

O SENSORIAMENTO REMOTO COMO INSTRUMENTO DE GESTÃO AMBIENTAL NO BIOMA CAATINGA: O CASO DO PARQUE NACIONAL DE UBAJARA

Rayane Cavalcanti da Fonseca¹; Neison Cabral Ferreira Freire²; Carla Barbosa da Silva³; Edson Oliveira Ramos Júnior⁴

¹ Universidade Federal de Pernambuco, rayanec.fonseca@outlook.com.

² Fundação Joaquim Nabuco, freire.neison@gmail.com.

³ Universidade Federal de Pernambuco, carlabarbosa27@hotmail.com

⁴ Universidade Federal de Pernambuco, Edsonoliveiramosjunior@gmail.com

Resumo

O objetivo deste trabalho é apresentar e destacar contribuições das técnicas de Sensoriamento Remoto na gestão de unidades de conservação (UC) e sua aplicação no monitoramento das áreas de cobertura vegetal, tomando o Parque Nacional de Ubaajara como caso de estudo. Com a aplicação de técnicas de Sensoriamento Remoto direcionada para o estudo da vegetação, fez-se uso do método de classificação por Máxima Verossimilhança (MAXVER) nas imagens de satélite LandSAT 7, sensor ETM+ e LandSAT 8, sensor OLI, para os anos de 2001 e 2016, respectivamente. Obteve-se como resultado a formação de novas imagens classificadas indicando as áreas de fisionomia caatinga arbórea e arbustiva, solo exposto, nuvem/sombra de nuvem e área antropizadas. Com o uso do *software* SPRING foi desenvolvido uma linguagem em programação LEGAL com a finalidade de comparar os resultados das imagens classificadas referentes aos anos de 2001 e 2016, e o resultado obtido foi uma nova imagem contendo as informações das áreas em que não houve classificação, sem mudanças, degradação e recuperação ambiental. Fazendo uso do *software* QuantumGIS foi desenvolvido mapas temáticos com estas imagens classificadas atribuindo-se alguns elementos cartográficos. Como forma de analisar os elementos geográficos que compõem esta UC, foi elaborado uma carta-imagem desta unidade de conservação. Para isso, fez-se uma combinação multiespectral das imagens do satélite LandSAT 8, sensor OLI, com as bandas espectrais 7,5,3 fusionadas com a banda 8 (pancromática) para obtenção da resolução espacial de 15m. O resultado obtido com este trabalho estabelece a importância das técnicas de Sensoriamento Remoto como uma ferramenta na tomada de decisões para a gestão das unidades de conservação e análises da cobertura vegetal.

Palavras-Chave: Sensoriamento Remoto; monitoramento ambiental; semiárido; gestão ambiental; *softwares* livres.

Introdução

Um bioma é caracterizado pelas inter-relações entre os fatores abióticos e os seres vivos de uma determinada região geográfica. Analisar biomas é entender a vegetação e suas características adaptativas aos fatores abióticos, ou seja, verificar sua significativa similaridade associada ao tempo evolutivo. Tais características são determinantes na evolução da interação da flora e fauna, mas também são condicionantes para a história econômica e social, revelando aspectos importantes da cultura e da forma como se desenvolveram o uso e a

ocupação do solo pelas populações que habitam essas extensas regiões, em variados processos ao longo do tempo. O bioma Caatinga engloba os estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Sergipe e o norte de Minas Gerais. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (Brasil, 2016), o bioma é rico em biodiversidade, abrigando “178 espécies de mamíferos, 591 de aves, 177 de répteis, 79 de anfíbios, 241 de peixes e 221 de abelhas”.

