

**O USO DO SENSORIAMENTO REMOTO NOS ESTUDOS DE
GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS: um estudo de caso sobre o Alto
Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Potengi – RN (ACBHRP-RN)**

Miquéias Rildo de Sousa **SILVA**

Mestrando do Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia da Universidade Federal
do Rio Grande do Norte - PPGe/UFRN

E-mail: miqrildo@gmail.com

Juliana Felipe **FARIAS**

Professora Dr^a. do Departamento de Geografia. Coordenadora do Curso de Licenciatura em
Geografia à Distância - Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

E-mail: julianafelipefarias@yahoo.com.br

Resumo: Os problemas ambientais causados pelas ações antrópicas são cada vez mais evidentes, principalmente pelo uso indiscriminado do solo, ocasionando sérios problemas à sociedade. Nesse sentido, os estudos sobre planejamento ambiental têm sido desenvolvidos com o objetivo de conscientizar quanto à utilização adequada do solo, através de métodos que envolvam procedimentos de coleta e análises de informações que contribuam nesse processo. A bacia hidrográfica tem sido utilizada como unidade de planejamento, por entender que esta unidade espacial permite uma análise integrada entre os elementos que a compõe. A Geoecologia das Paisagens tem mostrado eficiência nestes estudos. Através de uma análise sistêmica, busca identificar as potencialidades e limitações das unidades de paisagem, fornecendo subsídios que possibilitem a utilização consciente dos recursos naturais. O sensoriamento remoto tem se mostrado um importante instrumento para utilização neste processo. Dessa forma, foram utilizados dois produtos de sensoriamento remoto: as imagens do Radar SRTM e as imagens do satélite LANDSAT 8, para demonstrar suas potencialidades na pesquisa em curso realizada no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Potengi – RN (ACBHRP-RN). Por meio da utilização de SIG's, estas imagens foram processadas, resultando em produtos cartográficos, como o mapa altimétrico e o mapa de cobertura do solo.

Palavras-chave: Geotecnologias. Planejamento Ambiental. Recursos Hídricos.

**THE USE OF REMOTE SENSING IN THE LANDSCAPE GEOECOLOGY
STUDIES: a case study about the High Course of the Watershed of the Potengi River –
RN**

Abstract: The environmental problems caused by anthropic actions are more and more evident, mainly by the indiscriminate use of the soil, causing serious problems for society. In

this sense, the studies in the field of environmental planning have been developed with the goal of raising awareness of the proper use of the soil, through methods that involve collecting and analysing information that contribute to this process. The watershed is being used as a planning unit, since it is understood that this space unit allows an integrated analysis between the elements that compose it. Geocology of the Landscape has been proven effective in these studies. Through system analysis, It seeks to identify the potentialities and limitations of the landscape's units, providing subsidies that will allow the proper use of natural resources. Remote sensing has proven to be an important technique in this process. Therefore, two remote sensing devices were used: Images from the SRTM and images from the LANDSAT 8 satellite, to show their potential in the course research performed on the high course of the watershed of the Potengi river – RN (ACBHRP-RN). Through the use of GIS, these images were processed, resulting in cartographic products, like the elevation map and the land cover map.

Keywords: Geotechnologies. Environmental Planning. Water Resources.

**EL USO DEL SENSORIAMIENTO REMOTO EN LOS ESTUDIOS DE
GEOECOLOGÍA DE LOS PAISAJES: un estudio de caso sobre el Alto Curso de la
Cuenca Hidrográfica del Rio Potengi – RN**

Los problemas ambientales causados por las acciones antrópicas son cada vez más evidentes, principalmente debido al uso indiscriminado del suelo, que causa serios problemas a la sociedad. En este sentido, se han desarrollado estudios sobre planificación ambiental para crear conciencia sobre el uso apropiado del suelo, a través de métodos que involucran procedimientos para recopilar y analizar información que contribuye a este proceso. La cuenca del río se ha utilizado como una unidad de planificación, ya que entiende que esta unidad espacial permite un análisis integrado entre los elementos que la componen. La geoecología del paisaje ha demostrado eficiencia en estos estudios. A través de un análisis sistémico, busca identificar las potencialidades y limitaciones de las unidades de paisaje, proporcionando subsidios que permitan el uso consciente de los recursos naturales. La teledetección ha demostrado ser un instrumento importante para su uso en este proceso. Por lo tanto, se utilizaron dos productos de teledetección: imágenes de radar SRTM e imágenes de satélite LANDSAT 8, para demostrar su potencial en la investigación en curso llevada a cabo en la cuenca del río Potengi High RN (ACBHRP-RN). Usando GIS, estas imágenes fueron

procesadas, resultando en productos cartográficos como el mapa altimétrico y el mapa de cobertura del suelo.

