

RISCO À DESERTIFICAÇÃO NOS MUNICÍPIOS DE CANINDÉ DE SÃO FRANCISCO E POÇO VERDE (SE)

DEERIFICATION RISK IN CANINDÉ DE SÃO FRANCISCO AND POÇO VERDE MUNICIPALITIES (SE)

RIESGO DE DESERTIFICACIÓN EN LOS MUNICIPIOS DE CANINDÉ DE SÃO FRANCISCO Y POÇO VERDE (SE)

Douglas Vieira Gois¹
Felippe Pessoa de Melo²
Rosemeri Melo e Souza³

RESUMO: A presente pesquisa objetiva analisar o risco à desertificação no Semiárido Sergipano, especificamente nos municípios de Canindé de São Francisco e Poço Verde, no período de 1990 e 2018. Para alcançar tal intento, foi aplicada a modelagem de dados geográficos em ambiente SIG, validada a partir de campanhas de campo. Pode-se destacar que entre 1990 e 2018 Canindé de São Francisco apresentou um aumento percentual de 60,7% nas áreas de risco elevado (alto e muito alto), o que corresponde a 62,2% do seu território. Já o município de Poço Verde, apresenta 156% de aumento das classes de elevado risco (alto e muito alto) à desertificação em relação ao mapeamento de 1990, o que corresponde a 65,5% da área do município. As derivações antropogênicas, em especial as atividades de agricultura mecanizada, e pecuária extensiva em ambos os municípios configuram-se como principais vetores de aumento do risco à desertificação.

Palavras-chave: Degradação ambiental. Modelagem Ambiental. Riscos. Derivações Antropogênicas.

ABSTRACT: This research aims to analyze the risk of desertification in the semi-arid region of Sergipe state, namely in the municipalities of Canindé de São Francisco and Poço Verde, in 1990 and 2018. To achieve this goal, geographic data modeling was applied.

1 Colegiado de Geografia, Centro Univesitário AGES (UniAGES), Paripiranga - BA, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0861-400X>. E-mail: douglasgeograf@gmail.com.

2 Colegiado de Geografia, Centro Univesitário AGES (UniAGES), Paripiranga - BA, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5363-016X>. E-mail: felippemelo@hotmail.com.

3 Programa de Pós-graduação em Geografia PPGEO, Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão - SE, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5916-3598>. E-mail: rome@academico.ufs.br.

Artigo recebido em setembro de 2021 e aceito para publicação em março de 2022.

Such modeling was validated with field campaigns. It is possible to note that Canindé de São Francisco showed an increase of 60.7% in high risk areas (high and very high risk) and this corresponds to 62.2% of its territory. The Poço Verde municipality presents an increase of 156% in high risk classes of desertification (high and very high) when compared to the mapping of 1990. This corresponds to 65.5% of the municipality's area. Anthropogenic derivations, especially mechanized agriculture and extensive livestock in both municipalities, are the main vectors of increasing desertification risk.

Keywords: Environmental degradation. Environmental modeling. Risk. Anthropogenic derivations.

RESUMEN: Esta investigación tiene como objetivo analizar el riesgo de desertificación en el Semiárido de Sergipano, específicamente en los municipios de Canindé de São Francisco y Poço Verde, en el período de 1990 a 2018. Para lograr este objetivo, se aplicó la modelización de datos geográficos en un entorno GIS, validado de campañas de campo. Se puede notar que entre 1990 y 2018 Canindé de São Francisco mostró un aumento porcentual del 60,7% en áreas de alto riesgo (alto y muy alto), lo que corresponde al 62,2% de su territorio. El municipio de Poço Verde, en cambio, presenta un incremento del 156% en las clases de alto riesgo (alto y muy alto) de desertificación en relación al mapeo de 1990, que corresponde al 65,5% del área del municipio. Las derivaciones antropogénicas, especialmente la agricultura mecanizada y la ganadería extensiva en ambos municipios, son los principales vectores del aumento del riesgo de desertificación.

Palabras clave: Degradación ambiental. Modelado ambiental. Riesgos. Derivaciones antropogénicas.

INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro apresentou historicamente um quadro de exploração excessiva dos recursos naturais, sobretudo a partir da derrubada indiscriminada de sua cobertura vegetal. Nesse contexto, atrelado as atividades predatórias exercidas sobre o quadro geoambiental vulnerável desta região, surgem processos de degradação ambiental que comprometem a qualidade de vida da população sertaneja (ANDRADE, 1998).

As práticas de desmatamento, queimadas, superpastoreio, etc, culminam no comprometimento dos recursos naturais, solo, ar, fauna, recursos hídricos, perda e/ou redução da diversidade biológica e ainda, da cobertura vegetal, resultando no empobrecimento dos ecossistemas, especialmente os áridos, semiáridos e os subúmidos secos, com o consequente desencadeamento de áreas degradadas/desertificadas (AQUINO, 2012).

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 exauridos vorazmente, aumentando

assim a susceptibilidade às contingências climáticas, sobretudo termopluiométricas, como a desertificação (NASCIMENTO, 2006).

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

Nesse contexto, deve-se destacar as ações antrópicas, tendo em vista os diversos níveis de derivações induzidas pela utilização dos sistemas ambientais terrestres, mormente para fins econômicos. Tais usos geram, por vezes, impactos altamente nocivos ao funcionamento dos ecossistemas, desencadeando diversos problemas de ordem pedológica e hidrológica, onde o processo de desertificação toma destaque, especialmente na região semiárida do Nordeste brasileiro.

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.

A principal causa da desertificação é a retirada da cobertura vegetal, que 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 (FREIRE E PACHECO, 2011).

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.

Deste modo, frente à problemática advinda das pressões exercidas sobre os domínios de natureza do Brasil, sobretudo, a partir da retirada da vegetação nativa, devemos destacar os impactos ambientais adversos, gerados no domínio das depressões interplanálticas semiáridas do Nordeste (o domínio das caatingas), (AB’SABER, 2003), tendo em vista o alto nível de derivação impresso em tal espaço, onde extensas áreas foram condenadas ao processo de desertificação e, tantas outras estão susceptíveis a este processo, gerando assim, diversos problemas para a população residente que necessita dos recursos ambientais nele encontrados.

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, 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 em três níveis: muito alta, de 0,05 a 0,20 - áreas áridas; alta, entre 0,21 e 0,50 - áreas semiáridas; e moderada, entre 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 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). Ademais, o estado de Sergipe foi escolhido como referência para aplicação de projetos de combate a desertificação.

De acordo com o PAE-SE (2011), o território do Alto Sertão Sergipano, correspondente à Microrregião Sergipana do Sertão do São Francisco, que perfaz uma área geográfica de 4.908,20 km². 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.

Por conseguinte, a presente pesquisa tem como objetivo analisar o risco à desertificação nos municípios de Canindé de São Francisco e Poço Verde, no semiárido Sergipano, no período de 1990 e 2018.

METODOLOGIA

Caracterização da Área de Estudo

O semiárido Sergipano (Figura 1) é formado por 29 municípios, tendo 50,67% de sua extensão territorial dentro da região semiárida, com uma população de 441.474 habitantes e densidade demográfica de 39,75 hab/km². Situados no Polígono das Secas, submetidos a rigorosa escassez hídrica, tais municípios apresentam suscetibilidade ao processo de desertificação (IBGE, 2010).

Esta porção do território sergipano teve sua ocupação a partir da criação de gado, caracterizando-se pela presença de municípios com grande extensão territorial para os padrões sergipanos, a exemplo de Canindé de São Francisco, Poço Redondo, Porto da Folha, Carira, Tobias Barreto e Simão Dias (FRANÇA, 2010).

