

# 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

Márcio de Andrade<sup>1</sup>, Marisa Mascarenhas<sup>2</sup>, Daniel Metodiev<sup>3</sup>, Débora Olivato<sup>4</sup>, Cristina Candido<sup>5</sup>, Gabriella Avancini<sup>6</sup>, Lívia Kiguti<sup>7</sup> e Maria Francisca Azeredo Velloso<sup>8</sup>



## INTRODUÇÃO

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 Inovação (MCTI) visa colaborar na resolução de questões cotidianas da comunidade voltadas à mitigação dos efeitos de chuvas extremas e deslizamentos que ameaçam os lugares onde os cidadãos moram. Esse projeto foi realizado no ambiente escolar, facilitado por técnicos e cientistas integrantes do Sistema de Proteção e Defesa Civil.

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 desencadearia movimentos de massa numa dada localidade.

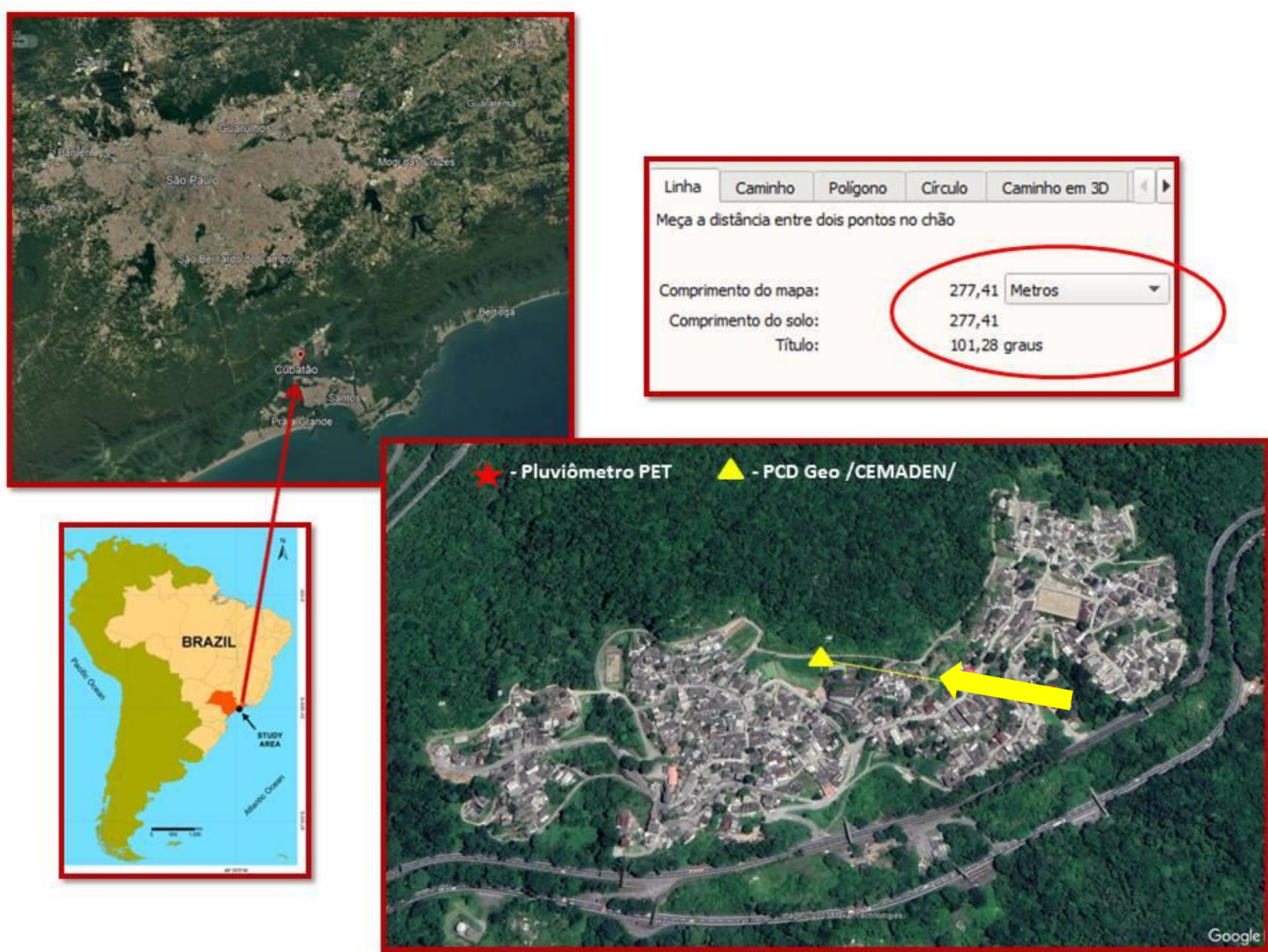


Figura 1 - Localização geográfica do Bairro Cota-200 em Cubatão/SP onde ficam instaladas a PCD Geo EE Duarte Caetano-Cota 200 (351350402G) e o pluviômetro PET.

