

Susceptibilidade à Desertificação na Sub-bacia Hidrográfica do Rio Jacaré–Sergipe

Douglas Vieira Gois ¹
Felippe Pessoa de Melo¹
Daniela Pinheiro Bitencurti Ruiz-Esparza¹
Rosemeri Melo e Souza ¹

¹Universidade Federal de Sergipe - UFS
Av. Marechal Rondon, s/n Jardim Rosa Elze - CEP 49100-000 - São Cristóvão - SE, Brasil
{douglasgeograf, felippemelo}@hotmail.com, {danibitencurti}@yahoo.com.br,
{rome}@ufs.br

Abstract: Soil degradation is an environmental issue accelerated by human action through excessive exploitation of natural resources, causing deterioration of forest and water resources, especially in semi-arid regions, due to the higher sensibility of its geoenvironmental context, where the advanced processes of degradation are called desertification. The desertification process consists in the degradation of land in arid, semi-arid and dry sub-humid areas, arising from several factors, including climatic variation and anthropogenic derivations. According to the State Program of Action to Desertification Combat (PAE-SERGIPE), in the state of Sergipe, the territory of Alto Sertão is an area affected by the processes of desertification. In this sense, this study aimed to analyze the susceptibility of desertification in the Jacaré river sub-basin, in the Sertão Sergipano. To achieve this purpose, the following procedures were performed: literature review; documentary research; elaboration and analysis of cartographic documents, in addition to field work. Specifically, to build the global susceptibility map, a multi-criteria analysis was performed, correlating soil data, rainfall, use of land and slope, in order to indicate areas with higher predisposition to the processes of soil degradation. Moreover, it can be highlighted that the main causes of degradation in the study area were deforestation and overgrazing, processes which have made the areas more susceptible to erosion, compromising the dynamic of the studied drainage sub-basin.

Palavras-chave: Erosion, Phytogeography, Susceptibility, semiarid, Erosão, fitogeografia, suscetibilidade, semiárido.

1. Introdução

O processo de apropriação da natureza pelo homem tem causado diversos problemas no contexto da biosfera. Dentre tais problemas tem-se a degradação dos solos, que no semiárido brasileiro é agravado devido às condições termopluiométricas, que dão origem à processos de desertificação.

A desertificação é definida oficialmente como, “a degradação da terra nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de vários fatores, incluindo as variações climáticas e as atividades humanas.” (CCD, 1995, p. 13).

Nascimento (2006) assevera que, em regiões semiáridas, como o Nordeste brasileiro (NEB), estes problemas são agravados por conta do seu quadro geoambiental vulnerável, onde, principalmente os cursos de água, solo e geobotânico, são consumidos e esgotados vorazmente, aumentando assim a susceptibilidade às contingências climáticas, sobretudo termopluiométricas, como a desertificação.

Segundo Roxo (2006) a desertificação ocorre, ou é passível de ocorrer nas diversas regiões de clima seco do mundo, principalmente em virtude de determinadas formas de manejo a que são submetidos os recursos naturais existentes, em particular a vegetação e os solos.

Quando se perde a cobertura arbustiva (por corte, queima ou pastoreio), a exposição do solo desnudo promove a formação de uma crosta superficial decorrente do impacto direto das

gotas de chuva, o que reduz a infiltração da água e aumenta o escoamento. Isto diminui as possibilidades de estabelecimento da cobertura vegetal. Os solos descobertos são muito susceptíveis à erosão hídrica e eólica, causando uma remoção líquida de nutrientes das áreas degradadas (Gutiérrez & Squeo, 2004).

Para Souza (2008), a retirada da vegetação é a ação mais comum que pode desencadear o processo de desertificação, e uma das consequências mais sérias está relacionada aos solos das regiões afetadas, em decorrência do aumento da erosão e os seus efeitos na fertilidade do solo.

Portanto, a cobertura vegetal apresenta elevada importância para a diminuição do desenvolvimento da desertificação, uma vez que protege o solo da ação inicial dos processos erosivos. No mesmo sentido, a ausência da cobertura vegetal pode anunciar a susceptibilidade dos solos ao ataque dos agentes desencadeadores da desertificação.

