

## ENCHENTES REPENTINAS NA CIDADE DE BELÉM-PA: CONDIÇÕES CLIMÁTICAS ASSOCIADAS E IMPACTOS SOCIAIS NO ANO DE 1987

**João Paulo Nardin Tavares**

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais - UFPA  
Embrapa Amazônia Oriental/Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG)

[nt.jpaulo@gmail.com](mailto:nt.jpaulo@gmail.com)

### RESUMO

A cidade de Belém, capital do Estado do Pará, é uma das regiões mais chuvosas da Amazônia (>2000mm.Ano<sup>-1</sup>), devido à forte atividade convectiva. A cidade de Belém representa a experiência de maior aglomeração urbana em toda a região amazônica. Os municípios da Grande Belém comportam aproximadamente 3 milhões de habitantes. Neste sub-espaço têm sido registrados, nos últimos 20 anos, as mais altas taxas de ocupação humana na Amazônia. Por isso, em qualquer época do ano, uma tempestade forte que produza um elevado total de precipitação pode acarretar vários problemas à população da cidade. Neste trabalho, baseados em dados diários de precipitação, análises climáticas e registros jornalísticos, são discutidas as causas das enchentes repentinas em Belém, e como o acelerado crescimento da cidade influenciou nos impactos causados pelas enchentes. Será analisada a questão, por exemplo, de se uma certa quantidade de precipitação necessária para provocar enchentes em 1987 é a mesma vinte anos depois.

**Palavras-chave:** Precipitação, Enchentes, Metrôpoles

## SUDDEN FLOODS IN THE BELÉM CITY, BRAZIL: CLIMATIC CONDITIONS ASSOCIATED AND SOCIAL IMPACTS IN THE YEAR OF 1987

### ABSTRACT

The city of Belém, capital of the State of Para, is one of the most rainy regions of the Amazon (> 2000mm.Ano<sup>-1</sup>), due to strong convective activity. The city of Belém is the experience of larger urban areas throughout the Amazon region. Belém and its surrounding municipalities contain about 3 million inhabitants. In this sub-space has been registered for the past 20 years, the highest rates of human occupation in the Amazon. So, at any time of year, a strong storm that will produce a high total rainfall can cause many problems to the population of the city. In this work, based on daily data of precipitation, weather analysis and journalistic records, are discussed the causes of sudden flooding in Belém, and as the accelerated growth of the city influenced the impacts caused by the floods. Is examined the question, for example, if a certain amount of rainfall needed to cause flooding in 1987 is the same twenty years later.

**Keywords:** Rainfall, Flash Floodings, Urbanization

---

### INTRODUÇÃO

A cidade de Belém, capital do Estado do Pará (Figura 1), é uma das regiões mais chuvosas da Amazônia (>2000mm.Ano<sup>-1</sup>), devido à forte atividade convectiva. Para Castro (2003, p.334), a cidade de Belém representa a experiência de maior aglomeração urbana em toda a região amazônica. Os municípios da Grande Belém comportam aproximadamente 3 milhões de habitantes. Neste sub-espaço têm sido registrados, nos últimos 20 anos, as mais altas taxas de ocupação humana na Amazônia.

---

Recebido em 03/03/2008

Aprovado para publicação em 22/09/2008



Figura 1 - Estado do Pará e sua capital, Belém

Os sistemas de drenagem, que podem preservar as grandes cidades contra as enchentes e inundações, tornaram-se itens fundamentais na agenda de planejamento urbano. Somente 7,5% dos municípios brasileiros utilizam reservatórios de acumulação ou detenção, tidos como uma das principais alternativas para a minimização dos problemas gerados pela urbanização, que impermeabiliza o solo e impede a infiltração das águas das chuvas, causando empoçamentos, inundações, erosão e assoreamento. Nas regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste, a proporção de municípios que utilizam esta alternativa é superior à verificada no país (IBGE, 2004).

Belém é um caso de cidade que tem problemas com o sistema de drenagem, que é ineficiente para escoar toda a água pluvial em ocasiões especiais. Estas ocasiões podem ser chuvas fortes e rápidas, e/ou chuvas contínuas combinadas com a maré alta. Por ser circundada pelos Rios Guamá e Guajará e possuir vários igarapés (que se tornaram canais de esgoto), as águas subterrâneas e dos igarapés sofre a influência das marés.

