

EXPLORAÇÃO ENERGÉTICA NA BACIA POTIGUAR DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE: AS ALTERAÇÕES DO ALBEDO SUPERFICIAL EM ÁREAS DE EXPLORAÇÃO PETROLÍFERA *ONSHORE* E DEMAIS FONTES RENOVÁVEIS

Energy Exploration In The Potiguar Basin Rio Grande Do Norte State: The Changes Of Albedo Surface In Oil Exploration Areas Of Onshore And Other Renewable Sources

Alves, Agassiel de Medeiros¹; Amaro, Venerando Eustáquio¹
agassiel@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A Bacia Potiguar (BP) é considerada o maior campo atualmente de exploração petrolífera continental do Brasil, e tem no estado do RN uma área estimada de 16.903,9 km², o que corresponde a 34,5% da área total de cerca de 49.000 km², destes 27.000 km² offshore, e 22.000 km² *onshore*, divididos entre os estados de CE e RN. (AnP, 2014)

Está localizada em uma região de clima semiárido, com subclassificação na área central de semiárido severo, com a excepcionalidade da conexão entre a zona costeira e a caatinga (savana), com clima seco e quente, temperaturas acima de 25°C e médias pluviométricas anuais inferiores a 600 mm. O processo natural de desertificação se faz presente nesta região sendo alterado sob a ação antrópica ali existente. (ANDRADE, 1973, p.153)

Baseando-se na necessidade do acompanhamento das variações climáticas e seus sistemas relacionados, o controle de índices de albedo faz-se necessário por se tratar de um relevante índice de refletância de radiação solar. O foco da interpretação do índice de albedo é feito em escala superficial da atmosfera (ToA) e o índice de albedo das superfícies.

O albedo é um conceito associado à refletância da radiação solar pela atmosfera, onde cerca de 30% da radiação, principalmente de ondas curtas, é refletida de volta ao espaço. É considerado um importante indicativo das mudanças climáticas globais.

¹ UFRN/CCET, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia do Petróleo, Natal-RN

Em termos climáticos locais e regionais, o índice de albedo superficial é uma variável significativa na análise nas demais (temperatura, umidade, precipitação, evapotranspiração). A principal moduladora do albedo atmosférico / superficial é a cobertura de nuvens, associado à composição de aerossóis atmosféricos e do grau de incidência dos raios solares de acordo com a localização da área em análise. (VEISSID; PEREIRA, 2000

Concomitantemente, encontra-se nesta região a exploração de recursos energéticos renováveis como a cana-de-açúcar, lenha natural, termoelétrica e usinas eólicas (MME, 2012), cujo conjunto apresenta diferentes formas de interação ecossistêmica e impactos ambientais significativos. As usinas de exploração solar encontram-se em fase de testes e avaliação.

Na realidade da área de estudo, as mudanças no albedo de superfície originadas exploração de biomassas (desmatamentos) e processos indicativos de desertificação, além de alterações na composição atmosférica, por introdução de aerossóis e gases, provenientes da queima da biomassa constituem componentes importantes para o controle desse balanço energético da atmosfera. (ECK et al., 1998).

Considerando os aspectos naturais relativos ao bioma caatinga, que compõe a quase totalidade da área da Bacia Potiguar *onshore*, de caráter semiárido, os índices de albedo representam uma importante variável a ser observada no cômputo da evolução climática, em face de suas estruturas naturais e demais relações de ação antrópica ali estabelecidas.

2. OBJETIVO

Esta pesquisa baseia-se inicialmente na análise do albedo, como relevante fator do balanço de energia, da superfície terrestre relacionado aos campos de produção *onshore* existentes nos limites da Bacia Potiguar no estado do Rio Grande do Norte, além das demais fontes de exploração energética.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Utilizando-se de técnicas de sensoriamento remoto e SIG, o levantamento dos dados necessários para a observação dos níveis de albedo superficial da Bacia Potiguar no RN baseou-se no processamento das imagens do satélite Landsat 8, fornecidas pela USGS (2013).

