

IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCO A INUNDAÇÕES E ENCHENTES NA CIDADE DE SOBRAL, CEARÁ

Nágila Veiga Adrião **MONTEIRO**¹,

monteironag@gmail.com

Raimundo Azevedo **AGUIAR NETO**²,

raimundonetoazevedo@hotmail.com

José Wellington Severiano de **LIMA**³,

wellingtonseveriano@outlook.com

Davis Pereira de **PAULA**⁴

davispp@yahoo.com.br

^{1,2,3} Engenharia Civil da UVA e Laboratório de Engenharia Ambiental e Geotecnologias

⁴ Docente do curso de Geografia da UECE e do Mestrado Acadêmico em Geografia da UVA

RESUMO: As inundações e enchentes causam elevados impactos às cidades, podendo envolver riscos de vida e perda de bens materiais, danos ao patrimônio público e privado e, ainda, podem atuar como vetor de inúmeras doenças. É comum as cidades se desenvolverem as margens dos rios e riachos, alterando profundamente os componentes geoambientais. Nesse caso, o adensamento urbano em áreas inapropriadas deve ser evitado através da política de desenvolvimento urbano municipal. A cidade de Sobral, localizada no estado do Ceará, foi uma das 821 cidades mapeadas pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), em 2012, no qual foram identificadas 29 áreas de risco, sendo que dessas, dez são de risco de inundação e enchentes. Deste modo, o presente trabalho teve como objetivo abordar os principais aspectos relacionados a essas dez áreas de risco, avaliando condicionantes, potencialidades e limitações. A metodologia utilizada na pesquisa foi baseada em um levantamento da literatura pertinente ao assunto, seguida de visitas de campo para análise das áreas de risco identificadas pela CPRM. Também foi construído um banco de dados em ambiente do Sistema de Informações Geográficas para identificação e classificação das áreas de risco em Sobral-CE. A partir dos dados analisados, e dos parâmetros estabelecidos pela CPRM, conseguiu-se avaliar as necessidades de cada área. Das quais, a maioria depende de medidas provenientes do poder público para serem executadas, já outras, como o controle das poluições pontuais, estão ligadas a questões locais e sociais de cada área em questão.

Palavras-chaves: Áreas de risco. Urbanização. Impactos ambientais.

IDENTIFICATION OF RISK AREAS OF INUNDATIONS AND FLOODS FLOODS IN SOBRAL (CEARÁ) CITY

ABSTRACT: The floods and inundation cause high impacts to the cities, and may involve risks of life and loss of material goods, damage to public and private property and, still, can act as a vector of many diseases. Commonly, the cities can develop themselves on the margins of the rivers and streams, profoundly changing environmental components. In this case, the inappropriate densification in urban areas should be avoided through of municipal urban development policy. The Sobral city is located in the state of Ceará, was one of the 821 cities mapped by the Brazilian Geological Service (CPRM), in 2012, in which identified 29 areas of risk were - ten are at risk from flooding and inundating. Thus, this work has as objective to tackle the main aspects related to these ten risk areas, evaluating constraints, potentialities and limitations. The methodology used in the research was based on a survey in the relevant literature on the subject, followed by field visits to review the risk areas identified by the CPRM. It was also built a database on environment geographic information system for the identification and classification of hazardous areas in Sobral-Ce. From the data analyzed, and the parameters established by CPRM, It was evaluated the needs of each area. Of which, the majority relies on measures from public power to run, and others, such as the control of pollution, are linked to social and local issues of each area.

Keywords: Risk areas. Urbanization. Environmental impacts.

IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS DE RIESGO A LAS INUNDACIONES Y RIADAS EN LA CIUDAD DE SOBRAL (CEARÁ)

RESUMEN: Las inundaciones causan gran impactos a las ciudades, pudiendo resultar riesgos de vida y pérdida de bienes materiales, daños al patrimonio público y privado y, aún, puede actuar como frente a otros tipos de enfermedades. Es común las ciudades se desarrollaren a las márgenes de los ríos y arroyos, cambiando profundamente los componentes ambientales. En ese caso, la densificación urbana en áreas inadecuadas debe ser evitada a través de la política de desarrollo urbano municipal. La ciudad de Sobral, ubicada en el estado de Ceará, ha sido una de las 821 ciudades mapeadas por el Servicio Geológico de Brasil (CPRM), en 2012, en la cual han sido identificadas 29 áreas de riesgo, siendo que de esas, diez son de riesgo a las inundaciones y riadas. De este modo, esta investigación tuvo como objetivo abordar los principales aspectos relacionados a esas diez áreas de riesgo, evaluando

condicionantes, potencialidades y limitaciones. La metodología utilizada en la investigación ha sido basada en una búsqueda de literatura pertinente al tema, seguida de la práctica de campo para análisis de las áreas de riesgo identificadas por la CPRM. También ha sido construida una base de datos en ambiente del Sistema de Informaciones Geográficas para la identificación y clasificación de las áreas de riesgo en Sobral-Ce. A partir de los datos analizados, y de los parámetros establecidos por la CPRM, ha sido logrado evaluar las necesidades de cada área. De las cuales, la mayoría depende de las medidas provenientes del poder público para ser ejecutadas, ya otras, como control de la contaminación puntual, están vinculadas a las cuestiones locales y sociales de cada área en cuestión.

Palabras-claves: Áreas de Riego. Urbanización. Impactos ambientales.

INTRODUÇÃO

De maneira geral, alguns eventos naturais extremos podem resultar em desastres naturais, por exemplo, terremotos, tsunamis e inundações. Segundo dados do *Disaster Risk Reduction Programme- DRR*, entre 1980 e 2005, foram registrados aproximadamente 7.500 desastres naturais, causando mais de 2.000.000 mortes e perdas materiais que ultrapassam 1,2 trilhões de dólares.

O fenômeno da inundação ocorre quando as águas dos rios, riachos e galerias pluviais, por exemplo, saem do leito natural de escoamento e ocupam áreas utilizadas inadequadamente pela população, pois as enchentes tratam-se de um fenômeno natural no qual o rio ocupa seu leito maior, sem ultrapassá-lo (TUCCI et al., 1995).

