

EVOLUÇÃO DA DESERTIFICAÇÃO NO CARIRI PARAIBANO A PARTIR DA ANÁLISE DAS MODIFICAÇÕES NA VEGETAÇÃO

Bartolomeu Israel de SOUZA¹

Dirce Maria Antunes SUERTEGARA²

Eduardo Rodrigues Viana de LIMA³

Resumo

A desertificação é um tipo de degradação que ocorre nas áreas secas do mundo, em virtude de mudanças climáticas e principalmente devido ao tipo de uso que se dá às terras nas regiões sujeitas a esse processo. Tomando por base o processo histórico de ocupação e povoamento, a análise qualitativa da vegetação através de bio-indicadores (diversidade, densidade e estratos) e o uso de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento em imagens de satélite, foi efetuado o mapeamento da desertificação na região do Cariri paraibano. Os resultados encontrados demonstraram que, atualmente (2005/2006), a área atingida por esse processo, em todos os níveis analisados (Moderado, Grave e Muito Grave), corresponde a 77,4% de toda a região; de 1989 a 2005/2006, houve um aumento de 14,6% em relação a esse tipo de degradação; no período analisado, o maior crescimento da desertificação ocorreu no Cariri Ocidental; as áreas onde o processo de desertificação está mais acentuado e concentrado localizam-se nas terras próximas das maiores bacias hidrográficas da região (Paraíba e Taperoá), devido a presença de várzeas expressivas que favoreceram o processo de ocupação que vem se desenvolvendo a séculos no Cariri.

Palavras-chave: Desertificação. Cariris Velhos. Mapeamento.

Abstract

The evolution of the desertification process in Cariri region of Paraíba based on the analysis of the vegetation modifications

Desertification is a kind of degradation which happens in the driest areas worldwide, due to climate changing and, principally, to the way people use the land where this process appears. Based on the historical process of occupation and populating, the qualitative analysis of vegetation through bio-indicators (diversity, density and extracts) and the use of remote sensing and geographical information system techniques in satellite images, the desertification mapping in Cariri region in Paraíba was done. The results showed that, nowadays (2005/2006) in all analyzed levels (Moderate, Grave and Very Grave), the area affected by this process corresponds to 77,4% of the whole region; from 1989 to 2005/2006, there was an increase of 14,6% in relation to this kind of degradation; during the analyzed period, the greatest growth of desertification happened in Western Cariri; the areas, where the desertification process is more serious and concentrated, are lands near to the biggest watersheds (Paraíba and Taperoá Rivers), due to the presence of expressive dales which favored the occupation process that has been developing in Cariri for centuries.

Key words: Desertification. Old Cariris. Mapping.

¹ UFPB; Professor do Deptº. de Geociências/curso de Geografia; Rua Major Salustiano Ribeiro, nº 125, aptº 802, Edifício Residencial Sândalos, Tambauzinho, João Pessoa/PB, CEP: 58039-050; E-mail: bartoisrael@yahoo.com.br.

² UFRGS; Professora do Instituto de Geociências/curso de Geografia; Rua Vasco da Gama, nº 114, aptº 301, Bom Fim, Porto Alegre/RS, CEP: 90420-110; E-mail: suerte.ez@terra.com.br.

³ UFPB; Professor do Deptº de Geociências/curso de Geografia; Rua Profª Maria Sales, nº 140, aptº 201, Edifício Atlântico, Tambaú, João Pessoa/PB, CEP: 58039-130; E-mail: eduvianalima@gmail.com.

INTRODUÇÃO

A palavra desertificação é de origem latina, sendo uma derivação de *desertus* e *fixação*. A primeira apresenta duplo significado. Como adjetivo, pode ser traduzido para desabitado, abandonado, inculto, selvagem. Como substantivo quer dizer solidão, desolação, área vazia. A segunda é um sufixo verbal proveniente do verbo *ficare*, significando ação de fazer, ser feito, ser produzido (TAVARES DE MELO, 1998). Logo, a noção de desertificação, originalmente, faz menção a ausência de população ou partida desta. Entretanto, notadamente a partir da década de 1970, esse termo passa a expressar um conjunto de processos que dão origem a áreas degradadas nas regiões de clima seco (MAINGUET, 1995).

No início da década de 1990 esse conjunto de processos é definido oficialmente como “[...] a degradação da terra nas zonas áridas, semi-áridas e sub-úmidas secas, resultante de vários factores, incluindo as variações climáticas e as actividades humanas.” (CCD, 1995, p. 13). Por essa definição, sua origem está relacionada tanto a causas naturais como aquelas derivadas da pressão exercida pelas atividades humanas em ecossistemas frágeis, o que conduziria determinadas áreas a se transformarem em desertos ou a eles se assemelharem (CONTI, 1995).

Em relação ao Cariri paraibano (ou Cariris Velhos), destacado na figura 1, essa é uma região composta por 29 municípios, estando localizada na zona mais seca de todo o Brasil (-500mm/ano). Essas terras vem sofrendo secularmente alterações profundas em suas paisagens vegetais, o que vem chamando atenção desde que as discussões sobre a desertificação foram iniciadas no Brasil. Entretanto, só a partir da década de 1990 esse problema começou a ser pesquisado de forma mais direcionada ao seu território. Ainda assim, os trabalhos existentes sobre a desertificação no Cariri até agora são muito poucos. Dentre esses, destacariamos os de Gomes da Silva (1993), Souza (1999), Moura (2002), Silva (2003), Souza e Suertegaray (2005 e 2006), Pereira (2006), Andrade *et al.* (2007), Souza e Lima (2007) e Sousa (2007).

Sobre os trabalhos dos autores supracitados, observamos que as abordagens desenvolvidas apresentam uma relativa diversificação, embora a maioria delas enfatize a vegetação e as suas alterações como elemento básico para se compreender esse tipo de degradação e, em alguns casos, espacializar esse processo. Nesse último caso, ressaltamos que, até o momento, não existe nenhum mapeamento sobre desertificação que tenha abrangido toda a região do Cariri paraibano e que tenha feito o acompanhamento evolutivo do processo nessas terras.

Pretende-se assim, como objetivo geral desse trabalho, mapear a evolução espacial e temporal do processo de desertificação em toda a região do Cariri, associando esse tipo de degradação às modificações compreendidas nas caatingas.