Em resposta às variações climáticas, caracterizadas pela precipitação irregular, convectiva e concentrada, associadas à intensa evapotranspiração, o Bioma Caatinga é marcado por uma típica dispersão da vegetação com espécies xerófilas (adaptadas ao clima seco), predominando os estratos arbóreos (8 a 12m de altura do dossel) e arbustivos (2 a 5 m), além do substrato herbáceo (abaixo de 2m), permitindo facilmente a passagem dos raios solares. Este fato induziu os habitantes primitivos da região a denominá-la de caatinga, isto é, “mata clara”, em tupi-guarani (FREIRE & PACHECO, 2011, PEREIRA, 2016). Ainda segundo o MMA (Brasil, 2016), o bioma Caatinga hoje ocupa uma área oficial de 844.453 km² (embora alguns estudiosos falem em mais de um milhão de km²), o que representa 11% do território nacional. Nesta vasta região vivem, segundo dados do Censo 2010, cerca de 27 milhões de brasileiros, dos quais 38% habitam áreas rurais.

O Bioma Caatinga, sendo o único exclusivamente brasileiro e, ainda hoje, o menos estudado, revela um quadro social composto por um mosaico diferenciado e complexo. Além disso, a região vem sofrendo um contínuo e sistemático processo de degradação ambiental. O consumo de seus ativos ambientais ao longo do período da ocupação europeia e, mais recentemente, dos variados processos econômicos e sociais que se instalaram de maneira heterogênea na região, e que de alguma forma e intensidade vêm explorando de maneira não sustentável seus limitados recursos naturais, indicam que o Bioma Caatinga está sob forte ameaça quanto à conservação de sua biodiversidade.

De fato, esse processo histórico de ocupação do território alterou cerca de 80% da cobertura original da Caatinga, restando hoje pouco mais de 7,5% de sua área protegida em 36 unidades de conservação federal, sendo que pouco mais de 1% estão sob o regime legal de proteção integral, e uma delas, o Parque Nacional de Ubajara (Parna de Ubajara), está localizado em um brejo de altitude do Estado do Ceará (figura 1).

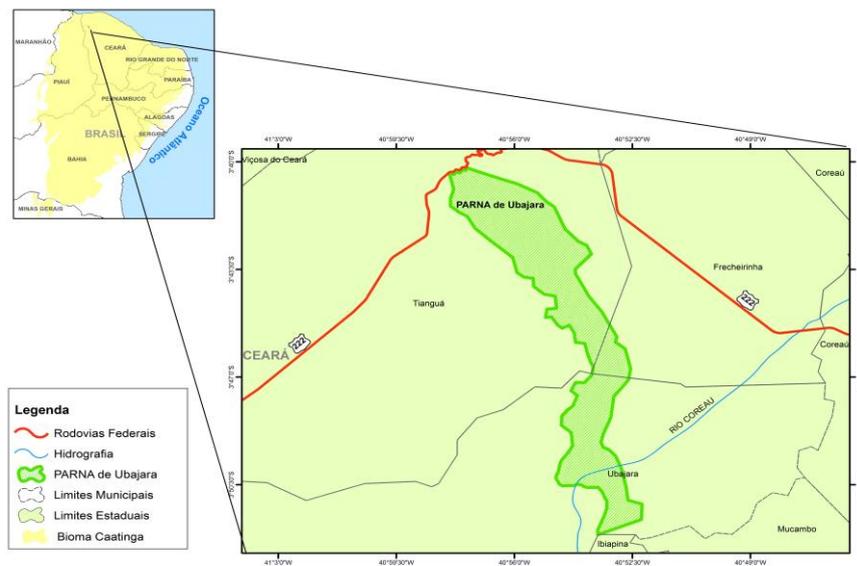


Figura 1: Mapa de Localização do Parna de Ubajara

O objetivo principal deste estudo é identificar algumas das possibilidades oferecidas pelo Sensoriamento Remoto para uma melhor gestão ambiental de áreas protegidas, a partir de imagens orbitais e programas computacionais dedicados de uso livre, tais como as imagens LandSAT, além dos softwares Spring e QuantumGIS (Qgis). Neste contexto, identificaram-se dois produtos cartográficos essenciais: a confecção de uma carta-imagem multiespectral atualizada com técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI) e o mapeamento temático em datas distintas, tornando possível a avaliação por classes temáticas do estado de conservação das fisionomias de Caatinga presentes na área, como será visto adiante.

