

SUSCEPTIBILIDADE À INUNDAÇÃO DA ÁREA URBANA NO MUNICÍPIO DE IRACEMA, CEARÁ, BRASIL

Bárbara Maria de Almeida Maia

Profa. Ma. Departamento de Geografia da Universidade Estadual do Ceará (FAFIDAM)

bharbahra_10@yahoo.com.br

Cleuton Almeida da Costa

Prof. Me. Departamento de Ciências Biológicas do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Piauí
(IFPI)

cleuton Almeida da Costa@yahoo.com.br

Resumo

O presente estudo trata de analisar a susceptibilidade à inundação da área urbana do rio Figueiredo, no município de Iracema, e suas consequências na configuração de áreas de risco. A sub-bacia do rio Figueiredo localiza-se no médio curso da bacia hidrográfica do rio Jaguaribe, a qual vem apresentando situações de inundações e tem provocado significativas alterações na paisagem natural desta sub-bacia. Essas transformações desencadearam uma série de problemas socioambientais, com destaque para a degradação dos recursos naturais e ocupação das áreas de maior vulnerabilidade ambiental. Para tanto, optou-se pela análise integrada da paisagem, visto que sua aplicação possibilita uma abordagem integrada, interdisciplinar, dos diversos componentes da paisagem. Neste sentido, os procedimentos metodológicos adotados foram: levantamento bibliográfico e cartográfico acerca da área, análise quantitativa de precipitação em 30 anos, e atividades de campo, processos esses importantes para a compreensão e o entendimento do ambiente. Com esse estudo pretende-se contribuir para o planejamento territorial da sub-bacia do rio Figueiredo, tendo o pressuposto de que a tendência climática verificada entre os anos de 1979 à 2009 na área, tem provocado juntamente com o crescimento demográfico urbano, as formas inadequadas de uso dos recursos naturais e ocupação dos solos. Apresenta-se maior probabilidade, atualmente, a uma susceptibilidade físico-natural do município de Iracema, a ocorrer novamente problemas de inundações em sua área urbana.

Palavras-chave: Inundação. Susceptibilidade. Rio Figueiredo.

SUSCEPTIBILITY TO THE FLOODING OF THE URBAN AREA IN THE MUNICIPALITY OF IRACEMA, CEARÁ, BRAZIL

Abstract

The present study deals with the analysis of susceptibility to flooding of urban area Figueiredo river in the municipality of Iracema, and its consequences in setting risk areas. The sub-basin of the river Figueiredo is located in the middle course of the river basin Jaguaribe, which has been presenting situations and flooding has caused significant changes in the natural landscape of this sub-basin. These changes triggered a series of environmental problems, especially the degradation of natural and occupation of areas of greater environmental vulnerability resources. To this end, we opted for the integrated analysis of the landscape, thus its implementation enables an integrated, interdisciplinary approach to the various components of the landscape. In this sense, the methodological procedures adopted were: bibliographic and cartographic survey, quantitative analysis of rainfall in 30 years and

field activities, these processes important for comprehension and understanding of the environment. With this study aims to contribute to the territorial planning of Figueiredo River sub-basin, with the assumption that climate trend between the years 1979-2009 in the area has brought along with urban population growth, inadequate forms of use of natural resources, land, more likely, now, to a physical-natural susceptibility of the municipality of Iracema flooding problems to occur again in its urban area.

Key-words: Inundation. Susceptibility. River Figueiredo.

SUSCETIBILIDAD A LA INUNDACIÓN DEL ÁREA URBANA EN EL MUNICIPIO DE IRACEMA, CEARÁ, BRASIL

Resúmen

El presente estudio trata de analizar la susceptibilidad a la inundación del área urbana del río Figueiredo, en el municipio de Iracema, y sus consecuencias en la configuración de áreas de riesgo. La subcuenca del río Figueiredo se localiza en el medio recorrido de la cuenca hidrográfica del río Jaguaribe, la cual viene presentando situaciones de inundaciones y ha provocado significativos cambios en el paisaje natural de esta subcuenca. Estas transformaciones desencadenaron una serie de problemas socioambientales, con destaque para la degradación de los recursos naturales y la ocupación de las áreas de mayor vulnerabilidad ambiental. Para ello, se optó por el análisis integrado del paisaje, ya que su aplicación posibilita un enfoque integrado, interdisciplinario, de los diversos componentes del paisaje. En este sentido, los procedimientos metodológicos adoptados fueron: levantamiento bibliográfico y cartográfico acerca del área, análisis cuantitativo de precipitación en 30 años, y actividades de campo, procesos importantes para la comprensión y el entendimiento del ambiente. Con este estudio se pretende contribuir a la planificación territorial de la subcuenca del río Figueiredo, teniendo el supuesto de que la tendencia climática verificada entre los años 1979 a 2009 en el área, ha provocado junto con el crecimiento demográfico urbano, las formas inadecuadas de uso de los recursos naturales y ocupación de los suelos. Se presenta una mayor probabilidad, actualmente, a una susceptibilidad físico-natural del municipio de Iracema, a ocurrir nuevamente problemas de inundaciones en su área urbana.

Palabras clave: Inundación. Susceptibilidad. Río Figueiredo.

INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica em função de suas características naturais é reconhecida como unidade espacial básica de análise ambiental, pois, permite conhecer e avaliar seus diversos componentes, processos e interações inseridos na dinâmica dos canais fluviais. Os rios constituem um elemento importante para o desenvolvimento social e econômico, representando também um importante elemento da evolução morfológica da superfície terrestre.

A partir dos diferentes usos econômicos e sociais, aos quais os ambientes fluviais estão submetidos, os problemas ambientais decorrem de fortes mudanças em seu espaço natural, associadas às obras hidráulicas e principalmente ao desmatamento das margens e das nascentes como também da exploração de seus leitos, que acabam por modificar significativamente a dinâmica fluvial.

As enchentes é um fenômeno benéfico que permite o aporte de material rico em nutrientes desejáveis à agricultura nas várzeas, mas que atualmente têm provocado impactos ambientais diferenciados, principalmente nas áreas urbanas, pois a maioria das cidades tem se desenvolvido as margens desses ambientes (PINHEIRO, 2007). Quando o homem ultrapassa

os limites das condições naturais do meio em que vive, as inundações passam a ser um problema social, econômico e/ou ambiental.

