

TÍTULO DO TRABALHO:

O ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE UMA ETA (ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA) E SUA INFLUÊNCIA NUMA ENCHENTE DE UMA CIDADE PROVOCADA PELO TRANSBORDAMENTO DE UM RIO, EM FUNÇÃO DE EXCESSIVAS PRECIPITAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo mostrar a influência do rompimento do maciço da barragem de uma ETA e das precipitações pluviométricas, no transbordamento do leito de um Rio, aumentando o fluxo de água, provocando inundações e consequentemente estragos em parte de uma cidade.

Palavras-chave: Rompimento, Barragem, ETA, Precipitações pluviométricas, Inundações.

Agosto / 2015

**XVIII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE
AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/MG - 2015**

SUMÁRIO

RESUMO	pág. 01
1 - INTRODUÇÃO	pág. 03
2 - OBJETIVO	pág. 04
3 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	pág. 04
4 - DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA	pág. 04/05
4.1 - ROMPIMENTO DE BARRAGEM	
4.2 - PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA	
5 - METODOLOGIA	pág. 06
6 - DANOS CAUSADOS NAS EDIFICAÇÕES	pág. 09
7 - FOTOS ILUSTRATIVAS	pág. 09
8 - CONCLUSÃO	pág. 17
9 – BIBLIOGRAFIA	pág. 17

XVIII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/MG - 2015

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho técnico tem suporte em uma Perícia de Engenharia realizada na Comarca de Ubá, cujo assunto trata-se das precipitações pluviométricas de grande intensidade que ocorreram na cidade em janeiro de 2008, provocando o rompimento do maciço da barragem de uma ETA e ocasionando uma incontrolável corrente de água que contribuiu para o transbordamento do leito do Rio próximo. Tal fator, devido à força da correnteza, provocou inundações de grande porte e que geraram inúmeros danos em vias adjacentes, pontes, casas.



XVIII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/MG - 2015

2. OBJETIVO

Mostrar que o rompimento da estrutura de uma barragem próxima a áreas urbanas contribui sim para o alagamento, porém não é o principal fator para o evento e sim a grande intensidade de chuvas ocorridas na região.

O presente trabalho também identifica os danos causados após a referida enchente e ilustra detalhadamente a magnitude dos referidos danos bem como atribui o percentual de volume de água correspondente ao o rompimento do maciço da barragem.

3. CONSIDERAÇÕES GERAIS

É relevante lembrar que a maior parte de água da enchente a qual se baseia este trabalho, foi decorrente de elevada precipitação pluviométrica ocorrida não apenas na cidade, mas nas cabeceiras do Rio.

A barragem que se rompeu trata-se de barragem de nível que provoca apenas uma pequena elevação do nível do curso d'água no local e o volume de água retido é insignificante em relação ao volume de água que escoava normalmente pelo rio.

4. DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA

4.1. ROMPIMENTO DE BARRAGEM

A construção de uma barragem em um rio envolve sempre o risco de colapso, mesmo que a mesma tenha sido construída com o melhor conhecimento técnico. Este risco pode ser minimizado quando existe um programa preventivo de segurança de barragem, mas nunca eliminado. A chance de rompimento é pequena, da ordem de 1 para 1 milhão para bons projetos (um pouco inferior ao risco de queda de um avião), mas não é nulo. Este risco aumenta quando procedimentos preventivos não são rotineiros e varia com o tipo de barragem, altura, características do vertedor, entre outros.

XVIII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/MG - 2015

Apesar do baixo risco de rompimento de uma barragem, a grande quantidade das mesmas mostra que a sua ocorrência não é trivial. Vários rompimentos ocorreram ao longo do tempo no Brasil.

4.2. PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

A precipitação pluviométrica é a variável climatológica mais importante em regiões de clima Tropical por apresentar grande variação entre os períodos seco e úmido, sazonalidade característica desse tipo de clima. Entender a dinâmica espacial e temporal deste fenômeno é relevante para o planejamento urbano, pois as chuvas influenciam na infra-estrutura e nos recursos naturais dentro das cidades, podendo ocorrer, entre outros eventos, enchentes, erosões e danificações das obras. Esse crescimento populacional desordenado e exacerbado traz consequências maléficas ao meio urbano que não suporta esse inchaço súbito por não apresentar infra-estrutura compatível. Sendo assim, o processo de avanço urbano sobre APPs (Áreas de Preservação Permanente) em beiras de rios e nascentes e o entupimento dos sistemas de drenagem são intensificados tornando o meio urbano cada vez mais suscetível às erosões e às enchentes.

