



# EPISÓDIOS HIDROMETEÓRICOS CONCENTRADOS E IMPACTOS NO SÍTIO URBANO DE FORTALEZA / CE: O CASO DO BAIRRO AUTRAN NUNES

# CONCENTRATED HYDROMETEORS EPISODES AND IMPACTS IN THE CITY OF FORTALEZA / CE: THE CASE OF THE NEIGHBORHOOD AUTRAN NUNES

João Luis Sampaio Olimpio<sup>1</sup> Camila Freitas Câmara<sup>2</sup> Maria Elisa Zanella<sup>3</sup>

### **RESUMO**

Este artigo trata sobre os episódios hidrometeóricos concentrados e os consequentes impactos gerados no sítio urbano de Fortaleza/CE, enfocando-se os ocorridos no bairro Autran Nunes. A expansão urbana desta cidade implicou na ocupação de áreas susceptíveis ás inundações por populações socialmente vulneráveis, expondo-as aos riscos naturais. A fundamentação teórica assentou-se no Sistema Clima Urbano e na abordagem socioambiental. Constatou-se que durante os episódios concentrados as condições socioeconômicas e a desorganização do território são fatores que ampliam os riscos naturais, provando vários danos e prejuízos no espaço citadino.

Palavras-chaves: S.C.U; abordagem socioambiental; Fortaleza; impactos hidrometeóricos.

<sup>1</sup> Mestrando em Geografia - UFC, Fortaleza – CE joao.luis\_ce@hotmail.com <sup>2</sup> Mestranda em Geografia - UFC, Fortaleza-CE. camara.cf@hotmail.com

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Profa. do Programa de Pós-Graduação em Geografia - UFC, Fortaleza-CE. <u>elisazv@terra.com.br</u>

### www.geografia.ufpr.br/raega/ ISSN: 2177-2738

### **ABSTRACT**

This article concentrates on the meteoric episodes and the resulting impacts on the urban site in Fortaleza/CE, focusing on those occurring in the neighborhood Autran Nunes. Urban expansion has involved the occupation of flood prone areas for socially vulnerable populations by exposing them to natural risks. The theoretical framework was based on the Urban Climate System and socioenvironmental approach. It was found that during episodes concentrated socioeconomic conditions and disorganization of the territory are factors that enhance the natural risks, many proving damages in urban areas.

**Key words:** U.C.S.; socio-environmental approach; Fortaleza; hydrometeoric impact.

# **INTRODUÇÃO**

Na antiguidade as relações entre sociedade e natureza foram marcadas pelos processos de ajustamento, onde o homem apreendia e transformava os recursos naturais essenciais ao seu desenvolvimento. Tais relações mantiveram estados de conflito e harmonia, de oportunidades e riscos, mas permanecendo dentro de certos limites de equilíbrio entre os sistemas ambientais, socioeconômicos e culturais. A partir da Revolução Industrial, esta situação é rompida, principalmente em decorrência da apropriação das paisagens naturais e rurais pelas sociedades urbanas, tomando precedentes ainda não presenciados pela história do homem, criando cenários ainda não completamente entendidos e refletindo em estados de degradação e de exposição de grupos específicos aos riscos ambientais.

Estes riscos se acentuam durante episódios climáticos extremos, os quais mesmo diante do atual progresso técnico-científico são fenômenos difíceis de serem gerenciados, atingindo milhões de pessoas, principalmente nos países em desenvolvimento, onde há carência de sistemas de gestão dos riscos ambientais.

Os riscos, assim como, os desastres, as catástrofes, os acidentes, os perigos naturais, e outros, são fenômenos de ordem humana, pois somente adquirem relevância para as sociedades quando atingem espaços habitados ou de importância econômica (MENDONÇA, 2005). Todavia, resultam da ocorrência de eventos naturais intensos, entre os quais se destacam, nas

regiões tropicais, os episódios pluviais concentrados.

Durante as últimas décadas houve um aumento na frequência e na magnitude destes eventos. Embora se reconheça a veracidade das mudanças climáticas, atribuir somente à natureza a responsabilidade pelos danos é um equívoco. Cabe ao ser humano à ampliação da vulnerabilidade das sociedades e, por consequência, a elevação da intensidade dos danos (VEYRET; RICHEMOND, 2007; REBELO, 2008).

Os impactos hidrometeóricos são mais significativos nos espaços urbanos devido à aglomeração de pessoas e infraestruturas, a desorganização da expansão urbana, pelas formas de ocupação do espaço e uso dos recursos naturais, a segregação socioespacial e a fixação de capitais fixos sobre ambientes frágeis (MARCELINO, et al, 2006), de modo que as limitações e as potencialidades de cada ambiente aos usos urbanos não vem sendo consideradas durante a processo de expansão urbana. Assim, há a necessidade de organizar o espaço construído de forma coerente (HÉTU, 2003).

Nos períodos chuvosos ocorrem impactos como enchentes, alagamentos, deslizamentos, entre outros, responsáveis por diversos problemas sociais e econômicos, como mortes, desalojados, danos aos bens públicos e privados, comprometimentos dos serviços básicos, à saúde pública, a economia e a desorganização do espaço.

Este cenário encontra-se no município de Fortaleza, notadamente nos espaços mais carentes da cidade, como o bairro Autran Nunes (Figura 1). Sobre esses espaços, a associação da vulnerabilidade dos indivíduos frente aos eventos pluviais concentrados possibilita a ocorrência de diversos impactos, que desorganizam o sítio urbano e põem em risco vidas e bens materiais e imateriais. Nestes termos, esta pesquisa visa compreender a dinâmica do sistema climático e suas repercussões sobre o espaço geográfico, destacando-se os impactos gerados, principalmente no bairro em estudo, buscando produzir informações para a gestão dos riscos naturais de ordem hidroclimatológica. Assim, aplica-se uma abordagem ambiental fundamentada na perspectiva de inter-relações entre sociedade e natureza.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A fundamentação teórica apoiou-se na proposta de Monteiro (2011) para os climas dos espaços citadinos. Assim, utilizou-se o Sistema Clima Urbano - SCU, o qual realiza uma abordagem sistêmica dos fenômenos naturais e sociais, enfocando os episódios pluviais concentrados e suas repercussões sobre o espaço geográfico das cidades.

