

Utilização dos produtos do sensoriamento remoto para delimitação do uso e cobertura da paisagem na bacia hidrográfica do Rio Seridó

Davi R. Rabelo*, José C. de Araújo**, Andrea A. Cavalcante***

*Universidade Estadual do Ceará - UECE, Fortaleza, Ceará, Brasil.

E-mail: dv_rr@hotmail.com (autor correspondente)

**Universidade Federal do Ceará - UFC, Fortaleza, Ceará, Brasil.

E-mail: jcaraujo@ufc.br

*** Universidade Estadual do Ceará - UECE, Fortaleza, Ceará, Brasil.

E-mail: andrea.uece@gmail.com

Received 6 December 2020; accepted 20 May 2021

RESUMO

Desde as diversas conferências sobre meio ambiente, cujo marco inicial foi o Relatório Brundtland - Nosso Futuro Comum, houve uma intensa preocupação com os impactos ambientais que vêm ocorrendo ao redor do globo. No entanto, para compreender tais impactos, é necessário compreender seu processo gerador, tanto do ponto de vista físico-ambiental quanto do histórico-econômico. Na bacia do rio Seridó (9.938 km²), área de estudo da presente pesquisa, o uso da terra se deu primeiramente pelo uso do binômio gado e algodão, e que, com o passar dos anos, surgiram novas ocupações como extração mineral e policultura. O presente trabalho utilizou os produtos do sensoriamento remoto para a delimitação dos principais usos e cobertura da paisagem na região. As imagens do satélite LandSat 8 foram adquiridas do sensor Operational Earth Imager (OLI), processadas no software SPRING por meio de classificação supervisionada de máxima verossimilhança. Diante disso, foi possível identificar 4 características de uso e cobertura: vegetação arbórea-arbórea (25%); vegetação arbórea-arbórea (46%), solo exposto (27%) e reservatório hídrico (<1%). Portanto, o uso de produtos de sensoriamento e técnicas de processamento de imagens serviram para diagnosticar as áreas mais suscetíveis à degradação do solo, como a erosão; e, a partir disso, servir futuramente para o planejamento ambiental da bacia, caso seja de interesse e desejo público. vegetação arbórea-arbórea (25%); vegetação arbórea-arbórea (46%), solo exposto (27%) e reservatório hídrico (<1%). Portanto, o uso de produtos de sensoriamento e técnicas de processamento de imagens serviram para diagnosticar as áreas mais suscetíveis à degradação do solo, como a erosão; e, a partir disso, servir futuramente para o planejamento ambiental da bacia, caso seja de interesse e desejo público. vegetação arbórea-arbórea (25%); vegetação arbórea-arbórea (46%), solo exposto (27%) e reservatório hídrico (<1%). Portanto, o uso de produtos de sensoriamento e técnicas de processamento de imagens serviram para diagnosticar as áreas mais suscetíveis à degradação do solo, como a erosão; e, a partir disso, servir futuramente para o planejamento ambiental da bacia, caso seja de interesse e desejo público..

Palavras-chave: Degradação do solo, Sensoriamento remoto, Processos erosivos.

Introdução

A natureza é essencialmente dinâmica. As relações naturais dos meios abióticos e bióticos, junto com as interações da sociedade, compõem o conceito de paisagem, seja ela natural e/ou cultural. O entendimento da paisagem não está contido apenas nos aspectos físicos e biológicos do ambiente, mas inclui como interventora sociedade. As ações antrópicas agem de modo dinâmico, co-definindo as paisagens (Bertrand, 2004).

O processo de degradação dos solos é produzido a partir da retirada da cobertura vegetal, com isso afetando diretamente suas características físicas, químicas e biológicas. Essa deterioração provoca a redução da fertilidade das terras, alterando sua capacidade de benefício para a população (Sampaio et

al., 2005). Com os processos erosivos e barramento do transporte de sedimento, os açudes da região vêm perdendo a qualidade da água, ocorrendo assoreamento e aumentando a evaporação nos reservatórios (Araújo, 2003), o que afeta a disponibilidade hídrica para o abastecimento humano. De fato, os processos hidrossedimentológicos afetam diretamente os reservatórios, pois esses interrompem o fluxo natural da água e dos sedimentos, ocasionando o assoreamento do corpo hídrico.

