

CORRELAÇÃO CHUVAS x ESCORREGAMENTOS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO NOS MESES DE FEVEREIRO E MARÇO DE 2014.

Apresentação

Este 22º Relatório Técnico apresenta uma análise da correlação chuvas x escorregamentos no Estado do Rio de Janeiro, nos meses de fevereiro e março de 2014, realizada com base em dados pluviométricos do INEA, INMET e CEMADEN.

1. Introdução

Fevereiro se caracterizou, devido à atuação de um sistema de alta pressão ao longo de todo mês, como um mês seco, com o nível pluviométrico ficando abaixo do valor médio mensal e com a precipitação acumulada em 30 dias bem abaixo dos 270mm considerados críticos pelo DRM. Apenas no dia 16, com a aproximação de uma frente fria, ocorreram pancadas de verão na região Sul, mas nem estas deflagraram escorregamentos. Já Março foi mais chuvoso que Fevereiro. Ao longo do mês foram registradas chuvas significativas devido à atuação de frentes frias. As regiões mais afetadas foram a Serrana (Petrópolis), a Costa Verde (Angra), o Vale do Paraíba (Barra Mansa) e a Norte (Campos).

2. Distribuição de Chuvas e Escorregamentos em Fevereiro e Março de 2014

2.1. Queda de lasca rochosa no dia 13/02, sem chuva, em Petrópolis.

No dia 13.02, uma queda de rocha, na Posse, a partir de uma encosta com 200m de amplitude (Figura 1), mobilizou placas de até 18m³, individualizadas pela conjugação de fraturas tectônicas e de alívio. Com o impacto, as placas se fragmentaram em blocos menores, que se deslocaram até a base da encosta, mas não atingiram a casa mais próxima, distante 25m do pé do talude, localizada na Travessa da Pedreira. O deslocamento se deu em 07 etapas, o 1º às 21h00 e os demais ao longo da madrugada, e não foi o 1º na área, já que na base há vários blocos deslocados. O escorregamento ocorreu num período de extensa seca, o que corrobora a hipótese do mesmo estar associado à variação de temperatura entre o dia e a noite, que leva à propagação de fissuras e à abertura das fraturas já tratadas em relatórios técnicos específicos do NADE/DRM no passado. A situação é de risco remanescente, o que atesta a correção da interdição de 07 casas pela Defesa Civil.

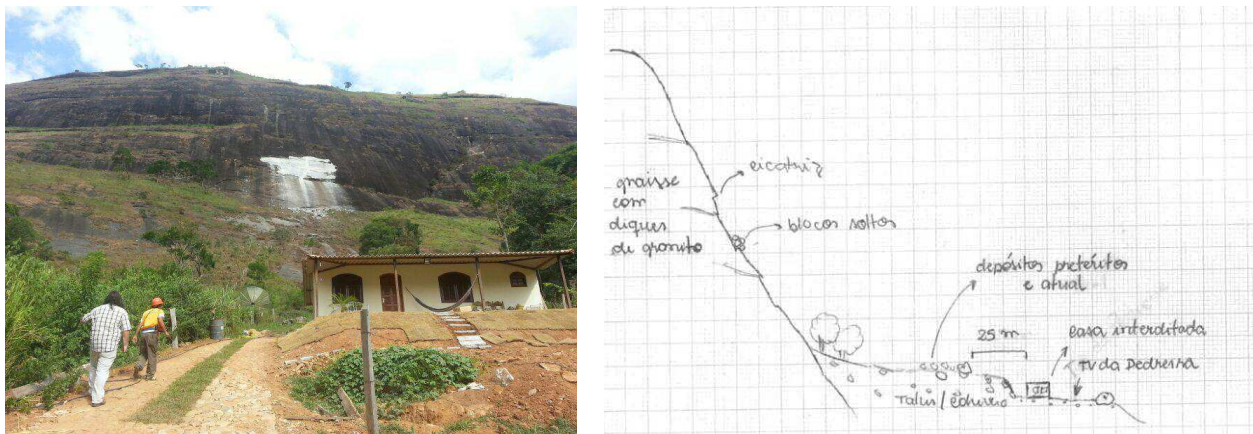


Figura 1. a) Vista frontal; b) croqui da queda de placa rochosa no distrito de Posse em Petrópolis.