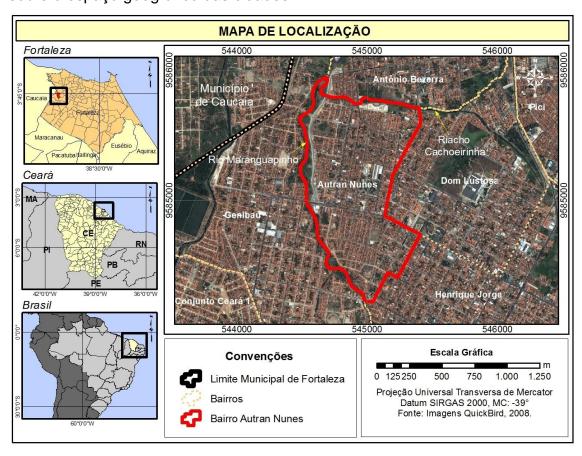


Figura 1 – Mapa de localização do bairro Autran Nunes/CE.

O meio ambiente urbano comporta-se como um sistema aberto, onde a cidade é fruto das inter-relações entre os elementos naturais e os construídos pelo homem (BRANDÃO, 2006). Deste modo, para a compressão dos climas urbanos é necessário a identificação dos sistemas atmosféricos regionais aliado aos processos antropogênicos que alteraram a superfície terrestre (MONTEIRO, 2011).

Embora a análise dos elementos geográficos do clima urbano se caracterize pela interação dos mesmos, é necessário aglutiná-los em grandes conjuntos dentro de universo climático, que devem ser dirigidos aos canais da percepção sensorial humana. Deste modo, o SCU é analisado sob três subsistemas, cada qual com um canal de percepção próprio, são eles: termodinâmico, físico-químico e hidrometeórico. Nesta pesquisa, empregou-se o campo hidrometeórico, o qual visa analisar os impactos das precipitações sobre os espaços urbanos. Assim, foram considerados como impactos hidrometeóricos os eventos que refletem as variações extremas aos padrões habituais do ritmo climático (MONTEIRO, 2003).

Além do SCU, adota-se também a Abordagem Socioambiental de Mendonça (2002), já que a problemática dos riscos naturais, eventos extremos e seus impactos pressupõe um tratamento que envolva as relações entre sociedade e natureza.

Utilizaram-se dados diários da série 2000 a 2010, fornecidos pelo posto meteorológico do campus do Pici da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME. As precipitações foram agrupadas em intervalos de 20 mm, contados a partir da ocorrência de chuvas iguais ou superiores a 20 mm/24h. Deste modo, as precipitações inseridas no intervalo de 20 a 60 mm/24h foram consideradas habituais ao ritmo climático, pelo fato de ocorrem com maior frequência e ainda por não causarem maiores danos à cidade. Enquanto as iguais ou superiores a 60 mm/24h foram definidas como episódios pluviais concentrados e no interior destas destacam-se as chuvas superiores a 100 mm/24h, considerando-as como episódios diários extremos (ZANELLA, 2006), já que causam maiores impactos à cidade de Fortaleza. Para identificação dos sistemas atuantes, em nível regional, utilizaram-se as imagens dos satélites GOES-8 e GOES-12, no canal 4 (infravermelho), fornecidas pelo Centro de Previsão e Estudos Climáticos – CPTEC/INPE.

Empregou-se a proposta de Xavier (2001) para a classificação pluviométrica anual, em função da quadra chuvosa. Para análise dos impactos ocorreu a seleção dos dados junto a Defesa Civil Municipal de Fortaleza, além de notícias divulgadas na imprensa local. Por fim, utilizou-se o *software* ArcGis 9.3 para a produção de material cartográfico.

### Conceituando Risco Natural, Perigo e Vulnerabilidade

Embora estes termos sejam comuns na literatura científica e no senso comum, eles apresentam sérias incongruências conceituais, por vezes, tornando-os fragmentados, contraditórios e sem precisão. Os mesmos são estudados por vários ramos do conhecimento, os quais produzem reflexões, métodos próprios e diferentes entre si, dificilmente considerando os avanços conquistados pelos demais campos do saber (MARANDOLA JR; HOGAN, 2004). Ademais, as diferenças de significado destes termos entre as línguas anglo-saxônicas e latinas e, por sua vez, nas suas traduções promovem demasiada confusão.

Assim, a noção de risco é empregada em uma situação de futuro incerto e de probabilidade de que um evento danoso atue sobre uma população e seus bens materiais e imateriais reconhecidamente vulneráveis, causando danos e prejuízos. Nestes termos, os riscos somente ocorrem na presença simultânea de um evento perigoso e de uma vulnerabilidade.

Há riscos que estão presentes no cotidiano, em diversas atividades que cada indivíduo realiza corriqueiramente. A materialização dos mesmos é caracterizada pela frequência elevada e pela magnitude reduzida, de tal modo que as sociedades, normalmente, se adaptam as condições impostas. Outros riscos distinguem-se pela excepcionalidade, marcados pela magnitude significativa, provocando, em curto prazo, impactos mais severos sobre os indivíduos e na desorganização do território. Desde modo, várias ciências dedicam-se ao estudo de riscos específicos, resultando em uma tipologia que abarca as diversas situações em que pessoas, bens, serviços e o meio ambiente podem encontrar-se expostos de alguma forma aos fenômenos potencialmente danosos. Esta situação inspirou a construção de uma nova ciência, de caráter interdisciplinar e sistêmico, a Cindínica, dedicando-se ao estudo dos riscos (KERVERN, 1995).

Neste sentido, o termo risco recebe um complemento identificador da origem do fenômeno perigoso, como natural, tecnológico, econômico, social, político, entre outros. Todavia, ressalta-se que independente da origem, o

risco sempre será humano, pois somente se forma quando pode atuar sobre uma sociedade vulnerável. Veyret e Richemond (2007) acrescentam que o risco é definido a partir da percepção individual e coletiva de um perigo potencial, sendo apreendida por representações mentais e práticas específicas.

