

Análise do cenário de suscetibilidade à desertificação na bacia hidrográfica do rio Pajeú – Estado de Pernambuco

P. S. Ferreira¹; V. P. Gomes¹; A. M. Santos²; Y. C. B. Morais¹; R. Q. Miranda¹; J. M. S. Ferreira¹; J. D. Galvíncio¹

¹*Departamento de Ciências Geográficas /Laborat. Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento/UFPE, 50000-000, Recife-Pernambuco, Brasil*

²*Unidade Acadêmica Campus III - Geografia /Grupo de Trab. Monitoramento Ambiental, Geotecnologia e Ensino/, UPE, 50000-000, Petrolina-Pernambuco, Brasil*

pedro_spe@hotmail.com

(Recebido em 25 de fevereiro de 2014; aceito em 17 de setembro de 2014)

A desertificação é um processo dinâmico de degradação de terra em zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de variações climáticas e atividades humanas. A principal causa é a retirada da cobertura vegetal, que provoca a exposição do solo aos agentes erosivos. No Brasil, as áreas susceptíveis à desertificação abrangem o trópico semiárido, subúmido seco, e as áreas de entorno, atingindo diretamente 30 milhões de pessoas. Dessa forma, este estudo tem como objetivo analisar a suscetibilidade a desertificação da bacia hidrográfica do rio Pajeú a partir de aspectos físico-naturais e de uso do solo. A carta de suscetibilidade ambiental à desertificação (SAD) foi gerada por meio do cruzamento de informações da carta de suscetibilidade à erosão dos solos (SES) com a carta de suscetibilidade climática à desertificação (SCD). Os resultados indicaram que a bacia hidrográfica do Pajeú possui um grau de suscetibilidade à desertificação com dominância das classes de “média” e “alta suscetibilidade”, sendo a retirada da cobertura vegetal o atributo de maior agravante ao desenvolvimento do processo.

Palavras-chave: degradação, geoprocessamento, semiárido.

Analysis of susceptibility to desertification scenario in the Pajeú Watershed - State of Pernambuco

Desertification is a dynamic process of land degradation in arid, semi-arid and dry sub-humid zones, resulting from climatic variations and human activities. The main cause of that is the removal of vegetation cover, which causes soil exposure to erosive agents. In Brazil, areas that are susceptible to desertification cover the semiarid tropics, the dry sub-humid's, and surrounding areas, directly affecting 30 million people. Thus, this study aims to analyze the susceptibility to desertification of river basin Pajeú through natural and physical land use aspects. The letter of environmental susceptibility to desertification (SAD) was generated by crossing map information of susceptibility to soil erosion (SES) with the letter of climate sensitivity to desertification (SCD). The results indicated that the basin of Pajeú have a degree of susceptibility to desertification with dominance of Moderate and High classes, being removal of vegetation cover the attribute that is most aggravating a possible development of the process.

Keywords: degradation, geoprocessing, semiarid

1. INTRODUÇÃO

A desertificação é um processo dinâmico de degradação de terras em zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de variações climáticas e atividades humanas [1]. Esse dinamismo reside em uma cadeia de eventos, frequentemente fechada em ciclos viciosos, nos quais alguns eventos podem além de iniciar um processo de desertificação, retroalimentar as causas originais ou um processo já atuante [3]. A principal causa é a retirada da cobertura vegetal, a qual provoca a exposição do solo aos agentes erosivos, principalmente o horizonte superficial de característica mineral, por ser o mais sensível ao uso. Além disso, por vezes, o desmatamento vem associado a queimadas, provocando empobrecimento do solo e dificultando a regeneração das espécies vegetais [2].

Segundo Sampaio [3], a desertificação se desenvolve em etapas, que geralmente se inicia com a degradação ambiental, para posteriormente deteriorar as condições econômicas e sociais das populações. As implicações socioeconômicas da desertificação são variadas, mas dentre as principais se destacam a diminuição da produtividade, a queda da renda agropecuária, a redução do Índice de Desenvolvimento Humano – IDH, o desmantelamento da rede de saúde e de educação, além da

migração. Nesse sentido, o processo deve ser tratado com atenção, já que suas consequências podem ir além das áreas de ocorrência. Atualmente a desertificação vem ganhando notoriedade em discussões acadêmicas, políticas, e na sociedade civil, em virtude da magnitude e extensão de suas consequências sociais. No Oriente Médio, a desertificação é um dos principais problemas ambientais. Segundo Abahussain [4], além da problemática natural, como a ocorrência de secas prolongadas e de erosão pelo vento, a região enfrenta vários problemas socioculturais, como o desmatamento, o sobrepastoreio, a má gestão dos recursos hídricos, a poluição do solo, e a agricultura moderna, os quais intensificaram o processo de salinização. No México, a superexploração dos recursos do solo por culturas agrícolas, associada à baixa precipitação, tem determinado o grau de desertificação em bacias hidrográficas na região [5]. Nos Estados Unidos, a erosão destruiu os solos de grande parte de suas áreas de clima seco, as quais eram conhecidas como dust bowls (bacias de poeira) [6].

No Brasil, as áreas suscetíveis à desertificação abrangem o trópico semiárido, o subúmido seco, e suas áreas de entorno, atingindo diretamente 30 milhões de pessoas e ocupando cerca de 1.340.000 km². Desse total, 13,5% já se encontram em processo grave de desertificação, sendo estes concentrados nos estados do Nordeste, o qual já possui 55,25% do seu território atingido em diferentes graus de deterioração ambiental [7]. O estado de Pernambuco, por exemplo, possui 89.151,75 Km², i.e. 90,68% da superfície do estado, em condições de suscetibilidade à desertificação. Além disso, vale ressaltar que no estado encontra-se o núcleo de desertificação de Cabrobó, que engloba os municípios de Cabrobó, Belém do São Francisco, Itacuruba, Carnaubeira da Penha e Floresta, e encontra-se inserido na bacia hidrográfica do rio Pajeú [8].

