

## **Análise espacial do albedo de superfície na Estação Ecológica Raso da Catarina - BA**

Iverson Lima Da Mota<sup>1</sup>;

Jocimara Souza Britto Lobão<sup>2</sup>

1. Bolsista PIBIC/FAPESB, Graduando em Geografia, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: Iverson\_mota09@hotmail.com
2. Orientadora, Departamento de Ciências Humanas e Filosofia, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: juci.lobao@gmail.com

**Abstract** This study aims to use remote sensing as a tool for understanding the environmental conditions of the Shallow Catarina Ecological Station, and it is in the northeastern state of Bahia, more specifically between the municipalities of Jeremoabo, Rodelas and Paulo Afonso (Polo of Jeremoabo), a region with a semiarid climate that contributes to enter the study area within the polygon of droughts. As the objective of this study conduct a spatial analysis of surface albedo in the Catarina Shallow Ecological Station.. To be able to perform this analysis Ecological Station (ESEC) Albedo of the surface corresponding to the reflectance of solar radiation by the Earth's surface (LIU, apud MACHADO, 2007, p.253) is used. Azevedo et. al. (1990) adds that the albedo changes demonstrates the coverage of the surface and is sensitive to the development cycle of the plant, the degree of vegetation cover, type and condition of soil moisture and air and cloud cover and so has become shown as an important technique in indicating susceptible to desertification process in semiarid regions (MACHADO, GALVÍNIO and Oliveira, 2011), (Silva et al., 2010), (Silva Lopes and Azevedo, 2005) areas. To assist in this spatial analysis of surface albedo was needed before understanding the physical and environmental conditions which is the Esec Raso da Catarina, for this thematic maps of geology, geomorphology, soils, and the use and occupation of the study area were generated.

**Palavras-chave:** remote sensing, surface albedo, ecological Station, sensoriamento remoto, albedo de superfície, estação ecológica

### **1. Introdução**

O presente estudo visa utilizar o sensoriamento remoto como uma ferramenta para a compreensão das condições ambiental da Estação Ecológica Raso da Catarina, sendo que esta se encontra no nordeste do Estado da Bahia, mais especificamente entre os municípios de Jeremoabo, Rodelas e Paulo Afonso (Polo de Jeremoabo), numa região com um clima semiárido que contribui para inserir a área de estudo dentro do polígono das secas (Figura – 1). Sendo o objetivo deste estudo realizar uma análise espacial do albedo de superfície na Estação Ecológica Raso da Catarina.

Para que se possa realizar esta análise da Estação Ecológica (Esec) será utilizado o Albedo de Superfície que corresponde à reflectância da radiação solar pela superfície terrestre (LIU, apud MACHADO, 2007, p.253). Azevedo et. al. (1990) acrescenta que o albedo demonstra mudanças da cobertura da superfície e é sensível ao ciclo de desenvolvimento da planta, ao grau de cobertura vegetal, tipo e estado de umidade do solo e do ar e a cobertura de nuvens e por isso tem-se mostrado como uma importante técnica na indicação de áreas susceptíveis ao processo de desertificação em regiões semiáridas (MACHADO, GALVÍNIO e OLIVEIRA, 2011), (SILVA, et. al, 2010), (SILVA, LOPES e AZEVEDO, 2005).

Para auxiliar nesta análise espacial do albedo de superfície foi necessário antes compreender as condições físico-ambientais que se encontra a Esec Raso da Catarina, para isto foram gerados mapas temáticos da geologia, geomorfologia, solos e uso e ocupação da área de estudo.



Figura 1. Mapa de localização da Estação Ecológica Raso da Catarina

## 2. Metodologia de Trabalho

A primeira etapa para a realização deste artigo consistiu no levantamento bibliográfico, referente à Estação Ecológica Raso da Catarina, bem como as referências necessárias que tratam do albedo de superfície no Sensoriamento Remoto.

