

# Pancadas de Chuva em Belo Horizonte em 2009 e Estudo de um Caso Extremo

Lizandro Gemiacki, Instituto Nacional de Meteorologia,  
[lizandro.gemiacki@inmet.gov.br](mailto:lizandro.gemiacki@inmet.gov.br)

Anete Santos Fernandes, Instituto Nacional de Meteorologia,  
[anete.santos@inmet.gov.br](mailto:anete.santos@inmet.gov.br)

Carlos R. de Mello, Universidade Federal de Lavras,  
[crmello@ufla.br](mailto:crmello@ufla.br)

**Resumo:** Pancadas de chuva intensa provocam muitos danos econômicos às metrópoles brasileiras, devido há grande área impermeabilizada, ocorre um rápido escoamento, ocasionando alagamentos rapidamente, não raro levando carros casas e até pessoas. O objetivo deste trabalho é de conhecer o comportamento e intensidade das pancadas de chuvas que atingiram a capital mineira no ano de 2009 e talvez no futuro servir de base para a determinação de uma equação IDF (intensidade-duração-frequencia) baseada em dados recentes e conseqüentemente servir de base para o dimensionamento de obras públicas que visem mitigar os transtornos. Para isso foram utilizados os dados pluviométricos da estação meteorológica de Belo Horizonte no ano de 2009. Foram consideradas pancadas de chuva, chuvas com intensidade de mais de 10 milímetros por hora, foi feita uma classificação dos casos quanto ao horário do dia e duração da pancada. O horário considerado na análise foi o do início da pancada. Foi estudado o caso de chuva mais intensa ocorrido em BH em 2009. Esses resultados são preliminares e posteriormente pretende-se amplia-lo para todo o histórico de pluviogramas disponíveis para a estação.

**Abstract:** Heavy rainstorms cause many economic damage the brasilian metropolis, because there is a large sealed area, fast flowing occurs, quickly causing flooding, often leading to people homes and cars. The objective is to understand the behavior and intensity of heavy rainstorms that reached the Minas Gerais state capital in 2009 and maybe in the future serve as a basis for determination of an equation IDF (intensity-duration-frequency) based on recent data therefore serve as a basis for the design of public works aimed at alleviating disorders. For this we used the data rainfall from meteorological station of Belo Horizonte in 2009. Were considered heavy rainstorms, rainfall with intensity of more than 10 mm per hour, was a classification of cases as to the time of day and duration of the heavy rainstorm. The time was considered in the analysis of the onset of heavy rainstorm. We studied the case of more intense rainfall occurred in BH in 2009. These results are preliminary and further aims to widen it to the whole history of pluviograms available for the season.

## 1 - Introdução

Intensas pancadas de chuva causam, ano após ano, diversos danos as grandes metrópoles como Belo Horizonte. A cada estação chuvosa autoridades e população se preocupam com a possibilidade de inundações e alagamentos. Com o crescimento desordenado das grandes cidades, antigas áreas de várzea, anteriormente ocupadas pelas águas dos rios em caso de transbordamento, foram habitadas. A impermeabilização destas áreas acelera o escoamento superficial, favorecendo a ocorrência de alagamentos e inundações. Fatos que invariavelmente provocam inúmeros transtornos e prejuízos à população.

O período chuvoso em Minas Gerais situa-se entre os meses de outubro e março, as chuvas decorrem de sistemas como a Zona de Convergência do Atlântico Sul, atuação de sistemas frontais e sistemas convectivos. Belo Horizonte, por apresentar relevo acentuado, conta também com a contribuição orográfica que agregando aos sistemas anteriormente mencionados favorece para a ocorrência das típicas pancadas de verão (Moreira e Abreu, 2002).

O conhecimento real do comportamento das pancadas de chuva tem fundamental importância para o dimensionamento de obras contra inundações e cheias. Normalmente, equações relacionando intensidade e frequência de chuva são utilizadas em projetos de obras para cálculo do período de retorno, (Pfafstetter, 82 e Freitas et.al.,2001). Por exemplo, considerando a precipitação máxima ocorrida em Belo Horizonte no ano de 2009, tais equações resultaram num período de retorno superior a 40 anos, o que pode não corresponder a realidade, tendo em vista que essas equações são obtidas utilizando-se dados de máxima precipitação diária anual e não em dados reais de pluviogramas (Mello et. Al., 2003).