De acordo com Programa de Ação Nacional de Combate a Desertificação e Mitigação dos efeitos da Seca, o PAN – BRASIL, as áreas susceptíveis a desertificação cobrem uma superfície de 1.340.862 km² abrangendo um total de 1.488 municípios nos nove Estados do Nordeste (entre eles Sergipe), além do norte de Minas Gerais e do norte do Espírito Santo (BRASIL, 2004).

Quanto à classificação das áreas susceptíveis ao processo de desertificação, a Convenção Mundial de Combate à Desertificação (CCD) baseando-se no Índice de Aridez da classificação climática de Thornthwaite, que tem como base a razão entre os valores de Precipitação e Evapotranspiração Potencial, classifica-as três níveis: muito alta 0,05 a 0,20 - áreas áridas, alta 0,21 e 0,50 - áreas semiáridas, e moderada 0,51 e 0,65 - áreas subúmidas secas.

O Estado de Sergipe segundo a UNCCD (1997) *apud* SEMARH (2010) é considerado área frágil com três zonas: **1)** Uma estreita faixa litorânea sem riscos de desertificação; **2)** Uma faixa central abrangendo todo o Estado de Norte a Sul, com riscos de ocorrência do processo de desertificação; **3)** Uma faixa do sertão semiárida, com riscos elevados de desertificação (envolve o território sergipano denominado Alto Sertão).

Em Sergipe a desertificação vem se intensificando em decorrência de alguns fatores como sobrepastoreio, desmatamento indiscriminado e uso intenso dos recursos naturais da caatinga (PAE-SE, 2011).

De acordo com o PAE-SE (2011), o território do Alto Sertão Sergipano, correspondente à Microrregião Sergipana do Sertão do São Francisco, que perfaz a uma área geográfica de 490.068,6 ha. Formada pelos municípios de Canindé de São Francisco, Nossa Senhora da Glória, Poço Redondo, Monte Alegre de Sergipe, Nossa Senhora de Lourdes e Porto da Folha. Região que de acordo com o PAN – BRASIL é área do estado mais afetada pelo processo de desertificação, sendo classificada de acordo com os indicadores adotados como Muito Grave.

Portanto, tendo em vista a relação entre a desertificação e o comprometimento dos recursos hídricos, a presente pesquisa objetivou analisar a suscetibilidade à desertificação na sub-bacia hidrográfica do Rio Jacaré, no Sertão Sergipano.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Caracterização da Área de Estudo

O rio Jacaré é um afluente da margem direita do rio São Francisco e faz parte do baixo São Francisco Sergipano. A sub-bacia hidrográfica do rio Jacaré abrange parcialmente os municípios de Poço Redondo e Canindé do São Francisco, no semiárido Sergipano (Figura1).