Para a realização do estudo foi necessário realizar a aquisição das imagem óptica do sensor TM do satélite Landsat 5, resolução espacial de 30 metros, imagem esta cedida pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), cena da órbita 216, ponto 67 com data de passagem de 01 de Novembro de 2008. Logo após foi realizado o georreferenciamento desta imagem com base em outra imagem registrada disponibilizada pelo Grupo de Pesquisa Natureza, Sociedade e Ordenamento Territorial GEONAT-UEFS vinculado ao CNPq. Posteriormente foi realizada a calibração radiométrica que corresponde ao processo de conversão do número digital (ND) de cada pixel de níveis de cinza 0-255 em radiância espectral monocromática obtida conforme a equação 01. (Quadro - 01).

O processamento da imagem foi iniciado com o cômputo das refletâncias monocromática, que corresponde à razão entre o fluxo radiante refletido e o fluxo radiante incidente obtida segundo a equação 02 (Quadro – 01) (MACHADO apud ALLEN et al., 2002). O próximo passo foi o cômputo do albedo planetário que é o albedo não ajustado à transmissividade atmosférica, que é obtido pela combinação linear das reflectâncias monocromáticas, obtida pela equação 03 (Quadro – 01). Para gerar a transmissividade atmosférica foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) resolução de 30 metros, disponibilizado no site do Projeto TOPODATA (VALERIANO e ROSSETI, 2009) calculando assim a transmissividade com a utilização da equação 04 (Quadro – 01).

O cálculo do Albedo de Superfície foi realizado utilizando a equação 05 proposta por Bastiaanssen (2000) apud (MACHADO, GALVÍNCIO e OLIVEIRA, 2011). Na sequência foi realizada uma análise histogrâmica preliminar para visualizar e quantificar a distribuição areal das respectivas classes de albedo.

Tabela 1 – Equações para gerar o Albedo de Superfície

Nº	Índice	Equação	Fonte
01	Calibração Radiométrica	$L_{\lambda} = a_i + \frac{b_i - a_i}{255} ND$	MARKHAM E BAKER, (1987)
02	Reflectância	$\rho_{\lambda} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda}}{k_{\lambda} \cdot \cos Z \cdot d_i}$	ALLEN <i>et al.</i> , (2002)
03	Albedo planetário	$\alpha_{toa} = 0,293\rho_1 + 0,274\rho_2 + 0,233\rho_3 + 0,157\rho_4 + 0,033\rho_5 + 0,011\rho_7$	BASTIAANSEN, (2000)
04	Transmissividade atmosférica	$\tau_{sw} = 0,75 + 2 \cdot 10^{-5} Z$	ALLEN <i>et al.</i> , (2002)
05	Albedo de Superfície	$\alpha = \frac{\alpha_{toa} - \alpha_p}{\tau_{sw}^2}$	BASTIAANSEN, (2000)

### 3. Resultados e Discussão

Para uma compreensão inicial das condições físico-ambientais do Raso da Catarina foram gerados mapas temáticos, sendo que estas propriedades são mais homogêneas na totalidade da estação ecológica.

Segundo o Plano de Manejo da Estação Ecológica Raso da Catarina (2008), o clima da área de estudo é classificado como sendo tropical semiárido apresentando temperatura média anual superior aos 24° C, com precipitações pluviométricas bastante escassas e irregulares. Por meio no mapa de uso e ocupação do solo (Figura 2) é possível observar que a predominância da cobertura vegetal é de Caatinga arbórea e arbustiva conservada, mas existindo também áreas em que a mesma sofreu alterações humanas, ao norte do Raso da Catarina é possível identificar cicatrizes de superfícies erosivas flúvio-pluvial. É importante salientar que apesar da área do Raso da Catarina ser uma Estação Ecológica é perceptível a presença de gado bovino e caprino o que é corroborado através do mapa em questão.