Foram utilizadas cinco cenas para cobrir toda a área em análise, 216/063(159), 216/064(191), 215/063(152), 215/064(152) e 214/064(161). As datas selecionadas foram as de maior proximidade ao período de afélio do ano no mês de julho, e que possuíam a menor cobertura de nuvens (<7%).

O trabalho de campo realizado permitiu o levantamento de campo de pontos de georreferência para garantir a precisão espacial das informações associadas ao sistema de projeção WGS-84, o que garantiu uma precisão de 7,64m para as imagens em análise com uma resolução de 30x30m por pixel.

A partir da composição das cenas na combinação RGB-I foi possível destacar as diferentes estruturas de vegetação, áreas exploradas, solo exposto, variações de solo, reservas hídricas e demais formas de ocupação humana.

Foram utilizadas ainda como fontes complementares de informação as imagens de alta resolução do satélite Rapideye e Topodata (MMA, 2014), para averiguação de questões da classificação das imagens. Os dados referentes aos campos de exploração, poços instalados e gasodutos foram obtidos junto ao Banco de Dados de Exploração e Produção – BDEP da Agência Nacional de Petróleo (AnP, 2014).

Através do método GeoBia (Geographic Object Based Image Analysis), foi possível fazer uma leitura panorâmica de toda a refletância proveniente da superfície da Bacia Potiguar em uma perspectiva regional na análise as variações através de análises comparativas entre áreas preservadas e demais atividades desenvolvidas. O método baseia-se no cálculo de refletância com correção atmosférica.

$$R_{\text{earth}} = R_{\text{sat}} - (R_{\text{scatter}} - 0.01) \quad [1]$$

Onde,

R_{earth} : Refletância da superfície da terra

R_{sat} : Refletância do ToA

$$R_{\text{sat}} = \frac{(DN - 0.0002) - 01}{\cos SZ} \quad [2]$$

Onde,

DN = número digital;

cos SZ = cosseno de 90° – grau de elevação solar;

R_{scatter} : Reflectância dispersa na atmosfera

$$R_{\text{scatter}} = \frac{(DN_{\text{min}} - 0.0002) - 01}{\cos SZ} \quad [3]$$

Onde,

DN_{min} = valor mínimo de DN;

Cos SZ = cosseno de 90° – grau de elevação solar;

A partir da utilização do sistema de correção 6S (ANTUNES et al, 2014, p. 03) foi empregada a correção das bandas 2,3,4,5,6 e 7, sendo subdivididas nas faixas 2,3,4 (visível), 5 (infravermelho próximo), 6 e 7 (infravermelho médio). Os itens de observação deste método são baseados na utilização das seguintes variáveis: ângulo solar, ângulo zenital, distância terra-sol, cobertura de aerossóis e modelo de atmosfera.

A correção atmosférica foi feita individualmente nas bandas, o que propiciou uma expressiva interpretação através de três etapas: Calibração e radiância, Correção atmosférica (ToA), e por último a mensuração do albedo superficial através do método Liang (2000). A partir dos seguintes algoritmos:

Calibração e radiância:

$$L_{\lambda} = \frac{L_{\text{max}} - L_{\text{min}}}{Q_{\text{cal max}} - Q_{\text{cal min}}} (Q_{\text{cal max}} - Q_{\text{cal min}}) + L_{\text{min}} \quad [4]$$

Onde,

L_{λ} : Valor de radiância

L_{max} : Valor máximo de radiância (W/Ester-radiano/m²/μm)

L_{min} : Valor mínimo de radiância (W/Ester-radiano/m²/μm)

$Q_{\text{cal max}}$: Valor máximo de níveis de cinza utilizados na quantização dos dados

$Q_{\text{cal min}}$: Valor mínimo de níveis de cinza utilizados na quantização dos dados