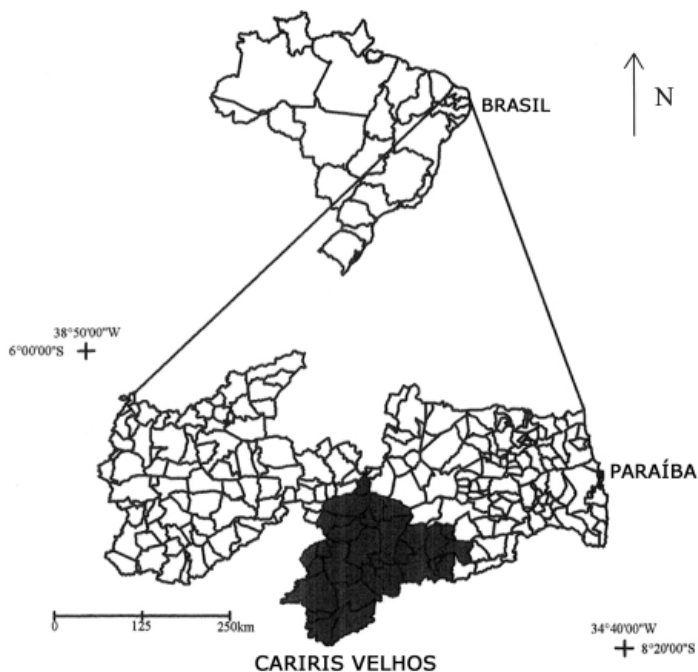


Figura 1 - Localização da região dos Cariris Velhos (PB)

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a realização do mapeamento, foi feito inicialmente uma análise histórica da ocupação do Cariri e das formas como essa se processou, a fim de entendermos a evolução da desertificação na região e os diferentes tipos de paisagens onde ocorre esse tipo de degradação atualmente.

Com base nos documentos analisados (PINTO, 1977; ALMEIDA, 1979; NANTES, 1979; HERCKMANS, 1982), encontramos declarações que nos remetem a um conjunto de paisagens caracterizadas pela heterogeneidade em termos de recobrimento vegetal. Entretanto, esses mesmos documentos também nos dão idéia do predomínio de caatingas que atingiam densidades elevadas, onde dominava o estrato arbóreo Corroborando esses registros, o conhecimento atual sobre a diversidade de espécies vegetais das caatingas identificadas em algumas áreas melhor preservadas nessa região, tem encontrado um número cada vez mais variado de plantas, onde dominam os indivíduos arbóreos (QUIRINO, 2006; BARBOSA *et al.*, 2007), inclusive na sua parte considerada mais seca (Cariri Oriental).

Após a análise histórica de ocupação da região e os reflexos desse processo nas paisagens do Cariri, começamos a definir outras bases para efetuar o mapeamento da desertificação na região. Nesse sentido, os passos seguintes fundamentaram-se em observações qualitativas da vegetação e no uso de imagens de satélite.

Para efeitos de classificação e mapeamento dos diferentes tipos de caatingas presentes no Cariri, tomados como base para a identificação dos variados níveis de desertificação, considerou-se o fato de que, os trabalhos que até o momento se propuseram a realizar essa

tarefa não foram capazes de contemplar, satisfatoriamente, toda a sua fitofisionomia e estrutura (ANDRADE-LIMA, 1981; BERNARDES, 1999; ANDRADE *et al.*, 2005).

Diante dessa situação, ao consultarmos algumas das classificações propostas para as caatingas (RIZZINI, 1963; EITEN, 1974 e 1983; ANDRADE-LIMA, 1981; VELOSO; GÔES-FILHO, 1982), associada a nossa vivência e conhecimento da região estudada, optamos por estabelecer uma classificação própria, baseada na associação de diversas características destacadas pelos autores citados e das nossas observações em campo.

Nesse processo, cujo objetivo foi criar uma base que identificasse nas diferentes formas em que as caatingas se apresentavam uma manifestação de degradação, levamos em consideração alguns aspectos que pudessem ser analisados como bioindicadores, ou seja, diversidade, densidade e estratos da vegetação observada.

Nesse caso, associando esses aspectos qualitativos da vegetação ao que havia sido identificado nos documentos históricos consultados, consideramos que qualquer outro estrato de vegetação preponderante que não o arbóreo (com as suas variantes) fosse resultante de uma maior fragilidade da estrutura geo-ecológica dominante em alguns setores dessas paisagens e/ou das ações antrópicas, caracterizando dessa forma a presença do tipo de degradação em questão.

Dessa forma, para o reconhecimento dos tipos de caatingas existentes no Cariri, tanto nos trabalhos de campo como nas imagens de satélite, para comparar o real e o virtual, estabelecemos a seguinte situação:

1) Caatingas com baixo nível de antropismo e degradação - Vegetação melhor preservada ocorrente em algumas áreas serranas de mais difícil acesso, manchas esparsas em vales de rios e áreas com solos mais profundos. As plantas existentes apresentam-se nos estratos arbóreo, arbustivo e herbáceo. As manchas de solos expostos são pouco significantes em número e distribuição. Nesse caso, dependendo do estrato dominante, as caatingas desse tipo foram subdivididas em:

- 1.1. Arbóreo-Arbustiva Fechada – Sobressaem as espécies arbóreas das caatingas, com destaque para o angico - *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, a aroeira - *Myracrodouon urundeuva* Allemão, a baraúna - *Schinopsis brasiliensis* Engl., a imburana - *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B.Gillett, a catingueira - *Caesalpinia pyramidalis* Tul., o umbuzeiro - *Spondias tuberosa* Arruda, o pereiro - *Aspidosperma pyrifolium* Mart., o facheiro - *Pilosocereus pachycladus* Ritter e o mandacaru - *Cereus jamacaru* P.D.C. Nos vales dos rios, compo a mata ciliar, destacam-se o pau-ferro - *Caesalpinia férrea* Mart. ex Tul., o mulungu - *Erythrina velutina* Willd., o juazeiro - *Zizyphus joazeiro* Mart., a craibeira - *Tabebuia caraiba* (Mart.) Bureau, o tamboril - *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. e a oiticica - *Licania rigida* Benth. As espécies arbustivas dominantes são o pinhão-bravo - *Jatropha molissima* (Pohl) Baill., o marmeleiro - *Croton sonderianus* Mull. Arg., a jurema-preta - *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir, a maniçob1.1. Arbóreo-Arbustiva Fechada – Sobressaem as espécies arbóreas das caatingas, com destaque para o angico - *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, a aroeira - *Myracrodouon urundeuva* Allemão, a baraúna - *Schinopsis brasiliensis* Engl., a imburana - *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B.Gillett, a catingueira - *Caesalpinia pyramidalis* Tul., o umbuzeiro - *Spondias tuberosa* Arruda, o pereiro - *Aspidosperma pyrifolium* Mart., o facheiro - *Pilosocereus pachycladus* Ritter e o mandacaru - *Cereus jamacaru* P.D.C. Nos vales dos rios, compo a mata ciliar, destacam-se o pau-ferro - *Caesalpinia férrea* Mart. ex Tul., o mulungu - *Erythrina velutina* Willd., o juazeiro - *Zizyphus joazeiro* Mart., a craibeira - *Tabebuia caraiba* (Mart.) Bureau, o tamboril - *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. e a oiticica - *Licania rigida* Benth. As espécies arbustivas dominantes são o pinhão-bravo - *Jatropha molissima* (Pohl) Baill., o marmeleiro - *Croton sonderianus* Mull. Arg., a jurema-preta - *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir, a maniçoba -