O objetivo deste trabalho consiste em mostrar o comportamento das intensas pancadas de chuva registradas na capital mineira no ano de 2009. Podendo ser este o passo inicial para um trabalho futuro com série completa de dados disponíveis, visando o embasamento para o desenvolvimento ou atualização de uma equação de intensidade-duração-frequência (IDF), ajustada ou atualizada com dados recentes. Tais equações auxiliam no dimensionamento de futuras obras públicas, visando à redução dos efeitos catastróficos associados às intensas pancadas de chuva.

## **2 - Dados e Metodologia**

Para a realização deste trabalho foram utilizados os dados do pluviógrafo instalado na estação convencional principal de Belo Horizonte (latitude 19,93°S, longitude 43,93°W). O período utilizado foi o ano de 2009. Foram analisados gráficos diários e selecionados aqueles em que foi observada pancada de chuva acima de 10 mm/h (milímetros por hora). Foi feita uma classificação dos casos quanto ao horário do dia e duração da pancada. O horário considerado na análise foi o do início da pancada. Foram ainda analisadas, as condições de ocorrência da chuva mais intensa registrada no ano, 73,6 mm em 60 minutos, no dia 16 de março de 2009. Foram consideradas também imagens de satélite disponibilizadas pelo Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE) obtidas através do site [http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes\\_antiores.jsp](http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes_antiores.jsp), além de dados de sondagem processados pela University of Wyoming (<http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>).

## **3 - Resultados**

Na Tabela 1 são mostradas as características das pancadas de chuva registradas no de 2009, verifica-se que foram registradas um total de 50 ocorrências, com maior recorrência na estação chuvosa compreendida entre os meses de outubro a março. A duração média máxima, 52,5 minutos, foi observada em janeiro e a duração média mínima, de 20 minutos, em maio e junho. A quantidade média máxima de precipitação, 28,74 mm por pancada, verificada no mês de março e a intensidade média máxima, 0,71 mm/min, registrada em dezembro. Em junho houve uma pancada com intensidade muito próxima a média máxima, porém referente a somente uma pancada de chuva, como junho é um mês com quantidade de chuva pouco significativa, esse valor pode ser considerado um valor isolado. Na última linha da Tabela 1 verifica-se o percentual que as pancadas de chuva representaram no total mensal de precipitação, novembro foi o mês que teve maior representatividade de pancadas de chuva no total mensal acumulado, onde um total de 75,1% da precipitação do mês foi causada por pancadas de 10 ou mais milímetros por hora, então nesse mês, somente 24,9% da precipitação decorreu de chuva estratiforme.

Quando ao horário preferencial de ocorrência de pancadas de chuva em BH, na Tabela 2 podemos ver que as pancadas ocorreram principalmente no começo da tarde, a noite e madrugada, com raras pancadas entre 04:00 e 11:00 horas (hora local), com os máximos ocorrendo entre 13:00 e 14:00 horas e entre 18:00 e 21:00 horas, esse tipo de informação pode ser útil quando há previsão de precipitação para um determinado dia, então a defesa civil pode prestar mais atenção aos horários preferenciais de precipitação máxima. Ressalta-se que esses são dados preliminares referentes somente ao ano de 2009.

Um caso de especial interesse foi selecionado por ter sido o mais intenso registrado na estação meteorológica de Belo Horizonte no ano de 2009. No dia 16 de março foram registrados 102,8 mm no período de 2 horas, como ilustra o fragmento de pluviograma da Figura 01, com máximo de chuva entre 20:00 e 22:00 horas. Pode-se notar que a chuva cai torrencialmente, pelas linhas do pluviógrafo que ficam quase na vertical. A primeira pancada corresponde ao período de 20:10 e 21:10, portanto em 1 hora choveu 73,6 mm o que segundo o manual do observador corresponde a uma chuva forte. Essa chuva provocou diversos transtornos em Belo Horizonte, inclusive uma morte. (<http://www.otempo.com.br/supernoticia/noticias/?IdEdicao=599&IdNoticia=25249>).