Correção atmosférica:

$$\rho_{ap} = \frac{\pi \times L_{\lambda} \times d^2}{E_{sol} \times \cos\theta_s} \quad [5]$$

Onde,

π : ângulos sólido em esterradiano;

L_{λ} : Valor de Radiância;

d : distância sol-terra em unidades astronômicas (UA);

E_{sol} = irradiância solar para uma dada banda em $W/m^2/\mu m$;

4. RESULTADOS

A partir dos resultados iniciais obtidos com a aplicação das técnicas GeoBia e 6S + Liang (2000), foi possível observar as seguintes considerações:

A área em análise possui um nível de refletância baseado no albedo superficial associado ao estimado por Otterman (1977), no item "floresta soltando folhas durante uma estação seca, cerrado e semideserto" com albedo médio estimado em 0,18.

Considerando-se o índice de albedo de zonas desérticas (0,30), a área analisada encontra-se em nível inferior, em se considerando dados das bandas VIS/IR-P/IR-M (0,1571) e mais próximas em relação ao VIS/IR-P (0,2066), fato este associado ao nível de condições naturais preservadas e suas propriedades físico-químicas naturais após período de maior pluviosidade na região (jan-jun). Através da utilização de pontos de controle: áreas de vegetação preservada, cobertura de nuvens, sombra de nuvens, depósitos de salinas e áreas urbanas, foi possível analisar comparativamente os índices de albedo relativo a estas áreas com diferentes tendências de variação.

Nas regiões de caatinga preservada, a tendência de menores índices apresenta-se na faixa de 0,10 a 0,15. Segundo Otterman (1977), a média de albedo relativo a florestas em áreas tropicais semiáridas é de aproximadamente 0,14.

5. DISCUSSÃO

A observação dos índices banda por banda proporcionou a integração das faixas

do espectro eletromagnético do visível, infravermelho próximo e infravermelho médio, o que demonstraram que as faixas de curta frequência apresentam uma significativa tendência indicativa dos valores de albedo da área em análise, proporcionando uma quantificação mais precisa das áreas analisadas.

No campo das fontes de energia consideradas renováveis, na área de estudo são encontradas três subdivisões: biomassa, termoelétrica, eólica e solar.

Biomassa - baseada principalmente na utilização da vegetação nativa para a produção de lenha, esta apresenta os seguintes impactos observados: desmatamento; avanço do processo de desertificação; aumento dos índices de evapotranspiração; diminuição os potenciais de microfauna pedológicos; impactos micro/meso climáticos em relação à temperatura e umidade do ar; altos níveis de concentração de agentes químicos na atmosfera; aumento dos índices de albedo.

Energia eólica - embora seja ainda considerada por muitos como a forma de geração de energia mais limpa, possui os seguintes critérios de impactos ambientais considerados internacionalmente: ruídos de turbina de vento (db); interferência eletromagnética; alterações nas correntes de vento e aviação; impacto visual; impactos sobre as aves migratórias; fatores ambientais adicionais (erosão, fauna, flora e sombra *flicker*). (Boyle, 2012)

Energia solar - apresenta-se como a última forma de energia a ser explorada na região, devido aos altos custos de implantação, e seus impactos estão associados a: uso da terra; uso da água; materiais perigosos. (UCSUSA, 2013)

As usinas termoelétricas existentes na região atuam com a queima de gás natural, provenientes dos poços de petróleo. Em outras áreas do estado há termoelétricas utilizando óleo diesel e até mesmo o bagaço de cana-de-açúcar como fonte de geração de energia elétrica.

6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos indicam que as áreas de exploração petrolífera analisadas apresentam variação dos índices de albedo superficial em termos de alteração de valores do albedo superficial pouco significativos em relação às alterações

associadas a outras atividades antrópicas existentes na região (agropecuária, zonas urbanas, e exploração de demais recursos naturais).