Para Cunha e Ramos (2013), a susceptibilidade corresponde à probabilidade de ocorrência temporal e espacial, representando a disposição que uma área possui de ser afetada por um determinado evento, em um tempo indeterminado, sendo avaliada através dos fatores de predisposição para a ocorrência das ações, não considerando o seu período de retorno ou a probabilidade de ocorrência. Assim, consideram-se áreas susceptíveis na presente pesquisa, aqueles locais que possuem condicionantes naturais ou artificiais que indicam sua predisposição à ocorrência de futuros acidentes por ocasião de episódios pluviais intensos.

Vários são os estudos que tratam de eventos pluviométricos intensos e inundações urbanas nas grandes e médias cidades, especificamente relacionado aos problemas dos impactos pluviais e das inundações no ambiente urbano brasileiro, podendo ser destacados trabalhos como os de Brandão, 2001; Cabral e Jesus, 1991; Fernandes e Cabral, 2004; Gonçalves, 1992; Monteiro, 1980; Oliveira e Figueiroa, 1984; Paschoal, 1982; Serrano e Cabral, 2004; Vicente, 2005; Zanella, 2006, entre outros.

O presente trabalho tem como objetivo analisar a susceptibilidade a inundação da área urbana do rio Figueiredo no município de Iracema, e suas consequências na configuração de áreas de risco. A área urbana do município de Iracema apresenta-se como estudo de caso na identificação da susceptibilidade a riscos de inundação dentro da sub-bacia hidrográfica em estudo.

Rio Figueiredo possui uma significativa importância no atual cenário hídrico, político e econômico do Estado do Ceará, por estar inserido nas políticas de barramento de rios, com a construção o Açude Figueiredo com capacidade de 519.600.000 m³ (CEARÁ, 2002). Essa forma de intervenção nos canais de drenagem para armazenamento de água decorre do fato da região apresentar um clima semiárido e sendo esta uma das medidas de combate a seca e a eventos de enchentes no baixo curso do Rio Jaguaribe.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As técnicas aqui selecionadas visam subsidiar a interpretação do conjunto de informações e materiais obtidos, no qual atendem as necessidades do estudo. Foram realizados levantamento bibliográfico e de cartográfico baseado nas cartas topográficas da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE, nas Folhas SB.24-X-C-II Limoeiro do Norte, SB.24-X-C-V Iracema, SB.24-Z-A-II Pau dos Ferros e SB-24-2-A-I Orós, em escala de 1:100.000; Mapa exploratório de reconhecimento dos solos do Estado do Ceará (CEARÁ, 1972); Mapa geológico e Geomorfológico do PROJETO RADAMBRASIL nas Folhas Jaguaribe/Natal SB.24/25, para conhecimento da área de estudo. Para a elaboração do perfil longitudinal da sub-bacia, foi utilizado o software Global Mapper e shapes da delimitação e drenagem da sub-bacia inseridos na projeção SRTM.

Para se obter uma análise das precipitações da sub-bacia, fez-se uso de sites da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Naturais (FUNCEME) e Agência Nacional de Águas (ANA). Foram escolhidas as estações pluviométricos de Iracema e Pereiro, localizados ambos no alto e médio curso do rio e devido serem as únicas estações na sub-bacia que apresentam um maior tempo de registros e regularidade de dados. As médias da precipitação obtidas

correspondem a uma série histórica de 1979 a 2009, por ser um período de 30-35 anos elaboraram-se gráficos através do programa Excel, buscando analisar as características pluviométricas, considerando as médias anuais, mensais e diárias de precipitação para identificação dos períodos de grande pluviometria e qual a sua relação com a susceptibilidade a riscos de inundações da área urbana de Iracema.

Na etapa de campo, realizou-se o reconhecimento dos sistemas ambientais da sub-bacia hidrográfica do rio Figueiredo; a identificação das principais atividades humanas ali desenvolvidas e identificação das áreas urbanas do município de Iracema atingidas pela inundação do rio Figueiredo no ano de 2009. Coletaram-se também marcações de pontos com um GPS Garmin Etrex fornecido pelo Laboratório de Geografia (LAGEO), para marcação de coordenadas e localização de áreas específicas como: barramentos, pontes, áreas de inundação, pontos de elevação, dentre outros, assim com o registro fotográfico.

CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO FIGUEIREDO

A sub-bacia hidrográfica do rio Figueiredo insere-se no contexto das regiões geográficas cearenses na mesorregião do Jaguaribe, exatamente na microrregião da Serra do Pereiro, abrangendo partes dos territórios dos municípios de Pereiro, Ererê, Iracema, Potiretama, Alto Santo e São João do Jaguaribe.

O rio Figueiredo é um dos principais afluentes da margem direita do rio Jaguaribe em seu médio curso, localizado na porção Leste do Estado do Ceará (Figura 01). Tendo sua nascente no Maciço Residual do Pereiro, o rio percorre 91.83 km da nascente à sua foz, desaguando no rio Jaguaribe, na localidade de Barra do Figueiredo, no município de São João do Jaguaribe, drenando uma área de aproximadamente 2.320 Km², delimitada pelas coordenadas 5°20'00" e 6°20'00" S e 38°00'00" e 38°40'00" W (SOUSA, 2012).

A sub-bacia do rio Figueiredo apresenta uma estrutura geológica com predominância de terrenos cristalinos que fazem parte do complexo nordestino, logo em menor escala tem as coberturas sedimentares terció-quaternárias, representados pelos aluviões do rio e tributários, bordejando as calhas fluviais. A bacia sedimentar Potiguar composta pelas formações Açú e Jandaíra, formados por arenitos, e por calcários, dando origem às chapadas do Atanásio/Caatinga Grande e as superfícies de exumação da chapada do Apodi (BRASIL, 1981).

A Depressão Sertaneja apresenta grande representatividade na sub-bacia pelas extensas rampas pedimentadas, que se iniciam da base dos maciços residuais e inclinam-se em direção ao fundo do vale, apresentando dessa forma, acentuadas mudanças de natureza litológica e edáfica (Figura 02). O Maciço Residual do Pereiro é uma das serras secas e subúmidas do estado do Ceará, apresentando uma área de 451 Km², cerca de 19,5% da área da sub-bacia, contendo as principais nascentes do rio Figueiredo, apresentando escarpas íngremes relacionadas aos grandes falhamentos transcorrentes nessa (CEARÁ, 2002). A Planície fluvial do rio Figueiredo tem um pequeno deflúvio que proporciona a formação de uma estreita planície fluvial, um canal com trechos sinuosos, pouco profundos em seu médio e baixo curso (Figura 03), compreendendo uma área de 33 Km², apresentando-se degradada devido ao uso intenso do agroextrativismo.