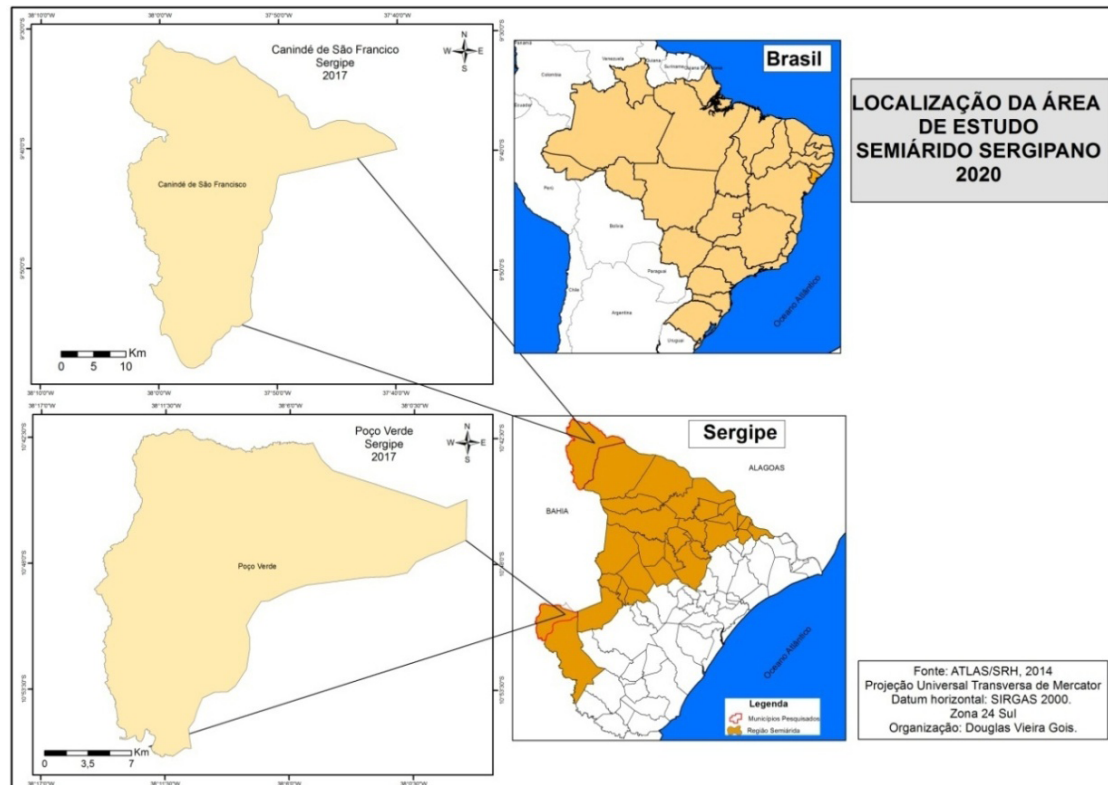


Figura 1. Localização dos municípios de Poço Verde e Canindé de São Francisco-Sergipe.

A pressão antrópica tem origem antiga e intensa no Semiárido Sergipano e a retirada da cobertura vegetal tem proporcionado condições de suscetibilidade à desertificação, em decorrência da presença de solo desnudo em vários pontos do Semiárido Sergipano, em especial em suas extremidades a Noroeste e a Sudoeste.

A escolha das áreas é justificada pela singularidade dos vetores socioeconômicos com elevado potencial de degradação e consequente desertificação ecológica das áreas. Apesar dos municípios supracitados estarem na mesma zona climática (semiárido sergipano), tais áreas apresentam dinâmica climática e socioeconômica peculiares, o que traduz distintos cenários de desenvolvimento e degradação dentro do macroambiente. Entretanto, contrariando esse viés da desertificação ecológica associada ao uso intensivo do solo, estudos do Ministério do Meio Ambiente, baseados em análises que sobrepõem a variável climática aos demais vetores de degradação, destacam que os referidos municípios apresentam, respectivamente, alto e moderado risco de desertificação.

Localizado na porção Sudoeste do estado de Sergipe, o município de Poço Verde (Figura 1) possui uma área territorial de 430,96 Km² e localiza-se pelas coordenadas 10°42'11" de latitude sul e 38°11'06" de longitude oeste, estando a sede em uma altitude de 275 metros, estando a 146 Km distância da capital de Sergipe.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019), a população municipal é de 23.728 habitantes, sendo 13.812 na zona urbana e 9.916 na zona rural. Dentre os distritos mais populosos estão: São José, Saco do Camisa, Tabulerinho, Rio Real, Ladeira

do Tanquinho e Lages. Alguns foram originados de acampamentos e assentamentos rurais, outros pela facilidade de acesso a sede. Quanto às dimensões do desenvolvimento humano, o município apresenta IDHM de 0,563, que segundo a faixa proposta pelo PNUD, é um índice considerado baixo, o que denota uma maior vulnerabilidade social.

Situado no extremo Noroeste do estado de Sergipe, Canindé de São Francisco abrange uma superfície de 902,25 km². Seus limites são a norte com o estado de Alagoas, a oeste e sul com o estado da Bahia e a leste com o município de Poço Redondo. A sede municipal com cerca de 68 metros de altitude é determinada geograficamente pelas coordenadas 09°38'40" de latitude sul e 37°37'16" de longitude oeste, estando a 213 Km distância da capital de Sergipe. (SERGIPE, 2010). Do ponto de vista administrativo, Canindé de São Francisco está situado no território do Alto Sertão Sergipano.

Segundo informações da CPRM (Serviço Geológico do Brasil) (2002), ambos municípios estão inserido no polígono das secas. destaca-se que os baixos índices pluviométricos e sua irregularidade interanual, aliados a alta evapotranspiração que configuram altos índices de aridez são os principais fatores responsáveis pelo desencadeamento do processo de desertificação, haja vista a importância das chuvas para a formação dos horizontes dos solos, e, por conseguinte da vegetação.

Do ponto de vista climático, Poço Verde apresenta um clima do tipo megatérmico semiárido, transição para seco e sub-úmido, com temperatura média anual de 23,7° C, precipitação pluviométrica média no ano de 786,5mm e período chuvoso de março a julho. O relevo está representado por uma superfície pediplanada e tabular erosiva, com aprofundamento de drenagem muito fraca a mediana. Os solos são Planosol, Holomórficos e Regosol, com uma vegetação de Capoeira, Caatinga, Campos Limpos, Campos Sujos e vestígios de Mata (CPRM, 2002).

Ainda de acordo com a CPRM (2002), o município de Canndé de São Francisco tem um clima do tipo megatérmico árido, temperatura média no ano de 25,8°C, precipitação pluviométrica média anual de 485,5mm e período chuvoso de março a julho. A forma de relevo é de superfície Pediplanada e Dissecada, com Colinas e aprofundamento de drenagem muito fraco. Os solos são Bruno não Cálcico, Planosol, Rego Sol Distrófico e Litólicos Eutróficos, cobertos por uma vegetação de Capoeira e Caatinga.

Ademais, apesar da diversidade nas atividades econômicas e da pujança em alguns sistemas produtivos, sobretudo de grãos, deve-se destacar que por estarem localizados no perímetro das secas, os município pesquisados sofrem com os impactos das variabilidades pluviométricas, gerando perdas econômicas e aumento da vulnerabilidade social na região, sobretudo aos pequenos agricultores, o que pode ser aumentado com o avanço dos cenários de desertificação.

Mapeamento do Uso e Ocupação do Solo

Segundo Altmann et al. (2009), o mapeamento do Uso e ocupação do solo retrata as atividades humanas que podem significar pressão e impacto sobre os elementos naturais. As classes de Uso e ocupação do solo são identificadas, espacializadas, caracterizadas e quantificadas. A vegetação é um elemento sensível às condições e tendências da

paisagem, reagindo de forma distinta e rápida às variações. Seu estudo permite conhecer as condições naturais do território e as influências humanas recebidas.

O acompanhamento da vegetação em diferentes épocas indica a mudança, sua direção e a velocidade ao longo do tempo, permitindo construir cenários atuais e até reconstruir cenários passados. Trata-se de uma forma de encontrar soluções relativas à conservação de ecossistemas naturais ou à recuperação da cobertura vegetal (SANTOS, 2004).

As imagens multiespectrais utilizadas foram do satélite Landsat 5 TM (Thematic Mapper), bandas 1 (0,45 – 0,52 μm), 2 (0,53 – 0,61 μm), 3 (0,63 – 0,69 μm), 4 (0,76 – 0,90 μm), 5 (1,55 – 1,75 μm) e 7 (2,08 – 2,35 μm), e Landsat 8 (sensor OLI), bandas 1 (0.43 - 0.45 μm), 2 (0.450 - 0.51 μm), 3 (0.53 - 0.59 μm), 4 (0.64 - 0.67 μm), 5 (0.85 - 0.88 μm), 6 (1.57 - 1.65 μm), 7 (2.11 - 2.29 μm), ambos satélites com resolução espacial de 30 metros para as referidas bandas do espectro eletromagnético, todas da órbita/ponto 215/67 e 66.

Para produção do mapa da tipologia da cobertura vegetal, foi feita interpretação das imagens de satélite com a classificação supervisionada, e validação das classes in loco com GPS, com o objetivo de corrigir os possíveis erros de identificação dos alvos existentes, o que foi de significativa importância para geração dos produtos finais.

O processamento das imagens foi realizado no software SPRING versão 5.3, onde foram executados: correção geométrica, correção radiométrica, e a classificação supervisionada. A manipulação das imagens geradas na classificação e dos dados vetoriais utilizados como base cartográfica, assim como os procedimentos de edição, sobreposição, álgebra e confecção dos mapas temáticos foram realizados no software ArcGIS 10.1 Desktop.

