

Chuvas extremas e desordenamento do território na construção do risco: um estudo de caso no município de Cabaceiras-Paraíba (Brasil)

Eliamin Eldan Queiroz Rosendo*

Bartolomeu Israel de Souza**

André Lucena Pires***

Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa - Brasil

Leônidas Petrucio Dutra Pedrosa****

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal - Brasil

Hamilcar José Almeida Filgueira*****

Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa - Brasil

Resumo

A revolução industrial tardia nos países subdesenvolvidos trouxe uma nova configuração do espaço urbano, que em muitos casos aliada a fenômenos climáticos, falta de planejamento territorial e vulnerabilidades socioambientais contribuiu para um panorama de risco. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi analisar as características ambientais da cidade de Cabaceiras – Paraíba, Brasil, localizada no semiárido brasileiro, que por vezes foi acometida por inundações. Os procedimentos metodológicos utilizados foram: levantamento histórico-bibliográfico, utilização de dados climatológicos, utilização de GIS com produtos de sensoriamento remoto e visitas in loco. Observou-se que a devastação da caatinga, a desertificação, a tipologia do solo, o processo de urbanização, a má distribuição da chuva e as falhas na gestão pública corroboraram para o fenômeno da inundação.

Palavras-chave: Cabaceiras-Paraíba, eventos climáticos extremos, inundações, riscos socioambientais, urbanização desordenada.



DOI: dx.doi.org/10.15446/rcdg.v24n2.43924

RECIBIDO: 9 DE JUNHO DE 2014. ACEPTADO: 5 DE SEPTIEMBRE DE 2014.

Artigo de pesquisa que analisa as inundações ocorridas no município de Cabaceiras, Paraíba-Brasil, inserido na região semiárida brasileira e suas prováveis causas e efeitos.

COMO CITAR ESTE ARTICULO: Queiroz Rosendo, Eliamin Eldan, et ál. 2015. “Chuvas extremas e desordenamento o território na construção do risco: um estudo de caso no município de Cabaceiras-Paraíba (Brasil)”. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía* 24 (2): 189-203. DOI: 10.15446/rcdg.v24n2.43924

* Endereço postal: Rua Dineza Carneiro Monteiro, n.º 45, Mangabeira I, João Pessoa, Paraíba, Brasil. CEP: 58055-710.
Correio eletrônico: eliamimeldan@hotmail.com

** Endereço postal: Rua Major Salustiano Ribeiro, n.º 125, Ap. 802, Tambauzinho, João Pessoa, Paraíba, Brasil. CEP: 58042-090.
Correio eletrônico: bartolomeuisrael@gmail.com

*** Endereço postal: Avenida Presidente Epitácio Pessoa, n.º 4595, Ap. 403, Bloco B. Tambaú, João Pessoa, Paraíba, Brasil. CEP: 58039-000.
Correio eletrônico: deco86@gmail.com

**** Endereço postal: Avenida Nascimento de Castro, 838. Dix-sept Rosado Natal, Rio Grande do Norte, Brasil. CEP: 59.054.180.
Correio eletrônico: leonidas_dutra@yahoo.com.br

***** Endereço postal: Centro de Tecnologia - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Cidade Universitária, s/n - 58051-900, João Pessoa, Paraíba, Brasil.
Correio eletrônico: hfilgueira@gmail.com

Lluvias extremas y desorden del territorio en la construcción del riesgo: un estudio de caso en el municipio de Cabaceiras-Paraíba (Brasil)

Resumen

La revolución industrial tardía en los países subdesarrollados trajo una nueva configuración del espacio urbano, que en muchos casos en combinación con los fenómenos climáticos, la falta de planificación territorial y las vulnerabilidades sociales y ambientales contribuyeron a generar un panorama de riesgos. En este sentido, el objetivo de este trabajo fue analizar las características ambientales de la ciudad de Cabaceiras - Paraíba, Brasil, localizada en la región semiárida de Brasil, que a veces se ha visto afectada por las inundaciones. Los procedimientos metodológicos utilizados fueron: levantamiento histórico-bibliográfico, el uso de datos climáticos, el uso de SIG a través de sensores remotos y visitas de campo. Se observó que la devastación de la sabana, la desertificación, el tipo de suelo, el proceso de urbanización, la mala distribución de las lluvias y las fallas en la gobernanza corroboraron el fenómeno de la inundación.

Palabras clave: Cabaceiras-Paraíba, eventos climáticos extremos, inundaciones, riesgos socio-ambientales, urbanización desordenada.

Extreme Rainfall and Territorial Disorder in the Construction of Risk: A Case Study in the Cabaceiras Municipality of Paraíba, Brazil

Abstract

In underdeveloped countries, the late industrial revolution brought new configurations of urban space. In many cases, in combination with climatic phenomena, a lack of regional planning and social and environmental vulnerabilities, these configurations contributed to the creation of a landscape of risk. Given this context, the aim of this work was to analyze the environmental characteristics of the city of Cabaceiras in Paraíba, Brazil, which is located in a semiarid region but has been affected by floods. The following methodological procedures were used: historical and literature-based background research, the use of climate data, the use of geographical information systems (GIS) through remote sensors, and field visits. Observations indicated that the devastation of the savannah, desertification, soil type, urbanization processes, an unfortunate rainfall distribution, and dysfunction in governance exacerbated the flooding phenomena in this city.

Keywords: Cabaceiras-Paraíba, extreme climatic events, floods, socioenvironmental risks, disordered urbanization.

Introdução

O risco constitui-se através de uma construção eminentemente social. A partir dessa concepção, deve-se compreender que todos os fenômenos existentes no globo, sejam eles naturais ou não, só serão representações de perigo se forem agregados a uma sociedade vulnerável. Nesse sentido, é possível identificar que “correr o risco” é algo inerente ao homem, está entrelaçado em seu ser desde antes do nascimento (o risco de não nascer, por exemplo). Ainda que, na contemporaneidade, fenômenos naturais de grande magnitude como terremotos, maremotos, furacões, tsunamis, secas, chuvas extremas e inundações sejam considerados por si só a materialização dos riscos, estes só serão realmente ameaças se atingirem uma comunidade ou um grupo social com baixa ou nenhuma resiliência.

As atividades produtivas humanas quase sempre modificam os aspectos naturais presentes nos territórios onde essas são desenvolvidas, como a pedologia, a geomorfologia, a vegetação, ou seja, o meio ambiente que, de alguma forma, encontra-se inserido no contexto de uma bacia hidrográfica que pode vir a sofrer drásticas transformações e modificações no tocante a sua dinâmica natural, criando assim, ambientes artificiais. As formas de relevos fluviais são elaboradas por meio do escoamento concentrado de água em canais fluviais; esse escoamento, cujo volume depende do regime hidrológico da bacia hidrográfica, funciona como um dos agentes modeladores do ambiente onde esta bacia está inserida (Florenzano2008); sua alteração corrobora para a criação de uma nova forma de estruturação do ambiente, que se não receber adequações para sua utilização pode agir como potencializador do risco, gerando assim, perdas econômicas e de vidas humanas.