Entre estes riscos destacam-se os ambientais, os quais se inscrevem nas relações sociedade/natureza, fundamentadas sobre as atuais tendências da abordagem ambiental. Referem-se a uma situação probabilística em que ocorrem conjuntamente um perigo ambiental, proveniente da dinâmica do sistema natural, do uso inadequado de uma tecnologia antropogênica ou de condições socioeconômicas adversas. Nestes termos, os riscos ambientais podem ser classificados em riscos naturais, tecnológicos e sociais (CERRI; AMARAL, 1998). Embora se reconheça a diversidade dos riscos na área em estudo, enfatizaram-se os riscos naturais promovidos pelos episódios pluviais concentrados e os impactos decorrentes, como as inundações urbanas.

Os riscos naturais são constituídos de uma relação de ameaça formada por um evento natural perigoso e de uma vulnerabilidade do homem e do seu espaço construído àqueles eventos (DAUPHINÉ, 2001 *apud* REBELO, 2008). Eles conduzem a noção de probabilidade de ocorrência de danos decorrentes da interação entre um perigo natural ou induzido e as condições de vulnerabilidade (ISDR, 2004), mantendo uma relação de influências entre o homem e o seu ambiente (SOUZA; ZANELLA, 2009).

Os eventos perigosos representam uma ameaça, a qual recebe diferentes denominações. Enquanto na língua francofônica optou-se pelo termo álea natural, as anglo-saxônicas utilizaram *natural hazard* e as espanholas *peligros naturales* (DAGNINO; CARPI JR., 2007; MARANDOLA JR., HOGAN, 2004). No Brasil as traduções deste conceito foram variadas. Com efeito, significados iguais ou similares foram expressos com termos diferentes, como azares, acasos, acidentes ou perigosidades.

Entretanto, todos eles referem-se a uma situação de perigo, onde eventos naturais danosos ocorrem em regiões e períodos mais ou menos definidos podendo causar danos (CASTRO, 2000). Neste sentido, o risco

www.geografia.ufpr.br/raega/ ISSN: 2177-2738

remete ao fator probabilístico, enquanto o *hazard* é o evento danoso, que coloca em perigo (SMITH, 1992 *apud* MARANDOLA JR; HOGAN, 2004).

Embora, os *natural hazards* tenham sua origem nos processos naturais, em determinadas situações a ação consciente ou não da sociedade na produção do espaço pode interferir na dinâmica ambiental, podendo acelerar os processos e conferir uma maior intensidade destes eventos (KOBIYAMA et al, 2006). É o caso da urbanização desordenada, a qual induz a ocupação de espaços susceptíveis aos eventos naturais extremos. Como afirma Monteiro C. (1991), a existência de *natural hazards* parte da iniciativa e da decisão humana como formas, ou não, de ajustamentos à dinâmica ambiental.

No entanto, vulnerabilidade é totalmente criada pelas sociedades (REBELO, 2008), refletindo as condições objetivas e subjetivas que originam ou aumentam a predisposição de grupos a serem afetados por um perigo ambiental (SOUZA; ZANELLA, 2009). Ela possibilita estimar quais os danos que a sociedade receberá após materialização de um evento natural. A vulnerabilidade não apresenta uma homogeneidade espacial, mas atinge porções específicas, em função das condições sociais predominantes, da percepção dos atores sociais, das técnicas e infraestruturas adotadas, das formas de uso do espaço e das medidas de gestão.

Deste modo, a ocorrência de episódios pluviais concentrados não pode ser eliminada, mas apenas gerenciada. A gestão dos riscos é um processo social que envolve ações de planejamento, intervenção e organização (LAVELL, 2003), buscando soluções mais eficientes para redução do risco (ZISCHG *et al*, 2011). Cabem aos agentes sociais avaliarem os riscos e preparem-se para mitigar os danos, por meio do ordenamento do território, de obras de proteção, serviços de seguros, educação pública, entre outras ações (HYNDMAN; HYNDMAN, 2011).

# FORMAÇÃO DO SÍTIO URBANO DE FORTALEZA: CONSTRUÇÃO DE UMA VULNERABILIDADE

Situado na porção setentrional do Nordeste brasileiro, o sítio urbano de

Fortaleza apresenta-se exposto aos eventos pluviais, principalmente aqueles considerados extremos. Esta cidade é o quinto município mais populoso do país, contando com 2.447.409 habitantes (IBGE, 2011), encontrando-se totalmente urbanizada. Todavia, a partir do século XIX, a sua vulnerabilidade amplia-se, em decorrência das migrações da população rural, castigadas pelo fenômeno das secas. Estas se assentaram sobre terrenos com custo reduzido, por serem impróprios para habitação. Surgem os bairros periféricos da cidade, locais onde a ocupação não obedeceu às normas urbanísticas e as limitações ambientais (COSTA, 2007).

Assim, o município passa por um acelerado crescimento populacional e espacial, resultando em uma ocupação desordenada dos espaços naturais, não acompanhada pela implantação de infraestruturas e de um planejamento territorial, consequentemente, geram-se diversos problemas socioambientais. Assim, em um mesmo espaço coexistem ambientes naturais frágeis e populações socialmente vulneráveis (ZANELLA *et al*, 2009; DESCHAMPS, 2004).

Acrescenta-se que as condições socioeconômicas destes indivíduos não os permitem enfrentar positivamente as intemperes no meio natural. Ademais, as percepções dos mesmos, por vezes, tendem a subestimar ou mesmo a recursar os riscos, tornando-os mais vulneráveis (SOUZA; ZANELLA, 2009), resultando na inexistência ou na precariedade dos ajustamentos adotados.