As áreas urbanas são afetadas por diversos fenômenos climáticos, repercutindo em inundações e enchentes de alguns trechos citadinos, em que a cobertura original do solo foi removida para expansão da malha urbana, diminuição da capacidade de infiltração de água nos solos, conseqüentemente levando à impermeabilização do solo. Ou ainda excedendo a capacidade de drenagem do sistema pelo aumento do pico de cheia a jusante da área drenada, o que aumenta a velocidade de escoamento superficial das águas pluviais, tornando o solo erosivo.

O plano diretor urbano de grande parte das cidades foi elaborado sem contemplar os aspectos relacionados à drenagem urbana e a qualidade ambientais das águas superficiais e subterrâneas. A falta de um sistema eficiente de saneamento ambiental repercute diretamente

na saúde ambiental de um sítio urbano, pois doenças de veiculação hídrica podem eclodir durante, especialmente, a estação chuvosa (CRUZ et al., 1999).

A cidade de Sobral, localizada no interior do estado do Ceará, possui uma população superior a 200.000 habitantes, sendo que aproximadamente 90% dos habitantes estão vivendo na zona urbana. Nas últimas duas décadas, a cidade tem experimentando um intenso crescimento urbano, que não vem seguindo de um planejamento urbano estratégico, resultando em diversos impactos ambientais, como a poluição de corpos hídricos e o soterramento de pequenos corpos hídricos superficiais. Assim, este estudo objetiva identificar os principais aspectos socioambientais que envolvem as dez (10) áreas de risco a inundações e enchentes classificadas pela CPRM na cidade de Sobral-CE.

INUNDAÇÕES E ENCHENTES: UM DESAFIO URBANO

Desastres naturais podem ser provocados por inúmeros fenômenos, como terremotos, tornados, furacões, tempestades e estiagem. Já as consequências podem ser potencializadas, quando se considera as mudanças climáticas em curso e a falta de planejamento e políticas públicas adequadas por parte dos Governos. Tominaga (2009) destaca que as ações antrópicas ligadas ao processo de urbanização desordenado das cidades contribuem para amplificar os impactos decorrentes de eventos naturais, expondo as populações citadinas às situações de perigo e de risco a desastres naturais.

Risco pode ser definido como as consequências prejudiciais ou esperadas, resultantes da interação entre perigos naturais e, ou, induzidos pela ação do homem e as condições de vulnerabilidade (UN-ISDR, 2004). O conceito de risco neste trabalho se aplica à análise das causas e consequências dos fenômenos hidrológicos, tais como enchentes, enxurradas, inundações e alagamentos relacionados ao aumento do nível de escoamento d'água.

Conforme Tominaga et al. (2011), o conceito de enchentes é caracterizado pela elevação do nível d'água no canal devido ao aumento da vazão, atingindo cota máxima sem extravasar. Enxurrada tem como característica o escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, associada ou não a áreas de domínios dos processos fluviais. O conceito de inundação abrange o transbordamento d'água do curso fluvial atingindo a planície de inundação ou área de várzea. Finalmente, alagamento será o acúmulo temporário da água em determinados locais ocasionados pela deficiência do sistema de drenagem.

Lopes (2012) expôs a diferença de uma forma bem simples. É importante ressaltar que todo rio passa por enchente. Quando ocorre o transbordamento da água para fora dos níveis do canal principal. Nem toda ocorrência de inundação está associada à catástrofe. Muitos rios possuem suas áreas de inundação. O grande problema é quando há a interferência antrópica, que pode fazer que as inundações tragam consequências econômicas e sociais drásticas (Figura 1).

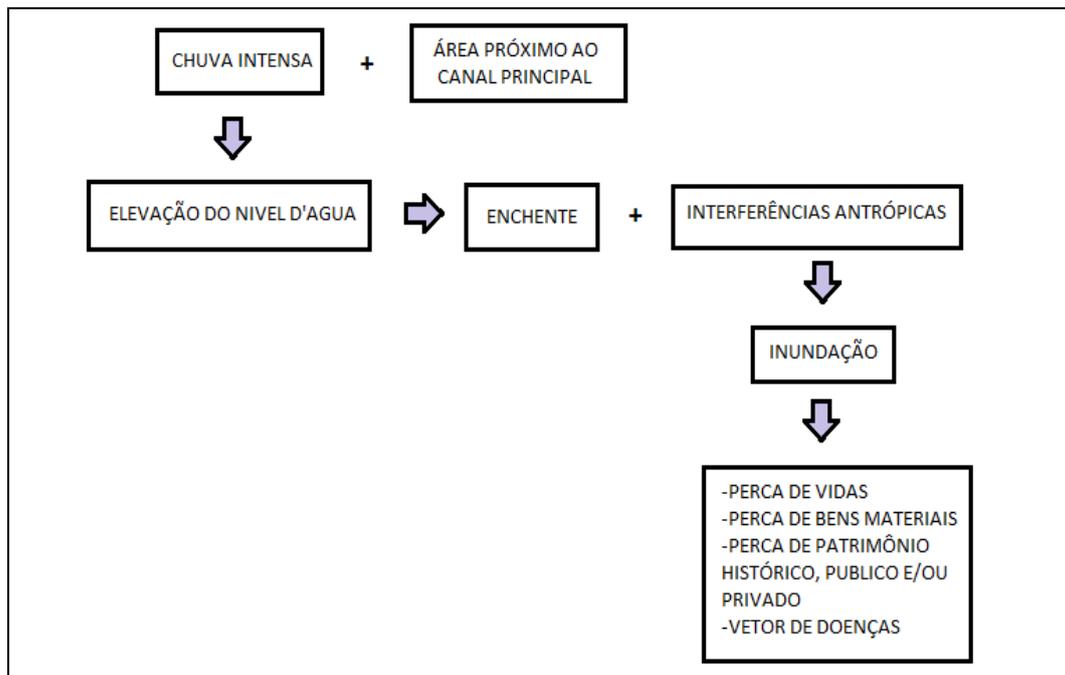


Figura 1 – Diagrama de vetores de enchente e inundações em áreas urbanas.

De acordo com dados do relatório do *Emergency Disasters Data Base* (EM-DAT), o Brasil é um dos países mais atingidos por inundações e enchentes, tendo registrado 94 desastres entre 1960 e 2008, com 5.720 mortes e mais de 15 milhões de pessoas atingidas, entre desabrigados e desalojados. Considerando-se apenas desastres hidrológicos relacionados a inundações, enchentes e movimentos de massa, em 2008, o Brasil ocupou o 10º lugar entre os países do mundo em número de vítimas de desastres naturais, com 1.8 milhões de pessoas afetadas (OFDA/CRED, 2009).

