

# XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

## MAPEAMENTO DA DESERTIFICAÇÃO NO ESTADO DA PARAÍBA

Andrea Karla G. Cavalcanti<sup>1</sup>, Eduardo Rodrigues Viana de Lima<sup>2</sup>, Bartolomeu Israel de Souza<sup>3</sup> e Tarciso Cabral da Silva<sup>4</sup>

**Resumo** – Mostra-se neste trabalho a integração de um conjunto de informações que culminou com a elaboração do mapa com os níveis de desertificação no Estado da Paraíba. São detalhados os procedimentos para o mapeamento, desde a seleção das imagens de satélite utilizadas, as técnicas de tratamento de imagem utilizadas, entre outras informações de interesse. A unidade de análise eleita foi a microrregião, onde foram identificadas áreas de nível de desertificação variando de Alto, Médio a Baixo e também áreas Não susceptíveis. Após a geração do mapa com os graus de desertificação foram sintetizadas tabelas com os valores percentuais dos níveis de desertificação em cada microrregião e mesorregião. Os resultados indicaram o Estado da Paraíba como tendo mais de 90% de sua área susceptível à desertificação, sendo 56,48% classificados como de nível Alto. Apenas nas microrregiões integrantes ou próximas da zona costeira, são observadas áreas Não Susceptíveis à desertificação.

**Abstract** – In this work is showed the integration of a data set that culminated in the drafting of the statement with the levels of desertification in the state of Paraíba. The procedures for mapping are detailed, from the selection of satellite images, the software used, among other information of interest. The unit of analysis was chosen as the micro-region, where areas were identified ranging from desertification level of High, Medium, Low and not affected. After generating the map with the degree of desertification were synthesized tables with the percentages of the levels of desertification in each micro-region and meso-region. The results indicated the state of Paraíba as having more than 90% of its area susceptible to desertification, with 56.48% categorized as high level. Only in the regions that are part of the coastal zone or near it are observed areas not susceptible to desertification.

**Palavras-Chave** – semi-árido, desertificação, mapeamento

<sup>1</sup> Aluna do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal da Paraíba – UFPB/CT/LARHENA, Bolsista do PIBIC/CNPq –, Campus I, João Pessoa - PB; CEP 58.051-970, E-mail: andreakarla18@hotmail.com

<sup>2</sup> Professor Doutor da Universidade Federal da Paraíba - UFPB/CCEN/DGEOC; Campus I, João Pessoa - PB; CEP 58.051-970, E-mail: eduvianalima@gmail.com

<sup>3</sup> Professor Doutor da Universidade Federal da Paraíba - UFPB/CCEN/DGEOC; Campus I, João Pessoa - PB; CEP 58.051-970, E-mail: bartoisrael@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Professor Titular da Universidade Federal da Paraíba - UFPB/CT/LARHENA; Campus I, João Pessoa – PB; CEP 58.051-970. E-mail: tarcisocabral@yahoo.com.br

## INTRODUÇÃO

Entende-se por desertificação “[...] 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). 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).