Este processo ocorreu mais ativamente sobre a zona oeste de Fortaleza, onde atualmente encontram-se os bairros mais carentes em infraestruturas e serviços urbanos, entre eles encontra-se o bairro Autran Nunes. Sua origem remete a década de 1960, com chegada de migrantes que ocuparam as planícies do rio Maranguapinho e de seu afluente, o riacho Cachoeirinha, reproduzindo o modo de vida rural. No período de 1960 a 1980, drenagens foram importantes recursos população estas para (abastecimento, irrigação, lazer e pesca). Posteriormente, as suas margens foram intensamente ocupadas por populações carentes, acarretando, que na atualidade, o bairro apresente várias áreas de risco, margeando as calhas fluviais dos cursos d'água.

A bacia do Maranguapinho é a espaço mais vulnerável da Região Metropolitana de Fortaleza (ALMEIDA, 2010; ZANELLA *et al,* 2009). Sobre esta se sobrepõe uma predisposição do meio natural e uma vulnerabilidade social. Assim, a bacia em foco situa-se em terrenos planos atingidos periodicamente por inundações, os quais foram ocupados, de forma desorganizada, por uma população vulnerável às intemperes climáticas, bem como pelas demais formas de riscos, constituindo-se bacias de riscos (REBELO, 2003).

### DINÂMICA CLIMÁTICA REGIONAL E AS CHUVAS EM FORTALEZA

Grosso modo, as características climáticas do Ceará são marcadas pelas irregularidades espaço-temporais das precipitações, estando relacionados à atuação de sistemas atmosféricos, centros de ação e fatores geográficos locais e regionais. A pluviosidade apresenta uma alta variabilidade interanual, cujos desvios positivos e negativos em relação aos valores médios podem chegar a mais de 70%. A precipitação é sazonal, com um período chuvoso concentrado basicamente em 4 a 5 meses, resultando em outro de estiagem prolongada (ZANELLA, 2007). A seguir faz-se uma descrição dos principais sistemas causadores de instabilidades em Fortaleza.

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é o principal sistema atmosférico responsável pela determinação da quadra chuvosa (Gráfico 1). A ZCIT consiste de uma banda de nuvens, formadas pela confluência dos ventos alísios, sobreposta ao equador térmico, migrando entre os hemisférios ao longo do ano. No Nordeste setentrional a ZCIT atua entre os meses de fevereiro a maio, sendo que a partir do último, ela retorna ao hemisfério norte, iniciando a estiagem. (FERREIRA; MELLO, 2005). Outros sistemas secundários provocam precipitações representativas na região.

www.geografia.ufpr.br/raega/ Curitiba, Departamento de Geografia – UFPR ISSN: 2177-2738

2500 2000 1500 1000 500 0 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 ■ Precipitação Anual (mm) ■ Precipitação da Quadra Chuvosa (mm)

Gráfico 1 – Total pluviométrico anual e na quadra chuvosa.

Fonte: Posto Meteorológico do Campus do PICI.

Os Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS) atuam durante a préestação chuvosa, especialmente em janeiro e fevereiro. As Linhas de Instabilidade (LI) ocorrem em fevereiro e março. Os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) são formados por condições locais favoráveis e podem provocar chuvas torrenciais. As Ondas de Leste ocasionam chuvas entre junho e agosto. Além destes, as brisas terrestres e marítimas também contribuem para as precipitações (FERREIRA; MELLO, 2005). Normalmente a ocorrência de chuvas intensas parece estar condicionada pela interferência de outros sistemas atmosféricos associados à ZCIT, destacando-se o VCAS e os CCM's.

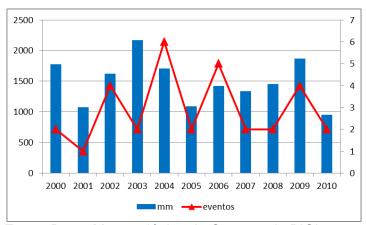
Os fenômenos oceânico-atmosféricos do El Niño e La Niña exercem forte influência sobre a variabilidade climática da região. Ademais, a influência da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) sobre o Oceano Atlântico também contribui para a definição da intensidade do período chuvoso, principalmente nos anos habituais. Quando o El Niño ocorre associado ao Dipolo Positivo do Atlântico a situação atmosférica é desfavorável às chuvas. Todavia, quando a La Niña ocorre associada ao Dipolo Negativo, a precipitação da quadra chuvosa tenderá para habitual, chuvosa ou muito chuvosa (FERREIRA; MELLO, 2005). No segundo semestre o Ceará fica sob a influência do centro de ação do Anticiclone do Atlântico-Sul, vinculado a Massa Equatorial do Atlântico-Sul, que traz estabilidade ao tempo, caracterizando o período seco (ZANELLA, 2007).

## OS EPISÓDIOS PLUVIAIS CONCENTRADOS

Conforme a série histórica de 2000 a 2010, Fortaleza apresentou uma expressiva variabilidade pluviométrica interanual. A partir do cruzamento das precipitações anuais e da quadra chuvosa com o número de episódios concentrados, constatou-se que a ocorrência de um período chuvoso ou muito chuvoso, não necessariamente acarretará no aumento da frequência dos episódios pluviais concentrados (Gráfico 2).

Ocorreram 32 eventos pluviais iguais ou superiores a 60 mm/24h, sendo que 7 episódios foram superiores a 100 mm/24h. Os maiores totais pluviais anuais estiveram concentrados nos anos de 2003 e 2009. No entanto, a maior frequência de eventos superiores a 60 mm/24h esteve presente em 2004 e 2006, enquadrados como anos habituais (Tabela 1).

Gráfico 2 – Relação entre precipitações anuais e os eventos pluviais concentrados.



Fonte: Posto Meteorológico do Campus do PICI.

O ano de 2004 foi o mais representativo, contando com 6 (18,75%) episódios superiores a 60 mm/24h, sendo que 2 atingiram totais diários acima de 120 mm, sendo que 3 destes eventos ocorreram na pós-estação chuvosa e 1 na pré-estação. Em contrapartida, o ano de 2003 foi considerado muito chuvoso, entretanto as precipitações foram melhores distribuídas, de modo que ocorreram apenas dois episódios concentrados.

Tabela 1 – Distribuição interanual dos episódios pluviais, em mm diários.