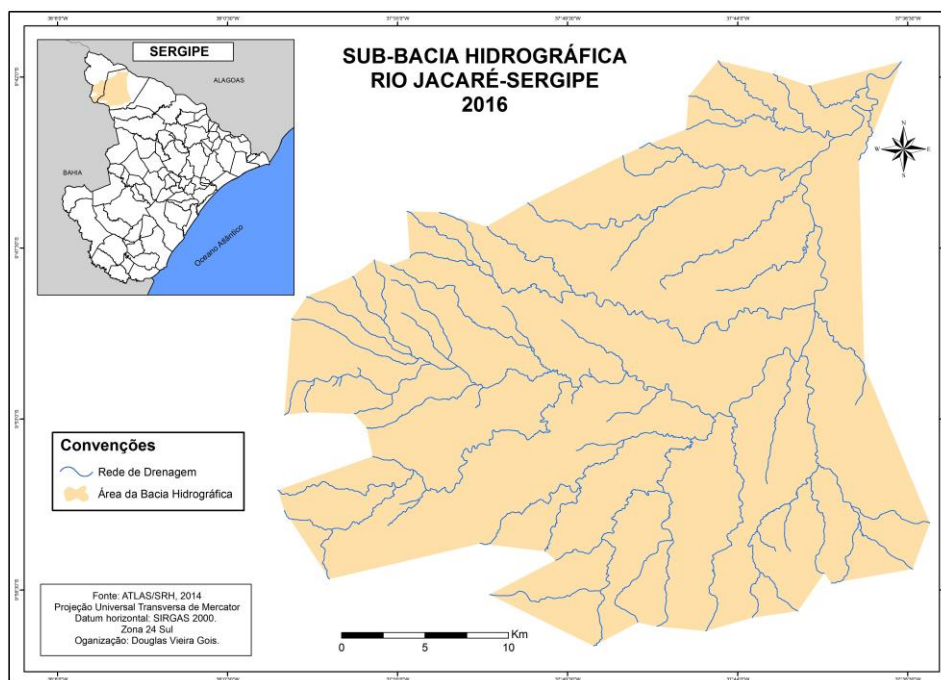


Figura 1- Localização da Área de Estudo

O rio Jacaré tem uma extensão de 73,5 Km, a área da sub-bacia é de 943,98 Km², o perímetro da área é de 142,77 Km, o desnível entre a nascente e a foz é de 270 m, a declividade média da bacia é de 4,8 m/Km, declividade na foz é maior que 20%, o índice de forma é igual a 0,53 e o índice de compacidade é igual a 1,3. Tais índices indicam suscetibilidade a enchentes e inundações (SANTANA et al., 2007).

No que diz respeito à cobertura vegetal, na área da sub-bacia hidrográfica do rio Jacaré predomina a caatinga hiperxerófila. Verifica-se nesta formação vegetal a presença de indivíduos de porte arbóreo, isoladamente ou em pequenos grupos, com predominância de arbustos e árvores baixas e um grande número de cactáceas e bromeliáceas (SANTOS, 2011).

Os solos da área drenada pelo rio Jacaré e seus tributários são rasos, pouco permeáveis, apresentando afloramentos rochosos na superfície e no perfil, o que contribui para restrições do seu uso e propensão à erosão e salinização. Os solos identificados na região são o Neossolo Litólico, o Planossolo, o Vertissolo e o Luvisolo (BATISTA et al., 2013).

Do ponto de vista climatológico, o regime pluviométrico da área é do tipo mediterrâneo, tendo um período seco de primavera-verão com déficit hídrico elevado, que aumenta de sudeste para noroeste. A estação seca é de sete a oito meses, e a chuvosa de cerca de quatro meses. As alturas pluviométricas médias anuais variam entre 368 a 630 mm/ano (PINTO, 1998).

Ademais, o quadro geoambiental conjugado às condições climáticas, com destaque para a irregularidade pluviométrica aumenta a fragilidade ambiental na área, dando origem a cenários suscetíveis à desertificação.

2.2 Procedimentos Metodológicos

Para a realização do presente estudo foram utilizados múltiplos procedimentos metodológicos, a saber: revisão bibliográfica; pesquisa documental; elaboração e análise de documentos cartográficos, a partir de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, além de trabalhos de campo para análise *in loco* dos indicadores de desertificação propostos.

No que concerne ao geoprocessamento, foram realizados diversos procedimentos para a geração do mapa global de suscetibilidade à desertificação, como aquisição de imagens de

satélite (LANDAT 8), Correção do Datum, Retificação do Georreferenciamento, tais procedimentos foram realizados em ambiente de ARCGIS 10.2.

Os dados geoespaciais foram adquiridos, Modelo digital de elevação (MDE do Projeto Topodata (INPE 2005), folhas 09S39 e 09S375, além dos dados oriundos do Atlas Digital dos Recursos Hídricos, da Superintendência de Recurso hídricos do Estado de Sergipe (ATLAS/SRH), como hidrografia, isoietas, solos e uso da terra (SEMARHSE/SRH 2014).

A modelagem utilizada para análise de suscetibilidade foi a multicritério, realizada através do software Arcgis 10.2. Os fatores elencados para análise foram: tipo de solo, uso da terra, pluviosidade e declividade.

De acordo com Paim e Oliveira (2011), a modelagem multicritério consiste em combinação linear de pesos, em que variáveis são ponderadas por pesos, conforme seu grau de importância, e que são integradas, gerando um resultado do grau de favorecimento para um determinado objetivo.