Desde a formação das primeiras cidades, os rios e, por consequência, as bacias hidrográficas apresentam-se como fator determinante na fixação do homem a certos espaços, mesmo que esses apresentem características climáticas desfavoráveis, como as civilizações hidráulicas do Egito e da Mesopotâmia que estavam situadas em locais de climas hostis à “prosperidade humana” e conseguiram se desenvolver graças às enchentes dos rios Nilo, Tigre e Eufrates. No entanto, essa relação simbiótica entre o homem e os rios foi se modificando ao longo da história, passando de uma relação harmônica para uma de degradação e sujeição quanto às consequências das dinâmicas fluviais modificadas pela ação humana.

No Brasil, a conjuntura social instalada pós-industrialização das cidades e a tecnificação do campo, que acabou por intensificar o processo de migração campo-cidade agravando a desigualdade socioespacial, fizeram com que essas porções de espaço venham sendo degradadas e negadas durante várias décadas, tornando-se áreas de moradia para uma massa populacional de pobres que não podem adquirir um espaço seguro para construir suas habitações, gerando desse modo, populações expostas aos riscos socioambientais.

Nesse sentido, o objetivo principal deste artigo foi analisar como o processo de urbanização na cidade de Cabaceiras —Paraíbavam sendo um fator fundamental para a ocupação e produção de áreas expostas a inundações e enchentes—, assim como encontrar as principais causas que contribuem para que estes eventos ocorram.

Material e métodos

Como aportes teóricos e metodológicos, foram utilizados conceitos e técnicas desenvolvidas por autores considerados referências nos estudos sobre riscos em áreas sujeitas à inundações, como Almeida (2010) e Almeida e Pompeu (2010), procurando acrescentar também um conjunto de ideias baseadas na Teoria Geral dos Sistemas (TGS), a partir da visão de Sothava (1977 e 1978) e Bertrand ([1968] 2004), em que se define que esta é a expressão dos fenômenos naturais resultantes da interação, na superfície da Terra, da litomassa com biomassa, aeromassa e hidromassa.

Para esse autor, as formações naturais experimentam na atualidade o impacto de elementos sociais, econômicos e técnicos, que lhes modificam a dinâmica natural peculiar; nesse sentido, a concepção geossistêmica implica conceitualmente a relação sociedade versus natureza.

Bertrand ([1968] 2004), em sua obra intitulada Geografia Física Global, conceituou geossistema como um tipo de sistema aberto, hierarquicamente organizado, formado pela combinação dinâmica e dialética, portanto instável, de fatores físicos, biológicos e antrópicos.

Ainda segundo Bertrand ([1968] 2004) o geossistema resulta da combinação dinâmica de um potencial ecológico (geomorfologia, clima, hidrologia), de uma condição de exploração biológica natural (vegetação, solo, fauna) e de atividades ditas antrópicas (figura 1).

A partir dessa abordagem, o autor propôs a adoção de escalas espaciais diferentes — em ordem decrescente são elas: a zona, o domínio, a região, o geossistema, o

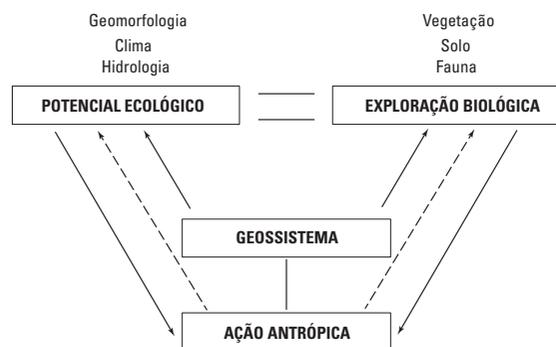


Figura 1. Geossistema.
Fonte: Bertrand [1968] 2004, 8.

geofácies e o geotopo, estes dois últimos classificados a partir de critérios biogeográficos e antrópicos. (Sales 2004).

A visão dos autores citados anteriormente fica expressa na (figura 1), que originou um modelo amplamente utilizado por diversos autores, em nível nacional e internacional, a exemplo de Tricart (1977), Christofolletti (1985) e Monteiro (1982).

Baseado nesse modelo, para o desenvolvimento deste trabalho, a princípio, foi elaborado um diagnóstico ambiental, visando identificar as características geológicas, os aspectos climáticos, os tipos de vegetação e as feições geomorfológicas do ambiente, assim como as relações integradas que constituem aquele sistema ambiental.

Outra base de referência teórica que se utilizou foram os pressupostos da ecodinâmica (Tricart 1977). Nesta, os ambientes teriam uma relação mensurável entre morfogênese (formação do relevo) e pedogênese (formação dos solos). À medida que esta relação for mais propensa para o processo morfogenético, estes ambientes serão fortemente instáveis. O oposto ocorre quando há a propensão para os processos pedogenéticos, em queos ambientes são direcionados à estabilidade, existindo uma fase intermediária entre esses extremos.

Os dados trabalhados foram: geologia, por meio da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM); pedologia, utilizando o levantamento feito por Souza (2008); cobertura vegetal, também de Souza (2008); hidrografia, por meio de imagens de radar SRTM, do Modelo Digital de Elevação —doravante, MDE—, oriundas da missão da Nasa de fevereiro de 2000, disponibilizadas no site da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária —doravante, Embrapa—; clima, utilizando a base de dados da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba —doravante Aesa—, de 1994 a 2012 e estado atual da desertificação, conforme Souza (2008).

Além disso, foram realizados trabalhos de gabinete utilizando-se de SIGs como: SPRING na sua versão 5.2,

ArcGIS 9.3 e imagens disponíveis no aplicativo Google Earth, para análise de algumas características físicas e de organização territorial da região; os quais visaram identificar as principais características que poderiam propiciar o processo de inundação na área estudada.

Por fim, foi realizada visita *in loco* com o intuito de realizar entrevistas informais com os moradores, buscando entender a cronologia do processo de ocupação humana na área de influência da bacia hidrográfica do rio Taperoá e suas microbacias. Neste trabalho de campo, foi produzido um documentário fotográfico que possibilitou a caracterização do ambiente em questão e a intensidade da evolução dos processos atuantes no local.

Resultados

Caracterização da área de estudo

Localização

Neste estudo optou-se como área-foco de trabalho o município de Cabaceiras-Paraíba, localizado na microrregião do Cariri Oriental Paraibano e na Mesorregião da Borborema, considerado por muitos autores como uma das mais “secas” da Paraíba, quiçá do Nordeste e do Brasil, devido a sua baixa precipitação e altas taxas de evaporação e evapotranspiração. Porém, em eventos pluviométricos extremos anteriormente ocorridos na região, parte de sua sede municipal deparou-se com algumas áreas alagadas, principalmente nas imediações de uma pequena ponte, a qual dá acesso à entrada principal da cidade, fato este que deixou os municípios ilhados e com acesso limitado a alguns municípios vizinhos.

Em relação à subdivisão administrativa dos Cariris (Oriental e Ocidental), ela é baseada nas diferenças intrarregionais e levam em consideração as características físicas e econômicas locais, de forma geral, o Cariri Oriental destaca-se por apresentar médias pluviométricas mais baixas e uma economia mais deficitária, predominantemente voltada a criação de caprinos de leite e corte.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística —doravante, IBGE—, o município de Cabaceiras-Paraíba possui uma área de 401,35 km², tendo seu marco zero localizado nas coordenadas geográficas 07° 29’ 20” de latitude Sul e 36° 17’ 13” de longitude Oeste, com altitude média de 450 metros em relação ao nível do mar (figura 2). Ainda de acordo com o IBGE (2010), a população de Cabaceiras é de 5.035 habitantes, com uma densidade demográfica de 11,12 hab/km².