As medidas e ações de conservação e recuperação do solo, portanto, têm que incluir tanto as análises espaciais como temporais, considerando-se que as forças motrizes da erosão são tanto físicas como sociais. Navarro-Hevia et al. (2014) em seu trabalho demonstram a importância da recuperação de áreas degradadas a partir de práticas e metodologias

conservacionistas. Os autores op cit. relatam o histórico de uso inadequado do solo em Saldaña, Espanha, e sua conseqüente desertificação; avaliando também a evolução da paisagem, do solo e da qualidade da água ao longo das oito décadas. Portanto, o conhecimento adequado dos processos sedimentológicos deve facilitar o monitoramento e, quando necessário, a intervenção no sentido de controlar a erosão, reduzindo-a aos níveis naturais.

A história do Nordeste Brasileiro é caracterizada por intensas atividades que degradaram o ambiente. De acordo com Furtado (2005), seu início decorreu do processo de colonização, tendo como enfoque o setor primário para o crescimento da até então colônia de Portugal. As fases do gado, do algodão, da monocultura, do extrativismo vegetal e mineral e de técnicas predatórias sem práticas conservacionistas causaram e causam danos em diferentes níveis à paisagem sertaneja. Diante disso, as explorações do ambiente causaram intervenções antrópicas na Caatinga que até hoje geram resquícios, perceptíveis na vegetação e em diferentes estágios de degradação do solo e da água.

A presente pesquisa tem como objetivo delimitar o uso e cobertura da paisagem através de produtos do sensoriamento remoto, afim de dá uma contribuição espacial para bacia hidrográfica do Seridó.

Material e métodos

Study area

A área de estudo da presente pesquisa é a bacia hidrográfica do Rio Seridó, que é a principal sub-bacia do Rio Piranhas-Assu e tem uma área de aproximadamente 10 mil km². Localiza-se entre o Rio Grande do Norte e a Paraíba (Figura 1). A região do Seridó é dividida em quatro partes: Seridó ocidental potiguar, Seridó oriental potiguar, Seridó ocidental paraibano e Seridó oriental paraibano.

No Seridó potiguar são encontradas as sedes municipais de São Fernando, Caicó, São João do Sabugi, Ipuêira, Ouro Branco, Santana do Seridó, Parelhas, Equador, Jardim do Seridó, Carnaúba dos Dantas, São José do Seridó, Cruzeta, Acari, Currais Novos, São Vicente, Florânia, Tenente Laurentino Cruz e Lagoa Nova. No Seridó paraibano são encontradas as sedes municipais de Frei Martinho, Picuí, Nova Palmeira, Pedra Lavrada, Seridó, Cubati, São Mamede e Santa Luzia.

A área de estudo tem como classificação climática de Köppen, o tipo Semiárido quente e seco (Bwsh), apresenta um regime pluviométrico marcado por irregularidade de chuvas, no tempo e no espaço. As condições geológicas da bacia do rio Seridó são bastante distintas na sua litologia, com ocorrência de rochas metamórficas relacionadas ao pré-cambriano superior, que tem influência direta sobre as formas de relevo como a depressão sertaneja e tipos de solo na

região (Rabelo e Araújo, 2019). A localização na porção central da província estrutural da Borborema diz respeito ao sistema de dobramentos Seridó, no qual zonas de cisalhamento, fraturas e dobras constituem os principais indícios dos esforços tectônicos desencadeados para a formação crustal que representa o planalto da Borborema (Pires, 2006). As formas do relevo têm como fundamento a relação da morfoestutura e das condições climática. As diferentes feições encontradas na bacia hidrográfica tiveram como principal dinâmica a erosão diferencial, evidenciadas através de maciços residuais em plena depressão sertaneja e em vales dissecados no planalto da Borborema, além de superfície de deposição; platô tabuliforme; escarpa dissecada; inselberg; morros residuais; serrotes e cristas residuais; superfície aplainada; platô, cristas e vales encaixados; baixas cristas e superfície dissecada (Rabelo e Santos, 2016).

