

Impactos hidrometeorológicos na cidade de Sobral-CE: episódio do dia 03 de novembro de 2013.

Hydrometeors impacts in Sobral city, Ceará state: episode of 03 november 2013.

Soares¹, L. P.; Ferreira, E. M.; Ferreira², X. X.; Carneiro³, C. da S.
lucaspsgeo@gmail.com

Resumo

A partir do presente trabalho foi realizada uma análise em torno dos impactos hidrometeorológicos, causados pelo evento do dia 03 de novembro de 2013, para a cidade de Sobral-CE. O estudo tem como fundamento teórico-metodológico os ensinamentos de Monteiro (1976), tomando como base, o Sistema Clima Urbano, a partir do subsistema hidrometeorológico, com o propósito de realizar um estudo que identifique os impactos oriundos de eventos climáticos responsáveis por variações extremas no ritmo climático. Procurou-se caracterizar a gênese do evento com base na dinâmica atmosférica regional aliada a componente geográfica, em particular o fator climático relevo, algo destacado por Monteiro (1973). O evento por si só demonstra violência e variações que fogem do ritmo habitual, a partir de impactos acentuados devido a interação socioambiental, reveladora das fragilidades ambientais e sociais, frente a problemática oriunda no ambiente urbano.

Palavras-chave: Climatologia Geográfica; Impactos Hidrometeorológicos; Sobral-CE.

Abstract

From this study an analysis was performed around the hydrometeors impacts caused by the day 3 november 2013 event, to the city of Sobral -CE. The study is theoretical and methodological foundation the Monteiro's teaching (1976) , based on the Urban Climate System , from hydrometeors subsystem, with the purpose of conducting a study to identify the impacts arising from climate events responsible for extreme variations the climate pace. He sought to characterize the genesis of the event based on regional atmospheric dynamics combined with geographic component, in particular the climate relief factor, something highlighted by Monteiro (1973). The event itself demonstrates violence and variations that are beyond the usual pace from sharp impacts due to environmental interaction, revealing the environmental and social weaknesses , against the problems arising in the urban environment.

Keywords: Climatology Geographic; Hydrometeors impacts; Sobral-CE.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento urbano desenfreado, e pouco planejado em torno dos recursos naturais, é algo recorrente em todas as metrópoles e cidades médias brasileiras. Evidencia-se nestas, conflitos socioambientais resultantes de uma cultura danosa ao meio ambiente e as populações mais carentes, sendo negado melhores condições de vida a estas, que encontram-se em situação de vulnerabilidade socioambiental aos impactos oriundos das mais diversas ordens.

Essa relação conflituosa entre a sociedade e a natureza, se torna mais evidente em períodos dotados por fortes anomalias no ritmo climático, notadamente associado a impactos hidrometeorológicos, no qual as modificações ambientais realizadas pela a sociedade são intensificadas e causam transtornos, muitas vezes responsáveis pela subtração de vidas humanas.

Impactos hidrometeorológicos são de difícil previsão, sendo mais interessante sua prevenção, amenizando os efeitos destes sobre a superfície, como bem destaca Monteiro (2003). A prevenção

¹Lucas Pereira Soares, Curso de Geografia/Laboratório de Geoprocessamento, Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral-CE, Brasil

²Érika Martins Ferreira, Curso de Geografia/Laboratório de Geoprocessamento, Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral-CE, Brasil

³Camila da Silva Carneiro, Curso de Geografia/Laboratório de Geoprocessamento, Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral-CE, Brasil

só é possível a partir de estudos voltados a compreensão da gênese dos fenômenos atmosféricos, aliados ao entendimento da relação dialética entre sociedade e natureza.

Dessa forma, objetiva-se com esse trabalho caracterizar os efeitos de um episódio hidrometeorológico para a cidade Sobral-CE, que ocorreu em um período atípico, no dia 03 de novembro de 2013, evidenciando um caso completamente excluído do período chuvoso da região, que ocorre entre os meses de fevereiro e maio, demonstrando assim a influência de outros componentes geográficos e atmosféricos que também atuam na dinâmica dos tipos de tempo.

Como objeto de estudo, Sobral é uma cidade de porte médio, localizada na região norte do estado do Ceará, cuja ocupação remete ao século XVIII, com grande parte da população estabelecida em uma área de planície fluvial, as margens, região de médio curso, do rio Acaraú, segunda maior bacia hidrográfica do Estado (Figura 01).