A gestão da drenagem urbana, como parte integrante do sistema de saneamento ambiental, é um dos problemas mais sérios enfrentados pelas cidades brasileiras, inclusive em Sobral, no Ceará, onde a situação não é diferente da realidade do país. Como destaca Martins (2012), as falhas dos sistemas de drenagem nas bacias urbanas, manifestadas pela falta de

espaço para escoamento das águas no período de cheias e todas as suas decorrências, não podem ser imputadas à mãe natureza e sim ao uso do solo e ao desrespeito aos princípios da dinâmica fluvial que regem o comportamento dos cursos d'água naturais. Deve-se considerar também que não existe formação técnica específica para capacitação de gestor urbano em drenagem e, mesmo naqueles currículos mais ligados ao tema, a engenharia civil e ambiental, a discussão formativa é ainda incipiente e restrita aos aperfeiçoamentos e especializações, o que limita muito sua institucionalização prática.

Além disso podemos destacar também a questão dos resíduos sólidos, pois segundo Cruz et. al. (2007), outro ponto problemático nos sistemas de drenagem das cidades brasileiras é a existência de grande quantidade de resíduos sólidos que são levados às redes pela lavagem de ruas e pela falta de educação ambiental da população, provocando a obstrução do sistema e conseqüentemente, agravando os alagamentos localizados. Atualmente pouco tem sido feito na busca de alternativas para o controle do lixo e para a sua retirada do sistema, resumindo-se em tímida campanha de conscientização da população e em projetos isolados de estruturas de contenção de resíduos em cursos d'água, além da existência de sistema de coleta domiciliar e de limpeza urbana periódicos.

A gestão inadequada da drenagem urbana pode gerar uma série de riscos à população e prejuízos aos bens e à economia local. É comum a constatação de propagação de doenças de veiculação hídrica e de riscos de enchentes e deslizamentos associados à falta de planejamento da drenagem urbana. Os sistemas de drenagem das cidades brasileiras são em sua grande maioria do tipo combinado, ou seja, recebem contribuição de esgoto cloacal domiciliar além das águas pluviais, o que agrega aos alagamentos uma complicação adicional: a questão de saúde pública. Com o extravasamento do sistema por falta de capacidade ou obstrução, a água acumulada apresenta grande quantidade de organismos patogênicos, que em contato com o indivíduo podem provocar doenças, como cólera, entre outras. A implantação de sistemas do tipo separador absoluto encontra-se em execução, sendo que o nível de tratamento das águas servidas na maioria das cidades é inferior a 26% (IBGE, 2000).

Segundo Andrade e Széliga (2000), para minimizar os problemas causados pelas inundações utiliza-se o controle de inundações que se refere a um conjunto de medidas que objetivam minimizar os riscos às populações. Para tanto, considera-se as medidas estruturais e não-estruturais a fim de reduzir os riscos causados por enchentes.

As medidas estruturais estão relacionadas às obras hidráulicas na rede de drenagem, atuando na capacidade de descarga e contemplam medidas que modificam as

relações entre o ambiente construído e sua geração de escoamentos, como por exemplo, controle do escoamento em praças, lotes e passeios; elementos de microdrenagem (sarjetas, bocas de lobo e galerias de águas pluviais, por exemplo) em um ou mais loteamentos e elementos de macrodrenagem, o qual exerce controle no escoamento de rios e canais urbanos (MIGUEZ et al., 2016).

As medidas não-estruturais são medidas preventivas e objetivam proporcionar uma convivência harmônica entre os rios e suas cheias naturais, como por exemplo, preservação ambiental da mata ciliar, manutenção de áreas permeáveis, disposição adequada do lixo doméstico e construção de mapas de inundação para o zoneamento urbano (MIGUEZ et al., 2016).

A CIDADE DE SOBRAL

O município de Sobral, localizado a Noroeste do Ceará, coordenadas 3°41'10''S e 40°20'59''W, possui uma área de 2.122,98 km² e uma população superior a 200 mil habitantes. Destes, aproximadamente, 90% residentes na zona urbana, resultante de sucessivos aumentos da dessa população (IBGE, 2015).

A sede do município, localizada às margens do rio Acaraú (Figura 2), está compartimentada em 26 bairros, sejam eles: Renato Parente, Nossa Senhora de Fátima, COHAB III, Cidade Dr. José Euclides, Junco, Vila União, Alto do Cristo, Dom José, Sumaré, Padre Palhano, Centro, Campo dos Velhos, Parque Silvana, Expectativa, Alto da Brasília, Conjunto Cesário Barreto, Coração de Jesus, Betânia, Derby, Pedrinhas, Dom Expedito, Conjunto Mons. Aloísio Pinto, Sinhá Sabóia, COHAB 1, COHAB 2 e Jatobá (IPECE, 2015).