Manihot catingae Ule, o mofumbo - *Combretum. Leprosum* Mart. & Eicher, o xique-xique - *Pilosocereus gounellei* (F. Weber) Byles & Rowley e a palmatória-de-espinho - *Opuntia palmadora* Br. et Rose. No estrato herbáceo dominam a macambira - *Bromélia laciniosa* Mart. ex Schult, o coroa - *Neglaziovia variegata* (Arr. Cam.) Mez., a coroa-de-frade - *Melocactus bahiensis* (Br. et Rose), a palmatória-de-pêlo - *Opuntia inamoena* K. Schum., a jureminha - *Desmanthus virgatus* (L.) Willd, o velame - *Croton* spp., diversos tipo de malva e, durante a estação chuvosa, principalmente o capim-panasco - *Aristida setifolia* H.B.K.

- 1.2. Arbustivo-Arbórea Fechada: Ocorrência das mesmas espécies da classificação anterior, embora com estrato arbustivo dominante sobre o arbóreo, o que reflete a presença de solos menos profundos e, em certas áreas, com problema de drenagem, além de maior presença de antropismo, através da retirada de algumas espécies arbóreas e do pastoreio, quando comparada à classificação anterior. Pode-se dizer que seria uma caatinga secundária, em avançado estágio sucessional.
- 2) Caatingas com alto nível de antropismo e degradação: A localização desses tipos corresponde as áreas consideradas desertificadas. Resultam de ações antrópicas constantes, intensas e inadequadas para terrenos com estrutura geo-ecológica que requerem maiores cuidados com o seu manejo ou mesmo não deveriam ter uso econômico direto. As plantas existentes nessas áreas não chegam a compor estrato arbóreo, uma vez que as espécies correspondentes a essa classificação encontram-se muito dispersas, havendo somente estrato arbustivo e herbáceo. Encontram-se no Cariri as seguintes subdivisões desses tipos de caatingas:
 - 2.1. Arbustiva Fechada: Essa categoria compõe a classe de caatingas menos degradada onde, apesar das manchas de solo exposto estarem mais presentes que nos subtipos anteriores, ainda predomina a presença de forte cobertura vegetal. Esta pode ser caracterizada como uma área onde a sucessão ecológica está em fase intermediária e, caso diminuísse o uso dessas terras pela pecuária e retirada da madeira, poderia evoluir para um estágio mais avançado.

Correspondem, no geral, as áreas ocupadas atualmente por parte do gado, particularmente o caprino onde, no auge da cotonicultura, passaram pela expansão desse cultivo, sendo posteriormente excluídas desse uso devido à crise dessa produção. A maioria das espécies arbóreas anteriormente presentes nessas áreas ou cedeu espaço para a produção de algodão ou passou por um processo de coleta seletiva para usos diversos (material de construção de habitações, moirões de cercas e carvão vegetal).

Apesar da presença de alguns elementos arbóreos, onde se destacam o pereiro (*A. pyrifolium*), a catingueira (*C. pyramidalis*) e o facheiro (*P. pachycladus*), as espécies de maior dominância são as arbustivas pioneiras, onde o pinhão-bravo (*J. molissima*), o marmeleiro (*C. sonderianus*), o mofumbo (*C. leprosum*) e a jurema-preta (*M. tenuiflora*) recobrem extensas áreas, formando elevado adensamento, o mesmo ocorrendo com o xique-xique (*C. gounellei*), cactácea de maior presença nesses terrenos, enquanto as espécies herbáceas são as mesmas encontradas noutras áreas.

- 2.2. Arbustiva Semi-Aberta: Apresenta estágio avançado de degradação, onde grandes manchas de solo recobertas apenas por plantas herbáceas dividem espaço com pequenas ilhas de vegetação.

Nessas áreas, destacam-se pela sua maior presença o pereiro (*A. pyrifolium*) e a catingueira (*C. pyramidalis*), ocorrendo também o pinhão-bravo (*J. molissima*) e o xique-xique (*P. gounellei*).

Quanto ao estrato herbáceo, dominam abundantemente as malvas e o velame (*C. campestris*), indicadoras de uma sucessão secundária regressiva, já

que as suas populações tendem a aumentar com a intensificação do processo de degradação (ARAÚJO FILHO; CARVALHO, 1997). Entre essas duas espécies ocorre principalmente o capim panasco (*A. setifolia*), particularmente na estação chuvosa.