O problema da desertificação no nordeste brasileiro pode se tornar ainda mais grave devido a uma possível mudança climática. De acordo com Marengo [9], o nordeste é a região brasileira mais vulnerável ao aumento da temperatura e à redução da precipitação, o que segundo IPCC [10] pode intensificar a salinização do solo, desencadeando ou intensificando os processos de desertificação. Nesse sentido, o governo de Pernambuco instituiu, em meados de 2010, a Política Estadual de Enfrentamento às Mudanças Climáticas de Pernambuco, cujos objetivos específicos foram: gerar informações periódicas e criar indicadores sobre as vulnerabilidades do estado às mudanças climáticas (Art. 3º, Lei nº 14.090, de 17 de junho de 2010), focando principalmente no eixo temático gestão ambiental, que busca identificar e monitorar os processos de desertificação para dar suporte tanto a decisões no âmbito de políticas públicas, como à recuperação de áreas degradadas. Dessa forma, este estudo tem como objetivo analisar a suscetibilidade a desertificação da bacia hidrográfica do rio Pajeú, localizada em Pernambuco, Brasil, com base em informações sobre aspectos físico-naturais e de uso do solo, na escala regional.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A bacia hidrográfica do Pajeú está totalmente inserida no estado de Pernambuco, conforme indica a Figura 1, e possui uma área de 16.685,63 km², abrangendo 25 municípios, cuja população total é de 641.893 habitantes [11]. De acordo com a classificação de Köppen, o clima dominante na região é semiárido com médias pluviométricas anuais inferiores a 800 mm. Os principais solos encontrados são os Planossolos, Luvisolos, Neossolos Litólicos, e Argissolos. A vegetação predominante é do tipo caatinga [2].

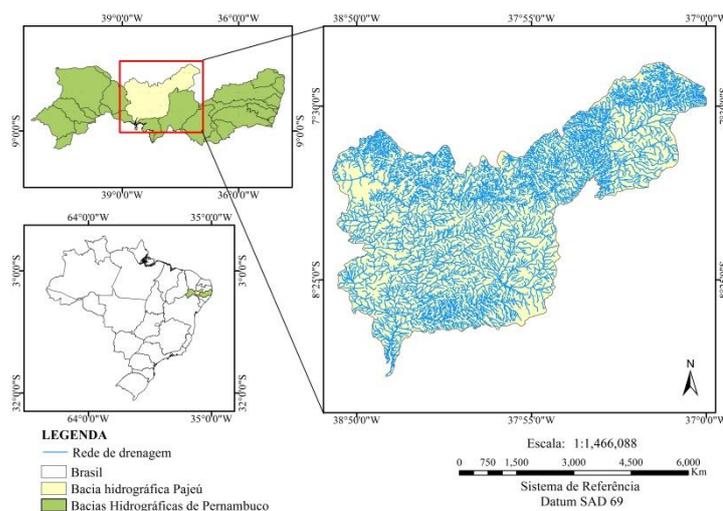


Figura 1: Localização da área de estudo, 2013.

Coleta de dados e geoprocessamento

A carta de suscetibilidade ambiental à desertificação (SAD) foi gerada através do cruzamento de informações da carta de suscetibilidade à erosão dos solos (SES) com a carta de suscetibilidade climática à desertificação (SCD), conforme recomendam Crepani [12] e [13], Amaral & Ross [14], Aquino [15], Santos & Galvêncio [16]. As notas de cada classe dos atributos foram determinadas segundo proposto por Crepani et al. [12]. Todas as cartas foram confeccionadas a partir da utilização do Software de Geoprocessamento ArcGis 9.3 licenciado junto ao Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Pernambuco.

A carta SES foi obtida através do cruzamento dos seguintes atributos ambientais: relevo (*i*); solo (*ii*); potencial erosivo da chuva (*iii*); e uso e cobertura da terra (*iv*).

I – A variável geomorfológica (relevo) foi obtida através do processamento da imagem de Radar SRTM disponibilizada por Miranda [17], com posterior classificação das classes de declividade conforme as normas da EMBRAPA [18].

Ii – A variável pedológica (solo) foi representada pelo grau de fragilidade à erosão das classes de solos conforme proposto por Crepani [12] e [13], utilizando dados vetoriais do Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco (ZAPE).

Iii – A capacidade da chuva em erodir os solos (potencial erosivo) foi obtida através das equações 1 e 2 descritas por Bertoni e Lombardi Neto [19], utilizando dados pluviométricos disponibilizados pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) coletados por estações meteorológicas distribuídas na área de estudo, com período mínimo de 20 anos.

$$EI = 67,355 * \left(\frac{r^2}{P} \right)^{0,85} \quad (1)$$

Onde EI é a média mensal do índice de erosão (MJ mm ha^{-1}), r representa a precipitação média mensal (mm), e P é a média anual da precipitação (mm). Os índices de erosão mensal (EI) foram somados para obtenção do índice de erosividade (R ; $\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$; ver Eq. 2).