É notável na cidade, por exemplo, a época de março/abril, quando um dos cartões postais da cidade, o Ver-o-Peso, que fica à beira do rio, fica completamente inundado, pela combinação da subida da maré, lua cheia e chuva forte. O período de janeiro a abril é marcado pela presença de um sistema meteorológico de grande escala, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) que provoca chuvas abundantes, determinando a estação chuvosa climatológica (Ferreira, 1996). No entanto, em qualquer época do ano podem ocorrer precipitações extremas que alagam partes da cidade, causando transtornos à sociedade.

Entender como essas enchentes repentinas ocorrem, quais os mecanismos climáticos que as acionam e quais os impactos sócio-econômicos para a população de Belém, são os objetivos desta pesquisa.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Material**

Para o desenvolvimento desta pesquisa, serão utilizados dados diários de precipitação acumulada em 24 horas coletada por pluviômetro nas estações em Belém, da Empresa

Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Amazônia Oriental, Universidade Federal do Pará (UFPA), Departamento de Tráfego e Controle do Espaço Aéreo (DTCEA-Be) e Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no período de 1º/01/1987 a 31/12/1987. A precipitação acumulada em 24 horas é durante a observação realizada às 12:00 UTC nas estações meteorológicas, segundo a determinação da Organização Meteorológica Mundial (OMM), uma convenção para que as observações com fins sinóticos sejam feitas através do mundo, de acordo com a hora universal. Ou seja, em Belém a observação é feita às 09 horas local (HL).

Dessa forma, a precipitação acumulada em 24 horas corresponde ao total de precipitação ocorrido desde 09:00 HL de um dia até as 09:00 HL do dia seguinte. Por exemplo, a precipitação lida durante a observação do dia 20 de um determinado mês, se refere à precipitação ocorrida do dia 19 das 09:00 HL até as 09:00 HL do dia 20. Portanto, a maior parte da precipitação observada, se refere ao dia anterior.

Para saber se um determinado valor de precipitação causou enchentes repentinas, serão utilizadas as notícias históricas sobre os prejuízos e/ou transtornos causados à população pelos alagamentos, que serão pesquisados nos jornais locais das últimas duas décadas e que estão disponíveis em microfilme do Arquivo Público da Biblioteca Arthur Vianna, da Fundação Cultural Tancredo Neves.

Para avaliar as condições microclimáticas, serão utilizados dados das radiossondagens que foram realizadas diariamente em Belém, nos horários das 00:00 e 12:00 UTC pelo Departamento de Tráfego e Controle do Espaço Aéreo de Belém - DTCEA-Be.

Para a análise das condições dinâmicas e sinóticas da região, foram pesquisadas informações sinóticas nos boletins Climanálise, publicados pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE). Os boletins apresentam a análise sinótica dos sistemas meteorológicos sazonais atuantes no Brasil, discutindo a evolução, intensificação e enfraquecimento dos sistemas.

## **Metodologia**

### *Escolha dos Eventos a serem analisados*

Inicialmente, serão selecionados os eventos extremos de precipitação ocorrido nas estações. Os casos escolhidos serão os que a precipitação foi maior que 25 mm. Segundo o Manual de Meteorologia Aeronáutica 105 – 2 da Diretoria de Rotas Aéreas (1964), chuva entre 25,1 e 50 mm é considerada forte, e acima de 50 mm é considerada severa. A partir da seleção dos eventos extremos serão pesquisadas notícias publicadas nos jornais locais da época com o propósito de se obter informações dos impactos à sociedade causados pelos eventos extremos de precipitação e, tanto quanto possível, do tempo de duração da chuva e do horário em que ela ocorreu.

### *Análise Climática*

Uma vez selecionados os dias dos eventos extremos, será analisado as condições microclimáticas e climáticas da região que podem ter favorecido a ocorrência do evento extremo. A análise microclimática consistirá de verificar a instabilidade da atmosfera (dados observacionais) e a análise climática, os sistemas meteorológicos de grande e meso escala (através das informações nos boletins Climanálise).