O clima tropical de Ubá apresenta chuvas durante o verão e temperaturas médias anuais entre 18,2 °C e 31 °C. É considerada a cidade mais quente da Zona da Mata Mineira, podendo chegar facilmente aos 40 °C entre novembro e fevereiro.

Médias meteorológicas para Ubá												
Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Média alta °C (°F)	32 (90)	32 (90)	32 (90)	29 (84)	28 (82)	26 (79)	27 (81)	28 (82)	29 (84)	29 (84)	30 (86)	31 (88)
Média diária °C (°F)	26 (79)	26 (79)	26 (79)	23 (73)	21 (70)	19 (66)	19 (66)	21 (70)	22 (72)	24 (75)	22 (72)	23 (73)
Média baixa °C (°F)	22 (72)	22 (72)	21 (70)	19 (66)	16 (61)	14 (57)	14 (57)	15 (59)	17 (63)	19 (66)	21 (70)	21 (70)
Precipitação mm (polegadas)	241 (9.49)	181 (7.13)	177 (6.97)	56 (2.2)	30 (1.18)	10 (0.39)	23 (0.91)	15 (0.59)	48 (1.89)	99 (3.9)	198 (7.8)	203 (7.99)
Fonte: The Weather Channel												

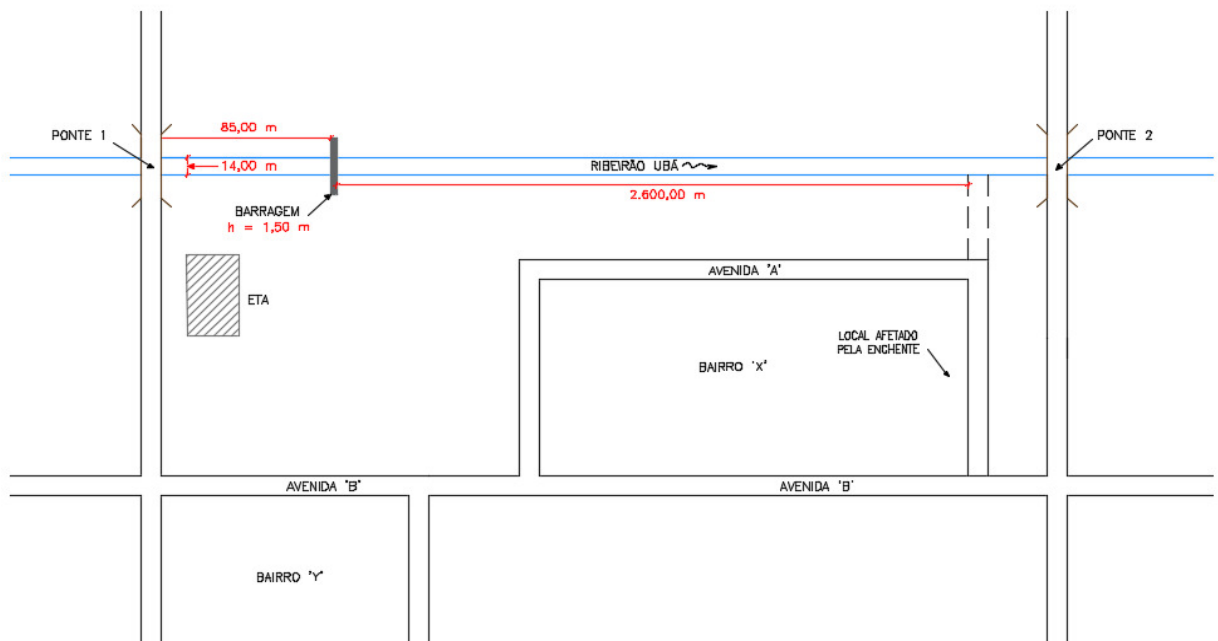
5. METODOLOGIA

A barragem sobre o Rio está a 85,00 m da 'Ponte 1'.

Neste trecho a largura do Rio mede aproximadamente 14,00 m, e a altura da barragem é de 1,50 m.

A ETA encontra-se à direita do Rio e sua barragem encontra-se à 2.600,00 m da área afetada pela enchente.

Vide croquis, Mapa da região e fotos.