$$R = \sum EI \quad (2)$$

iv – A variável de uso e cobertura da terra revela os tipos de usos desenvolvidos na superfície, e o grau de contribuição da vegetação para a proteção dos solos. A carta para esta variável foi adquirida

junto ao banco de dados do projeto de conservação e utilização sustentável da diversidade biológica brasileira (PROBIO), utilizando técnicas de Sensoriamento Remoto com imagens do satélite Landsat. Os layouts finais dos mapas foram confeccionados a partir do software ArcGis 9.3 licenciado junto ao SERGEO. O cruzamento final das variáveis para obtenção da carta SES foi realizado segundo a equação (3).

$$SES = \left(\frac{i + ii + iii + iv}{4} \right) \quad (3)$$

A carta SCD foi baseada no Índice de Aridez (IA), o qual é o critério adotado pela Convenção de Combate à Desertificação (CCD) para delimitar as áreas suscetíveis ao processo de desertificação. O IA foi obtido a partir do balanço hídrico Thornthwaite & Mather [20] disponibilizado por Rolim [21] em planilha formato xls equação (4).

$$IA = 100 * \left(\frac{P}{ET_o} \right) \quad (4)$$

Onde IA é o índice de aridez, P é a precipitação média anual, e ET_o representa a evapotranspiração potencial, a qual foi calculada conforme Thornthwaite & Mather [20].

Quadro 1. Notas estabelecidas para as classes e seus respectivos atributos.

Grau de suscetibilidade	Notas	Classes e atributos ambientais					
		Geomorfológico		Pedológico	Uso da terra	Índice de Aridez	
		Declividade (%)	Relevo	Classes de solos		Intervalos	Tipologia climática
Muito baixa	1	>3	Plano	Latosolo Amarelo e Neossolos Flúvicos	Savana Estépica Florestada	1 – 0,66	Subúmido
Baixa	2	3 – 8	Suave ondulado	Argissolos	---	0,65 – 0,50	Subúmido Seco
Média	3	8 – 20	Moderadamente ondulado a Ondulado	Planossolos e Luvisolos	Savana Estépica Arborizada e Influência Fluvial	0,51 – 0,21	Semiárido
Alta	4	20 – 45	Fortemente ondulado	Cambissolos	Savana Estépica Parque	---	---
Muito Alta	5	45 – 50	Montanhoso	Neossolo Regolítico, Neo. Quartzarênico, Neo. Litólico	Agropecuária	---	---

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Estrutura do relevo (declividade)

O mapeamento do relevo da área de estudo pode ser visualizado na Figura 2A, para o qual foram utilizados os critérios de classificação da declividade estabelecidos pela EMBRAPA [18]. É possível observar o predomínio do relevo plano e suave ondulado que, de acordo com Crepani [12], são menos vulneráveis a processos erosivos em virtude dos baixos valores de declividade. Nesse sentido, as áreas

onde ocorrem esses valores de declividade, são classificadas, respectivamente, como de “muito baixa” e “baixa” suscetibilidade aos processos erosivos.

No centro-norte e centro-sul da bacia hidrográfica, encontram-se classes de declividade cujos valores variam de 8 – 20% (Moderadamente ondulado). As classes com o referido valor de declividade encontram-se distribuídas nas bordas da bacia, onde segundo Jatobá [22] está localizada a encosta setentrional do Planalto da Borborema, sendo classificadas como de “média vulnerabilidade ambiental”.

As classes cujos valores de declividade variam de 20 – 45% (Fortemente ondulado de Média suscetibilidade a erosão) e 45 – 50% (Montanhoso com Muito alta suscetibilidade a erosão) apresentam maior concentração no centro e oeste, e centro e norte da bacia. No centro da bacia está localizada a depressão Sertaneja, onde surgem maciços residuais, que são resquícios da falha geológica denominada lineamento Pernambuco. Já ao norte do centro se localiza a borda norte do Planalto da Borborema [23]. Isso explica a ocorrência, ainda que em espaços reduzidos, de declividades mais acentuadas na área de estudo, onde o relevo tende a ser predominantemente plano e suave ondulado.

Na Figura 2B, encontra-se o mapeamento dos tipos de solos presentes na área de estudo. Observa-se, na Montante da bacia, o predomínio dos Neossolos, os quais, de acordo com Cunha [24], são constituídos por material mineral, e em alguns casos por matéria orgânica pouco espessa.

Entre os tipos de Neossolos presentes na região, os Neossolos Litólicos destaca-se entre os demais Neossolos devido à sua forte presença ao longo da bacia, ocupando uma área total de 24,29%. De acordo com Cunha [24], os Neossolos Litólicos ocorrem principalmente em áreas acidentadas, e por isso são rasos, apresentando afloramentos rochosos com horizonte A diretamente sobre a rocha, ou C com pouca espessura. Levando em consideração as características anteriormente citadas, os Neossolos Litólicos são classificados como de Muito Alta suscetibilidade à erosão. Os Neossolos Regolíticos são encontrados em pequenas áreas na Montante, Centro, e Jusante da bacia, ocupando 3,43% da superfície total. Segundo a EMBRAPA [25], estes são solos pouco desenvolvidos, de pouco profundos a profundos, com textura arenosa, o que requer um bom manejo para controle da erosão. Nesse sentido, os Neossolos Regolíticos foram classificados como de Alta suscetibilidade à erosão. Presentes na área de estudo, os Neossolos Flúvicos são observados em áreas que formam espécies de canais, e tendem a acompanhar o curso do rio. De acordo com Cunha [24], esses solos são de várzea, e estão relacionados a sedimentos recentes de origem fluvial, sendo formados de camadas estratificadas, sem relação genética entre si, e por isso, são pouco ou não sujeitos à erosão, sendo classificados como solos de “muito baixa suscetibilidade” à erosão. Os Neossolos Quartizarênicos ocorrem no centro da bacia e norte da Jusante. Estes são solos arenosos, profundos, e em consequência de sua textura grosseira, apresentam elevada permeabilidade, sendo bastante suscetíveis a processos de erosivos [24]. Nesse sentido, a referida classe de solos apresenta “muito alta suscetibilidade à erosão”.