Este trabalho é um dos resultados obtidos na pesquisa interinstitucional conduzida pela Fundação Joaquim Nabuco e pela Universidade Federal de Campina Grande, intitulada “Mapeamento e Análise Espectro-Temporal das Unidades de Conservação de Proteção Integral da Administração Federal no Bioma Caatinga”. A pesquisa de campo foi realizada entre os anos de 2013 e 2016, e contou com o apoio local do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

Metodologia

Como já mencionado, o trabalho desenvolvido está relacionado com a aplicabilidade do Sensoriamento Remoto como um recurso tecnológico para a gestão ambiental em unidades de conservação ambiental, tomando o Parque Nacional de Ubajara como estudo de caso.

A escolha das imagens deu-se a partir da consulta ao site do *United States Geological Survey* (USGS) e foi utilizado imagens do satélite LandSAT 7, sensor ETM+ e LandSAT 8, sensor OLI de órbita/ponto 218/63 para os anos de 2001 e 2016 e com cobertura de nuvens <20%. Com o uso do *software* Spring 5.5 disponibilizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) foram processadas as imagens orbitais e criados os respectivos planos de informação. A delimitação da área de estudo foi possível a partir da introdução da camada vetorial de extensão (*.shp) desta unidade de conservação (UC), adquirida no site do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Meneses e Almeida (2012) definem a classificação de imagens como um processo baseado na relação entre um pixel contido numa imagem com a possibilidade finita do agrupamento entre classes com valores digitais semelhantes.

Neste trabalho, aplicou-se a classificação pelo Método da Máxima Verossimilhança (MAXVER). Crósta (1993 apud Ribeiro, Baptista e Bias, 2007) conceitua que este método consiste na ponderação entre as distâncias médias dos pixels, e a distribuição destes para as respectivas classes se dá através de parâmetros estatísticos. Ainda de acordo com o referido autor, os resultados satisfatórios são obtidos a partir da aquisição de um considerado número de pixels para cada amostra definida pelo usuário.

A definição das classes se deu em cinco categorias descritas como: fisionomias arbórea e arbustiva, solo exposto, nuvem/sombra e áreas antropizadas para a classificação dos respectivos anos de estudo. Com os resultados obtidos destas classificações, foi realizado a partir de uma linguagem de programação Legal escrita no *software* Spring, as áreas de mudanças da região conforme observado no modelo apresentado a seguir.

```
26 | "NC": (  
27 | (TAntigo.Classe == "Nuvem/Sombra de Nuvem" && T2016.Classe == "Solo Exposto")  
28 | || (TAntigo.Classe == "Nuvem/Sombra de Nuvem" && T2016.Classe == "Fisionomia Arborea")  
29 | || (TAntigo.Classe == "Nuvem/Sombra de Nuvem" && T2016.Classe == "Fisionomia Arbustiva")  
30 | || (TAntigo.Classe == "Solo Exposto" && T2016.Classe == "Nuvem/Sombra de Nuvem")  
31 | || (TAntigo.Classe == "Fisionomia Arbustiva" && T2016.Classe == "Nuvem/Sombra de Nuvem")  
32 | || (TAntigo.Classe == "Fisionomia Arborea" && T2016.Classe == "Nuvem/Sombra de Nuvem")  
33 | ),  
34 |  
35 | "SM": ((TAntigo.Classe == "Fisionomia Arborea" && T2016.Classe == "Fisionomia Arborea")  
36 | || (TAntigo.Classe == "Fisionomia Arbustiva" && T2016.Classe == "Fisionomia Arbustiva")  
37 | || (TAntigo.Classe == "Solo Exposto" && T2016.Classe == "Solo Exposto")  
38 | || (TAntigo.Classe == "Nuvem/Sombra de Nuvem" && T2016.Classe == "Nuvem/Sombra de Nuvem")  
39 | ),
```

Figura 2: Linhas de programação desenvolvido para análise das mudanças ocorridas.