Anos	20 60	60 80	80 100	100 -120	>120	Total
2000	26	1	1	-	-	28
2001	19	-	-	1	-	20
2002	18	2	1	1	-	22
2003	63	1	-	-	1	65
2004	12	2	2	-	2	18
2005	17	1	1	-	-	19
2006	17	3	-	2	-	22
2007	16	1	1	-	-	18
2008	24	2	-	-	-	26
2009	28	2	2	-	-	32
2010	14	2	-	-	-	16

Fonte: Posto Meteorológico do Campus do PICI.

O ano de 2001 apresentou a menor frequência de episódios concentrados, registrando apenas um, no dia 11 de abril, porém com valor de 103 mm/24h. Observa-se que nos anos de maior e menor frequência, os totais pluviométricos da quadra chuvosa foram semelhantes, sendo classificados como habituais (Tabela 2). Todavia, os totais anuais de 2004, apresentaram chuvas consideráveis durante a pós-estação, diferentemente de 2001, quando o período seco iniciou-se no começo de maio (Figura 2).

Tabela 2 – Relação entre os totais pluviométricos e os eventos intensos

Anos	Precipitações Anuais (mm)	Precipitações da Quadra Chuvosa	Episódios Concentrados	Classificação Pluviométrica do Ano		
2000	1776,5	1141,8	2	Chuvoso		
2001	1076,5	920,8	1	Habitual		
2002	1620	1034,7	4	Habitual		
2003	2170,6	1654,5	2	Muito Chuvoso		
2004	1705,4	952,7	6	Habitual		
2005	1095	880,0	2	Habitual		
2006	1423	1082,5	5	Habitual		
2007	1335,3	1022,9	2	Habitual		
2008	1450,1	1038,3	2	Habitual		
2009	1869,9	1569,1	4	Muito Chuvoso		
2010	952,9	754,4	2	Seco		

Fonte: Posto Meteorológico do Campus do PICI.

Assim, constatou-se que nos anos considerados chuvosos há o aumento da frequência de eventos superiores a 20 mm/24h, contudo nem todos os anos com essas características apresentam precipitações acentuadas, como nos anos de 2003 e 2000. Em contrapartida, os anos

habituais registraram as maiores ocorrências de episódios pluviais concentrados. Estes anos caracterizam-se pela neutralidade no Pacífico Equatorial, não havendo o predomínio do El Niño, tampouco de La Niña, estando a pluviometria comandada pela TSM no Atlântico Equatorial. Xavier (2004) expõe que nesta situação de neutralidade, tanto podem ocorrer desvios positivos como negativos na pluviosidade, ou seja, a condição atmosférica está mais suscetível a eventos climáticos intensos, como secas ou chuvas extremas.

Em relação à distribuição mensal, constatou-se que a frequência dos episódios corresponde em sua maioria à quadra chuvosa. Destaca-se o mês de abril, seguido pelos meses de março, maio e junho (tabela 3). No mês de abril ocorreram 11 (34,38%) eventos com totais diários superiores a 60 mm, sendo que um deles atingiu total superior a 100 mm/24h. O mês de março registrou 5 (15,63%) episódios, sendo que 2 foram superiores a 120 mm/24h. Neste mês registrou-se a maior precipitação da série histórica, ocorrida no dia 7 de março de 2004 correspondendo 173,9 mm/24h.

Tabela 3 – Distribuição mensal dos eventos

	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
60 80	-	-	2	7	2	3	3	-	-	-	-	-	17
80 100	-	1	1	3	2	1	-	-	-	-	-	-	8
100 120	1	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	4
>120	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Total	2	1	5	11	5	5	3	-	-	-	-	-	32

Fonte: Posto Meteorológico do Campus do PICI.

Entre fevereiro a maio foram registrados 22 (68,75%) eventos. Em junho houve 5 (15,63%), sendo que apenas um único obteve precipitações acima de 100 mm/24h. A existência de chuvas acentuadas neste último mês está relacionada às Ondas de Leste. Entre agosto a dezembro há a estiagem, desaparecendo as chuvas concentradas.

#### **EVENTOS EXTREMOS EM FORTALEZA**

Provenientes dos insumos energéticos da atmosfera, as chuvas

somente adquirem caráter de impacto, quando promovem dados sobre um espaço humanizado, com ele interagindo (GONÇALVEZ, 2011), produzindo transtornos econômicos e sociais, principalmente no espaço citadino.

Embora estes eventos sejam naturais, com períodos e locais razoavelmente conhecidos, as suas gravidades dependem da tolerância das sociedades face aos impactos gerados. A redução da vulnerabilidade do meio urbano exige mudanças estruturais na sociedade, adequando-se os usos as condições ambientais (MONTEIRO, A. 2009).

Neste cenário, o sítio urbano de Fortaleza encontra-se exposto a diversos riscos ambientais. Contudo, o sistema climático é o principal responsável pelos danos, promovendo enchentes e alagamentos e, pontualmente, favorecendo os deslizamentos, incidindo diferentemente no espaço em função das vulnerabilidades. Além disso, o município apresenta deficiências de equipamento de proteção e prevenção aos eventos climáticos perigosos. Citam-se a carência em sistemas de drenagem, barragens de controle de enchentes, de monitoramento, treinamento e alerta e etc.

No que tange aos episódios extremos, no período analisado identificouse 7 eventos, distribuídos principalmente durante a estação chuvosa, destacando-se o mês de março quando o Ceará está sob influência da ZCIT. A formação de VCAS durante a pré-estação chuvosa também promove episódios extremos. Estes eventos ocorreram em 11.04.2001 (103 mm), 18.01.2002 (110 mm), 19.03.2003 (146,7 mm), 29.01.2004 (170,3 mm), 07.03.2004 (173,8 mm), 01.05.2006 (111,5 mm) e 16.06.2006 (119,0 mm), considerando a estação analisada. Dentre estes alguns podem ser destacados.

