



# Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: [www.ufpe.br/rbgfe](http://www.ufpe.br/rbgfe)



## Mapeamento da desertificação da mesorregião Sul do Ceará com base na cobertura vegetal e nas classes de solos

Iêdo Bezerra Sá<sup>1</sup>, Tony Jarbas Ferreira Cunha<sup>1</sup>, Tatiana Ayako Taura<sup>2</sup>, Marcos Antônio Drumond<sup>1</sup>

1- Pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, Pernambuco, Brasil, {iedo.sa, tony.cunha, marcos.drumond}@embrapa.br;

2- Analista da Embrapa Semiárido, Petrolina, Pernambuco, Brasil, tatiana.taura@embrapa.br. Autor para correspondência.

Artigo recebido em 05/09/2014 e aceite em 04/08/2014.

### RESUMO

Na porção semiárida do sul do Estado do Ceará existe grande diversidade na paisagem natural, onde a vegetação, os solos e o clima geram uma multiplicidade de situações que concorrem para formação de diferentes ecossistemas e habitats com grande potencial ecológico e ambiental. Nesta região, a vegetação é caracterizada por diferentes fisionomias, variando de áreas com formações arbustivas, com cobertura do solo muito escassa e quase ausente, a formações arbóreas com níveis de cobertura bastante densas. De modo análogo, nesta região ocorre uma grande variedade de solos, que por suas características, manejo e situação no relevo podem potencializar os processos erosivos, determinantes no desencadeamento da desertificação. Considerando as interrelações destas duas variáveis ambientais, este trabalho tem o objetivo de realizar um diagnóstico das áreas susceptíveis à desertificação da Mesorregião Sul Cearense, tendo como base o cruzamento das informações da cobertura vegetal natural e das classes de solos. Para tanto, foram utilizados o mapeamento da cobertura vegetal e uso do solo e o mapeamento de solos da mesorregião sul do Estado do Ceará. Foram estabelecidos critérios para susceptibilidade da cobertura vegetal, assim como para as classes de solos presentes na área. Executou-se a intersecção destas duas bases de informação para o perfil da sensibilidade à desertificação. Os resultados mostram que a região sul cearense tem os seguintes valores das áreas em processos de desertificação: 1,46% na classe ausente, 15,16% na classe fraca; 18,86% na classe moderada; 52,81% na classe acentuada e 11,71% na classe severa. Deste modo, observa-se que aproximadamente 65% da porção sul do Estado do Ceará encontram-se na situação de sensibilidade à desertificação em que predominam as classes de Acentuada e Severa.

**Palavras-chave:** desertificação, semiárido, Ceará.

## Map of desertification of south of Ceará state mesoregion based on vegetation cover and the soil classes

### ABSTRACT

In Southern State of Ceará, Brazil, semiarid region, there is a great diversity of natural landscape, where the vegetation, soils and climate produced several conditions which contribute to the formation of different ecosystems and habitats with high ecological and environmental potential. In this region the vegetation is characterized by different types, ranging from areas with shrub formations with very sparse ground cover and almost absence of trees to areas with very dense levels of soil coverage. Similarly, in this region there is a wide type of soils, which in their characteristics, management and landscape position may enhance the erosive process and then the desertification. Considering the interrelation of these two environmental variables this article deals with the realization of a diagnosis of environmental sensitivity to the desertification processes. Thus, the land cover and use map and soil type map of this semiarid region in the southern of State of Ceará were used. There were established criteria for susceptibility of vegetation cover, as well as to the soil classes in the area. The intersection of these two information bases was performed to identify the classes of desertification sensitivity. The results show that this region has the following percentages within the classes: 1.46% on absence class, 15.16% on weak class, 18.86% in the moderate class, 52.81% in the sharp class and 11.17% in the severe class. Thus, it is observed that approximately 65% of the southern portion of the State of Ceará are sensitive to desertification process with the predominance of strong and severe classes.

**Keywords:** desertification, semi-arid, Ceará state.

Sá, I.B.; Cunha, T.J.F.; Taura, T.A.; Drumond, M.A.

## Introdução

A Mesorregião Sul do Estado do Ceará ocupa uma área equivalente a 14.489 Km<sup>2</sup>, correspondendo a 10% do território estadual, onde estão inseridos os municípios de Abaiara, Altaneira, Araripe, Assaré, Aurora, Barbalha, Barro, Brejo Santo, Campos Sales, Caririaçu, Crato, Farias Brito, Jardim, Jati, Juazeiro do Norte, Mauriti, Milagres, Missão Velha, Nova Olinda, Penaforte, Porteiras, Potengi, Salitre e Santana do Cariri, que abriga um contingente demográfico de 892.976 habitantes (IBGE, 2010). Esta zona, segundo Cavalcanti (2009), representa um dos mais importantes setores do contexto geográfico, socioeconômico, paleontológico e cultural do estado do Ceará, principalmente por ser uma região nuclear do Semiárido brasileiro.

Do ponto de vista das unidades de paisagem esta região é formada pela Chapada do Araripe e Patamares de Entorno, Superfícies Tabulares com Coberturas Detríticas, Vales Úmidos, Vales Secos, Maciços e Cristas Residuais e Sertões da Depressão Periférica Meridional (Cavalcanti, 2009).

De acordo com Carvalho et al. (2007), a vegetação desta área encontra-se bastante alterada em vista da ação antrópica e, em certas áreas, já não se encontram vestígios importantes da mata primitiva, a não ser remanescentes esparsos e muito reduzidos, que evidenciam um verdadeiro desequilíbrio ecológico, acelerando a erosão dos solos e o assoreamento de rios e reservatórios de água.