A partir de tal organização hierárquica, o significado de cada fator é calculado comparando-os entre si. Para tanto, define-se pesos em uma matriz de comparação pareada seguindo uma escala que varia de 1 à 5. Os pesos de cada fator ou variável são calculados com base nos auto-valores da matriz, transformando a paisagem num arranjo de células que variam entre 0 e 100%. Os pesos atribuídos a cada variável trabalhada pode ser visualizado no quadro 1.

Quadro 1- Matriz de Pesos dos indicadores ambientais.

Temas	Pesos	Componentes da Legenda	Notas
Solos	30%		
		Luvissolo	4
		Neossolo	5
		Planossolo	3
Uso e ocupação	40%		
		Pastagem e solo exposto	5
		Corpos d'água	2
		Caatinga Arbórea	1
		Caatinga Arbustiva	2
		Agricultura Irrigada	5
		Área Urbana	1
Declividade	10%		
		Plano (0-3%)	1
		Suave Ondulado (3-8%)	3
		Ondulado (8-20%)	4
		Forte-Ondulado (20-45%)	5
Pluviosidade	20%		
		600 mm	3
		700 mm	5

Elaboração: Douglas Vieira Gois.

Ademais, em ambiente do software ARCGIS 10.2, foram confeccionados mapas temáticos para demonstrar a espacialização dos resultados da suscetibilidade ao processo de desertificação.

3. Resultados e Discussão

O processo da desertificação está associado a diversas variáveis ambientais, como índice de precipitações, o regime de chuvas, o tipo de solo, a declividade do terreno e tipo de uso da terra vegetal, sendo estas induzidas pelas derivações antropogênicas. Portanto, o índice global

de suscetibilidade à desertificação fora construído a partir da correlação dos indicadores supracitados.

A pluviometria assume importância destacada dentro da modelagem da ocorrência de erosão. Visto que sua ação erosiva sobre o solo se dá pelo impacto das gotas e pelo escoamento da água. A chuva é o agente ativo no processo erosivo e se mostra um fator climático importante, sendo, portanto fator de alto valor de ponderação na modelagem.

O relevo representa um aspecto fundamental na importância do entendimento e dimensionamento do processo erosivo. O fator topográfico é considerado um dos grandes responsáveis pelas perdas de solo, que representa o efeito combinado do comprimento e do grau de declive da encosta (Franzmaier, 1990). Contudo, devido aos baixos valores de declividade na área de estudo, tal indicador não obteve ponderação muito alta, apresentando assim médio valor de importância para a suscetibilidade à desertificação.

As características pedológicas se mostram importantes nos estudos erosivos, pois estas estão relacionadas com a capacidade de retenção hídrica do solo e o potencial de resistir ao destacamento e arraste das partículas pelo escoamento. O uso do solo, por sua vez, influencia o processo erosivo pelo seu manejo e tipo de ocupação. Tais características são responsáveis pelo aumento da suscetibilidade à erosão, portanto apresentaram ponderação elevada.

A erosão pode ser influenciada por processos naturais ou antrópicos. A erosão dos solos causa redução dos nutrientes do solo, ocasionando problemas econômicos e ambientais como: elevação dos custos na produção agrícola pela maior necessidade de corretivos, fertilizantes e menor eficiência dos equipamentos utilizados; poluição dos corpos hídricos e assoreamento dos canais de drenagem pelo acúmulo de produtos químicos e partículas do solo.

Através da aplicação da modelagem da Análise Multicriterial, os índices de suscetibilidade foram classificados em: Muito Baixa, Baixa, Média, Alta e Muito Alta. A classe de Muito Baixa Suscetibilidade correspondeu a 6,7% (figuras 2 e 3) da área de estudo, estando localizadas em regiões de alta densidade florestal, sobretudo em áreas de relevos residuais, ou áreas de brejos de exceção associados a cursos d'água. A Baixa Suscetibilidade ocupa 9,8% da área, apresenta as mesmas associações da classe anterior, acrescidas de menores densidades vegetais, com a presença do estrato arbóreo da caatinga (figuras 2 e 3).