A bacia do Rio Seridó tem características ambientais abrangendo um mosaico heterogêneo de feições pedológicas identificadas em Neossolo Litólico, Neossolo Regolítico, Neossolo Flúvico, Planossolo, Luvisolos, Argissolos, Cambissolos e Latossolos. Em áreas de planalto sedimentar, o Latossolo tem como principal característica a profundidade, que está acima de 100 cm e é constituído de material mineral, apresentando horizonte B latossólico e de transição de horizontes suave (EMBRAPA, 2009). Na área de estudo a vegetação típica é o Bioma da Caatinga, que na língua Tupi-Guarani significa caa (mata) e tinga (branca ou esbranquiçada, remetendo à cor). A Caatinga possui diferentes padrões, variando o porte de arbustivo a arbustivo-arbóreo, e é utilizada por diferentes atividades econômicas, tais como agropecuária, pequenas indústrias de beneficiamento mineral e cerâmica. É composta por vegetação típica do clima semiárido, com predomínio de pequeno a médio porte e adaptada à carência hídrica e às características do solo raso e pedregoso que, por sua vez, dificultam o manejo ao pequeno agricultor desprovido de técnicas apropriadas e recursos hídricos mal distribuídos (Diniz et al, 2013).

Na área da bacia, apesar de o bioma Caatinga não ter características uniformes, distribuem-se de tal maneira que é possível identificar as áreas principais (onde as características se sobrepõem sobre as outras devido a frequências que estas ocorrem) das assim chamadas áreas marginais (onde essas mesmas características assumem nova variação) que vão diminuindo até chegar aos limites com as áreas onde as características das plantas e do meio definem outro tipo de bioma, como em áreas de solos mais profundos ou formação de brejos (Rabelo, 2018). Existem diversos níveis de conservação e degradação da vegetação. Esses níveis são decorrentes da retirada da

cobertura vegetal para pecuária, mineração e/ou extrativismo vegetal

Procedimentos metodológicos

Foram adquiridas imagens do satélite LandSat 8 do sensor Operacional Earth Imager (OLI), disponível para área na data de três de junho de 2013. A imagem foi usada para caracterização do uso e cobertura da paisagem. O satélite tem uma resolução espacial de 30 m, no entanto, foi feito o fusão da imagem utilizando a banda pancromática de 15 m, tornando assim a imagem com resolução espacial de 15 m. Foi realizado processamento de imagem RGB com as bandas 6, 5 e 4 para identificação da vegetação.

O contexto do processo histórico e socioeconômico da área de estudo teve como base levantamento bibliográfico acerca da degradação ambiental em que se deu a região. Também foram levados em consideração os dados do censo populacional da região pelo IBGE. O método de classificação utilizado foi seleção de áreas supervisionada através da máxima verossimilhança (MAXVER). Esse classificador considera a ponderação das distâncias entre médias dos níveis digitais das classes utilizando parâmetros estatísticos. Crôsta (1993) argumenta que, para a obtenção de um

bom resultado, é necessário um número elevado de pixels para cada amostra de treinamento da classe, e que estes tenham uma distribuição estatística próxima da distribuição normal. Foram coletadas 476.067 amostras de pixels na área da bacia divididas em: 9.365 para água, 158.356 para vegetação arbóreo-arbustiva, 3.453 para afloramento rochoso, 105.158 para vegetação arbustivo-arbórea, 199.048 para solo exposto ou sem atividade fotossintética e 687 para nuvens. Para melhor classificação, parte-se do pressuposto que o usuário conheça previamente a área analisada e quais classes serão usadas, com isso, quando for aplicar a classificação, a seleção de amostras de treinamento possa ser o mais competente possível (Crôsta, 1993).