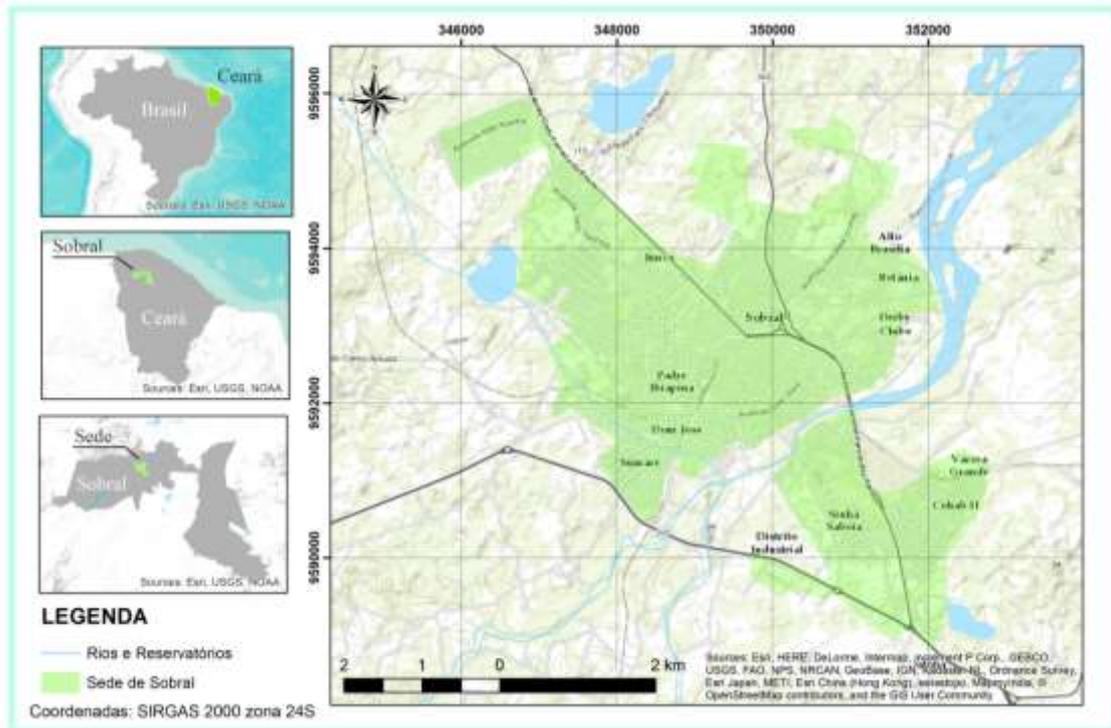


Figura 2 – Localização da cidade de Sobral-CE, cortada pelo rio Acaraú.

De acordo com Duarte (2005), a orientação referencial de NE do litoral e das serras em relação aos ventos alísios, gerando corredores de ventos e zonas de barlaventos (chuva orográfica e zona verde) e sotavento (área de sopra, menor índice pluviométrico, zonas secas) e as baixas altitudes predominantes do relevo (inferiores a 400m, com exceção dos planaltos cristalinos e sedimentares) formam condicionantes climáticas espaciais, de influência local/regional (Figura 3). Duarte (2005) ainda destaca que: o clima é caracterizado pela definição de apenas duas estações a estação chuvosa, no verão (primeiro semestre) e a estação seca, no inverno (no segundo semestre). Ao contrário do que é popularmente conhecido, as nossas chuvas não anunciam inverno, e sim o verão.

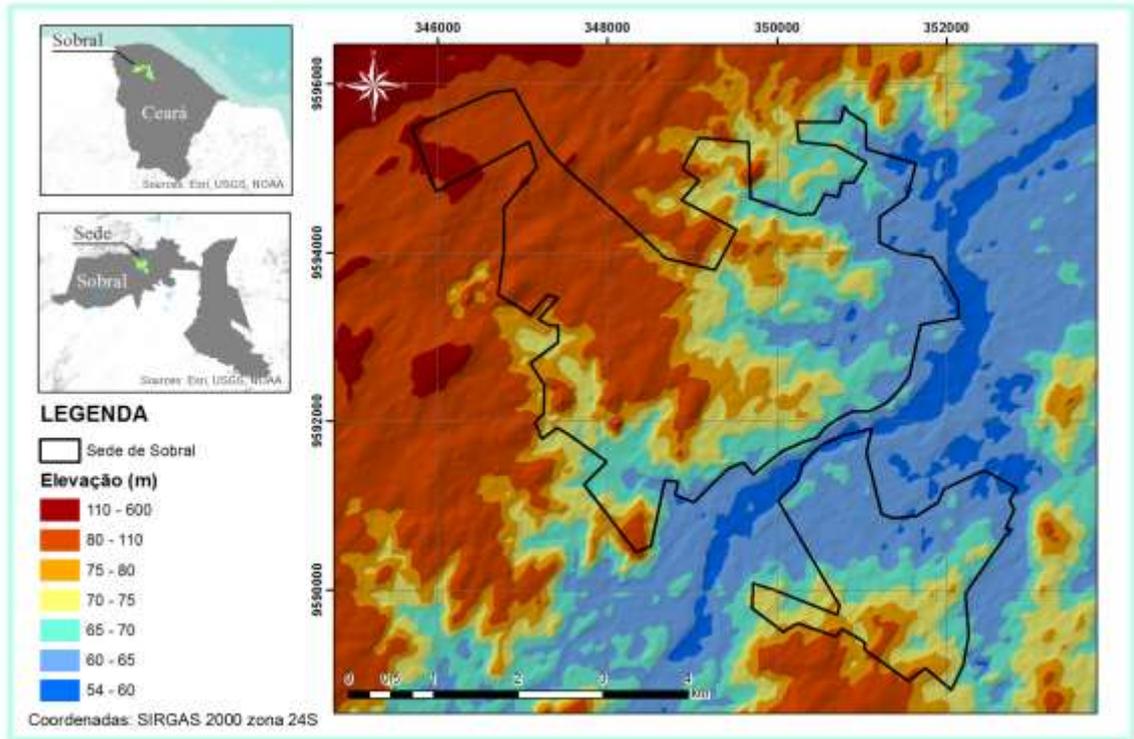


Figura 3 – Modelo Digital de Elevação do Terreno para região da cidade de Sobral.

Em termos climáticos, Sobral está inserida na região semiárida do Ceará, em que a temperatura média é de 27°C, a precipitação média é de 821,6 mm/ano, concentrada, especialmente, na quadra chuvosa (fevereiro-maio) (IPECE, 2015). O rio Acaraú é o principal rio da bacia do Acaraú, situada na zona Norte do Ceará, ocupa 10% da área espacial do estado, com uma área de aproximadamente 14.423 km² e 339 km de extensão. O rio nasce na Serra das Matas, no município de Monsenhor Tabosa, abastecendo cerca de 18 municípios, dentre eles Sobral, e sua foz localiza-se no município de Acaraú (DINIZ et al., 2008).

Atualmente, a população de Sobral mantém uma forte relação com o rio Acaraú, sendo utilizado como lazer, pesca, drenagem urbana, transporte e atividades que o degradam consideravelmente como o despejo de resíduos sólidos, lançamento de esgotos e retirada da mata ciliar para construções (Figura 4).



Figura 4- Resíduos sólidos descartadas na margem oeste do rio Acaraú no trecho urbano da cidade de Sobral.

Fonte: <http://alemdosoutdoors.org/2015/09/>.