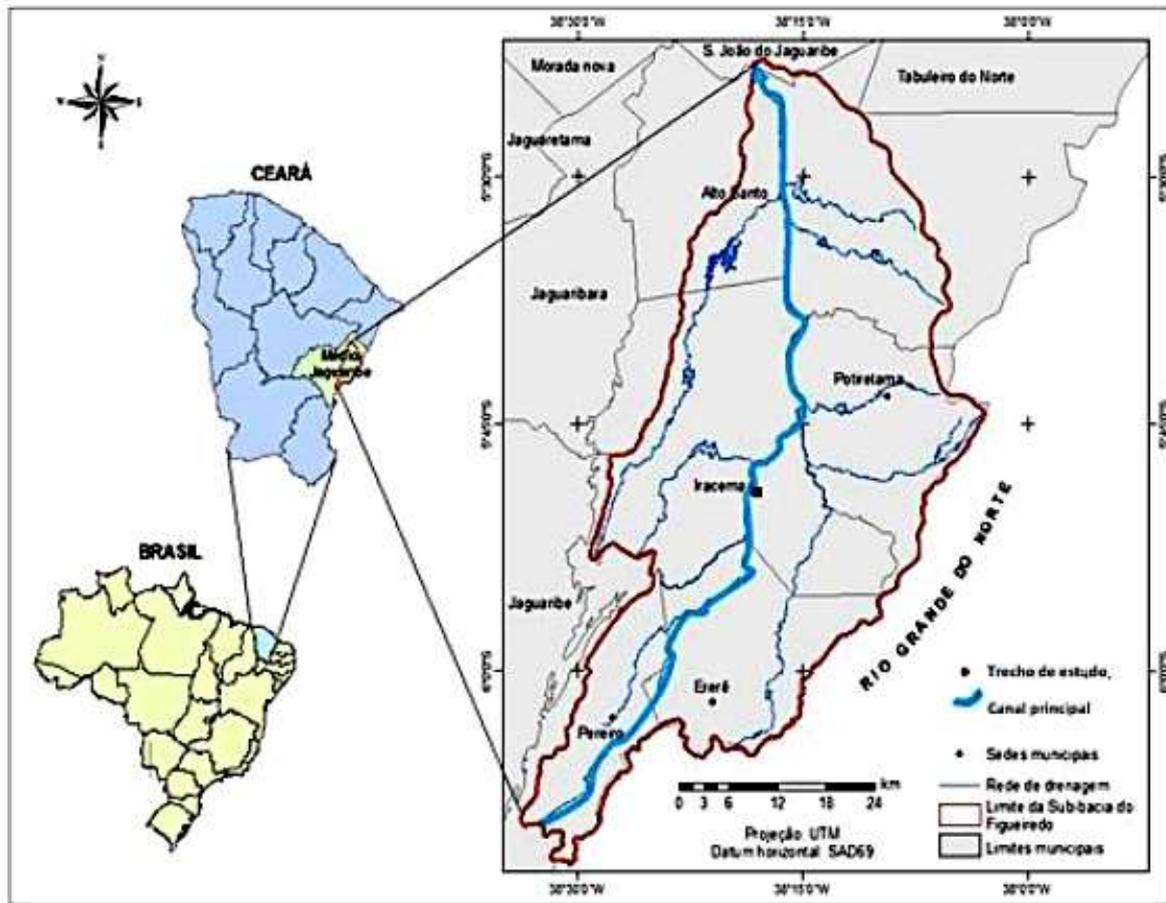


Figura 01: Localização da sub-bacia hidrográfica do rio Figueiredo. **Fonte:** Adaptado de SOUSA, 2012.



Figura 02: Maciços Residuais e depressão sertaneja. **Figura 03:** Planície fluvial.
Fonte: Próprio autor, 2014

A maior representatividade de solos são os da classe dos Neossolos, Argissolos e Luvisolos. A vegetação de mata seca (Floresta Tropical Subcaducifólia) difere da mata úmida possuindo um porte arbóreo-arbustivo e ocupando áreas de encostas da serra seca do Pereiro. A caatinga aberta apresenta-se degradada enquanto a caatinga arbustiva densa aparece em pequenas áreas conservadas. A mata ciliar é encontrada nas margens do rio e de riachos bastante

degradada, atingindo ainda uma extensão de 16 km, representando apenas 13% de trechos mais preservados, com uma largura média de 146 m em cada margem (CEARÁ, 2002).

A Superfície de Exumação da Formação Açú, representa pequenas áreas sedimentares mais rebaixadas da bacia sedimentar do Grupo Apodi, o período Cretáceo (SOUZA, 1979). Na porção leste como resultado da erosão diferencial, tem-se duas pequenas elevações tabuliformes, com cerca de 38 Km², e as Chapadas do Atanásio/Caatinga Grande, o solo apresenta a associação de Argissolos e Neossolos Quartzarênico, onde ambos profundos propiciam uma boa fertilidade recoberta por uma vegetação de caatinga aberta, estando praticamente substituída pelo cultivo do cajueiro e da carnaúba (Figura 04).



Figura 04: Cultivo de carnaúba para extrativismo vegetal. **Fonte:** Próprio autor, 2014.

O clima regional apresenta chuvas de verão-outono e as médias térmicas superiores a 24°C, que configuram o caráter de clima quente. Submetidos à irregularidade anual e interanual das chuvas, o território cearense fica sujeito aos períodos eventuais de secas calamitosas ou de chuvas excepcionais, convertendo-se em problemas sociais e econômicos (CEARÁ, 2007). O regime de falhas presente na área influencia na rede de drenagem, tendo características quase lineares que possibilitam maior velocidade do fluxo fluvial (COSTA, 2009).

O período de chuva se inicia de dezembro a julho, sendo o trimestre mais chuvoso ocorrendo em fevereiro–março–abril, estando às chuvas nesse período influenciadas pela presença da Zona de Convergência Intertropical – ZCIT (ZANELLA, 2005). Os recursos hídricos dependem dos condicionantes morfoestruturais e climáticos, apresentando grande frequência e densidade de rios e riachos com escoamento intermitente sazonal.