Para avaliar as condições termodinâmicas do ambiente (microclimáticas), que dizem a respeito da instabilidade da atmosfera, serão feitos os cálculos dos parâmetros termodinâmicos propostos por Bolton (1980) e índices de instabilidade a partir das radiossondagens pré-evento, durante o evento e pós-evento. Para classificação das sondagens serão utilizados os critérios propostos por Betts (1974) e Aspliden (1976).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Casos Observados*

Muitas vezes na estação chuvosa, quando a ZCIT está sobre a região, o volume de precipitação é muito elevado, excedendo as normais climatológicas, e a chuva é contínua, persistindo por várias horas, às vezes por mais de 24 horas, causando alagamentos e enchentes repentinas nas partes mais baixas e próximas a canais da cidade. Isso traz vários problemas à população, como perdas de bens materiais, engarrafamentos no trânsito, proliferação de doenças como a leptospirose, acúmulo de lixo, pessoas desabrigadas e, em alguns casos, até a morte. A Figura 2 ilustra a situação do Mercado do Ver-o-Peso, um dos cartões-postais de Belém, durante uma enchente.



Figura 2 - Mercado do Ver-o-Peso alagado

A tabela 1 apresenta os principais casos de enchentes repentinas ocorridas durante o ano de 1987. As observações caracterizam o período chuvoso daquele ano como o período em que mais ocorreram eventos extremos. Na época, segundo os boletins Climanálise, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) estava com bastante atividade sobre a região.

### *Condições Microclimáticas*

A instabilidade da atmosfera nos dias dos eventos foi analisada com base nas sondagens, calculando-se parâmetros termodinâmicos e índices de instabilidade. Foi encontrado que a atmosfera apresentava-se bastante quente, úmida e instável antes das precipitações fortes. Um dos parâmetros que indica a energia da atmosfera para desenvolver tempestades severas com precipitações extremas é a CAPE, Energia Potencial Disponível para Convecção (da sigla em inglês, *Convective Available Potential Energy*). A figura 3 apresenta a CAPE da sondagem das 12:00 UTC e a “precipitação média” (dos pluviômetros do SRPV, INMET e UFPA) observada, para todos os eventos.

As sondagens pré-evento de cada dia de precipitação extrema, puderam ser classificadas como Distúrbio segundo a classificação de Betts (1974) e de Convecção Severa pela classificação de Aspliden (1976). Isso indica que os métodos usados para avaliar a instabilidade da atmosfera na região tropical, mas em outras regiões do globo, podem ser aplicadas para a região de Belém.

Tabela 1

Enchentes repentinas em Belém-PA ocorridas na estação chuvosa

Data	Precipitação (mm)	Resumo da notícia publicada	Causa Provável
02/01/1987	100,9	100 mm de chuva em 24h deixa a cidade debaixo d'água	ZCIT
20/01/1987	43	Chuva contínua traz muitos transtornos à população	ZCIT
08/03/1987	80,9	Chuva contínua: 24 horas começando de madrugada	ZCIT
26/03/1987	71,8	Chuva forte e repentina causa engarrafamento	ZCIT
11/04/1987	46,0	Chuva provoca estragos na periferia	Convecção Local

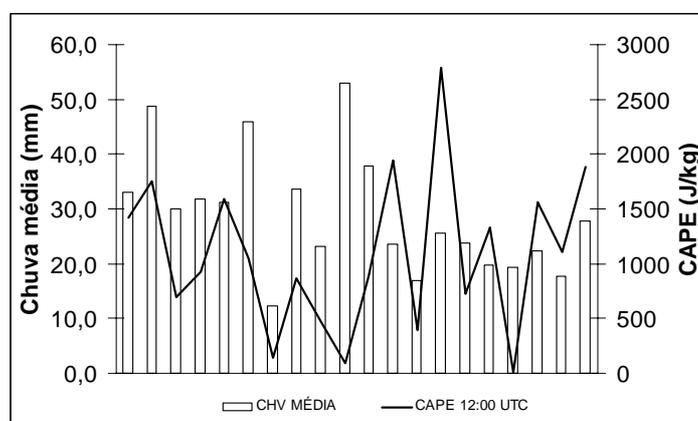


Figura 3 - Variação da CAPE com os eventos variados de precipitação extrema (chuva média).