2.2. Chuva do dia 16/02

A chuva do dia 16 afetou Nova Friburgo, Nova Iguaçu e Angra dos Reis. Em Nova Friburgo (Estação Macaé de Cima – INEA), uma pancada de 41.2mm/h, às 15h30, associada a chuvas acumuladas antecedentes de 6.2mm/24h, 6.4mm/96h e 6.4mm/30d, todas baixas, não deflagrou escorregamentos na localidade. Em Nova Iguaçu (Estação Catavento – INEA), uma pancada de 32.8mm/h, às 18h00, associada a chuvas acumuladas de 46.4mm/24h, 50.2mm/96h e 113.8mm/30d, consideradas baixas, também não deflagrou escorregamentos.

2.2.1. Escorregamento em Angra dos Reis

Em Angra dos Reis (Estação Angra – INEA), uma pancada de 43.4mm/h, às 18h00, associada a chuvas acumuladas antecedentes de 20.6mm/24h, 20.6mm/96h e 26.8mm/30d, consideradas baixas, deflagrou, segundo a Defesa Civil Municipal, um pequeno deslizamento de solo na Travessa Isaías Ferreira de Lima, no bairro Camorim Pequeno.

2.3. Escorregamento no dia 02/03 em Angra dos Reis

Em Angra dos Reis (Estação Fazenda Fortaleza – INEA), a chuva forte atingiu 81.4mm em 2h30' e um pico de 42.6mm/h. Às 20h45, uma pancada de 31.2mm/h, associada a chuvas acumuladas antecedentes de 53.4mm/24h, 53.6mm/96h e 139.0mm/30d, deflagrou um escorregamento no Morro da Pedreira, no Frade, que destruiu 03 moradias da Rua Isidoro de Castro (junto à Servidão Francisco de Souza) e causou 01 morte (Figura 2).



Figura 2. Escorregamento no bairro Frade, em Angra dos Reis.

O escorregamento se iniciou como um deslizamento planar de solo no talude a jusante da Rua Isidoro de Castro e avançou paralelamente a uma canaleta de drenagem, sob a forma de uma corrida de solo, árvores e lixo que deixou exposta a rocha alterada. O material escorregado destruiu parte de um muro de gabião e parte da casa 313 da Rua Francisco de Souza, causando 01 morte. Além do acúmulo de lixo, contribuíram para o acidente, a obstrução da canaleta de drenagem e da caixa de passagem da Rua Isidoro de Castro, o que ampliou a concentração d'água e a erosão da base da rua.

2.4. Chuva do dia 05/03

Em Barra Mansa (Estação Rialto – INEA), uma pancada de 44.0mm/h, às 18h30, associada a chuvas acumuladas antecedentes de 1.4mm/24h, 2.2mm/96h e 88.6mm/30d, consideradas baixas, não deflagrou escorregamentos.

2.5. Chuva dos dias 07- 08/03

A chuva dos dias 07-08.03.14 afetou os municípios de Teresópolis, Petrópolis, Angra dos Reis e Barra Mansa. Em Teresópolis (Estação Posse – INEA), no dia 08.03, uma pancada de 48.0mm/h, às 00h15, associada a chuvas antecedentes de 16.2mm/24h, 37.4mm/96h e 87.6mm/30d, consideradas baixas, não deflagrou escorregamentos.