No que se refere ao escoamento superficial, este é condicionado por três fatores: irregularidade pluviométrica, embasamento cristalino e elevada evaporação que conduz a um regime com forte intermitência de rios e riachos. O curso do rio Figueiredo desenvolve-se ao longo de um eixo paralelo ao sentido de ocorrência dos afloramentos rochosos, seguindo a direção NE-SW, cuja drenagem exhibe padrão drendrítico, fortemente influenciada pelo controle estrutural.

A área compreende uma espacialidade que apresenta uma significativa diversidade natural, condicionado por componentes geoambientais que apresentam uma dinâmica particular com diferenças entre, potencialidades e limitações espaciais para o uso e ocupação (Figura 05). O conjunto de componentes naturais e da ação da sociedade configura no resultado do atual cenário paisagístico.

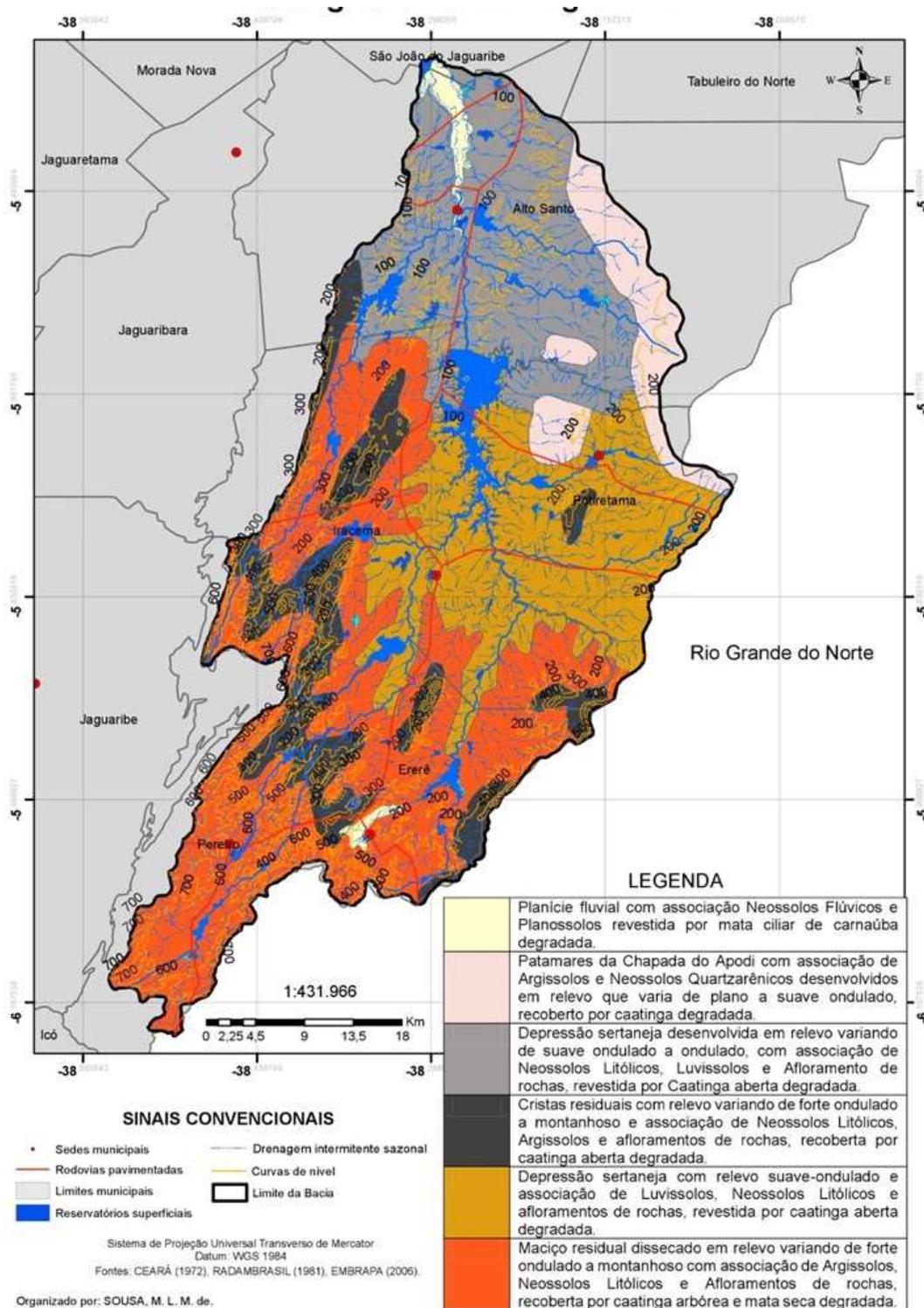


Figura 05: Mapa Morfopedológico e recobrimento vegetal da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Figueiredo.

A construção de barragens no Estado do Ceará é atualmente uma das estratégias de combater a seca e os diversos usos anteriormente citados, assim como a Barragem do Castanhão, a construção da Barragem do Figueiredo é estratégica em áreas susceptíveis ao processo de desertificação. De acordo com Souza (2005b), as formas de uso e ocupação da terra estão alterando a paisagem devido à forte degradação ambiental que exibem indicadores de áreas susceptíveis aos processos de desertificação identificados nos municípios de Alto Santo, Iracema e Potiretama.

A barragem do Figueiredo fica localizado no município de Alto Santo, que abrange parte do município de Iracema e Potiretama (Figura 06). Segundo o projeto da barragem do Figueiredo, a mesma tem como objetivo servir para usos diversos como o abastecimento de água dos núcleos urbanos, para demanda hídrica das indústrias difusas dos municípios; para o desenvolvimento hidroagrícola com a irrigação intensiva, o controle de enchentes do Baixo Jaguaribe e o desenvolvimento da pesca e de atividades associadas ao turismo e lazer, sendo uma das estratégias de combater a seca.



Figura 06: Barragem do Figueiredo. **Fonte:** SILVEIRA, 2014.