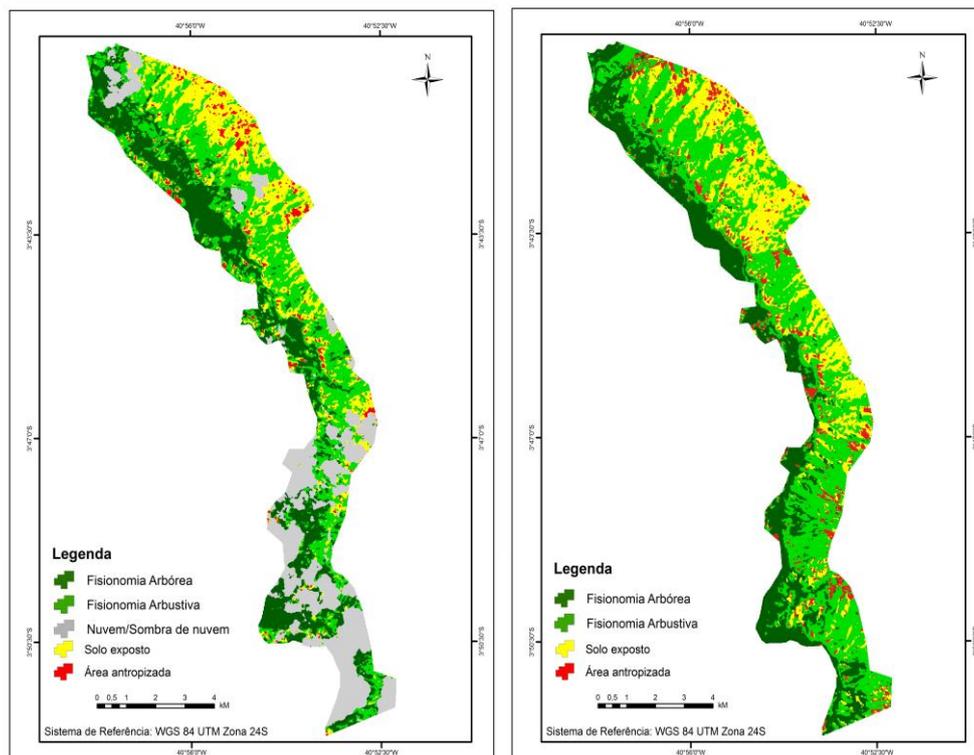
A nova imagem classificada representa as alterações nesta UC e foi programada em quatro classes: 1) não se classifica (NC) para regiões cuja comparação entre as amostras se dá

com nuvem/sombra de nuvem, 2) sem mudanças (SM) para comparações de amostras com mesma classe, 3) degradação ambiental (DA) em regiões de perdas de vegetação arbórea e arbustiva, e 4) recuperação ambiental (RA) para as áreas definidas pela troca de solo exposto para cobertura vegetal. Associado a estes resultados da classificação supervisionada, outros produtos cartográficos foram desenvolvidos de forma a permitir entender os elementos geográficos que compõem a região, assim como analisar o comportamento dinâmico deste espaço e que afetam diretamente ou não este Parque.

Um desses produtos do Sensoriamento Remoto foi a elaboração de uma carta-imagem, que consiste em um documento cartográfico constituído por legendas, escalas, orientação e informações pertinentes da área tais como: hidrovias, ferrovias, limites municipais, estaduais e outras feições. Para a criação da carta-imagem foi aplicado técnicas de Sensoriamento Remoto, a partir de uma composição multiespectral de imagens do satélite Landsat 8, sensor OLI, nas bandas espectrais RGB 7,5,3, fusionadas com a banda 8 (pancromática) para obtenção de resolução espacial compatível com 15m e aplicados técnicas de realce por contraste linear de histogramas de frequências.