METODOLOGIA

As áreas de risco em Sobral foram identificadas a partir do Plano Nacional de Gestão de Risco e Resposta a Desastres Naturais (PPA 2012-2015), que está dividido em quatro eixos temáticos: mapeamento, prevenção, monitoramento e alerta. O CPRM teve a responsabilidade de atuar no eixo mapeamento, na produção do conhecimento geológico-geotécnico em municípios com alto e muito alto risco a deslizamentos e inundações. O estudo foi realizado nas áreas urbanas em 821 municípios e a suscetibilidade em 286 municípios considerados críticos, com destaque naqueles recorrentemente afetados por inundações, enxurradas e deslizamentos, com o objetivo de contribuir para a total ou diminuição das perdas de vidas e materiais relacionadas a desastres naturais (CPRM, 2013).

A metodologia utilizada pelo CPRM baseou-se nos seguintes procedimentos: primeiramente, para setorização dos riscos em áreas urbanas utilizou-se de sensores remotos e bases cartográficas em escala de 1:2.000 a 1:1.000 para o reconhecimento preliminar; em seguida, foram realizadas visitas técnicas com apoio de equipes formadas por técnicos do CPRM, Defesa civil e técnicos municipais; o terceiro procedimento consistiu no delineamento de um polígono na porção de uma encosta ou planície de inundação e elaboração de mapas de setorização com fotos do setor de rupturas e indícios nos terrenos e nas moradias ou outras estruturas urbanas em risco; o passo seguinte foi a previsão do número de moradias e pessoas

passíveis de serem afetadas e indicadas as intervenções estruturais e não-estruturais; e finalmente foi realizado através de sistemas de informação geográfica (SIG) e de imagens do *Google Earth* georreferenciadas, o delineamento de um polígono envolvendo as moradias que estão sob risco, com a vetorização em tela com os parâmetros cartográficos (CPRM, 2013).

Os trechos identificados foram classificados de acordo com sua vulnerabilidade (em: muito alta, alta, média, baixa e muito baixa). Basicamente foram consideradas as características geológicas (litológicas e estrutural), as formas do relevo, os tipos de solo e os dados hidrológicos. As áreas de risco com vulnerabilidade alta a enchentes e inundações foram caracterizadas em áreas com solo tipo Neossolos Flúvicos em aluviões arenosos e relevo inferior a 3 metros, geralmente próximo a calha de cursos d'água (CPRM, 2013).

Por fim, foram realizadas visitas de campo nas áreas de risco identificadas pelo mapeamento da CPRM, em 2013. Durante a visita, novos dados foram coletados e outros foram atualizados. Também se procedeu uma análise qualitativa do meio social da área possivelmente afetada por uma inundação ou enchente na cidade de Sobral.

A caracterização histórica das inundações e enchentes em Sobral foi realizada a partir de um levantamento nos acervos dos jornais do Ceará, especialmente de Sobral. Também se recorreu aos registros históricos na biblioteca pública e prefeitura municipal. Além disso, foram consultados livros, monografias, dissertações e teses que falassem sobre o assunto. A partir da identificação das áreas e risco, realizou-se estudo comparativo entre a densidade populacional e a construtiva nessas áreas. Também foi elaborado um modelo digital de terreno (MDT) com as declividades e os tipos de solos para a cidade de Sobral com auxílio do software ArcMap 10.

HISTÓRICO DAS ENCHENTES NO TRECHO URBANO DO RIO ACARAÚ EM SOBRAL

A sede do município de Sobral está centrada ao longo do rio Acaraú, na região do médio curso. Desde sua fundação (1773), a sede da cidade de Sobral já enfrentou inúmeras enchentes durante toda sua história. Na Figura 5 é possível observar o trecho da sede do município de Sobral que é banhado pelo rio Acaraú. Nesse trecho foi construída uma barragem abaixo da ponte de acesso Norte para represar as águas do rio e regular as vazões entre as duas pontes de acesso à cidade.



Figura 5 – Trecho urbano da sede de Sobral banhado pelo rio Acaraú.

A mais recente enchente seguida de inundação ocorrida na cidade de Sobral ocorreu em 2009. De acordo com a Defesa Civil de Sobral, 4.860 pessoas foram atingidas pela enchente, entre ilhados, desabrigados e desalojados, de modo que nos lugares de difícil acesso, o resgate tinha de ser feito por helicóptero, barco ou trem (MELO, 2010).

Historicamente, as populações de diversos bairros da sede do município sempre enfrentaram problemas relacionados às enchentes do rio Acaraú. Dentre os problemas enfrentados pela população atingida destacam-se: a interrupção no fornecimento de água, retirada de moradores de suas casas, destruição de lavouras, perdas materiais, destruição de casas e de outras edificações. De acordo com levantamento realizado em livros, documentos e jornais, as principais inundações e enchentes que atingiram a cidade ocorreram nos anos 1917, 1924, 1950, 1965, 1974 e 2009 (Figura 6).





Figura 6 – A) Enchente de 1924, próximo à Igreja das Dores, bairro centro em Sobral-CE; B) Inundação de 1974, próxima à Avenida Dom José, na antiga Praça do Mercado, hoje Praça da Coluna da hora, bairro centro em Sobral-CE.

Fonte: Foto A) <http://pt.slideshare.net/RodrigoSouza9/problemas-ambientais-de-sobral-ce>
Foto B) http://www.sobral24horas.com/2015/09/sobral-antiga_14html.

Em 1965, o Jornal Correio da Semana (ano 48, nº2) destacou os problemas enfrentados pela cidade de Sobral frente às enchentes, onde descreveu que:

Com as pesadas chuvas caídas em toda a bacia hidrográfica do rio Acaraú, nesses últimos dias, Sobral e todos os outros municípios, banhadas pelo mesmo rio, estão sofrendo com a maior das inundações ultimamente verificadas. Completamente inundados os bairros do Tamarindo, Dom Exedito, Brasília, Fortaleza e Patu, bem como a Associação Atlética Banco do Brasil, e o Aeroporto da Betânia, a estrada de acesso ao Seminário Diocesano. Não se pode calcular o número de famílias desabrigadas. A fúria das águas atingiu a região comercial da cidade, compreendendo grande parte da avenida Dom José, parte da Praça Dr. José Saboia no coração da cidade; causando incalculáveis prejuízos ao comércio local. A região residencial mais próxima do rio ficou totalmente danificada.