Durante os três primeiros séculos da reocupação do Ceará, diversas atividades econômicas foram realizadas sobre a viabilidade de mercantilizar e desenvolver o vale do Jaguaribe, no qual foram significativos para o povoamento e a formação das atividades econômicas da sub-bacia do rio Figueiredo. Assim, o desenvolvimento territorial dos sertões impulsionado por fatores econômicos, fez com que as antigas fazendas de criação de gado no período colonial evoluíssem para pequenos núcleos urbanos e rurais. A sub-bacia do Figueiredo comporta atualmente uma população de aproximadamente 59 mil habitantes, de acordo com os dados do censo demográfico 2010, realizado pelo IBGE.

As atividades agrárias caracterizam-se como principal atividade de uso e ocupação da sub-bacia, são elas: pecuária extensiva, extrativismo vegetal, e a agricultura de subsistência, as quais utilizam técnicas rudimentares que acabam por diminuir a capacidade de renovação dos recursos naturais, provocando danos ambientais. Além de reduzirem a capacidade produtiva do uso do solo devido ao desmatamento, a compactação e a poluição, aumenta os níveis de degradação e conseqüentemente os riscos de desertificação (CEARÁ, 2012).

Tem-se na produção agrícola como principais culturas o milho e o feijão. Na pecuária destacam-se a criação de bovinos, caprinos e ovinos. No que se relaciona aos recursos naturais, destaca-se a extração da cera de carnaúba, da castanha de caju e a produção de lenha e carvão vegetal. No entanto, as práticas inadequadas dessas atividades econômicas estão provocando o aumento de áreas de solos expostos, empobrecimento e conseqüentemente a erosão, oriundos do desmatamento desordenado para o extrativismo vegetal e para o estabelecimento da agricultura e da pecuária extensiva afetando não só a produção agrícola, mas também a qualidade ambiental da sub-bacia.

Estudos relatados por Souza (2005b) indicam que a severidade da degradação é constatada principalmente pela devastação da cobertura vegetal nativa e pela intensidade dos fenômenos erosivos. As fragilidades dos componentes geoambientais que constituem a região, aliadas ao uso inadequado das terras por ação antrópica desordenada, contribuem seriamente no agravamento da situação. Os níveis de degradação apresentam aspectos bastante avançados, com tendência à instalação dos processos de desertificação, principalmente nos Sertões de Alto Santo, Iracema e Potiretama. Nota-se também que pouco é feito para a conservação da vegetação, dos recursos hídricos e do solo.

Como consequência, os impactos ambientais que resultam na desertificação expõem como reflexos ambientais a degradação da biodiversidade, da disponibilidade dos recursos hídricos, no assoreamento e perda da fertilidade dos solos, que acabam gerando impacto no contexto social e econômico. Assim “as causas e, ao mesmo tempo, as consequências da degradação e da desertificação são, frequentemente, a pobreza e a insegurança alimentar combinadas com variações severas do ciclo hidrológico, como secas e enchentes” (BRASIL, 2004, p.23). Deve-se ressaltar que a desertificação é um tipo de degradação, e que nem toda degradação é considerada desertificação.

ANÁLISE DAS PRECIPITAÇÕES E O RISCO DE INUNDAÇÕES

Algumas cidades brasileiras têm apresentado, frequentemente, situações críticas relacionadas à drenagem de águas superficiais durante a ocorrência de episódios pluviais concentrados. Ao mesmo tempo em que as áreas das planícies de inundação dos rios vêm sendo ocupadas irregularmente, fato esse que torna mais problemática a situação das inundações para a população dessas áreas. Para o entendimento da ocorrência de inundações em uma cidade é importante compreender o comportamento climático, e mais especificamente o regime pluviométrico da região em conjunto com a dinâmica de escoamento superficial.

Os estudos preocupam-se em entender o dinamismo do meio físico para compreender a ocorrência de fenômenos naturais, que advém nos cursos dos rios em regiões urbanas e rurais. A ocorrência das enchentes está associada ao excesso de chuva em pouco intervalo de tempo, em pequenas bacias com alta declividade e capacidade de escoamento superficial da água, ou a construção de algum tipo de barramento que impede a passagem da vazão, causando assim vários impactos ambientais e humanos, tornando necessário o seu estudo para a redução dos seus efeitos (PINHEIRO, 2007).

O processo histórico de ocupação do espaço urbano do município de Iracema proporcionou a ocupação de áreas marginais do rio Figueiredo. A partir da década de 1980 a expansão urbana passa a caracterizar a mudança demográfica do período, o qual veio acentuar cada vez mais o crescente processo de ocupação das margens do rio Figueiredo. Em 1990 o

percentual de urbanização estava em 27,88% e, em 2010 chegou a 71,56% da população do município, representando um aumento significativo em apenas 20 anos. Atualmente, o município de Iracema espacializa-se por uma área de aproximadamente 822,83 km² e cerca de 13.722 mil habitantes.

A evaporação média anual obtida com base na estação meteorológica em Morada Nova que abrange a sub-bacia do rio Figueiredo atinge 2.235mm, sendo o máximo em setembro (estação seca) com 305mm e o mínimo de 105mm em abril (estação chuvosa), e apresentando uma média pluviométrica anual de 872,2 mm, característica estas típicas do Nordeste semiárido brasileiro (CEARÁ, 2003).

Segundo Martins, Uliana e Reis (2011), a precipitação máxima é definida como a ocorrência extrema, com duração, distribuição temporal e espacial crítica para uma área ou bacia hidrográfica. A análise da precipitação máxima é um dos caminhos para reconhecer uma vazão de enchente, tendo em vista o seu controle e a minimização da ocorrência de erosão hídrica a partir dos dados de vazão da bacia.

Foram construídas séries de máximos anuais, na determinação da amostra de precipitações máximas para adequação da distribuição de frequência. A partir das observações dos dados de precipitação, analisados nos níveis anual, mensal e diário das estações pluviométricas da estação de Pereiro (603) assim como da estação de Iracema (549), localizados ambos no alto e médio curso do rio.

Observou-se que durante esse intervalo, registou-se na estação de Iracema (Figura 07) a ocorrência de 10 anos de precipitações acima da média histórica dos registros da Funceme. Todavia, mais da metade do período analisado, cerca de 16 anos foram de períodos de seca e apenas 05 dentro da normalidade. Diferente do anterior a estação de Pereiro (Figura 08) apresentou apenas 12 anos de seca, 06 dentro da média e os anos de maiores precipitações ficando em 13 anos no total.

