

CIÊNCIA CIDADÃ NO MONITORAMENTO DE CHUVAS NA ESCOLA ESTADUAL PROFESSORA MARIA HELENA DUARTE CAETANO NO BAIRRO COTA 200 EM CUBATÃO-SP: COMPARAÇÃO ENTRE OS DADOS DE PLUVIÔMETRO ARTESANAL E AUTOMÁTICO

Marcio de Andrade¹; Marisa Mascarenhas²; Daniel Metodiev³; Débora Olivato⁴; Cristina Candido⁵; Gabriella Avancini⁶; Livia Kiguti⁷; Maria Francisca Azeredo Velloso⁸

Palavras-Chave – Ciência cidadã, prevenção de deslizamentos, educação para redução de risco de desastres.

INTRODUÇÃO

Os desastres ocasionados por chuvas são problemas observados todos os anos que revelam o elevado índice de exposição de populações às ameaças de movimentos de massa, inundações e enxurradas, e os impactos severos sobre milhares de famílias residentes em áreas de risco geológico e hidrológico pelo território brasileiro.

Neste contexto, estabelecer um sistema de alerta antecipado é uma tarefa obrigatória para a convivência e o gerenciamento coletivo do risco. Formalmente, os sistemas de alertas de desastres naturais são de competência de instituições governamentais que atuam na prevenção e na resposta por meio de mapeamentos de risco, rede de monitoramento, protocolos e planos de ação. No que tange à prevenção, o sistema de alerta envolve o conhecimento integral do risco, o monitoramento dos fatores deflagradores, a comunicação de informações e alertas antecipados, e a preparação para agir durante os eventos críticos.

O projeto *Prevenção de deslizamentos se aprende na escola: ciência cidadã em redução de risco de desastres*, desenvolvido com apoio do Programa Ciência na Escola do Ministério de Ciência, Tecnologia e Comunicações (MCTI) visa gerar uma experiência voltada a demonstrar a possibilidade de trazer a lógica de conhecimento, monitoramento e comunicação de risco de deslizamentos para a escola pública. Em destaque, a ciência cidadã neste estudo visa colaborar na resolução de questões cotidianas da comunidade voltadas à resiliência, ou melhor, na mitigação dos efeitos de chuvas extremas e deslizamentos que ameaçam os lugares onde os cidadãos moram, estudam, trabalham, convivem e por onde circulam. Vale desatacar que esse projeto foi realizado no ambiente escolar, facilitado por técnicos e cientistas integrantes do Sistema de Proteção e Defesa Civil, com vistas a estimular a prática científica aplicada ao cotidiano nas etapas do Sistema de Alerta do risco de deslizamentos. Espera-se assim, incentivar à realização de projetos de pesquisas nas e para as comunidades escolares, e fomentar a governança local, com base em conhecimento e monitoramento dos processos físicos que regem os movimentos de massa causados por chuvas extremas nas comunidades vulneráveis localizadas em áreas de risco geológico.

A Escola Estadual Professora Maria Helena Duarte Caetano está localizada no Bairro Cota 200 na Escarpa da Serra do Mar no Município de Cubatão-SP. Nesta, por intermédio de pesquisadoras de Iniciação Científica Júnior, tem sido desenvolvido um experimento de medição diária de chuvas por meio de pluviômetros de garrafa PET (pluvio PET). Os dados gerados são comparados com dados de chuvas obtidos pelo pluviômetro automático do Cemaden instalado na respectiva escola e, com vistas a verificar a acurácia dos dados gerados pelo instrumento artesanal. Pretende-se também que esta metodologia visa indicar a possibilidade de se estabelecer um índice de chuva crítica, a qual desencadeia movimentos de massa numa dada localidade.

(1,2,3,4) CEMADEN – Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais, e-mail: marcio.andrade@cemaden.gov.br, daniel.metodiev@cemaden.gov.br; (5) Proteção e Defesa Civil de Cubatão, e-mail: comdecubatao@gmail.com; (6, 7) Universidade Federal de São Paulo – Campus da Baixada Santista, e-mail: liviasayumi.kiguti@gmail.com; (8) SEDUC/SP – Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, e-mail: mfveloso@gmail.com

METODOLOGIA

A Escola Estadual Professora Maria Helena Duarte Caetano está localizada no Bairro Cota 200 na Escarpa da Serra do Mar no Município de Cubatão-SP, em uma área de risco geológico mapeada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT (2007), Figura 1a.