Identificaram-se os usos do solo por meio de seus padrões de cor e geometria através de imagens de satélites e vetorização das zonas de uso, além das visitas de campo realizadas. O pressuposto básico é o de que nem toda zona exposta se encontra necessariamente degradada, mas qualquer zona exposta está sujeita a perdas por meio dos processos erosivos. Áreas que não tinham vegetação e/ou que não exerciam atividade fotossintética no período da imagem foram identificadas como solo exposto.

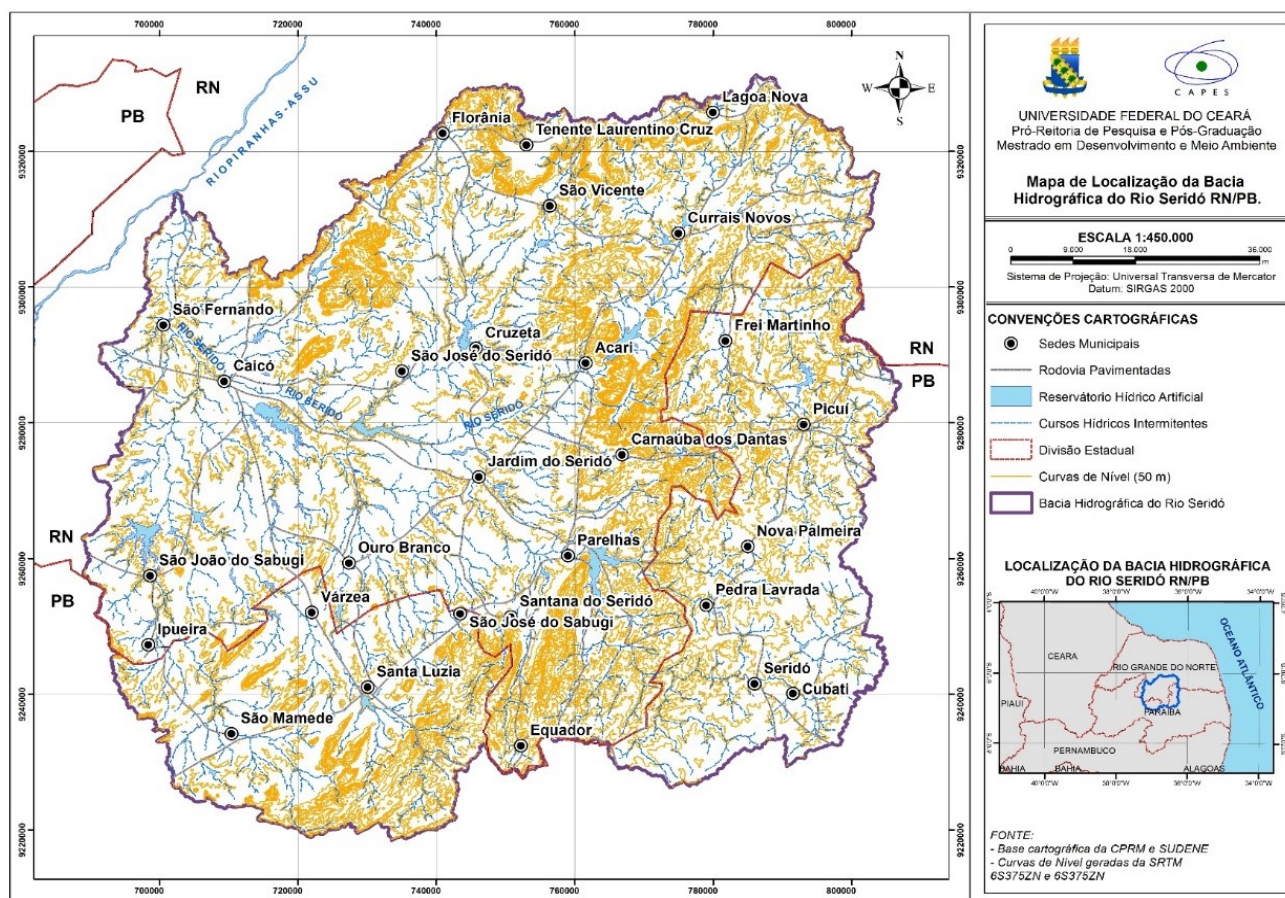


Figure 1 - Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Seridó RN/PB.