Palabras clave: geotecnologias. Planificación ambiental. Recursos hídricos.

INTRODUÇÃO

Os problemas ambientais causados por atividades antrópicas estão cada vez mais evidentes nos dias atuais. O uso indiscriminado dos recursos naturais tem provocado sérios danos à sociedade, nos quais a poluição das águas, o desmatamento, o uso intensivo do solo são alguns exemplos dos prejuízos causados pelo uso indevido do meio ambiente (SILVA, 2004).

Assim, estes fatos têm ocasionado não só problemas ambientais, mas também problemas sociais, pois o resultado do processo de degradação ao meio ambiente atinge diretamente a população, como por exemplo, doenças relacionadas à água contaminada, a falta de água potável, ocupação em áreas irregulares, desmatamento de encostas e das matas ciliares, a degradação do solo por atividades que comprometem a qualidade do mesmo, dentre outros. O que pode ser observado é que a maioria dos casos de degradação ao meio ambiente é resultado da falta de um planejamento que busque um modo de adequar o uso as limitações dos recursos naturais, garantindo também a qualidade de vida da população.

Nesse sentido, os estudos sobre planejamento ambiental servem como instrumento nesse processo de conscientização no uso adequado do solo, auxiliando na solução e mitigação dos problemas provocados pelo descaso com as questões ambientais, através de métodos que envolvam uma série de procedimentos de coleta e análises de informações que contribuam para a formulação de alternativas, visando o melhor uso dos recursos naturais. Dessa forma, estas estratégias têm como objetivo realizar ações que busquem adequar o uso dos recursos de um local de acordo com suas potencialidades e limitações, visando conservar a qualidade do ambiente, seja ele físico, biológico ou social, para assegurar um desenvolvimento apropriado (SANTOS, 2004).

Nos últimos anos, a bacia hidrográfica tem sido utilizada como unidade de planejamento, pois todos os eventos que ocorrem neste ambiente, sejam eles de origem natural ou antrópica, acabam por interferir de modo significativo na dinâmica deste sistema.

Conforme a definição de Tucci (1997, p. 40)

A bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída. A bacia hidrográfica compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório.

Deste modo, os agentes que participam do planejamento de uma bacia hidrográfica devem pensá-la como uma unidade de gestão, a fim de monitorar os usos do solo em sua área de abrangência, para evitar principalmente a degradação dos recursos hídricos.

Uma abordagem que tem mostrado eficiência nestes estudos é a Geoeecologia das Paisagens, sendo usada inclusive em estudos de bacias hidrográficas (FARIAS, 2015; SILVA e RODRIGUEZ, 2014). Esta proposta teórica possibilita realizar um estudo integrado dos elementos que compõem o meio ambiente permitindo identificar as potencialidades e limitações das unidades de paisagem, a fim de fornecer subsídios que possibilitem a utilização consciente dos recursos naturais disponíveis.

Nesta perspectiva, o Sensoriamento Remoto surge como uma importante ferramenta no processo de obtenção dos dados da superfície terrestre. Esta técnica tem sido bastante relevante, pois permite uma melhor visualização da paisagem, tanto no ponto de vista espacial, como no temporal, permitindo analisar a dinâmica de diversos fenômenos, em abordagens que vão desde a escala global, até a escala local. Assim, este tipo de instrumento possibilita monitorar grandes mudanças na paisagem, além de prever a evolução no padrão da mesma (SOARES-FILHO, 1998).