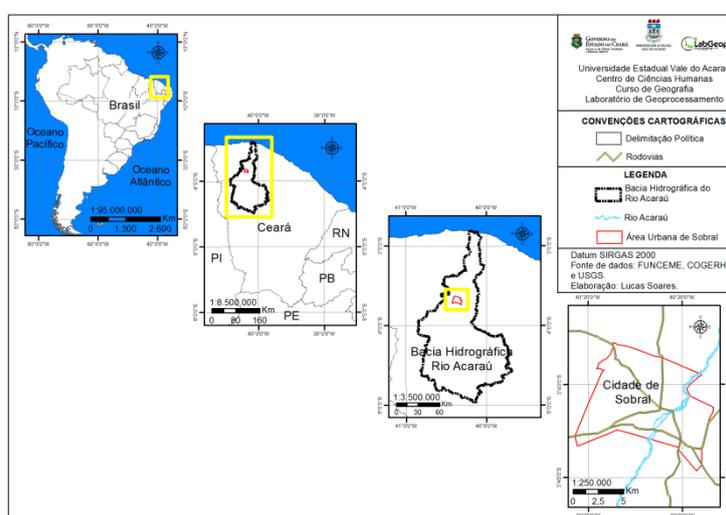


Figura 01: Localização da área de estudo. **Fonte:** autores (2016).

2. METODOLOGIA

Como fundamento metodológico ao artigo, destacam-se os princípios adotados por Monteiro (1971 e 1973) ao tratar do fundamento rítmico, pela relação dos tipos de tempo com o contexto regional pertinente a circulação atmosférica, e Monteiro (1976 e 2000) no estabelecimento do Sistema Clima Urbano (SCU), a partir da integração holística com base na Teoria Geral dos Sistemas (TGS), o que possibilita lidar com a complexidade do ambiente urbano, a fim de acentuar as percepções da realidade no contexto climático regional, local e microclimático.

A pesquisa contempla uma série temporal de 25 anos (1990-2014), com ênfase em compreender anomalias no ritmo climático para a cidade de Sobral-CE, responsáveis por eventos extremos associados a precipitação, sendo porém selecionado para o presente trabalho, apenas um evento, que se configurou no dia 03 de novembro de 2013.

A escala espacial da pesquisa vai além dos limites urbanos, ao considerar a influência das condicionantes climáticas e geoambientais para a área em estudo.

Compreende-se que a escala climática local, onde está inserida a cidade, é influenciada pela constante regional, assim foi desenvolvido um estudo partindo das escalas superiores para inferiores, como destaca Monteiro (1971 e 1973), ao informar que a gênese dos tipos de tempo só pode ser concebida pela circulação regional, a partir da individualização dos sistemas atmosféricos e das massas de ar (MONTEIRO, 1991).

O mesmo se aplica a condicionante geoambiental, já que a escala de estudo deve levar em consideração os fenômenos que podem atravessar a região estudada (MONTEIRO, 2000), e neste sentido insere-se a cidade de Sobral, que é dividida pelo rio Acaraú, além de estar nas proximidades do maciço residual da Meruoca, cuja altitude supera os 1000m, como observado na Figura 02.

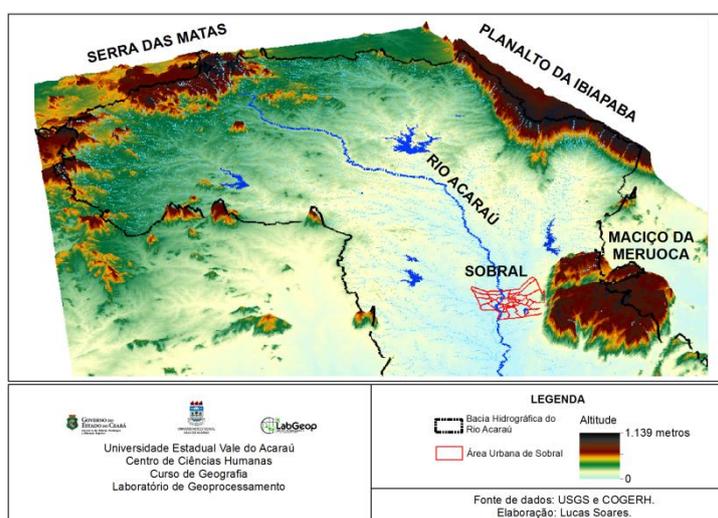


Figura 02: Modelagem em 3D identificando o alto e médio curso da bacia hidrográfica do rio Acaraú, o maciço residual da Meruoca e a cidade de Sobral. **Fonte:** autores (2016).

