

ÍNDICE DE VEGETAÇÃO NDVI NA DISTINÇÃO DA COBERTURA VEGETAL PRESENTE NO ESTUÁRIO DO RIO POTENGI, NATAL-RN

Jairo Rodrigues de Souza ¹

RESUMO

A vegetação comporta-se como um importante indicador da qualidade socioambiental além de desempenhar funções que garantam a estabilidade do meio ambiente. Dada a sua relevância se faz necessário seu mapeamento e monitoramento através de técnicas específicas aliados com processamento digital de imagens e *softwares* determinados. Assim, tomando como área de estudo a zona portuária do município de Natal-RN, mais precisamente no estuário do Rio Potengi, este trabalho tem como objetivo distinguir as coberturas vegetais por meio do índice de vegetação NDVI. As metodologias empregadas foram: aquisição de dados bibliográficos; *download* de imagem Landsat 8 diretamente do *site* da *United States Geological Survey* (UGS) de forma gratuita; geoprocessamento da imagem e combinação de bandas espectrais; leitura e interpretação dos produtos gerados e redação do texto. O NDVI foi gerado no *software* ArcGis 10.1, utilizando as bandas do vermelho e do infravermelho próximo da imagem supracitada. Como resultados, foi possível destacar que foi possível encontrar cinco tipos de coberturas vegetais, desde uma vegetação mais densa até uma mais rala.

Palavras-chave: NDVI, Landsat 8, Coberturas vegetais, Estuário do rio Potengi, Natal-RN.

INTRODUÇÃO

A redução dos recursos naturais devido à ação antrópica, estimula a atualização e aquisição de informações ambientais espaço-temporais com o objetivo de compreender padrões de uso e ocupação e organização do homem no espaço. Para tanto, a utilização de imagens de satélite para fins de mapeamento, planejamento e monitoramento ambiental tem sido realizada há várias décadas. Atualmente, novas tecnologias aliadas a *softwares* cada vez mais modernos têm possibilitado o uso de imagens de satélite para variados fins. Através de imagens de sensores remotos, tornou-se admissível analisar alvos do meio ambiente, tais como a cobertura vegetal dos solos.

A feição da vegetação nos produtos de Sensoriamento Remoto é resultante do processo que abarca muitos parâmetros e fatores ambientais (PONZONI, 2010). Exemplos desses aspectos têm: características intrínsecas das espécies vegetais, a fonte de radiação, teores de umidade do solo, temperatura, a interferência da refletância do solo, entre outros.

¹ Professor do Curso de Geologia do Instituto Federal do Rio Grande do Norte - IF, jairo.souza@ifrn.edu.br

A utilização de Índices de Vegetação como, por exemplo, o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), facilita na identificação e modelagem de pontos biofísicos das plantas, como a área foliar, biomassa e porcentagem de cobertura do solo (JENSEN, 2009). Em geral, a modelagem do NDVI baseia-se no comportamento da refletância da vegetação na região do visível, ou seja, quanto maior a densidade vegetal, maior a refletância devido ao aumento da superfície de contato das folhas.

Portanto, este trabalho teve como objetivo distinguir as coberturas vegetais na região estuarina do Rio Potengi, zona leste do município de Natal-RN, a partir de técnicas de sensoriamento remoto aplicada e de geoprocessamento relativas as imagens do satélite LANDSAT 8, associada à metodologia do cálculo de Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI).

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desta pesquisa, foram usadas, como materiais, imagens orbitais captadas pelo sensor *Operational Land Imager* (OLI) do satélite LANDSAT-8, as quais são disponibilizadas gratuitamente pela *United States Geological Survey* (USGS) e um software específico para o Processamento Digital de Imagens (PDI). A imagem foi captada no dia 15/03/2016 e a utilização desta imagem deve-se ao fato da ausência de nuvens sobre a área de estudo.

Como metodologias, foram empregadas, de forma majoritária, técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI) divididas em etapas, tais como: aquisição de imagem Landsat 8; georreferenciamento; combinação de bandas espectrais 6R5G4B (cor natural simulada); correção atmosférica; álgebra de mapas e classificação e reclassificação temática.