Os solos, por sua vez, apresentam uma grande diversidade de associações no entorno sertanejo da depressão periférica meridional, enquanto que na chapada, em razão de uma maior homogeneidade dos processos e fatores pedogenéticos, combinados com uma condição climática mais úmida, ocorre uma menor variabilidade.

Ainda segundo Carvalho et al. (2007), a maior potencialidade agrícola é observada nos Latossolos, Argissolos, Nitossolos e Neossolos Flúvicos. Tais solos apresentam bons atributos físicos e as suas limitações são quase sempre de fertilidade natural e acidez (exceto os Neossolos Flúvicos), que podem ser facilmente solucionadas com o uso de

adubação e calagem. Por outro lado, segundo estes autores, os solos que apresentam maiores limitações são os Neossolos Litólicos, Luvisolos, Planossolos.

A desertificação, segundo a Convenção das Nações Unidas, é a degradação de terras nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas do planeta. Significa a destruição da base de recursos naturais, como resultado da ação do homem sobre o meio ambiente, e de fenômenos naturais, como a variabilidade climática (Ministério do Meio Ambiente, 2004).

Segundo Sá et al. (2009), no Nordeste brasileiro, uma área maior do que o Estado do Ceará já foi atingida pela desertificação de forma grave ou muito grave. São 200 mil quilômetros quadrados de terras degradadas e, em muitos locais, imprestáveis para a agricultura. Somando-se à área onde a desertificação ocorre ainda de forma moderada, a área total atingida pelo fenômeno sobe para, aproximadamente, 600.000 km<sup>2</sup>, cerca de 1/3 de todo o território nordestino. Ceará e Pernambuco são os Estados que apresentam maior área em processo de degradação, embora, proporcionalmente, a Paraíba seja o Estado com maior extensão de área comprometida.

A cobertura vegetal é, talvez, o mais importante dos fatores de controle do fenômeno da desertificação no espaço semiárido. Mesmo decídua, 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 madeira para cercas e outros fins. Quando o desmatamento se faz a corte raso, com vista ao aproveitamento agropecuário, a terra tende a permanecer desprotegida por longos períodos de tempo, em decorrência da itinerância das explorações e, principalmente, da baixa capacidade de regeneração da vegetação nativa em determinados locais. Entretanto, Mendes (1994) enfatiza que tanto o desmatamento com finalidade agrícola,

localizado e perfeitamente individualizado, contribui para a degradação do meio, como também, aquele determinado pelo extrativismo seletivo e irracional, que leva à perda da biodiversidade. Este tipo de exploração, por não ocorrer em áreas contíguas e sim de modo seletivo, explorando os indivíduos mais nobres, vem, imperceptivelmente, comprometendo gradativa e continuamente o efeito protetor da cobertura vegetal.

Ainda, segundo Mendes (1994), o desmatamento é a principal causa tanto da desertificação como da diminuição da biodiversidade. A retirada da cobertura vegetal elimina quase que totalmente, a diversidade vegetal e reduz a animal pela alteração do habitat, além de desproteger o solo dos agentes erosivos (ventos e chuvas) e aumentar o albedo da área e a temperatura do solo, o que propicia a oxidação da sua matéria orgânica. O solo nu e desprotegido fica exposto às erosões eólica e hídrica, e arrastam as pequenas partículas (argila, silte e grânulos orgânicos), tornando-o menos fértil e com menor capacidade de armazenamento de água. Qualquer que seja a situação, não se pode tratar os problemas do desgaste do solo independentemente da sua vinculação com a cobertura vegetal.

A paisagem da Mesorregião Sul cearense, segundo Cunha et al. (2011), tem, ao longo dos anos, passado por constantes alterações devido às atividades antrópicas, onde a vegetação original da Caatinga foi gradativamente eliminada pelo processo extrativista e parte convertida ao processo de uso agrícola. Dessa maneira, muitas áreas sem aptidão ou de aptidão restrita para o uso agrícola são cultivadas, resultando em grande risco de degradação pelo efeito da erosão.

Ainda segundo Cunha et al. (2011), outro aspecto relevante é a exploração econômica da terra, que, embora necessária, pode exercer pressão prejudicial e degenerativa sobre o ambiente, restringindo as possibilidades de utilizações futuras dos recursos naturais. A degradação do recurso solo, na maioria das vezes, tem sido provocada por ações humanas inadequadas sobre a base de recursos naturais. Em diversos

locais da área de estudo, a permanência do solo desnudo por longos períodos favorece a erosão e o assoreamento dos cursos d'água.

Algumas medidas de prevenção ao desencadeamento dos processos de desertificação vêm sendo executadas, como: manejo correto do solo, manejo florestal da Caatinga, integração lavoura-pecuária-floresta e uma fiscalização mais eficiente quanto à repressão ao desmatamento (Angelotti et al., 2011). Estas ações, embora incipientes, já promovem certa conscientização das populações locais.

Para Sá et al. (2011), a utilização da Caatinga na região do Araripe ainda se fundamenta em processos meramente extrativistas para a obtenção de produtos de origem pastoril, agrícola e madeireiro. Desta forma, a atuação sobre a cobertura vegetal, observada por imagens de satélite e índices de vegetação, produz efeitos nos solos e causa o desequilíbrio no meio natural.

Estudos recentes efetuados por Fernandes et al. (2013), dão conta que os municípios da região sul cearense são alvos de constantes ameaças por práticas abusivas da ação humana, necessitando de políticas de sustentabilidade para que os níveis mais baixos de degradação não evoluam, o que pode colocar em risco essas áreas tão desejadas pelos pecuaristas e pelo setor imobiliário. Na Floresta Nacional da Chapada do Araripe (FLONA), por ser área protegida por lei, a densidade populacional é inexistente, entretanto, no seu entorno a ocupação imobiliária tem gerado vários problemas de ordem ambiental.