De acordo com registros coletados no Jornal Correio da Semana, no período de 1940 a 1970, os bairros periféricos de Sobral, próximos as margens do rio, sempre alagavam nas cheias do rio. Já que não possuíam infraestrutura para conter as cheias. Somente nos anos 70, após a cheia de 1974, foi que a cidade passou a receber maior atenção da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e da Superintendência de Desenvolvimento do Ceará (SUDEC), colaborando com os municípios para o melhoramento do planejamento urbano, incluindo projetos de infraestrutura como drenagem e saneamento básico. A construção da rodoviária em 1976, na margem esquerda do rio (margem leste), também contribuiu para os projetos de infraestrutura de Sobral.

Em 2009, um dos anos mais críticos com relação às enchentes e inundações. O leito do rio transbordou. Fazendo ultrapassar as limitações propostas pela urbanização da margem esquerda do rio. Esta foi inundada, atingindo diversos prédios públicos recém construídos (Figura 7). As chuvas intensas também provocaram deslizamentos em cunha, erosão, recalques no solo e fissuras nas edificações existentes no local (VERANCI, 2012). Aguiar Junior (2005), destacou a importância do rio Acaraú para o desenvolvimento de várias atividades, como: pesca, navegação, lavagem de roupa e dessedentação de animais. O mesmo autor também destaca que as margens do rio Acaraú no trecho urbano de Sobral foram descaracterizadas pela urbanização da cidade, o que pode ter contribuído para enchentes observadas em 2009.



Figura 7- A) Inundação de 2009, margem esquerda do rio Acaraú, Sobral; B) Imagem da margem esquerda com nível de água normalizado. Fonte: <http://mapio.net/s/30330671/>; <https://www.flickr.com/photos/42308524@N03/6418596675>.

ÁREAS DE RISCO EM SOBRAL

Na sede do município de Sobral foram identificadas pela CPRM 10 (dez) áreas com susceptibilidade a risco muito alto e alto de ocorrência de enchentes e inundações, localizadas em diversos bairros da sede do município (Quadro 1).

Quadro 1 - Qualificação do risco por bairros da sede municipal de Sobral.

Definição	Tipo de risco
Setor 01 – Novo Recanto	Inundação
Setor 02 – Bairro Betânia	Inundação e enchente
Setor 03 – Bairro Alto da Brasília (Ruas Efrato e Sabiá)	Inundação e enchente
Setor 04 – Bairros Derby e Pedrinhas	Inundação e enchente
Setor 05 – Sinhá Sabóia	Inundação
Setor 06 – Bairro Dom Exedito (Rua Itália)	Inundação
Setor 07 – Bairro Dom Exedito (Rua Espanha)	Inundação e enchente
Setor 08 – Bairro Centro, Tamarindo e Margem Esquerda	Inundação e enchente
Setor 09 – Bairro Padre Palhano	Inundação e enchente
Setor 10 – Bairro Vila União	Inundação e enchente

A partir da distribuição das áreas afetadas no quadro 1 é possível observar que 70% dos trechos identificados possuem ambos os riscos, ou seja, inundação e enchente. O restante das áreas identificadas no mapeamento da CPRM, em 2013, possui apenas o risco de inundação. A Tabela 1 apresenta a densidade populacional e construtiva nos setores identificados como vulneráveis a inundação e/ou a enchente.

Características setoriais

O setor 01 (Figura 7) possui ocupação ordenada e de baixo padrão técnico construtivo, está centrado em uma região de baixa declividade com moradias construídas, em sua grande maioria, com alvenaria. O setor 02 é constituído por imóveis de alto padrão técnico construtivo que estão centrados na margem esquerda do rio Acaraú. O setor 03 é diferente dos anteriores, caracterizado por uma maior densidade urbana e problemas de drenagem pluvial, que afetam diretamente o escoamento superficial em períodos de chuva intensa.

O Setor 04 está localizado em uma região de baixa declividade com ocupação urbana ordenada e edificações verticalizadas. O setor 05 é identificado por uma ocupação

desordenada e de baixo padrão técnico, a sua construção encontra-se sobre a planície de inundação do rio Acaraú, sofrendo influência do extravasamento de várias lagoas em seu entorno. A situação aludida para o setor 05 também se aplica em parte ao setor 06 e 07, exceto por também existirem edificações de taipa.

Tabela 1 – Densidade populacional e construtiva dos setores vulneráveis à inundação e/ou enchente, em Sobral.

Definição	Número de habitantes	Número de moradias	Área (m²)	Densidade populacional (Hab./ m²)	Densidade construtiva (Moradia/ m²)
Setor 01	200	800	45.310	0,0044	44.092
Setor 02	150	600	366.500	0,00041	37.292
Setor 03	60	240	11.045	0,0054	7.743
Setor 04	100	400	429.910	0,00023	41.715
Setor 05	270	1350	121.913	0,0022	60.618
Setor 06	250	1000	167.365	0,0015	71.394
Setor 07	200	800	91.520	0,0022	75.314
Setor 08	60	240	287.851	0,00021	263.091
Setor 09	80	320	43.895	0,0018	33.08
Setor 10	160	640	98.082	0,0016	92.486

O setor 08 é uma região de baixa declividade com ocupação urbana concentrada na região central da sede do município, com moradias de alvenaria e taipa, parques, comércios e prédios públicos. Esse setor fica próximo à margem esquerda, onde se localizam importantes prédios públicos (e.g. museu, biblioteca, monumentos históricos, anfiteatro e rodoviária). Já o setor 09 é caracterizado por ocupação densa, em sua maioria, são casas de alvenaria, muito próxima ao leito principal do rio Acaraú, o qual se encontra parcialmente assoreado e coberto por resíduos sólidos. Enquanto que o setor 10, localizada na planície de inundação do Riacho Mucambinho, em região de baixa declividade é ocupado por moradias em alvenaria, que ficam próximas à estação de tratamento de esgoto, sujeitas a alagamentos ocasionados pelo extravasamento dos tanques (Figura 8).