Em primeiro lugar, buscou-se realizar o georreferenciamento no *software* ArcGIS 10.1. Assim, como forma de ter uma base geográfica confiável para a realização desse procedimento, foi utilizada a Folha Natal (SB.25-V-C-V), disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) na escala 1:50.000.

A segunda etapa realizada foi a composição das bandas espectrais da imagem LANDSAT-8 no *software* ArcGIS 10.1. Para tanto, foi feita a composição das bandas 1 até o 6 e, depois, no recorte dela, a fim de adequar a área de estudo. Posteriormente, as bandas 6R, 5G e 4B foram consideradas para compor a visualização em cor natural simulada de determinadas feições como, por exemplo, da vegetação local (Figura 1).

Figura 1 – Mapa temático da vegetação em torno do estuário do rio Potengi, resultante da combinação espectral 6R, 5G e 4B



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2019).

A próxima etapa versou na correção atmosférica da imagem. Essa atividade retira o efeito de dispersão da energia eletromagnética nas partículas de água suspensas na atmosfera, permitindo que os alvos invariáveis, temporalmente, sejam interpretados. Para isso, foi utilizado o modelo *Dark Object Subtraction* (DOS), uma vez que corrige o espalhamento atmosférico e estimula a interferência atmosférica a partir dos números digitais (ND) das imagens (ANDRADE et al, 2010).

Neste trabalho, a correção atmosférica das imagens LANDSAT-8 foi desenvolvida por meio da análise dos histogramas e posterior subtração dos números digitais (ND) por meio da função *Dark Subtract* do software ENVI 4.7. Tal função possibilita o ajuste dos valores dos pixels para uma condição padrão de iluminação teórica, necessária em estudos que irão lidar com bandas coletadas em diferentes datas e/ou por diferentes sistemas sensores.

Após a etapa de correção atmosférica, as imagens estão pré-processadas e aptas para aplicação da álgebra de mapas (NDVI). Para a composição de bandas e a álgebra de mapas foi utilizada a função *Composite Bands* e *Image Analysis NDVI* do software ArcGis 10.1, respectivamente. No caso do satélite LANDSAT-8 as bandas do infravermelho próximo (NIR) e o vermelho (R), utilizadas na álgebra, correspondem respectivamente as bandas 5 e 4 do sensor OLI (*Operational Land Imager*) (ROUSE et al, 1973).

Após a aplicação da álgebra de mapa (NDVI), procede-se com a classificação temática dos resultados obtidos por meio do método de classificação a partir da função *Symbology* do campo *Classification* do software ArcGis 10.1 de modo a estabelecer os intervalos temáticos

de cada índice. De acordo com a classificação, foram escolhidas 15 classes, a fim de dar um maior realce das feições.

Segundo Montgomery e Schuch (1993) qualquer mapa temático produzido por meio da classificação digital de imagens pode ser avaliado quanto à acurácia referente aos seguintes aspectos:

- Posicional – refere-se a precisão espacial do mapa e é variável de acordo com a escala do mapa.
- Temática – aplica-se a precisão da classificação das variadas categorias que compõem o mapa, que, devem de acordo com a escala e o grau de generalização da informação refletir no mapa a mesma classe no terreno.
- Área total obtida por categoria – é uma componente importante, no entanto não muito significativa.

Depois de constatada a acurácia temática dos mapas produzidos, procedeu-se com a estruturação dos *layouts* finais no *software* ArcGis 10.1. Foi gerado o mapa de referência (composição RGB) e os mapas temáticos para cada índice de vegetação (NDVI). Para tanto, foram utilizados os mesmos parâmetros como escala, número de intervalos e definição de cores temáticas.

DESENVOLVIMENTO

O SATÉLITE LANDSAT-8

O programa *Land Remote Sensing Satellite* (LANDSAT) foi criado pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) em meados da década de 60 com o intuito de coletar informações sobre os recursos naturais renováveis e não renováveis na Terra. Dos que se encontram em funcionamento, o Landsat-8 é o mais moderno.