No caso dos corpos hídricos, deve-se “procurar a causalidade e tipologia no conjunto hidrodinâmico da bacia, e não apenas dentro dos limites territoriais do sistema que se montou” (MONTTEIRO, 2000, p. 90). No que tange ao maciço da Meruoca, ressalta-se brisa de montanha oriunda do efeito orográfico deste, que pode ser intensificada a partir da dinâmica de sistemas convectivos.

Dessa forma, procurou-se contextualizar a cidade dentro da bacia hidrográfica do rio Acaraú, relacionando ainda, a dinâmica regional ao entrave geomorfológico caracterizado pelo maciço da Meruoca, a fim de ter uma aceção maior dos efeitos da precipitação e o aumento do nível dos recursos hídricos entre o alto e médio curso do Acaraú, onde se localiza a área urbana de Sobral, bem como entender a dinâmica oriunda da orografia para a cidade.

2.1. Procedimentos metodológicos

As anomalias no ritmo climático, para a região equatorial, são atribuídas principalmente ao elemento precipitação, como já estacado por Monteiro (1991). Desta forma a pesquisa refere-se ao estudo de impactos decorrentes de eventos climáticos adversos, associados a chuvas intensas, considerando o Sistema Clima Urbano (MONTEIRO, 1976), a partir do subsistema hidrometeorológico, desenvolveu-se o trabalho com base nas seguintes etapas:

Etapa I - Diagnóstico integrado dos componentes atmosféricos, em particular a precipitação, a fim de identificar anomalias no ritmo climático caracterizados pela configuração de eventos extremos no meio urbano.

Etapa II - Coleta de dados pluviométricos em 60 postos, disponibilizados pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), que compreendem além da cidade de Sobral, toda a área da bacia hidrográfica do rio Acaraú, como destacado na Figura 03.

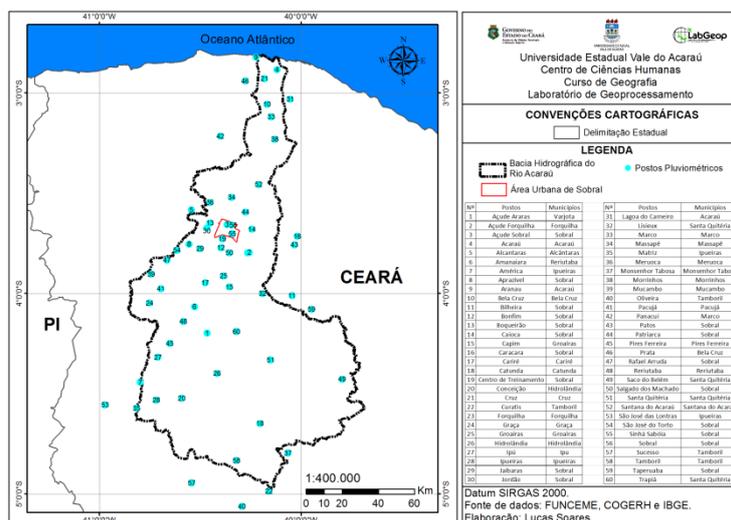


Figura 03: localização dos postos pluviométricos utilizados na pesquisa. Fonte: autores (2016).

Etapa III - Interpretação da circulação regional, a partir de cartas sinóticas, oriundas da Marinha do Brasil, e imagens de órbita geostacionária do satélite GOES 13, canais visível, vapor d'água, realçada e infravermelho, e imagens produzidas pelo sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*), provenientes dos satélites Aqua e Terra, em todos os casos disponibilizadas pelo Departamento de Satélites Ambientais (DSA), do CPTEC/INPE.

Etapa IV - Consulta a registros da Defesa Civil para o dia 03 de novembro de 2013, além de reportagens jornalísticas locais e regionais que abordaram os efeitos adversos gerados pelo evento.