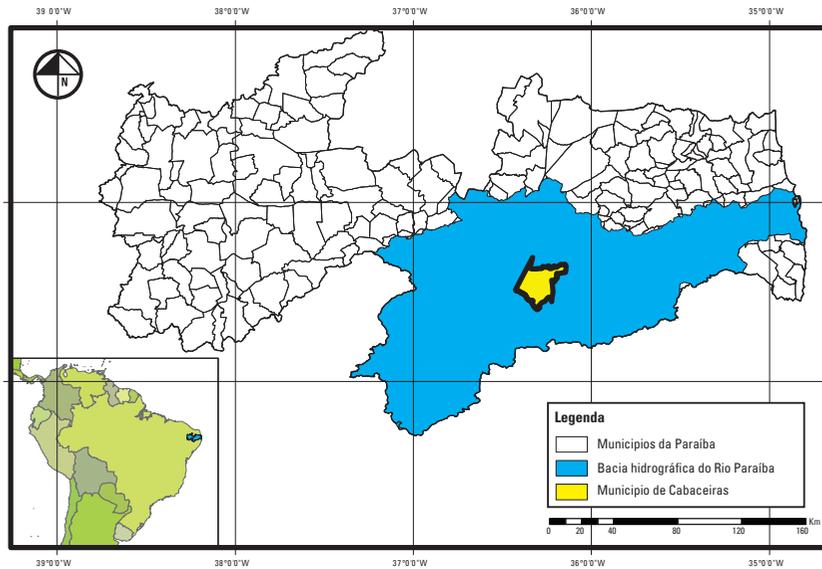


Figura 2. Localização da área de estudo.

Dados: AESA 2013.

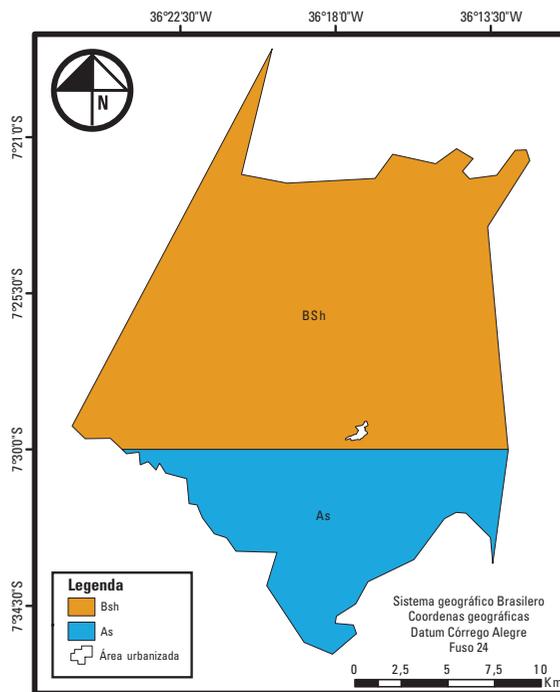


Figura 3. Climatologia do Cariri segundo Köppen, evidenciando o município de Cabaceiras.

Fonte: modificado de Franco 2008.

Clima

As chuvas na região dos Cariris paraibanos (Oriental e Ocidental) são geralmente irregulares e esparsas, com temperaturas médias anuais de 27°C, tendo uma precipitação pluviométrica cuja média anual histórica é de 234 mm, sendo sua maior parcela precipitada normalmente durante os quatro meses chuvosos do

ano para a região (fevereiro, março, abril e maio), podendo ocasionar assim longos períodos de estiagens que duram de nove a dez meses, nos anos mais secos. Ao mesmo tempo, podem ocorrer máximas de precipitação que em muito ultrapassam essa média, visto que a variação em torno desta é muito elevada.

Nos Cariris, os maiores valores das precipitações ocorrem durante as atuações da Zona de Convergência Intertropical —doravante, CIT—, e da Frente Polar Atlântica —doravante, FPA—, sendo esses dois sistemas responsáveis pelo regime das chuvas na região (NIMER 1979). Alguns autores como Pontes da Silva et al. (2011) e Alves et al. (2013) afirmam ainda que a dinâmica climática regional do agreste nordestino é influenciada por Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL's), são perturbações de escala sinótica com período entre 3 a 6 dias que modulam a convecção na ZCIT e têm principal atuação no período de outono —inverno, inclusive com intensidade maior que a FPA, podendo ocorrer em paralelo às incursões da FPA—.

De acordo com a classificação de Köppen (figura 3), a área de Cabaceiras está sob a influência de dois tipos climáticos: Bsh —clima árido seco e quente—, com precipitação anual inferior a 500 mm, evapotranspiração potencial anual superior a precipitação anual e em sua maioria de cursos d'água intermitentes, com temperatura média anual maior do que 18°C. Outra parte do município encontra-se inserida no clima As —clima tropical, chuvas de inverno— outono, climas megatérmicos e estação invernal ausente.

Hidrografia

A área do município é banhada por vários rios e riachos, todos de regime intermitente, sendo o principal destes o rio Taperoá (figura 4), o qual faz parte da bacia do médio Paraíba que converge suas águas para o açude Epitácio Pessoa, no município de Boqueirão-Paraíba.

Nas fotografias da figura 4, pode se ver a alternância de vazões do rio Taperoá, em época de enchente e em época de seca.



Para obtenção dos dados de drenagem natural do município de Cabaceiras, foi utilizado o MDE por imagens de radar (Shuttle Radar Topography Mission-SRTM), visualizado na (figura 5), disponibilizado pela Embrapa, que foram processadas do software Spring 5.2. Nesta, pode ser observada a convergência da drenagem para a calha principal do rio Taperoá, destacada em verde mais escuro. Da mesma forma, observa-se que a localização da cidade de Cabaceiras encontra-se em uma grande zona de concentração dessa drenagem.

Com o intuito de identificar as características físico-estruturais dos sistemas hídricos da região, utilizou-se a ferramenta “Flowaccumulation” do software ArcGIS 9.3, em que foram gerados os dados de direção de fluxo hídrico (figura 6), confirmando os dados do MDE.

Para uma melhor adequação da área de estudo, optou-se por delimitar automaticamente uma microbacia que convergisse suas águas para o sítio urbano alagável da cidade de Cabaceiras, o que foi feito através da geração de um ponto considerado como exutória na região menos elevada da área, resultando na figura 7.

Os dados referentes à classe “microbacia” (figura 8) mostram uma bacia hidrográfica na região da área urbanizada do município de Cabaceiras e suas drenagens acumuladas, adquiridas por processamento hidrológico no software ArcGIS 9.3. A microbacia gerada possui uma área de 25,103 km², dos quais 0,483 km² correspondem à cidade de Cabaceiras.

Pedologia

Segundo (Brasil 1972) e (EMBRAPA 2006) citado por (Souza 2008), os solos encontrados no município de Cabaceiras, seguidas das suas características são:



Figura 4. Rio Taperoá em época de enchente e em época de seca. Fotografias do autor maio 2011 e janeiro 2012, respectivamente.