O satélite Landsat-8 apresenta dois sensores o *Operational Land Imager* (OLI) e o *Thermal Infrared Sensor* (TIRS). Esses sensores mostram faixa de imageamento de 170 km norte-sul por 185 km leste-oeste, resolução espacial de 30m para as bandas do visível, resolução temporal de aproximadamente 16 dias, 15m para banda pancromática e 100m para as bandas termais (TIRS) (USGS, 2013).

O sensor espectral OLI e TIRS oferecem resolução espectral melhor que seus antecessores. Além disso, para o sensor OLI, foram adicionadas duas bandas espectrais: a *new coastal* (banda 1), projetada especificamente para análise de recursos hídricos e investigação da zona costeira, e, um novo canal de infravermelho (banda 9) para a detecção de nuvens. Foi

acrescentado também a Banda QA a qual investiga a presença de nuvens, água e neve (USGS, 2013).

A partir do sensor termal TIRS, criaram-se duas bandas espectrais para o comprimento de onda antes coberto por uma única banda nos sensores TM e ETM (USGS, 2013). Tais adições provocaram mudanças nos intervalos dentro do espectro dos canais de todas as bandas. Outra inovação de destaque é a resolução radiométrica, uma vez que as imagens dos satélites anteriores possuíam 8 bits e, no Landsat-8, passou a ser 16 bits, objetivando uma maior caracterização de alvos da imagem.

A CLASSIFICAÇÃO DIGITAL DE IMAGENS

No Sensoriamento Remoto, a classificação digital de imagens é um método utilizado para elaboração de mapas temáticos. Segundo Crósta (1992), a classificação de imagens multiespectrais consiste em associar cada pixel da imagem a um “rótulo” descrevendo um objeto real.

Os resultados da classificação digital de imagens são relevantes em virtude da data de aquisição dos dados, resolução espacial, espectral e radiométrica do sensor. Outro fator determinante é a ocorrência de sombras, tanto de nuvens, como do relevo em relação à angulação solar (azimute) na hora da tomada da imagem.

A maioria dos satélites artificiais denominados passivos, dependem de uma fonte de iluminação secundária (solar) para captar e gerar imagens da superfície terrestre. Assim, áreas com relevo acidentado terão maior ocorrência de sombra do lado oposto à incidência solar. Segundo Moreira (2001), como a incidência de luz solar é muito baixa em áreas sombreadas, pouca energia refletida chegará aos sensores do satélite, ou seja, as sombras provocadas pelo próprio relevo fornecerão dados inconsistentes em relação à assinatura espectral dos alvos captados.

OS ÍNDICES DE VEGETAÇÃO

Os índices de vegetação, de maneira geral, realçam o comportamento espectral da vegetação presente na imagem, correlacionando-se com os aspectos biofísicos como, por exemplo, biomassa, Índice de Área Foliar (IAF), vigor da vegetação, sazonalidade climática, cobertura do solo, atividade fotossintética, dentre outros aspectos (HUXMAN et al. 2004).

Os valores obtidos para índices de vegetação estão diretamente ligados à disponibilidade hídrica do sistema, portanto, a escolha de imagens de satélite de períodos úmidos ou de estiagem apresentarão resultados diferenciados. Contudo, geralmente a escolha das melhores imagens de

satélite coincide com o período de estiagem, visto que normalmente neste período há uma menor cobertura de nuvens sobre a área alvo.

A modelagem dos índices de vegetação é obtida por meio de processamento de informações contidas nas bandas que apresentam refletância na região do visível (vermelho) e do infravermelho próximo do espectro eletromagnético. Na faixa espectral do vermelho, ocorre alta absorção de energia solar devido à presença da clorofila, favorecendo a baixa refletância. Na faixa do infravermelho próximo, essa absorção é baixa e resulta em alta refletância. Portanto, a combinação dessas duas faixas espectrais realça as áreas de vegetação nas imagens e, quanto maior o contraste maior é o vigor da vegetação na área imageada.

NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX (NDVI)

O *Normalized Difference Vegetation Index*, proposto por Rouse et al. (1973), é um índice utilizado principalmente em pesquisas de cunho ambiental, pois permite fazer análises sobre a cobertura vegetal de determinada região em diversas escalas. Em se tratando de pesquisas utilizando imagens de satélite, o NDVI é um índice muito utilizado, pois, reduz o efeito topográfico e apresenta uma escala de medida linear entre -1 e 1.

O Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) é obtido pela razão entre a diferença da refletância do infravermelho próximo (NIR) e a refletância do vermelho (R), dividida, respectivamente, pela soma das mesmas, destaca Allen et al. (2002). Para o cálculo do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada, Rouse et al. (1973) propôs a expressão (Equação 1):

Equação 1 – Fórmula geral do NDVI

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$$

Onde:

NIR – Refletância do Infravermelho Próximo

R – Refletância do Vermelho

O Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) é um indicador da proporção e da condição da vegetação verde. Geralmente para superfícies com presença de alguma vegetação o valor do NDVI é positivo, para superfícies sem vegetação o valor é nulo, já para a água e nuvens o valor geralmente é negativo. Quanto mais próximo do extremo positivo, maior a densidade da cobertura vegetal, ou seja, condiz com seu estágio denso e desenvolvido. Esse valor diminui gradativamente para cobertura vegetal menos densa, que apresenta valores positivos, porém não muito elevados.

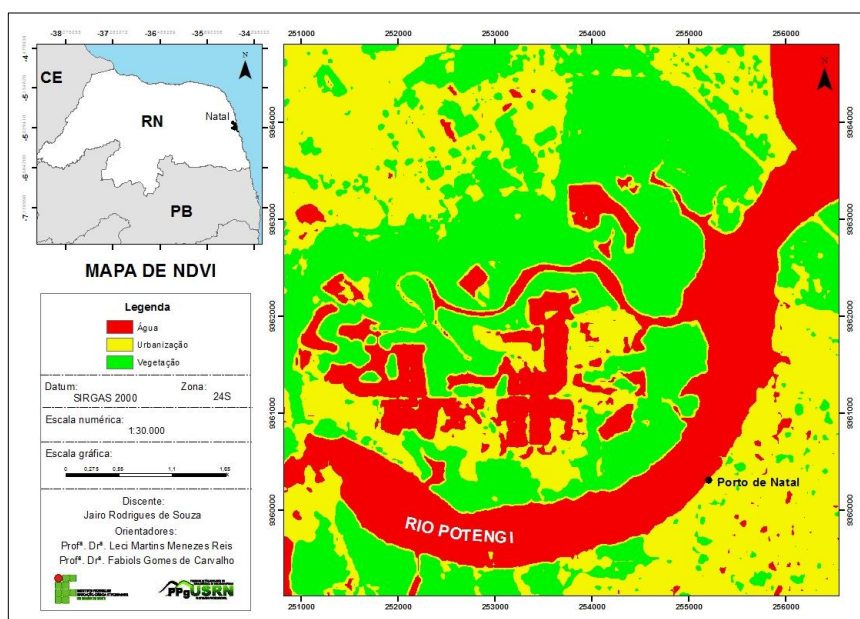
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A álgebra de mapas para os índices de vegetação NDVI das imagens LANDSAT-8 de 15/03/2016 que englobam a região estuarina do Rio Potengi, zona leste do município de Natal-RN apresentaram resultados muito aproximados, representando de forma satisfatória a vegetação e outros alvos (água, solo exposto e área edificada).

Inicialmente, o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) foi segmentado em 3 classes (Figura 2) a saber:

- -1,0 a 0,066 (água);
- 0,066 a 0,254 (solo e área edificada);
- 0,254 a 1 (vegetação).