Etapa V - Tratamento espacial dos dados, realizado a partir do *software ArcGIS 10.1*, pela extensão *ArcMap 10.1*, produzindo mapas geostatísticos, de estatística celular e hipsométrico.

Os mapas geostatísticos foram desenvolvidos utilizando a ferramenta *Geostatistical Analyst*, considerando a produção de modelos de interpolação pelo método *kriging simple*. Estes

modelos foram ainda analisados e corrigidos, respectivamente, pelas ferramentas *Cross Validation* e *Validation/Prediction*, ambas funcionalidades do *ArcMap* 10.1.

Os mapas de estatística celular foram produzidos a partir do tratamento das imagens de satélite do GOES 13 pela ferramenta *Cell Statistics* (estatística celular, mapa de nebulosidade), sendo possível a partir dos procedimentos indicados por Soares (2015), identificar, mapear e delimitar de maneira precisa a nebulosidade associada aos sistemas atmosféricos que influenciaram a dinâmica pra a área de estudo.

O mapa hipsométrico foi desenvolvido a partir de imagens de radar, com resolução de 30m, do projeto SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), disponibilizadas pelo USGS (*United States Geological Survey*). Posteriormente foi produzido uma cena em 3D, na extensão *ArcScene*, do *ArcGIS* 10.1.

A partir destes procedimentos, desenvolveu-se para a cidade de Sobral, um estudo em torno da gênese dos tipos de tempo responsáveis pelos impactos hidrometeorológicos em ambiente urbano, identificando as fragilidades socioambientais oriundas da relação entre o evento extremo climático e a cidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Impactos hidrometeorológicos extremos, durante o período seco do ano, entre agosto e novembro, são pouco comuns no estado do Ceará. Fato este associado principalmente a dinâmica climática zonal, marcada pelos períodos de inverno e primavera.

No inverno há um resfriamento das Temperaturas de Superfície do Mar (TSM) no Hemisfério Sul, impedindo ou dificultando o desenvolvimento de sistemas atmosféricos com atividade convectiva de grande escala, como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) ou os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN) (SOARES, 2015).

Há entre junho e setembro, como destacado nos estudos de Soares (2015), dominância quase total da massa Equatorial atlântica (mEa), salvo em alguns momentos, quando há participação episódica das Ondas de Leste, ou atuação episódica e bastante enfraquecida de Repercussões de Frente Fria (RFF) e dos VCAN, que em determinados casos resultam em chuvas mais abundantes, quando da participação das OL, e em precipitação fraca ou nula, quando em atuação das RFF e dos VCAN.

Na primavera inicia-se o aquecimento das TSM para o Hemisfério Sul, cujo pico culmina apenas no verão. Conforme Soares (2015), este é um período de transição, marcado ainda pela intensa atuação da mEa nos tipos de tempo, porém já apresentando maior dinâmica das RFF e dos VCAN. Em novembro a massa de ar Equatorial tem participação mais fragilizada, sendo

evidenciada maior dinâmica associada aos VCAN e as RFF, cujo domínio já é caracterizado no mês de dezembro.

Em condições favoráveis à precipitação, novamente a partir do informado por Soares (2015), os sistemas predominantes na quadra chuvosa do Ceará, que vai de fevereiro a maio acontece justamente no momento de maior aquecimento dos oceanos no Hemisfério Sul, são a ZCIT, como principal sistema, e os VCAN e as RFF, atuando de forma secundária. No período de pós-quadra chuvosa, entre maio e junho, tem-se domínio da mEa e das OL, no seco, que vai de agosto a novembro, predomina a mEa, e na pré-quadra chuvosa, entre dezembro e janeiro, dominam os VCAN e as RFF.

Para o episódio do dia 03 de novembro de 2013 na cidade de Sobral, destaca-se a participação intensa de um VCAN, cuja configuração clássica identificada por Gan e Kousky (1986) inicia-se no dia 01 de novembro, com dinâmica acentuada já no dia 03 de novembro de 2013, como evidenciado na Figura 04. Associado a este sistema destacam-se sistemas menores alimentados pela dinâmica do VCAN, tais como os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM), responsáveis por nebulosidade convectiva isolada.