Para uma melhor classificação das imagens de satélite, recomenda-se a elaboração de chaves de interpretação. De acordo com Florenzano (2011), uma chave de interpretação de imagens deve ser baseada nos seguintes quesitos:

- Tonalidade - Usada para interpretar imagem em tons de cinza, quanto mais luz o objeto reflete mais claro ele é representado;
- Cor - As distintas respostas espectrais dos alvos facilitam suas identificações;
- Textura - Lisa ou rugosa, possibilitando discernir formações distintas, mas com uma resposta espectral semelhante; no caso do relevo quando a textura é lisa significa que ele é plano;
- Tamanho - A escala do objeto permite uma fácil distinção entre objetos (casa de galpão, estrada de aeroporto...);
- Forma - Regulares e irregulares, suas configurações geométricas dinamizam a identificação, e direcionam para certas interpretações geoespaciais (crescimento urbano planejado, área de atividade agrária...);
- Sombra - A partir dela outros elementos como forma e tamanho podem ser inferidos;
- Padrão - Ajuda a identificar objetos devido ao arruamento espacial;
- Localização - Situa os objetos em pontos específicos da paisagem.

Assim, previamente foram selecionados os tipos de uso, os quais foram identificados na composição colorida 543 e utilizados na seleção de amostras, que posteriormente foram utilizadas em um processo de treinamento do algoritmo para a alocação dos pixels em classes (NOVO, 2010).

Entretanto, como complemento, foi necessária a identificação desses agrupamentos através de conhecimento prévio da região e trabalhos de campo, o que possibilitou a identificação de sete classes em cada imagem: Corpos D'água, Solo Exposto, cultivos e pastagem, Caatinga Arbórea, Caatinga Arbustiva, Agricultura Irrigada e Brejos e Área Urbana (no município de Poço Verde não foram classificados corpos d'água a agricultura irrigada).

Mapeamento do Risco à Desertificação

Os mapas globais de risco à desertificação foram gerados através do modelo proposto pela Equação 1 são então obtidos através da declaração e instanciação das variáveis integradas em um banco de dados. Supõe-se, na equação de suscetibilidade à desertificação, uma transformação exponencial de cada parâmetro biofísico de acordo com a suscetibilidade que o valor de cada variável apresenta.

$$R = (A + E + T + N + G + PA + TA + U) \times PNE \quad (1)$$

onde: A é o albedo da superfície; E é a emissividade; T é a temperatura da superfície; N é o NDVI; G é o fluxo de calor no solo; P é a precipitação; T é a temperatura do ar, U é o uso e ocupação do solo e PNE é o potencial natural de erosão.

Para a transformação exponencial, os parâmetros foram escalonados entre 2 e 3, e em seguida somados e diminuído de 9 para expressar uma suscetibilidade entre 0 e 5, onde 5 é o valor que representa alto risco de desertificação. Além da transformação exponencial, para um estudo mais aprofundado, pode-se, também, modelar o estado de degradação a partir de uma transformação linear, realizando testes de campo em função do grau de degradação do solo e vegetação.

Após a transformação exponencial aplicada, os resultados foram multiplicados pelo PNE. Os valores entre zero e 1 representam risco mínimo, entre 1 e 2 significam baixo risco, entre 2 e 3 risco moderado, entre 3 e 4 risco alto e entre 4 e 5 risco extremo.

Os mapas dos cenários de risco à desertificação foram gerados através do cruzamento de informações contidas na equação 01 em análise multicritério, com notas e pesos descritos a seguir.

A metodologia multicritério consiste em realizar uma análise, construindo uma escala de importância entre os fatores analisados para, posteriormente, serem colocados em uma matriz de relacionamento. De acordo com Paim e Oliveira (2011), a modelagem multicritério consiste na 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 da 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 e notas atribuídas a cada variável trabalhada podem ser visualizado no Quadro 1.

Quadro 1. Matriz de Pesos dos indicadores de desertificação.

Temas	Pesos	Componentes da Legenda	Notas
PNE	15%	Baixo	1
		Médio	2
		Elevado	3
NDVI	15%	-1	5
		0,5	4
		1,0	3
		(0,1-0,2)	2
		(0,3-0,6)	1
Emissividade	7,5%	0,3	1
		0,5	2
		1,0	3
Temperatura do Ar	10%	24	1
		28	2
		32	3
Albedo da superfície	7,5%	0-10	1
		11-20	2
		21-30	3
Temperatura Superficial	7,5%	10	1
		11-30	2
		31-45	3
Fluxo de calor no solo	7,5%	250-500	1
		750	2
Pluviosidade	15%	500	3
		600	2
		700	1
Uso e ocupação	15%	Pastagem e solo exposto	5
		Caatinga Arbórea	2
		Caatinga Arbustiva	3
		Agricultura Irrigada	5
		Área Urbana	1

Elaboração: Douglas Vieira Gois (2019).

Ademais, a correlação dos indicadores, classificados em notas e ponderados de acordo com a influência de cada fator na degradação ambiental contibui para o estabelecimento de graus de risco risco à desertificação. Em ambiente do software ARCGIS 10.2, foram confeccionados mapas temáticos para demonstrar a espacialização dos resultados do risco ao processo de desertificação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise do Uso e Ocupação do Solo na área de estudo: aproximações iniciais com o processo de Desertificação

Portanto, com o intuito de analisar as variáveis biofísicas da área de estudo (Canindé de São Francisco e Poço Verde), mapeamos os diferentes tipos de usos e ocupação do solo, buscando avaliar a dinâmica evolutiva da paisagem e sua contribuição para o avanço/ recuo do risco à desertificação.

Nas Figuras 2, 3, 4 e 5 pode-se visualizar a espacialização e os percentuais de cobertura do Uso e ocupação do solo nos anos de 1990 e 2018. As fácies de cobertura vegetal identificadas, considerando a estratificação e a densidade entre as espécies, foram: caatinga arbórea, caatinga arbustiva, solo exposto, pastagens e cultivos, agricultura irrigada e brejos. Além de tais classes, também mapeamos as sedes municipais e corpos d'água dos referidos municípios.

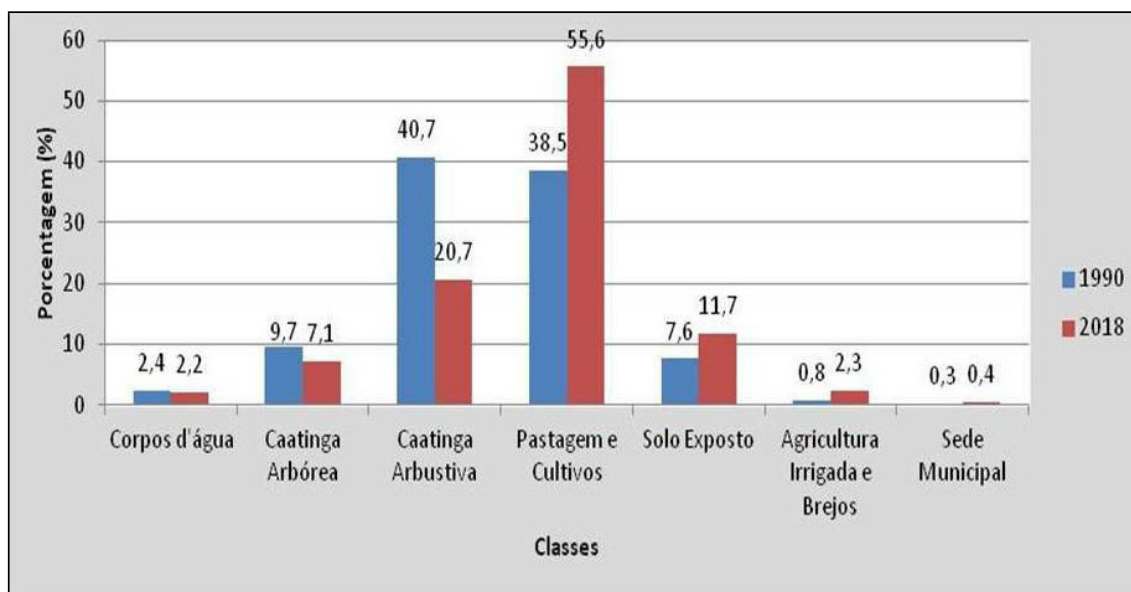


Figura 2. Percentuais de cobertura das classes de uso e ocupação do solo no município de Canindé de São Francisco (1990-2018)

No ano de 1990, no município de Canindé de São Francisco foram encontrados os seguintes percentuais: caatinga arbórea (9,7%), caatinga arbustiva (40,7%), solo exposto

(7,6%), pastagens e cultivos (38,5%), agricultura irrigada e brejos (0,8%), sede Municipal (0,3%) e corpos d'água (2,4%). Já para o ano de 2018, foram encontrados os seguintes percentuais: caatinga arbórea (7,1%), caatinga arbustiva (20,7%), solo exposto (11,7%), pastagens e cultivos (55,6%), agricultura irrigada e brejos (2,3%), sede municipal (0,4%) e corpos d'água (2,2%), (ver Figura 2).