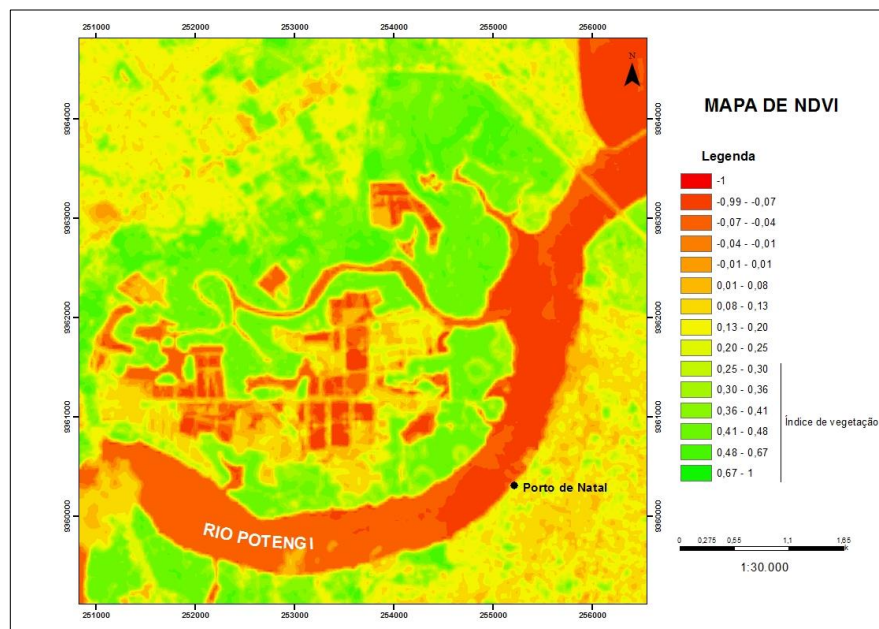
Figura 2 – Mapa temático proveniente do NDVI inicial dividindo-se em três classes



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2019)

Apesar dos índices apresentarem diferenças entre os valores mínimos e máximos devido a diferença entre os algoritmos, observa-se que após a divisão das classes, os mesmos apresentaram diferença visual perceptível em se tratando de vegetação e água, mas imperceptível em relação a solo e área edificada como podemos observar na Figura 3.

Figura 3 – Mapa temático proveniente do NDVI inicial dividindo-se em quinze classes, destacando as classes 10 a 15 que serão analisadas separadamente de acordo com as reclassificações. Notar que há um melhor detalhamento das feições



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2019).

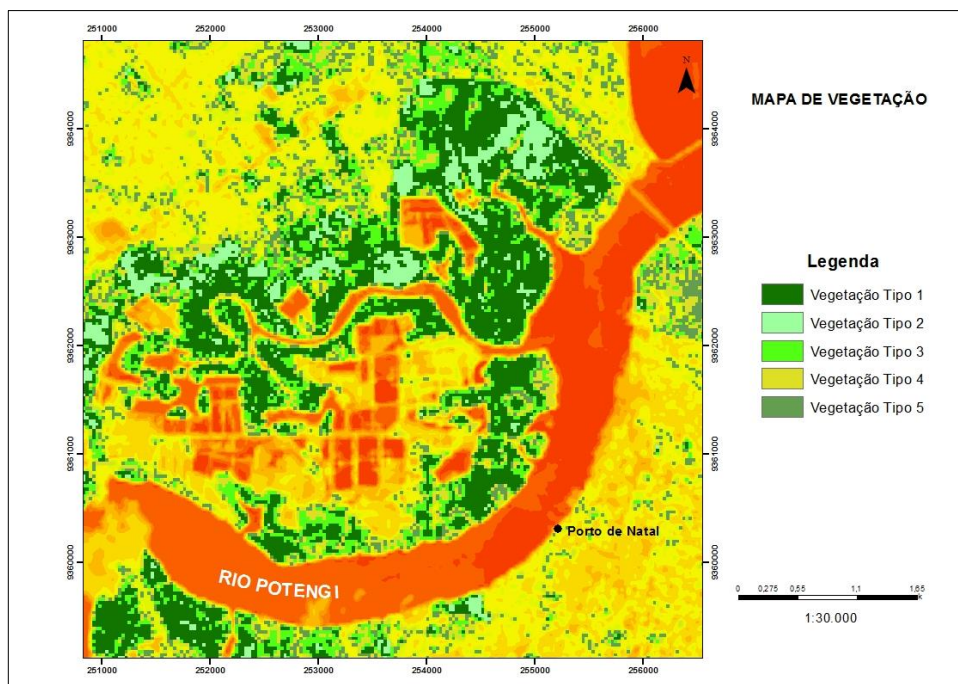
Em segundo lugar, o índice foi segmentado em 15 classes para melhor detalhamento das feições:

- Da classe 1 (-1) até 5 (-0,01 a 0,01) corresponde a água;
- Da classe 6 (0,01 a 0,08) a 7 (0,08 a 0,13) corresponde a solo exposto;
- Da classe 8 (0,13 a 0,20) a 9 (0,20 a 0,25) corresponde a área edificada;
- Da classe 10 (0,25 a 0,30) a 15 (0,67 a 1) corresponde a vegetação.

Apesar dos índices apresentarem diferenças entre os valores mínimos e máximos devido os algoritmos serem diferentes, observa-se que após a divisão das classes, os mesmos apresentaram diferença visual perceptível em se tratando de vegetação e água, mas imperceptível em relação a solo e área edificada como podemos observar na Figura 2.

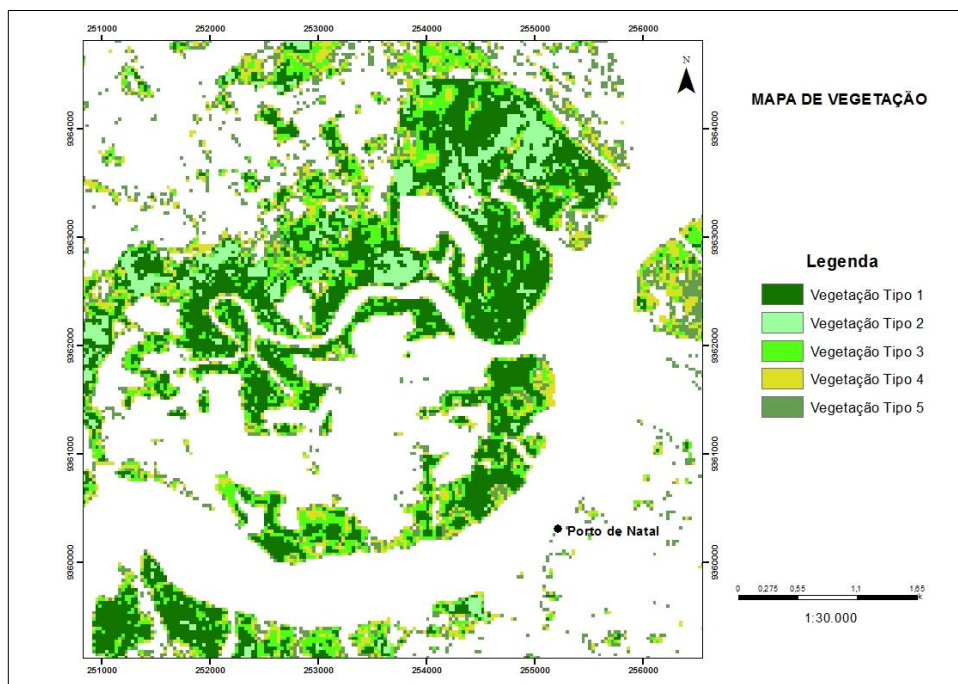
Como o alvo da pesquisa é a vegetação, então, foi feita uma reclassificação das classes alvos, compreendendo individualmente, as classes de 10 até a 15 (Figura 3). Ou seja, a separação das classes individualmente permitirá, conhecer de forma quantitativa, os tipos de cobertura vegetal presente nessa área (Figura 4, 5).