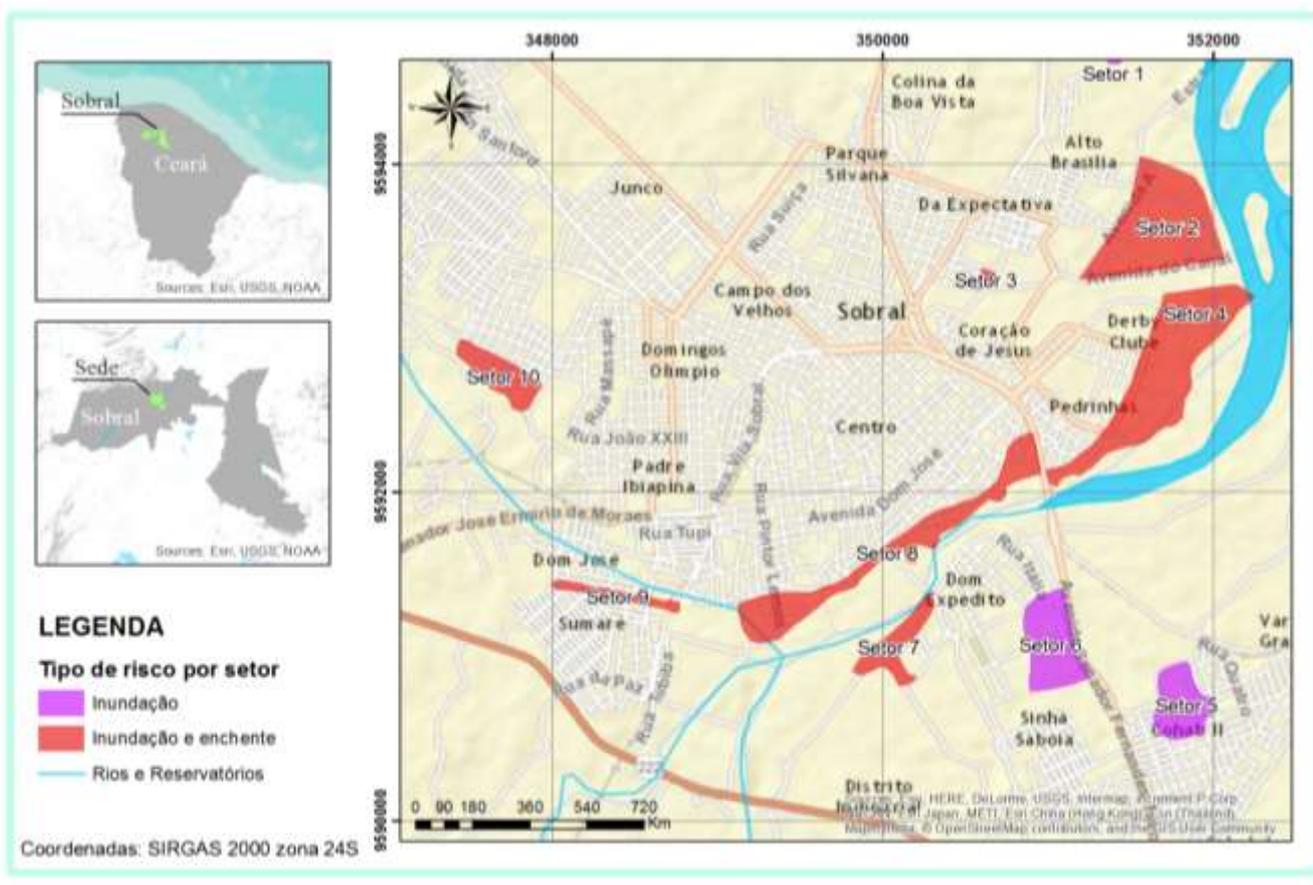


Figura 8 – Identificação dos setores vulneráveis a inundações e/ou enchentes do rio Acaraú no trecho urbano da cidade de Sobral-CE.

Para estudar de forma dinâmica as áreas de enchentes e inundações, foram analisados os setores já especificados na Tabela 01. A partir dos dados da CPRM e das observações realizadas em campo e nas imagens disponibilizadas pelo *Google Earth* foi possível classificar os setores a partir das características econômicas (1-baixa renda; 2-média renda; 3-alta renda), do tipo de ocupação do solo (1-desordenada; 2-ordenada; 3-organizada e planejada), do tipo de construção (1-Taipa; 2- Alvenaria simples; 3-Alvenarias de concreto armado) e da declividade (1-alta; 2-baixa) (Tabela 2).

Tabela 2 – Características das áreas sujeitas a enchente e inundações no trecho urbano do rio Acaraú na cidade de Sobral-CE.

Setores	Renda Econômica	Ocupação do solo	Tipo de construção	Declividade
Setor 01	1	2	2	2
Setor 02	3	1	3	2
Setor 03	1	3	2	2
Setor 04	2	2	3	2
Setor 05	1	1	2	2
Setor 06	1	1	1	2
Setor 07	1	1	1	2
Setor 08	4	2	1	2
Setor 09	1	1	2	1
Setor 10	1	1	2	2

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da Tabela 2 é possível inferir que os setores que somaram de oito a nove podem ser considerados como valorizados economicamente e socialmente. Os setores que contabilizaram cinco a sete são áreas das quais a população é desfavorecida e precisa da atenção do poder público, caso haja um evento extremo de precipitação. Ainda observando a

Tabela 2, junto com as propostas de intervenções sugeridas pela CPRM, encontramos alguns pontos em comum nos setores.

Todas as áreas precisam de remoção de pessoas em caso de chuvas intensas, exceto o Setor 5, pois é pouco habitado. Existem áreas prioritárias para o ordenamento e planejamento territorial a fim de evitar o avanço urbano em direção a planície de inundação, evitando a formação de novas áreas de risco, como é o caso de todos os trechos identificados, exceção seja feita apenas ao setor 10.

No setor 9 foi identificada uma forte tendência para poluição do rio, com presença de resíduos sólidos ao longo do rio e lançamento de águas residuais não tratadas. Nesse caso é preciso haver um trabalho de conscientização com a população local, tendo como meta diminuir o lançamento de materiais que possam contribuir para o processo de eutrofização do corpo hídrico.

Como medidas mitigadoras, seria importante a recuperação da mata ciliar. Para um rio é essencial que haja retenção e filtração de resíduos, evitando assim a poluição dos cursos d'água, proporcionando proteção contra o assoreamento e evitando enchentes. Além de recuperar a biodiversidade nos rios e áreas contíguas ao rio Acaraú, evita que haja assoreamento por erosão das margens do rio. Ainda, é preciso trabalhar no melhoramento do sistema de drenagem pluvial, para que possa haver segurança e estabilidade às áreas de risco.

Também é preciso que haja uma melhor fiscalização por parte dos órgãos públicos para minimizar o lançamento de resíduos sólidos e líquidos no canal do rio Acaraú. Outra medida importante é a construção participativa de um plano de emergência para ocorrência de catástrofes naturais que por ventura venham atingir essa região.