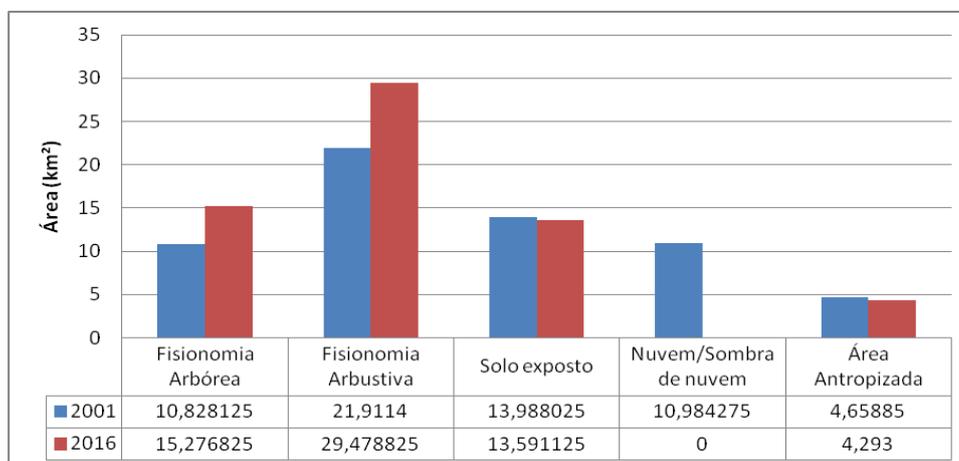
Resultados e discussão

De acordo com a análise das amostras para a classificação do Parna de Ubajara para os anos de 2001 e 2016, os resultados obtidos com o método de Classificação Supervisionada por MAXVER pode ser considerado satisfatório pois obteve um desempenho médio de 93.99% e 92.34% de acerto entre as classes e as respectivas amostras, respectivamente. Este resultado demonstra que as amostras obtiveram pouca confusão entre as classes estudadas. Com as novas imagens classificadas formadas para os respectivos anos foi gerado os mapas temáticos (figuras 3 e 4) indicando as classes de fisionomia arbórea e arbustiva, nuvem/sombra de nuvem, solo exposto e áreas antropizadas. A partir do plano de informação temático criado no *software* Spring, obteve-se para estas novas imagens classificadas as medidas de classes, ou seja, a extensão em km² das áreas recobertas por estas classes definidas. No gráfico 1, apresenta-se os valores comparativos das medidas de classes em km² para os anos de 2001 e 2016.



Figuras 3 e 4: Mapa temático dos anos de 2001 e 2016 do Parna de Ubajara, respectivamente.
Fonte: elaborado pelos autores, 2017.

Gráfico 1: Comparação entre as classes das amostras para o ano de 2001 e 2016 em km²



Fonte: elaborado pelos autores, 2017.

Com esses dados é possível observar a diferença para os anos estudados com um aumento relevante de fisionomias arbóreas e arbustivas para o ano de 2016 e uma significativa diminuição para a área antropizada, o que evidencia o bom estudo de conservação da biodiversidade na área de proteção integral.

As análises das áreas de transformações ocorridas nos dois anos foram possíveis a partir do desenvolvimento de programação em Legal no qual foi gerado uma nova imagem classificada que permitiu observar as mudanças nesta UC, conforme observado na figura 5.