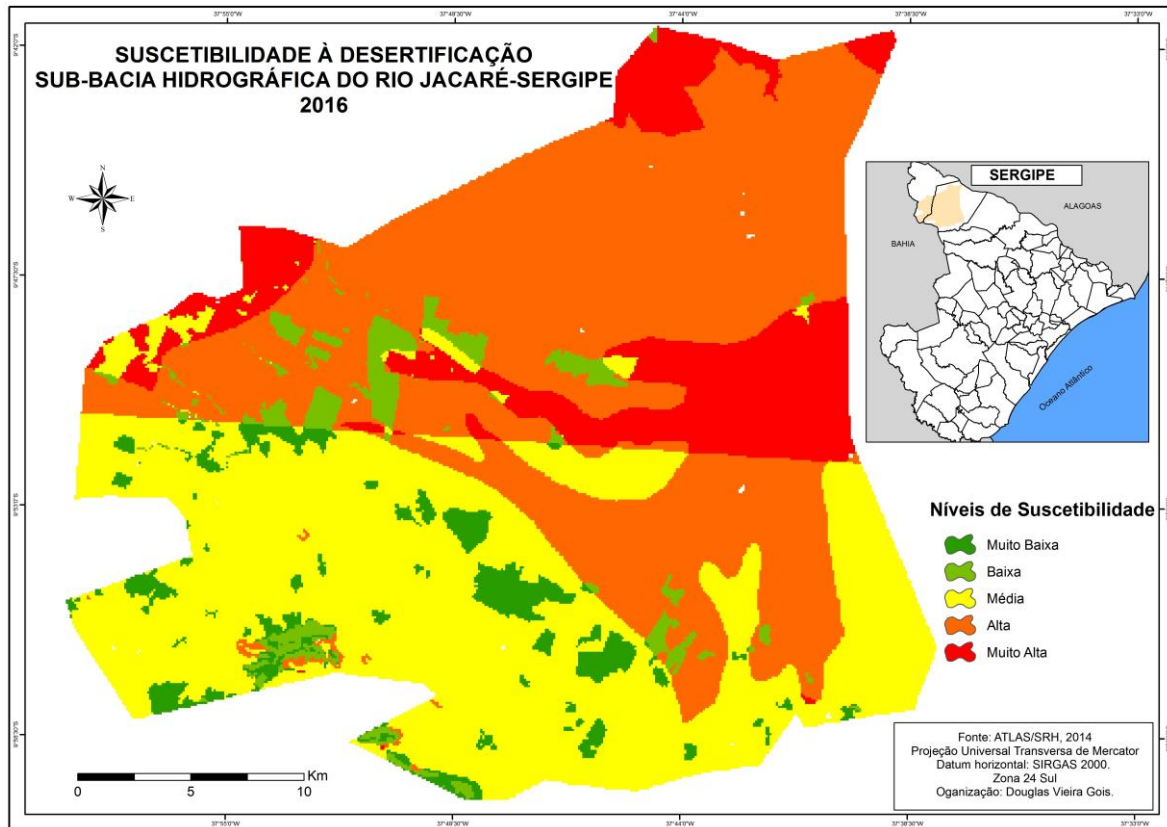


Figura 2. Suscetibilidade à desertificação.

As mudanças na classe do solo exposto podem estar relacionadas à dinâmica dos perímetros irrigados localizados na área de estudo. A presença de cobertura vegetal, sobretudo de vegetação arbustiva de áreas de agricultura irrigada não necessariamente proporcionam a proteção dos solos frente aos processos relacionados com a desertificação, haja vista que tais culturas em sua maioria são temporárias, portanto deixam os solos descobertos durante considerável período do ano.