2.5.1. Escorregamentos em Petrópolis

Em Petrópolis, no dia 08.03, uma pancada de 33.5mm/h, às 23h00 (Estação Pedro do Rio/INEA), associada a chuvas antecedentes de 9.5mm/24h, 28.5mm/96h e 61.5mm/30d, consideradas baixas, reativou um escorregamento na Rua Augusto Francisco da Silva, em Pedro do Rio, ocorrido no dia 20/01/2014 (às 17h30, com chuva de 36.7mm/h; 0mm/24h; 22.2mm/96h e 176mm/30d). Como os sinais de reativação do movimento foram percebidos no dia 07.03, a Defesa Civil Municipal interditou corretamente duas casas, o que evitou um desastre no dia seguinte. No mesmo dia, contudo, uma pancada maior, de 68.0mm/h, na Estação Quitandinha (INEA), às 18h30, associada a chuvas antecedentes de 136.2mm/24h, 159.2mm/96h e 280.0mm/30d, consideradas elevadas, não deflagrou escorregamentos.

2.5.2. Escorregamentos em Angra dos Reis

Em Angra, no dia 08, às 04h00, houve queda de bloco na RJ-155 (Angra-Barra Mansa), próximo aos túneis da Serra D'Água, e um pequeno deslizamento no bairro Belém. No dia 09.03, houve um deslizamento de solo junto ao “Escadão do Morro da Glória II”, na Estrada Angra-Getulândia. Como as chuvas registradas nos pluviômetros do INEA – 35.4mm/48h (Angra) e 62.8mm/48h (Faz. Fortaleza) – foram pouco significativas, as estações do CEMADEN foram consideradas mais representativas do evento pluviométrico. Estes registraram na Estação Portugal, 84.6mm/h, às 21h50 do dia 07, associados a antecedentes acumuladas de 12.0mm/24h, 15.8mm/96h e 102.7mm/30d, e nas estações Praia Brava, Areal e Jacuecanga, respectivamente, 122mm/24h; 60mm/24h; e 58mm/24h.

2.5.3. Escorregamento em Barra Mansa

Em Barra Mansa (Estação Rialto – INEA), no dia 08, a pancada de 25,0mm/h, às 16h30, associada a antecedentes acumuladas de 36.8mm/24h, 103.4mm/96h e 190.6mm/30d, deflagrou um escorregamento na Rua Antônio Elias Arbex, no bairro Boa Vista.

2.6. Chuva dos dias 22-23/03

2.6.1. Escorregamentos em Petrópolis

No dia 23, em Petrópolis (Estação Quitandinha – INEA), uma pancada de 55.5mm/h, às 02h15, associada a antecedentes de 42.2mm/24h, 42.5mm/96h e 346.0mm/30d, consideradas baixas, deflagrou um escorregamento isolado na Rua Vassouras, no bairro Quitandinha (Figura 3).



Figura 3. Escorregamento no bairro Quitandinha, Petrópolis.

2.6.2. Escorregamentos em Angra dos Reis

Em Angra, na noite entre os dias 22 e 23 de Março, a chuva provocou vários escorregamentos de pequeno porte (sem danos) nos bairros Serra D'Água, Zungu, Bracuí e Itanema. Na RJ-155 (Angra - Barra Mansa), entretanto, 24 escorregamentos afetaram a rodovia, um dos quais obstruiu a via. Como as chuvas registradas nos pluviômetros do INEA – 53.2mm/48h (Angra) e 68.0mm/48h (Faz.Fortaleza) - foram pouco significativas, as estações do CEMADEN foram consideradas mais representativas do evento pluviométrico. Estes registraram chuvas mais significativas na Estação Itanema - 86.9mm/h, às 23h20, do dia 22, associada a acumuladas antecedentes de 89.0mm/24h, 192.0mm/96h e 163.6mm/30d; no Ariró (222mm), no Bracuí (214mm), no Pontal (183mm) e no Frade (158mm), todas estas acumuladas em 96 horas.