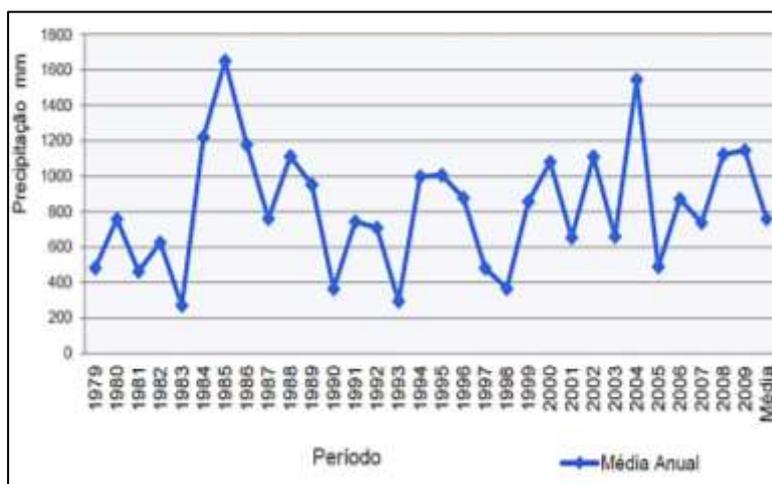


Figura 07: Precipitação anual de Iracema de 1979–2009. **Fonte:** Próprio autor, 2014.

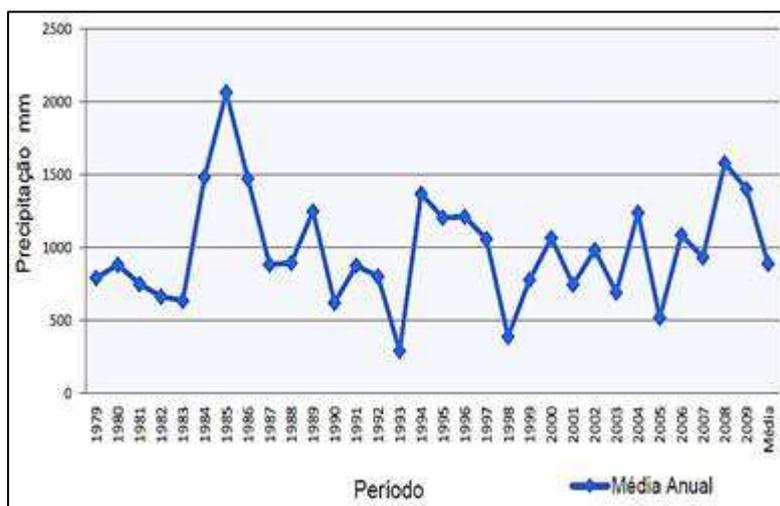


Figura 08: Precipitação anual de Pereiro de 1979–2009. **Fonte:** Próprio autor, 2014.

Nas médias mensais, consta que o trimestre setembro-novembro apresenta as menores médias mensais, e o trimestre fevereiro-abril como aquele que contém os meses mais chuvosos do ano, dentro do semestre chuvoso de janeiro-junho. Em termos de totais anuais, o valor esperado para a precipitação é de 872mm, numa variação de 270,1mm para o ano de 1983 (mais seco) e de 2065,7mm para o ano de 1985 (mais chuvoso).

Ressalta-se que nas décadas de 1970, 1980 e 1990, os eventos pluviométricos apresentaram médias diárias com intervalo de 60 mm a 80mm para precipitação de duração em 24 horas. Neste sentido a cheia na bacia hidrográfica está condicionada a chuvas regulares e, não somente aos eventos extremos. A partir do ano 2000, caracteriza-se um número maior de eventos pluviométricos intensos com médias diárias de 100mm a 142mm, os quais implicam numa relação entre anos chuvosos e eventos extremos de precipitação nos últimos anos, que podem estar também associados a uma tendência temporal dos padrões de circulação atmosférica de larga escala.

Em análise dos eventos pluviométricos intensos de 1979 a 2009, destacam-se os episódios intensos ocorridos no dia 08 de fevereiro de 2000 com 103,2 mm; no dia 28 de janeiro de 2002 com 125 mm; no dia 28 de janeiro de 2004 com 112,4 e dia 23 de janeiro de 2009 com 134 mm na cidade de Iracema. Já na cidade de Pereiro ocorreu apenas um evento, no dia 03 de abril de 2008 com 142 mm em apenas 24 horas (Figura 09). Fato este em que a pluviometria veio aumentando a cada episódio.

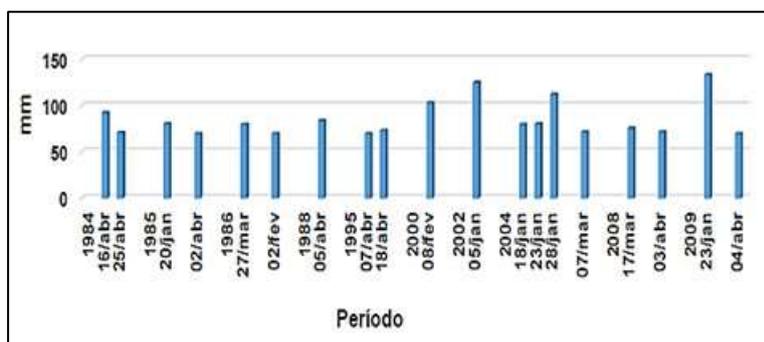


Figura 09: Precipitações máximas diárias - Estação Iracema de 1979–2009. **Fonte:** FUNCEME, elaborado pela autora, 2014.

Os referidos episódios são, na maioria das vezes, enquadrados na categoria de eventos naturais extremos, pois “as chuvas se tornam particularmente catastróficas quando se precipitam em grande quantidade e num lapso de tempo muito curto. São chamadas de precipitações torrenciais” (CONTI, 1998, p.34).

A frequência de chuva máxima em 24 horas adquire significado especial, principalmente aquelas de maior intensidade, pela relação com as inundações urbanas, que trazem consequências socioeconômicas como: prejuízos materiais nas residências inundadas pela água, doenças pela água contaminada, entre outros. A partir desses dados observou-se um aumento do número de eventos pluviométricos mais intensos, principalmente superiores a 100mm em 24 horas a partir do ano 2000 (Figura 10).



Figura 10: Enchente em Iracema em 2009. **Fonte:** Próprio autor, 2014.