- 2.3. Arbustiva Aberta: Compõe a paisagem vegetal das áreas de maior intensidade de degradação da região. Embora apresente semelhança quanto à frequência de espécies vegetais que também ocorrem na classe anterior de caatingas, a diferença principal está baseada em sua menor densidade, sendo comum a grande existência de plantas arbustivas isoladas, o que torna os solos dessas áreas mais expostos. a - *Manihot catingae* Ule, o mofumbo - *Combretum Leprosium* Mart. & Eicher, o xique-xique - *Pilosocereus gounellei* (F. Weber) Byles & Rowley e a palmatória-de-espinho - *Opuntia palmadora* Br. et Rose. No estrato herbáceo dominam a macambira - *Bromélia laciniosa* Mart. ex Schult., o caroá - *Neglaziovia variegata* (Arr. Cam.) Mez., a coroa-de-frade - *Melocactus bahiensis* (Br. et Rose), a palmatória-de-pêlo - *Opuntia inamoena* K. Schum., a jureminha - *Desmanthus virgatus* (L.) Willd., o velame - *Croton* spp., diversos tipo de malva e, durante a estação chuvosa, principalmente o capim-panasco - *Aristida setifolia* H.B.K.
- 1.2. Arbustivo-Arbórea Fechada: Ocorrência das mesmas espécies da classificação anterior, embora com estrato arbustivo dominante sobre o arbóreo, o que reflete a presença de solos menos profundos e, em certas áreas, com problema de drenagem, além de maior presença de antropismo, através da retirada de algumas espécies arbóreas e do pastoreio, quando comparada à classificação anterior. Pode-se dizer que seria uma caatinga secundária, em avançado estágio sucessional.
- 2) Caatingas com alto nível de antropismo e degradação: A localização desses tipos corresponde as áreas consideradas desertificadas. Resultam de ações antrópicas constantes, intensas e inadequadas para terrenos com estrutura geo-ecológica que requerem maiores cuidados com o seu manejo ou mesmo não deveriam ter uso econômico direto. As plantas existentes nessas áreas não chegam a compor estrato arbóreo, uma vez que as espécies correspondentes a essa classificação encontram-se muito dispersas, havendo somente estrato arbustivo e herbáceo. Encontram-se no Cariri as seguintes subdivisões desses tipos de caatingas:
- 2.1. Arbustiva Fechada: Essa categoria compõe a classe de caatingas menos degradada onde, apesar das manchas de solo exposto estarem mais presentes que nos subtipos anteriores, ainda predomina a presença de forte cobertura vegetal. Esta pode ser caracterizada como uma área onde a sucessão ecológica está em fase intermediária e, caso diminuísse o uso dessas terras pela pecuária e retirada da madeira, poderia evoluir para um estágio mais avançado.
- Correspondem, no geral, as áreas ocupadas atualmente por parte do gado, particularmente o caprino onde, no auge da cotonicultura, passaram pela expansão desse cultivo, sendo posteriormente excluídas desse uso devido à crise dessa produção. A maioria das espécies arbóreas anteriormente presentes nessas áreas ou cedeu espaço para a produção de algodão ou passou por um processo de coleta seletiva para usos diversos (material de construção de habitações, moirões de cercas e carvão vegetal).
- Apesar da presença de alguns elementos arbóreos, onde se destacam o pereiro (*A. pyriformis*), a catingueira (*C. pyramidalis*) e o facheiro (*P. pachycladus*), as espécies de maior dominância são as arbustivas pioneiras, onde o pinhão-bravo (*J. molissima*), o marmeleiro (*C. sonderianus*), o mofumbo (*C. leprosum*) e a jurema-preta (*M. tenuiflora*) recobrem extensas áreas, formando elevado adensamento, o mesmo ocorrendo com o xique-xique (*C. gounellei*), cactácea de maior presença nesses terrenos, enquanto as espécies herbáceas são as mesmas encontradas noutras áreas.

- 2.2. Arbustiva Semi-Aberta: Apresenta estágio avançado de degradação, onde grandes manchas de solo recobertas apenas por plantas herbáceas dividem espaço com pequenas ilhas de vegetação.

Nessas áreas, destacam-se pela sua maior presença o pereiro (*A. pyrifolium*) e a catingueira (*C. pyramidalis*), ocorrendo também o pinhão-bravo (*J. molissima*) e o xique-xique (*P. gounellei*).

Quanto ao estrato herbáceo, dominam abundantemente as malvas e o velame (*C. campestris*), indicadoras de uma sucessão secundária regressiva, já que as suas populações tendem a aumentar com a intensificação do processo de degradação (ARAÚJO FILHO; CARVALHO, 1997). Entre essas duas espécies ocorre principalmente o capim panasco (*A. setifolia*), particularmente na estação chuvosa.

- 2.3. Arbustiva Aberta: Compõe a paisagem vegetal das áreas de maior intensidade de degradação da região. Embora apresente semelhança quanto à frequência de espécies vegetais que também ocorrem na classe anterior de caatingas, a diferença principal está baseada em sua menor densidade, sendo comum a grande existência de plantas arbustivas isoladas, o que torna os solos dessas áreas mais expostos.

Continuando a caminhada para identificar áreas desertificadas utilizando imagens de satélite, partimos para a escolha do período das imagens a serem analisadas. Nesse caso, utilizamos material dos meses próximos do fim da estação chuvosa do Cariri (fevereiro a maio), no caso, julho e agosto.

Para identificar e classificar as áreas onde o processo de desertificação no Cariri estivesse ocorrendo mais recentemente, nos utilizamos de imagens do sensor CBERS (resolução espacial de 20m), de 13/08/2005 e 20/07/2006. Noutro momento do trabalho, com o objetivo de observarmos a evolução da desertificação na região, utilizamos imagens do sensor LANDSAT TM (resolução espacial de 30m), de 02/08/1989.

Em todas essas imagens, as bandas selecionadas foram as de números 2, 3 e 4, uma vez que estas realçam bem a vegetação e o solo exposto, sendo as mesmas submetidas a um tratamento para melhorar a qualidade visual e separar melhor os alvos observados, através de técnicas de Contraste.

O Contraste entre dois objetos pode ser definido como a razão entre os seus níveis de cinza médios, estando baseado na transferência radiométrica em cada pixel. Nesse trabalho foi utilizado o Contraste Logarítmico para as bandas 2 e 3 e, para a banda 4, o Contraste Raiz Quadrada.

A Transformação Logarítmica de valores de níveis de cinza é útil para aumento de contraste em feições escuras (valores de cinza baixos), enquanto a opção pela Raiz Quadrada aumenta o contraste das regiões escuras da imagem original (INPE, 2007).

Quanto ao método de classificação utilizado nas imagens de satélite para analisar a cobertura vegetal e identificar as áreas desertificadas, este foi o Não Supervisionado. Neste método, atribui-se automaticamente a cada pixel uma determinada classe (VENTURIERI & SANTOS, 1998), adotando-se o algoritmo de processamento de imagens K-Médias, onde os pixels são separados na imagem em grupos previamente definidos (CENTENO, 2004). O tratamento desse conjunto de informações espaciais, por sua vez, foi realizado através do software Spring 4.2.