2.7. Chuva dos dias 27-28/03

A chuva entre os dias 27 e 28.03 afetou os municípios de Campos e Petrópolis. Em Campos, a pancada de 36.8mm/h, às 14h45, associada às acumuladas antecedentes de 33.4mm/24h, 48.2mm/96h e 70.2mm/30d, consideradas baixas, não deflagrou escorregamentos. Já em Petrópolis, a pancada de 49.75mm/h, às 16h30, medida na Estação Quitandinha do INEA, depois de 24 horas sem chuva e associada a acumuladas antecedentes de 21.25mm/96h e 462.75mm/30d, não deflagrou escorregamentos, segundo a Defesa Civil Municipal. Já a pancada de 27.75mm/h, às 14h30, medida na Estação Pedro do Rio do INEA, também depois de 24 horas e 96 horas sem chuva, mas associada a uma acumulada antecedente de 149,5mm/30d, (re)reativou o escorregamento ocorrido em Janeiro de 2014 e reativado em 08 de Março na Rua Augusto Francisco da Silva, no Distrito de Pedro do Rio.

3. Discussão

O único escorregamento significativo do mês de Fevereiro, em Pedro do Rio, Petrópolis, ocorreu devido à variação de temperatura. Por isto, o único processo registrado no mês, em 16.02, em Angra dos Reis, pode ser considerado muito ocasional, provavelmente mais relacionado à ação antrópica do que à contribuição da chuva.

A situação se modificou pouco no mês de março. Apesar de mais frequentes, as chuvas encontraram uma condição prévia - de acumuladas em 01 mês bem inferiores aos 270mm considerados críticos pelo DRM-RJ - que impediu a deflagração até mesmo de escorregamentos ocasionais e destrutivos. A exceção foi o registrado em Angra no dia 02/03, com uma morte, mas que foi causado tipicamente por ação antrópica. Mesmo assim, os dados coletados no mês de Março são importantes para avaliar a correlação chuvas x escorregamentos em duas regiões do Estado – a Serrana e a Costa Verde.

3.1. Região Serrana

A Região Serrana Fluminense é a única região que conta com uma curva pluviométrica crítica definida pelo DRM-RJ (DRM, 2012), curva esta que é utilizada como base para o acionamento de sirenes de alerta e alarme contra escorregamentos pelo Sistema de Defesa Civil Estadual. Mais uma vez então, os dados mais recentes das chuvas significativas (Tabela 1) foram plotados na *Curva do DRM*, tal como mostrado na Figura 4.

Tabela 1. Chuvas significativas na Região Serrana nos meses de Fevereiro e Março de 2014.

Estação (INEA)	Data/Hora	Intensidade Horária (mm)	Antecedente Acumulada (mm)		
			24h	96h	30d
Macaé de Cima	16/02-15h30	41.2	6.2	6.4	6.4
Posse Teresópolis	08/03-00h15	48.0	16.2	37.4	87.6
Quitandinha	08/03-18h30	68.0	136.2	159.2	280.0
Pedro do Rio	08/03-23h00	33.5	9.5	28.5	61.5
Quitandinha*	23/03-02h15	55.5	42.2	42.5	346.0
Quitandinha	28/03-16h30	49.75	0.0	21.2	462.7
Pedro do Rio	28/03-14h30	27.75	0.0	0,0	149.5

*Evento com ocorrência de escorregamento ocasional.