Segundo o relato de alguns moradores mais antigos do município de Iracema, eventos de inundações ocorreram durante a década de 1960 e em 1994, onde os impactos não foram tão significativos, apresentando um número bem inferior de pessoas atingidas, principalmente pelo fato das áreas ribeirinha mas que atualmente são de risco, ainda serem pouco ocupadas.

A distinção do problema das áreas afetadas com o risco de inundações foi feita através do perfil longitudinal da sub-bacia, confrontados com os registros dos dados de precipitação das estações pluviométricos de Pereiro e Iracema.

A baixa capacidade de impermeabilização do solo somado à topografia com alta declividade da nascente até seu médio curso e um padrão de drenagem retilíneo, sendo que o perfil longitudinal do canal (Figura 11) é influenciado pelo domínio estrutural, tendo como resultado um rápido escoamento superficial. A largura do rio no trecho urbano mede 48 metros, no qual se apresenta a vegetação de mata ciliar degradada e muito descaracterizado o leito do rio.

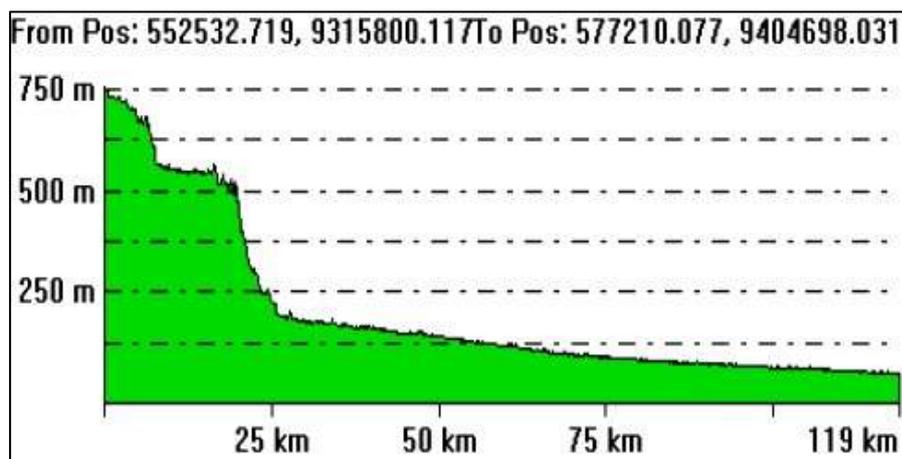


Figura 11: Perfil longitudinal do rio Figueiredo. **Fonte:** Próprio autor, 2014.

Em se tratando da susceptibilidade da ocorrência das inundações, os problemas em função do processo de urbanização das áreas ribeirinhas, tem-se como fator local principal a impermeabilidade do solo, o desmatamento, erosão das margens e à deficiência de infraestrutura de drenagem urbana, que intensificam o problema. A ocupação inadequada coloca em risco a população dessa área como também a qualidade ambiental do rio.

Ressalta-se que o estudo das características de vazão, em pequenas bacias de drenagem, é dificultado devido a uma insuficiência de registros de vazão e pelas características da bacia, que por se encontrar em região semiárida tendo como predominância rios intermitentes.

Para Ayoade (2001), o tempo atmosférico é muito variável e nele podem ocorrer variações no clima, seguindo tendências climáticas em ciclos, e que dependendo da escala temporal e frequência, podem causar mudanças no tipo de clima de uma determinada área.

Nesta perspectiva e considerando os elementos climáticos e fatores geográficos que dão características ao comportamento do clima local, possibilitando a atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), como um dos principais sistemas que determinam a variação sazonal da precipitação, como os fenômenos *El niño* e a *La niña*, também influenciam na ocorrência das estações e favorecem a ocorrência de eventos climáticos extremos nos períodos de cheias e de secas.

As inundações que ocorrem nas áreas ribeirinhas são também causadas pela variabilidade temporal e espacial das precipitações e do escoamento na bacia hidrográfica (TUCCI, 2008). As possibilidades de inundações dos canais aumentam devido aos rios não encontrarem o caminho natural livre para fluir suas águas, sendo resultado do desmatamento, que aumenta o ataque erosivo culminando no assoreamento do canal fluvial, fatores esses, que acabam por provocar a sua expansão lateral.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os problemas relacionados às inundações urbanas no município de Iracema se dão pela falta de sincronia entre as ações do homem e as leis da natureza. Nas discussões sobre tais problemas é necessário considerar os aspectos sociais, psicológicos e culturais, já que questões

como afetividade e convivência com o lugar podem dificultar a retirada da população destes ambientes.

Associado ao crescimento urbano, o rio tem sido transformado drasticamente devido à perda de suas características naturais, tornando as enchentes urbanas um impacto sobre a sociedade, derivado de fatores como assoreamento, lixo, canalização, desmatamento e uso desordenado do solo. À medida que se intensifica o processo de ocupação urbana, agravam-se os problemas de drenagem, o nível de degradação ambiental e da qualidade de vida da população envolvida. Tendo como efeito, profundas mudanças na dinâmica do sistema natural e na atividade humana. Em sua maioria as áreas ribeirinhas apresentam população de baixa renda, associado a falta de infraestrutura básica, resulta na vulnerabilidade socioambiental com destaque aos fenômenos naturais, como aos meteorológicos que ocasionam as enchentes nas áreas urbanas próximas ao canal do rio.

As consequências afetam não só a camada da população menos favorecida, devido à sua localização ocorrer em áreas próximas aos leitos fluviais e à sua maior vulnerabilidade sociais, como também outras classes sociais, que podem ser atingidas em razão da deficiência de infraestrutura da drenagem urbana, da ocupação inadequada, dentre outros mais fatores.

Para a realização de medidas de prevenção das inundações, é necessária a retirada das famílias de áreas de riscos, assim como é importante que sejam realocados em locais seguros, a realização do saneamento básico, a drenagem urbana com a revitalização do canal e um planejamento de uso e ocupação dos espaços.

Devido à tendência ao aumento da urbanização, e dos resultados obtidos a respeito do comportamento pluviométrico, das características físicas da bacia e do processo de expansão urbana que nos últimos anos tiveram um expressivo aumento, produziram-se respostas com a perspectiva do possível aumento da ocorrência das inundações, onde estas podem vir a assumir riscos socioambientais com maior frequência, um fato no qual se deve ficar atento. Espera-se que esse cenário físico e social venha a ser transformado logo na busca da proteção e da qualidade socioambiental na área.