Resultados e discussão

A região do Seridó potiguar e paraibano teve processo histórico muito caracterizado com a cultura do gado-algodão. O desenvolvimento da pecuária extensiva na região do Seridó abastecia a zona da mata destinada ao canavial, que respondia aos reclames da divisão internacional do trabalho comandada a partir da Europa. Com isso, a região só engata diretamente na divisão internacional do trabalho posteriormente com a produção de algodão, necessária ao abastecimento da indústria têxtil europeia (Macêdo, 2000). Essa atividade contribuiu para o maior aumento do desmatamento nas áreas em que eram instalados os currais para pecuária intensiva e extensiva, atribuindo-se pastejo e compactação do solo em áreas de criação intensiva.

A cotonicultura foi responsável pela principal atividade nos sertões nordestinos, sendo estabelecidas em seguida indústrias de beneficiamento e comercialização em diferentes cidades do Seridó (Morais, 2005). Historicamente, essa atividade econômica foi a principal degradadora do ambiente semiárido seridoense.

A agricultura de subsistência, visando suprir as demandas alimentares da população regional é outra marca do início da formação regional, que até hoje é encontrada através da agricultura familiar. Através dessas atividades que as bases econômicas impulsionaram às primeiras ações europeizadas, criando as primeiras próteses do meio técnico no Seridó, esboçando a forma e o conteúdo da região que estava em processo de formação (Vasconcelos, 2011). Com novas formas de produção e demanda para cidade, o extrativismo vegetal foi muito presente durante anos, se tornando expressivo. Além do fogão a lenha para os agricultores rurais, a produção de carvão e madeira foi comercializado para empresas e restaurantes de diversas cidades pela região do Seridó (Figura 2).



Figure 3 - Marcas de degradação da cobertura vegetal e uso de queimadas atualmente em Cruzeta-RN.

Além disso, Vasconcelos (2011) afirma que a mineração foi uma marca na história do uso do território regional a partir da Primeira Guerra Mundial, tendo sua consolidação e apogeu no período da Segunda Guerra Mundial. Da mesma forma que a agropecuária, a mineração chega aos dias atuais como pilar de sustentação da economia regional do Seridó (tanto no serviço

primário quanto secundário) com diversos tipos de mineração como, por exemplo, o caulim, esboçando traços pontuais de modernidade, coexistindo com heranças expressivas de seu passado.

Na parte do Seridó potiguar, desde a primeira metade do século XX era tido como a base econômica e política do estado do Rio Grande do Norte. Ao decorrer do tempo, a soberania econômica baseada no tripé algodão-pecuária-

mineração foi perdendo força. A partir década de 1970 com o declínio do algodão pela praga do bicudo, instalou-se uma crise econômica na região do Seridó, buscando assim uma reestruturação do território a partir de uma nova base socioeconômica principalmente com pecuária, extrativismo vegetal e mineração.

A importância da bacia hidrográfica do rio Seridó sobre os aspectos de uso e ocupação se dá pela concentração das primeiras vilas nas planícies fluviais próxima aos cursos hídricos. Macêdo (2000) salientava que a importância dos rios se deu através da incisão dos colonos colonizarem o interior, fazendo uma relação de circuito produtivo da colônia. Diante disso, a delimitação da bacia serviu como subsídio para a criação da regionalização político-administrativa do Seridó potiguar e paraibano.