Em 19.03.2003 ocorreu um evento de 146,7 mm/24h produzido pela associação da ZCIT com um VCAS (Figura 2). Vários bairros foram afetados, principalmente na bacia do Maranguapinho, destacando-se Quintino Cunha, Genibaú, Autran Nunes e Canindezinho. Na cidade foram impactas 4.843 famílias, destas 345 deixaram as suas residências.

O evento de 07.03.2004 foi o mais representativo da série analisada,

apresentando 173,8 mm/24h, sendo ocasionado pela ação da ZCIT (Figura 3). Foram impactadas 59.508 pessoas, principalmente pelas inundações dos rios Maranguapinho e Cocó, sendo que 2.070 foram alojadas. Ocorreram 3 mortes por afogamento, distribuídas pelos bairros do Canindezinho, Granja Portugal e Lagamar e outra foi eletrocutada no Autran Nunes.

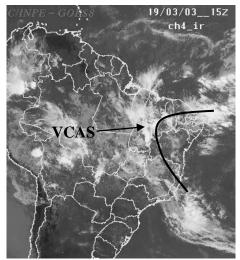


Figura 2– VCAS atuando no Estado do Ceará, em 19.03.03, registrada pelo satélite GOES-8. Fonte: CPTEC.

Zanella e Mello (2006) analisaram as repercussões espaciais produzidos pelo evento de 29.01.2004. Segundo os autores, as Repercussões das Frentes Frias (RFF) associadas a um VCAS, promoveram precipitações elevadas nos dias 27 e 28 que agregadas ao evento do dia seguinte causaram impactos significativos em toda a cidade. Embora os eventos dos dias 27 e 28 não tenham sido de grandes proporções, eles contribuíram para a elevação do nível das águas dos cursos d'águas. Portando, o evento do dia 29 encontrou condições ambientais favoráveis para causar inundações significativas. Em Fortaleza, os principais bairros afetados foram a Barra do Ceará, Pirambu, Itaperi, Castelão, Antônio Bezerra, Genibaú e Bom Jardim. Foram registradas 746 pessoas desabrigadas, 1.763 desalojadas, 369 edificações totalmente em ruínas e 1.861 danificadas. No centro da cidade e nos bairros nobres os problemas foram derivados dos alagamentos decorrente das limitações da rede de drenagens das águas pluviais. Também ocorreram deslizamentos nos bairros Mucuripe e Castelo Encantado, além dos prejuízos aos serviços de

transporte, comunicação, ao comércio e às edificações por toda a cidade.

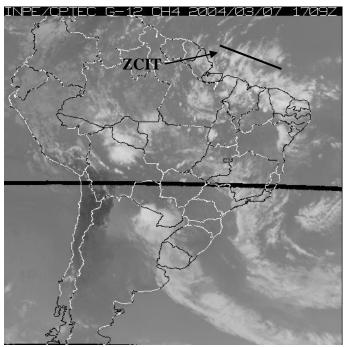


Figura 3 – ZCIT sobre o nordeste setentrional no dia 07.03.2004, registrada pelo satélite Goes-12. Fonte: CPTEC.

Segundo Xavier (2004) o ano de 2004 foi atípico, pois:

a atividade das frentes frias foi muito intensa, chegando a provocar chuvas em todo o Ceará. Inclusive, associando-se a Vórtices Ciclônicos em janeiro e também em fevereiro, em alguns casos atraindo a ZCIT para latitudes ao sul do Equador. (XAVIER, 2004, p. 18).

O Gráfico 3 apresenta a pluviometria mensal do ano de 2004 e relaciona com a normal climatológica para série 1988-2010. Com efeito, os meses que apresentaram episódios pluviais concentrados, ou seja, janeiro, março, junho e julho, também obtiveram chuvas mensais superiores as encontradas na normal, sendo 268,29%, 152,86%, 214,55% e 225,65%, respectivamente.

500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
O
JAN FEV MAR ABR MAI JUN JUL AGO SET OUT NOV DEZ

Chuva acumumulada mensal

Chuva acumulada mensal (normal climatológica 1988-2010)

Gráfico 3 – Chuvas mensais de 2004 X Chuvas da normal climatológica

Fonte: Posto Meteorológico do Campus do PICI

### **IMPACTOS PLUVIAIS NO BAIRRO AUTRAN NUNES**

O bairro Autran Nunes é apenas um setor do município que se encontra exposto aos eventos pluviais concentrados. Os impactos atingem principalmente as residências mais próximas às calhas dos rios, mesmo na ocorrência de eventos menos significativos.

Almeida (2010) elaborou um Índice de Vulnerabilidade Físico-Espacial às Inundações para a bacia do rio Maranguapinho, baseando-se no tempo de retorno das inundações. Especificamente, no bairro em estudo constatou-se que as inundações são mais significativas na planície do rio Maranguapinho. A planície do riacho Cachoeirinha apresenta um vale mais encaixado, de modo que as inundações são, espacialmente, mais restritas (Figura 4).

Segundo a Defesa Civil de Fortaleza, a bacia do rio Maranguapinho conta com nove mil famílias em 51 áreas de risco. No bairro em foco as principais são as comunidade Beco do cal (150 famílias), Beira-Rio I (280 famílias) e Beira-Rio II (43 famílias), Cuiabá (535 famílias), Terra Firme (332 famílias) e Alto do Bode (35 famílias), sendo afetadas com maior frequência por impactos decorrentes das inundações, alagamentos, riscos de desmoronamentos e incêndios, estes últimos, devido aos curtos-circuitos provocados pelas infiltrações (Tabela 4).

Os desabamentos e os incêndios são resultado das condições de renda da população. As edificações são construídas com materiais impróprios, como papelões, madeiras ou lonas plásticas sendo parcial ou totalmente destruídas durante as inundações. Da mesma forma os incêndios resultam da precariedade dos sistemas elétricos das residências, agravadas pelas ligações clandestinas, por infiltrações e pelos materiais de fácil combustão utilizados na construção das moradias.