Os Luvisolos, observados na Figura 2B, ocupam uma área total de 27,14% da superfície, distribuídos ao longo da bacia, com maior concentração na Jusante. Os Luvisolos apresentam Horizonte A pouco espesso, sendo bastante pedregoso. Quando mal manejados apresentam sulcos profundos que podem dar origem a voçorocas [24]. Diante do exposto, a referida classe é classificada como de Média suscetibilidade a erosão.

Os Planossolos ocorrem em 18,81% da área de estudo. Encontram-se concentrados na Jusante e Centro da bacia, com ocorrência reduzida na Montante. Essa classe de solo está associada a áreas baixas, onde o relevo varia de plano a suave ondulado [24]. De acordo com a EMBRAPA [25], Planossolos são pouco profundos, com horizonte superficial de textura arenosa, horizonte B argiloso ou muito argiloso, e quando ocorrem em regiões semiáridas, são bastante pedregosos. Diante do exposto, os Planossolos foram classificados como de Alta suscetibilidade a processos de degradação.

As classes de Argissolos e Latossolos aparecem em áreas pontuais da bacia, geralmente em regiões aplainadas, tomando a Figura 2A como referência. Juntas, as classes somam um total de 15,87% do total da área. Os Argissolos são mediamente profundos, apresentam horizonte B com textura argilosa e baixo teor de matéria orgânica. Seu alto gradiente textural faz com que os efeitos dos agentes erosivos sejam minimizados [24]. Nesse sentido, os Argissolos apresentam Baixa suscetibilidade à erosão. Os Latossolos são profundos, apresentam horizonte superficial espesso, e se bem manejados, são bastante resistentes à erosão [24]. Com base no exposto, os Latossolos Amarelos apresentam Muito baixa suscetibilidade à erosão.

3.2 Estrutura de uso e cobertura da terra

O mapeamento do uso e cobertura da área estudada pode ser observado na Figura 2C. Destaca-se a Savana Estépica Arborizada, que constitui áreas expressivas (61,6%) distribuídas ao longo da bacia, dominando significativamente a região da Jusante e Centro. Segundo IBGE [26] esse tipo de vegetação, hepexerófila, tem como característica a presença de indivíduos que atingem no máximo 5 metros de altura, e geralmente apresentam espaçamentos entre si. Apesar de exercer boa capacidade de proteção dos solos, as clareiras existentes entre os indivíduos geralmente deixam o solo exposto em alguns pontos. Nesse sentido, a área onde ocorre esse tipo de vegetação é classificada como de Média suscetibilidade a erosão.

A “agropecuária” aparece como a segunda maior classe presente na área de estudo, ocupando 33,64% da superfície, ocorrendo de forma mais concentrada no Centro e na Montante da bacia. Por se tratar de uma área bastante antropizada, onde há intensa exposição dos solos devido à retirada da cobertura vegetal, a região onde ocorre a referida classe é classificada como de “muito alta suscetibilidade” à erosão. É preciso destacar que a retirada da cobertura vegetal não faz com que a região desenvolva obrigatoriamente processos de desertificação. A variável é classificada como fator que pode facilitar o desenvolvimento dos processos.

A Savana Estépica Florestada é pouco expressiva na área de estudo (3,89%), aparece de forma pontual, com pequenas manchas no Centro, ao sul, e ao norte. Segundo o IBGE [26], esse subgrupo apresenta indivíduos que variam de 5 a 7 metros de altura, troncos grossos, formando florestas mais adensadas. Os solos onde ocorre esse tipo de vegetação encontram-se bem protegidos devido ao adensamento típico desse subgrupo, a área de ocorrência é classificada como de “muito baixa suscetibilidade” a degradação dos solos.

No limite da Jusante da Bacia aparece a menor classe presente na área de estudo (0,78%), a Savana Estépica Parque. O subgrupo Savana Estépica Parque tem características fitofisionômicas mais típicas, com indivíduos bastante espaçados, apresentando plantas lenhosas raquíticas dispostas sobre denso tapete gramíneo, mas que geralmente apresenta considerável exposição dos solos devido a espaçamento entre os indivíduos [26]. Diante do exposto, a classe desenvolve baixa capacidade de proteção dos solos, conseqüentemente, a área onde ocorre esse tipo de vegetação apresenta “alta suscetibilidade” à erosão dos solos encontrados na região.

