

## VI-059 – PANORAMA SÓCIO AMBIENTAL DAS ÁREAS SUSCEPTÍVEIS A DESERTIFICAÇÕES NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

**Aurélio Azevedo Barreto Neto**<sup>(1)</sup>

Engenheira de Minas pela UFBA. Mestre em Geociências pela UNICAMP. Doutor em Ciências pela UNICAMP.

**Anthony Fabriz Marchesi**<sup>(1)</sup>

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pelo IFES.

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Avenida Vitória, xxxx - Jucutuara - Vitória - ES - CEP: 30310-760 - Brasil - Tel: (7) 3331-2237  
e-mail: [aurelio@ifes.edu.br](mailto:aurelio@ifes.edu.br)

### RESUMO

Ao longo do tempo o homem tem ocupado áreas sem o devido planejamento. A falta de planejamento no uso e ocupação do solo, a prática de atividades agropecuárias sem o uso de técnicas conservacionistas de solo e água e a não observância e consideração da aptidão natural do meio ambiente, tem levado muitas áreas rurais do estado do Espírito Santo a sofrerem um processo de degradação dos solos e dos recursos hídricos. Este processo também tem características e influências associadas a índices socioeconômicos. O PAN-Brasil por sua vez definiu 24 municípios no estado do Espírito Santo como áreas susceptíveis a desertificação (ASD) levando em consideração a proximidade de áreas semiáridas e fatores políticos e socioeconômicos determinados em décadas passadas. Desta forma o presente estudo realizou um panorama ambiental e socioeconômico das áreas de desertificação no ES utilizando-se dos dados de índice de aridez (IA), índice de qualidade da água (IQA), crescimento populacional, população urbana, Produto Interno Bruto (PIB), rendimento médio mensal, taxa de mortalidade infantil, taxa de analfabetismo, índice de desenvolvimento humano municipal, e avaliadas as produções agrícola de café e pecuária bovina. O IA apresentou o clima subúmido úmido para todo o ES, apesar da menor pluviosidade e maior evapotranspiração encontradas nos municípios das áreas susceptíveis a desertificação (ASD). O IQA apresentou-se em sua maioria nas classes Boa e Ótima, entretanto, a rede de análise apresentou uma lacuna de pontos de medição na região das ASD do ES. Os dados socioeconômicos por sua vez evidenciaram a relação das ASD a índices socioeconômicos inferiores, apresentando principalmente um crescimento populacional e um PIB menor, e uma taxa de analfabetismo maior.

**PALAVRAS-CHAVE:** Desertificação, Áreas Susceptíveis a Desertificação, Espírito Santo, Panorama Sócio-Econômico-Ambiental.

### INTRODUÇÃO

A falta de planejamento no uso e ocupação do solo, a prática de atividades agropecuárias sem o uso de técnicas conservacionistas de solo e água e a não observância e consideração da aptidão natural do meio ambiente, tem levado muitas áreas rurais do estado do Espírito Santo a sofrerem um processo de degradação dos solos e dos recursos hídricos. A degradação deste capital natural tem como consequência a perda da fertilidade dos solos, intensos processos erosivos, assoreamento de corpos d'água e uma dificuldade para fixação da vegetação. Esses fatores alinhados as alterações climáticas tais como, a falta de chuva, redução da umidade do ar e aumento da incidência solar tem contribuído para a intensificação dos processos de desertificação no Estado.

São consideradas áreas secas as áreas tropicais e temperadas com índice de aridez (IA) menor que 0,65. Atualmente essas áreas cobrem 41% da superfície do planeta e são habitadas por 35% da população global. Essas áreas possuem uma população de mais de 2 bilhões de habitantes, com 90% dessa população vivendo em países em desenvolvimento. Algumas destas regiões estão sob insegurança alimentar e apresentam baixa qualidade de vida, estando propensas a uma desertificação acelerada (D'ODORICO *et al.*, 2013). Desses 41% de áreas secas do planeta, 15% estão na América Latina, 66% na África, 40% na Ásia e 24% na Europa. Desse total, 71% localizam-se em países em desenvolvimento (NIEMEIJER *et al.*, 2005)

O estado do Espírito Santo sofreu nas últimas décadas um processo acelerado de desmatamento, restando atualmente apenas 12% de remanescentes da mata atlântica (INPE, 2014), que se encontram dispersos em pequenos fragmentos florestais. Conforme dados apresentados pela Cedagro (2012), para o ano base de 2010, 8,54% das terras do Estado estão degradadas, sendo que, destes 8,54%, 16,65% correspondem ao percentual de áreas agrícolas degradadas. Essas áreas tornaram-se degradadas principalmente devido as atividades de cultura do café e pastagens, tanto na fase do desmatamento para a sua implementação como também no manejo inadequado.