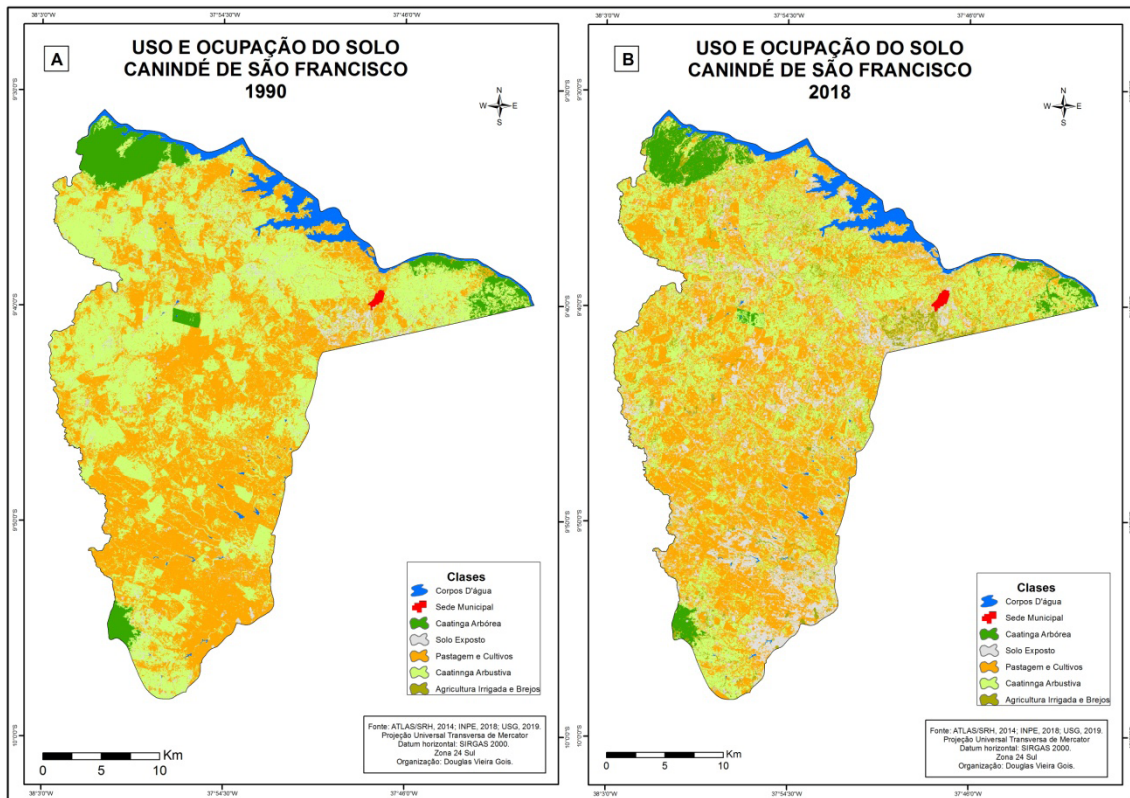


Figura 3. Análise Multitemporal do Uso e ocupação do solo no município de Canindé de São Francisco (1990- 2018).

No município de Poço Verde, para o ano 1990, foram encontrados os seguintes percentuais: caatinga arbórea (23,6%), caatinga arbustiva (13,7%), solo exposto (8,7%), pastagens e cultivos (53,5%), sede municipal (0,5%).

Em contrapartida, no ano de 2018, as classes de ocupação sofreram mudanças substanciais, a saber: caatinga arbórea (11,4%), caatinga arbustiva (8,4%), solo exposto (16,1%), pastagens e cultivos (63,5%), sede municipal (0,6%), (ver Figura 4). Em consonância com os resultados encontrados em Canindé de São Francisco, as categorias de uso que apresentaram maior redução foram os extratos de vegetação, tanto arbóreo como arbustivo. Tal decréscimo ocorreu dando espaço para a ampliação das áreas de cultivos agrícolas e solo exposto, que aumentaram 17,1 e 4,1%, respectivamente.

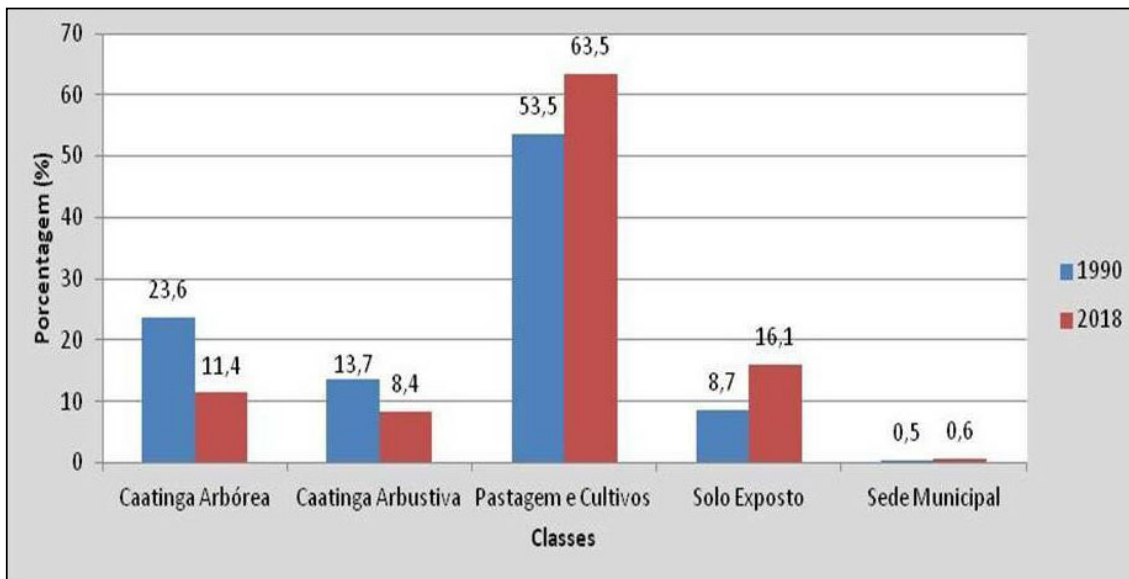


Figura 4. Percentuais de cobertura das classes de uso e ocupação do solo no município de Poço Verde (1990-2018).

A remoção da cobertura vegetal submete os solos a uma amplitude térmica maior, elevando no período diurno as taxas de evapotranspiração e afetando todos os ecossistemas existentes. Levando em consideração esse aspecto e devido ao uso do solo que existe nessas terras, acabam resistindo somente espécies de plantas que sejam ainda mais tolerantes a temperaturas mais elevadas que aquelas anteriormente dominantes e a seca edáfica (SOUZA, 2009).

Em estudo acerca da dinâmica das mudanças do uso e de cobertura da terra na região Semiárida de Sergipe no período de 1996 a 2013, Fernandes et al. (2015), concluíram que as mudanças mais substanciais observadas correspondem às áreas de Caatinga, com diminuição de 22,2%, e de capoeira, com redução de 5,9%. Observou-se também o aumento das áreas de pastagem (23,3%), de cultivos agrícolas (1,7%) e solo exposto (3,2%), configurando aumento de ambientes com elevada suscetibilidade a erosão e consequentemente, aumentando o risco á desertificação.