A FLONA tem uma importância relevante na manutenção do equilíbrio hidrológico, climático, ecológico e edáfico do Complexo Sedimentar do Araripe. Para Accioly et al. (2002), é uma área que representa um dos poucos fragmentos da vegetação que originalmente dominaram a paisagem. Entretanto, esta floresta encontra-se em constante risco por falta de recursos humanos e equipamentos de vigilância, pela pressão antrópica, pelos incêndios, pelas rodovias que a cortam, e pelas condições socioeconômicas de seu entorno, caracterizado pela pobreza.

Diante do exposto, este artigo tem como objetivo realizar o mapeamento de áreas susceptíveis à desertificação da Mesorregião Sul Cearense, tendo como base o cruzamento das informações sobre a cobertura vegetal natural existente e as classes de solos.

## Material e Métodos

A área de estudo, com extensão de 14.800 km<sup>2</sup>, limita-se ao sul com o Estado de Pernambuco, ao oeste com o Piauí e ao leste com a Paraíba (Figura 1). Trata-se de uma parte do estado do Ceará que abrange parcela muito significativa da bacia sedimentar do Araripe, circundada parcialmente por terrenos paleozóicos e na quase totalidade por terrenos Pré-cambrianos do embasamento cristalino.

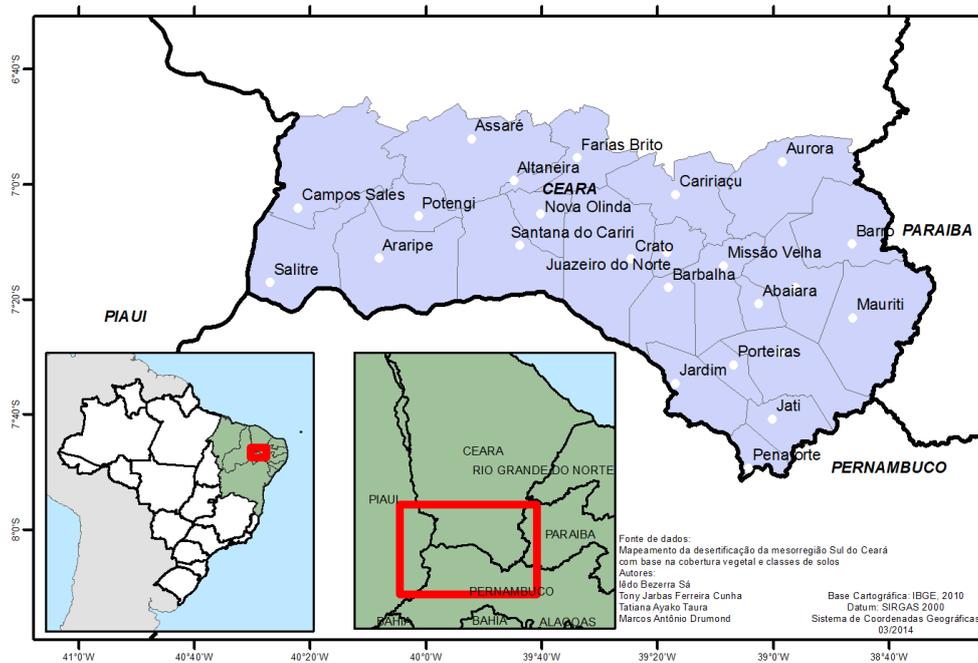


Figura 1. Localização da área de estudo ao sul do estado do Ceará.

Na área da bacia do Araripe os níveis altimétricos situam-se entre 800 e 900m e têm os arenitos Cretáceos da Formação Exu como mantenedora do relevo. A Chapada é divisora de águas das bacias hidrográficas dos rios Jaguaribe, São Francisco e Parnaíba. Possui extensão leste – oeste com cerca de 180 km e largura em torno de 50 – 70 km em sentido sul – norte. Ao longo da sua borda norte-oriental, desenvolve-se a região do Cariri cearense que se apresenta como um brejo de encosta e de vales espriados, decorrentes de uma ramificação generalizada da drenagem. Nos rebordos da Chapada, originam-se mais de duas centenas de fontes perenes ou sazonais que drenam na direção do vale do Cariri e contribuem para o enriquecimento dos recursos hídricos regionais (Souza, 2000).

Excluindo a área da Chapada do Araripe e do seu entorno imediato,

submetidas a condições climáticas subúmidas e com totais pluviométricos superiores a 900 mm, grande parte da Mesorregião tem clima semiárido quente. As altitudes predominantes são as da superfície do cume da chapada do Araripe (800 – 900 m) e a da depressão periférica sertaneja (350 – 450m).

Os recursos hídricos da Mesorregião dependem de modo significativo das influências morfoestruturais e climáticas. Nos sertões da depressão periférica meridional semiárida a rede de drenagem é muito ramificada, subdendrítica e alguns rios possuem controle estrutural.

Na chapada do Araripe, a alta permeabilidade das rochas sedimentares limita o escoamento superficial e favorece a elevada percolação de água para alimentar os aquíferos. Desse modo, a escassez ou ausência de rios é compensada pelo maior

potencial de águas subterrâneas que ressurgem nas bordas norte – orientais da Chapada.

De acordo com Carvalho et al. (2007), os solos exibem maior diversidade de associações no entorno sertanejo da depressão periférica meridional. A complexidade do mosaico de solos decorre dos mais diferenciados tipos de combinações entre os fatores e processos pedogenéticos. Na chapada, as condições ambientais mais homogêneas encerram menor variedade de tipos e de associações de solos, onde há significativa preponderância de Latossolos e Neossolos Quartzarênicos. Nos sertões há maior ocorrência de solos rasos ou mais fortemente erodidos das classes de Neossolos Litólicos, Luvisolos, Planossolos, Vertissolos e Afloramentos rochosos. Nos maciços residuais, as classes de Neossolos Litólicos, Argissolos e Afloramentos rochosos. Nas planícies fluviais sertanejas há evidente primazia de Neossolos Flúvicos, muitas vezes associados a Planossolos e Vertissolos.