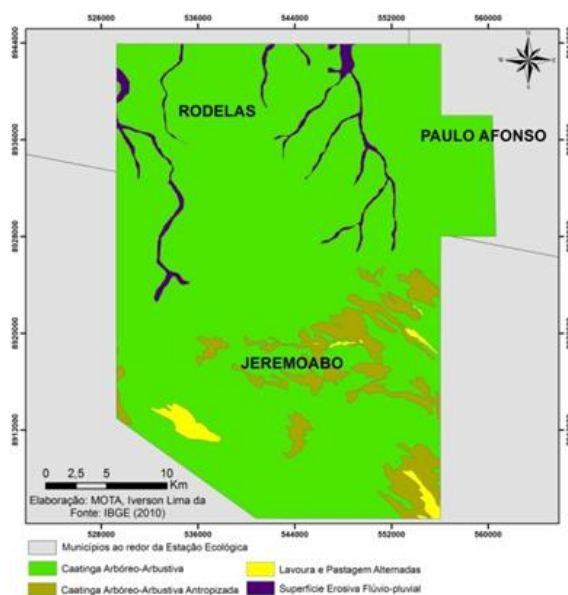


Figura 2. Mapa de uso e ocupação do solo da Estação Ecológica Raso da Catarina

Quanto a geologia da Estação Ecológica Raso da Catarina (Figura 3) há predominância de rochas sedimentares (Arenito, Calcário, Conglomerado, Folhelho, Siltito, Ritmito, Rocha Carbonática), pois segundo o Plano de Manejo (2008), a área em questão está situada na Bacia Sedimentar de Tucano, que é constituída por um complexo sedimentar de formação Marizal atribuído ao período Cretáceo, responsável pela constituição do baixo platô.

Oliveira (1983) *apud* Paes e Dias (2008) afirma que “as formações rochosas que caracterizam a geologia da área são, por ordem de importância: a formação Marizal, a formação São Sebastião, a formação Candeias e a formação Ilhas”.

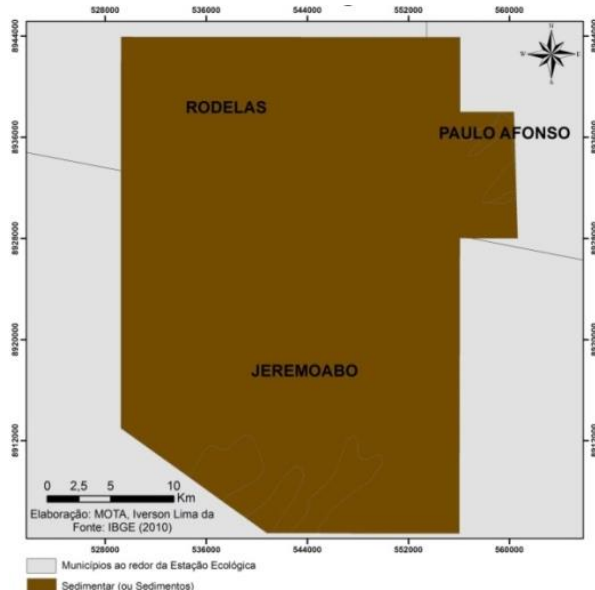


Figura 3. Mapa de geologia da Estação Ecológica Raso da Catarina

As formações geomorfológicas se apresentam principalmente por meio dos Tabuleiros em quase toda a área da Esec (Figura 4):

“[...] Esse platô possui uma superfície semi-estável que segue paralela ou levemente discordante com a altitude das camadas da bacia e está totalmente coberta com uma superfície arenosa, permeável, coberta com uma superfície arenosa, permeável, que favorece a rápida infiltração das águas pluviais, o que torna quase ausente o escoamento superficial. Esse setor do Raso é bem significativo por tratar-se da área de divisor de águas das duas principais bacias hidrográficas da região: a bacia do Submédio São Francisco e a do rio Vaza-Barris.” (Plano de Manejo, 2008)

Mas também são encontradas no nordeste e ao sul formas de dissecação que se originaram das alterações dos cursos dos rios, gerando assim meandros abandonados e braços mortos. Segundo o Plano de Manejo (2008), isso acontece devido aos processos de erosão e lixiviação das vertentes sulcadas em ravinas e de pequenos vales, que levaram o material oriundo do solo para o fundo do vale, tornando-os chatos, rasos e arenosos. Os aplanamentos embutidos também são encontrados junto as formas de dissecação, constituem num relevo plano em forma de tabuleiros que se encontra em algumas áreas é fortemente entalhada por pequenos vales secos e ravinas.