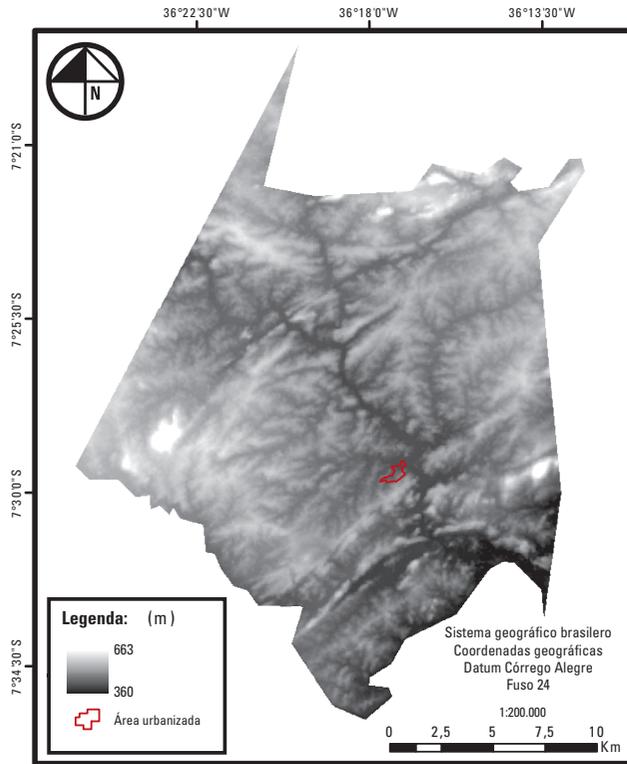


Figura 5. Imagem SRTM da região do município de Cabaceiras.

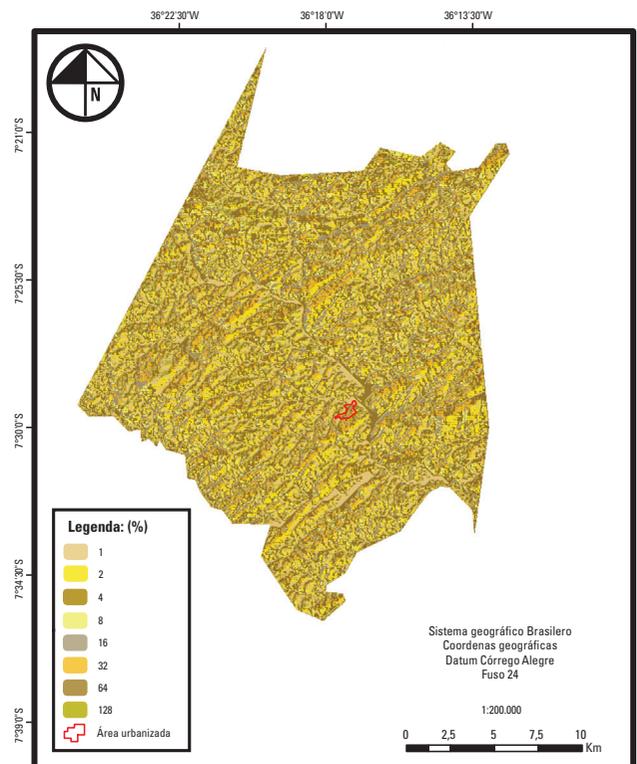


Figura 6. Imagem das direções de fluxo da região extraídas do MDE do município de Cabaceiras.

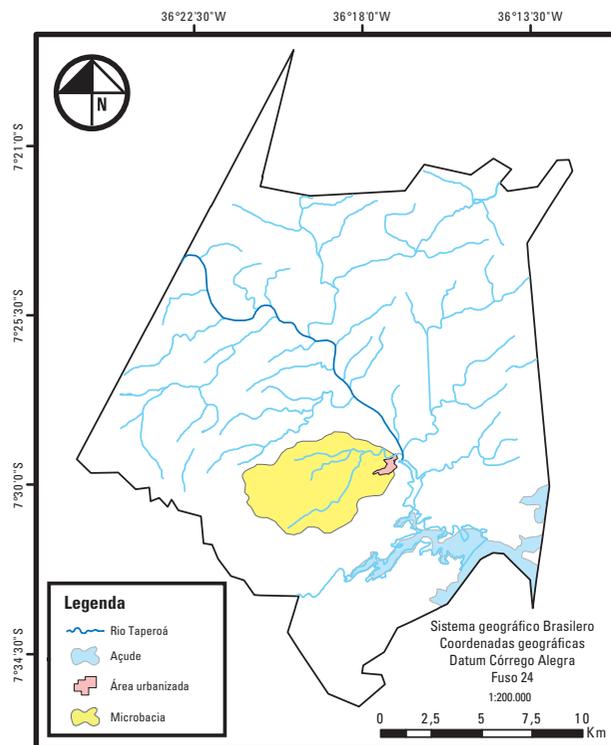


Figura 7. Drenagem natural do município de Cabaceiras-Paraíba.

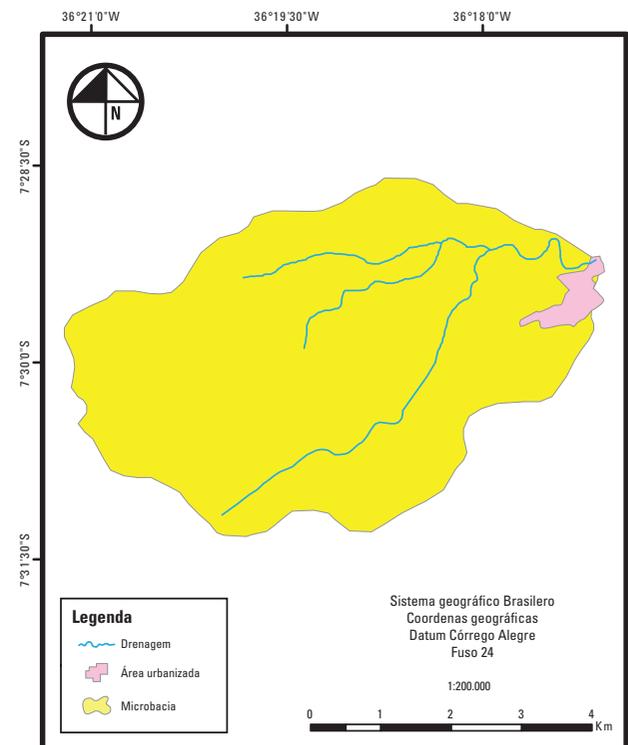


Figura 8. Mapa da microbacia.

- Luvissole Crômico Órticovértico: ocorrem em relevo suave ondulado e raramente ondulado, sendo pouco profundos ou rasos, com PH de baixa acidez, e em alguns casos, básicos. Na superfície é comum a ocorrência de cascalhos e calhaus de quartzo (pavimento desértico);
- Neossolos Litólicos Eutróficos: ocorrem em áreas de relevo suave ondulado a montanhoso, sendo pouco desenvolvido, muito raso ou raso, moderadamente ácido, com drenagem moderada a acentuada. Apresentam rica cobertura vegetal quando isentos de uso;
- Vertissolo Hidromórfico: ocorrem nas áreas de relevo suave ondulado a ondulado, em depressões com problemas de drenagem e elevada presença de argilas de alta atividade química (montmoriloníticas), o que confere a esses solos notável capacidade de dilatação, quando molhados, e contração, quando secos. Nesse processo, nas fendas abertas, durante a estação seca caem materiais da parte superficial que atingem as partes profundas do perfil, enquanto durante a estação chuvosa, devido à expansão das argilas, materiais das partes baixas do perfil são pressionados e podem ser expelidos, existindo assim um auto-revolvimento nesses solos, o que lhes confere elevada fragilidade à erosão. Dessa forma, apesar de, em princípio, apresentarem cobertura vegetal relativamente densa e variada, em caso de desmatamento, é muito difícil sua recolonização, uma vez que as suas sementes, junto com algumas partículas desse solo, são reviradas horizontalmente nesse processo de expansão/retração. Além dessa característica, em virtude da maior deficiência de drenagem presente em algumas áreas, podem, ocasionalmente, ocorrer problemas em relação ao desenvolvimento das plantas devido ao acúmulo de sais (Souza 2008, 151).