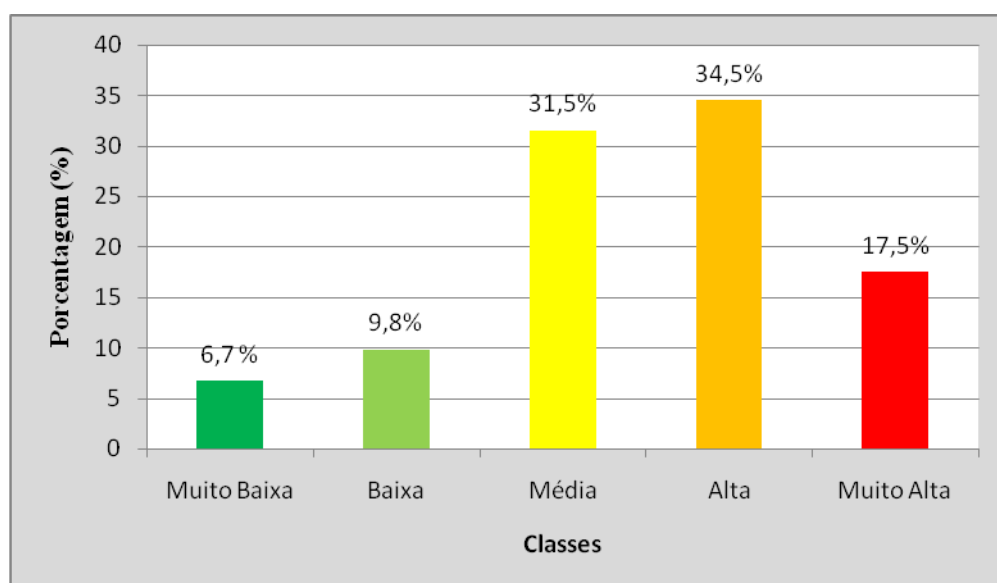


Figura 3- Porcentagem dos níveis de suscetibilidade à desertificação.

A Média Suscetibilidade corresponde a 31,5%, esta classe está associada aos luvisolos que apresentam menor predisposição à atividade erosiva, além de estar localizada em ambientes planos, onde a associação entre precipitações e declividade do relevo é menos pronunciada.

Na classe da Alta Suscetibilidade, existe uma forte correlação entre a vegetação rarefeita ou inexistente e os solos expostos e pastagens, que deixam o solo desprotegido da ação erosiva, aumentando assim a suscetibilidade à desertificação e ocupam 34,5 do território municipal. A Suscetibilidade Muito Alta, além dos fatores supracitados nas outras classes, a mesma apresenta uma forte influência do tipo de solo e da ausência de sua cobertura vegetal, representa 17,5% da área do município.

Na figura 2 pode-se observar as áreas que apresentam Alta e muito alta suscetibilidade à desertificação. Nessas áreas são preponderantes a vegetação rarefeita ou inexistente, além de praticas de manejo do solo inadequadas com a capacidade de resiliência do sistema ambiental, tais como queimadas (figura 4).

Ainda no que diz respeito às maiores classes de cobertura da vegetação arbustiva, vale ressaltar que a vegetação arbustiva da caatinga sergipana, quando associadas a áreas com forte pressão antrópica (Ver figura 3), sobretudo pela pecuária, apresentam diminuta resistência á erosão, embora possa proteger o solo, dependendo de suas características, como a capacidade de regeneração.