Figura 4 – Determinação dos cinco tipos de vegetação, depois de fazer a reclassificação



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2019).

Figura 5 – Realce dos cinco tipos de vegetação, depois de fazer a reclassificação



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2019)

De acordo com Boratto e Gomide (2013), os índices de vegetação podem representar o grau de densidade de uma vegetação. Dessa forma, observando-se as figuras 4 e 5, constatam-se cinco tipos de cobertura vegetal. Assim, quanto mais positivo os valores de NDVI, ou seja,

mais próximos da vegetação do tipo 1, significa áreas vegetação mais densa, resultado da preservação da mata nativa. Entretanto, quanto mais afastado da vegetação do tipo 1, caracteriza-se como bem menos densa ou rala.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia aplicada nesta pesquisa possibilitou a identificação de cinco tipos de vegetação no estuário do Rio Potengi por meio de técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI). Assim, diante aos resultados alcançados, pode-se destacar que o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) serve como indicador da cobertura vegetativa, evidenciando os tipos de coberturas vegetais (Tipo 1 a 5), água e solo exposto para a região estuarina da zona leste do município de Natal – RN. Contudo, a realização de levantamento em campo pode agregar informações a outras pesquisas, incorporando qualidade ao resultado final.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G.; TASUMI, M.; TREZZA, R.; WATERS, R.; BASTIAANSEN, W. *Surface Energy Balance Algorithms for Land (SEBAL)*. Advanced Training and users Manual, Kimberly, Idaho, v.1, p. 97. 2002.
- ANDRADE, R.; DEL' ARCO SANCHES, I.; VICTORIA, D. de C.; FURTADO, A. L. *Análise de metodologias para correção atmosférica e estimativa do albedo da superfície usando imagens Landsat 5, TM*. In: Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 2010, São José dos Campos-SP, p. 133-141.
- BORATTO, I. M. P.; GOMIDE, R. L. *Aplicação dos índices de vegetação NDVI, SAVI e IAF na caracterização da cobertura vegetativa da região norte de Minas Gerais*. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2013, Foz do Iguaçu-PR, p.7345-7352. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2007/biblioteca>>. Acesso em: março 2016.
- CRÓSTA, A. P. *Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto*. Campinas: Editora da UNICAMP, 1993.
- HUXMAN, T. E.; SMITH, M. D.; FAY, P. A.; KNAPP, A. K.; SHAW, R.; LOIK, M. E.; SMITH, S. D.; TISSUE, D. T.; ZAK, J. C.; WELTZIN, J. F.; POCKMAN, W. T.; SALA, O. E.; HADDAD, B. M.; HARTE, J.; KOCH, G. W.; SCHWINNING, S.; SMALL, E. E.; WILLIAMS, D. G. *Convergence across biomes to a common rain-use efficiency*. Nature, v. 429, n. 6992, p.651-654, 2004.
- IBGE – Manuais Técnicos em Geociências. 2012. *Manual Técnico da Vegetação Brasileira*. 2º Edição. Rio de Janeiro.
- IGAM. 2005. *Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas*. Belo Horizonte. Disponível em: <http://www.manuelzao.ufmg.br/assets/files/Textos%20mobilizacao/plano_diretor_completo.pdf>. Acesso em: abril 2016.
- JENSEN, J. R. *Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres*. São José dos Campos: Editora Parêntese, 2009.
- MONTGOMERY, G.; SCHUCH, C. *Gis Data Conversion Handbook*. Fort Collins: Gis Word Books. 1993.

MOREIRA, M. A. *Fundamentos de Sensoriamento Remoto*. São José dos Campos: Editora da INPE, 2001.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. *Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação*. São José dos Campos: Editora Parêntese, 2010.

ROUSE, J.W.; HAAS, R.H.; SCHELL, J.A.; DEERING, D.W. *Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS*. In Earth Resources Technology Satellite - 1 Symposium, 1973, Washington, p. 309-317.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). *Landsat Project Description*. 2013. Disponível em: <http://landsat.usgs.gov/about_project_descriptions.php> Acesso em: maio 2016.