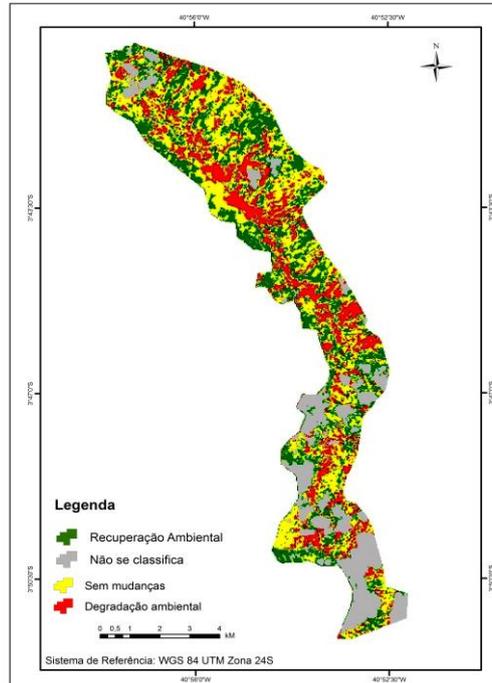
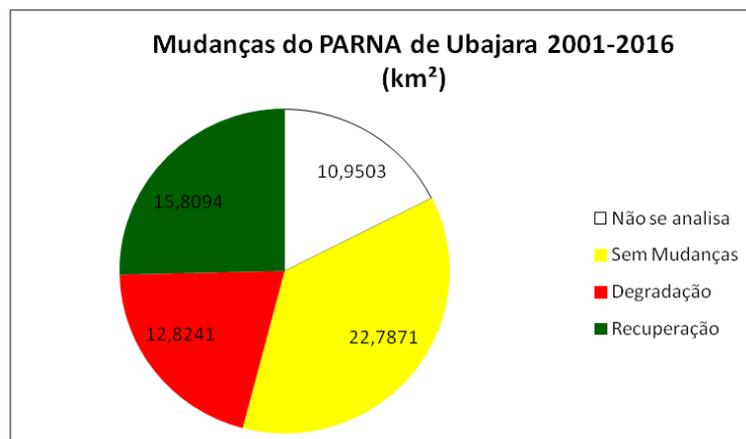


Figura 5: Mapa temático representando as mudanças para os anos de 2001 e 2016 para o Parna de Ubajara.

Fonte: elaborado pelos autores, 2017.

Com esta nova imagem gerada indicando as mudanças ocorridas para os referidos anos e fazendo uso da opção medidas de classe foi obtido os resultados em km² das alterações para cada classe, como observado no gráfico 2.

Gráfico 2. Mudanças no Parna de Ubajara



Fonte: elaborado pelos autores, 2017.

A aplicabilidade do método de Classificação Supervisionada torna-se uma alternativa viável para o monitoramento da cobertura vegetal e contribui nas ações da gestão ambiental das unidades de conservação. O produto gerado a partir da composição RGB das técnicas de Sensoriamento Remoto foi a carta-imagem do Parque Nacional de Ubajara (figura 6), no qual é possível observar o espaço geográfico que compreende esta unidade de conservação.