Atualmente, as principais cidades da bacia estão situadas próximas aos principais rios, foram construídos açudes com a política de convivência com a seca, mas que antigamente tinha uma concepção de uma política de combate ao

fenômeno promovido pelo Governo Federal e implantado pelo Departamento Nacional de Obras contra as Secas (DNOCS). Além disso, deve-se levar em conta a política das oligarquias nordestinas, que usaram o discurso da seca para se beneficiar economicamente e estruturalmente com açudes em propriedades privadas. Tal evento histórico é denominado de indústria da seca.

O estado atual do uso e cobertura da paisagem é resultado de um período histórico marcante na região do Seridó, desde o gado-algodão passando pelo extrativismo vegetal até chegar à mineração. Marcas de solo exposto, erosão e exposição da rocha são indícios de uma degradação ambiental pretérita, mas que a morfodinâmica ainda continua atuando nas áreas em que não há conservação do solo. Através do mapeamento do uso e cobertura (Figura 3) da bacia hidrográfica do Rio Seridó é possível distinguir quatro tipos de fisiografia na imagem de satélite: vegetação arbóreo-arbustiva de Caatinga, vegetação arbustivo-arbórea de Caatinga, sem cobertura vegetal ou sem atividade fotossintética e reservatórios hídricos..

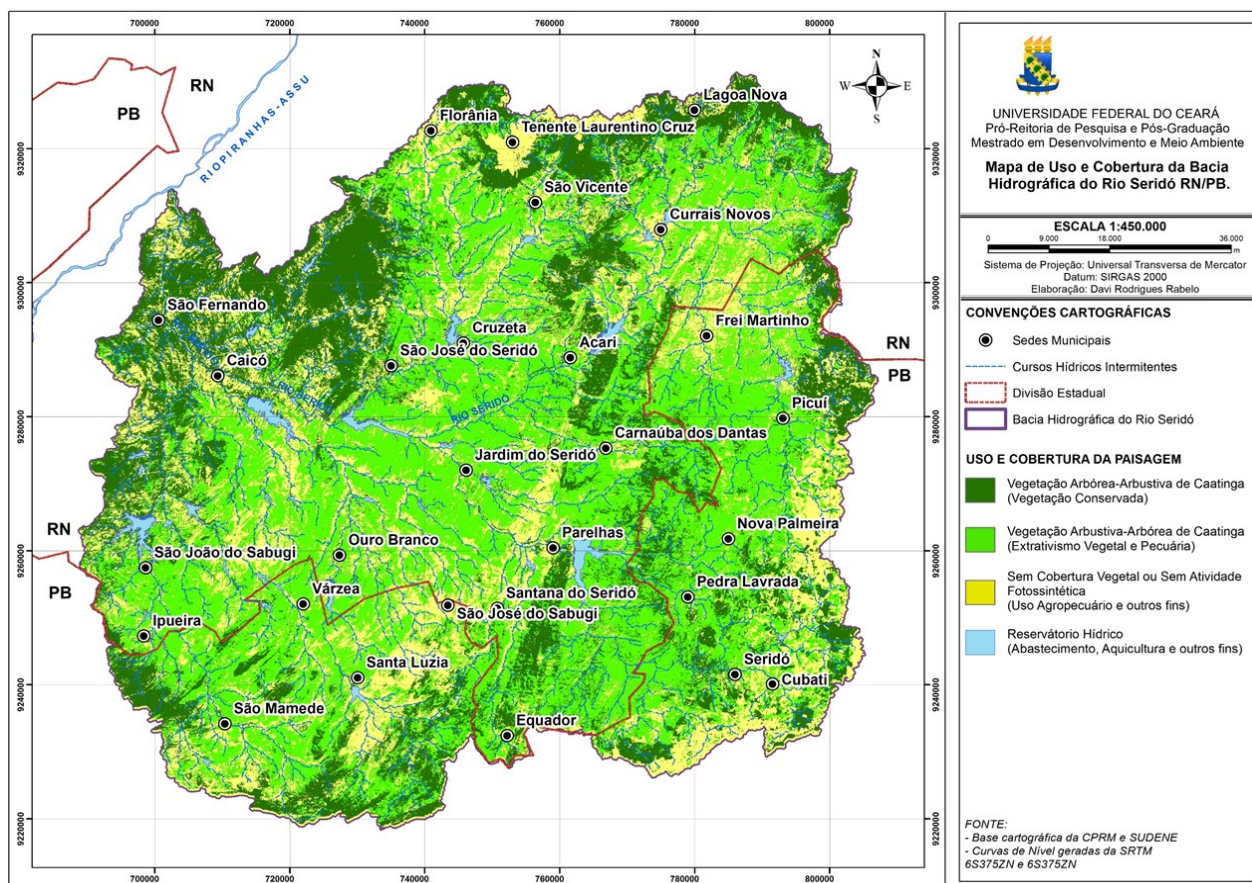


Figure 3 - Mapa de uso e cobertura da paisagem da bacia hidrográfica do rio Seridó.

A vegetação de Caatinga arbóreo-arbustiva densa, caracterizada pela maior intensificação do dossel na composição da imagem de satélite, compreende a absorção da faixa do visível e do infravermelho

próximo. Nesta área a conservação da vegetação é maior que nas demais áreas, ocorrendo principalmente nos planaltos e maciços residuais com maiores dificuldades de acesso e algumas áreas da Depressão

Sertaneja, possui uma área de 2.530 km² ou 25% da área da bacia do rio Seridó. Nesses espaços, a utilização do solo é reduzida, com pouca atividade econômica (como em alguns casos de gado solto próxima da área) e vegetação mais conservada ou em processo de regeneração avançado. A capacidade protetora da vegetação reduz os impactos diretos da erosividade sobre o solo, reduzindo também o transporte de sedimentos.