Com base nos procedimentos destacados, em relação a identificação dos diferentes tipos de caatingas e os seus respectivos níveis de desertificação, foi feita a seguinte associação: Caatinga Arbóreo-arbustiva Fechada e Arbustivo-Arbórea Fechada - Área Não Desertificada; Caatinga Arbustiva Fechada - Desertificação Moderada; Caatinga Arbustiva Semi-Aberta - Desertificação Grave; Caatinga Arbustiva Aberta - Desertificação Muito Grave. Das áreas consideradas Não Desertificadas para aquelas classificadas com Desertificação

Muito Grave, ocorre uma diminuição progressiva da cobertura do solo, dos estratos em que a vegetação se apresenta (arbóreo, arbustivo e herbáceo) e da variedade de espécies das caatingas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para efeitos de análise do mapeamento realizado nesse trabalho, foram adotados dois procedimentos. Primeiro, uma análise espacial referente a desertificação no Cariri, através de uma leitura qualitativa dos mapas elaborados em conexão com as informações sobre a ocupação dessa região. Num segundo momento, trabalhamos os dados quantitativos, demonstrando os resultados da desertificação em termos de extensão na região.

Em relação a análise espacial, tomando como referência o mapa em destaque na figura 2, observa-se que as áreas consideradas em processo de Desertificação Grave e Muito Grave localizam-se espacialmente ao longo dos rios, ocupando as várzeas e adjacências das bacias hidrográficas que atravessam a região. Cabe destacar nesse contexto as bacias dos rios Paraíba e Taperoá. Corresponderiam as áreas de uso agropecuário mais intenso.

A medida em que temos maior distanciamento dos cursos d'água, como ocorre uma diminuição da intensificação do uso das terras, sendo estas utilizadas principalmente para pastagens, o processo de desertificação é mapeado como Moderado.

Nesse contexto, a declividade do relevo nessa região, sendo dominada pelas classes Suave a Moderada (87,4% do Cariri), embora não determinante, acaba favorecendo o uso e a conseqüente degradação dessas terras.

As áreas mais elevadas da região que formam alguns dos maciços residuais do Planalto da Borborema (como a serra de Jabitacá, a sudoeste, e a serra de Carnoió, a sudeste), associadas a cursos fluviais intermitentes de tamanho reduzido e com várzeas pouco expressivas, apresentam-se como áreas Não Desertificadas. Nestas, a cobertura vegetal apresenta-se mais preservada e muito próxima das condições originalmente dominantes nesse tipo de paisagem.

Essa espacialização da desertificação no Cariri expressa o modelo de povoamento desse território. As observações e construções interpretativas em campo fortaleceram o que os documentos históricos relatam sobre essa distribuição das propriedades e da população, refletindo na estrutura fundiária regional e no uso do solo desde o início da colonização. Ou seja, trata-se de uma região onde o processo de ocupação se deu através dos rios. O adentramento no Cariri utilizou-se dos cursos fluviais mais importantes e os primeiros habitantes assentaram-se próximo a eles.

As propriedades, desde o período das sesmarias, têm suas maiores testadas para os rios. A necessidade de água e, da mesma forma, a sua escassez, promoveu uma ocupação que associou às várzeas aos usos mais intensivos e as áreas mais distantes aos campos de uso para a pecuária. Por outro lado, a crescente demanda de agricultura e pecuária em moldes mais intensivos, ainda que não transforme de maneira ampla a lógica espacial de ocupação original, promove a degradação recente em um número cada vez mais expressivo nessas áreas.

No que se refere a quantificação do processo de desertificação atual no Cariri, obtivemos os resultados expressos na tabela I. A quantificação das classes temáticas só não pôde ser realizada para o município de Barra de Santana (em destaque na figura 2), uma vez que, nas imagens de satélite utilizadas, o seu território apresentava muitas nuvens, comprometendo fortemente os resultados nessa parte da região estudada.

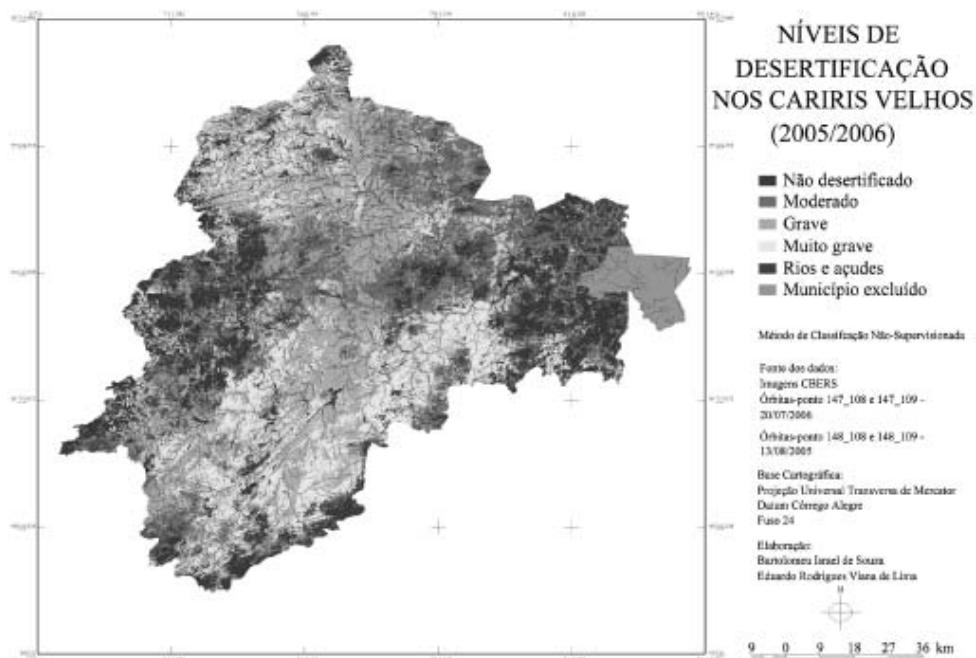


Figura 2 - Áreas desertificadas no Cariri em 2005/2006

Tabela 1 - Área ocupada pelos diferentes níveis de desertificação no Cariri em agosto de 2005/julho de 2006

CLASSES TEMÁTICAS	ÁREA OCUPADA (km²/%)
Não Desertificada	2.344,9/21,6
Desertificação Moderada	2.975,4/27,4
Desertificação Grave	2.697,1/24,8
Desertificação Muito Grave	2.736,7/25,2

A análise da tabela 1 nos encaminha parcialmente para o que já comentamos sobre a localização das áreas classificadas como Não Desertificadas, ou seja, regiões serranas de mais difícil acesso; manchas esparsas em vales de rios que, apresentando várzeas de pouca expressão, não foram ocupadas pela agricultura e pequenas áreas com variedades de solos mais profundos, capazes de acumular mais água no subsolo. No geral, dominam uma pequena porção do Cariri, correspondente a 21,6% do seu território.