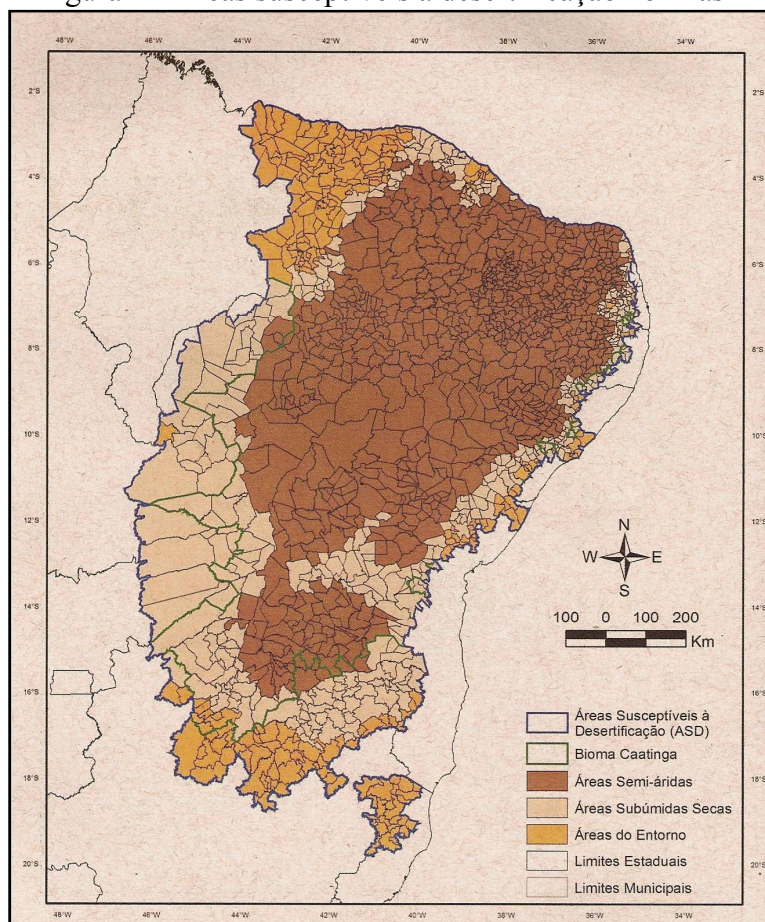
Atualmente, os dados conhecidos sobre a desertificação revelam a gravidade desse problema, entre outras características (ROXO, 2006): i) afeta direta e indiretamente mais de 1 bilhão de pessoas; ii) mais de 100 países sofrem com esse processo; iii) - são perdidos cerca de seis milhões de hectares de terra arável e produtiva todos os anos em função desse tipo de degradação; iv) cerca de  $\frac{1}{4}$  da superfície terrestre sofre de degradação e erosão dos solos advindos da desertificação; v) o solo arável por pessoa diminuiu de 0,32ha., em 1961-1962, para 0,21ha em 1997-1999, esperando-se que diminua para 0,16 ha em 2030.

O Brasil tem acompanhado as discussões mundiais sobre a questão da desertificação desde o seu início, sendo um dos países signatários da Convenção Internacional de Combate à Desertificação e à Seca, em 1994. Mesmo assim, somente em 2004 concluiu o seu Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca/PAN-Brasil, estando em andamento a construção dos planos estaduais.

Em relação à distribuição desse processo no Brasil, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) elaborou no ano 2004 um mapeamento das áreas susceptíveis à desertificação - ASDs, servindo este de base para as Políticas Públicas definidas no PAN-Brasil. As ações majoritárias desse programa governamental estão concentradas nas zonas de clima semiárido e subúmido seco da região Nordeste, em terras dos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia. Além destas, o norte de Minas Gerais, por apresentar características climáticas que lhe predisõem a esse tipo de degradação, também foi incluído.

Apesar da concentração das ações iniciais do programa nessa área, esse plano acabou adicionando à mesma partes de outros territórios localizados em suas proximidades, alegando que apresentam um quadro de degradação ambiental semelhante ao que ocorre nas áreas atingidas por esse processo. São, por isso, denominadas pelo PAN-Brasil de Áreas do Entorno das Áreas Semiáridas e Subúmidas Secas, o que inclui o noroeste do Espírito Santo, oeste da Bahia e um pequeno trecho do seu litoral norte, as fronteiras litorâneas de Sergipe/Alagoas e do Maranhão/Piauí (Figura 1). Com a inserção dessas novas áreas ao programa em questão, atingiu-se uma superfície de 1.338.076 km<sup>2</sup>, onde habitavam 31.663.671 pessoas, em 1.482 municípios (BRASIL, 2004).