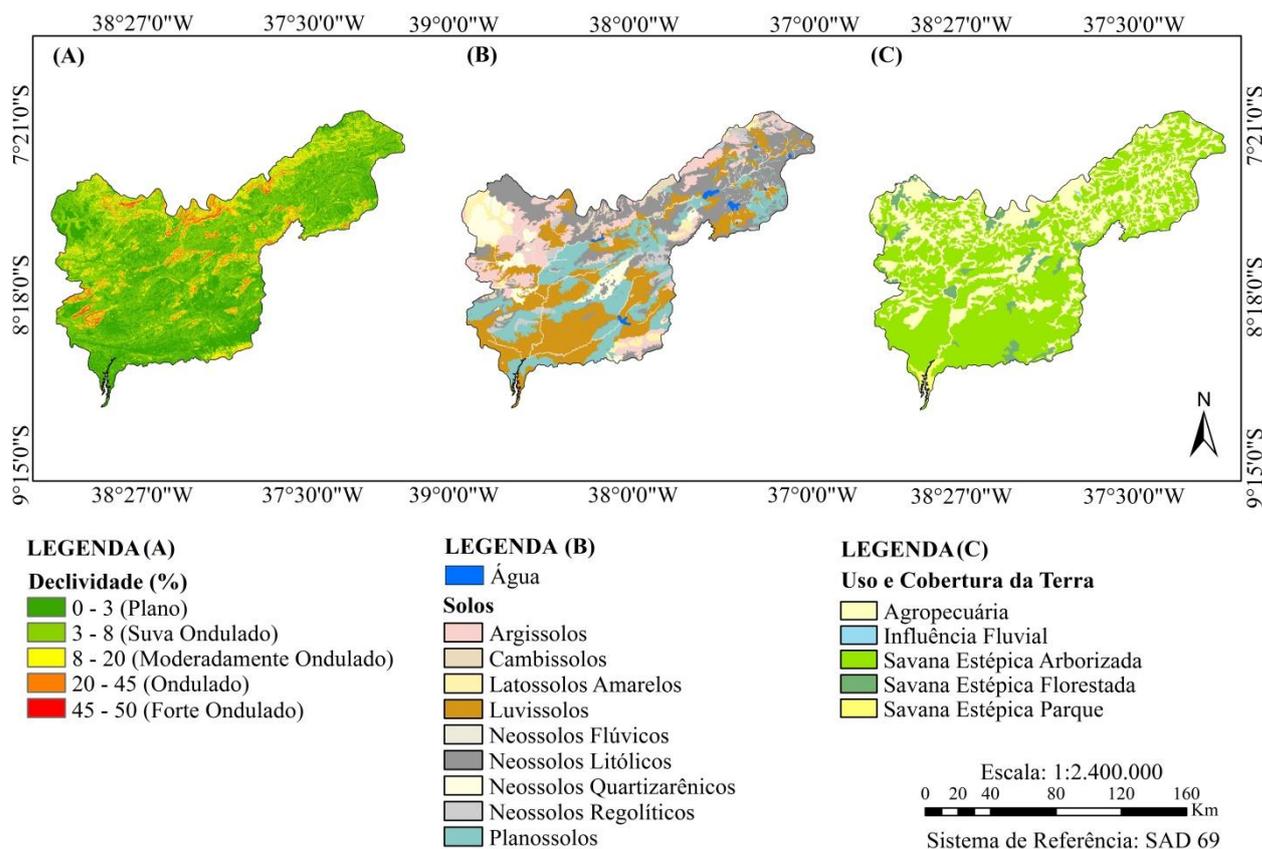


Figura 2. Classe de solos (A), Declividade (B), e uso e cobertura da terra (C) da bacia hidrográfica do rio Pajeú, Pernambuco.

3.3 Índice de aridez e erosividade

O mapeamento do índice de aridez (IA) pode ser observado na Figura 3A. Segundo Mendonça e Danni-Oliveira [28] e Santos e Galvêncio [16], o IA indica o grau de suscetibilidade climática das terras subúmidas, subúmidas secas e semiáridas a desenvolverem processos de desertificação. De acordo com a Figura, observa-se a presença de três tipologias climáticas, subúmido, subúmido seco e semiárido, segundo a classificação de Thornthwaite. A maior, que domina a Jusante da bacia e aparece de forma reduzida na Montante, ocupa uma área de 64,62%, onde o clima é classificado como semiárido e os valores de IA variam de 0,25 a 0,51. A região onde ocorre a referida tipologia climática é classificada como de Média suscetibilidade climática a desertificação. O clima subúmido seco ocorre em parte do centro e Montante da bacia, com uma área de 33,22% e valores de IA que variam de 0,51 a 0,72. Nesse sentido, parte da região de Centro e Montante da bacia, apresenta Baixa suscetibilidade climática à desertificação. Com exceção da pequena área na montante onde os valores de IA variam de 0,25 a 0,51 (semiárido).

O mapeamento do potencial erosivo da chuva pode ser visualizado na Figura 3B, na qual se observa que houve domínio da classe onde os valores variam de 2307 a 4882 MJmm/ha.ano, classificada como de Muito baixo potencial erosivo. A menor classe encontrada na área de estudo, onde os valores variam de 4882 a 6234 MJmm/ha.h.ano, ocorre em apenas 4,46% da área da bacia, localizada na região ao norte do Centro. Considerando os valores encontrados na região e metodologia proposta por Aquino [15], a referida classe apresenta “baixo potencial de erosão dos solos”. É importante destacar que, por se tratar de uma região onde predomina o clima semiárido, o baixo potencial erosivo das chuvas já era esperado, uma vez que segundo Andrade [27] as taxas de precipitação na referida tipologia climática são muito baixas, variando de 400 a 800 mm por ano.