A Tabela 2 mostra o horário preferencial de ocorrência das pancadas de chuva em BH, as pancadas ocorreram principalmente no começo da tarde, noite e madrugada, com os máximos ocorrendo entre 13:00 e 14:00 horas e entre 18:00 e 21:00 horas, esse tipo de informação pode ser útil para planejamento da defesa civil que em caso de previsão de grande precipitação para um determinado dia, pode dedicar mais atenção aos horários preferenciais de precipitação máxima. Ressalta-se que esses são dados preliminares referentes somente ao ano de 2009.

Tabela 01- Características das pancadas de chuva em Belo Horizonte no ano de 2009.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Número de Pancadas	4	7	5	0	1	2	0	1	3	10	7	10
Duração média (min)	52,5	38,5	46,0	0,0	20,0	20,0	0,0	50,0	43,3	39,0	40,0	31,0
Quantidade média (mm)	22,0	18,7	28,7	0,0	12,8	14,0	0,0	12,0	19,5	19,7	22,9	19,7
Intensidade média (mm/min)	0,4	0,5	0,6	0,0	0,6	0,7	0,0	0,2	0,4	0,5	0,5	0,7
Precipitação total pancadas (mm)	88,2	131,3	143,7	0,0	12,8	28,0	0,0	12,0	58,5	197,0	160,5	197,0
Precipitação total do mês (mm)	313,4	215,8	273,2	41,6	20,4	38,6	0,2	23,1	103,1	344,3	213,7	564,1
Porcentagem da precipitação total (%) por pancadas	28,1	60,8	52,6	0,0	62,7	72,5	0,0	51,9	56,7	57,2	75,1	34,9

Tabela 02 – Número de pancadas de chuva e hora de ocorrência.

Hora	Número de Pancadas de chuva																							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Quantidade	2	1	3	1	0	1	0	0	0	0	1	2	4	4	1	3	2	4	5	4	5	2	0	4

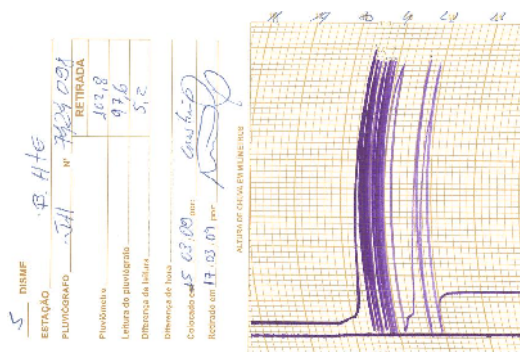


Figura 01 – Fragmento do pluviograma para o dia 16/03/2009.

No dia 16/03/2009 a passagem de uma frente fria sobre o litoral da região Sudeste deixou o tempo instável em Minas Gerais. Esse sistema provocou chuvas fortes (Figura 01) em toda a região metropolitana de Belo Horizonte. O ciclo de vida da célula convectiva que causou a pancada de chuva mais intensa em BH no ano de 2009 pode ser observado na Figura 02, cujos horários estão em UTC (3 horas a menos que o horário local). Pode-se inferir pelas imagens de satélite que havia grande disponibilidade de umidade nas horas anteriores à ocorrência da chuva, a passagem da frente fria pelo litoral da região sudeste deu condições para o desenvolvimento da convecção.