Portanto, este trabalho tem como objetivo demonstrar a contribuição dos produtos de sensoriamento remoto nos estudos de Geoeecologia das Paisagens, destacando a aplicação em pesquisas em bacias hidrográficas e trazendo como exemplo o Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Potengi – RN (ACBHRP-RN). Será exposto o resultado de pesquisas iniciais de um projeto que está sendo desenvolvido no Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia (PPGe) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

MATERIAL E MÉTODO

Para alcançar os objetivos propostos, buscou-se a utilização de uma metodologia capaz de atingir os resultados esperados. Para isto, os procedimentos metodológicos foram estruturados em duas etapas. Na primeira etapa foi feita uma revisão bibliográfica sobre os temas abordados no trabalho, além de uma revisão sobre as técnicas e os métodos que auxiliaram no processo de análise do objeto de estudo em questão. Ainda nesta fase, foi

realizada uma pesquisa para a obtenção de dados espaciais em formato *shapefile*, disponibilizados por órgãos como IGARN (Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte) e IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), além de adquirir produtos de sensoriamento remoto selecionados para a elaboração do trabalho, disponibilizados em instituições como o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), onde foram adquiridos os dados do projeto TOPODATA e do Serviço Geológico dos Estados Unidos (*USGS – United States Geological Survey*), que fornecem as imagens obtidas pelo satélite LANDSAT 8. A imagem utilizada neste trabalho foi referente a órbita/ponto 215/064, com data de 01 de julho de 2018.

Na segunda etapa, os dados adquiridos foram armazenados e processados em Sistemas de Informações Geográficas (SIG's), ferramenta utilizada para a elaboração dos mapas e para construção de um banco de dados geográficos. Optou-se por utilizar dois SIG's distintos, o SPRING 5.3 e o ArcGIS 10.3. No SPRING foi realizada a classificação não supervisionada da imagem de satélite selecionada, utilizando o classificador Iseseg, com limiar de aceitação de 99% e 12 interações. Após a classificação foi exportado o arquivo vetorial em formato *shapefile* das classes de cobertura do solo do ACBHRP-RN. Já o ArcGIS foi utilizado para obter os Modelos Digitais de Elevação (MDE), geração das curvas de nível, da rede de drenagem e para elaboração dos produtos cartográficos, tais como mapa de localização, de altimetria, rede de drenagem e de cobertura do solo do ACBHRP-RN.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

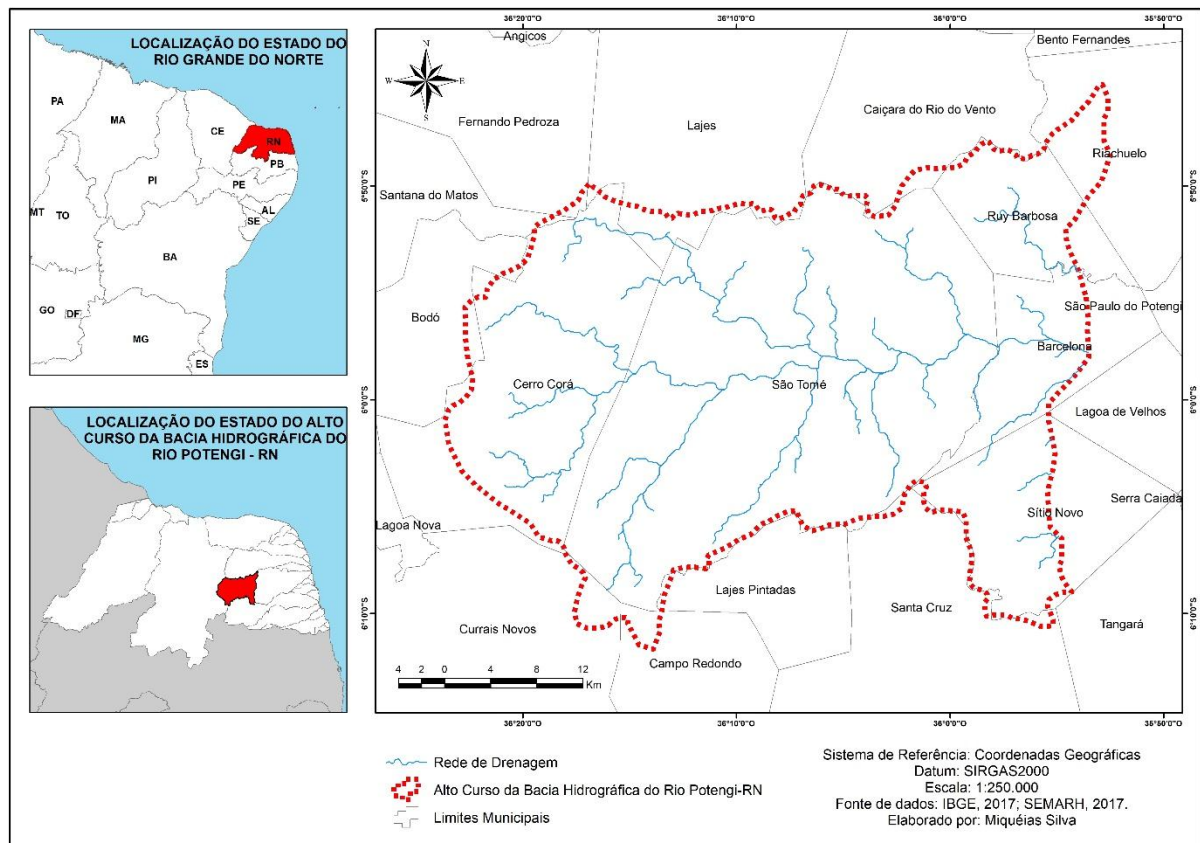
O Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Potengi – RN (ACBHRP-RN)

O Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Potengi – RN (ACBHRP-RN) está inserido nas mesorregiões Central e Agreste Potiguar, nas microrregiões de Angicos, Agreste Potiguar, Borborema Potiguar, Serra de Santana e Seridó Oriental, fazendo parte do território de 15 municípios, são eles: Cerro Corá, São Tomé, Fernando Pedrosa, Lajes, Santana dos Matos, Bodó, Currais Novos, Campo Redondo, Lajes Pintadas, Caiçara do Rio do Vento, Riachuelo, Ruy Barbosa, Barcelona, Sítio Novo e Santa Cruz. (FIGURA 1).

A Bacia Hidrográfica do Rio Potengi - RN (BHRP-RN) é considerada uma das principais bacias hidrográficas do Rio Grande do Norte (RN). Com uma área de 4.093 km², esta bacia ocupa cerca de 7,7 % do território estadual (SERHID, 1998). A relevância desta bacia, especialmente do rio que a nomeia, para Natal e sua região metropolitana é indiscutível. O Rio Potengi se mostra como elemento fundamental para a população da capital do estado,

tendo em vista que diversos setores da economia utilizam o mesmo para desenvolver suas atividades, a exemplo do principal porto do RN, a produção de camarão, além de outros usos, como as instalações da Marinha do Brasil. Além disso, existem ainda as belezas naturais do estuário deste rio, como os mangues por exemplo, e a população ribeirinha, que podem ser os principais prejudicados com a degradação deste manancial.

Figura 1 – Mapa de localização do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Potengi – RN (ACBHRP-RN).



O ACBHRP-RN se caracteriza como uma área de recarga da BHRP-RN, o que faz desta parcela da bacia um espaço de grande significância. Atualmente, o alto curso tem sido alvo de interesse de outras atividades econômicas, como a exemplo a atividade eólica, inserida no RN em meados de 2004 no litoral setentrional, mas que já passa a se instalar no interior do Estado, onde pode-se destacar a região serrana na qual a área de estudo está inserida, localizada a próximo a Serra de Santana-RN. Estas práticas podem comprometer as condições ambientais das nascentes dos afluentes que drenam para o rio principal, tendo em vista que estes equipamentos são instalados em áreas de relevo mais acentuado, a montante dos canais fluviais, e caso haja algum impacto negativo causado pela alteração das condições

naturais do ambiente, este pode vir a comprometer todo o sistema que está a jusante, afetando a disponibilidade dos recursos naturais à população local, principalmente no que se refere aos recursos hídricos.

O auxílio do Sensoriamento Remoto nos estudos de paisagem

Os métodos e produtos advindos do sensoriamento tem contribuindo bastante nas análises realizadas nos estudos ambientais, e nos últimos anos têm sido cada vez mais utilizados. Isto se deve ao fato de que o número de materiais disponíveis, principalmente de forma gratuita, tem aumentado consideravelmente, além de apresentarem uma melhor qualidade. As imagens obtidas por meio de sensores instalados em satélites têm demonstrado um avanço no que se refere sobretudo a resolução espacial e temporal, possibilitando analisar de forma mais eficiente a superfície terrestre.