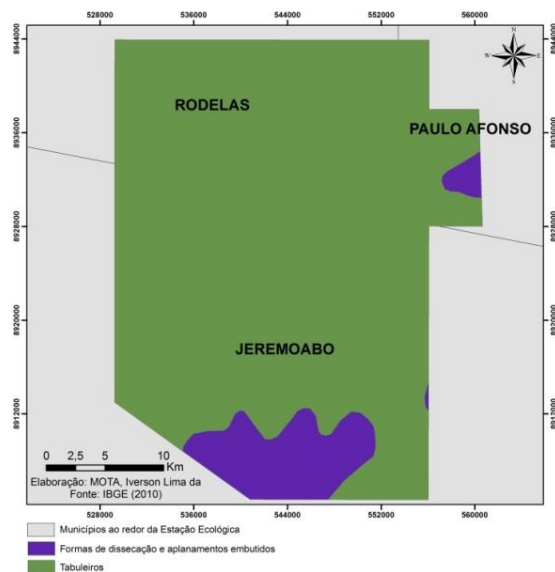


Figura 4. Mapa de geomorfologia da Estação Ecológica Raso da Catarina

O tipo de solo predominante no Raso da Catarina é o Neossolo Quartzarênico (Figura 5), sendo este pobre em matéria orgânica e apresentando grande quantidade de minerais de quartzo em sua fração granulométrica, constituído de um material bastante inconsolidado devido à ausência de argila, o que contribui para a presença de ravinamentos e voçorocas, nestas porções da Esec.

“Solos sem contato lítico dentro de 50 cm de profundidade, com sequência de horizontes A-C, porém apresentando textura areia ou areia franca em todos os horizontes até, no mínimo, a profundidade de 150 cm a partir da superfície do solo ou até um contato lítico; são essencialmente quartzosos, tendo nas frações areia grossa e areia fina 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala e, praticamente, ausência de minerais primários alteráveis (menos resistentes ao intemperismo)”. (Sistema brasileiro de classificação de solos, EMBRAPA 2006)

Os Neossolos Litólicos se encontram em menor proporção que os Quartzarênicos, são encontrados em parte do nordeste e no sul da Esec Raso da Catarina.

“Solos com horizonte A ou hístico, assentes diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C ou Cr ou sobre material com 90% (por volume) ou mais de sua massa constituída por fragmentos de rocha com diâmetro maior que 2 mm (cascalhos, calhaus e matacões), que apresentam um contato lítico típico ou fragmentário dentro de 50 cm da superfície do solo. Admite um horizonte B em início de formação, cuja espessura não satisfaz a qualquer tipo de horizonte B diagnóstico.” (Sistema brasileiro de classificação de solos, EMBRAPA 2006)

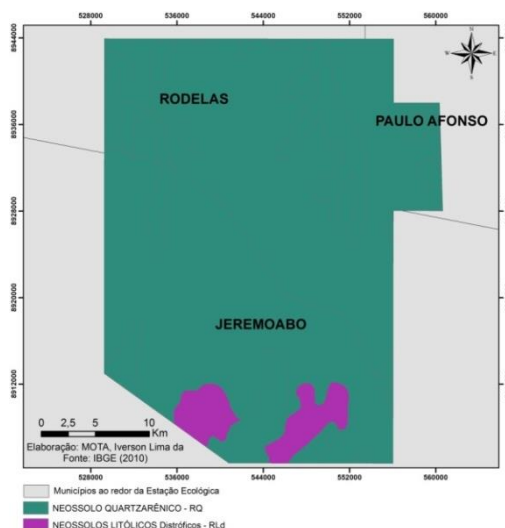


Figura 5. Figura 4. Mapa de solos da Estação Ecológica Raso da Catarina

Para realizar a análise do albedo de superfície da Esec Raso da Catarina foram atribuídas dez classes (Figura 6; Tabela 2), sendo que a primeira classe corresponde aos corpos negros que são locais onde a energia eletromagnética foi mais absorvida do que refletida, com valores menores que 0,02 representam as sombras do relevo e das nuvens, mas também indícios de queimadas, pois corresponde às áreas de lavouras e pastagens alternadas (Figura – 02) no sul da Esec, assim sendo este é um primeiro indicio de que a Estação Ecológica Raso da Catarina vem sofrendo degradação ambiental.