Figura 1 - Áreas susceptíveis à desertificação no Brasil



Fonte: BRASIL (2004)

Quanto aos critérios para incluir os municípios dessas áreas nesse programa, estes foram baseados nos fatos de: terem sido afetados por secas; integrarem em algum momento listas de municípios atendidos por programas de emergência administrados pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE); estarem contidos dentro do Bioma Caatinga e, no caso do noroeste do Espírito Santo, ter sido adicionado à área de atuação da SUDENE a partir do disciplinamento da Lei nº 9.690, de 15/07/1998. Mesmo com a anexação dessas áreas, segundo o PAN-Brasil, elas ainda precisam ter melhor caracterizadas suas condições ambientais.

Mapear as áreas desertificadas tem sido um desafio para os pesquisadores desde quando esse tema começou a apresentar relevância mundial. Mesmo com o advento do sensoriamento remoto e do geoprocessamento, essa tarefa continua sendo difícil. Grande parte dessa dificuldade está fundamentada na pequena compreensão do dinamismo natural existente nas regiões secas, particularmente no que diz respeito ao aspecto comportamental da vegetação existente nessas áreas. Inclusive, no caso das caatingas, diferente do que ocorre na floresta amazônica e na mata atlântica, em diversas nuances inexistem um contraste marcante entre os remanescentes florestais e as áreas devastadas (ZANELLA & MARTINS, 2005), o que leva a erros de interpretação quando se quer

determinar se algumas paisagens encontradas nessa primeira formação vegetal são de origem natural ou antrópica.

Em se tratando da Paraíba, levando em consideração os critérios estabelecidos pela CCD (1995) e pelo MMA (BRASIL, 2004), mais de 90% do seu território encontra-se susceptível ao processo em questão. Ainda assim, mesmo que parte do seu território tenha chamado atenção desde que as discussões sobre a desertificação foram iniciadas no Brasil, só a partir da década de 1990 esse problema começou a ser pesquisado de forma mais direcionada ao Estado, embora os estudos até agora realizados tenham um caráter regional.

Quanto ao presente artigo, este se refere ao mapeamento da desertificação na Paraíba, sendo parte dos resultados obtidos no Plano Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos das Secas (PAE-PB), o qual está para ser divulgado oficialmente em breve. Trata-se da primeira iniciativa feita para executar o mapeamento deste tipo de degradação, abrangendo toda a área considerada susceptível ao processo no Estado.

## **PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Para a realização desse mapeamento, considerou-se a vegetação como elemento principal, a partir do qual a desertificação poderia ou não estar presente, estabelecendo-se também, a partir desse recurso natural, a intensidade do processo, tal como se encontra na CCD (1995), ao tratar das áreas degradadas.

Neste trabalho foram utilizadas imagens do sensor TM-Landsat-5, relativas ao final do período chuvoso nas porções central e oeste do Estado, cujos territórios estão completamente inseridos nas áreas consideradas passíveis de ocorrência da desertificação na Paraíba.

A utilização desse tipo de imagem é justificada pela disponibilidade das mesmas de forma gratuita no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE e ser um produto de boa qualidade para a realização deste tipo trabalho.

Em função da dificuldade em conseguir imagens com baixo índice de cobertura de nuvens, foram utilizadas imagens de diferentes datas para que fosse possível montar um mosaico de todo o Estado. Para tanto, foram utilizadas as seguintes imagens, conforme destacado no Quadro 1:

Quadro 1 - Imagens orbitais utilizadas

Órbita	Ponto	Data
214	065	29/08/2007
215	064	19/07/2007
215	065	19/07/2007
215	066	19/07/2007
216	064	13/08/2008
216	065	26/07/2007

Em relação à opção pelo uso de imagens de satélite do final da estação chuvosa (meses de julho e agosto), foi levado em consideração o fato de que, nesse período, devido às características da maioria das espécies da caatinga e as suas respostas morfológicas em relação à presença de maior ou menor umidade, a existência de vegetação com ocorrência de massa foliar denotaria ausência ou baixo nível de desertificação. Em caso contrário, isso seria um indicador de que deve estar ocorrendo processo de desertificação. Por outro lado, imagens do período de estiagem apresentariam um quadro homogêneo da cobertura vegetal, dificultando a identificação das áreas degradadas.