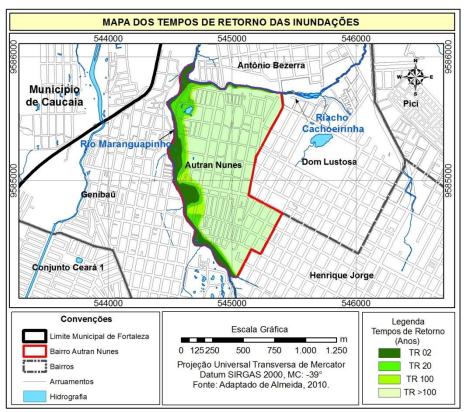


Figura 4 – Mapa dos tempos de retornos das inundações. Fonte: adaptado de Almeida (2010).

Tabela 4 – Ocorrências da Defesa Civil Municipal de Fortaleza (2006-2011).

Tipologia das ocorrências	Ocorrências			
Alagamento	18			
Desabamento	7			
Gotejamento	2			
Incêndio	31			
Inundação	13			
Risco de Desabamento	19			
Outros	2			

Fonte: Defesa Civil Municipal de Fortaleza (2011).

www.geografia.ufpr.br/raega/ ISSN: 2177-2738

Enquanto aos riscos de inundações e alagamentos, estes apresentam uma variabilidade temporal, associada aos períodos chuvosos e de estio. Ao iniciar a estação chuvosa ampliam-se os impactos meteóricos, a população passa a conviver constantemente com os riscos. O principal dano é a invasão das casas, barracões e ruas pelas águas.

Somam-se os riscos à saúde pública, principalmente as doenças de vinculação hídrica. Conforme o IBGE (2010) o bairro contava, com 4.849 domicílios, sendo que 1.130 (23,30%) estavam conectados à rede de esgoto e 4.292 (88,51%) são atendidos pelo sistema de coleta de lixo. Contudo, a poluição permanece devido à falta de consciência ambiental necessária para o reconhecimento da importância dos rios para a qualidade de vida.



Figura 6 – Repercussões da impressa aos impactos hidrometeóricos. Fonte: Diário do Nordeste.

Há décadas esta problemática ocorre, sendo as medidas adotadas pelo Poder Público apenas de efeito mitigador, assim são realizadas ações como dragagens, limpeza dos rios, as quais apenas minimizam os impactos dos eventos, mas não geram soluções para os problemas socioambientais existentes. Visando reordenar a estrutura urbana no entorno da bacia do rio Maranguapinho, os Governos Federal e Estadual, iniciaram em 2009, o Projeto Rio Maranguapinho, visando beneficiar cerca 350 mil pessoas.

Todavia, a realização destas obras não garantirá a melhoria socioambiental da bacia. É necessário haver uma reordenação urbana planejada. Deste modo é essencial o investimento em educação, implantação de infraestruturas de proteção às inundações, desapropriação das áreas de risco, recuperação ambiental e fiscalização.

# **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os episódios pluviais concentrados são problemas comuns nas cidades brasileiras, gerando, em função da sua magnitude e frequência, impactos diversos sobre as sociedades urbanas, destacando-se as inundações, causando prejuízos e danos.

Constatou-se que Fortaleza apresenta uma predisposição a ocorrência de episódios pluviais concentrados e uma vulnerabilidade decorrente das formas de uso do espaço e das condições socioeconômicas de determinadas parcelas da população.

Nos períodos chuvosos, notadamente em totais diários mais elevados, a população e os bens encontram-se em risco, normalmente materializados por meio de impactos como mortes, desalojados, desabrigados, prejuízos econômicos e comprometimento dos serviços públicos, entre outros.

De acordo com os resultados obtidos ocorreram 32 episódios diários iguais ou superiores a 60 mm, sendo que 7 foram considerados extremos, gerando enchentes, alagamentos e outros impactos decorrentes das condições socioeconômicas. Estes eventos concentraram durante a quadra chuvosa, todavia com ocorrências significativas de episódios durante a pós e pré-estação. Os anos habituais apresentaram mais episódios intensos, em função, talvez, da neutralidade do Pacífico Equatorial e da influência principal da TSM do Atlântico.

No que tange o bairro Autran Nunes, constatou-se que a população apresenta-se exposta a diversos riscos, principalmente aqueles decorrentes dos eventos pluviais. As condições sociais e formas de uso das planícies

fluviais expõem estes indivíduos vulneráveis às inundações, além dos outros riscos como a saúde pública e os desabamentos.

Diante dos resultados e considerações apresentadas destaca-se a importância desta pesquisa para o conhecimento as características ambientais e socioeconômicas que põem em risco a população de Fortaleza, destacando-se a residente no bairro Autran Nunes. Assim, este trabalho buscou produzir informações capazes de subsidiar a tomada de decisão dos gestores públicos, bem como dos demais atores sociais envolvidos, objetivando reordenar os espaços vulneráveis e gerenciar os riscos, principalmente aqueles de origem climática.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. Q. *Vulnerabilidade Socioambiental dos Rios Urbanos*: bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará. Rio Claro: UNESP, 2010. 278 p. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.

BRANDÃO, A. M. P. M. Clima Urbano e enchentes na cidade do Rio de Janeiro. In: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. (Org.). *Impactos Ambientais urbanos no Brasil.* 4 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

CASTRO, S. D. A. Riesgos y peligros: una visión desde lá Geografía. *Scripta Nova*: Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Barcelona, n.60, 2000.

CERRI, L. E. S; AMARAL, C. P. Riscos Geológicos. In: OLIVEIRA, A. M. S; BRITO, S. N. A. (Org.). *Geologia de Engelharia*. São Paulo: ABGE, 1998. cap. 18

COSTA, M. C. L. Fortaleza: expansão urbana e organização de espaço. In: SILVA, J. B; CAVALCANTE, T. C; DANTAS, E. W.C. (Org.). *Ceará:* um novo olhar geográfico. 2. ed. Fortaleza: Demócrito Rocha, 2007.

DAGNINO, R. S; CARPI JR., S. Risco Ambiental: conceitos e aplicações. *Climatologia e estudos da paisagem.* Rio Claro, v. 2, n. 2, 2007.

DEFESA CIVIL DE MUNICIPAL DE FORTALEZA. *Relatório Interno*. Fortaleza, 2011.