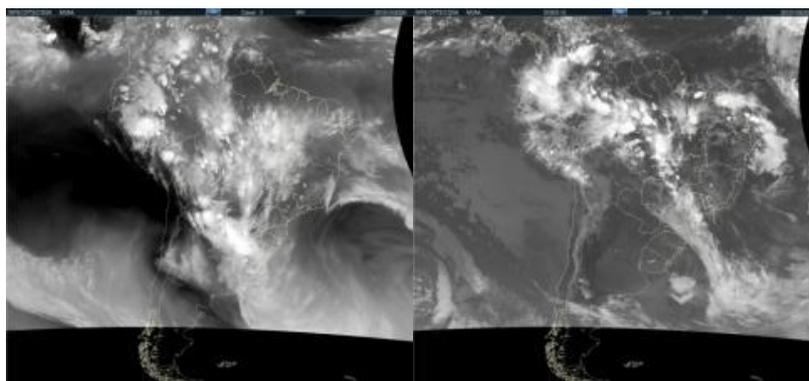


Figura 04: imagens do satélite GOES 13 (WV) referente aos dias 01 e 03 de novembro. **Fonte:** CPTEC (2016).

A nebulosidade predominante do VCAN tem sentido oeste para leste, adentrando no Ceará pela fronteira com o Piauí. Apresenta forte cobertura de nuvens, como observado na Figura 05, principalmente na porção norte do Estado, quando dessa dinâmica do vórtice, se configura um intenso CCM.

O CCM, a partir da dinâmica do VCAN, apresenta deslocamento irregular de oeste para leste, sob uma circulação horária, com vorticidade ciclônica nos baixos níveis, algo comum a esses sistemas convectivos, como identificado por Cotton et al. (1989 *apud* CAMPOS, LIMA e PINTO, 2008). Esse movimento irregular ciclônico tem entre 19:30 e 20:30 GMT um rápido contra fluxo de leste para oeste, mantendo-se sob a cidade de Sobral, e imediações próximas, a uma temperatura de topo de nuvem entre -70°C e -80°C (Figura 05).

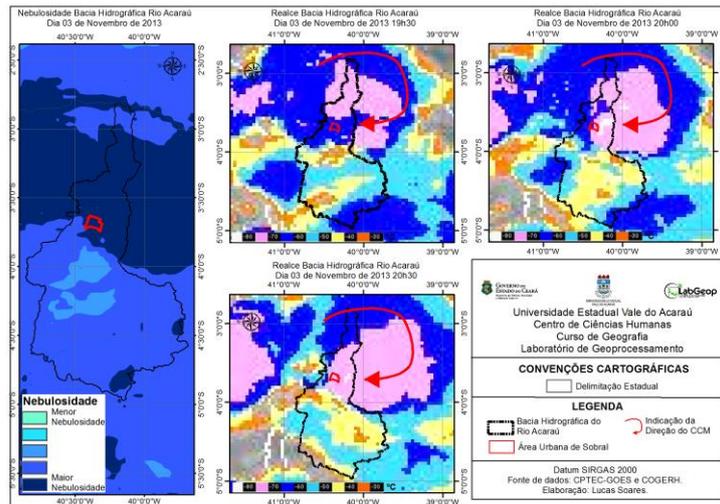


Figura 05: mapa desenvolvido a partir das imagens do satélite GOES 13, canal IR e realce, para o dia 03 de novembro de 2013. **Fonte:** CPTEC (2016), autores (2016).

O CCM se manteve constante e com forte nebulosidade, em toda a região que abrange parte do médio e no baixo curso do rio, como identificado no mapeamento da nebulosidade da Figura 05, porém apenas na área urbana e proximidades de Sobral apresentou maior pluviosidade, dado pelo contra fluxo da nebulosidade proveniente do deslocamento do Complexo Convectivo, que vai de encontro ao maciço da Meruoca, e este age como barreira orográfica, a partir de sua vertente leste, caracterizando o fenômeno de barlavento, responsável por chuvas intensas em suas proximidades, como observado na Figura 06.

As baixas temperaturas de topo de nuvem (Figura 05) permitem maior possibilidade de precipitação pluvial e, também de granizo, como registrado no posto do distrito de Jordão (83 mm), área rural de Sobral, que se encontra mais próximo ao maciço da Meruoca, porém, a maior precipitação ocorreu no posto do bairro Sinhá Sabóia (89,8 mm), área urbana de Sobral. Os demais postos, localizados nas imediações, apresentaram pluviosidade entre 30 e 60 mm.