Para a identificação das áreas degradadas foi utilizada uma composição colorida ajustada das bandas 3, imagem NDVI, e banda 1, que possibilitasse a visualização das áreas de maior densidade da vegetação em tonalidades de verde, e as áreas de menor densidade em tons de lilás.

As imagens foram individualmente georreferenciadas utilizando-se a projeção UTM, elipsóide SAD-69, MC 33° MC 34°.

Para a geração do mosaico foi utilizado o software *Reggemy*, versão 0.2.43, disponibilizado para uso pela Divisão de Processamento de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e pelo Departamento de Engenharia Elétrica e Computacional da Universidade da Califórnia (Santa Bárbara/EUA).

Esse software permitiu que o mosaico fosse gerado utilizando-se uma normalização das imagens, evitando-se diferenças espectrais bruscas entre as mesmas. Foi possível realizar esse procedimento uma vez que não seria necessário utilizar os valores digitais originais das imagens, mas apenas identificar as diferenças no comportamento espectral dos alvos.

Após a geração do mosaico, verificou-se que apenas a imagem 214\_065 apresentou nítida diferença em relação às imagens vizinhas, fato justificado pela grande presença de nuvens e

também porque as condições fisiológicas da vegetação nessa área apresentam diferença em relação ao restante do Estado, tendo em vista existirem condições diferentes no regime de chuvas. Em relação às demais imagens, o resultado alcançado foi muito bom.

Após a geração, o mosaico foi transferido para o software SPRING, versão 5.0.5, para o tratamento relativo à ampliação de contraste, geração da imagem NDVI e geração da composição colorida.

Em seguida foi realizado o procedimento de classificação supervisionada do tipo MAXVER, obtendo-se as amostras nas bandas 3, imagem NDVI e banda 1, utilizadas na composição colorida.

A partir da classificação supervisionada foi gerado o mapa de desertificação do modelo temático.

## LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Na Figura 2 está esquematizada a localização do estado da Paraíba com divisão em quatro mesorregiões, nas quais a incidência de ASDs – Áreas susceptíveis á desertificação ocorrem principalmente no Agreste Paraibano, Borborema e Sertão Paraibano.