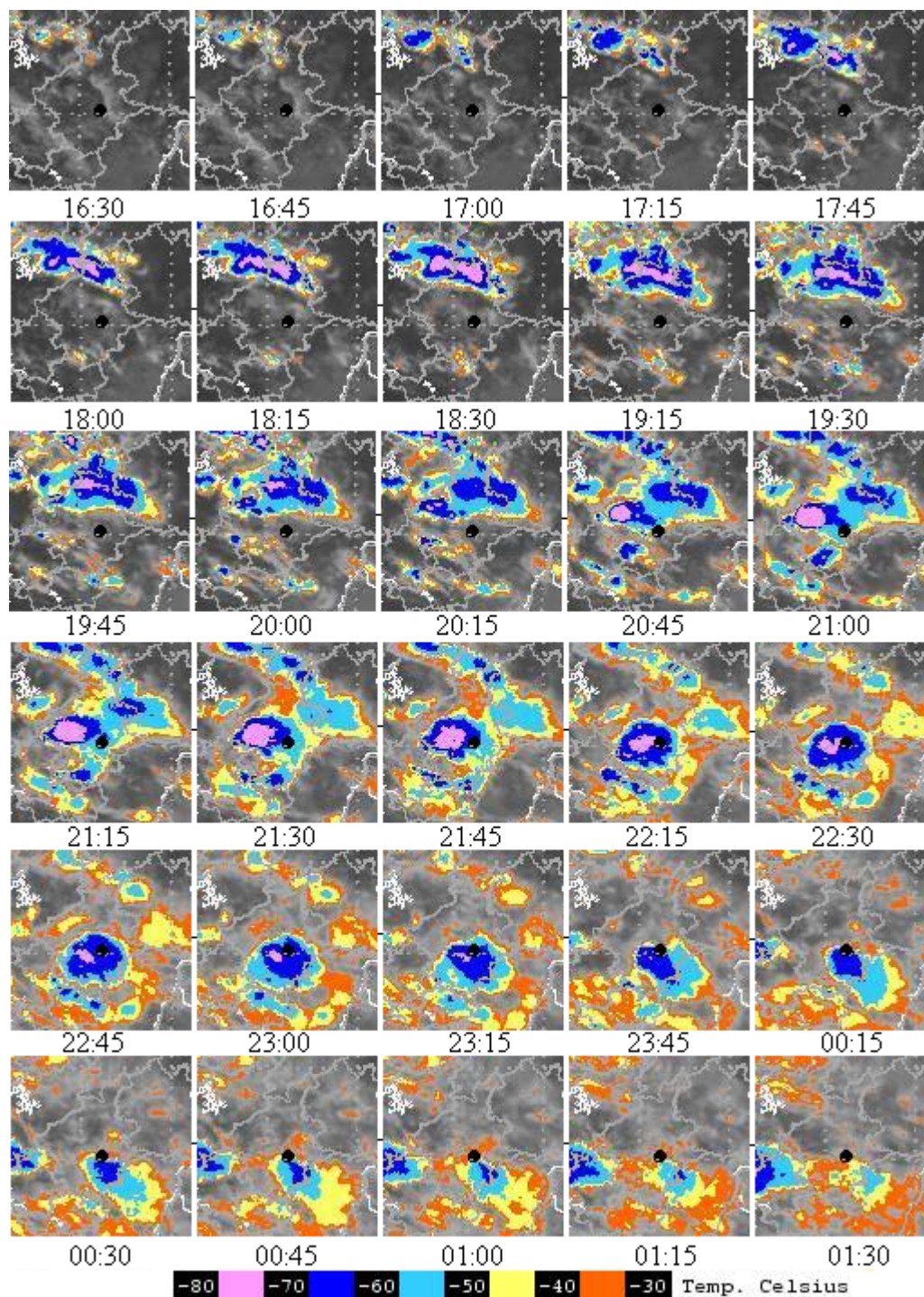


Figura 02- Fragmento de imagen de satélite da mesorregião Metalúrgica em MG, região esta, onde fica localizada a região metropolitana de BH.

Primeiramente, desenvolveu-se um núcleo no norte da região, entre 16:30 e 19:30, então começaram a surgir núcleos a oeste, as 20:15 surgiu um pequeno núcleo com temperatura inferior a  $-70^{\circ}\text{C}$ , esse núcleo cresceu rapidamente com a dissipação da convecção mais ao norte e foi advectado para leste, fazendo com que o núcleo da célula de tempestade atingisse BH (ponto escuro nas imagens) as 21:45, quando pelas imagens, parece estar no estágio maduro (conforme teoria do desenvolvimento da convecção profunda, Wallace e Hobbs, 2006), e pelas radiossondagens, o topo das nuvens esteve entre impressionantes 15 e 16 Km. Os índices de instabilidade, Tabela 03, inferem que a atmosfera estava instável durante o dia anterior também, a grande diferença foi que próximo ao horário de ocorrência

da chuva(00 UTC do dia 17/03/09), ocorreu um CAPE muito alto, 1470,15 J/Kg, o que implicou em convecção profunda com grande quantidade de precipitação.