A segunda classe com valores de 0,02 a 0,09 corresponde aos locais com a presença de lavouras e pastagens alternadas, bem como onde a Caatinga apresenta estratos arbóreos e arbustivos encontrando-se nestes locais com certo grau de antropização fechada, concentrando-se principalmente no sul e sudeste da Esec na porção que está dentro do município de Jeremoabo. Valores entre 0,09 a 0,13 foram classificados também como Caatinga conservada com estratos arbóreos e arbustivos.

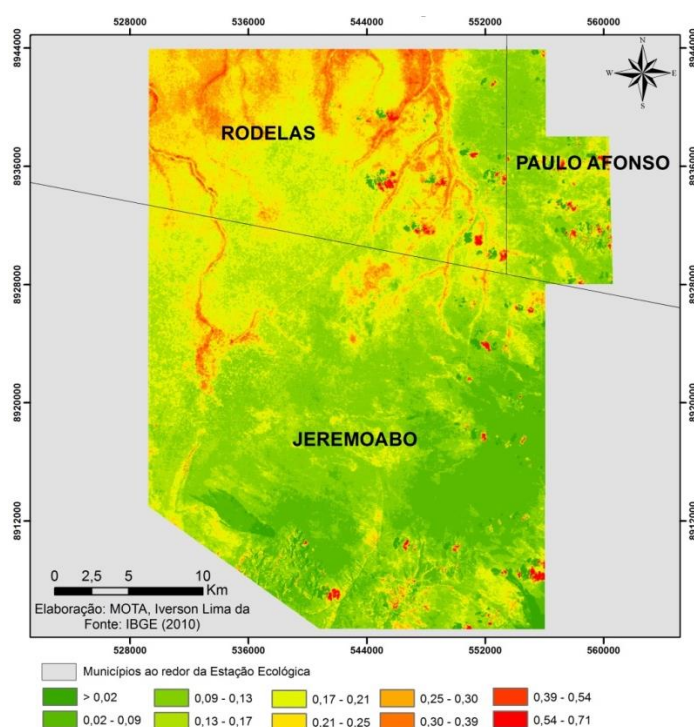


Figura 6. Albedo de Superfície da Estação Ecológica Raso da Catarina

A primeira classe dentre as quais apresentaram valores intermediários de albedo de superfície (0,13 – 0,17) correspondem aos locais de Caatinga aberta apresentando estratos arbóreos e arbustivos. Enquanto que os valores entre 0,17 – 0,21 são locais próximos aos canais de drenagens onde a vegetação encontra-se mais aberta e o solo encontra-se exposto sem nenhuma cobertura vegetal herbácea. Entre 0,21 e 0,25 foram classificadas as áreas identificadas como solo exposto, clareiras em meio a Caatinga.

<b>Valores mínimos de Albedo de Superfície</b>	< 0,02	Lavoura e pastagem alternada (Queimadas) Sombra do relevo e de nuvens
	0,02 – 0,09	Caatinga Arbórea e Arbustiva Lavoura e pastagem alternada
	0,09 – 0,13	Caatinga Arbórea e Arbustiva
<b>Valores intermediários de Albedo de Superfície</b>	0,13 – 0,17	Caatinga Arbórea e Arbustiva esparsa
	0,17 – 0,21	Caatinga Arbórea e Arbustiva
	0,21 – 0,25	Áreas com solo exposto em meio a Caatinga
<b>Valores máximos de Albedo de Superfície</b>	0,25 – 0,30	Áreas com solo exposto próximo das drenagens
	0,30 – 0,39	Encostas desnudas ou pouco vegetadas das superfícies erosivas flúvio-pluvial
	0,39 – 0,54	Fundo dos vales com solo exposto
	0,54 – 0,71	Topo de nuvens

As classes dos valores máximos de albedo de superfície foram encontradas principalmente na porção norte da Esec Raso da Catarina, onde é forte a presença de superfícies erosivas flúvio-pluvial (Figuras – 2 e 6), por conta desta erosão a cobertura vegetal não se desenvolve com tanta facilidade quanto nas áreas mais aplainadas. A primeira classe dos valores mais elevados é encontrada a partir de 0,25 – 0,30 correspondem às áreas próximas as drenagens, são locais onde a reflectância é mais elevada devido ao esparçamento da vegetação. Os valores entre 0,30 a 0,39 foram identificados como sendo locais com encostas desnudas ou pouco vegetadas, locais estes que correspondem exatamente às superfícies erosivas do norte da Esec, enquanto que os fundos dos vales que tem solo exposto apresentaram valores de albedo de superfície de 0,39 a 0,54. Os topos das nuvens representaram ruídos para a análise do albedo de superfície, foram encontrados valores acima de 0,54 até 0,71, porém estes valores não foram considerados na análise uma vez que não nos oferece informações acerca das condições que se encontra a superfície terrestre.