O objetivo desse trabalho foi realizar um panorama sócio ambiental das áreas susceptíveis a desertificação e compara-las com áreas não susceptíveis visando um melhor entendimento da dinâmica dos processos de desertificação no estado do Espírito Santo.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados nesta pesquisa foram: Imagens do sensor MODIS contendo dados da temperatura da superfície terrestre. Dados pluviométricos adquiridos no portal Hidroweb®, disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA). Dados do Índice de Qualidade da Água (IQA) adquiridos na Agência Estadual de Recursos Hídricos do Espírito Santo (AGERH). Dados socioeconômicos municipais referentes ao índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) e taxa de alfabetização, obtidos no IBGE.

Esta pesquisa foi realizada no período de 2001 a 2013, devido a disponibilidade dos dados do sensor MODIS, lançado em 2000. Para a análise de comparação entre os municípios, optou-se, nesta pesquisa, por dividir os municípios em duas classes: (i) municípios pertencentes as ASD (24 municípios), denominados áreas ASD e; (ii) municípios não pertencentes as ASD (54 municípios), denominados NASD.

Os dados pluviométricos passaram por uma avaliação, em planilha eletrônica, para identificação de falhas nos dados, ou seja, ausências de medições. Nas falhas encontradas utilizou-se o método da ponderação regional definido por Tucci (2009). Na sequência os dados foram interpolados pelo método de interpolação *Inverse Distance Weighted* (IDW), por apresentar menor erro médio quadrático em dados de precipitação (Magalhães et al., 2013).

Os dados de temperatura da superfície terrestre foram obtidos de imagens do sensor MODIS, produto MOD11C3, que foram processadas e mosaicadas no software MRT (*MODIS Reprojection Tool*) desenvolvido pela NASA. Como existe uma diferença entre a temperatura da superfície terrestre (imagens MODIS LST) e as temperaturas medidas em estações climatológicas (estas estações registram a temperatura do ar acima da superfície), fez-se necessário a realização de um ajuste desenvolvido por Barreto-Neto e Marchesi (2012) visto que a metodologia utilizada para o cálculo do IA utiliza dados de temperatura do ar e não da superfície do solo.

Com os dados de temperatura ajustados a evapotranspiração foi calculada utilizando o método de Thornthwaite (1941), método esse definido como padrão pela UNCCD e que utiliza a Equação 1.

$$EP = 16,2 \left( 10 \times \frac{T}{I} \right)^a \quad \text{equação (1)}$$

Onde  $EP$  é a evapotranspiração potencial (mm/mês),  $T$  a temperatura média mensal (°C) e  $I$  o índice de calor anual, obtido pelo somatório dos 12 índices  $i$  (um para cada mês do ano), utilizando a Equação 2.

$$I = \sum i_j \quad (\text{com valores de "j" entre 1 e 12}) \quad \text{equação (2)}$$

Onde  $i_j$  é calculado pela Equação 3, com  $t_j$  sendo a temperatura mensal e  $a$  pela Equação 4.

$$i_j = \left( \frac{t_j}{5} \right)^{1,514} \quad \text{equação (3)}$$

$$a = 675 (I \cdot 10^{-3})^3 - 77,1 (I \cdot 10^{-3})^2 + 1,792 (I \cdot 10^{-3}) + 0,49329 \quad \text{equação (4)}$$

Para o cálculo da evapotranspiração de cada mês foi necessário gerar um mapa do índice de calor ( $I$ ) e um mapa do parâmetro  $a$  para cada ano. Posteriormente foram gerados mapas anuais da evapotranspiração (15 mapas) a partir das evapotranspirações mensais. Finalmente foi gerado o mapa da evapotranspiração média dos 13 anos.

A geração do mapa de evapotranspiração teve como objetivo o desenvolvimento do mapa do IA do estado do Espírito Santo utilizando a metodologia adotada pela UNCCD. O mapa do IA foi calculado utilizando a Equação 5, com dados de  $EP$  e  $P$  médios dos 13 anos.

$$IA = \frac{P}{EP} \quad \text{equação (5)}$$

A Taxa de Alfabetização mede o grau de instrução de uma amostra, pela avaliação da capacidade das pessoas de 15 anos ou mais, que por própria declaração, afirma saber ler e escrever um bilhete simples no seu idioma sendo a Taxa de Analfabetismo o número de pessoas que declaram não saber ler ou escrever aceitavelmente (IBGE, 2015).