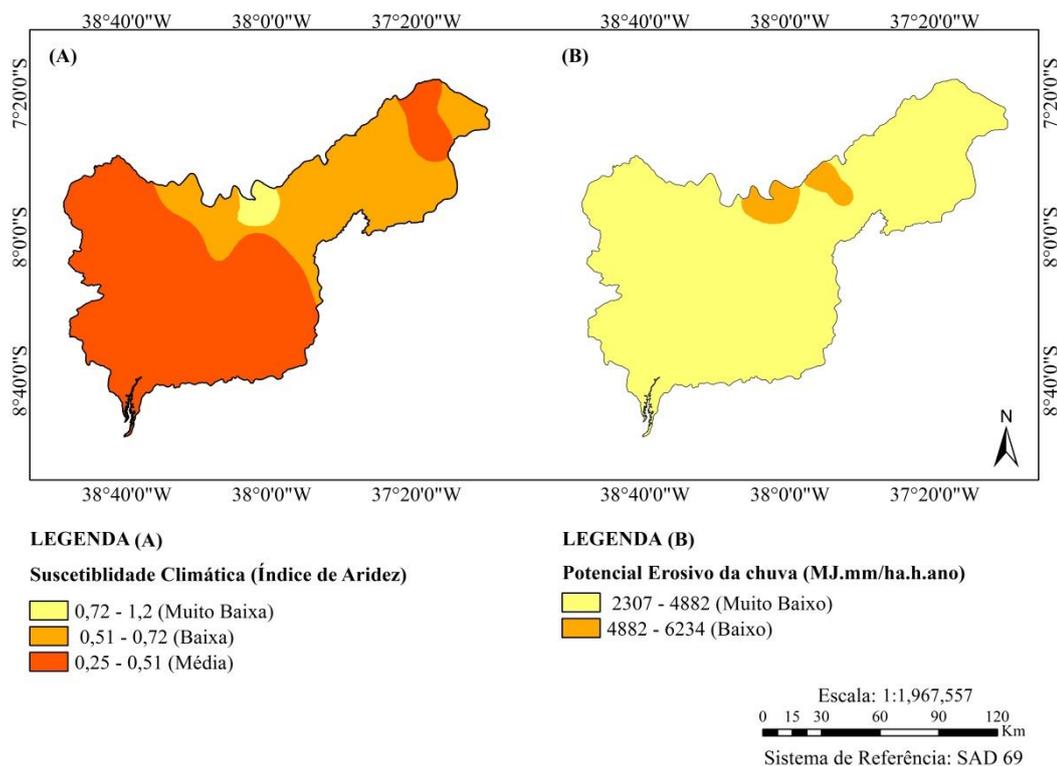


Figura 3. Índice de Aridez (A) e Potencial erosivo da Chuva (B) da bacia hidrográfica do rio Pajeú, Pernambuco.

3.4 Cartas de susceptibilidade

Por meio do cruzamento das variáveis Uso e Cobertura da Terra, Solos, Declividade e Erosividade da chuva, foi possível gerar a carta de susceptibilidade ambiental à erosão dos solos, observada na Figura 4A. As áreas de “baixa vulnerabilidade ambiental” à erosão são expressivas, ocupando 76,25% da área estudada. A dominância se explica pelo fato da região apresentar um relevo pouco acidentado, conforme indica a Figura 2A, razoável proteção da superfície do solo devido ao predomínio da Savana Estépica Arborizada, que ocorre em 61,61% da superfície (Figura 2C), e baixo potencial erosivo das chuvas devido aos baixos índices pluviométricos, característicos da região.

Presentes na Figura 4B, a classe de “média susceptibilidade à erosão” tende a acompanhar as áreas onde há forte desenvolvimento de práticas agropecuárias (Figura 2C), solos mais frágeis, como os Neossolos Quatizarênicos, Litólicos, Regolíticos e Luvisolos (Figura 2B) e valores de Declividade mais acentuados, (Figura 2A). As referidas classes ocorrem em quase toda a bacia, mas em áreas mais reduzidas, 22% do total da área. Destacam-se também áreas de “alta susceptibilidade à erosão”, que ocorrem de forma pontual ao norte do Centro da Bacia, onde os valores de declividade são mais acentuados. As áreas de “muito baixa susceptibilidade à erosão” aparecem em dois pontos da bacia, constituindo uma área de 0,74% do total. A presença dessa classe se explica pela ocorrência de solos mais resistentes, como os Argissolos e Latossolos (Figura 2B), que segundo EMBRAPA [25], apresentam menor susceptibilidade a processos erosivos. Além disso, o relevo plano e suave ondulado associado à presença da cobertura vegetal e Baixo potencial erosivo da chuva minimiza o risco de erosão. No geral, o mapeamento da susceptibilidade a erosão dos solos da bacia hidrográfica do Pajeú, mostrou baixa vulnerabilidade ambiental em pelo menos 77% do total de sua área. A retirada da cobertura vegetal e a presença de valores maiores de declividade aparecem como fatores decisivos para o surgimento de áreas mais susceptíveis a desenvolvimento do processo (média e alta susceptibilidade).

A partir do cruzamento das variáveis anteriormente discutidas gerou-se o cenário de suscetibilidade a desertificação da Bacia hidrográfica do rio Pajeú, presente na Figura 4B. As áreas de “média suscetibilidade” somam um total de 54,92%, enquanto que as de “Baixa suscetibilidade” representam um total de 32,1%. A classe de “alta suscetibilidade” é a de menor expressão na área de estudo (12,81%). A Montante da bacia prevaleceu o domínio da classe de “média suscetibilidade” à desertificação. O resultado se deve a forte presença de solos mais frágeis como os Neossolos Litólicos, Planossolos e Luvisolos (Figura 2B), que segundo EMBRAPA [25], são mais susceptíveis a processos erosivos, fato atenuado pela intensa retirada da cobertura vegetal devido às práticas agropastoris (Figura 2C). Ainda a Montante, ocorrem áreas menores que apresentam “baixa suscetibilidade” à desertificação. A cobertura vegetal (Savana Estépica Arborizada, Figura 2C) e menor vulnerabilidade dos solos (Argissolos e Latossolos) a processos de degradação, reduzem o risco de desertificação nessas áreas. As manchas de Alta suscetibilidade se devem a pouca cobertura vegetal, fragilidade dos solos (Neossolos Litólicos e Regolíticos, Figura 2B) e relevo mais acidentado (Figura 2A). No Centro, observa-se a formação de linhas de “Alta suscetibilidade”, onde de acordo com Jatobá [23], encontra-se a borda setentrional do Planalto da Borborema e os maciços residuais.