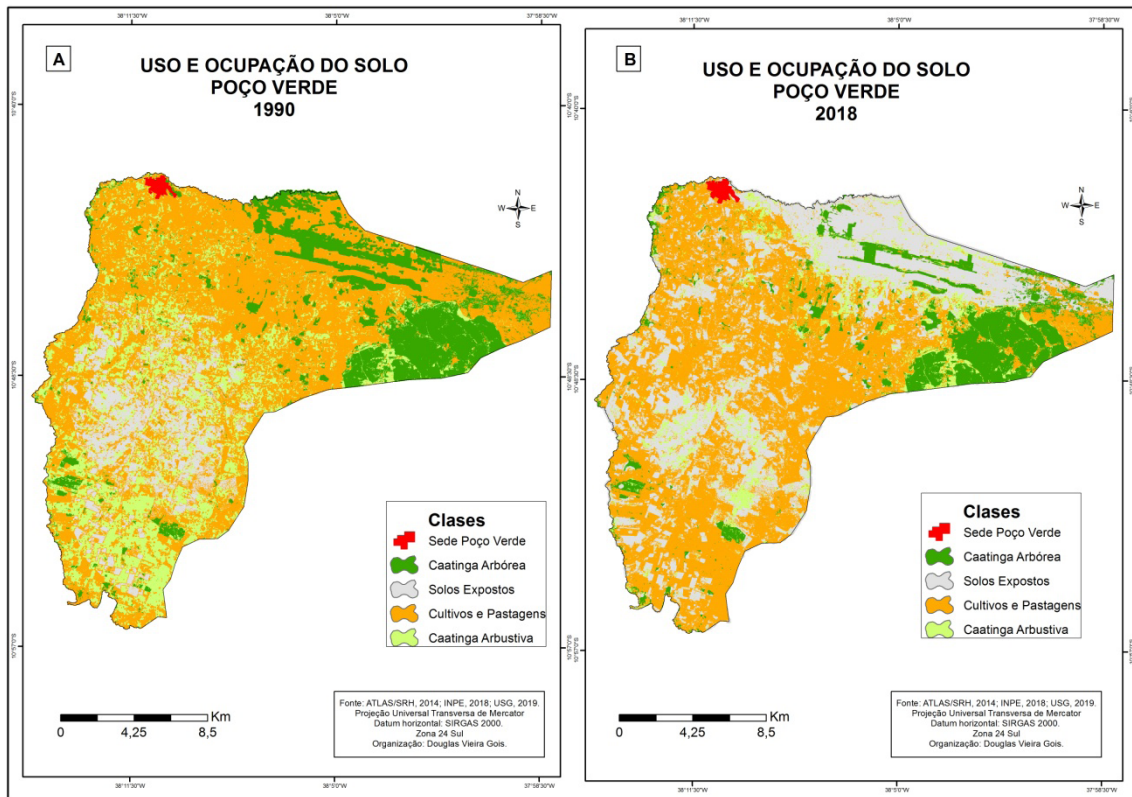


Figura 5. Análise Multitemporal do Uso e ocupação do solo no município de Poço Verde (1990-2018).

Do ponto de vista da espacialização dos usos, evidencia-se que a fâcie de caatinga arbórea distribuem-se de forma descontínua em toda a área de estudo, seja em Canindé de São Francisco ou em Poço Verde, com destaque para uma maior concentração em regiões de topografias mais elevadas, em especial nos topos das Serras, com à presença de solos mais profundos, maior ocorrência de precipitação em faces do relevo a barlavento. São áreas que do ponto de vista da legislação ambiental devem ser protegidas, além de serem de difícil mecanização. Portanto, tal classe temática mostrou-se reduzida a pequenas ilhas e restrita a alguns pontos (áreas de exceção, sopé de serras, brejos de altitude, ou áreas de proteção permanente (APP's) de assentamentos e reforma agrária, visto as exigências na legislação (reserva legal).

Quanto à maior proporção de caatinga arbórea e arbustiva em Canindé de São Francisco, pode-se destacar a contribuição da existência das Unidades de Conservação (UCs) existentes no município, a saber: Parque Natural Municipal de Lagoa do Frio, com uma área de 278,99 ha, tendo sido criado pelo Decreto nº 041 de 23/10/2001, e o Monumento Natural da Grota do Angico, instituído a partir do Decreto Estadual nº 24.922, de 21 de dezembro de 2007.

A caatinga arbustiva também está associada às regiões de relevo residual no pediplano, estando em sua maior parte nas bordas dos fragmentos de caatinga arbórea, apresentando pois distribuição descontínua em toda a área de estudo. Embora haja essa distribuição irregular, o município de Canindé de São Francisco possui maior área de

distribuição dessa fície de cobertura, o que denota maior sucessão secundária em áreas de pastagens e cultivos. Já em Poço Verde, por apresentar maiores áreas destinadas a agricultura/monocultura, o processo de regeneração da vegetação é dificultado.

Os menores fragmentos de caatinga são encontrados na Superfície de Pedimentos, em relevo de dissecação homogênea, posto ser essa unidade a que concentra maior desenvolvimento da agricultura e da pecuária extensiva da região.

A retirada parcial ou total da vegetação que vem se processando na região semiárida acaba exercendo forte influência do ponto de vista pedológico e bioclimático. Tal situação acaba desfavorecendo a presença de espécies das caatingas mais exigentes em água, dos tipos arbóreos e mais adensados dessa formação, substituídos, cada vez mais, por pequenas “ilhas de vegetação”, o que pode ser considerado uma estratégia das plantas sobreviventes a um ambiente cada vez mais inóspito (GOLDFARB, 2006).

A classe de solo exposto apresentou-se de forma significativa em ambos municípios, porém, em Poço Verde houve predominância dessa classe, visto o processo de expansão da agricultura de cultivos temporários. Tal fato denota grande suscetibilidade ao desencadeamento dos processos erosivos e, por conseguinte, áreas com reduzido potencial de produtividade agrícola, devido à fragilidade das classes de solo presentes na área.

O homem participa ativamente no processo de erosão dos solos do Semiárido, por meio do mau uso agrícola, por não considerar sua capacidade de suporte, por não utilizar técnicas de manejo de cultivo e por não fazer uso dos mais rudimentares artificios de controle da erosão. A influência antrópica manifesta-se ainda na condução de uma pecuária extensiva, em caráter de pasto nativo e sem a menor condição de controle do pastoreio (SÁ et al., 2010, p. 139).

Quanto a classe Pastagem e Cultivos Agrícolas podemos destacar os altos percentuais em ambos os municípios (ver Figuras 3 e 5). Todavia, devemos destacar a maior área em Poço Verde, que possui uma expressiva expansão de monoculturas, em especial o milho. Nessa classe há uma elevada fragilidade, tendo em vista a intensa mecanização e maior exposição do solo aos agentes de intemperismo.

O aumento das áreas de pastagem na região semiárida de Sergipe está relacionado à tendência de expansão da pecuária em Sergipe, pois a maior parte (68%) das propriedades rurais está voltada à formação de pastagem e produção pecuária (SERGIPE, 2014).

Conforme já destacado nesse trabalho, historicamente o semiárido sergipano apresentava uma estrutura fundiária em pequenas e médias propriedades, com o cultivo de subsistência do milho, da mandioca e a criação de gado para consumo doméstico. No entanto, a região nos últimos anos vem apresentando um crescente aumento da sua produção leiteira, o que vem pressionando a conversão de Caatinga em pastagens e grades lavouras monocultoras, com destaque para o município de Poço Verde.

Corroborando com tais resultados, em estudo sobre a mudança no Uso e ocupação do solo da terra na região semiárida de Sergipe, Fernandes et al (2015), destacam o aumento de

áreas de pastagem e de áreas de cultivos agrícolas, devido ao incentivo fiscal e à modernização da produção, atrelados à diminuição das classes de caatinga e capoeira.

Além das classes destacadas, cabe salientar a existência dos perímetros irrigados em Canindé de São Francisco. Tais áreas demandam maior atenção, devido alto risco à salinização dos solos e a consequente degradação ambiental da área.

De acordo com Oliveira et al. (2002), a salinização, associada à falta de habilidade de parte dos irrigantes no manejo da irrigação e às peculiaridades edafoclimáticas do Nordeste brasileiro, muito tem contribuído para o processo de degradação de solos da região. Elevadas concentrações de sais nos solos constituem um dos problemas para a agricultura global, com graves consequências econômicas e sociais (FARIFTEH et al., 2007).

Pesquisas comprovam a existência de áreas salinizadas no município de Canindé de São Francisco. De acordo com Santos (2015), o perímetro irrigado Jacaré-Curitiba encontra-se com solos salinos, salinos sódicos e sódicos, além de uma degradação do solo, bem como a redução da vegetação nativa na área, concluindo-se que o perímetro se encontra em um processo de salinização avançado e a falta de manejo adequado acelera o processo.

O mapa do Uso e ocupação do solo na área de estudo evidencia a distribuição espacial das classes presentes na área. Nota-se que Pastagem Cultivos Agrícolas e Solo Exposto ocupam de modo preponderante os perímetros dos municípios. A predominância desse tipo de uso do solo aumenta a predisposição ao desencadeamento dos processos erosivos, efeito maximizado também pelas implicações das ações climáticas associadas à semiaridez.

Ademais, podemos destacar, a princípio, que o processo de desertificação no município de Poço Verde e Canindé de São Francisco está associado ao processo de ocupação da região e do seu uso intensivo para a agropecuária. Todavia, a correlação com outros indicadores trará uma melhor compreensão da gênese de degradação para cada município, com o prognóstico dos cenários de degradação/desertificação.

Mapeamento do Risco à Desertificação no Semiárido Sergipano: Canindé de São Francisco e Poço Verde

As causas da desertificação são múltiplas e apresentam inúmeros mecanismos de retroalimentação. Todavia, pode-se destacar que estão relacionadas à exploração do patrimônio ambiental com práticas inadequadas frente a fragilidade natural da região semiárida brasileira. A partir da intensa exploração a degradação rompe a capacidade de resiliência dos ambientes, gerando o aumento das áreas degradadas.

