado.

Também se verificou na área processo de sucessão ecológica. Ressalta-se que o termo sucessão ecológica é usado para descrever processos de alteração na vegetação sobre várias escalas, como temporal, espacial ou vegetacional. De modo que sucessão é o processo ordenado de mudanças no ecossistema, resultante da modificação do ambiente físico pela comunidade biológica, culminando em um tipo de ecossistema persistente – o clímax. Esse processo pode ser explicado devido à redução do uso da terra para a agricultura, favorecendo a redução do número de queimadas, como comprovam dados da Tabela 1, e ainda o abandono das terras, que passaram a ser ocupadas, principalmente, por vegetação arbustiva em diferentes estágios de desenvolvimento, quicá até o alcance do seu ponto de equilíbrio.

Na classe “agropecuária”, que representa o rendimento dos principais cultivos por unidade de área, houve predomínio de situação de estabilidade com tendência de sucessão ecológica para as classes de caatinga arbustiva aberta, caatinga arbustiva e caatinga arbórea arbustiva.

Provavelmente, reflexo da criação do PNSC.

A classe “expansão agropecuária” foi considerada como sendo as áreas onde ocorreu conversão para uso agropecuário (em suas várias modalidades). A expansão agropecuária ocupava 12,83 km², correspondendo a 0,39% da área total. A conversão das terras para o uso agropecuário foi realizada em áreas outrora ocupadas por caatinga arbustiva e caatinga arbustiva aberta, que representavam no ano de 1987, respectivamente, 0,1% e 0,2% do total da área do parque.

A classe “extensificação agropecuária”, com uma área de 1,76 km² (0,05% da área total), corresponde à expansão da área cultivada, pela implementação da cultura permanente onde anteriormente existia apenas uma agricultura tradicional.

A classe “intensificação agropecuária” corresponde às áreas que antes eram cultura permanente e no ano de 2010 foram identificadas como agricultura tradicional. Representam 0,03% da área.

A classe “retração ecológica” indica as áreas onde houve uma piora no estado da cobertura vegetal, indicando um retrocesso do estado de equilíbrio. Esta classe abrange 0,02% da área total. Nesse caso houve a retração da caatinga arbórea/arbustiva para uma caatinga apenas arbustiva.

A classe “expansão de áreas urbanas” indica a conversão de áreas rurais em áreas urbanizadas. Corresponde às áreas que possuíam algum tipo de uso e passaram a ser urbanizadas. Ocupam 0,02% da área total. Em contrapartida, na classe denominada de “outros”, que corresponde às alterações que não se adéquam às categorias anteriores e/ou categorias relevantes e que ocupa 0,06 km², constatou-se o processo inverso, qual seja: a área urbana se tornou de agricultura tradicional.

Classes	Area (Km ²)	Frequência Relativa (%)
Estável	3082,61	93,09
Sucessão Ecológica	171,47	5,18
Expansão Agropecuária	12,83	0,39
Ocorrência de Queimadas	40,55	1,22
Expansão de Áreas Urbanizadas	0,51	0,02
Extensificação Agropecuária	1,76	0,05
Retração Ecológica	0,51	0,02
Intensificação Agropecuária	0,94	0,03
Outros	0,06	0,00
Total	3311,26	100,00
Org. dos pesquisadores (2014)		

Áreas com alterações na paisagem
228,65 Km²
(6,91%)

Tabela 4 – Área e frequência relativa das classes de dinâmica de uso e cobertura das terras na região do Parque Nacional da Serra da Capivara e entorno
Fonte: pesquisa direta. Aquino et al., 2016.

Com base na Tabela 4 constata-se ter havido predomínio de classe estável na área de estudo da ordem de 93,09%, e apenas em 6,91% constatou-se alterações na paisagem.