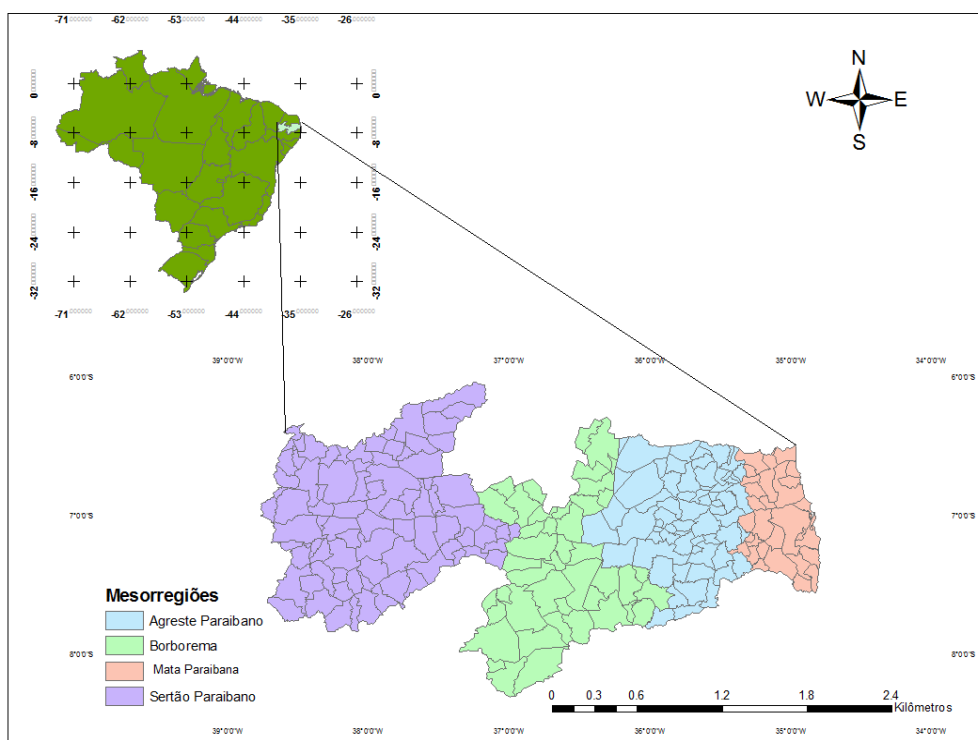


Figura 2 – O estado da Paraíba e suas mesorregiões

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A metodologia utilizada resultou no mapa presente na Figura 3. É importante destacar que os resultados obtidos não podem ser analisados de uma forma absoluta, ou seja, considerando que os níveis de desertificação identificados podem ser considerados exatamente os mesmos para diferentes períodos de tempo. Devido a isso é temerário quantificar esses resultados, podendo-se levar a equívocos quando se pretende fazer comparações no tempo e no espaço. A análise deve ser feita de uma forma relativa, ou seja, os níveis devem ser comparados uns em relação aos outros e a partir daí podem ser feitas análises sobre o quadro da desertificação na área estudada.

Baseando-se na legenda adotada nesse mapa, as áreas consideradas com nível baixo de desertificação são aquelas nas quais a cobertura vegetal apresenta-se com relativa densidade, onde as copas das árvores e arbustos se tocam, formando uma vegetação tipicamente florestal, com poucas manchas de solos expostos. As áreas com nível médio de desertificação apresentam menor densidade, com algumas áreas onde não existe cobertura vegetal, ocorrendo pequena variedade de espécies típicas da caatinga. As áreas com nível alto de desertificação apresentam uma cobertura vegetal com densidade e diversidade de espécies ainda mais escassas, inexistindo cobertura vegetal em grandes áreas.