As áreas de vegetação de Caatinga arbustivo-arbórea caracterizam-se por vegetação mais esparsa e de porte médio com intercalações de porte arbóreo em alguns casos, possui uma área de 4.646 km² ou 46%

da área da bacia do rio Seridó. Na composição da imagem de satélite é identificada essa classe de mapeamento na cor marrom, caracterizando-se, assim, uma perda da folhagem pela caducifolia do bioma (Figura 4). A pecuária (extensiva e intensiva) ainda é muito marcante, sendo praticada nessas áreas mais abertas da Caatinga (popularmente conhecidas como “mangas”, “tabuleiros” ou “carrasco”), que correspondem às colinas de vegetação espaçadas da Depressão Sertaneja. Além disso, o extrativismo vegetal é muito presente nessas áreas, degradando a cobertura vegetal e expondo o solo aos processos erosivos.



Figure 4 - Área de vegetação arbustiva e áreas de solo exposto no Seridó potiguar. .

As áreas de solo exposto são herança cultural das atividades danosas que degradaram o ambiente e que atualmente alimenta o mesmo modo de produção, aumentando ou diminuindo sua área de degradação dependendo da época do ano. Na bacia do rio Seridó tem uma área de 2.730 km² (27% da bacia) de áreas de solo exposto, ou seja,

áreas sem nenhuma cobertura vegetal, susceptível, então, aos processos erosivos (Figura 5). Toda área cobertura por vegetação podem vir a ser áreas de solo exposto em decorrência de atividades de mineração, novas áreas de extrativismo vegetal, agricultura e novas áreas de pecuária extensiva.



Figure 5 - Áreas de solo exposto com relevo ondulado em Frei Martinho-PB no Planalto da Borborema.

Além desses, foram identificados os reservatórios hídricos, com cor mais escura decorrente da absorção e reflexão do espectro do visível e possui uma área de 32 km² na bacia. Os reservatórios são usados para fins de abastecimento público para diversas cidades da bacia hidrográfica e estão associados a açudes e barramentos feitos para a política de convivência com a seca (Mamede et al., 2012). Além disso, existem outros usos como aquicultura que para a produção de camarão, peixes e outras atividades que envolvem água.