## CONCLUSÃO

A maior parte das enchentes repentinas em Belém ocorreu na estação chuvosa, por causa da forte instabilidade imposta na atmosfera pela Zona de Convergência Intertropical, que produz tempestades com precipitações extremas. Tanto que as classificações das sondagens indicaram alto grau de instabilidade, o que indica que a atmosfera tem grande potencial para produzir precipitações fortes. Quando há uma chuva forte, o sistema de drenagem da cidade não estava preparado para dar vazão a toda a água, causando alagamentos, ainda mais quando a chuva coincidia com a maré alta, que faz transbordar os canais. Vários impactos sócio-econômicos ocorrem em consequência a esses eventos extremos, como perdas de bens materiais, engarrafamentos no trânsito, proliferação de doenças como a leptospirose, acúmulo de lixo, pessoas desabrigadas e, em alguns casos, até a morte. O volume de precipitação observado na época necessário para causar uma enchente ficou, em média, 70 mm. Porém, àquela época, a cidade de Belém era bem menos urbanizada do que atualmente, havia menos impactos ao meio ambiente. Sugere-se avaliar o volume de precipitação atual necessário para causar uma enchente e espera-se que seja bem menor que esse valor.

## REFERÊNCIAS

ASPLIDEN, C.I. A Classification of the Structure of the Tropical Atmosphere and Related Energy Fluxes. **Journal of Applied Meteorology**, Vol. 15, Jul. 1976

BETTS, A.K. Thermodynamic classification of tropical convective sounding. **Monthly Weather Review**, v. 108, n. 1, p. 760-764, 1974.

BOLTON, D. The Computation of Equivalent Potential Temperature. **Monthly Weather Review**, v.108, n. 7, p. 1046-1053, 1980.

CASTRO, Edna. Geopolítica da Água e Novos Dilemas a Propósito da Amazônia e seus Recursos Naturais. *In*: Luis E. Aragon; Miguel Clüsener-Godt (Orgs.) **Problemática do Uso Local e Global da Água da Amazônia**. Belém: NAEA, 2003. p.334

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS (CPTEC-INPE). **Boletim Climanálise**. Vol. 4, ns.1-4, janeiro a abril de 1987.

DIRETORIA DE ROTAS AÉREAS. Rio de Janeiro: **Manual de Meteorologia Aeronáutica 105 – 2**, Rio de Janeiro, 1964

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **IBGE lança hoje, Dia Mundial da Água, o Atlas do Saneamento**. Disponível em:

<[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=119](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=119)>  
Acesso em: 27 fev. 2008

FERREIRA, N.S. A Zona de Convergência Intertropical. *In*: NOBRE, Carlos Afonso. **Climanálise Especial 10 Anos**. São José dos Campos, 1996. Disponível em:  
<[http://tucupi.cptec.inpe.br/products/climanalise/cliesp10a/zcit\\_1.html](http://tucupi.cptec.inpe.br/products/climanalise/cliesp10a/zcit_1.html)> Acesso em: 27 fev. 2008

O Liberal. **100 mm de chuva em 24h deixa a cidade debaixo d'água**. Caderno Cidades. Jornal O Liberal: Belém-PA, 03 de janeiro de 1987.

\_\_\_\_\_. **Chuva contínua traz muitos transtornos à população**. Caderno Cidades. Jornal O Liberal: Belém-PA, 21 de janeiro de 1987.

\_\_\_\_\_. **Chuva contínua: 24 horas começando de madrugada**. Caderno Cidades. Jornal O Liberal: Belém-PA, 09 de março de 1987.

\_\_\_\_\_. **Chuva forte e repentina causa engarrafamento**. Caderno Cidades. Jornal O Liberal: Belém-PA, 27 de março de 1987.

\_\_\_\_\_. **Chuva provoca estragos na periferia**. Caderno Cidades. Jornal O Liberal: Belém-PA, 13 de abril de 1987.