DESCHAMPS, M. V. Vulnerabilidade Socioambiental na Região Metropolitana de Curitiba. Curitiba: UFPR, 2004. 155p. Tese de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

DIÁRIO DO NORDESTE. Disponível em: < diariodonordeste.globo.com >. Acessado em: jan. 2011.

FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região nordeste do Brasil e a influência dos oceanos pacífico e atlântico no clima da região. *Revista Brasileira de Climatologia.* Presidente Prudente, v. 1, n. 1, 2005. p. 15-28.

GONÇALVEZ, N. M. S. Impactos pluviais e desorganização do espaço urbano em Salvador. In: MONTEIRO, C. A. F; MENDONÇA, F. (Org.). *Clima Urbano.* São Paulo: Contexto, 2011.

HÉTU, B. Uma Geomorfologia socialmente útil: os riscos naturais em evidência. *Revista Mercator.* Fortaleza, ano 2, n. 3, 2003.

HYNDMAN, D; HYNDMAN, D. *Natural Hazards and Disasters.* 3 ed. Canadá: Brook/cole Cengace Learning, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. *Cidades* @. Disponível em: <<u>www.ibge.gov.br/cidadesat</u>>. Acessado em: 01 jan. 2011.

INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION - ISDR. *Living with risk*: a global review of disaster reduction initiatives. Geneva: UN/ISDR, 2004.

KERVERN, G. Y. *Elementos Fundamentais das Ciências Cindínicas*. Lisboa: Instituto Piaget, 1995.

KOBIYAMA, M; MENDOÇA, M; MARCELINO, I. P. V. O; MARCELINO, E. V; GONÇALVES, E. F; BRAZETTI, L. L. P; GOERL, R. F; MOLLERI, G. S. F; RUDORFF, F. M; MOLLERI, G. S. F. *Prevenção de Desastres Naturais:* conceitos básicos. Florianópolis: Organic Trading, 2006.

LAVEL, A. La gestión local del riesgo: nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica. Guatemala: CEPREDENAC/ PNUD, 2003.

MARCELINO, E. V; NUNES, L. H; KOBIYAMA, M. Mapeamento de Risco de Desastre Naturais do Estado de Santa Catarina. *Caminhos da Geografia.* v. 8. n. 17, 2006. p. 72-84.

MARANDOLA JR, E; HOGAN, D. J. Natural Hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos. *Revista Ambiente & Sociedade.* Campinas, v. 7, n. 2, 2004.

MENDONÇA, F. Geografia e Meio Ambiente. São Paulo: Contexto, 2005.

MENDONÇA, F. Geografia socioambiental. In: MENDONÇA, F; KOZEL, S. (Org.) *Elementos de epistemologia da geografia contemporânea*. Curitiba: Ed. da UFPR, 2002.

MONTEIRO, A. As cidades e a precipitação: uma relação briguenta. *Revista Brasileira de Climatologia.* v. 5, n. 5, 2009. p. 7-25.

MONTEIRO, C. A. F. Teoria e Clima Urbano: um projeto e seus caminhos. In: MONTEIRO, C. A. F; MENDONÇA, F. (Org.). *Clima Urbano.* São Paulo: Contexto, 2011.

\_\_\_\_\_. Clima e excepcionalismo: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera com fenômeno geográfico. Florianópolis: Editora da UFSC, 1991.

www.geografia.ufpr.br/raega/ ISSN: 2177-2738

- REBELO, F. Um novo olhar sobre os riscos? O exemplo das cheias rápidas (Flash Floods) em domínio mediterrâneo. *Territorium.* v. 15, 2008. p. 7-14.
- \_\_\_\_\_. Riscos naturais e acção antrópica. Coimbra: Imprensa da Universidade, 2003.
- SOUZA, L. B; ZANELLA, M. E. *Percepções de Riscos Ambientais:* teorias e aplicações. Fortaleza: Edições UFC, 2009.
- VEYRET, Y; RICHMOND, N. M. O risco, os riscos, In: VEYTET, Y (Org.). *Os riscos:* o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2007.
- XAVIER, T. M. B. S. Chuvas em janeiro e fevereiro 2004 no Ceará e dificuldades para previsão durante os anos neutros no Pacífico. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 13., 2004. Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: CBM, 2004.
- \_\_\_\_\_. *Tempo de Chuva:* estudos climáticos e de previsão para o Ceará e Nordeste Setentrional. Fortaleza: ABC Editora, 2001.
- ZANELLA, M. E; COSTA, M. C. D; PANIZZA A. C; ROSA, M. V. Vulnerabilidade Socioambiental de Fortaleza. In: DANTAS, E. W. C; COSTA, M. C. L. (Org.). *Vulnerabilidade Socioambiental:* na Região Metropolitana de Fortaleza. Fortaleza: edições UFC, 2009.
- ZANELLA, M. E; MELLO, N. G. S; Eventos pluviométricos intensos em ambiente urbano: Fortaleza, episódio do dia 29/01/2004. In: SILVA, J. B; DANTAS, E. W. C; ZANELLA, M. E; MEIRELES, A. J. A. (Org.). *Litoral e Sertão:* natureza e sociedade no nordeste brasileiro. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006.
- ZANELLA, M. E. As características climáticas e os recursos hídricos do Ceará. In: SILVA, J. B; CAVALCANTE, T. C; DANTAS, E. W.C. (Org.). *Ceará:* um novo olhar geográfico. 2. ed. Fortaleza: Demócrito Rocha, 2007.
- \_\_\_\_\_. Inundações Urbanas em Curitiba/PR: impactos, riscos e vulnerabilidade socioambiental no bairro Cajuru. Curitiba: UFPR, 2006. 256 p. Tese de Doutorado Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- ZISCHG, A; SCHOBER, S; RAUTER, M; SEYMANN, C; GOLDSCHMIDT, F; BÄK, R; SCHLEICHER, E. Monitoring the temporal development of natural hazard risk as a basis indicator for climate change adaptation. *Natural Hazard*. 2011.

Recebido em 04/06/2012.

Aceito em 28/09/2012.