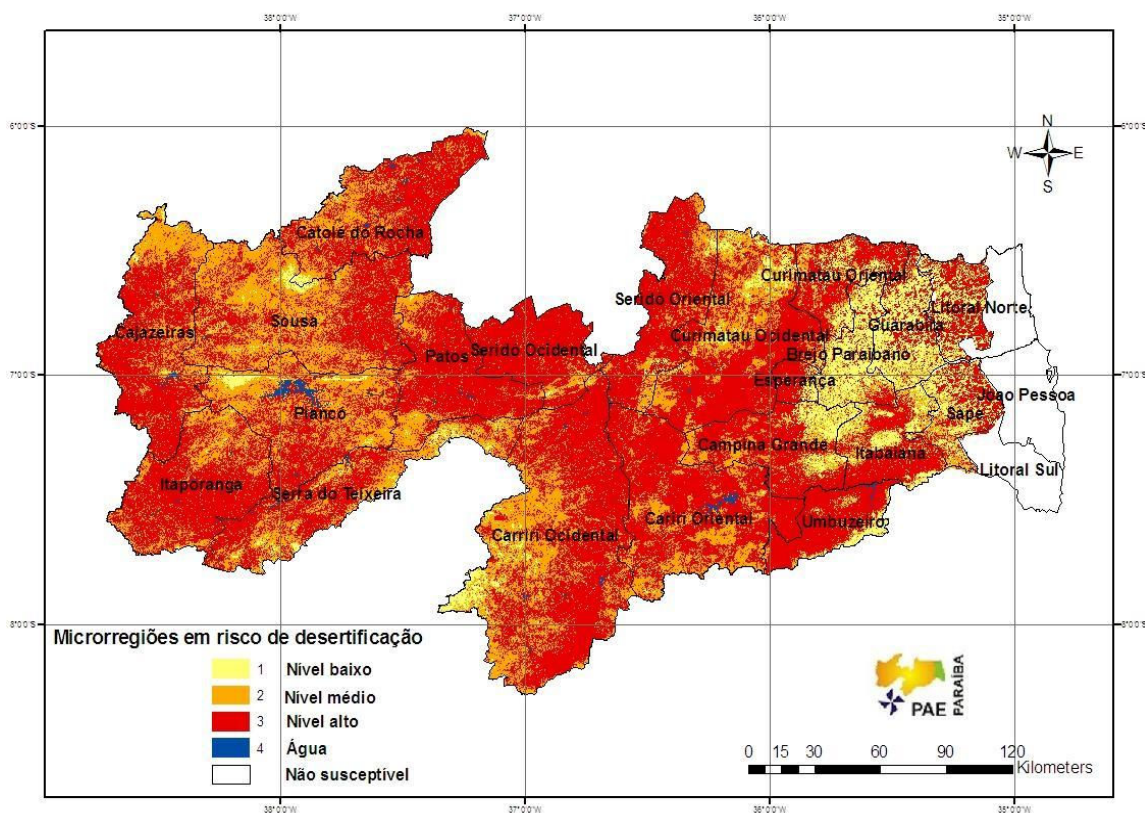


Figura 3 - Mapa dos níveis de desertificação na Paraíba

Diante do exposto, pode-se observar, de forma geral, que os maiores níveis de degradação no Estado da Paraíba se encontram nas microrregiões localizadas na Mesorregião da Borborema (Cariri

Oriental e Ocidental e Seridó Oriental e Ocidental) e em algumas outras localizadas na Mesorregião do Sertão (principalmente Patos e partes de Catolé do Rocha, Piancó, Sousa, Itaporanga e Cajazeiras), em terras predominantemente baixas localmente, ou seja, mais próximas aos cursos d'água e historicamente de mais fácil acesso ao homem e às práticas agrícolas mais rudimentares.

Na porção centro-norte do Estado (Seridó Oriental e Ocidental) o que se verifica é um prolongamento das áreas degradadas do Seridó norte-riograndense.

Das microrregiões citadas anteriormente, destaca-se o nível de degradação praticamente contínuo unindo grande parte das terras que limitam o Cariri Oriental e Ocidental ao Seridó Oriental e Ocidental e a Microrregião de Patos, enquanto nas outras microrregiões destacadas, essa continuidade se encontra pouco presente.

Pode-se afirmar também que essas cinco áreas mais degradadas encontram-se associadas à ocorrência de regimes de menor precipitação pluviométrica, proporcionando maior vulnerabilidade ao uso mais intenso das suas terras, seja agrícola ou pecuário.

Nas Microrregiões de Piancó, Cajazeiras e Sousa, as áreas com elevado nível de degradação estão concentradas ao longo do vale do rio Piancó, no entorno da cidade de Cajazeiras e na bacia sedimentar de Sousa, áreas com grande expressão no desenvolvimento da agricultura e da pecuária bovina na Paraíba.

Outra área que merece destaque são as terras elevadas no extremo oeste do Estado, que devido às condições topográficas poderiam apresentar limitações para as atividades agropecuárias, mas que estão apresentando extensos trechos degradados.

Sobre as áreas menos degradadas, essas estão situadas em locais de mais difícil acesso (serras, serrotes), resguardadas de uso mais intensivo pelo homem. Para exemplificar, podem ser mencionadas:

- 1) As cabeceiras do rio Paraíba e um dos seus principais afluentes, o rio Sucuru, englobando parte dos municípios de Monteiro, Prata, Ouro Velho e Amparo (Microrregião do Cariri Ocidental);
- 2) Trechos da superfície elevada e das vertentes da Serra de Teixeira (Microrregião de Teixeira);
- 3) As serras localizadas nas proximidades dos açudes Coremas/Mãe D'água (Microrregiões de Coremas e Patos), que fazem parte do lineamento de Patos, e que apresentam fortes limitações à ocupação devido ao relevo extremamente acidentado;
- 4) Áreas serranas da porção noroeste (Microrregião de Cajazeiras);
- 5) Áreas serranas e de chapadas ao norte da região do vale do rio Curimataú (Microrregião do Curimataú Oriental).