REFERÊNCIAS

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os trópicos**. 4 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. (org.). **Erosão e Conservação dos solos: Conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999, p.269-295.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. Bacia hidrográfica e questão ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (org.). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. 4 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004, p.153-192.

BRANDÃO, A.M. de P. M. Clima urbano e enchentes na cidade do Rio de Janeiro. In: **Impactos ambientais urbanos no Brasil**, Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2001.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SB.24/25 Jaguaribe/Natal; (Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso Potencial da Terra). Rio de Janeiro, 1981.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca**. PAN-BRASIL. Brasília: Edições MMA, 2004.

CABRAL, E.; JESUS, E. F. R. Eventos pluviais extremos na Grande São Paulo em 1981: impactos na vida urbana. In: Simpósio de Geografia Física Aplicada, 4, 1991, Porto Alegre, **Anais...** p.175-182.

CEARÁ. Secretaria de Recursos Hídricos. **Barragem do Figueiredo**. Fase II - Estudos de Viabilidade Ambiental – Eva. Relatório Geral, Abril 2002.

CEARÁ. **Zoneamento Ecológico–Econômico dos Biomas Caatinga e Serras Úmidas do Estado do Ceará** – Zoneamento Geoambiental – Climatologia / Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura – FCPC – Fortaleza: PETROBRAS / FCPC / SEMACE / UFC, 2007.

CEARÁ. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE. **Perfis Básicos Municipais** – Pereiro, Ererê, Iracema, Potiretama, Alto Santo, São João do Jaguaribe. Fortaleza, 2012. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/>.

CEARÁ. Secretaria de Recursos Hídricos. **Barragem do Figueiredo**. Fase III - Estudos Básicos e Concepção Geral do Projeto: Volume I - Estudos Hidrológicos. Relatório, Junho 2003.

CEARÁ. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). **Mapa Exploratório - Reconhecimento de solos do Estado do Ceará**. Escala: 1:600.000, 1972.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

CONTI, J. B. **Clima e meio ambiente**. São Paulo: Atual, 1998. (Série Meio Ambiente).

COSTA, C. A. **Marcas da ocupação do solo na dinâmica fluvial no médio-baixo Jaguaribe - CE**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Centro de Ciências e Tecnologia Mestrado Acadêmico em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2009.

CUNHA, L.; RAMOS, A. M. Riscos naturais em Portugal: Alguns problemas, perspectivas e tendências no estudo dos riscos geomorfológicos. IN: LOMBARDO, M. A.; FREITAS, M. I. C. (Orgs.). **Riscos e vulnerabilidade: teoria e prática no contexto luso-brasileiro**. São Paulo: Cultura Acadêmica. (Recurso digital), 2013.

FERNANDES, L.; CABRAL, E. Análise das Áreas de Inundação no Município de Bragança Paulista/SP. **VI SBCG**. Aracaju, 2004.

GONÇALVES, N.M.S. **Impactos Pluviais e Desorganização do espaço Urbano em Salvador – BA.** São Paulo: Tese de Doutorado em Geografia Física, Universidade de São Paulo, 1992.

MARTINS, C. A. S.; ULIANA, E. M.; REIS, E. F. dos Estimativa da vazão e da precipitação máxima utilizando modelos probabilísticos na bacia hidrográfica do rio Benevente. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.7, n.13, p.1130-1142, 2011.

MELLO, N. G. S. Eventos pluviométricos intensos em ambiente urbano: Fortaleza, episódio do dia 29/01/2004. In: SILVA, et al. (Orgs). **Litoral e Sertão: natureza e sociedade no nordeste brasileiro.** Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006, p.195-207.

MONTEIRO, C.A.F. **Teoria e clima urbano.** São Paulo: IGEOC-USP, 1976. 181p.

PASCHOAL, W. As inundações no Cambuci: Percepção e reação do habitante e usuário de uma área central da metrópole a um de seus problemas mais sérios. **Dissertação de Mestrado-** Departamento de Geografia – USP. 1981, 123p.

PINHEIRO, A. Enchente e Inundações. In: SANTOS R. F. dos. (Org.). **Vulnerabilidade ambiental: desastres naturais ou fenômenos induzidos?** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007, p.95-106.

SERRANO, A.F.; CABRAL, E. Análise das áreas de inundação no Município de Atibaia/SP. **VI SBCG**, Aracaju, 2004.

SILVEIRA, J. **Barragem do Figueiredo.** Imagem jpeg. Altura: 626x312 pixels. Largura: 47,4KB. Formato: jpeg. Color, Disponível em: <<http://www.opovo.com.br/app/opovo/cotidiano/2013/06/15/noticiasjornalcotidiano,3074896/barragem-figueiredo-vai-abastecer-5-cidades-da-regiao-do-jaguaribe.shtml>>. Acesso em: 11/01/14.

SOUSA. M. L. M. de **Diagnóstico geoambiental da sub-bacia hidrográfica do rio Figueiredo, Ceará:** subsídios ao planejamento ambiental. Dissertação (Mestrado em Geografia). Mestrado Acadêmico em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

SOUZA. M. J. N. et al. **Contexto geoambiental das bacias hidrográficas do Acaraú, Curú e Baixo Jaguaribe - Estado do Ceará.** (Boletim Técnico 101). Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2005a. 52p.

SOUZA. M. J. N. **Panorama da Desertificação no Estado do Ceará.** Fortaleza, novembro, 2005b.

SOUZA. M. J. N.; LIMA. F. A. M.; PAIVA. J. B. Compartimentação topográfica do Estado do Ceará. **Revista Ciência Agrônoma**, Fortaleza, v.9, n.1-2, p.77-86, dez. 1979.

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. **Estudos avançados.** São Paulo, v.22, n.63, p.97-112, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200007>. Acesso em 15/01/14.

VICENTE, A.K. **Eventos extremos de precipitação na Região Metropolitana de Campinas**. Dissertação de Mestrado. Geografia. UNICAMP, 2005.

ZANELLA, M. E. As características climáticas e os recursos hídricos do Estado do Ceará. In: SILVA, J. B.; CAVALCANTE, T. C.; DANTAS, E. W. C. (Org.). **Ceará: um novo olhar geográfico**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2005, p.169-188.

ZANELLA, M. E. **Inundações urbanas em Curitiba/PR: impactos, riscos e vulnerabilidade socioambiental no Bairro Cajuru**. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento). Programa de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná, 2006.