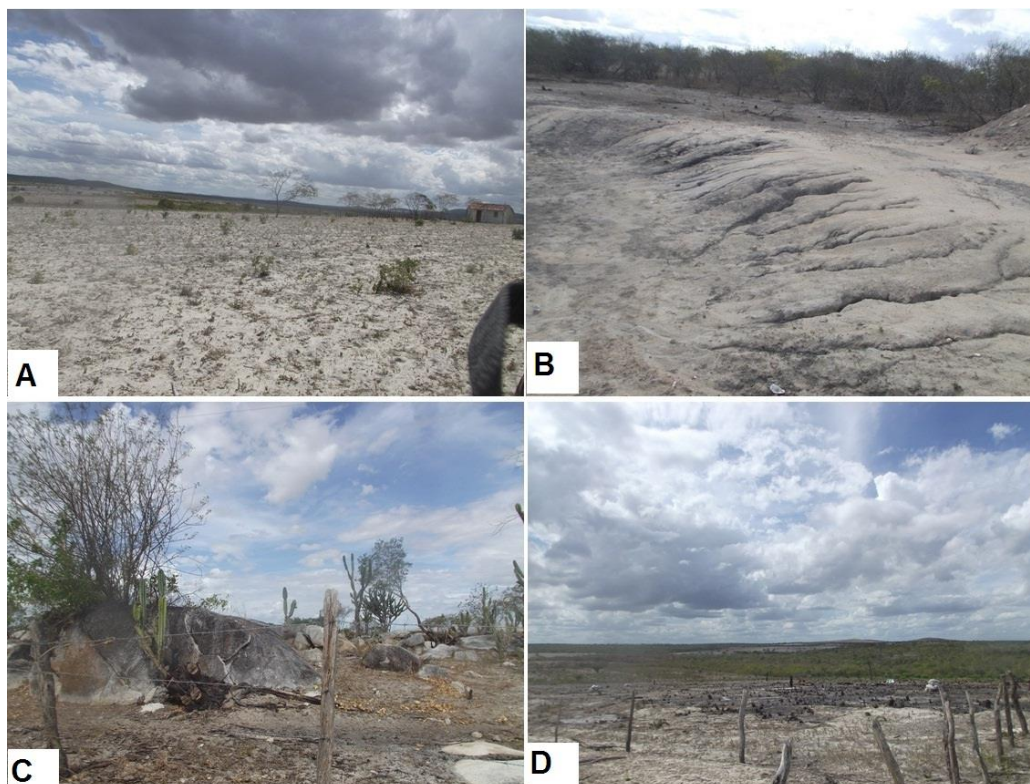


Figura 4- Mosaico representativo da relação entre os aspectos litológicos e fitogeográficos do Município de Poço Redondo-SE, (foto A- Relevo do Pediplano com solo exposto; fotoB- feições erosivas em forma de sulcos; foto C- área com presença de afloramentos rochosos, em forma de matacões; foto D- área de caatinga queimada).

Fonte: Trabalho de Campo, 2014.

Ademais, pode-se destacar que a simples presença da vegetação não denota menos susceptibilidade ao desencadeamento dos processos de desertificação, pois a periodicidade e dinâmica das áreas de cultivo temporário podem acelerar o processo de degradação, quando

maneja das de forma incorreta. Portanto, além da constatação da presença de cobertura vegetal, a mesma deve ser acompanhada de trabalho de campo para aferição do tipo de vegetação e sua capacidade de proteção ao solo.

Deve-se salientar que os fâcies da vegetação da caatinga sergipana tem relação direta com a litologia e, por conseguinte, a classe dos solos e o clima, sendo a importante a análise conjuntiva de todos esses sistemas, a fim de avaliar os níveis de suscetibilidade à degradação/desertificação na área de estudo.

4. Conclusões

Portanto, sendo o desmatamento o processo inicial que propicia o desencadeamento dos agentes da desertificação, pode-se destacar a suscetibilidade existente no município de Poço Redondo, devido à severidade climática, onde predominam de 7 a 8 meses secos, aliada as diversas praticas potencialmente impactantes. Estas práticas aceleram a suscetibilidade à desertificação, onde se destaca o desmatamento da caatinga, deixando o solo descoberto, abrindo assim caminho para a ação dos processos erosivos, com o surgimento de sulcos e ravinas.

A retirada da vegetação da caatinga, e sua consequente queimada faz parte dos impactos ambientais registrados na área de estudo. Tal prática prejudica os solos da área, tendo em vista a eliminação de microfauna do solo, e elementos químicos necessários para a plena fertilidade do mesmo. Além de retirar a matéria orgânica do solo, o desmatamento favorece a atividade dos processos erosivos, e a consequente perda de solo¹, podendo tornar tais área improdutivas em poucos anos de uso, haja vista os horizontes de solo pouco desenvolvidos na região semiárida.

Na área de estudo as principais causas da desertificação são o desmatamento, o sobre-pastoreio, o sobre-cultivo e a salinização de áreas irrigadas, processos que tornaram a área mais suscetíveis à essa modalidade de degradação ambiental.