As áreas consideradas desertificadas, em seus diferentes níveis, localizam-se próximas aos vales dos rios mais importantes do Cariri (Paraíba e Taperoá e os seus principais afluentes), onde a população vem se concentrando desde a época da colonização da região, aspecto facilitado pela presença de uma topografia suave que propiciou a formação de várzeas maiores e lençol freático mais abundante, o que implicou em usos econômicos mais intensos.

Em termos específicos, as áreas de Desertificação Moderada correspondem a 27,4% de toda a região, estando localizadas em áreas um pouco mais distantes das várzeas, geralmente próximas do sopé das elevações locais, onde a presença de solos mais pedregosos desfavorece um aproveitamento agrícola mais intenso. Exibem uma cobertura vegetal adensada, em grande parte formada pelas principais espécies arbustivas pioneiras das caatingas, ou seja, a jurema preta (*M. tenuiflora*) e o marmeleiro (*C. sonderianus*).

Apesar de aparentemente serem áreas isentas de desertificação, nos trabalhos de campo, quando analisamos a diversidade de espécies e os estratos que compõem originalmente as caatingas do Cariri, enquanto elementos bio-indicadores, chegamos a conclusão que estamos diante de um tipo de degradação que poderíamos considerar o menos intenso para a região.

Nessas áreas, ao longo da evolução do uso do solo no Cariri, a vegetação original foi retirada para se fazer uso da madeira (lenha, cercas, construção civil, etc.) e alterada para dar espaço à pecuária e, em alguns casos, á cotonicultura (a partir do século XVIII). Com a crise do algodão (década de 1980), estas áreas foram gradativamente abandonadas por esse tipo de cultura, restando somente a pecuária e a retirada ocasional de madeira que, por serem atividades econômicas localmente incipientes, não provocaram maiores danos, fazendo com que parte da sucessão ecológica tenha se estabelecido com êxito.

As áreas com níveis de desertificação Grave e Muito Grave (24,8 e 25,2% do Cariri) ocupam as áreas mais próximas do entorno dos principais rios da região, onde a vegetação está intensamente descaracterizada e degradada, dominando caatingas do tipo Semi-Aberta e Aberta, com estrato herbáceo anual acentuado e elevada presença de solos expostos. As espécies pioneiras das caatingas ocorrem em quantidades pouco numerosas nessas áreas, em função do elevado uso agropecuário ao qual foram e ainda são submetidas.

Em relação aos níveis de desertificação encontrados, somando-se todos estes, chegamos ao número de 8.409,2km², o que implica em 77,4% de todo o Cariri comprometido com esse tipo de degradação. Desses, 5.433,8km², ou 50,0% de toda a região, são terras que apresentam os níveis de desertificação Grave e Muito Grave, onde a vegetação apresenta-se com elevada escassez e pouca diversidade.

Conforme já comentamos anteriormente, para efetuarmos uma análise da evolução temporal e espacial da desertificação no Cariri, realizamos os mesmos procedimentos metodológicos tomados para 2005/2006 em relação às imagens de satélite de 1989, o que pode ser visualizado na figura 3.

Como nas imagens de 1989, no mês selecionado (agosto), a visualização de algumas áreas ficou comprometida total ou parcialmente, em função da presença elevada de nuvens (municípios de Taperoá, Assunção, Livramento, Barra de Santana, Alcantil e Caturité, destacados na figura 3), tivemos de excluí-las da análise.

Para efeitos de comparação visual com o que foi apresentado para 2005/2006, em termos espaciais, uma primeira observação das imagens de 1989 nos leva a perceber que, tal como vimos atualmente, as áreas desertificadas correspondiam, principalmente, às terras mais próximas das várzeas dos rios de maior expressão na região, fato esse que nos remete novamente ao processo histórico de ocupação e povoamento do Cariri, sendo estes mais expressivos nessas áreas, o que acarretou um consumo mais intenso das caatingas, fazendo com que, em várias das terras existentes, o processo de recolonização desenvolvido pela vegetação, devido ao uso contínuo, se torne difícil, mesmo durante a estação chuvosa.

Em relação as áreas consideradas Não Desertificadas, embora em 1989 estas apresentem nitidamente uma área maior que em 2005/2006, a sua localização obedece aos mesmos condicionantes, ou seja, regiões de mais difícil acesso a população, devido aos aspectos geomorfológicos dominantes, e presença local de alguns elementos hidropedológicos que favorecem a presença de uma vegetação de maior porte e adensamento.

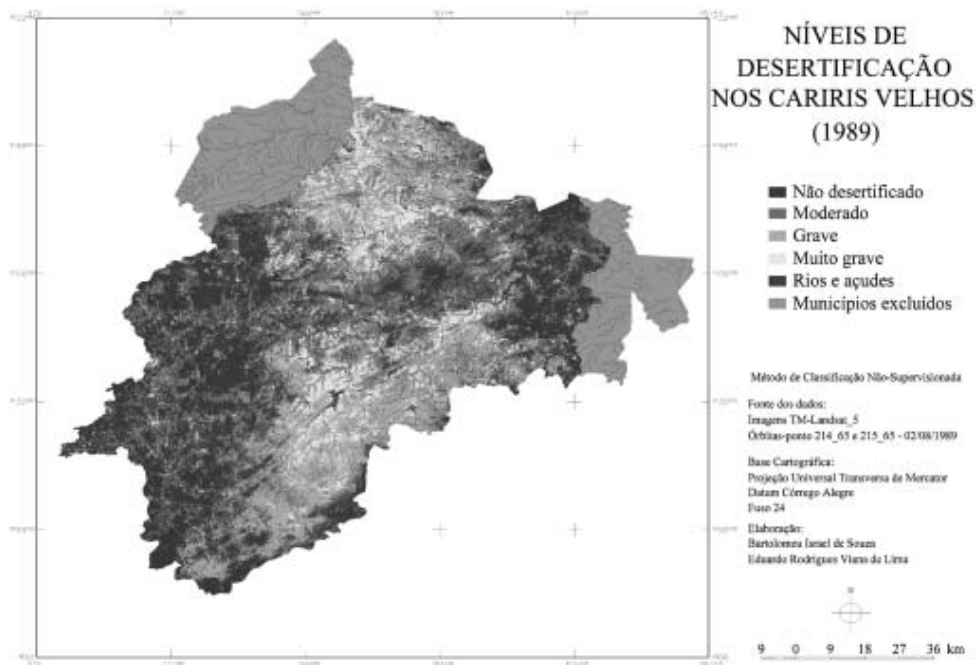


Figura 3 - Áreas desertificadas no Cariri em 1989

Quanto a evolução quantitativa das áreas ocupadas pelos diferentes níveis de desertificação em 1989 e 2005/2006, em virtude da retirada de alguns dos municípios na análise das imagens do primeiro ano (Taperoá, Assunção, Livramento, Barra de Santana, Alcantil e Caturité), realizamos também a exclusão dos seus territórios nas imagens mais recentes, obtendo assim os resultados discriminados abaixo, na tabela 2.