Além dos solos acima destacados, encontram-se também alguns afloramentos rochosos em todo o município, principalmente no extremo norte do seu território.

Através da ferramenta Medida de Classe do SIG livre SPRING 5.2, obteve-se a seguinte distribuição para os solos da região (tabela 1):

Tabela 1. Distribuição dos solos e água no município de Cabaceira-Paraíba

Classe	Área (km ²)	Área (%)
Luvissole Crômico	187,81	46,75
Neossolos Litólicos	73,94	18,40
Vertissolo Hidromórfico	117,73	29,30
Afloramentos Rochosos	13,44	3,34
Água	8,79	2,18

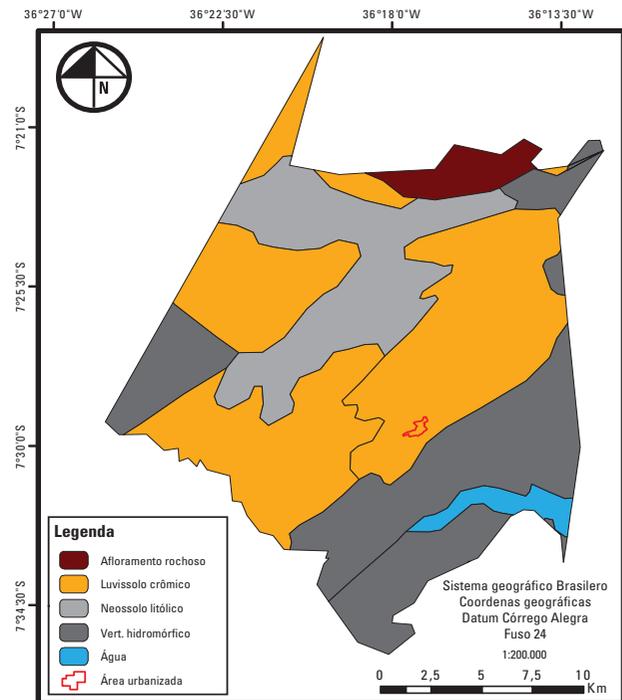


Figura 9. Solos do município de Cabaceiras-Paraíba.
Fonte: modificado de Souza 2008, 150.

Desertificação

Utilizando-se de um banco de dados pré-existente (Souza 2008), foi elaborado um mapa temático de solos em que se pode ver toda a sua distribuição (figura 9). Observa-se que a área urbana de Cabaceiras é dominada pelos solos do tipo Luvissole Crômico. Ainda assim, os solos do entorno oferecem forte influência na drenagem da área estudada.

Através da consulta de trabalhos já realizados no Cariri por Souza (2008), foram encontrados os seguintes valores para a distribuição da desertificação no município (tabela 2).

Tabela 2. Distribuição dos níveis de desertificação no município de Cabaceiras-Paraíba

Classe	Área (km ²)	Área (%)
Não desertificado	68,46	17,04
Baixo nível de desertificação	210,99	52,52
Médio nível de desertificação	45,31	11,27
Alto nível de desertificação	56,33	14,02
Água	12,26	3,05
Área coberta por nuvens	8,36	2,08

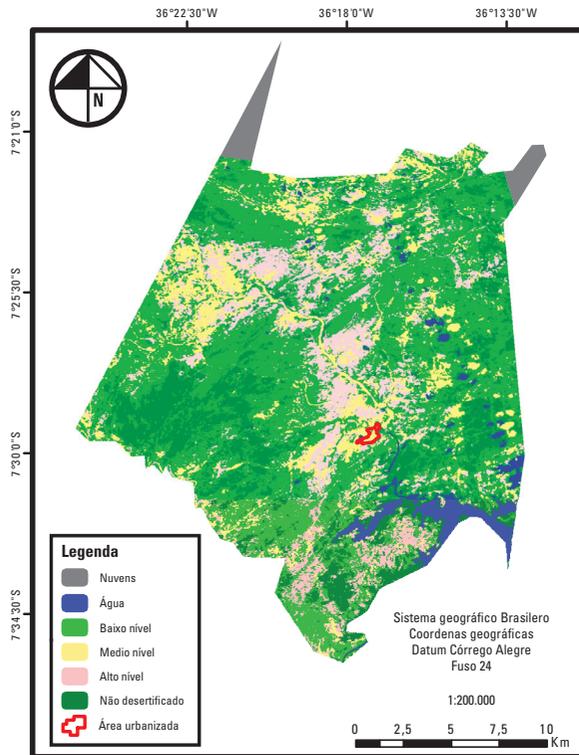


Figura 10. Distribuição da desertificação no município de Cabaceiras para o ano 2005.
Dados: modificado de Souza 2008, 131.

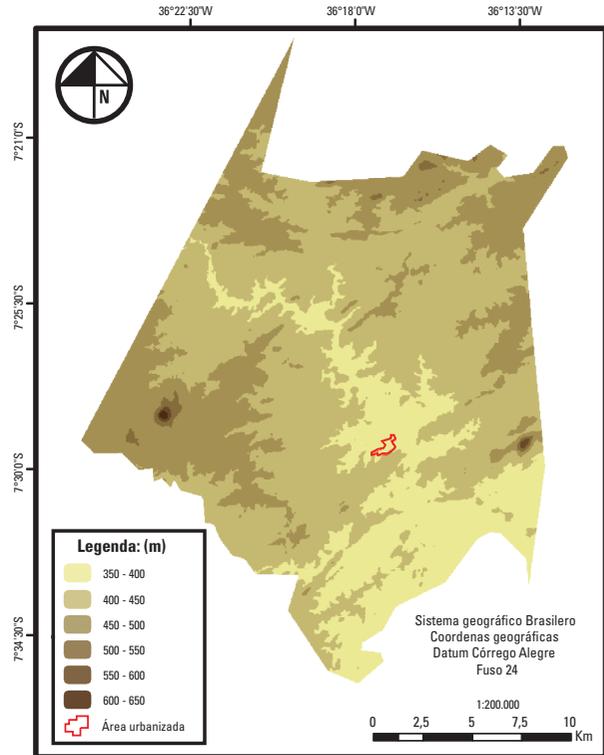


Figura 11. Hipsometria do município de Cabaceiras.
Fonte: adaptado de Souza 2008, 163.

Como se pode ver na figura 10 e 11, o município de Cabaceiras apresenta um alto índice de desertificação, principalmente ao longo do rio Taperoá. Como essa questão está diretamente relacionada com a escassez ou com a falta de vegetação, a presença desse processo oferece elevada contribuição quanto ao assoreamento do rio em tempo de precipitações extremas, o que por sua vez acaba favorecendo a concentração de águas em determinados momentos e consequentemente as enchentes em alguns pontos, o que é facilitado pela localização da cidade de Cabaceiras encontrar-se numa das áreas mais a jusante da bacia hidrográfica.