As extensas áreas menos degradadas observadas na porção leste do Estado ocorrem dessa forma devido à imagem ser do auge do período chuvoso na região. Entretanto, é bom destacar que boa parte dessas áreas está associada à Microrregião do Brejo, naturalmente mais úmida, cujas condições climáticas ainda dão suporte a uma vegetação mais densa e de porte arbóreo.

Ao sul do trecho acima mencionado, verificam-se áreas degradadas ao longo do rio Paraíba (Microrregiões do Cariri Oriental, de Umbuzeiro e Itabaiana), fato que pode ter a mesma explicação do que ocorre no domínio do semiárido do Estado da Paraíba, ou seja, devido à proximidade do curso do rio, fica favorecida uma utilização mais intensa dos solos.

Na parte ocidental do estado, nas microrregiões integrantes ou próximas da zona costeira, não se observa áreas susceptíveis à desertificação.

A partir desse mapeamento, foi calculado o percentual das áreas susceptíveis à desertificação, tomando por base a divisão da Paraíba em mesorregiões e microrregiões, como pode ser visto nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Níveis de desertificação nas mesorregiões e no estado da Paraíba

Mesorregiões	Área (km <sup>2</sup> )	Baixo (%)	Médio (%)	Alto (%)	Espelho D'água (%)	Não Susceptível (%)
Mata Paraibana	5.232,40	15,31	5,20	20,05	nc	59,44*
Agreste Paraibano	12.914,07	22,80	21,59	55,36	0,25	0,00
Borborema	15.572,89	3,14	27,84	68,26	0,76	0,00
Sertão Paraibano	22.720,48	2,62	38,65	57,43	1,30	0,00
Estado da Paraíba	56.439,84	8,56	28,66	56,48	nc	5,51

(\*) Abrange áreas de espelho d'água; nc – não calculado

A partir da Tabela 1, observa-se que as áreas susceptíveis á desertificação no estado da Paraíba atinge mais de 90% do total do território estadual, destacando-se o nível Alto que atinge o percentual de 56,48%.

Em termos de mesorregiões, Borborema apresenta o maior percentual de áreas em nível Alto de desertificação, atingindo 68,26%. Já a Mata Paraibana conta com 59,44% de áreas não susceptíveis á desertificação.

Tabela 2 – Níveis de desertificação nas microrregiões da Paraíba

Microrregiões e Mesorregiões <sup>1,2,3,4</sup>	Área (km <sup>2</sup> )	Baixo (%)	Médio (%)	Alto (%)	Espelho D'Água (%)	Não Susceptível (%)
Catolé do Rocha <sup>1</sup>	3037,98	1,62	33,82	63,15	1,41	0,00
Cajazeiras <sup>1</sup>	3423,12	1,25	34,38	63,46	0,91	0,00
Sousa <sup>1</sup>	4784,73	3,28	49,90	46,20	0,61	0,00
Patos <sup>1</sup>	2483,97	0,59	23,64	74,99	0,78	0,00
Piancó <sup>1</sup>	3285,71	4,93	48,49	42,57	4,01	0,00
Itaporanga <sup>1</sup>	3053,92	0,68	28,93	69,84	0,55	0,00
Serra do Teixeira <sup>1</sup>	2651,05	5,69	42,44	50,98	0,89	0,00
Seridó Ocidental <sup>2</sup>	1738,44	0,60	10,92	87,96	0,52	0,00
Seridó Oriental <sup>2</sup>	2608,72	4,64	20,84	73,50	1,02	0,00
Cariri Ocidental <sup>2</sup>	6983,60	4,69	34,80	59,91	0,60	0,00
Cariri Oriental <sup>2</sup>	4242,13	0,71	27,63	70,69	0,97	0,00
Curimataú Ocidental <sup>3</sup>	3878,48	7,11	31,12	61,30	0,47	0,00
Curimataú Oriental <sup>3</sup>	1363,49	21,45	20,49	58,03	0,03	0,00
Esperança <sup>3</sup>	274,93	21,31	7,97	70,72	0,00	0,00
Brejo Paraibano <sup>3</sup>	1174,17	60,89	17,21	21,87	0,03	0,00
Guarabira <sup>3</sup>	1289,50	59,22	11,59	29,16	0,03	0,00
Campina Grande <sup>3</sup>	2113,33	15,93	23,30	60,71	0,06	0,00
Itabaiana <sup>3</sup>	1652,20	24,61	21,61	53,73	0,05	0,00
Umbuzeiro <sup>3</sup>	1167,97	8,17	6,81	84,16	0,86	0,00
Litoral Norte <sup>4</sup>	1960,50	19,35	2,73	28,06	0,01	49,85
Sapé <sup>4</sup>	1139,59	36,99	19,17	43,80	0,04	0,00
Litoral Sul <sup>4</sup>	869,99	0,00	0,00	0,00	nc	100,00*
João Pessoa <sup>4</sup>	1262,32	0,00	0,00	0,00	nc	100,00*