Ademais, a modelagem multicritério confirmou a vegetação como fator preponderante para a atenuação do processo de desertificação na área de estudo, contudo, verificou-se correlação espacial entre os níveis de precipitação, solos, topografia e uso da terra com os níveis de suscetibilidade.

Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, A. W.; NETO, F. L.; SRINIVASAN, V. S.; SANTOS, J. R. Manejo da cobertura do solo e de práticas conservacionistas nas perdas de solo e água em Sumé, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 6, n. 1, p. 136-141, 2002.

BATISTA, W. R. M. ; AGUIAR NETTO, A. O ; SILVA, B. B. ; SOUSA, I.F ; VASCO, A. N. Determinação do balanço de radiação com auxílio de imagens orbitais na Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré, Sergipe. **Scientia Plena**, v. 9, p. 049902-049902- 10, 2013.

BRASIL - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE. **Senso Populacional- 2010**. Rio de Janeiro. IBGE: 2010. –Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acessado em: 15/11/2010.

CCD. **Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação**. Tradução: Delegação de Portugal. Lisboa: Instituto de Promoção Ambiental. 1995.

¹ As perdas de solo medidas em caatinga não perturbada são quase todas inferiores a 0,1 Mg ha⁻¹ ano⁻¹. O desmatamento pode aumentar estas perdas para valores até 30 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ (Albuquerque et al. 2001).

CPRM- Serviço Geológico do Brasil. Projeto Cadastro Da Infra-Estrutura Hídrica Do Nordeste. **DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE POÇO REDONDO**. Estado de Sergipe, 2002.

GUTIÉRREZ, J.R. & SQUEO, F.A. Importância de los arbustos em los ecosistemas semiáridos de Chile. Ecosistemas, 2004/1 Disponível em: :<URL: <http://www.aeet.org/ecosistemas/041/investigacion2.htm>>. Acessado em: 20 de junho de 2016.

NASCIMENTO, F. R. **Degradação ambiental e desertificação no Nordeste Brasileiro: o contexto da Bacia Hidrográfica do rio Acaraú – CE**. (Tese de doutoramento em Geografia). UFF: RJ, 2006. 370p.

PAIM, G. F; OLIVEIRA, F. **Análise multicritério para construção de cenários de risco à desertificação: Qual a relação destes ambientes com a diversidade de abelhas?**. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011, Curitiba. Anais do XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Curitiba: José Carlos Epiphany e Lênio Galvão, 2011. p. 3135-3141.

PINTO, J.E.S. Os reflexos da seca no estado de Sergipe. NPGeo/UFS, São Cristóvão. 1998.

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W.; HARLAN, J. C. **Monitoring the vernal advancement and retrogradation of natural vegetation**. Greenbelt: National Aeronautics and Space Administration, 1974, 371 p.

ROXO, M. J. **O panorama mundial da desertificação**. MOREIRA, E. (Org.). Agricultura familiar e Desertificação. João Pessoa: Ed. Universitária da UFPB, 2006.p. 11-32.

SANTANA, J. L. S. de; AGUIAR NETTO, A. O. ; MELLO JUNIOR, A. V.. Impacto da precipitação e de vazão máximas em obras de infra-estrutura em uma sub-bacia do semi-árido de Sergipe. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007, São Paulo. Anais. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007. p. 1-15.

SANTOS, L. G. C. Diagnóstico dos Remanescentes de Mata Ciliar no Baixo São Francisco Sergipano afetado pela erosão marginal e a compreensão dos ribeirinhos sobre a degradação vegetal. 2001. Dissertação de Mestrado – São Cristóvão/SE.

SOUZA, B. I. **Cariri paraibano: do silêncio do lugar à desertificação**. 2008. 198 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia – Doutorado, UFRGS, Porto Alegre (RS).

VIEIRA, L. V. L. ; SILVEIRA, G. N. **Áreas suscetíveis a desertificação em Sergipe: reflexos sócio-ambientais no município de Poço Redondo/SE**. In: XII ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA, 2009. Montevideo. Anais do 12º Encuentro de geógrafos de américa latina. Imprensa Gega, 2009. p.1-21.