O problema se agrava quando tais áreas são ocupadas por grandes contingentes populacionais, o que aumenta a pressão sobre os recursos. Acerca dessa questão, no ano de 1999 Ab'Saber destaca a o semiárido brasileiro como uma das regiões semiáridas mais povoadas entre todas as terras secas existentes nos trópicos. Portanto, o elevado contingente populacional aliada as técnicas inadequadas utilizadas nas atividades agropecuárias aumentam os riscos à desertificação, o que dificulta o desenvolvimento das atividades econômicas na região.

O risco é considerado como probabilidade de ocorrência de acontecimento danoso, enquanto perigo corresponde à proximidade da manifestação do risco e crise é a manifestação do risco fora do controle do homem (FAUGÈRES, 1990; REBELO, 2003 e 2005). São muitos os riscos, mas em todos há uma componente estranha ao querer do homem e uma outra componente que é a exposição do próprio Homem à primeira (REBELO, 2008).

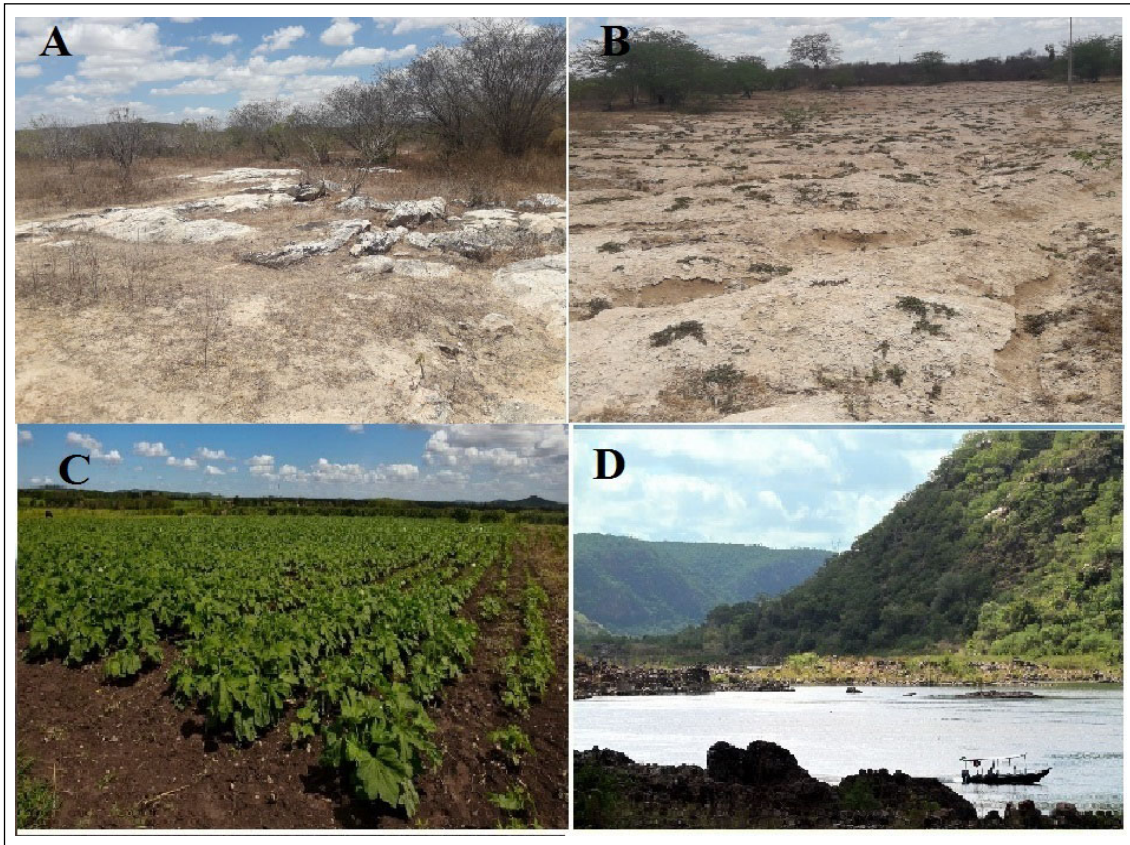
A integração dos dados de albedo da superfície; emissividade; temperatura da superfície; NDVI; fluxo de calor no solo; precipitação presente e futura; temperatura do ar presente e futura, uso e ocupação do solo e PNE tornam mais robustos os resultados das análises das áreas degradadas e, por conseguinte o risco à desertificação.

O risco à desertificação no Semiárido Sergipano foi classificado em quatro níveis, a saber: Muito alto, Alto, Moderado e Baixo. Para o ano de 1990 (Figura 7-A), no município de Canindé de São Francisco as áreas de ocorrência de risco - Muito alto representam 14,5% do território e estão dispersas em manchas em todo o território, marcadamente em áreas de solo exposto que foram utilizadas para a agricultura e estão abandonadas ou em espaços de afloramentos rochosos e com presença de neossolos (Figura 6).

De acordo com estudo de Sá et al., (2010), nos Neossolos Litólicos, a suscetibilidade à erosão é muito alta em qualquer dos casos e é determinada basicamente pela ocorrência do substrato rochoso em pequena profundidade. A erosão é potencializado quando é removida a vegetação original.

A classe de risco Alto também está dispersa em manchas em todo o território municipal, com presença marcante em área de cultivos e pastagens, correspondendo a 31,5%. Já as áreas da classe de risco- Moderado e Baixo estão localizadas em regiões de sucessão secundária de vegetação, onde predominam a caatinga arbustiva e áreas de agricultura irrigada e ocupam 35,5 e 19,5%, respectivamente. Cabe salientar que o risco baixo representa predomina em áreas de maior densidade arbórea, sobretudo em áreas de remanescentes vegetais, brejos de altitude e APP's próximas a corpos d'água, especialmente o rio São Francisco e as Unidades de Conservação.

A cobertura vegetal é, talvez, o mais importante dos fatores de controle do fenômeno da desertificação no espaço semiárido. Mesmo decidua, a caatinga não deixa de desempenhar o papel de protetor do solo contra as intempéries, diminuindo a sua degradação. Esta constatação afirma, categoricamente, que a principal causa da erosão, nessa região, é, sem dúvida, a devastação desenfreada da vegetação com os objetivos do atendimento de necessidades energéticas e do fornecimento de estacas para cercas e outros fins. (SÁ et al., 2010, p. 137).



Fonte: GOIS (2019).

Figura 6. Mosaico representativo das áreas de risco à desertificação no Município de Canindé de São Francisco –SE (A-Alto; B-Muito Alto; C-Moderado; D-Baixo).

Ainda com relação à classe de risco moderado, cabe destacar que embora as áreas de agricultura irrigada estejam configuradas com risco moderado, a prática da irrigação sem o devido manejo pode aumentar o risco, especialmente com o fenômeno de salinização do solo (Figura 6).

Para muitos estudiosos, a salinização é a mais importante causa de degradação dos solos do Semiárido e ocorre, principalmente, nas áreas irrigadas. Segundo Sampaio e Salcedo (1997), o problema da salinidade estaria diretamente relacionado com as áreas de irrigação. Registros da literatura indicam que 50% da área irrigada no Nordeste estariam afetadas pela salinidade, notadamente nos perímetros que utilizam água de açudes, cuja qualidade, de maneira geral, não é muito adequada para irrigação. Todavia, é importante destacar que o processo também pode ocorrer em áreas sem irrigação e estar ligada sobretudo ao manejo do solo.