#### 4. Conclusões

Os maiores valores de albedo encontrados na Estação Ecológica Raso da Catarina estão relacionados às superfícies que são constantemente erodidas pelas atividades flúvio-pluvial, mas também em locais onde ocorre a degradação da Caatinga, onde esta é retirada para diversos objetivos desde a utilização da madeira como lenha até o cultivo agrícola e/ou criação animal. Locais com queimadas no sul da Esec apresentaram baixos valores de albedo isto ocorre devido à coloração escura das plantas queimadas, no momento em que a energia

eletromagnética atinge essas áreas queimadas que correspondem a corpos escuros a energia é bastante absorvida, sendo apenas uma pequena parcela refletida. Demais locais que apresentaram baixos valores de albedo de superfície diz respeito à Caatinga que se encontra conservada e bastante fechada, apresentando tanto estratos arbóreos como arbustivos. Na medida em que a Caatinga vai ficando mais espaçada maior será o albedo, pois assim a energia solar atingirá diretamente o solo desnudo, sendo que os solos da Esec Raso da Catarina são compostos principalmente por grãos de quartzos, estes solos apresentam pouca matéria orgânica e possuem macro poros o que facilita a infiltração da água dificultando assim a retenção da mesma, esta menor disponibilidade de água e matéria orgânica no solo irá acarretar numa maior reflectância da energia solar, ocasionando assim maiores valores de albedo de superfície.

O Raso da Catarina apesar de ser uma Estação Ecológica vem sendo de certa forma degradada, isto fica evidente devido a Caatinga estar antropizada e a presença de animais dentro da Esec, estes animais promovem o pisoteamento do solo por onde passam e repousam, causando desta forma a redução da capacidade de retenção do ar bem como a absorção de água no solo, modificando assim a capacidade deste de desenvolver a vegetação, influenciando assim na elevação da energia refletida.

Assim sendo o Sensoriamento Remoto com o albedo de superfície podem ser utilizados como importantes ferramentas para compressão e o monitoramento da vegetação em regiões semiáridas, uma vez que este permite a análise espacial das condições de reflectância da energia solar pela superfície terrestre.

## Referências Bibliográficas

ALLEN, R. G.; TASUMI, M.; TREZZA, R. SEBAL (Surface Energy Balance Algorithms for Land), **Advanced training and users manual**. Idaho: Implementation, v.1.0. 2002.

Jensen, J.R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente – Uma Perspectiva em Recursos Terrestres**. São José dos Campos: Parêntese, 2009.

MACHADO, Célia Cristina Clemente; GALVÊNCIO, Josiclê da Domiciano; OLIVEIRA, Tiago Henrique de. **Análise espacial e temporal do IVAS e do Albedo da superfície no município de São José do Sabugi – PB**. Geografia, Rio Claro, v. 36, n. 2, p. 359-369. 2011.

Paes, M. L. N.; Dias, I. F. O. **Plano de manejo: Estação Ecológica Raso da Catarina** – Brasília: Ibama, 2008.

SILVA, Bernardo Barbosa da; LOPES, Gláucia Miranda; AZEVEDO, Pedro Vieira de. Determinação do albedo de áreas irrigadas com base em imagens Landsat 5-TM. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Piracicaba, SP, v. 13, n. 2, p. 11-21, 2005

SILVA, Ana Paula Nunes da, et al. Albedo de superfície estimado a partir de imagens Landsat 5 – TM no semiárido brasileiro. **Revista de Geografia**, Recife, v. 27, n. 1, p. 154-168. 2010.

**Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. – Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI, 2006.