Dessa forma, o sensoriamento remoto ganha destaque dentre as chamadas geotecnologias e, aliado ao SIG, se tornam importantes ferramentas nos estudos ambientais, que segundo Mendonça (2011, p. 4) “auxiliam no planejamento de atividades de campo, no desenvolvimento de sistemas de monitoramento da paisagem e no planejamento de estratégias de conservação e preservação dos recursos naturais”.

Em relação a aplicação em estudos sobre recursos hídricos, estes instrumentos têm destaque na obtenção de dados topográficos e no mapeamento de uso e cobertura de solo da área analisada (BIELENKI JÚNIOR, 2012). Assim, aponta-se neste trabalho a potencialidade de dois produtos provenientes do sensoriamento remoto nos estudos da paisagem, dando ênfase na aplicação em bacias hidrográficas.

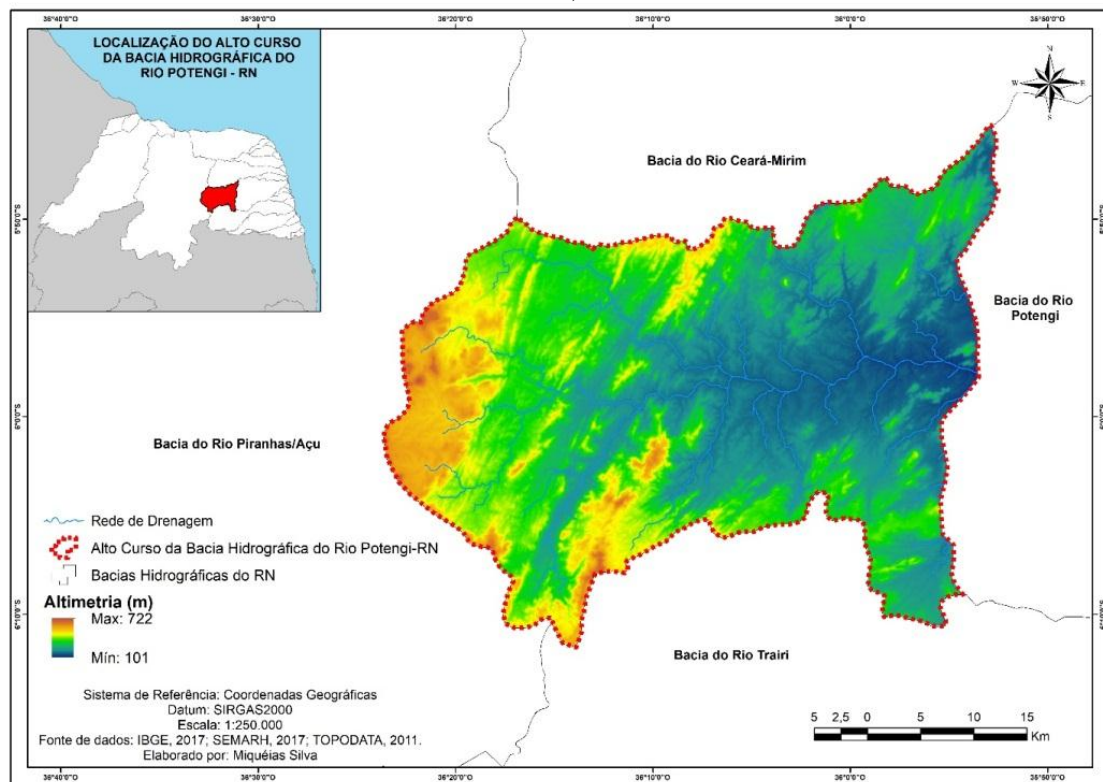
O primeiro deles refere-se as imagens do Radar SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), obtidas pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (*USGS – United States Geological Survey*) inicialmente com resolução espacial de 90 m e, posteriormente refinadas por meio de krigagem para 30 m, pelo Projeto TOPODATA, do INPE, para as imagens que recobrem o território brasileiro (COSTA; MOSCHINI; LORANDI, 2016). Na figura 2, pode-se observar o MDE do ACBHRP-RN. No exemplo exposto, é possível identificar a variação da altimetria desta parcela da bacia, que está entre 101 a 722 m de altitude, além dos aspectos geomorfológicos e a rede de drenagem, que foi extraída a partir desta imagem.