Hipsometria

Com a aquisição da imagem do MDE do município de Cabaceiras pôde-se gerar em ambiente do software SPRING (versão 5.2) as curvas de nível da região, com intervalos a cada 50m de cota máxima, seguido da tabela de medidas de classes com as respectivas áreas, conforme a figura 12 e a tabela 3, a seguir.

Conforme os dados observados, a cidade de Cabaceiras encontra-se localizada, em grande parte, nas cotas mais baixas da área, correspondentes a classe de 350 a 500 metros o que favorece as inundações no seu perímetro urbano.

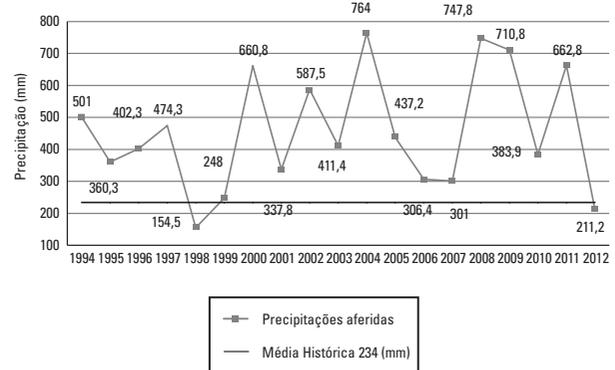


Figura 12. Precipitações anuais acumuladas do Posto Pluviométrico de Cabaceiras, com destaque para os quatro anos de maiores volumes.
Dados: AESA 2013b.

Tabela 3. Área ocupada pelos valores de hipsometria

Classe(m)	Área (km ²)	Área (%)
350 - 400	82,60	20,58
400 - 450	210,29	52,39
450 - 500	105,59	26,30
500 - 550	2,36	0,58
550 - 600	0,38	0,09
600 - 650	0,13	0,03

Precipitações extremas

Foram feitas análises dos dados coletados dos anos de 1994 a 2012 no posto pluviométrico de Cabaceiras, disponibilizados pela AESA. Estes mostraram que os anos de 2004, 2008, 2009 e 2011 apresentaram as maiores precipitações acumuladas dos últimos 18 anos (figura 13). Através de relatos informais dos moradores e pesquisas em mídias impressas e digitais, constatou-se que, com exceção do ano de 2009, em todos os anos ocorreram enchentes, que atingiram a cidade de Cabaceiras.

Com base na figura 13, é possível observar grande variação das precipitações em relação à média histórica (234 mm), nesse período estudado, fator muito comum na zona semiárida. Analisando os anos mais recentes em destaque, pode-se observar que em 2011 a precipitação acumulada anual foi de 662,8 mm, sendo esta menor do que a precipitação acumulada em 2009 (710,8 mm). Porém, nas figuras 14 e 15, pode-se observar que as precipitações

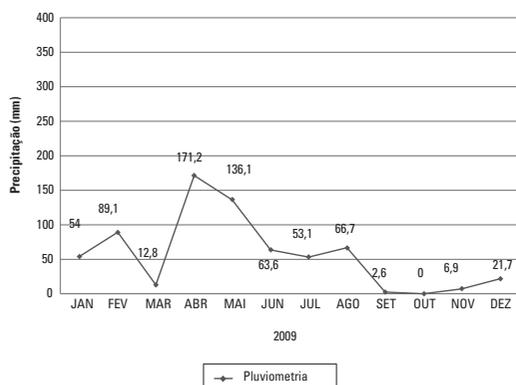


Figura 13. Precipitações mensais acumuladas do Posto Pluviométrico de Cabaceiras para o ano de 2009. Dados: AESA 2013b.

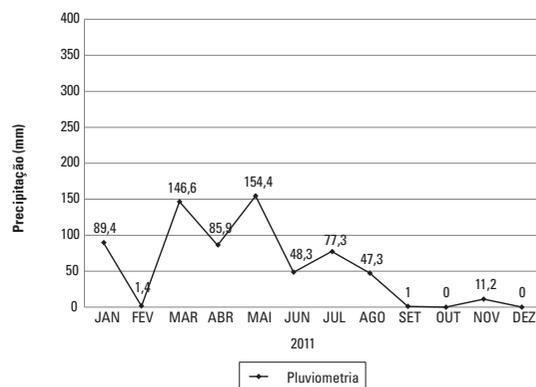


Figura 14. Precipitações mensais acumuladas do Posto Pluviométrico de Cabaceiras para o ano de 2011. Dados: AESA 2013b.

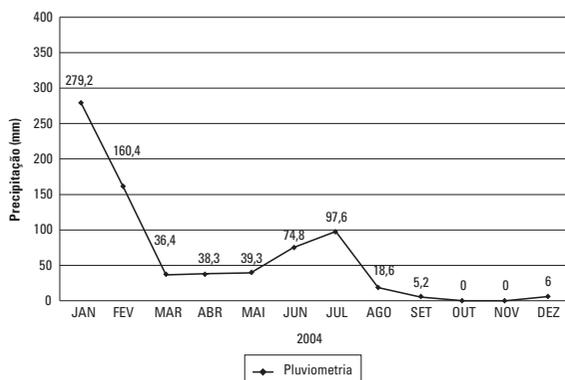


Figura 15. Precipitações mensais acumuladas do Posto Pluviométrico de Cabaceiras, para o ano de 2004. Dados: AESA 2013b.

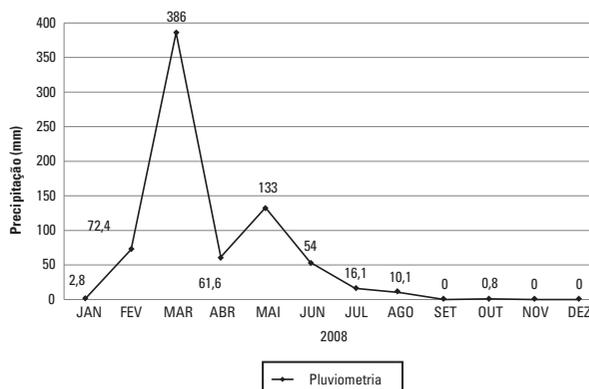


Figura 16. Precipitações mensais acumuladas do Posto Pluviométrico de Cabaceiras, para o ano de 2008. Dados: AESA 2013b.

do ano de 2009 foram mais bem distribuídas ao longo dos meses do que as ocorridas no ano de 2011, fator este que se refletiu na ausência de inundação para o ano de 2009.

Ao analisar os dados mensais, comparando os dois maiores picos do período analisado (anos de 2004 e 2008, ver figura 13) com as figuras 16 e 17, observa-se uma má distribuição mensal das precipitações, principalmente para o ano de 2008, tendo seu pico no mês de março com uma precipitação de 386 mm.

Analisados em uma escala diária (figura 18), a concentração das chuvas fica ainda mais em destaque, evidenciando a má distribuição da precipitação. Nesse caso, em 18 de março de 2008 foi precipitado cerca de 93% da média pluviométrica (218.2 mm) em relação à média histórica anual registrada (234 mm), fato que fez com que houvesse a maior inundação já ocorrida no período analisado e também nas últimas duas décadas na cidade de Cabaceiras.