## 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 1.

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 2).

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/#>).



Figura 2 - Imagem do pluviômetro automático EE Duarte Caetano do Cemaden localizado na escola de mesmo nome no Bairro Cota 200.

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 3). 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 pluvio PET da pesquisadora, neste caso em sua própria residência, e o pluviômetro automático do Cemaden é de 277 metros, estando este a sudoeste da residência dela (Figura 1).

A pesquisadora realizou leituras do volume total acumulado diário de chuvas no horário das 9h30minutos da manhã, momento em que preenchia o relatório de monitoramento (tabela de monitoramento disponível em):

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

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.

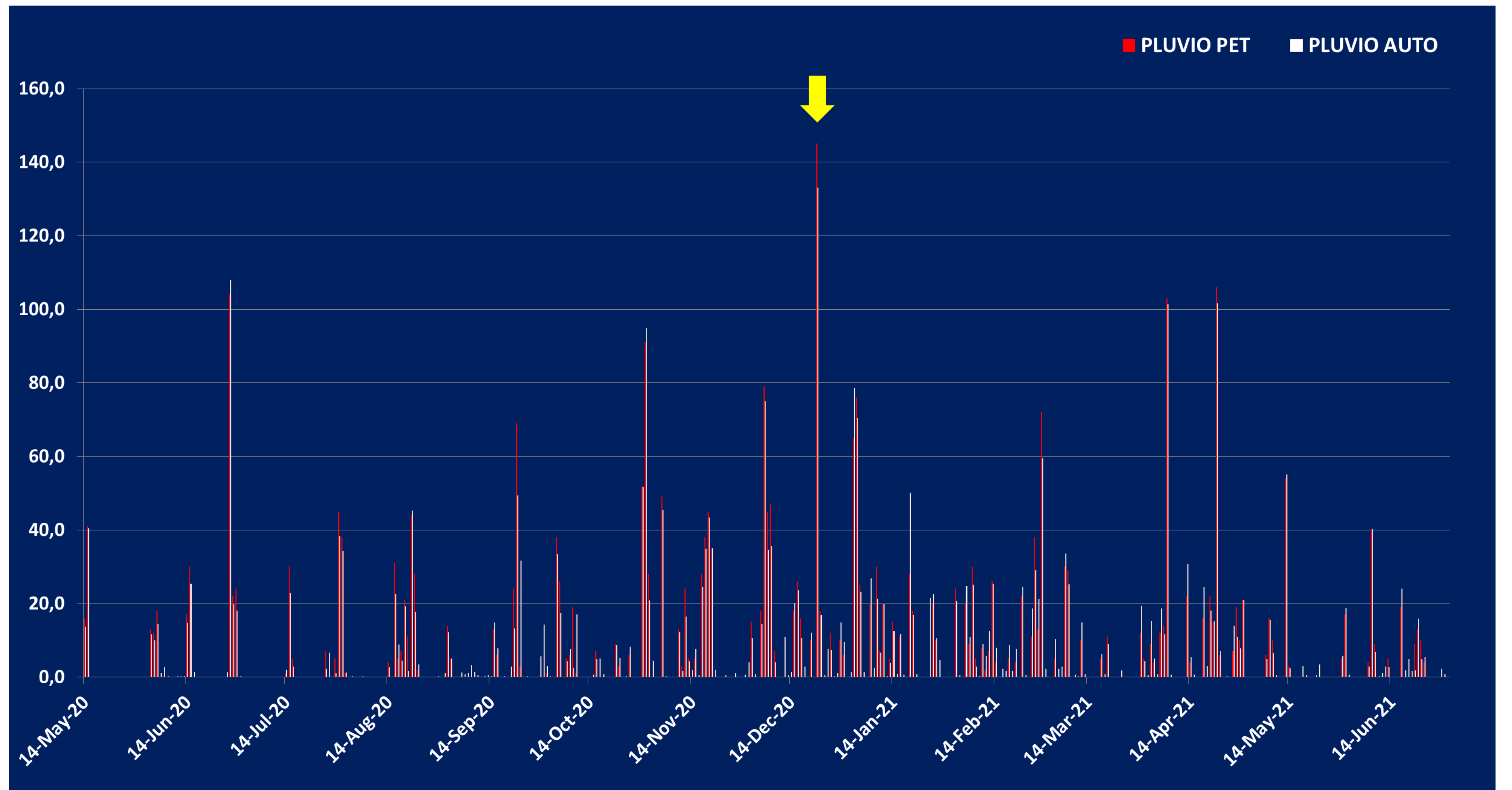


Gráfico 1 - Sobreposição gráfica entre os volumes de chuva diária obtidos com o pluvio PET pela pesquisadora Thalita e com o pluviômetro automático do Cemaden EE Duarte Caetano - Cota 200. Em destaque uma ocorrência de deslizamento registrada no dia 22/12/2020 quando o PET mediu 145mm e o pluviômetro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

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.