O processo de quantificação destas áreas de alteração ainda está em andamento, até agora já foram identificados 12 campos de exploração de petróleo com alterações no nível de albedo e além das áreas associadas à exploração de biomassa e eólica.

As relações entre as estruturas geossistêmicas que compõe a área de estudo devem ser levadas em consideração a fim de observar as causas de alterações de índices de albedo superficial em áreas de exploração cuja mesma técnica foi aplicada, no mesmo período e que apresentem diferentes valores. Os exemplos que se destacam são os referentes às áreas de exploração na planície costeira e nos tabuleiros costeiros e interioranos

Alternativas energéticas consideradas renováveis, como a exploração de biomassa da lenha, apresentam impactos aos geossistemas aonde a exploração ocorre de forma desordenada, propiciando alterações cíclicas de mudanças de suas características naturais. A perspectiva mais promissora parte para a utilização de tecnologias eólicas e solar em larga escala, convergindo para a utilização generalizada da energia elétrica.

7. REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. C. **The semiard coastal region of northeastern Brasil**. In: AMIRAN. D. H. K.; WILSON. A. W. Coastal Deserts: the natural and human environments. The University of Arizona Press: Tucson, 1973.
- ANGELIM, Luiz Alberto de Aquino. **Geologia e recursos minerais do Estado do Rio Grande do Norte**. Recife: CPRM, 2007.
- ANTUNES, M. A. H.; FREIRE, R. M. B.; BOTELHO, A. S.; TONIOLLI, L. H. **Correções atmosféricas de imagens de satélites utilizando o modelo 6S**. Disponível em: <http://www.researchgate.net/publication/255635015_correes_atmosfricas_de_imagens_de_satlites_utilizando_o_modelo_6s>. Acesso em 13.02.2014
- ANP. BDEP. **Banco de Dados de Exploração e produção**. Disponível em: <<http://app.anp.gov.br/webmaps/>> Acesso em 15.08.2014
- BOYLE, G. **Renewable Energy**. 3 ed. England: Oxford University Press, 2012, 470pp
- BRASIL, MME. Ministério das Minas e Energia, EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Balanço Energético Nacional 2013**: ano base 2012. Rio de

Janeiro: EPE, 2013

_____. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2020**. Brasília: MME/EPE, 2011

ECK, T.F., BRENT, H. N., SHUTSKER, I. & SETZER, A. **Measurements of irradiance attenuation and estimation of aerosol single scattering albedo for biomass burning aerosols in Amazonia**. Journal Geophys. Res. 103 (D24): p.865-878. 1998

FADIGAS, E. A. F. A. ; REIS, L. B. ; CARVALHO, C. E. **Energia, Recursos Naturais e a Prática do Desenvolvimento Sustentável**. São Paulo: Manole, 2005

LIANG, S. **Narrowband to broadband conversions of land surface albedo – I Algorithms**. Remote Sensing of Environment, 76:213-238, 2000.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Geocatálogo**. Disponível em <<http://www.geocatatalogomma.com.br/>> Acesso em 13.7.2014

MME. Ministério das Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética.

Balanco Energético Nacional 2012: ano base 2010. Rio de Janeiro: EPE, 2012

OTTERMAN, J. **Anthropogenic impact on the albedo of the earth**. In: Climatic Change 1. Dordrecht, (1977) p. 137-155., Israel

UCSUSA. **Environmental Impacts of Solar Power**. Disponível em:

<http://www.ucsusa.org/clean_energy/our-energy-choices/renewable-energy/environmental-impacts-solar-power.html> Acesso em: 18 ago. 2013 às 16:35

USGS - Geological Survey. **Cenas do satélite Landsat-8**: Disponível em <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em 15.10. 2013.

VEISSID, N.; PEREIRA, E. B. **Estimativa do albedo planetário empregando dados do experimento célula solar do satélite brasileiro SCD2**. Brazilian Journal of Geophysics, Vol. 18(1), p. 26. 2000.