Conclusão

A presente pesquisa teve a importância de mostrar os diferentes usos na paisagem seridoense, pois estas atividades modificam as paisagens da região e altera a dinâmica natural. Como não há praticamente práticas conservacionistas na região, algumas atividades podem ser feitas em áreas no qual há maior utilização dos recursos naturais como plantio alternado ou rotacional tem como função: evitar a formação de sulcos; amortecer a velocidade das enxurradas; evitar que o solo fique exposto aos agentes erosivos; através das etapas: adubação; plantar paralelamente às curvas de nível; alternância de culturas; usando o seguinte material constituinte: fertilizantes; sementes ou mudas..

Referências

- Araújo, J.C. 2003. Assoreamento em reservatórios do semiárido: modelagem e validação. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. p. 39-52.
- Bertrand, G. 2004. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. R. RA'EGA, Curitiba, n. 8, Editora UFPR, p. 141-152.
- Crósta, A. P. 1993. Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto. Campinas, SP, UNICAMP, ed. rev.
- Diniz, M.T.M; Almeida, I.C.S; Silva, S.D.R; Pereira, E.M. 2013. Pedologia e análise da paisagem: interações ambientais em Junco do Seridó/PB. *Caderno Prudentino de Geografia*, Presidente Prudente, n.35, v.1, p.90-111, jan./jul.
- Embrapa. 2009. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2. ed. rev. Ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 627 p.
- Furtado, C. 2005. Formação Econômica do Brasil. 32^o edição. São Paulo: companhia Editora Nacional.
- Macêdo, M. K de. 2000. História e Espaço seridoense entre os séculos XII e XIX. *MNEME – Revista de Humanidades*, UFRN-CERES, Campus de Caíco. Caicó, Vol. 1, nº 1, ago/set.
- Mamede, G.L.; Araújo, N.A.M; Schneider, C.M.; De Araújo, J.C.; Herrmann, H.J. 2012. Overspill avalanching in a dense reservoir network. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 109, p. 7191-7195.
- Morais, I.R.D. 2006. As relações campo-cidade no Sertão do Seridó. In: Silva, J. B. et al. (orgs.) *Litoral e Sertão: natureza e sociedade no nordeste brasileiro*. Fortaleza: Expressão Gráfica.

- Navarro-Hevia, J.; Araújo, J.C. De; Manso, J. M. 2014. Assessment of 80 years of ancient-badlands restoration in Saldaña, Spain. *Earth Surface Processes and Landforms* 39(12): 1563-1575. DOI: 10.1002/esp.3541.
- Pires, F. R. M. 2006. Arcabouço Geológico. In: Cunha, S. B., Guerra, A. J. T. (org). *Geomorfologia do Brasil*. 4a ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Rabelo, D. R. 2018. Análise espacial da razão de aporte de sedimentos na bacia hidrográfica do Rio Seridó, RN-PB. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Fortaleza.
- Rabelo, D. R; Santos, N. S. 2016. Proposta Preliminar de Mapeamento Geomorfológico da Bacia do Rio Seridó RN/PB. *Revista de Geociências do Nordeste*, v. 2, p. 262-270.
- Rabelo, D. R.; Araújo, J. C. 2019. Estimativa e Mapeamento da Erosão Bruta na Bacia Hidrográfica do Rio Seridó, Brasil. *Rev. Bras. Geomorfol. (Online)*, São Paulo, v.20, n.2, p.361-372.
- Sampaio, E.V.S.B.; Araújo, M.S.B., Sampaio, Y.S.B. 2005. Impactos ambientais da agricultura no processo de desertificação no nordeste do Brasil. In: XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo: Solos, Sustentabilidade e Qualidade Ambiental, Recife.
- Vasconcelos, S. A. 2011. O período da globalização e suas modernizações na região do Seridó (brasil): algumas aproximações. *Revista Geográfica de América Central*, Número Especial EGAL, p. 1-13.