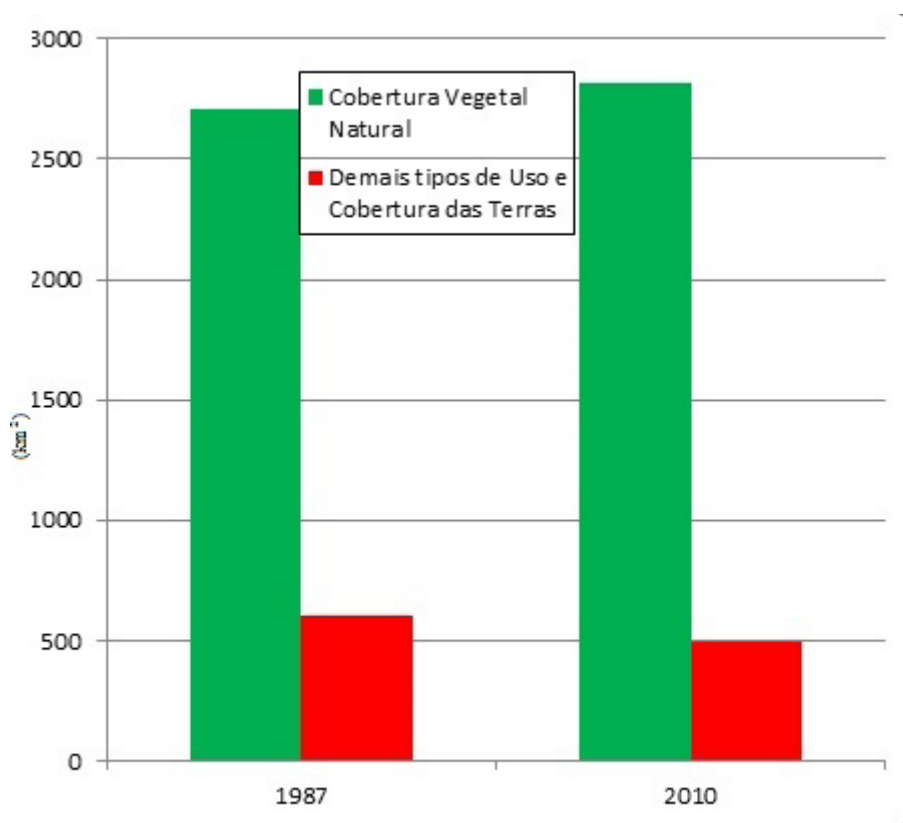
Através de análise combinada dos dados das Tabelas 2, 3 e 4, foi possível estimar a dimensão das transformações na cobertura vegetal natural (caatinga arbórea arbustiva, caatinga arbustiva/arbórea, caatinga arbustiva, caatinga arbustiva aberta) e nos demais tipos de uso e cobertura das terras (agropecuária tradicional, área urbana, queimada, cultura permanente e escarpas)

da área de estudo, conforme consta na Tabela 5.

Uma análise dos dados permite inferir que em 1987 a percentagem de cobertura vegetal natural era de 81,8%, e em 2010 este valor passa a 85%, um aumento de 3,2%. Já os demais tipos de uso e cobertura das terras, que em 1987 eram de 18,2, passaram em 2010 a 15,0, uma redução de 3,2% (Figura 4).

Classes	Área em 1987 (Km ²)	Frequência Relativa em 1987 (%)	Área em 2010 (Km ²)	Frequência Relativa em 2010 (%)	Variação Absoluta (km ²)	Variação Relativa (%)
Cobertura Vegetal Natural	2.709,75	81,8	2.814,32	85,0	104,57	3,9
Demais tipos de uso e cobertura das terras	601,49	18,2	496,92	15,0	-104,57	-17,4
Total Geral	3.311,25	100,0	3.311,25	100,0		

Tabela 5 – Área e frequência relativa das classes de cobertura vegetal natural e demais tipos de uso e cobertura das terras no Parque Nacional da Serra da Capivara e entorno, nos anos de 1987 e 2010.
Fonte: elaborado pelos autores.



Fonte: os autores.

Figura 4 – Área de cobertura vegetal natural e demais tipos de uso e cobertura das terras no Parque Nacional da Serra da Capivara e entorno, nos anos de 1987 e 2010.

Conclusões

As principais conclusões obtidas neste estudo estão elencadas a seguir:

- As classes de uso e cobertura das terras identificadas foram: caatinga arbórea/arbustiva, caatinga arbustiva/arbórea, caatinga arbustiva e caatinga arbustiva aberta, área urbana, agropecuária tradicional, cultura permanente, queimadas e escarpas.

- Em 1987 os diferentes tipos de cobertura vegetal (caatinga arbórea/arbustiva, caatinga arbustiva/arbórea, caatinga arbustiva e caatinga arbustiva aberta) ocupavam 81,8% da área de estudo, e em 2010 estas passam a ocupar 85,0% da referida área. As demais classes (área urbana, agropecuária tradicional, cultura permanente, queimadas e escarpas) ocupavam em 1987 18,2% da área, tendo uma redução relativa em 2010 da ordem de 17,4%, passando apenas a 15% da área.