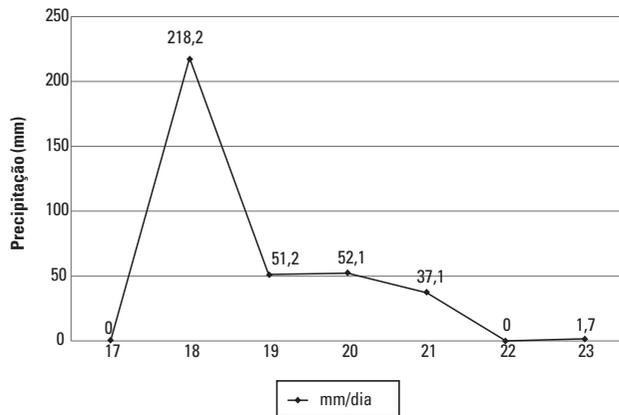


Figura 17. Precipitação diária da quarta semana de março de 2008. Dados: AESA 2013b.



Figura 18. Entrada da cidade de Cabaceiras no dia 02/05/2011. Fonte: Folha do Cariri 2011.

Fatores desencadeadores das inundações:

Tendo em vista os dados levantados através de diversas revisões bibliográficas em trabalhos que versam sobre o tema e o município, aliado a trabalhos realizados *in loco*, podem ser inferidos alguns dos motivos que fazem com que o município e, especialmente a cidade de Cabaceiras deparem-se com inundações periódicas.

A existência de solos com deficiência de drenagem na região inundável (Vertissolo Hidromórfico e Luvisolo Crômico). Em virtude dessa deficiência de drenagem presente nessa área, ocorrem problemas em relação ao desenvolvimento das plantas devido ao acúmulo de sais, diminuindo a proteção das margens dos cursos de água, deixando o solo mais exposto à erosão, o que favorece o assoreamento de rios e córregos.

A maioria dos solos da região apresenta baixa profundidade (menos de 1 m), fator que faz com que pouco do que é precipitado infiltre-se, tornando-se em sua maior parte, escoamento superficial.

Aliado a isso pode-se citar também que o quadro de desertificação observado nas imagens de satélite mostra que as áreas mais afetadas (médio e altos níveis de desertificação) por este fenômeno encontram-se relativamente próximas ao rio Taperoá. Dessa forma, cria-se uma situação em que durante um evento chuvoso extremo o escoamento superficial intensifica-se, arrastando os sedimentos do solo para as calhas dos rios e córregos, os quais tendem a concentrar-se no rio Taperoá, cuja profundidade menor acaba favorecendo as inundações em áreas próximas.

Foi observada que boa parte da área que foi inundada nos anos de 2004, 2008 e 2011 encontra-se parcialmente impermeabilizada pelo calçamento existente na cidade e, sendo esta uma área mais baixa, todas as águas precipitadas a montante vão em direção a esta, fazendo com que a micro drenagem projetada não consiga absorver o grande volume precipitado, formando assim poças que aumentam com o tempo, constituindo-se um verdadeiro “lago” nas ruas estreitas da cidade.

Por meio de conversas informais com os munícipes, percebe-se que muitos deles põem a culpa deste evento na “sangria” da Barragem Presidente Epitácio Pessoa, popularmente conhecida como Açude de Boqueirão. Porém, depois de algumas análises feitas, esta hipótese, ainda que possível, tenha tido sua importância minimizada, uma vez que o açude em questão encontra-se a jusante da área inundada. Ainda assim não se descartou a hipótese de que a barragem, em tempos de vazão máxima do rio Taperoá, pode atuar no efeito de remanso, uma vez que este reduz a capacidade de escoamento por centenas de metros a montante, provocando contínuos alagamentos nas regiões próximas.

Conclusões

Este trabalho demonstrou que diversos fatores têm contribuído para que ocorram inundações em algumas áreas no município de Cabaceiras, em particular no perímetro urbano. Neste sentido, foi observado que existe um papel marcante da dinâmica climática regional, marcada pela elevada complexidade e pela existência de eventos extremos, em que também temos as chuvas excessivas, concentradas no tempo e no espaço. Ao mesmo tempo, o quadro pedológico oferece uma boa contribuição às inundações, através da drenagem naturalmente deficiente e da sua pequena profundidade, o que favorece o escoamento superficial. Essa situação fica acentuada pelo fato de que muito da cobertura vegetal tenha sido

retirada intensivamente, diminuindo assim os efeitos positivos que a biomassa poderia oferecer quanto à proteção em relação ao escoamento superficial, erosão e assoreamento dos cursos d'água. Somadas a essas questões, temos uma infraestrutura deficiente em termos de escoamento das águas, tão logo elas façam-se presentes na cidade de Cabaceiras.

Destacamos que, tendo em vista que as precipitações podem propiciar este tipo de evento nesta cidade, assim como em sua zona rural, a exemplo de outros municípios do semiárido brasileiro, a população em geral e o poder público encontram-se total ou parcialmente despreparados para este tipo de evento, tornando-se de suma importância o aprofundamento de estudos que possam ajudar a encontrar soluções viáveis que possibilitem a minimização dos riscos encontrados na região, podendo assim incentivar a manutenção de uma cultura de prevenção e preparação para este e outros eventos adversos que possam vir a ocorrer.

Torna-se importante observar que devido à inconstância das precipitações extremas, aliado à inobservância do poder público, a população encontra-se extremamente vulnerável a estes eventos, aumentando assim o risco de danos não só materiais (perca de produção agrícola, morte de animais, danos às residências), mas como também à própria vida dos habitantes da cidade.

Ressaltamos ainda que, para além das preocupações seculares com as secas, inculcadas na mente da população brasileira como um dos grandes, senão o maior problema do Nordeste semiárido urge pensar também nas chuvas intensas, inclusive pelos seus efeitos serem mais imediatos que as grandes estiagens. Nesse último caso, acrescentamos ainda que, mesmo sujeita a uma série de críticas, secularmente vem sendo construída uma infraestrutura de combate à falta de água nessa parte do Brasil, o que ainda não se vê com a mesma preocupação quanto ao seu excesso.

Eliamin Eldan Queiroz Rosendo

Possui graduação em Geografia (Bacharelado) pela Universidade Federal da Paraíba (2011), possui graduação em Geografia (Licenciatura) pela Universidade Federal da Paraíba (2012) possui Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba (2014). Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Geografia Física e Geociências Aplicadas, atuando principalmente nos seguintes temas: meio ambiente, recursos naturais, percepção de riscos, gestão de riscos e desastres (GRD).

Bartolomeu Israel de Souza

Possui graduação em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba (1995), Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal da Paraíba (1999), Doutorado em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2008) e Pós-doutorado em Biogeografia pela Universidad de Sevilla - Espanha (2013). É professor adjunto da Universidade Federal da Paraíba, estando lotado no Departamento de Geociências. Leciona nos cursos de graduação em Geografia, Biologia e Engenharia Ambiental e na pós-graduação (mestrado e doutorado) em Geografia e Programa Regional de Desenvolvimento e Meio Ambiente (Prodema). Tem experiência na área de Meio Ambiente, atuando principalmente nos seguintes temas: desertificação, manejo dos solos e Biogeografia de caatinga.

André Lucena Pires

Bacharel (2011) e Licenciado (2012) em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), atualmente Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental (UFPB). Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Geoprocessamento, atuando principalmente nos seguintes temas: sensoriamento remoto, SIG, recursos hídricos e risco.