O pluviômetro automático do Cemaden denominado EE Duarte Caetano – Cota 200 (351350402G) faz parte de uma estação geotécnica que foi instalada na escola como resultado do projeto Remaden/RedeGeo financiado pela FINEP. Este pluviômetro modelo Pluvio DB da marca Dual Base, possui precisão de 0,2mm (Figura 1b). Seus dados são de acesso público e podem ser acessados em tempo real por meio do Mapa Interativo do Cemaden (<http://www2.cemaden.gov.br/mapainterativo/#>).

O pluviômetro PET foi construído com garrafa de refrigerante de 2 litros e a medição é feita diretamente na coluna d'água por intermédio de uma régua escolar simples (Figura 1c). Para este é considerada uma precisão de 2mm em função da graduação da régua e do menisco de água observado na parede da PET. A distância entre o local de instalação e monitoramento da pesquisadora com o pluvio PET, neste caso em sua própria residência, e o pluviômetro automático do Cemaden é de 200 metros, estando este a sudoeste da escola.



Figura 1 – (a) Mapa do Bairro Cota 200/área de risco geológico e localização da EE Maria Helena Duarte Caetano em Cubatão-SP. (b) Imagem do pluviômetro automático EE Duarte Caetano do Cemaden localizado na escola. (c) Imagem do pluviômetro PET.

A pesquisadora realizou leituras do volume total acumulado diário de chuvas no horário das 9h30 minutos da manhã, momento em que preenchia o relatório de monitoramento (tabela de monitoramento disponível em:

<http://educacao.cemaden.gov.br/site/activity/MTAwMDAwMDAwMTg=>).

Em paralelo, eram obtidos os dados dos volumes acumulados diários coletados no pluviômetro automático do Cemaden que foram adotados como “verdadeiros” para efeito de verificação da acurácia. No entanto, cabe destacar que as diferenças entre as medições poderiam se dar também por incertezas devido a diferenças reais na precipitação ocorridas nos distintos locais, embora bem próximos, e mesmo por problemas de sujeira ocasional no pluviômetro automático.

Assim, o estudo foi efetuado basicamente por meio de estatísticas simples de comparação entre os dados diários e mensais visando comprovar que embora a precisão entre os pluviômetros seja muito desigual, a acurácia do pluviômetro PET é suficiente para efeito de monitoramento de chuva com objetivo de alertar para volumes deflagradores de deslizamentos.

RESULTADOS

São apresentados os resultados obtidos no período de monitoramento diário de cerca de um ano entre 14 de maio de 2020 e 30 de junho de 2021 com base nos dados gerados pela aluna do ensino médio e pesquisadora de iniciação científica júnior com orientação do professor de geografia da EE

Profa. Maria Helena Duarte Caetano no Bairro Cota 200 em Cubatão-SP. Resultados anteriores podem ser encontrados em Lucas et al, 2020.

O período totalizou 413 dias de monitoramento sendo que destes ocorreram 237 dias com eventos de chuvas (>2mm/24h) e uma ocorrência de deslizamento registrada. (Gráfico 1).