(<sup>1</sup>) - Sertão Paraibano, (<sup>2</sup>) – Borborema, (<sup>3</sup>) - Agreste Paraibano; (<sup>4</sup>) – Mata Paraibana  
 (\*) Abrange áreas de espelho d'água; nc – não calculado

Ficam evidenciadas, a partir de uma breve análise da Tabela 2 as seguintes situações: as microrregiões ao leste do estado, Litoral Norte, Sapé, João Pessoa e Litoral Sul, integrantes ou próximas da zona costeira, são as únicas em que há presença de áreas Não Susceptíveis à desertificação, sendo as duas últimas com seus espaços geográficos totalmente enquadrados nesta classe. Nas microrregiões do Seridó Ocidental, Umbuzeiro, Patos e Seridó Oriental ocorrem os maiores níveis de Alta desertificação do Estado, com 87,96%, 84,16%, 74,99% e 73,50% respectivamente. Já as microrregiões do Brejo Paraibano, Guarabira, Piancó, Sapé, Litoral Norte e Souza o nível Alto de desertificação não atinge o percentual de 50% das áreas, sendo que o Brejo Paraibano apresenta o menor percentual, de 21,87%, deste grupo. As demais microrregiões apresentam níveis Alto de desertificação no intervalo de 50 a 75%. Por outro lado, os níveis Baixo de desertificação são registrados em percentual maior do que 50% apenas no Brejo Paraibano e em Guarabira. O nível Médio de desertificação é sempre menor do que 50%, sendo a microrregião de Souza a que mais se aproxima deste percentual.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapa elaborado e as tabelas sintetizadas sobre os graus de desertificação no estado da Paraíba mostraram um quadro bastante variado onde as áreas não susceptíveis são em menor percentual, e, apenas nas zonas integrantes ou próximas da zona costeira podem ser observadas. Por outro lado as microrregiões de Seridó Ocidental, Umbuzeiro, Patos e Seridó Oriental apresentam os maiores percentuais de Alto de nível de desertificação. Em termos de mesorregião a mais afetada é a Borborema.

O estado da Paraíba apresenta mais de 90% de suas áreas susceptíveis á desertificação. Esta é uma constatação que pode ser considerada como grave, indicando ser este fenômeno uma forte preocupação para a grande maioria do território paraibano.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

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

CONTI, J. B. “*Desertificação nos trópicos: proposta de metodologia de estudo aplicada ao Nordeste brasileiro*”. 271 p. Tese de Livre-Docência. Programa de Pós-Graduação em Geografia-USP, São Paulo, 1995.

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.

ZANELLA, F. C. V. & MARTINS, C. F. “*Abelhas da caatinga: biogeografia, ecologia e conservação*”. LEAL, I. R., TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Edit.). *Ecologia e conservação da caatinga*. 2ª ed. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2005.