Com relação à vegetação, Carvalho et al. (2007), observa que onde há maior escassez de umidade e maiores taxas de evaporação, há uma predominância de vegetação de caatingas com variados padrões fisionômicos e florísticos. As matas ciliares que recobriam primariamente as planícies aluviais estão fortemente descaracterizadas pelos desmatamentos desordenados. No acesso ao nível de cimeira da chapada do Araripe, os patamares se revestem de matas secas ou de faixas de transição com as matas de encostas e com os cerrados, cerradões e carrascos do altiplano sedimentar.

A desertificação é um fenômeno de extraordinária complexidade ambiental e social. O número de indicadores e variáveis que intervém dificultam uma visão de

conjunto que integre em sua devida medida a todos os elementos componentes. Tendo em vista a impossibilidade de análise exaustiva de todas as variáveis consideradas, foi necessário selecionar um conjunto de variáveis que, por sua importância ou por serem indicadores que integrem a uma cadeia de processos, agreguem o máximo de informação no momento de compreender tanto o estado como as tendências do processo de desertificação. (Sá et al., 2013).

Assim, utilizaram-se no presente estudo duas variáveis que pudessem explicar a natureza do fenômeno. A primeira foi o mapeamento da cobertura vegetal da Mesorregião Sul cearense, realizado com o uso de imagens do sensor ETM+ da série Landsat 5 e 7 dos anos 2002 e 2003. Tal mapeamento foi procedido utilizando-se o Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 1992) como referência para o estabelecimento da legenda final (MMA/PROBIO, 2007).

De acordo com este manual os tipos de vegetação ou classes de vegetação predominantes na Mesorregião são a Savana Estépica, que comporta dois subgrupos de formações: Savana Estépica Florestada (Td) e Savana Estépica Arborizada (Ta), além das formações citadas, a região apresenta também a classe de Vegetação Contato Savana Estépica/Floresta Estacional – ecótono (TN), Contato Savana/Savana Estépica ecótono (ST), Contato Savana/Floresta Estacional ecótono (SN), Floresta Estacional Semidecidual Submontana (Fs), Floresta Estacional Semidecidual de Terras Baixas (Fb), Vegetação Secundária (Vs), áreas ocupadas com atividades de agricultura/pecuária (Ag) e Formações Pioneiras com influência fluvial (Pa) (Figura 2).

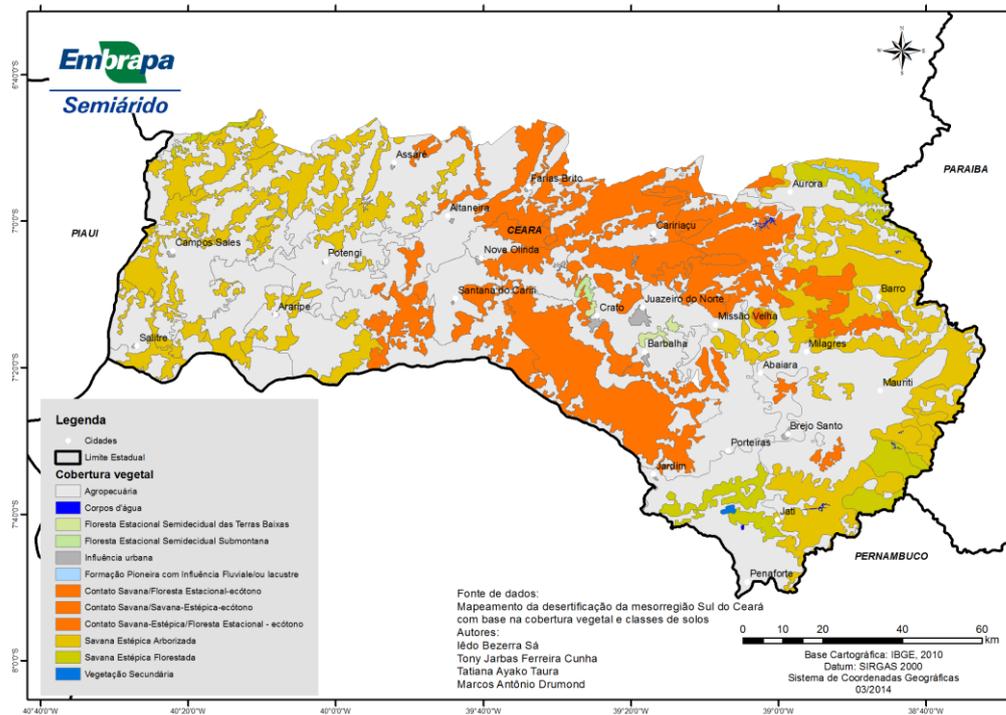


Figura 2. Mapa da cobertura vegetal da Mesorregião Sul cearense.  
 Fonte: MMA/PROBIO, (2007).

A segunda variável foi o mapeamento das classes de solos presentes na Mesorregião Sul cearense, tomando-se como base de referência o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da Embrapa (EMBRAPA, 2006). Este mapeamento foi gentilmente cedido para o presente estudo pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), no formato shapefile, cujas classes são apresentadas na Figura 3.