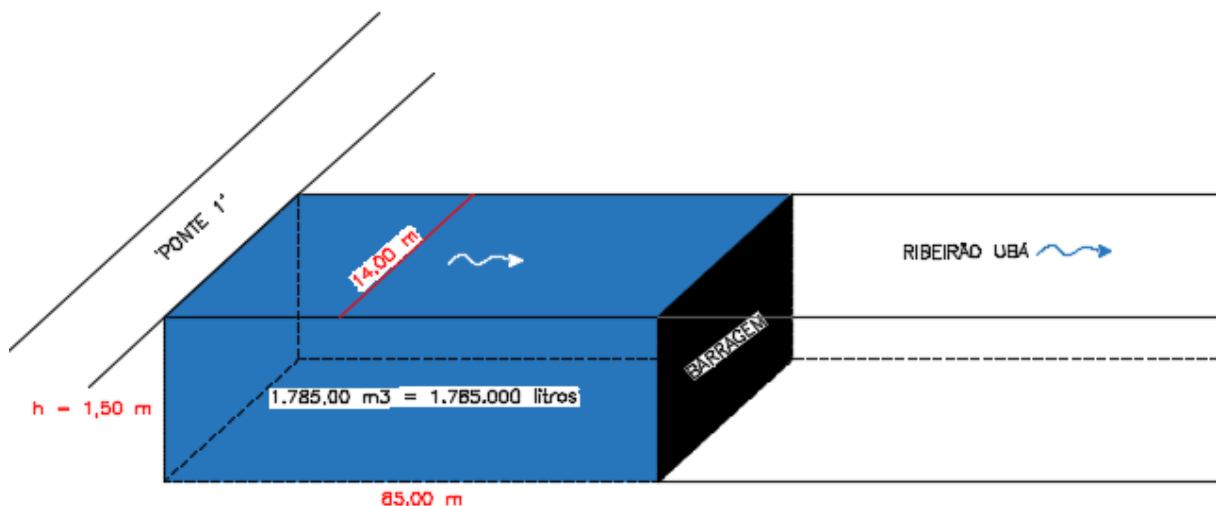
A barragem de captação é de gabião e enquadra-se no conceito de barragem de nível, o que difere de barragem de acumulação.

- **BARRAGEM DE NÍVEL:** A barragem de nível provoca apenas uma pequena elevação do nível do curso d'água no local, e o volume de água retido é insignificante em relação ao volume de água que escoava normalmente pelo rio.
- **BARRAGEM DE ACUMULAÇÃO:** A barragem de acumulação geralmente tem alturas significativas (mais de vinte metros de altura) e como o próprio nome já diz, acumulam água em grande volume. Este volume representa muitas vezes o volume normal do curso d'água.

XVIII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/MG - 2015

Cálculo do volume de água (Va) entre a 'Ponte 1' até a barragem:

$$V_a = 85,00\text{m} \times 1,50\text{m} \times 14,00\text{m} = \mathbf{1.785,00\text{ m}^3}$$



A distância entre a captação da água pela ETA até a 'Ponte 2' é de aproximadamente 3.000,00 m.

Logo:

$$1.785,00\text{ m}^3 / 14,00\text{m} / 3.000,00\text{ m} = 0,042\text{ m} = \mathbf{4,20\text{ cm.}}$$

4,20 cm é a altura da água que atingiu as casas devido ao rompimento da barragem, independente das precipitações pluviométricas.

Entende-se que o volume de água retido pela barragem não seria capaz de, mediante seu rompimento, gerar os estragos na cidade após a enchente ocorrida em 31 de janeiro de 2008. Ocorre que nesse período de acordo com o Decreto Municipal nº 4.705, de 06 de fevereiro de 2008 – Decreto de Estado de Calamidade Pública, foi confirmado a ocorrência de uma tromba d'água na cidade e seus impactos em todo o leito do Rio na noite de 30 de janeiro de 2008 para 31 de janeiro de 2008.

XVIII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/MG - 2015

A altura atingida pela enchente que ocorreu em 31 de janeiro de 2008 na cidade foi de **1,80 m.** (vide fotos)

Conforme cálculos apresentados anteriormente, o rompimento da barragem ocasionou, pelo seu volume, uma altura de 4,20 cm de alagamento na cidade.