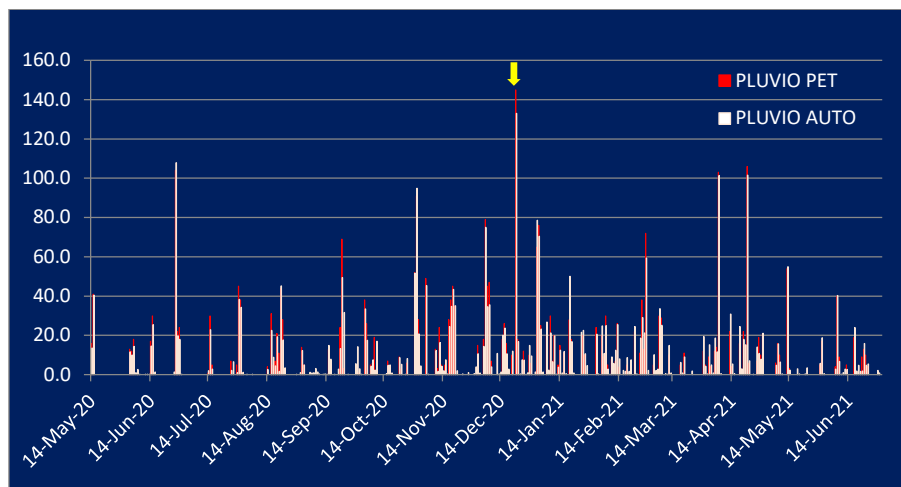


Gráfico 1 – Sobreposição gráfica entre os volumes de chuva diária obtidos com o pluvio PET pela pesquisadora Thalita e com o pluviômetro automático do Cemaden EE Duarte Caetano – Cota 200. Em destaque uma ocorrência de deslizamento registrada no dia 22/12/2020 quando o PET mediu 145mm e o pluviômetro automático mediu 133mm em 24 horas.

Foram consideradas exatas as medições do pluviômetro PET cujos resultados da diferença entre a medição PET e a medição do pluviômetro automático que se situaram entre -2,0mm e 2,0mm conforme a precisão estimada para o pluviômetro PET. Os resultados relativos às medições diárias são apresentados na Tabela 1. O Gráfico 2 ilustra a concentração dos dados em torno da média e do desvio padrão.

Tabela 1. Dados estatísticos referentes à diferença entre as medições diárias de chuva com pluviômetro PET e com pluviômetro automático do Cemaden EE Duarte Caetano – Cota 200.

Número de medições com chuva = 237	Medições PET exatas (diferença entre -2,0mm e 2,0mm) = 143 (60,34%)
Média da diferença = -0,32mm	Medições PET dentro do padrão (diferença entre -5,54mm e 4,9mm) = 189 (79,75%)
Desvio padrão da diferença = 5,22mm	Medições PET fora do padrão (diferença abaixo de -5,54 e acima de 4,9mm) = 48 (20,25%)

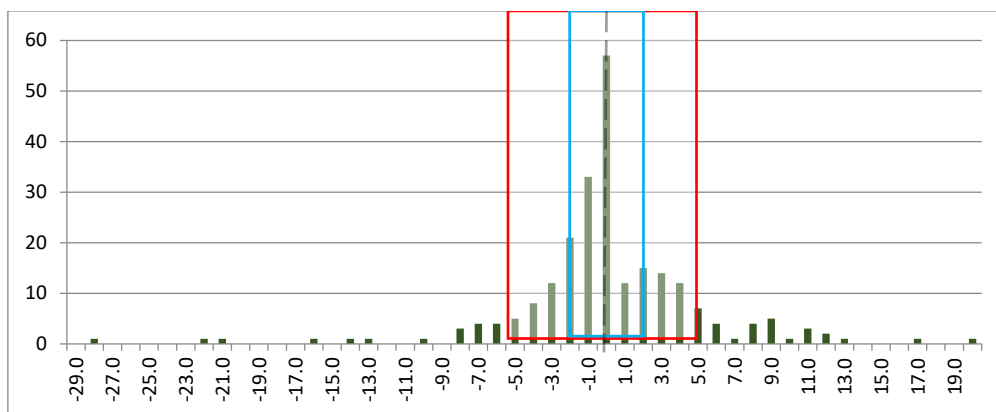


Gráfico 2 – Frequência da diferença entre as medições de pluviômetro PET e pluviômetro automático do Cemaden EE Duarte Caetano – Cota 200. O retângulo azul destaca as medições consideradas exatas, ou seja, dentro da precisão de 2,0mm. O retângulo vermelho destaca as medições que estão dentro do padrão que variam mais ou menos em torno da média (linha tracejada).

Os resultados mensais foram avaliados de junho de 2020 a junho de 2021 e indicaram que em 13 meses de monitoramento ocorreram 5 meses onde a diferença relativa superou 14% nos meses de

julho, agosto e setembro de 2020, janeiro e março de 2021. No restante, a diferença relativa ficou abaixo de 6,3%, destacando-se o mês de outubro de 2020 como praticamente idêntico (Tabela 2).