Figura 3 - Imagem do pluviômetro PET localizada na moradia da jovem pesquisadora no Bairro Cota 200 a 278 m de distância da PCD Geo do Cemaden.

## 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).

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. O Gráfico 2 ilustra a concentração dos dados em torno da média e do desvio padrão.

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 1).

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

Tabela 1 - 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.

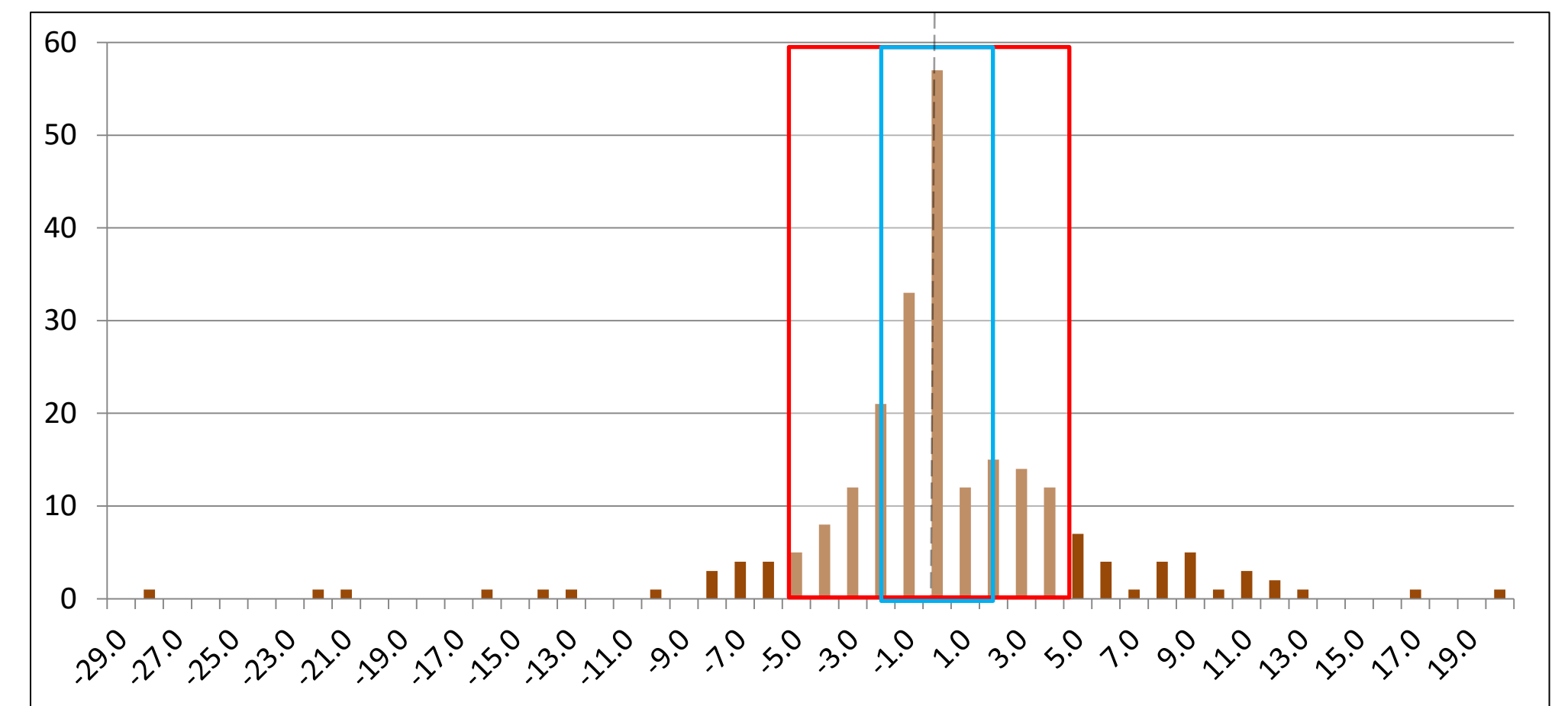


Gráfico 2 - Frequência da diferença entre as medições do pluvio PET e o pluvio automático do Cemaden EE Duarte Caetano - Cota 200. O retângulo azul destaca as medições consideradas exatas, ou seja, dentro da precisão de 2,0mm. O retângulo vermelho destaca as medições que estão dentro do padrão que variam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