No Centro e Jusante da Bacia houve forte alternância entre as classes de ‘baixa e média suscetibilidade’ a desertificação, com presença de áreas de “alta suscetibilidade”. A presença da agropecuária, dos maciços residuais (declividade mais acentuada, conforme indica a Figura 2A), e dos solos de maior fragilidade, explica o surgimento da maior parte das áreas que apresentaram “Média e Alta suscetibilidade”. O índice de aridez na Jusante e Centro varia de 0,25 a 0,51 (Figura 3B), valor que favorece o desenvolvimento de processos de desertificação, porém a presença da cobertura vegetal (Savana Estépica Arborizada, Figura 2C), minimizou os possíveis efeitos do clima no desenvolvimento de processos de degradação. Tal fato corrobora com a EMBRAPA [29] quando pontua que apesar das terras áridas apresentarem potencial climático para desenvolvimento dos processos de desertificação, as ações antrópicas são, em muitos casos, decisivas no desencadeamento do fenômeno.

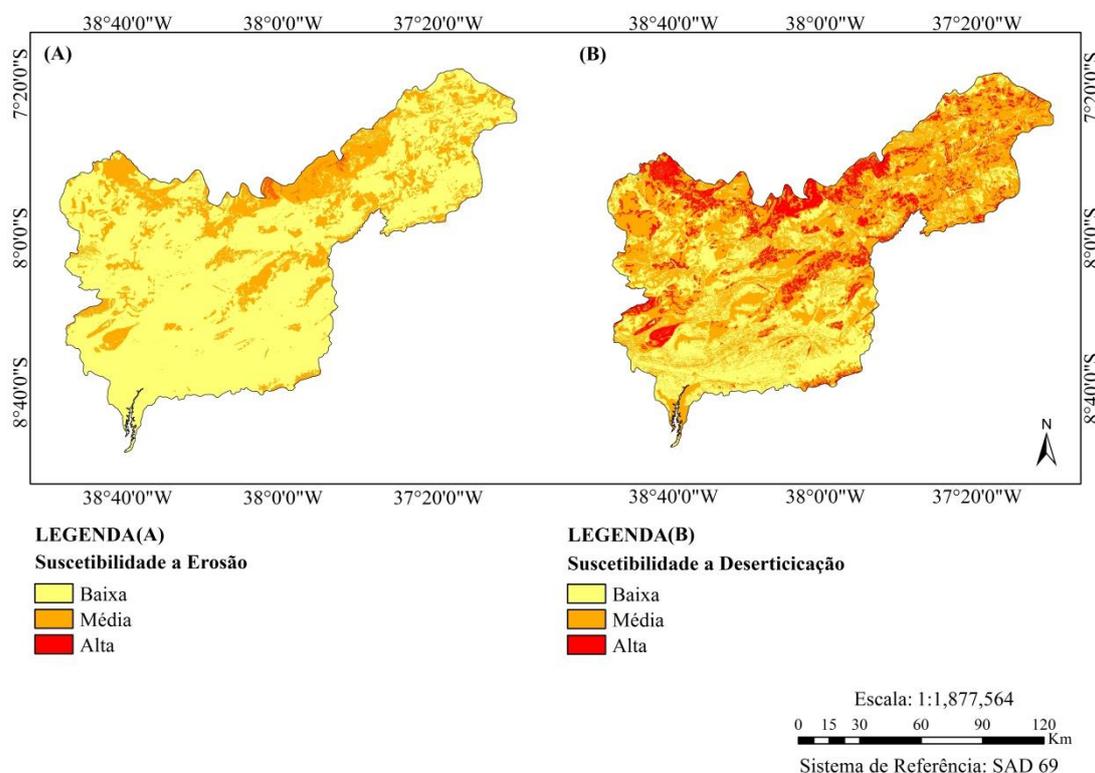


Figura 4. Suscetibilidade a erosão (A) e Suscetibilidade a desertificação (B) da bacia hidrográfica do rio Pajeú, Pernambuco.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No geral, as áreas de “Média” e “Alta suscetibilidade” a desertificação ocupam cerca de 70% da superfície total da bacia hidrográfica do rio Pajeú.

Atualmente as ações antrópicas figuram como principal fator para o desencadeamento dos processos de degradação das terras, conforme indicativos do presente estudo, que apontaram que as áreas que sofreram intensa retirada da cobertura vegetal para darem lugar às práticas agropastoris apresentaram maior risco ao desenvolvimento de processos de desertificação.

O desenvolvimento de novos núcleos de desertificação pode não se restringir apenas, ao manejo inadequado do solo e retirada da cobertura vegetal, mas também ser atenuado pelas consequências de possíveis mudanças climáticas que podem aumentar a aridez na região, desencadeando novos processos de desertificação por meio do prolongamento dos períodos de seca.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro. À Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) por disponibilizar os dados climáticos.