Além da extração da rede de drenagem, estas imagens possibilitam obter outras informações sobre a geomorfologia da área, a saber: curvas de nível, relevo sombreado, declividade, perfis topográficos, manchas de inundação, delimitação de bacias e sub-bacias

hidrográficas (VITAL et al., 2010). Estes elementos são essenciais na análise dos processos que ocorrem na bacia hidrográfica e na interação entre as unidades de paisagem desta unidade, contribuindo para o gerenciamento quanto ao uso adequado do solo.

O outro produto são as imagens feitas pelo satélite LANDSAT 8, também disponibilizadas pelo *USGS*, através da página eletrônica do *Earth Explorer*. As imagens do LANDSAT 8 possuem 11 bandas espectrais, onde as bandas de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 9 possuem uma resolução espacial de 30 metros, a banda 8 (pancromática) 15 metros e bandas 10 e 11, 100 metros. Este é o oitavo satélite da série LANDSAT, tendo sido lançado no dia 11 de fevereiro de 2013 e iniciado suas operações normais oficialmente em 30 de maio de 2013 (NASA, 2013).

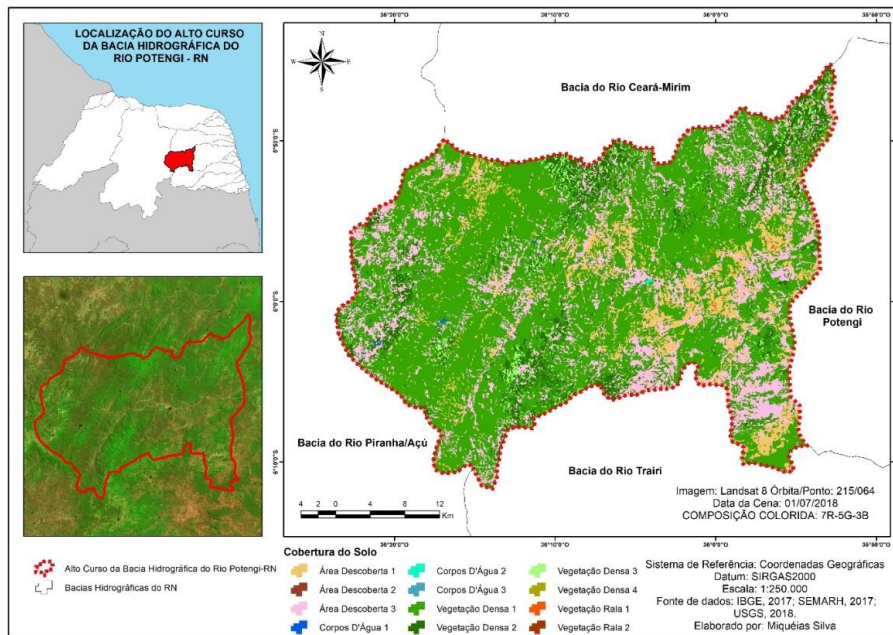
Figura 2 – Mapa altimétrico do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Potengi – RN (ACBHRP-RN).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Por intermédio do procedimento de classificação não supervisionada da imagem obtida pelo satélite LANDSAT, foi possível identificar 12 classes temáticas sobre a cobertura do solo do ACBHRP-RN, conforme pode ser observado na figura 3.

Figura 3 – Mapa de cobertura do solo do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Potengi – RN (ACBHRP-RN).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Inicialmente, estas classes foram associadas a tipos de cobertura do solo identificados a partir das características dos alvos observados na imagem (Quadro 1). É importante ressaltar que alguns tipos de cobertura do solo podem apresentar características semelhantes, porém possuem uma resposta espectral distintas, fazendo com que o classificador automático gere várias classes. Por exemplo, a vegetação densa pode ser identificada em 4 classes distintas, a vegetação rala em 2 classes, os corpos d'água 3 e a área descoberta também em 3 classes.

Quadro 1 – Associação dos temas aos tipos de cobertura do solo

Classes de Cobertura do Solo	Exemplos
Área Descoberta 1	Solo Exposto; Cultivo
Área Descoberta 2	Solo Exposto
Área Descoberta 3	Área Urbana; Estradas; Leito de Rio; Solo Exposto
Corpos D'Água 1	Reservatórios
Corpos D'Água 2	Reservatórios
Corpos D'Água 3	Reservatórios
Vegetação Densa 1	Florestal
Vegetação Densa 2	Florestal; Vegetação Ciliar
Vegetação Densa 3	Florestal
Vegetação Densa 4	Florestal
Vegetação Rala 1	Campo Aberto
Vegetação Rala 2	Campo Aberto

Fonte: Autores (2018).