De acordo com este sistema as classes e ou associações de solos presentes na Mesorregião são: Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho-Amarelo, Nitossolo Vermelho Argissolo Amarelo, Argissolo Vermelho, Argissolo Vermelho-Amarelo, Neossolo Litólico, Neossolo Quartizarenico, Neossolo Regolítico, Neossolo Flúvico, Planossolo Nátrico, Planossolo Háplico, Luvissolo Crômico e Vertissolo Háplico.

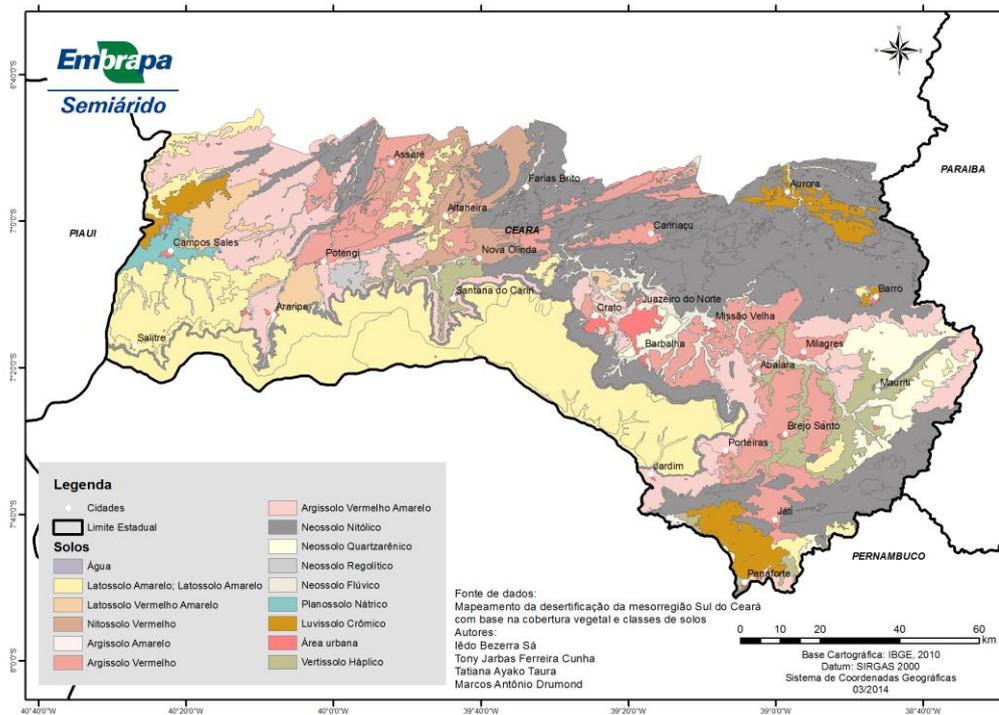


Figura 3. Mapa de solos da Mesorregião Sul cearense

Foram estabelecidos critérios com relação à cobertura vegetal numa escala de severidade da desertificação que vai desde as áreas com ausência do problema, onde há vegetação bastante protetora dos solos, passando pelos níveis fraco, moderado, acentuado e severo, onde a cobertura é muito escassa ou mesmo ausente, totalizando cinco níveis de severidade (Tabela 1). A partir do mapeamento da Cobertura Vegetal e dos índices de sensibilidade à desertificação adotada para estas classes de cobertura, foi gerado o Mapa de Sensibilidade à desertificação para esta variável.

Quanto às classes de solos, foram utilizados os critérios de susceptibilidade à erosão descritos por Lima et al. (2002), totalizando quatro situações de susceptibilidade à degradação. Quanto menor o nível atribuído menor é a erodibilidade daquela classe de solo, como observado na Tabela 1.

Para a variável Classe de Solos, tomando-se como base o mapa de Classes de Solos e os critérios de Sensibilidade à desertificação, foi gerado o mapa de

Sensibilidade à desertificação para a classe de solos.

Com base nesses dois mapeamentos, realizou-se a integração espacial com a operação de intersecção por meio do software ArcGis versão 10.2. As feições de ambas as informações se sobrepuseram, ocorrendo o cruzamento dos polígonos, gerando novas feições e os atributos de ambas as informações foram mantidas. Por fim, realizou-se a análise das duas variáveis utilizadas em relação à desertificação, e o resultado desta operação resultou no mapa final de susceptibilidade.

### Resultados e Discussão

A partir do mapeamento da Cobertura Vegetal (Figura 2) e dos índices de sensibilidade à desertificação adotada para estas classes de cobertura (Tabela 1), foi gerado o Mapa de Sensibilidade à desertificação para esta variável (Figura 4). Para a variável Classe de Solos, tomando-se como base o mapa de Classes de Solos (Figura 3) e os critérios de Sensibilidade à desertificação (Tabela 1), foi gerado o mapa

de Sensibilidade á desertificação para a classe de solos (Figura 5).

Tabela 1. Escala de susceptibilidade à desertificação para a cobertura vegetal e classes de solos.

<b>SUSCEPTIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO</b>			
<b>Cobertura vegetal</b>		<b>Classes de Solos</b>	
<b>Classes</b>	<b>Nível</b>	<b>Classes</b>	<b>Nível</b>
Td	Ausente	Latossolo Vermelho-Amarelo	Fraco
Fs	Ausente	Latossolo Amarelo	Fraco
Fb	Ausente	Vertissolo	Fraco
TN	Fraco	Nitossolo	Fraco
ST	Fraco	Nitossolo Vermelho	Moderado
SN	Fraco	Neossolo Quartzarênico	Moderado
Ta	Moderado	Neossolo Regolítico	Moderado
Pa	Acentuado	Argissolo Amarelo	Acentuado
Vs	Acentuado	Argissolo Vermelho	Acentuado
Ag	Severo	Argissolo Vermelho-Amarelo	Acentuado
		Neossolo Litólico	Acentuado
		Neossolo Flúvico	Acentuado
		Planossolo Nátrico	Severo
		Planossolo Háplico	Severo
		Luvisolo Crômico	Severo