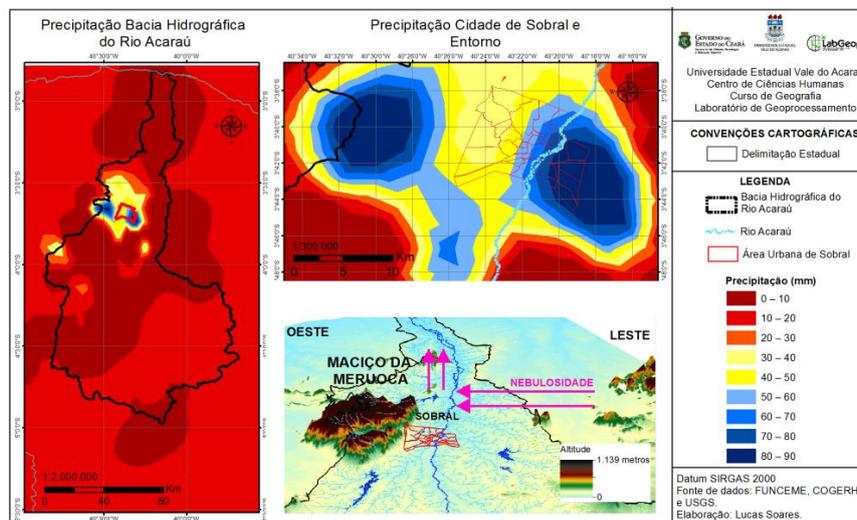


Figura 06: mapas de precipitação e representação em 3D da área em estudo. **Fonte:** FUNCEME (2016) e USGS (2016), autores (2016).

Associado ao CCM tem-se ainda fortes rajadas de vento (SILVA DIAS, 1987), que na área urbana foi responsável por diversos impactos. Como mostra a reportagem do jornal O Povo (CEARÁ, 2013a) houve queda da antena de uma emissora de rádio local, atingindo quatro residências e ferindo moradores, parte do teto de um shopping recém-inaugurado desabou com o temporal, além disso, foi relatado a queda de 30 árvores no Centro da cidade, e várias residências tiveram seus portões de alumínio arrancados devido aos fortes ventos (Figura 07).



Figura 07: impactos do dia 03 de novembro de 2013. **Fonte:** Ceará (2013a)

Conforme o portal de notícias G1, a Defesa Civil de Sobral registrou várias ocorrências de quedas de árvores e fios de alta tensão. Destaca-se ainda o desabamento do teto de uma escola técnica municipal e grande incidência de raios ocasionando interrupção parcial de diversos serviços na cidade.

Os jornais O Povo (CEARÁ, 2013a) e Diário do Nordeste (CEARÁ, 2013b), informaram ainda que diversos pontos da cidade sofreram com inundações, desabamentos, provocando difícil acesso pelas ruas, além de queda de energia e de placas de sinalização. No que se refere as inundações, novamente os bairros mais atingidos são aqueles próximos a planície fluvial, ou planícies lacustres e flúvio-lacustres associadas ao rio Acaraú.

A Defesa Civil resumiu assim o evento do dia 03 de novembro de 2013:

Uma forte chuva acompanhada por ventania, raios e trovões na tarde deste domingo (3) deixou um rastro de destruição e prejuízos em várias áreas de Sobral. O temporal começou por volta das 16h30 e durou cerca de uma hora. No final, dezenas de árvores arrancadas, portões e placas de sinalização no chão, telhados destruídos e semáforos queimados (BRASIL, 2013, p. 01).

Estes eventos por si só demonstram violência e variações que fogem do ritmo habitual. Aliado a isso, tem-se os impactos acentuados devido a interação socioambiental, reveladora das fragilidades ambientais e sociais, frente a problemática oriunda dos eventos extremos em ambiente urbano.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os impactos hidrometeorológicos protagonizados no dia 03 de novembro de 2013 foram caracterizados de maneira intensa na cidade Sobral, principalmente levando em conta a localização desta nas proximidades do rio Acaraú, passível de inundações periódicas associadas a eventos extremos climáticos, e mesmo junto ao maciço da Meruoca, principal fator atmosférico, responsável pela efetivação das chuvas neste episódio, contribuindo de maneira significativa ao desenvolvimento de diversos impactos socioambientais.