## 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.

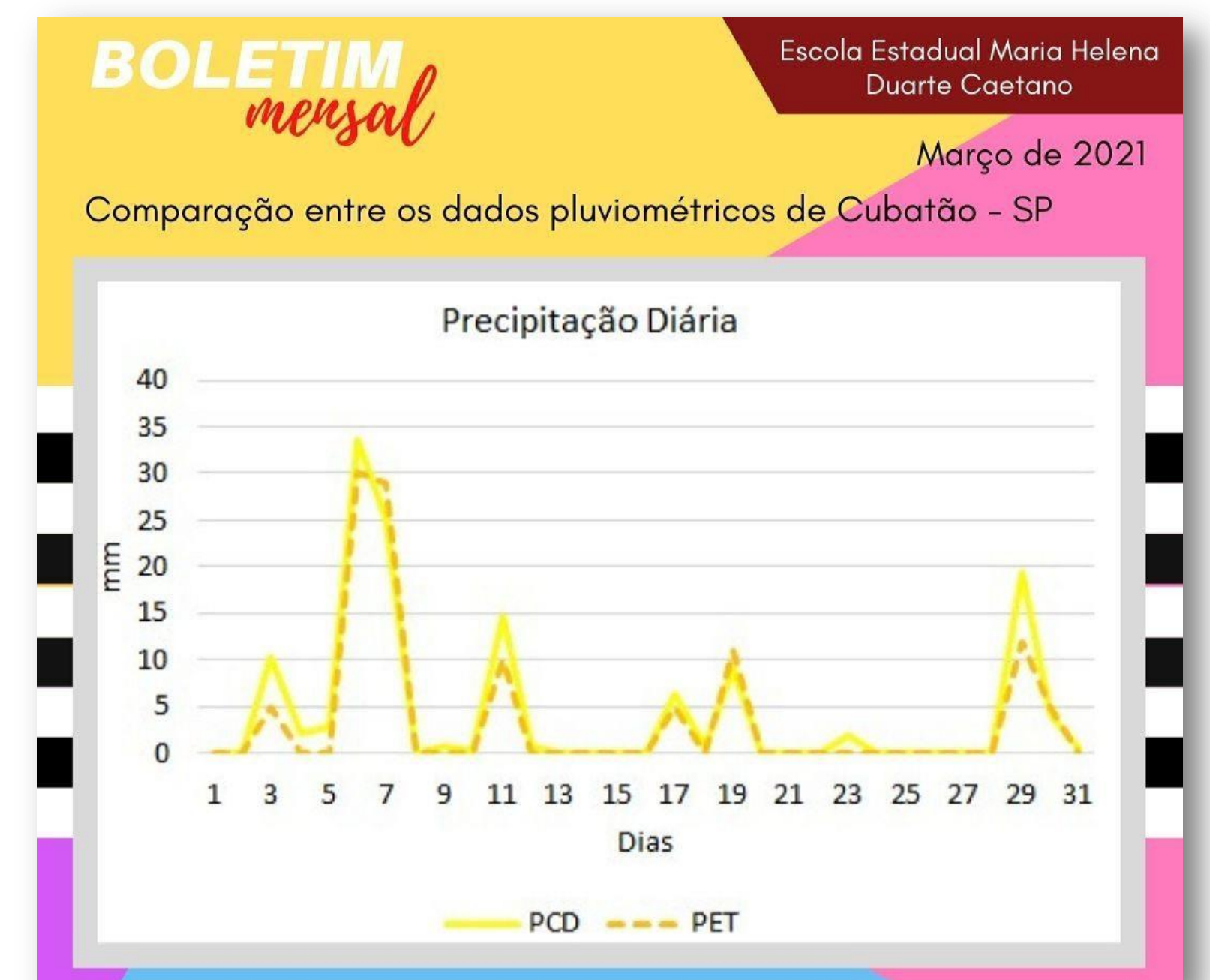


Figura 4 - Boletim mensal de medição de chuvas obtidas às 9h no pluvio PET do Bairro Cota 200 e no pluvio automático do Cemaden (EE Duarte Caetano - 351350402G). Os boletins mensais e semanais são divulgados nas páginas do projeto "Ciência Cidadã na Escola" nas redes sociais Facebook e Instagram.

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.

(1,2,3,4) CEMADEN - Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (MCTI), e-mail: [daniel.metodiev@cemaden.gov.br](mailto:daniel.metodiev@cemaden.gov.br); (5) Proteção e Defesa Civil de Cubatão/SP (6, 7) Universidade Federal de São Paulo - Campus da Baixada Santista, Santos/SP (8) SEDUC/SP - Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, São José dos Campos/SP.