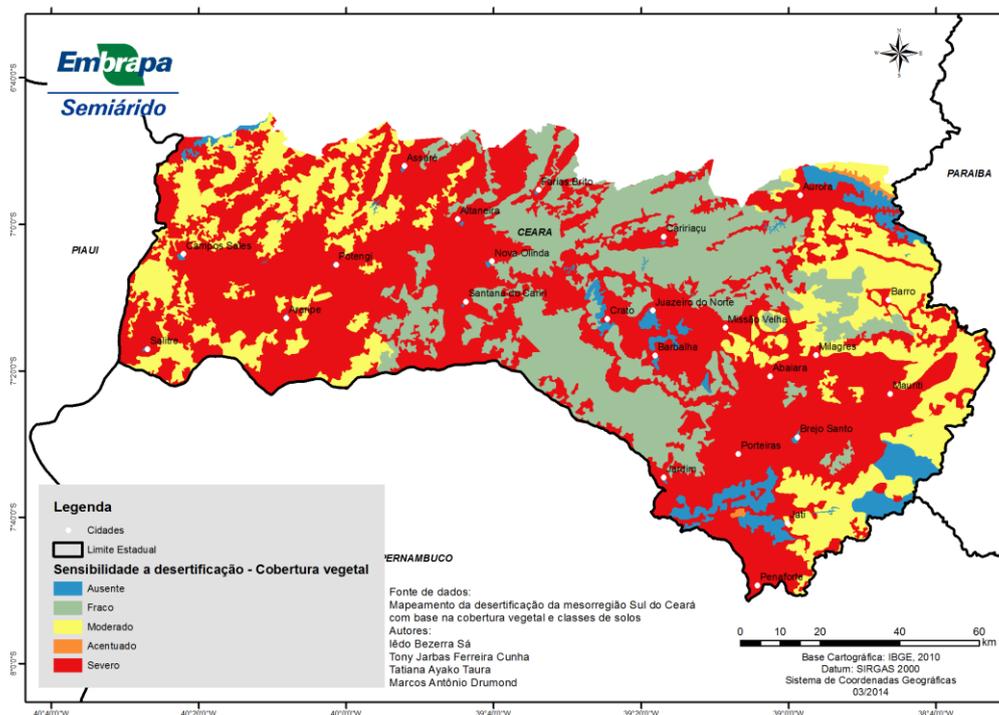


Figura 4. Mapa de sensibilidade à desertificação em função da cobertura vegetal para a Mesorregião Sul cearense.

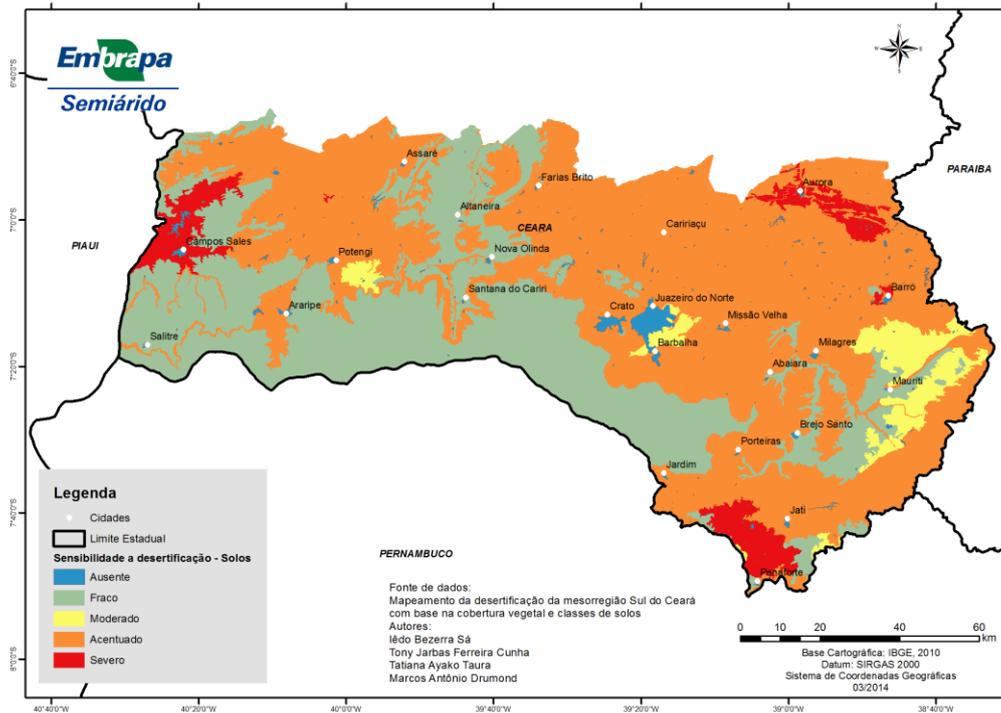


Figura 5. Mapa de sensibilidade à desertificação em função das classes de solos para Mesorregião Sul cearense.

A integração espacial dos mapas de sensibilidade à desertificação em função da cobertura vegetal e das classes de solos (Figuras 4 e 5) gerou o mapa final que reflete a extensão do fenômeno (Figura 6). Com base

nestes dois mapeamento foi elaborado o Quadro 1, de dupla entrada, em que se pode verificar a severidade da desertificação para cada tipo de cobertura vegetal em função de cada classe de solo e vice versa.