A vegetação densa observada nas classes temáticas 1, 2 e 3, apresentam características florestais do bioma de caatinga, sendo a classe do tipo 1 presente em grande parte do ACBHRP-RN e as dos tipos 3 e 4 estão localizados em áreas mais elevadas, de relevo mais ondulado. A vegetação densa do tipo 2 apresenta resposta espectral semelhante para áreas florestais encontradas em áreas mais elevadas e também para vegetação ciliar encontradas próximas a corpos d'água e leito de rios, fato que ser explicado pela situação na qual se encontra estes tipos de vegetação, pois a imagem foi obtida em período chuvoso na região (01 de julho de 2018), e ambas podem apresentar uma maior exuberância pela quantidade de água em sua estrutura.

No caso da vegetação rala, a separação dos tipos 1 e 2 pode ter sido feita pela distinção das propriedades da vegetação de cada classe, ou mesmo por um tipo possuir um arranjo mais esparsos que o outro. Estas classes também apresentam características encontradas na caatinga.

A diferença encontrada nas 3 classes temáticas referente aos corpos d'água se dá principalmente pela diferença na dimensão de cada reservatório, no qual a quantidade de água influencia na etapa de classificação automática, pois em áreas que apresentam um menos água armazenada, é comum encontrar outros elementos que alteram as características espectrais desses alvos, como por exemplo, a presença de matéria orgânica ou sólidos em suspensão. Nas classes que apresentam características de áreas descobertas, ocorre a predominância de solo exposto, influenciado aparentemente pela utilização destas áreas para atividade agrícola. Vale salientar que a classe de área descoberta do tipo 3 associou além de áreas de solo exposto, as áreas urbanas, as estradas e os leitos dos rios intermitentes.

Segundo Moreira (2012, p. 244) “o uso de classificadores não supervisionados é indicado quando o analista não possui conhecimento, *a priori*, da área de estudo”. Devido ao fato de que a pesquisa está em curso, e objeto de estudo possui uma área extensa, este tipo de ferramenta se mostra satisfatória, tendo em vista que este tipo de procedimento permitiu obter uma visão geral das características do ACBHRP-RN, dando um direcionamento no processo de planejamento para identificação das unidades de paisagem *in loco*.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As vantagens propiciadas pelo uso do sensoriamento remoto são inúmeras, das quais apenas algumas foram expostas neste trabalho. Além disso, o desenvolvimento de novas formas de aquisição de dados através desta técnica tem potencializado a eficiência da utilização destes procedimentos, melhorando também a qualidade dos produtos gerados.

São cada vez mais comuns a disponibilidade imagens de satélite de forma gratuita que apresentam uma melhoria em suas características, principalmente do ponto de vista da resolução espacial e temporal, possibilitando uma melhor visualização dos alvos e uma vasta série temporal. Outro exemplo desta evolução na obtenção de dados espaciais através de imagens é o crescimento da utilização de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT's) e/ou drones que, apesar de não registrar imagens de grandes áreas em um só sobrevoo, como as imagens de satélite, apresentam imagens resultantes de altíssima resolução espacial.

Outro ponto positivo do aumento da disponibilidade destes dados é que os custos com as pesquisas se tornam mais baixos, não só pela aquisição gratuita destas imagens, mas também por permitir que o pesquisador possa analisar anteriormente sua área de estudo, auxiliando no planejamento pré-campo, diminuindo o tempo para realizar a atividade e consequentemente reduzindo os gastos com esta etapa. Este quesito deve ser bem visto não só pelos usuários do meio acadêmico, mas também por órgãos públicos responsáveis pela gestão do território, e que necessitem de uma forma eficiente de monitorar e fiscalizar áreas de interesse, pois sabe-se que o investimento para estas questões ainda é baixo no Brasil.

Segundo Möller, Rosenberg e Volk (2007) para que haja um gerenciamento adequado de uma bacia hidrográfica é preciso realizar uma caracterização detalhada da mesma, que resultará na criação de parâmetros usados na modelagem do sistema. Dessa forma, a utilização destes instrumentos se mostra como uma forma eficaz na busca por uma gestão adequada, uma vez que proporcionam realizar uma análise integrada dos elementos que compõem esta unidade espacial.