Tabela 2. Dados referentes a comparação entre os valores mensais de chuva observados com pluviômetro PET e com pluviômetro automático do Cemaden EE Duarte Caetano – Cota 200.

Mês	Ano	Volume de chuva Pluviômetro PET	Volume de chuva Pluviômetro automático	Diferença	Diferença relativa
Junho	2020	240,2 mm	229,0 mm	11,2mm	4,9%
Julho	2020	131,0 mm	110,0 mm	21,0mm	19,1%
Agosto	2020	154,0 mm	128,2 mm	25,8mm	20,1%
Setembro	2020	134,0 mm	165,8 mm	-31,8mm	-19,2%
Outubro	2020	264,0 mm	265,0 mm	-1,0mm	-0,4%
Novembro	2020	273,0 mm	256,8 mm	16,2mm	6,3%
Dezembro	2020	472,0 mm	451,3 mm	20,7mm	4,6%
Janeiro	2021	350,0 mm	408,3 mm	-58,3mm	-14,3%
Fevereiro	2021	300,0 mm	320,0 mm	-20,0mm	-6,3%
Março	2021	107,0 mm	134,0 mm	-27,0mm	-20,1%
Abril	2021	390,0 mm	413,4 mm	-23,4mm	-5,7%
Mai	2021	111,0 mm	116,0 mm	-5,0mm	-4,3%
Junho	2021	113,0 mm	120,0 mm	-7,0mm	-5,8%

CONCLUSÕES

A medição de chuva do dia 22 de dezembro de 2020 no pluvio PET, quando aconteceu à única ocorrência de deslizamento registrada, apresentou uma diferença absoluta de +12mm em relação ao volume total da chuva no pluviômetro automático, ou seja, foi 10% superior ao considerado como referência. Embora essa medição possa ser considerada inexata, essa diferença não desqualifica a priori sua utilização no sistema de alerta.

A medição da chuva diária do dia do deslizamento foi de 145mm no pluvio PET (133mm no pluviômetro automático). As medições mais próximas desse valor ocorreram nos dias 27 de junho de 2020 quando mediu 104mm (107,8mm no pluviômetro automático), 07 de abril de 2021 que foi 103mm (101,4mm no pluviômetro automático) e 22 de abril de 2021 que foi 106mm (101,6mm no pluviômetro automático) que não tiveram ocorrências associadas. Desta forma, embora a quantidade de dados seja ainda pequena, é possível inferir que ocorreriam deslizamentos quando o valor da chuva diária for maior do que 100mm.

Os resultados permitem concluir que o monitoramento com pluviômetro PET apresenta uma acurácia muito adequada para medições diárias considerando o seu baixo custo, simplicidade e possibilidade de ser utilizado na forma de uma rede de monitoramento pelas comunidades residentes em áreas de risco geológico.

Agradecimentos à FINEP pelo apoio financeiro da Carta Convite MCTI/FINEP/FNDCT 01/2016 e ao CNPq pela CHAMADA MCTI/CNPQ N°05/2019 e a EE Profa Maria Helena Caetano Duarte.

REFERÊNCIAS

CEMADEN EDUCAÇÃO. *Programa Cemaden Educação*, 2017. Página inicial. Disponível em: <<http://educacao.cemaden.gov.br/>>. Acesso em: 13/10/2022.

CEMADEN - Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. *Educação em clima de riscos de desastres*. São José dos Campos, SP: Cemaden, 2021. Disponível em: <http://educacao.cemaden.gov.br/site/mediaLibrary/OTYwMDAwMDAwMTE2>. Acesso em: 13/10/2022.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. 2007. *Mapeamento de risco nos Bairros Cota como subsídio para o plano de recuperação da Serra do Mar*.

LUCAS, R. A. P. A.; JESUS, T. G. B.; AVANCINI, G. F.; KIGUTI, L. S. H. *Monitoramento de chuvas em escolas públicas localizadas em áreas de risco geológico: A experiência na Escola Estadual Maria Helena Duarte Caetano, Bairro Cota 200 em Cubatão-SP*. Anais do VII Congresso Nacional de Educação. Maceió-AL, 2020.