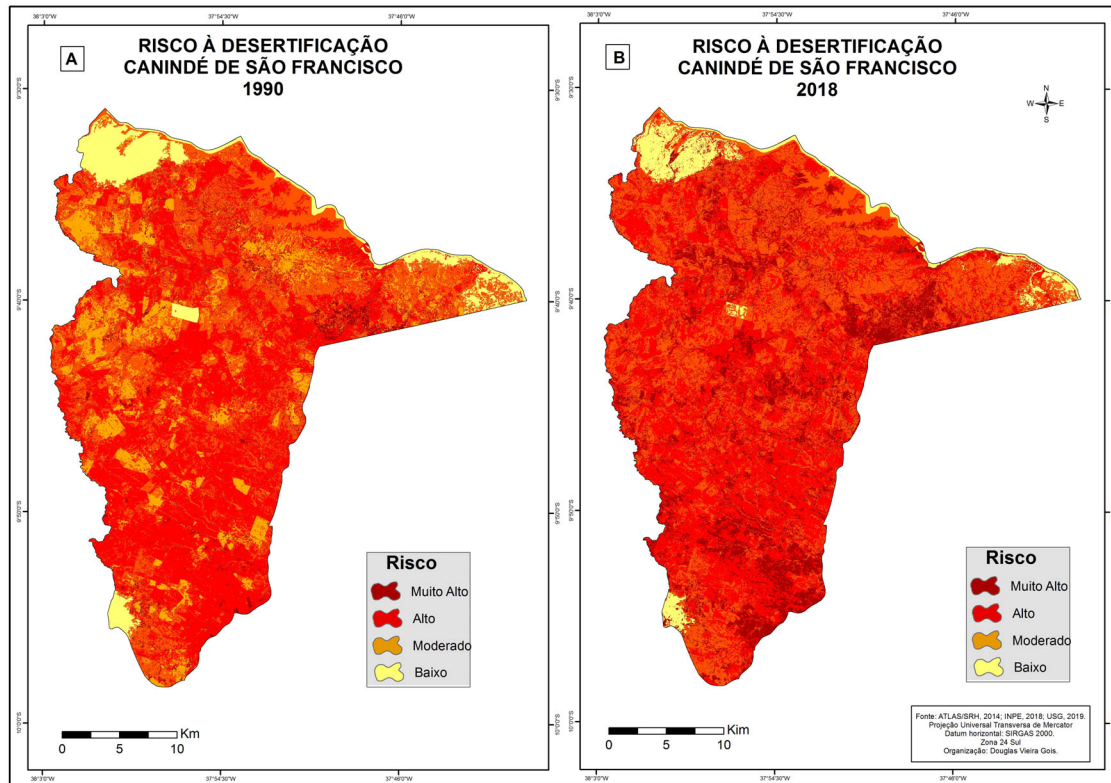


Figura 7. Mapeamento do Risco à Desertificação no Município de Canindé de São Francisco-SE.

Para o ano de 2018 (Figura 7-B), no município de Canindé de São Francisco as áreas de ocorrência de risco Muito alto representam 19,7% do território e estão dispersas em manchas em todo o território, marcadamente em áreas de solo exposto que foram utilizadas para a agricultura e com a expansão para as áreas de pastagens, chegando até em espaços que no cenário atual compunham caatinga arbustiva e/ou em regeneração natural e nos perímetros irrigados.

Quanto à classe de risco Alto, está também está dispersa em manchas em todo o território municipal, correspondendo a 48,5%, ocorrendo em área de cultivos e pastagens, expandindo de forma intensa para espaços que no cenário atual compunham caatinga arbustiva e/ou em regeneração natural, áreas que outrora estavam em risco moderado.

As classe de risco Moderado e Baixo estão localizadas em áreas de sucessão secundária de vegetação, onde predominam caatinga arbustiva e áreas de agricultura irrigada e ocupam 25,6 e 6,2%, respectivamente. A categoria de risco baixo fica restrita a ilhas com maior biomassa vegetal, sobretudo em áreas de remanescentes vegetais, APP's e brejos de altitude.

Para o ano de 2018, as áreas de risco Muito alto e Alto apresentaram um aumento de cobertura. Áreas que no cenário de clima presente foram classificadas com risco - Baixo, para o cenário do clima futuro foram classificadas como de risco Moderado, algumas áreas com maior pressão antropogênica chegaram a alto risco.

No município de Poço Verde, no ano de 1990 (Figura 9-A) áreas de ocorrência de risco Muito alto representam 4,7% do território e estão dispersas em manchas em todo o território, marcadamente em áreas de solo exposto utilizadas para a agricultura e estão

abandonadas por falta de fertilidade devido à intensa utilização para a monocultura do milho. Nesses espaços há uma presença marcante dos Neossolos e Luvisolos (Figura 8).

Em estudo sobre o mapeamento da degradação ambiental/deertificação do município de Picuí Francisco et al. (2013) concluíram que a classe muito alta de degradação ocorre em grande parte no terço superior e inferior da área. Em grande parte, associada ao baixo nível de proteção da vegetação aos solos da área e a alta erodibilidade dos Neossolos Regolíticos Eutróficos e a média erodibilidade dos Neossolos Litólicos Eutróficos que estão associados ao fator declividade e cobertura do solo.



Fonte: GOIS (2019).

Figura 8. Mosaico representativo das áreas de risco à desertificação no Município de Poço Verde –SE (A- Baixo Moderado; C-Alto; D-Muito Alto).

A classe de risco Alto também está dispersa em manchas em todo o território municipal, com presença marcante em área de cultivos e pastagens, correspondendo a 20,8%. Já as áreas das classes de riscos Moderado e Baixo estão localizadas em regiões de sucessão secundária de vegetação, onde predominam caatinga arbustiva e áreas de agricultura irrigada e ocupam 54,7% e 19,8%, respectivamente. Devemos destacar que a categoria de risco baixo fica restrita a áreas com maior biomassa vegetal, em reservas legais, APP's e demais remanescentes vegetais, principalmente nas margens de copos d'água, como no rio Real e seus afluentes.

Corroborando com essa análise, em pesquisa similar, Francisco et al. (2013) destacam que a classe de degradação baixa, por sua vez, ocorre nas áreas planas com a ocorrência de Latossolo Amarelo Distrófico e Argissólo, mais fértil e protegido pela vegetação mais densa.

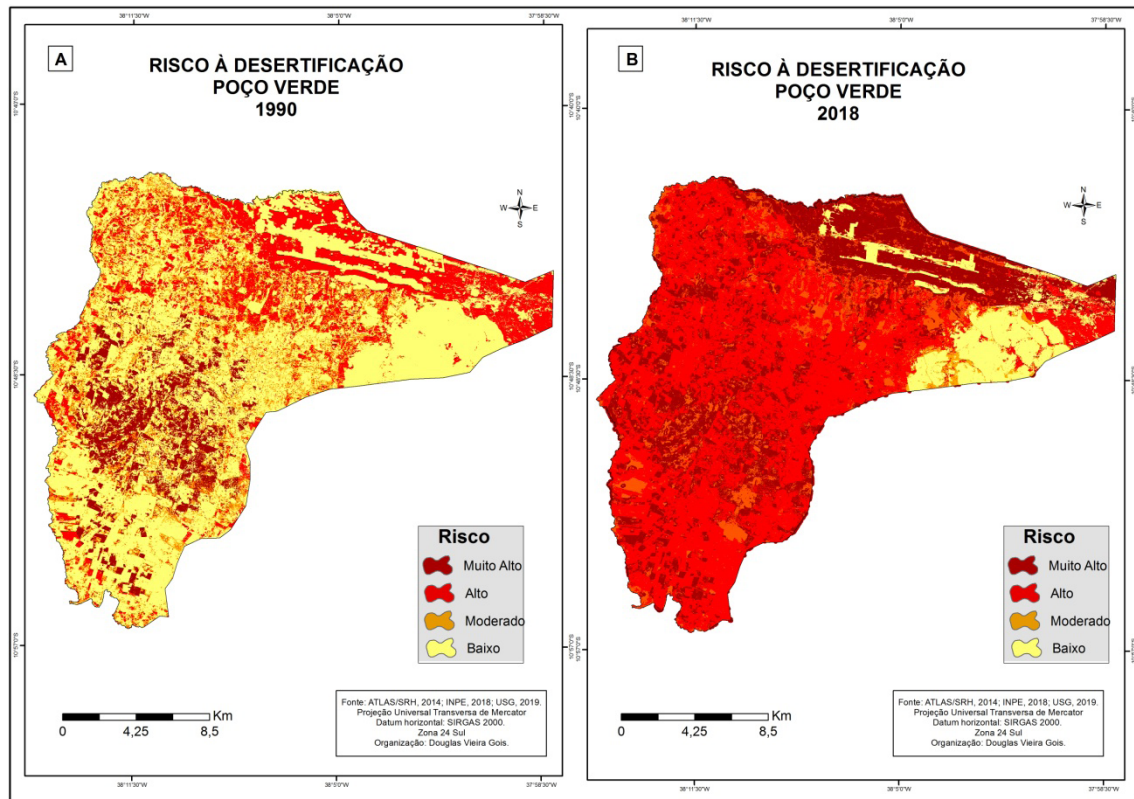


Figura 9. Mapeamento do Risco à Desertificação no Município de Poço Verde-SE.

Podemos destacar que para o cenário atual, ambos os municípios pesquisados apresentam áreas restritas (ilhas) de risco muito alto à desertificação, o que, a princípio, denota uma condição de segurança quanto ao processo de degradação. Todavia, a presença marcante das classes alta e moderada associadas às atividades predatórias de agricultura intensiva e pecuária, pode conduzir à ampliação das paisagens desertificadas.

Para o ano de 2018 (Figura 9-B) no município de Poço Verde as áreas de ocorrência de risco Muito alto representam 14,7% do território e estão dispersas em manchas em todo o território, marcadamente ao norte do município, em áreas de solo exposto que foram utilizadas para a agricultura e estão abandonadas ou em espaços de afloramentos rochosos e presença de Neossolos (Figura 8).