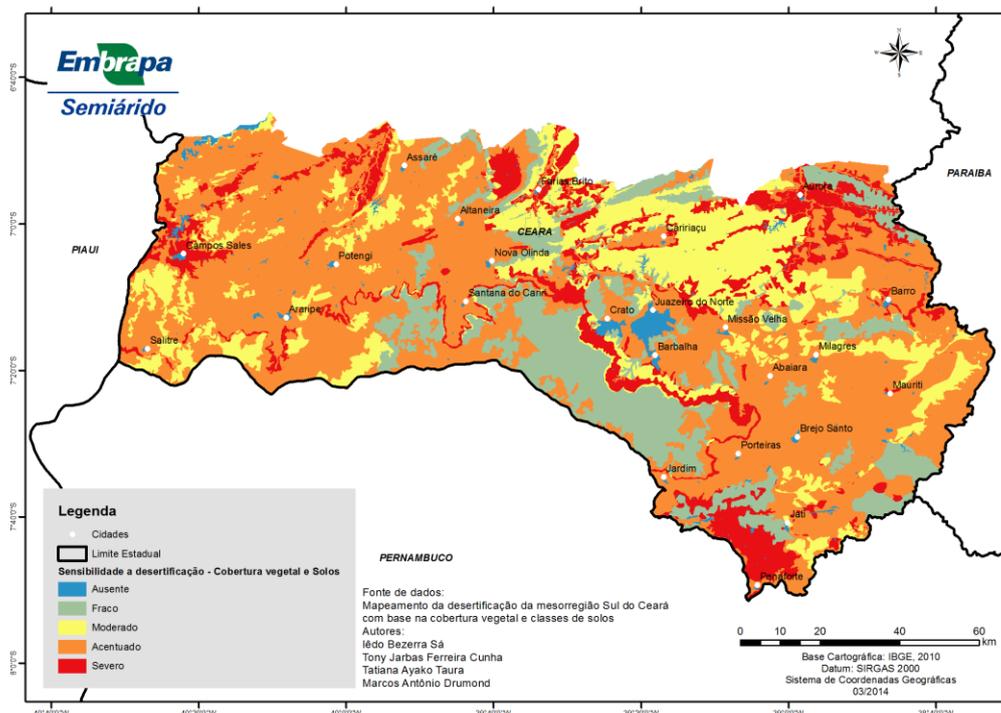


Figura 6. Mapa da Sensibilidade à desertificação com base no cruzamento das bases da Cobertura Vegetal e das Classes de Solos da Mesorregião Sul cearense.

Quadro 1. Classificação da sensibilidade à desertificação com base no cruzamento das informações sobre a cobertura vegetal e classes de solos da Mesorregião Sul cearense.

<b>Cobertura Vegetal</b> <b>Classes de Solos</b>	<b>Td</b>	<b>TN/ST/SN</b>	<b>Ta</b>	<b>Pa/Vs</b>	<b>Ag</b>
Latossolo Vermelho-Amarelo	Ausente	Fraco	Moderado	Acentuado	Acentuado
Latossolo Amarelo	Ausente	Fraco	Moderado	Acentuado	Acentuado
Vertissolo	Ausente	Fraco	Moderado	Acentuado	Acentuado
Nitossolo	Ausente	Fraco	Moderado	Acentuado	Acentuado
Neossolo Quartzarênico	Fraco	Fraco	Moderado	Acentuado	Acentuado
Neossolo Regolítico	Fraco	Fraco	Moderado	Acentuado	Acentuado
Argissolo Vermelho	Fraco	Fraco	Moderado	Acentuado	Acentuado
Argissolo Amarelo	Fraco	Fraco	Moderado	Acentuado	Acentuado
Argissolo Vermelho- Amarelo	Fraco	Moderado	Acentuado	Acentuado	Acentuado
Neossolo Flúvico	Fraco	Moderado	Acentuado	Acentuado	Acentuado
Neossolos Litólicos	Fraco	Moderado	Acentuado	Severo	Severo
Planossolo Nátrico	Fraco	Moderado	Acentuado	Severo	Severo
Planossolo Háptico	Fraco	Moderado	Acentuado	Severo	Severo
Luvissolo Crômico	Fraco	Moderado	Acentuado	Severo	Severo

Legenda: **Azul**: Ausente; **Verde**: Fraco; **Amarelo**: Moderado; **Laranja**: Acentuado e **Vermelho**: Severo.

Na Tabela 2 é apresentado o quantitativo das áreas conforme o nível de susceptibilidade à desertificação. Observa-se que a variável cobertura vegetal contribui significativamente para valores na categoria Severo, por apresentar 52,9% da área total com baixos níveis de proteção do solo, onde predominam as áreas ocupadas por agricultura. Esta classe de cobertura vegetal é bastante vulnerável aos processos de desertificação dado a sazonalidade com que é

praticada, deixando o solo exposto boa parte do tempo durante o ano.

Com relação aos solos, o nível Acentuado é marcado por 57,64% da área. Neste nível de sensibilidade à desertificação as classes de solos Argissolo Amarelo, Argissolo Vermelho, Argissolo Vermelho-Amarelo, Neossolo Litólico e Neossolo Flúvico concorrem de forma determinante para o agravamento dos processos erosivos.

Tabela 2. Quantificação das áreas, em Km<sup>2</sup>, susceptíveis à desertificação com base no cruzamento das informações sobre a cobertura vegetal e classes de solos da Mesorregião Sul cearense.