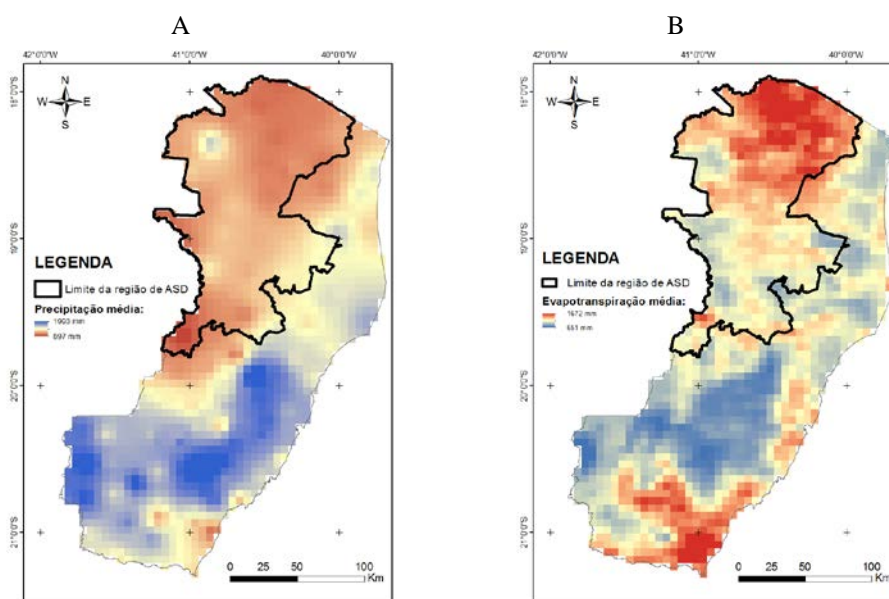
O IDHM foi desenvolvido em 2012 pelo Programa das Nações Unidas no Brasil (PNUD Brasil) com base nos dados dos últimos censos demográficos, abrangendo as mesmas três dimensões do IDH global (longevidade, educação e renda), porém adequando-se também a disponibilidade de indicadores nacionais. Este índice busca avaliar de forma mais adequada o grau de desenvolvimento entre os municípios (PNUD *et al.*, 2013).

As variáveis básicas para o cálculo do IDHM passam pela expectativa de vida ao nascer, escolaridade da população adulta, fluxo escolar da população jovem, e renda per capita. O IDHM pode ser classificado de Muito Baixo (0 a 0,499), Baixo (0,5 a 0,599), Médio (0,6 a 0,699), Alto (0,7 a 0,799) e Muito alto (0,800 a 1) (PNUD *et al.*, 2013).

## RESULTADOS

No mapa da espacialização da precipitação no estado do ES (Figura 1) observa-se que os municípios com as menores precipitações estão localizadas no Norte e Noroeste do Estado, justamente na área de limite da ASD onde as precipitações são inferiores a 1000 mm de média anual. As maiores precipitações ocorrem ao Sul e Leste do Estado, embora foi detectado ao Sul do Estado dois municípios com taxas de precipitação semelhantes as encontradas nas ASD.

No mapa de evapotranspiração média (Figura 1), observa-se que as maiores taxas de evapotranspiração estão localizadas ao Norte e Noroeste nos limites das ASD e no seu entorno, apresentando valores maiores que 1500 mm. Analisando a porção Sul do Estado observa-se também alguns municípios com altas taxa de evapotranspiração, similares às encontradas nas ASD.



**Figura 1 : (A) Precipitação média para o Espírito Santo; (B) Evapotranspiração média no Espírito Santo.**

O Brasil e o ES apresentaram avanço no IDHM desde 1991, como apresentado na Tabela 1 e Figura 2, tendo atingido ambos a classificação de Alto IDHM de acordo com os dados do censo 2010. Apesar da pouca diferença, o IDHM das ASD foi menor que o das NASD.

**Tabela 1: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal para o Espírito Santo e Brasil.**

CLASSE	IDHM		
	1991	2000	2010
ASD	0,404	0,559	0,680
NASD	0,445	0,587	0,698
Espírito Santo	0,432	0,578	0,692
Brasil	0,493	0,612	0,727

Fonte: IBGE (2014).

A porcentagem de analfabetos está apresentada na Tabela 2 e Figura 2 e demonstra que as ASD apresentam as maiores taxas de analfabetismo em relação as NASD.

**Tabela 2: Porcentagem de pessoas não alfabetizadas.**

ÁREAS GEOGRÁFICAS	Taxa de Analfabetismo (%)		
	1991	2000	2010
ASD	29,98	20,91	15,14
NASD	25,03	17,16	11,14
Espírito Santo	21,55	14,10	8,88
Brasil	25,15	16,73	10,53

Fonte: IBGE (2014).