Tabela 2 - Evolução dos níveis gerais de desertificação entre 1989 e 2005/2006 no Cariri

CLASSES TEMÁTICAS	ÁREA OCUPADA (km ² /%)		EVOLUÇÃO	
	1989	2005/2006	km ²	%
Não Desertificada	3.225,0/34,4	1.940,2/20,7	- 1.284,8	- 13,7
Desertificação Moderada	2.960,2/31,6	2.707,6/28,9	- 252,5	- 2,7
Desertificação Grave	1.506,3/16,1	2.402,0/25,6	+ 895,7	+ 9,5
Desertificação Muito Grave	1.514,5/16,1	2.244,6/23,9	+ 730,1	+ 7,8

Os dados da tabela 2 demonstraram que, no período analisado, houve diminuição das áreas consideradas Não Desertificadas e com Desertificação Moderada, enquanto as áreas com Desertificação Grave e Muito Grave se expandiram. Logo, as áreas consideradas

desertificadas nos seus níveis mais elevados (Grave e Muito Grave) acabaram incorporando terras anteriormente classificadas como Não Desertificadas e/ou que apresentavam Desertificação Moderada.

Para efeito comparativo entre os dois períodos, considerando a retirada dos municípios que apresentaram problemas de cobertura de nuvens nas imagens de satélite analisadas (Taperoá, Assunção, Livramento, Barra de Santana, Alcantil e Caturité), somando-se todos os níveis de desertificação, encontramos para 1989 uma área degradada correspondente a 5.981,0km² (63,8% do Cariri), enquanto para 2005/2006 essas áreas corresponderam a 7.354,2km² (78,4% do Cariri). Dessa forma, no período analisado, houve um aumento de 1.373,2km² (14,6%) de áreas desertificadas no Cariri.

A análise do produto da classificação das imagens de satélite de 1989 (figura 3) e 2005/2006 (figura 2) mostra que, em termos gerais, a maior expansão da desertificação ocorreu em direção a parte oeste da região, o que pode ser comprovado quantitativamente, ao se comparar os dois períodos analisados nos Cariris Oriental e Ocidental, com base nos dados da tabela 3.

Tabela 3 - Evolução da desertificação nos Cariris Velhos, a partir das sub-divisões regionais

Níveis de Desertificação	1989		2005/2006		Evolução	
	Cariri Or. (km ²)	Cariri Oc. (km ²)	Cariri Or. (km ²)	Cariri Oc. (km ²)	Cariri Or. (km ² /%)	Cariri Oc. (km ² /%)
Não Desertificado	886,2	2.365,2	686,8	1.254,3	-199,4/-5,7	-1.110,9/-18,9
Moderado	1.266,5	1.691,7	1.351,7	1.356,8	+85,2/+2,5	-334,9/-5,6
Grave	570,0	936,2	628,4	1.774,6	+58,4/+1,7	+838,4/+14,1
Muito grave	623,4	891,6	707,6	1.537,8	+84,2/+2,4	+646,2/+10,8

Grande parte desse processo de desertificação nessa parte do Cariri pode ser atribuído, na história recente do seu processo de ocupação e dinâmica econômica, segundo Souza (2008), ao crescimento do rebanho caprino, à forma como esses animais são criados e a diminuição do tamanho das propriedades nessa região. Dessa forma, o rebanho de caprinos no Cariri Ocidental que em 1970 era representado por 46.533 cabeças, em 2006 passou a ser de 208.275 animais, números estes em muito superiores aos encontrados no Cariri Oriental (28.229 em 1970 e 95.830 em 2006).

O fato anteriormente destacado, associado aos hábitos alimentares dos caprinos, caracterizado pela pouca seletividade, à forma extensiva como esses animais são criados, onde existe uma dependência quase completa da vegetação nativa para a sua alimentação e o crescimento do número de pequenas propriedades, fazem com que a superpastagem seja comum na região. Logo, esses elementos seriam os maiores responsáveis pela recente expansão da desertificação no Cariri, particularmente na parte ocidental da região (SOUZA, 2008).

A observação da tabela III também demonstra que, entre 1989 e 2005/2006, embora as áreas Não Desertificadas tenham apresentado retração nas duas sub-divisões regionais, esta foi muito mais intensa no Cariri Ocidental. Quanto a Desertificação Moderada, houve uma ligeira diminuição nessa parte do Cariri. Entretanto, computando-se todos os níveis desse tipo de degradação, enquanto no Cariri Oriental houve um crescimento de 227,8km² (6,6%), no Cariri Ocidental esse crescimento foi de 1.149,7km² (19,3%).

Nesse caso, os números encontrados revelam que a diminuição das áreas de Desertificação Moderada no Cariri Ocidental estão relacionados a sua incorporação aos níveis de desertificação mais acentuados (Grave e Muito Grave).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação aos resultados do mapeamento efetuado nos Cariris Velhos, esses demonstraram que, atualmente (2005/2006), 77,4% da região apresenta algum nível de desertificação. Desse total, 50,0% correspondem aos níveis mais elevados dessa degradação, onde os solos apresentam uma cobertura vegetal mínima ou inexistente.

Observamos também que, tomando por base o ano de 1989, houve aumento do processo de desertificação na região. Entretanto, esse crescimento aconteceu de forma diferenciada, atingindo no período estudado mais ampla e fortemente a parte Ocidental do Cariri, onde também ocorreu maior crescimento das atividades econômicas ligadas à pecuária, particularmente a caprinocultura que, através dos seus hábitos alimentares e da herbivoria, associada às mudanças na estrutura fundiária e às estiagens, tem afetado intensamente essas terras.