Com esses dados calcula-se a porcentagem de influência do rompimento da barragem da ETA no alagamento ocorrido:

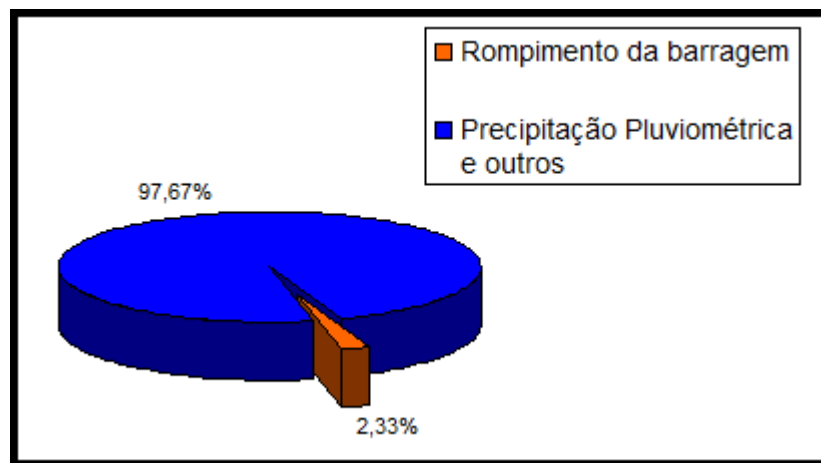
180,00 cm = Altura total do alagamento (vide fotos)

4,20 cm = Altura do alagamento provocada pelo rompimento da barragem

$$\begin{array}{rcl} 180,00 \text{ cm} & \text{-----} & 100\% \\ 4,20 \text{ cm} & \text{-----} & x\% \end{array}$$

$$X = 420 / 180$$

$$X = 2,33\%$$



Entende-se que o rompimento do maciço da barragem da ETA é responsável por apenas **2,33 %** do prejuízo causado nas moradias afetadas pela enchente.

6. DANOS CAUSADOS NAS EDIFICAÇÕES

Ocorreram danos nas casas e ruas da cidade devido a fator externo, patologias construtivas acidentais, caracterizadas pela ocorrência de algum fenômeno atípico resultado de uma solicitação incomum, como a ação da chuva com ventos de intensidade superior ao normal, recalques, e até mesmo incêndio. Sua ação provoca esforços de natureza imprevisível que irão desencadear processos patológicos em cadeia.

Devido à enchente ocasionada, as moradias sofreram:

- Aberturas em suas paredes e lajes como fissuras, trincas e rachaduras
- Infiltrações sob o peitoril de janelas
- Infiltrações no teto
- Infiltrações nas paredes em geral
- Infiltrações nos pisos.
- Manchas de infiltração nas paredes externas
- Mofo em todos os cômodos e na parte externa

7. FOTOS ILUSTRATIVAS

Vista geral da ETA



**XVIII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE
AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/MG - 2015**

Barragem de captação da ETA.



Vista de uma rua afetada pela enchente.



Casa danificada pela enchente.



**XVIII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE
AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/MG - 2015**

Vista de outra rua afetada pela enchente.



Altura onde a água alcançou em 31 de janeiro de 2008: 180 cm



Medição da altura onde atingiu a água da enchente (180,00 cm)



**XVIII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE
AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/MG - 2015**

Continuação da medição



Vista de outra casa afetada



Idem.



**XVIII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE
AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/MG - 2015**

Idem.



Idem.



Vista de parte da área afetada.



XVIII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/MG - 2015

Interior de uma casa que sofreu alagamento.



Interior de uma casa com várias infiltrações devido ao sinistro.



Vista do Rio na ponte onde houve inundação na época.



XVIII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/MG - 2015

Parte de local alagado na época.



Outra vista do Rio onde houve inundação na época



Idem.



XVIII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/MG - 2015

Avenida implantada após a enchente de 2008



Ponte sobre a Avenida e o Rio.



Vista de uma Rua afetada com greide abaixo da Avenida



XVIII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/MG - 2015

Outra vista mais próxima, tirada da Avenida



8. CONCLUSÃO

Analizando tecnicamente o evento em questão, foi constatado que o rompimento do maciço da barragem da ETA colaborou apenas 2,33 % com a enchente ocorrida na cidade em janeiro de 2008 e que a predominante causa foi a excessiva precipitação pluviométrica ocorrida na época.

9. BIBLIOGRAFIA

CARDOSO , M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; MELO, D. C. R.; **Mapeamento temporal e espacial da precipitação pluviométrica.**

LAUDO PERICIAL DE PROCESSOS.