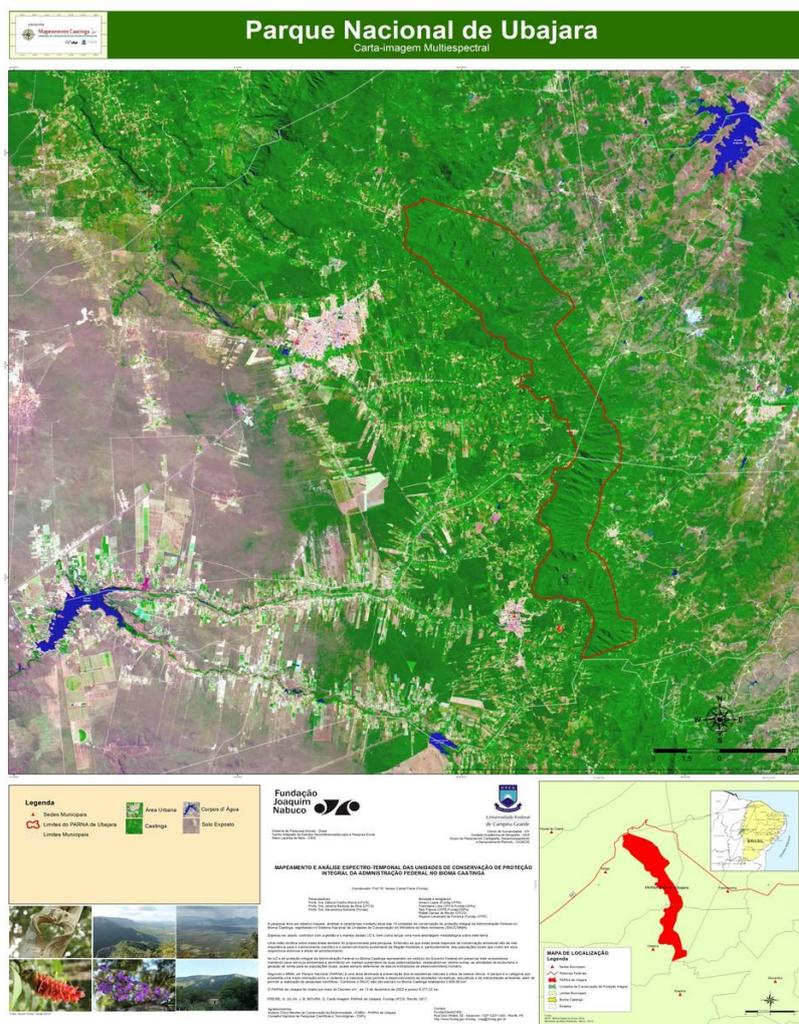


Figura 6: Carta-imagem do Parna de Ubajara

Conclusões

O uso de *softwares* livres como o Spring e o Qgis assim como a disponibilização de imagens de satélites gratuitas a citar: o LandSAT 8, sensor OLI, são importantes instrumentos para a difusão de variados estudos. Relacionar o conhecimento científico com o empírico proporciona maior percepção e exploração da área analisada. Neste contexto, a partir do emprego das técnicas de Sensoriamento Remoto associada ao Sistema de Informação Geográfica (SIG) observa-se importantes resultados que servem de suporte para a adoção de

medidas de gestão ambiental que propicia a devida conservação da biodiversidade do bioma caatinga. Considerando-se o estudo aqui apresentado do Parque Nacional de Ubajara, foi possível identificar e analisar a partir do gráfico de mudanças para os anos de 2001 e 2016 em km² que esta UC apresenta 22,78km² de áreas que não houveram mudanças nestes anos considerados e aproximadamente 15,80km² de recuperação ambiental, ou seja, verificando-se que a área de degradação ambiental foi cerca de 12,82km², conclui-se, portanto, que a UC em tela vem cumprindo sua determinação legal da preservação do bioma Caatinga. Esses resultados são considerados satisfatórios e refletem sobre a necessidade de aprofundar os estudos sobre o tema aqui proposto, acompanhando os possíveis agentes que atuam nessa área e o posterior emprego em outras áreas de preservação para a tomada de decisões concernentes à gestão dessas UCs.

Referências

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. Site internet: <http://www.mma.gov.br> Acesso em 14/10/2016.

FREIRE, Neison; PACHECO, Admilson. **Desertificação: Análise e Mapeamento**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2011. 93 p

CRÓSTA, A. P, **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**, Campinas, SP, UNICAMP, ed. rev., 1993.

PEREIRA, T. M. S. **RIQUEZA E DIVERSIDADE DE VEGETAÇÕES EM AFLORAMENTOS ROCHOSOS NO MUNICÍPIO DE ESPERANÇA-PB**. Monografia (Curso de Geografia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências Humanas. Campina Grande, 2016.

MENESES, Paulo Roberto, and T. de Almeida. "**Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**." Embrapa Cerrados-Livros técnicos (INFOTECA-E) (2012). Disponível em: <<http://www.cnpq.br/documents/10157/56b578c4-0fd5-4b9f-b82a-e9693e4f69d8>> Acessado em: 20 de julho de 2017.

RIBEIRO, R.J.C., BAPTISTAM G.M.M, BIAS, E.S, **Comparação dos métodos de classificação supervisionada de imagem Máxima Verossimilhança e Redes Neurais em ambiente urbano**. XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril de 2007, INPE, p. 5471-5478. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/10.03.11.59/doc/5471-5478.pdf>> Acessado em: 05 de setembro de 2017.