A educação ambiental precisa ser estimulada nos âmbitos individual e coletivo. Um programa de gestão de resíduos deve abordar redução, reutilização e reciclagem (3Rs). Os dois primeiros, especificamente, estão ligados ao respeito ao comportamento social. A reutilização precisa ser mais difundida junto à população. Já as pequenas indústrias e comércios presentes na região, necessitam de mudanças de comportamento na produção. Proporcionando mais durabilidade nos produtos e inserido medidas mais sustentáveis na sua linha de produção. Enfim, o trecho do rio Acaraú, na cidade de Sobral, é uma área de risco que necessita maior atenção por parte do poder público e atenção da população local para os processos que potencializam as inundações e enchentes em cidades ribeirinhas, como é o caso de Sobral.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR JÚNIOR, P. R. **A Cidade e o Rio: Produção do Espaço Urbano em Sobral-Ceará**. Dissertação de Mestrado. Fortaleza: Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Ceará, 2005.

ANDRADE FILHO, A. G.,SZÉLIGA, M. R., ENOMOTO, C. F.**Estudo de medidas não-estruturais para controle de inundações urbanas**. Ponta Grossa: Publicatio Uepg, 2000.

CRUZ, M. A. S.,TUCCI, C.E. M., SILVEIRA, A.L.L. **Controle do Escoamento com detenção em lotes urbanos**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Vol. 3, N.4, out/dez, São Paulo, p. 19-31,1998.

CRUZ, M. A. S.,TUCCI, C.E. M., SILVEIRA, A.L.L.**Controle da drenagem urbana no Brasil: avanços e mecanismos para sua sustentabilidade**. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, São Paulo, p. 7, 2007.

DUARTE, J. S. de S., CARACRISTI, I. **Clima e qualidade de vida na cidade de Sobral: Buscando a dimensão cotidiana dos estudos climáticos**. Revista Casa da Geografia de Sobral, v 6/7, n. 1. Sobral, p. 95-108, 2004/2005.

IBGE. **Censo Demográfico 2000**. MPOG. Governo Federal. Brasil. 2000.

IBGE. **Atlas de Saneamento**. MPOG. Governo Federal. Brasil. 2000.

IBGE. **Características do Município de Sobral-CE**. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/> . Acesso em: 21 fev 2015.

INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION. Onu. **How To Make Cities More Resilient A Handbook For Local Government Leaders: A contribution to the Global Campaign 2010-2015 Making Cities Resilient? My City is Getting Ready!**. Genebra: Isdr, 2004.

IPECE. **PERFIL BÁSICO MUNICIPAL 2015 SOBRAL**. 2015. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/>. Acesso em: 20 fev. 2016.

MARTINS, J. R. S. **Gestão da drenagem urbana: só tecnologia será suficiente?** Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, p. 2. 2012.

MELO, M. do S. de S.,et. al. **Estratégias adotadas pela secretaria da saúde e ação social de sobral, ceará, para o enfrentamento das enchentes em 2009**. Sanare Sobral, v. 9, n. 1, Sobral, p. 27-28,2010. Semestral. Disponível em: <<http://sanare.emnuvens.com.br/sanare/article/view/202>>. Acesso em: 06 mar. 2016.

MIGUEZ, M. G., VEROL, A. P., REZENDE, O. M.**Drenagem Urbana: Do projeto tradicional a sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 366,2015.

MONTEIRO, N. V. A. **Outra Perspectiva de Proteção e Preservação das Margens do Rio Acaraú**. Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Sobral, 2012.

OFDA/CRED – The Office of US Foreign Disaster Assistance/Centre for Research on the Epidemiology of Disasters – Université Catholique de Louvain – Annual Disaster Statistical Review 2008 – The numbers and trends, Brussels, Belgium, 2009. Disponível em: www.emdat.be/Documents/Publications/ADSR_2008.pdf.

PINTO, J. E. **O dragão**. Rio de Janeiro, GRD, 1964.

RIO ACARAÚ Grade Enchente no. Jornal Correio da Semana, Sobral. 15 fev. 1965, ano 48, nº2. Notícias, p. 7.

SAMPAIO, T. de Q. et. al. **A atuação do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) na gestão de riscos e resposta a desastres naturais**. In: CONGRESSO DE GESTÃO PÚBLICA, 6., 2013, Brasília. Anais... Brasília: Brasil, p. 1 – 27, 2013.

SIMÕES, J. G. G. et al. **Análise do risco de enchentes e inundações na Av. Cristiano Machado, Belo Horizonte, MG**. Revista Geonorte, v. 5, n. 1. Manaus, p. 867-880, 2012.

THE INTERNATIONAL DISASTER DATABASE (Bélgica). **EM-DAT Database**: Centre for Research on the epidemiology of disasters-CRED. 2015. Disponível em: <http://www.emdat.be/database>. Acesso em: 06 mar. 2016.

TOMINAGA, L. K., SANTORO, J., AMARAL, R. (Orgs.) **Desastres Naturais: conhecer para prevenir**. 1. Ed. /2º reimpressão. São Paulo: Instituto Geológico. São Paulo, p.196,2011.

TOMINAGA, L. K. Escorregamentos. In: TOMINAGA, Lídia Keiko. **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico. São Paulo, p. 27-38, 2009.

TUCCI, C. E. M. **Aspectos institucionais do controle das inundações urbanas**. Seminário de Recursos Hídricos do Centro- Oeste. Brasília, p.1-16, 1999.

TUCCI, C. E. M., PORTO, R. L. L., BARROS, M. T. **Drenagem urbana**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul/ABRH. Rio Grande do Sul, p.428, 1995.

UN-ISDR - International Strategy for Disaster Reduction. 2009. Terminology on Disaster Risk Reduction. Disponível em <http://www.unisdr.org>. Acesso em agosto de 2009.

VENÂNCIO, R. **Espaços da Experiência Como Espaços da Memória: Narrativas e Imagens entre os Canoeiros do Rio Acaraú**. Dissertação de Mestrado. Fortaleza: Programa de Pós-Graduação em Sociologia, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2009.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (Estados Unidos da América). **Disaster Risk Reduction Programme**. 2016. Disponível em: <http://www.wmo.int/pages/prog/drr/>. Acesso em: 25 fev. 2016.