#### 4 - Conclusões

Com base nos dados analisados pode-se concluir que estudos sobre pancadas de chuva são de extrema relevância para se conhecer melhor as características da precipitação de determinados lugares, sobretudo quando esses lugares são predominantemente urbanos e localizados em grandes metrópoles, como é o caso de Belo Horizonte. As pancadas de chuva são responsáveis por grandes problemas nas grandes cidades especialmente relacionados a alagamentos e inundações. Na estação meteorológica do INMET/5°DISME no ano de 2009 as pancadas de chuva representaram até 75,11% da precipitação total, e no geral a quase 35% do total de chuva ocorrida em 2009. Os dados mostraram ainda que as pancadas ocorreram com maior frequência principalmente no meio da tarde(13:00 e 14:00 horas) e no final da tarde até a madrugada (com número máximo de pancadas ocorridas entre 19:00 e 21:00 horas). O estudo do caso de precipitação mais intensa em BH no ano de 2009, indicou que ocorreu o desenvolvimento de uma célula de tempestade muito intensa com nuvens de topo entre 15 e 16 Km, que provocaram intensa precipitação de mais de 100 mm em 2 horas. Os dados aqui apresentados são preliminares, e com a ampliação do banco de dados, será possível determinar características mais marcantes das pancadas de chuva em Belo Horizonte-MG. Além disso, um trabalho mais completo pode servir para se estimar uma equação de IDF com base em dados mais atuais e servir como base para dimensionar obras públicas que visem diminuir os efeitos de alagamento e inundações.

Tabela 03 – Índices de instabilidade para os dias 15, 16 e 17 de março de 2009.

Fonte: <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>

Índices de instabilidade						
	15		16		17	
índices	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC
K	41,7	35,8	42,7	34	39	37
Levantamento	-2,18	-1,04	-3,65	-0,46	-4,89	x
Showalter	-2,36	-1,03	-4,49	-0,78	-4,47	-0,88
Cape	497,44	293,13	631,85	290,23	1470,15	x
Total Totals	48,8	45,9	51,8	44,3	51	45,6
agua precipitavel	42	40,6	42,44	38,45	44,7	37,92

#### Bibliografia

- FREITAS, A. J.; SILVA, D. D. da; PRUSKI, F. F.; PINTO, F. A.; PEREIRA, S. B.; GOMES FILHO, R. R.; TEIXEIRA, A. de F.; BAENA, L. G. N.; MELLO, L. T. A. de; NOVAES, L. F. de. Equações de chuvas intensas no estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: COPASA: Viçosa: UFV, 2001. 65 p.
- MELLO, C. R. de; SILVA, A. M.; LIMA, J. M.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, M. S. Modelos matemáticos para predição da chuva de projeto para regiões do estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 1, p. 121-128, 2003b.
- MOREIRA, J. L. B.; ABREU, M. L. Distribuição espacial da precipitação sobre a região metropolitana de Belo Horizonte – MG e sua associação com a topografia local. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12, 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz de Iguaçu-PR, 2002.
- PFRAFSTETTER, O. 1982. Chuvas Intensas no Brasil. Rio de Janeiro: DNOS. 419p.
- WALLACE, J. M. and P. V. HOBBS, 2006: Atmospheric science: an introductory survey, 2<sup>nd</sup> ed., International Geophysics Series, Academic Press, Elsevier Inc., 483 pp.
- [http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes\\_antiores.jsp](http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes_antiores.jsp), consultado em 30/04/2010.
- <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>, consultado em 30/04/2010.
- <http://www.otempo.com.br/supernoticia/noticias/?IdEdicao=599&IdNoticia=25249>, consultado em 30/04/2010.