- Uma análise da dinâmica das classes de uso e cobertura das terras entre 1987 e 2010 indica que 93,09% da área de estudo manteve-se em situação estável, e apenas 6,91% da área sofreu alteração. Ressalta-se que em parte essas alterações ocorreram no sentido de aumento da classe sucessão ecológica, bem como pela redução das áreas das classes agropecuária tradicional, cultura permanente, queimadas e outros, além da estabilidade da área urbana, que perfazem o grupo dos demais tipos de uso de terras, de forma a aumentar as coberturas vegetais dos tipos arbórea e arbustiva.

- Esses dados evidenciam a eficácia na criação de Unidades de Conservação a exemplo do Parque Nacional da Serra da Capivara. Esta constatação permite inferir que o parque objeto deste estudo cumpre de forma plena o seu papel, qual seja: a manutenção e a conservação da biodiversidade do bioma onde está inserido o referido parque. Esses dados revelam uma situação de equilíbrio ecológico dinâmico na área com tendência à melhoria, embora que pequena nas condições de degradação ambiental.

- Comprovada a eficácia desta Unidade de Conservação, recomenda-se a criação de outras no estado do Piauí para fins de manutenção e conservação da biodiversidade de áreas de relevante interesse do estado.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do estado do Piauí – Fapepi pelo apoio ao projeto de pesquisa.

Referências

- AQUINO, C. M. S.; VALLADARES, G. S.; AQUINO, R. P.; OLIVEIRA, J. G. B. (2016) Mapeamento e análise das tipologias de uso e cobertura das terras do Parque Nacional da Serra da Capivara e entorno (1987-2010). In: *Revista Sodebras: Soluções para o Desenvolvimento do País*. Volume 11, n. 122. Fevereiro/2016.
- BATISTELLA, M.; GUIMARAES, M.; MIRANDA, E. E.; VIEIRA, H. R.; VALLADARES, G. S.; MANGABEIRA, J. A. C.; ASSIS, M. C. (2002) *Monitoramento da expansão agropecuária na região Oeste da Bahia*. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite.
- BELTRAME, A. V. (1994) *Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação*. Florianópolis: Ed. da UFSC.
- BRASIL. (1991) *Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Capivara*. Brasília/DF, 1991. 593 p.
- _____. (2006) Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – Codevasf. Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, Planap: síntese executiva. *Território Serra da Capivara/ Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – Codevasf*. Brasília/DF: TDA Desenhos & Arte Ltda.
- CASTANHEIRA, L. A. (2010) *Estudo das mudanças de uso e cobertura da terra no Parque Nacional da Serra do Cipó e entorno no período de 1989 a 1999*. Dissertação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 166 p.
- CRÓSTA, A. P. (2001) *Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto*. Campinas: Unicamp. 170 p.
- FREITAS, M.W.D.de. *Estudo integrado da paisagem no sertão pernambucano (NE-Brasil) com o uso de sistemas de informação geográfica e sensoriamento remoto*. 2010. Dissertação (Mestrado em sensoriamento remoto) - Inpe, São José dos Campos, 2010.
- HOUGHTON, R. A. (1994) The worldwide extent of land-use change. *Bioscience*, v. 44, p. 305-315.
- JENSEN, J. R. (2009) *Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres*. Tradução José Carlos Neves Epiphânio et. al. São José dos Campos/SP: Parêntese. 598 p.
- LEMOS, J. R. (2003) Fitofisionomia de um hectare de caatinga no Parque Nacional Serra da Capivara, Estado do Piauí, Brasil. In: *Brasil Florestal*, Brasília, n. 75.
- MACIEL, M. A. (2016) *Unidades de Conservação: breve histórico e relevância para a efetividade do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado*. Disponível em: <http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=9870>. Capturado em 30 de março de 2016.
- MOTA, L. H. S. O. et al. (2013) *Análise multitemporal do uso e cobertura das terras da região do Baixo Acaraí/CE*. São Paulo: Unesp, Geociências, v. 32, n. 2, p. 379-396.
- NOVO, E. M. L. M. (2010) *Sensoriamento remoto: princípios e aplicações*. São Paulo: Edgard Blucher.
- PÁDUA, M. T. J. (1997) Sistema Brasileiro de Unidades de Conservação: de onde viemos e para onde vamos? In: *Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação*. 1. 1997. Curitiba, Anais... Curitiba: IAP. Conferências, p. 214-236.