Neste sentido, o sensoriamento remoto se torna um importante instrumento a ser utilizado nos estudos de Geoecologia das Paisagens, uma vez que essa técnica tem permitido identificar de forma rápida e eficaz o estado ambiental das unidades espaciais de determinado território, propiciando realizar uma integração dos elementos que compõem a paisagem, a fim de determinar o potencial de uso dos recursos naturais disponíveis e garantir a elaboração de um ordenamento territorial adequado.

Agradecimentos

Estes resultados e discussões iniciais foram possibilitados graças ao apoio dado pelo Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia (PPGe) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), em parceria com a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Trabalho enviado em março de 2019

Trabalho aceito em agosto de 2019

REFERÊNCIAS

BIELENKI JÚNIOR, Cláudio. **Geoprocessamento e recursos hídricos: aplicações práticas.** / Cláudio Bielenki Júnior, Ademir Paceli Barbassa. – São Carlos: EdUFSCar, 2012. 257 p.

COSTA, C. W.; MOSCHINI, L. E.; LORANDI, R. Aquisição de dados geográficos em plataformas livres para estudos ambientais em bacia hidrográficas. In: MORAES, M. E. B. de; LORANDI, R. (Org.) **Métodos e técnicas de pesquisa em bacias hidrográficas** [livro eletrônico]. Ilhéus: Editus, 2016. p. 15-33

FARIAS, Juliana Felipe. **Aplicabilidade da geocologia das paisagens no planejamento ambiental da bacia Hidrográfica do Rio Palmeira-Ceará/Brasil.** 2015. 222 p. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

MÖLLER, M.; ROSENBERG, M.; VOLK, M. Utilização de métodos do sensoriamento remoto e SIG para a caracterização de ambientes: uma contribuição à implementação das diretrizes de água da União Européia. In: BLASCHKE, T.; KUX, H. (Org.) **Sensoriamento remoto e SIG avançados: novos sistemas sensores : métodos invadidos.** 2.ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. p. 153-161

MENDONÇA, Ricardo Abad Meireles de. **Uso das Geotecnologias para gestão ambiental: experiências na Amazônia Meridional.** / Ricardo A. M. de Mendonça, Paula Bernasconi, Roberta dos Santos, Marcos Scaranello. Cuiabá: ICV- Instituto Centro de Vida, 2011. 40 p.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação.** 4. ed. atual. e ampl. – Viçosa, MG: Ed. UFV, 2012. 422 p.

NASA - *National Aeronautics and Space Administration. Landsat Data Continuity Mission: Continuously Observing Your World.* 2013. Disponível em: <http://ldcm.gsfc.nasa.gov/mission_details.html> Acesso em: 19 jul 2018.

RIO GRANDE DO NORTE. Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos – SERHID. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte – PERH/RN.** Natal, 1998. Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/IGARN/DOC/DOC000000000150878.PDF>> Acesso em: 01 de jun. 2018.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática.** São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184 p.

VITAL, S. R. O.; SILVEIRA, T. A.; ALENCAR, H. M. Q.; FERREIRA, B. **Uso de imagem SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) para o mapeamento geomorfológico na microbacia do açude Taperoá II, Paraíba, Brasil.** III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife, 2010. Disponível em: <https://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIII/IIISIMGEO_CD/artigos/FotoeSR/SR_e_PDI/A_37.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2018.

SILVA, Alexandre Marco; SCHULZ, Harry Edmar; CAMARGO, Plínio Barbosa. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas.** São Carlos: RiMa, 2004. 140 p.

SILVA, E. V.; RODRIGUEZ, J. M. M. Planejamento e zoneamento de bacias hidrográficas: a geoecologia das paisagens como subsídio para uma gestão integrada. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n.36, Volume Especial, p. 4-17, 2014.

SOARES-FILHO, B. S. **Análise de paisagem**: fragmentação e mudanças. Departamento de Cartografia, Centro de Sensoriamento Remoto – Instituto de Geociencias. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1998. Disponível em <<http://www.csr.ufmg.br/dinamica/publications/apostila.pdf>> Acesso em 30 de jun.2018.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia**: ciência e aplicação. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997. 943 p.