<b>Nível de Susceptibilidade</b>	<b>Vegetação (%)</b>	<b>Solos (%)</b>	<b>Análise conjunta (%)</b>
Ausente	580,90 4,01	171,62 1,19	211,93 1,46
Fraco	3.241,17 22,37	4.754,09 32,95	2.196,85 15,16
Moderado	2.965,71 20,47	592,83 4,11	2.731,91 18,86
Acentuado	31,87 0,22	8.377,24 57,64	7.651,82 52,81
Severo	7.668,96 52,93	592,83 4,11	1.696,10 11,71
Total			14.488,61 100,00

### Considerações Finais

A Mesorregião Sul cearense apresenta uma grande diversidade tanto da cobertura vegetal quanto das classes de solos. Do ponto de vista da cobertura vegetal, observa-se que a classe de sensibilidade à desertificação Severa tem maior expressão em área que as demais coberturas. No que diz respeito aos solos, observa-se que a classe Acentuada tem maior expressão em área relacionada como sendo de sensibilidade à desertificação.

Da análise conjunta das duas variáveis, verifica-se que aproximadamente 65% da porção sul do Estado do Ceará encontram-se na situação de sensibilidade à desertificação em que predominam as classes de Acentuada e Severa. Estes níveis de sensibilidade estão diretamente relacionados à falta de uma boa cobertura vegetal dos solos, ocasionadas, muitas vezes, pelo desmatamento para implantação de campos agrícolas, assim como pelo manejo inapropriado dos solos.

### Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) na pessoa da Dra. Sônia Barreto Perdigão de Oliveira, pela cessão da base de dados dos solos da Mesorregião Sul cearense. Base esta de fundamental importância para a elaboração do presente artigo e das atividades de pesquisa na região.

### Referências

Accioly, L. J.; Pachêco. A.; Costa, T. C. C. da.; Lopes, O. F.; Oliveira, M. A. J. de. 2002. Relações empíricas entre a estrutura da vegetação e dados do sensor TM/LANDSAT, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Vol.6, n.3, pp. 492-498.

Angelotti, F., Fernandes Júnior, P. I., Sá, I. B. 2011. Mudanças Climáticas no Semiárido Brasileiro: Medidas de Mitigação e Adaptação. Revista Brasileira de Geografia Física, Vol. 06, pp.1097-1111.

Ministério do Meio Ambiente. 2004. Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca: PAN-BRASIL. Brasília, DF, 213 p.

Carvalho, M. B. de S.; Souza, M J. N. de.; Santos, M. dos.; Almeida, M. A. G. de.; Freitas Filho, M. R. de. 2007. Compartimentação geoambiental da mesorregião do sul cearense, Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 3797-3803.

Cavalcanti, A. C.; Araújo Filho, J. C. de.; Silva, F. H. B. B. da.; Oliveira, S. B. P. de.; Tavares, S. C. C. de H.; Carvalho, M. S. B. de S.; Silva, D. F. da.; Silveira, H. L. F. da.; Barreto, R. N. da C.. 2009. Potencial de terras para irrigação da mesorregião do sul cearense: para compatibilizar com a disponibilidade dos recursos hídricos. Embrapa Solos, Recife.

Cunha, T. J. F.; Sá, I. B.; Oliveira Neto, M. B de.; Taura, T. A.; Araújo Filho, J. C.; Giongo, V.; Silva, M. S. L. da.; Drumond, M. A. 2011. Uso Atual e Quantificação de Áreas Degradadas na Margem Direita do Rio São Francisco no Município de Curaçá-BA. Revista Brasileira de Geografia Física. Vol. 06, p.1197-1212.

EMBRAPA. 2006. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2ª ed. Embrapa Solos, Rio de Janeiro.

Fernandes, F.; Barbosa, M. P.; Moraes Neto, J. M. de. 2013. Caracterização do Uso das Terras e das Áreas em Riscos de Desertificação em Parte da Floresta Nacional do Araripe (FLONA): Municípios de Barbalha e do Crato, Estado do Ceará. Revista Brasileira de Geografia Física, Vol. 06, nº 5, p.1476-1498.

IBGE. 1992. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Séries Manuais Técnicos em Geociências, IBGE, Rio de Janeiro.

IBGE. 2010. Censo Demográfico de 2010. IBGE, Rio de Janeiro.

Lima, A. A. C.; Oliveira, F. N. S.; Aquino, A. R. L. de. 2002. Limitações do uso dos solos do Estado do Ceará por suscetibilidade à erosão. Séries Documentos, Vol 54. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza. 19p.

Mendes. B. V. 1994. Uso e conservação da biodiversidade no semiárido. GT1 Recursos naturais e meio ambiente. Projeto Áridas, Uma Estratégia de Desenvolvimento Sustentável para o Nordeste, Fortaleza, Presidência da Republica.

MMA/PROBIO. 2007. Levantamento da cobertura vegetal e do uso do solo do Bioma Caatinga. Brasília – DF.

Sá, I. B.; Angelotti, F. 2009. Degradação ambiental e desertificação no Semi-Árido brasileiro. In: ANGELOTTI, F.; SÁ, I. B.; MENEZES, E. A.; PELLEGRINO, G. Q. (Ed.). Mudanças climáticas e desertificação no Semi-Árido brasileiro. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2009. cap. 4, p. 53-76.

Sá, I. I. S.; Galvêncio, J. D.; Moura, S. B. de.; Sá, I. B. 2011. Avaliação da degradação ambiental na região do Araripe pernambucano utilizando técnicas de sensoriamento remoto. Revista Brasileira de Geografia Física, Vol. 04, Nº 6, p.1215-1226.

Sá, I. B.; Cunha, T. F. da.; Taura, T. A.; Drumond, M. A. 2013. Mapeamento da desertificação do semiárido paraibano com base na sua cobertura vegetal e classes de solos, Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, Brasil, 13-18 abril 2013, INPE, pp. 3112-3118.

Souza, M. J. N. 2000. Bases Naturais e Esboço do Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará. In: Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará, parte I. Fortaleza: Universidade Estadual do Ceará – UECE.