Esses resultados em relação ao mapeamento da desertificação no Cariri são importantes não apenas pelo fato de, pela primeira vez, uma pesquisa abordar esse tipo de degradação para toda a região, mas também por demonstrar uma situação diferenciada quanto a evolução do processo nessas terras, estando essa relacionada principalmente a fatores de ordem econômica, social e política, cabendo aos elementos naturais dominantes nessa região (em particular a pequena pluviosidade) uma importância secundária.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela bolsa de estudos concedida ao autor principal durante parte da execução deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. **História de Campina Grande**. 2ª ed. João Pessoa: Ed. Universitária da UFPB, 1979. 230 p.
- ANDRADE, L. A. et al. Análise da cobertura de duas fitofisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, jul/set, p. 253-262, 2005.
- ANDRADE, K. S.; FEITOSA, P. H.; BARBOSA, M. P. Sensoriamento Remoto e SIG na identificação de áreas em processo de desertificação no município de Serra Branca – PB: estudo de caso. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13. 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, INPE, 21-26 abr 2007, p. 4351-4356. Disponível em: <<http://www.inpe.br/biblioteca>>. Acesso em: 03 ago. 2007.
- ANDRADE-LIMA, D. The caatingas dominium. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 4, p. 149-153, 1981.
- ARAÚJO FILHO, J. A.; CARVALHO, F. C. **Desenvolvimento sustentado da caatinga**. Sobral: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), 1997, Circular Técnica n. 13. 42 p.
- BARBOSA, M. R. V. et al. Vegetação e flora no Cariri paraibano. **Oecol. Bras.**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 3, p. 313-322, 2007. Disponível em : <www.oecologia.biologia.ufrj.br>. Acesso em 18 fev. 2009.

- BERNARDES, N.. As caatingas. **Revista de Estudos Avançados**. Dossiê Nordeste seco. Centro de Estudos Avançados, São Paulo, v. 13, n. 36, p. 69-78, 1999.
- CENTENO, J. A. S. **Sensoriamento Remoto e Processamento de Imagens Digitais**. Curitiba: Ed. Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, 2004. 220 p.
- CCD. **Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação**. Tradução: Delegação de Portugal. Lisboa: Instituto de Promoção Ambiental, 1995. 94 p.
- CONTI, J. B. **Desertificação nos trópicos: proposta de metodologia de estudo aplicada ao Nordeste brasileiro**. 1995. 271 f. Tese (Livre-Docência em Geografia Física) - USP, São Paulo.
- EITEN, G.. An outline of the vegetation of South America. In: SYMPOSIA OF THE 5th CONGRESS OF THE INTERNATIONAL PRIMATOLOGICAL SOCIETY, Nagoya (Japão), 1974. p. 529-545.
- EITEN, G.. **Classificação da vegetação do Brasil**. Brasília: CNPq, 1983. 120 p.
- GOMES DA SILVA, G. **A problemática da desertificação no ecossistema da caatinga do município de São João do Cariri**. 1993. 93 f. Monografia (Especialização em Desertificação) – Instituto Desert, UFPI, Teresina.
- HERCKMANS, E. **Descrição Geral da Capitania da Paraíba**. João Pessoa: A União, 1982. 35 p.
- INPE. **Spring Básico. Tutorial 10 Aulas – Spring-4.2**. Disponível em: <www.dpi.inpe.br/spring> Acesso em 20 mar. 2007.
- MAINGUET, M.. **L’homme et la sécheresse**. Paris: Masson, 1995, 311 p. (Collection Géographie).
- MOURA, C. S. **Vulnerabilidade das terras agrícolas, degradação ambiental e riscos a desastres ENOS no município de Sumé**. 2002. 132 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - UFCG, Campina Grande.
- NANTES, M. **Relação de uma missão no rio São Francisco**. 2^a ed. Tradução e comentários: Barbosa Lima Sobrinho. São Paulo: Companhia Editora Nacional, v. 368, 1979, 63 p. (Coleção Brasileira).
- PEREIRA, D. D. Quando as Políticas Públicas auxiliam o processo de desertificação: o caso do Cariri paraibano. In: MOREIRA, E. (Org.). **Agricultura familiar e desertificação**. João Pessoa: UFPB/Ed. Universitária, 2006, p. 179-203.
- PINTO, I. F. **Datas e notas para a História da Paraíba**. V. 1. João Pessoa: Ed. Universitária da UFPB, 1977. 320 p.
- QUIRINO, Z. G. M. **Fenologia, síndromes de polinização e dispersão e recursos florais de uma comunidade de caatinga no Cariri paraibano**. 2006. 117 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - UFPE, Recife.
- RIZZINI, C. T. Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro: IBGE, n. 25, p 3-64, 1963.
- SILVA, J. H. **Impacto ambiental causado pelo déficit hídrico no processo de degradação ambiental da microrregião do Cariri paraibano**. 2003. 112 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - UEPB, Campina Grande.
- SOUSA, R. F. **Terras agrícolas e o processo de desertificação em municípios do semi-árido paraibano**. 2007. 180 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - UFCG, Campina Grande.
- SOUZA, B. I. **Contribuição ao estudo da desertificação na bacia do Taperoá-PB**. 1999. 120 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – UFPB, João Pessoa.

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

SOUZA, B.; LIMA, E. R. V. Cartografia da desertificação no Cariri paraibano. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPEGE, 7. 2007, Niterói. **Anais...** Niterói: UFF, 2007.

SOUZA, B. I.; SUERTEGARAY, D. M. A. Contribuição ao debate sobre a transposição do rio São Francisco e as prováveis consequências em relação a desertificação nos Cariris Velhos (PB). **Terra Livre**, Goiânia, ano 21, v. 2, n. 25, p. 139-155, 2005.

SOUZA, B. I.; SUERTEGARAY, D. M. A. Estratégias de sobrevivência do pequeno produtor em áreas sujeitas à desertificação. In: SEMINÁRIO LUSO-BRASILEIRO-CABOVERDIANO: AGRICULTURA FAMILIAR EM REGIÕES COM RISCOS DE DESERTIFICAÇÃO, 2006, João Pessoa. **Anais...** Ed. Universitária da UFPB. João Pessoa: UFPB.

TAVARES DE MELO, S. Desertificação: etimologia, conceitos, causas e indicadores. **Revista da UNIPÊ**, João Pessoa v. 2, n. 2, p. 19-33, 1998.

VELOSO, H. P.; GOES-FILHO, L. **Fitogeografia brasileira**. Classificação fisionômico-ecológica da vegetação Neotropical. Rio de Janeiro: Projeto RADAMBRASIL, Boletim Técnico, Série Vegetação 1, p. 1-79, 1982.

VENTURIERI, A.; SANTOS, J. R. Técnicas de classificação de imagens para análise de cobertura vegetal. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. (Org.). **Sistemas de Informações Geográficas**. Aplicações na agricultura. 2ª ed. Brasília: Embrapa, 1998, Capítulo 18, p. 351-371.

Recebido em outubro de 2009

Aceito em junho de 2010