Leônidas Petrucio Dutra Pedrosa

Graduado em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Mestrando do Programa de Pós-graduação em Demografia (PPGDEM/UFRN). Membro pesquisador do grupos Georisco: Dinâmicas Ambientais, Risco e ordenamento do Território (UFRN).

Hamilcar José Almeida Filgueira

Graduado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal da Paraíba (1988), Campina Grande, PB; graduado em Licenciatura Plena em Técnicas Industriais, na habilitação Construção Civil, pela Universidade Federal da Paraíba (1981), João Pessoa, PB; Mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (1992), Viçosa, MG; e Doutorado em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande (2004), Campina Grande, PB, com parte dos trabalhos de Tese desenvolvidos na University of Florida, em Gainesville, Condado de Alachua, Flórida, EUA e na Universidad de Piura, Departamento de Piura, Peru. Tem experiência profissional as áreas de Engenharia de Água e Solo, Saneamento Ambiental e de Geociências, com ênfase em Recursos Naturais, atuando principalmente nos seguintes temas: análise de risco a desastres relacionados com fenômenos naturais, resíduos sólidos e a minimização dos riscos, sensoriamento remoto, irrigação e drenagem e recursos hídricos.

Referências

- A União. 2008. “Cabaceiras não é mais a cidade mais seca do Brasil”. *Journal a União*, 11 de abril. http://www.auniao.pb.gov.br/v2/index.php?option=com_content&task=view&id=14759&Itemid=44.
- AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba). 2013a. “Dados vetoriais”. *Geoportal AESA*. <http://www.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoportal/index.php>.
- AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba). 2013b. “Monitoramento”. *Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba*. <http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/jsp/monitoramento/chuvas/chuvasDiariasMapa.jsp#>.
- Almeida, Lutiane Queiroz de. 2010. “Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos: bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, Região metropolitana de Fortaleza, Ceará”. Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro.
- Almeida, Lutiane Queiroz de e Pompeu Figueiredo Carvalho. 2010. “Riscos naturais e sítio urbano: inundações na bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, região metropolitana de Fortaleza, Brasil”. *Revista Brasileira de Geomorfologia* 11 (2): 35-49. <http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/viewFile/150/144>.
- Alves, Keyla Manuela Alencar da Silva, Lucas Costa de Souza Cavalcanti e Ranyére Silva Nóbrega. 2013. “Eventos extremos e risco de inundação: uma análise do comportamento evolutivo dos Distúrbios Ondulatórios de Leste em junho de 2010 sobre a bacia do rio Una – Pernambuco”. *GeoTextos* 9 (2): 173-189. <http://www.portalseer.ufba.br/index.php/geotextos/article/view/6628>
- Bertrand, George. [1968] 2004. “Paisagem e geografia física global: esboço metodológico”. *Ra'e Ga: O Espaço Geográfico em Análise* 8: 141-152. Tradução Olga Cruz de *Revue géographique des pyrénées et du Sud-ouest* 39 (3): 249-272. <http://xa.yimg.com/kq/groups/1624466/1240532828/name/paisagem%2bbertrand.pdf>.
- Christofolletti, Antônio. 1985. “As perspectivas dos estudos geográficos”. Em *Perspectivas da Geografia*, organizado por Antônio Christofolletti, 11-36. São Paulo: DIFEL.
- Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). 2006. “Sistema Brasileiro de Classificação de Solos”. 2^{ed}. Rio de Janeiro: Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. http://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/126047/mod_resource/content/1/Sistema%20Brasileiro%20de%20Classifica%C3%A7%C3%A3o%20de%20Solos%202%C2%AA%20edi%C3%A7%C3%A3o.pdf
- Florenzano, Teresa G., org. 2008. *Gemorfologia: conceitos e tecnologias atuais*. São Paulo: Oficina de textos.
- Folha do Cariri. 2011. “O resultado da chuva no Cariri nos últimos dias”. <http://ocariri.blogspot.com.br/2011/05/o-resultado-da-chuva-no-cariri-nos.html>
- Franco, Euler Soares. 2008. “Os discursos e contra-discursos sobre a algarobeiran (Prosopissp) no cariri paraibano”. Tese de doutorado em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2012. *Censo 2010*. <http://censo2010.ibge.gov.br/es/>.
- Köppen, W. 1918. “Klassifikation der Klimatenach Temperatur, Niederschlag und Jahresablauf (Classification of climates according to temperature, precipitation and seasonal cycle)”. *Petermanns Geogr. Mitt.* 64, 193-203, 243-248. Map 1 and map 2. http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/pdf/Koppen_1918.pdf.
- Monteiro, Carlos A. de Figueiredo. 1982. “The Environmental Quality in the Ribeirão Preto Region, SP: An Attempt”. Relatório apresentado na *Latin American Regional Conference (IGU Brazil): Brazilian Geographical Studies*. Rio de Janeiro: International Geographical Union (IGU).
- Nimer, Edmon. 1979. *Pluviometria e recursos hídricos de Pernambuco e Paraíba*. Série recursos naturais e meio ambiente 3. Rio de Janeiro: IBGE - SUPREN.
- Pontes da Silva, Bruce Francisco, Natalia Fedorova, Vladimir Levit, Natoly Peresetsky e Bruno Miranda de Brito. 2011. “Sistemas sinóticos associados às precipitações intensas no estado de Alagoas”. *Revista Brasileira de Meteorologia* 26 (3): 323-338.
- Sales, Vanda Claudio. 2004. “Geografia, sistemas e análise ambiental: abordagem crítica”. *GEOSP: espaço e tempo* 16:125-141. <http://www.geografia.fffch.usp.br/publicacoes/Geosp/Geosp16/Artigo8.pdf>.
- Sotchava, Victor Borisovich. 1977. *O estudo de geossistemas*. São Paulo: Universidade de São Paulo (USP).
- Sotchava, Victor Borisovich. 1978. *Por uma teoria de classificação de geossistemas da vida terrestre*. São Paulo: Universidade de São Paulo (USP).
- Souza, Bartolomeu Israel de. 2008. “Cariri paraibano: do silêncio do lugar à desertificação”. Tese de doutorado em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre.
- Tricart, Jean. 1977. *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro: Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente (SUPREN), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/ecodinamica.pdf>.

Bibliografia

- Convenio de Mapeamento de solos MA / EPE-SUDENE / DRN. 1972. "I: Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado da Paraíba". Rio de Janeiro: Ministério da Abicultura - Sudene. http://library.wur.nl/isric/fulltext/isricu_i00003046_001.pdf
- Costa, Ademir Araujoda. 2000. "A verticalização e as transformações do espaço urbano de Natal-RN". Tese de doutorado em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro.
- Guerra, Antonio José Teixeira, org. 2011. *Geomorfologia urbana*. Rio de Janeiro: Bertrand.
- Lima, P. J. e W. D. Heckendorff. 1985. "Climatologia". Em *Atlas geográfico do Estado da Paraíba*. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba (UFPB).
- Souza, Ridelson Farias de. 2007. "Terras agrícolas e o processo de desertificação em municípios do semiárido paraibano". Tese de doutorado em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.
- Veyret, Yvette. 2007. *Os riscos: o homem agressor e vítima do meio ambiente*. São Paulo: Contexto.