-
1. UNCCD. United Nations Convention to Combat Desertification; 2011. Available at: <http://www.unccd.int/> [Accessed September 15, 2013].
 2. Freire NCF, Pachêco A da P. Desertificação: análise e mapeamento. 1 ed., Recife, BRA: Editora Universitária da UFPE; 2011.
 3. Sampaio EVSB et al. Desertificação no Brasil: conceitos, núcleos e tecnologias de recuperação e convivência, Recife, BRA: Editora Universitária da UFPE; 2003.
 4. Abahussain AA et al. Desertification in the Arab Region: analysis of current status and trends. *Journal of Arid Environments*. 2002;51(4):521-545. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140196302909754> [Accessed September 30, 2013].
 5. Mercado-Mancera G et al. Edafoclimatic variables associated to desertification . *Variables edafoclimáticas asociadas a la desertificación*. 2011;13(2):133-145. Available at: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84859486711&partnerID=40&md5=51004cf7e1f77cd31c989ecae96909b1>.
 6. Cavalcanti ER, Coutinho SFS, Selva VSF. Desertificação e desastres naturais na região do semi-árido brasileiro. *Revista Cadernos de Estudos Sociais*. 2006;22(1):19-31.
 7. Brasil. Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil, Brasília-DF, BRA: MMA; 2007.
 8. SECTMA. Programa de Ação Estadual de Pernambuco para o Combate à Desertificação e Mitigação aos Efeitos da Seca – PAE-PE / SECTMA, Recife, BRA: CEPE; 2009.
 9. Marengo JA. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil. *Parcerias Estratégicas*. 2008;13(27):149-176. Available at: http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/view/329.
 10. IPCC. Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 S. Solomon et al., eds., Cambridge, UK: Intergovernmental Panel on Climate Change; 2007. Available at: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/contents.html
 11. IBGE. Censo Demográfico 2010; 2010. Available at: <http://www.ibge.gov.br/> [Accessed February 15, 2012].
 12. Crepani E et al. Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico - Econômico e ao Ordenamento Territorial, São José dos Campos: Instituto Espacial de Pesquisas Espaciais; 2001.
 13. Crepani E et al. Zoneamento Ecológico-Econômico. São Paulo, BRA: Oficina de textos; 2008. ed. Geomorfologia: Conceitos e Tecnologias Atuais; p: 285-318.
 14. Amaral R, Ross JLS. 2009. As unidades ecodinâmicas na análise da fragilidade ambiental do parque estadual do morro do diabo e entorno, Teodoro Sampaio-SP. *GEOUSP*. 2009;(26):59-78.
 15. Aquino CMS, Oliveira JGS, Sales MCL. Suscetibilidade das terras secas do Piauí a desertificação: avaliação a partir de índices. *Mercator*. 2006;5(9):49-60.

16. Santos AM dos, Galvêncio JD. Mudanças climáticas e cenários de suscetibilidade ambiental à desertificação em municípios do estado de Pernambuco. *OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia*. 2013;5(13):66-83.
17. Miranda EE de. Brasil em Relevo; 2005. Available at: <http://www.relevobr.cnpem.embrapa.br/> [Accessed July 16, 2013].
18. EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). In Reunião Técnica de levantamento de solos. Rio de Janeiro, BRA: EMBRAPA-SNLCS; 1979. 83 p.
19. Bertoni J, Lombardi Neto F. Conservação do solo 5th ed., São Paulo, BRA: Icone; 2005.
20. Thornthwaite CW, Mather JR.. The water balance. Publication in Climatology - Drexel Institute of Technology. Laboratory of Climatology (EUA). 1955;8(1).
21. Rolim GS, Sentelhas PC, Barbieri V. Planilhas no ambiente Excel™ para cálculos de Balanços Hídricos: Normal, Seqüencial, de Cultura e de Produtividade Real e Potencial. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria. 1998;6(1):133-137.
22. Jatobá L. A compartimentação do relevo. In Atlas de bacias hidrográficas de Pernambuco. Recife, BRA: Secretaria de Ciências Tecnologia e Meio Ambiente; 2008. Available at: <http://books.google.com.br/books?id=ycD-ZwEACAAJ>.
23. Jatobá L. Relevo. ed. Atlas Escolar de Pernambuco. João Pessoa, BRA: Grafset; 1999. p.: 26-32.
24. Cunha TJF et al. Principais solos do Semiárido tropical brasileiro: caracterização, potencialidades, limitações, fertilidade e manejo; 2010. Semiárido Brasileiro. Petrolina, BRA: Embrapa Semiárido, p.: 49-88.
25. EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos 2nd ed., Rio de Janeiro, BRA: Embrapa Solos; 2006.
26. IBGE. Divisão de Geociências– Manual técnico da vegetação brasileira, Rio de Janeiro: IBGE; 1992.
27. Andrade RL de et al. Deposição de serrapilheira em área de Caatinga na RPPN “Fazenda Tamanduá”, Santa Terezinha - PB. *Revista Caatinga*. 2008;21(2):223-230.
28. Mendonça F, Danni-Oliveira IM. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil, São Paulo, BRA: Oficina de textos; 2007.
29. EMBRAPA. Mudanças Climáticas e Desertificação no Semi-Árido Brasileiro 2nd ed; 2009. eds., Petrolina, BRA: Embrapa Semiárido.
30. Landim RBT, Silva DF da, Almeida HRR de C. Desertificação em Irauçuba (CE): Investigação de Possíveis Causas Climáticas e Antrópicas. *Revista Brasileira de Geografia Física*. 2011;4(1):1-21.