A classe de risco Alto também está disperso em manchas em todo o território municipal, com presença marcante em áreas de cultivos e pastagens, correspondendo a 47,8%. Já as áreas das classes de riscos Moderado e Baixo estão localizadas em regiões de sucessão secundária de vegetação, onde predominam caatinga arbustiva e brejos, representando 24,7 e 15,8%, respectivamente. Já a categoria de risco muito

baixo representa apenas 6,5% do município, ficando restrita a áreas com maior biomassa vegetal, em reservas legais e demais remanescentes vegetais.

Na década de 1990, pode-se destacar que no município de Canindé de São Francisco há uma preponderância de ambientes com elevado risco (alto e muito alto), onde 39% do território se enquadra nessa classe, enquanto Poço Verde, situado numa área de maiores coeficientes pluviométricos e menor variabilidade climática, possui 25,5% do território com elevado risco (alto e muito alto) à desertificação. Todavia, em 2018, tendo em vista as derivações antropogênicas, em especial as atividades de agricultura mecanizada (produção de grãos), e pecuária extensiva, ambos os municípios apresentam aumento do risco à desertificação.

Nesse sentido, ressaltamos que, apesar da ação marcante da semiaridez e da sua atuação no processo de desertificação nas duas áreas estudadas, as análises demonstram que o aumento do risco à desertificação em Poço Verde é resultante, sobretudo do intenso e inadequado uso do solo e consequente devastação da vegetação, que quando inexistente ou rarefeita, favorece a ação dos processos de degradação dos solos de forma mais intensa. Enquanto no município de Canindé de São Francisco, a variável climática é mais incisiva e ações com menor intensidade podem gerar mais impacto no ambiente.

Portanto, a dinâmica climática associada às derivações antropogênicas nos municípios configuram territórios com cenários tendenciais de expansão do processo de desertificação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O quadro histórico de ocupação do semiárido sergipano atrelado às atividades predatórias exercidas sobre o quadro geoambiental frágil tem criado cenários de degradação biofísica que preocupam tanto a população, quando conhecedora do problema, quanto os planejadores.

Os dados analisados indicam que os municípios pesquisados sofreram intensos processos de antropização no período analisado, onde a vegetação da Caatinga foi bruscamente convertida em pastagens e cultivos agrícolas, aumentando a degradação dos solos e consequente o risco à desertificação.

A dinâmica climática, com destaque para a irregularidade temporal das precipitações, altera a dinâmica vegetacional e, por conseguinte, aumenta o risco à desertificação. Todavia, deve-se destacar que as derivações antropogênicas, especialmente a pecuária e a monocultura de milho, são os principais vetores de degradação de demandam maior atenção no sentido de mitigar os impactos com vistas à redução dos riscos ambientais nas áreas estudadas.

Nesse sentido, devemos destacar que entre 1990 e 2018 Canindé de São Francisco apresentou um aumento percentual de 60,7% nas áreas de risco elevado, o que corresponde a 62,2% do seu território. Já o município de Poço Verde, apresenta 156% de aumento em relação ao mapeamento de 1990, o que corresponde a 65,5% da área do município. Portanto, a intensificação dos sistemas monocultores com maior potencial de impacto ao solo associado à mudança no clima pode configurar um aumento desse processo de degradação ambiental e, por conseguinte de risco à desertificação.

Ademais, podemos evidenciar que do ponto de vista das relações sociais, a análise da dinâmica temporal indica um aumento da vulnerabilidade social para a população sertaneja, pois a expansão das áreas degradadas diminui a produtividade das terras e consequentemente, afeta a dinâmica socioeconômica da região, que num processo de retroalimentação, pode gerar maior impactos na paisagem sertaneja, vista a maior pressão sobre os sistemas ambientais.

REFERÊNCIAS

- AB' SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 3. ed. São Paulo: Ateliê Editorial. 2003. 159p.
- ALTMANN, A L.; ECKHARDT, R. R.; REMPELL, C. Evolução Temporal do Uso e Cobertura da terra – Estudo de Casono município de Teutônia – RS -Brasil. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 61/03 p. 273-289, 2009.
- AQUINO, C. M. S. ; ALMEIDA, O. J.G. B. Estudo da cobertura vegetal/uso da terra nos anos de 1987 e 2007 no núcleo de degradação/desertificação de São Raimundo Nonato - Piauí. **Ra'e ga** (UFPR), v. 25, p. 252-278, 2012.
- AQUINO, C. M. S. **Estudo da degradação/desertificação no Núcleo de São Raimundo Nonato – Piauí**. Tese (Doutorado em Geografia) – Núcleo de Pós-Graduação em Geografia, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, Universidade Federal de Sergipe, 2010.
- ARRAES, F. D. D.; ANDRADE, E. M. ; SILVA, B. B. . Dinâmica do balanço de energia sobre o açude Orós e suas adjacências. **Revista Caatinga** (UFERSA. Impresso), v. 25, p. 119-127, 2012.
- BRASIL. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca/PAN-Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Recursos Hídricos. 2004.
- CASTRO, F. C.; SANTOS, A. M. Susceptibilidade ambiental a salinização das terras em municípios da microrregião de Petrolina - Pernambuco - Brasil. **Caminhos da Geografia** (UFU. Online), v. 16, p. 160-172, 2015.
- CCD. **Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação**. Tradução: Delegação de Portugal. Lisboa: Instituto de Promoção Ambiental. 1995.
- CPRM- Serviço Geológico do Brasil. Projeto Cadastro Da Infra-Estrutura Hídrica Do Nordeste. **DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE POÇO VERDE**. Estado de Sergipe, 2002.
- CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Projeto Cadastro Da Infra-Estrutura Hídrica Do Nordeste. **DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE CANINDÉ DE SÃO FRANCISCO**. Estado de Sergipe, 2002.
- FARIFTEH, J.; et al. Quantitative analysis of salt-affected soil reflectance spectra: A comparison of two adaptive methods (PLSR and ANN). **Remote Sensing of Environment**, v.110, p.59-78, 2007.
- FRANCISCO, P. R. M.; et al. Modelo de mapeamento da deterioração das terras semiáridas. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 17, 2013, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza,

2013. p.1-10.

FRANZMEIER, D.P. **Soil landscape and erosion processes**. In: LARSON, W.E., ed. *Proceedings of soil erosion and productivity workshop*. Bloomington, University of Minnesota, 1990. p.13-15.

FREIRE, N. C; PACHÊCO, A. P. **Desertificação: Análise e Mapeamento**. 1. ed. Recife: ED. Universitária da UFPE, 2011. v. 1. 93p .

GOLDFARB, M. C. **Contribuição da vegetação tipo caatinga nos processos de transferência de calor e massa no complexo solo-vegetação-atmosfera na região semi-árida de São João do Cariri**. 124 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - UFPB, João Pessoa, 2006.

IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de Pedologia**. 2ªed. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

MOURA, ACM. “Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em Análise Multicritérios.” In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...** Florianópolis: Brasil, 21-26 abril, INPE, 2007, p. 2899-2906.

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.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto, Princípios e Aplicações** - Edgard Blucher. São Paulo 4 ed., 2010.

OLIVEIRA, L. B. et al. Interferências pedológicas aplicadas ao perímetro irrigado de Custódia, PE. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.1477-1486, 2002.

PAIM, G. F.; OLIVEIRA, F. F. Análise multicritério para construção de Cenários de Risco à desertificação: Qual a Relação destes Ambientes com a Diversidade de abelhas?. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15. (SBSR), 2011, Curitiba.. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. p. 3135-3141.

REBELO, F. **Suscetibilidades Naturais**. Problemática da sua definição e adaptação aos principais elementos da teoria do suscetibilidade. Análise e Gestão de Suscetibilidades, Segurança e Fiabilidade. C. Guedes Soares, A. P. Teixeira e P. Antão (Eds.). Lisboa, Edições Salamandra, vol. I, 2005 a. p. 301-315.

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.

SÁ, I. B.; et al. Processos de desertificação no Semiárido brasileiro. In: SÁ, I. B.; SILVA, P. C. G. (Org.). **Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação**. 1ed. Brasília: Embrapa, 2010, v. 1, p. 125-158.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H. Diretrizes para o manejo sustentável dos solos brasileiros: região semi-árida. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO, 26., 1997. **Anais...** Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. CD-ROM.

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184 p.

SERGIPE. **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Sergipe-PERH-SE**. Secretaria

de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos - Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos - PROÁGUA Nacional, v1, 2013.

SERGIPE. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Programa de Ação Estadual de Sergipe para o Combate à Desertificação e Mitigação aos Efeitos da Seca** – PAE –SE/SEMARH: Aracaju/Se, 2011.

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).

SOUZA, B. I; SUERTEGARAY, D.M. A DE LIMA, E.R.V. Desertificação e seus efeitos na vegetação e solos do Cariri Paraibano . **Mercator**, v. 8, n. 16, p. 217 - 232, 2009.