Devido a falta de chuvas no alto curso do Acaraú, os impactos associados a inundações foram reduzidos, se comparados aqueles identificados no período chuvoso, quando o rio apresenta maior carga hídrica. Os impactos mais significativos referem-se aos fortes ventos, que causaram estragos mais expressivos. Tais eventos que associados intrinsecamente a componente social, comprometem ainda mais a falta de estrutura da cidade, dificultando a vida dos cidadãos.

Quanto a condicionante regional, importante observar a participação dos VCAN, que neste período do ano, comumente não são sistemas responsáveis por chuvas intensas, algo mais recorrente entre os meses de dezembro e janeiro, na pré-quadra chuvosa do Ceará, porém como observado neste trabalho, quando associados a componente geoambiental, estes tem sua dinâmica intensificada, sendo responsáveis por diversos impactos. Desta forma, torna-se importante o desenvolvimento de estudos que compreendam a participação destes na transição entre período seco e pré-quadra chuvosa.

Em eventos desta magnitude e de difícil previsão, cabe o planejamento adequado a partir de estudos específicos e tomada de decisões em prol da qualidade de vida nas cidades, enfatizando sempre a busca pela inserção daquelas populações que se encontram em situação de maior vulnerabilidade socioambiental e, portanto mais frágeis a tais eventos hidrometeorológicos.

5. REFERÊNCIAS

BRASIL. Sistema nacional de proteção e Defesa Civil. **Formulário de Informações do Desastre - FIDE**. 2013. Disponível em:< www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm>, acessado em: 02/06/2016.

_____. Marinha do Brasil. **Cartas Sinóticas**. 2016. Disponível em:< www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm>, acessado em: 02/06/2016.

_____. Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC). **Banco de dados de imagens**. 2016. Disponível em:< <http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes.formulario.logic>>, acessado em: 02/06/2016.

CAMPOS, Cláudia Rejane Jacondino de; LIMA, Edna Cristina Sodré; PINTO, Luciana Barros. Complexo Convectivo de Mesoescala Observado em 27/11/2002 no Nordeste da

Argentina. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, Rio de Janeiro, v. 31, n. 2, p.23-32, jun. 2008. Disponível em: <http://www.anuario.igeo.ufrj.br/anuario_2008_2/2008_2_23_32.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2016.

CEARÁ. Jornal O Povo. **Radar**. 2013a. Disponível em:< www.opovo.com.br>, acessado em: 02/06/2016.

_____. Jornal O Diário do Nordeste. **Zona Norte**. 2013b. Disponível em:<www.blogsdiariodo-nordeste.com.br>, acessado em: 02/06/2016

GAN, M. A.; KOUSKY, V. E. Vórtices ciclônicos da alta troposfera no oceano Atlântico Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**; 1986, v1, 19-28.

MONTEIRO, C. A. F. **Análise Rítmica em Climatologia**. Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo. São Paulo. 1971.

_____. **A dinâmica climática e as chuvas do estado de São Paulo: estudo geográfico sob forma de atlas**. São Paulo: IGEOG, 1973.

_____. **Teoria e Clima Urbano**. Série Teses e Monografias nº25. São Paulo: Instituto de Geografia/USP, 1976.

_____. **Clima e excepcionalismo**: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico. Florianópolis: Ed. UFSC, 1991.

_____. **Geossistemas**: a história de uma procura. São Paulo: Contexto, 2000.

_____. O estudo do clima urbano no Brasil. In: Monteiro, C.A.F; MENDONÇA,F (Orgs). **Clima urbano**. São Paulo: Contexo, 2003.

SILVA DIAS, Maria Assunção Faus da. Sistemas de mesoescala e previsão do tempo a curto prazo. **Revista Brasileira de Meteorologia**; 1987; Vol. 2, 133-150.

SOARES, L. P. **Caracterização climática do estado do Ceará com base nos agentes da circulação regional produtores dos tipos de tempo**. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará. 2015. 241 p.

Recebido em: 14/08/2016

Aceito para publicação em: 01/10/2016