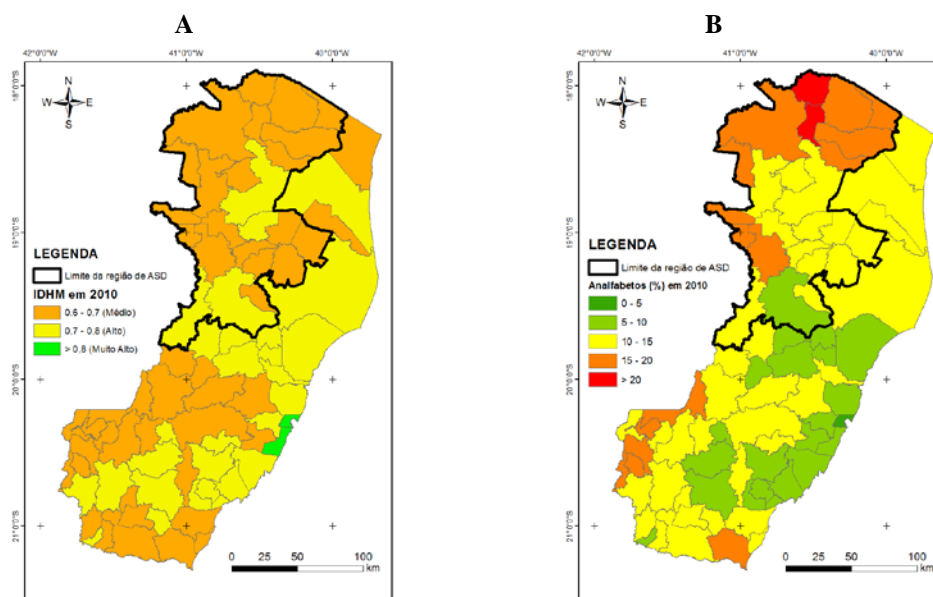


Figura 2:(A) Índice de Desenvolvimento Humano Municipal para o Espírito Santo em 2010;  
(B) Analfabetos (%) no Espírito Santo em 2010.

## CONCLUSÕES

O uso do sensoriamento remoto por meio das imagens de satélite do sensor MODIS se apresentou viável para o monitoramento do IA, tanto pela disponibilidade gratuita das imagens, quanto pela credibilidade dos dados, principalmente após a correção da temperatura.

Nas ASD ocorrem menor taxa de pluviosidade e maior taxa de evapotranspiração em relação as outras regiões do ES, resultando em uma escassez hídrica maior nestas regiões e conseqüentemente maior susceptibilidade a desertificação.

Os dados de taxa de alfabetização e do IDHM observados nas ASD apresentaram-se inferiores aos mesmos dados observados nas regiões NASD, indicando uma região mais vulnerável.

Desta forma, considerando os dados observados no estudo, tanto climáticos como sociais, fica evidenciada a fragilidade das ASD no ES e a necessidade da manutenção e ampliação de incentivos, por parte dos órgãos governamentais, para o desenvolvimento da região.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARRETO-NETO, A.A.; MARCHESI, A.F. Uso de dados MODIS LST no cálculo de evapotranspiração no estado do Espírito Santo, Brasil. In: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12 Anais...* Foz do Iguaçu: INPE, p. 6480-6486, 2013.
2. CEDAGRO – Centro do Desenvolvimento do Agronegócio. Pesquisa sobre valores de terra nua no estado do Espírito Santo. Vitória, ES: 2008. Disponível em: <[http://www.cedagro.org.br/?page=pg\\_artigostecnicos](http://www.cedagro.org.br/?page=pg_artigostecnicos)>. Acesso em: 27 Ago. 2014.
3. D'ODORICO, P., BHATTACHAN, A., DAVIS, K.F., RAVI, S., RUNYAN, C.W. Global desertification: Drivers and feedbacks, *Advances in Water Resources*, v.51 p.326 -344, 2013.
4. NIEMEIJER, D., PUIGDEFABREGAS, J., WHITE, R., LAL, R., WINSLOW, M., ZIEDLER, J., PRINCE, S., ARCHER, E., KING, C. Drylands Systems. In: Rashid Hassan, Robert Scholes, Neville Ash (Eds.) *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends, Volume 1*. Island Press, Washington, E.U.A., p.623-662, 2005.
5. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 19 Ago. 2014.

6. INPE. Atlas dos remanescentes florestais da mata atlântica, período 2012-2013. Relatório Técnico, São Paulo, 61 p. 2014.
7. THORNTHWAITE, C. W. Atlas of climatic types in the United States. U.S.: Department of Agriculture, Forest Service. Mixed Publication, n. 421, 1941.
8. PNUD – PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO; IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA; FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro. Brasília: PNUD, Ipea, FJP, 2013.