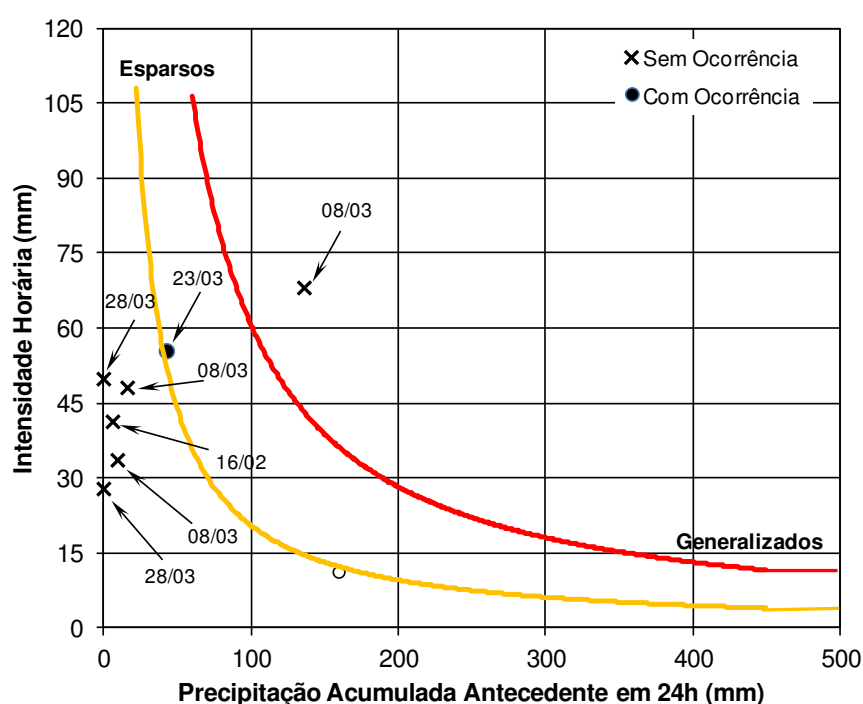


Figura 4. Curva do DRM para a Região Serrana com os dados de chuvas de 02 e 03/2014.

Observa-se que a grande maioria dos eventos chuvosos, com combinação de chuvas horárias e antecedentes de 24hs que não deflagraram escorregamentos, e que a única “chuva deflagradora”, “caíram”, como esperado ou previsto, respectivamente, no campo do gráfico bem distante do limiar dos escorregamentos esparsos e exatamente no limite superior do domínio dos escorregamentos ocasionais, ambos representados pela linha amarela. A exceção à regra ficou com a “chuva não deflagradora” de 08/03, registrada na Estação Quitandinha, que merecerá do NADE/DRM uma maior atenção. DE qualquer forma, os resultados obtidos confirmam a consistência da “Curva do DRM para a Região Serrana” e a sua credibilidade para funcionar como base para o acionamento de sirenes, traduzida pela combinação: 30.0mm/h, 100mm/24h, 115mm/96h e 270mm/30 dias.

3.2. Costa Verde

Apesar do interesse em determinar índices pluviométricos críticos para a deflagração de escorregamentos na Costa Verde de forma semelhante à “Curva DRM-RJ Serra Fluminense”, até Janeiro de 2014 os dados disponíveis sobre “chuvas deflagradoras” e “não deflagradoras” não eram suficientes para a determinação de uma “Curva DRM Costa Verde”.

Esta posição técnica do DRM-RJ, inclusive, já havia sido repassada ao CESTAD/DGDEC/SEDEC, na Reunião de 30 de Novembro de 2013: “nos municípios de Angra dos Reis e Mangaratiba, a melhor proposta de índice crítico é a combinação dos índices de Soares (2006) com os índices DRM-Serra, ou seja, 35mm/h + 75mm/24h (ou curva crítica Soares 2006) + 115mm/96h + 270mm/30d. De forma a avaliar a validade desta posição, os dados recentes (Tabela 2) foram plotados nos dois gráficos, tal como mostrado na Figura 5.

Tabela 2. Chuvas de Fevereiro e Março, com ocorrência de escorregamentos, em Angra.

Estação	Data/Hora	Intensidade mm/h	Antecedente Acumulada (mm)		
			24h	96h	30d
Angra (INEA)	16/02/14-18h00	43,4	20,6	20,6	26,8
Faz Fortaleza (INEA)	02/03/14-20h45	31,2	53,4	53,6	139,0
Portogalo (CEMADEN)	07/03/14-21h50	84,66	12,02	15,81	102,7
Itanema (CEMADEN)	22/03/14-23h20	86,88	89,03	191,9	163,6

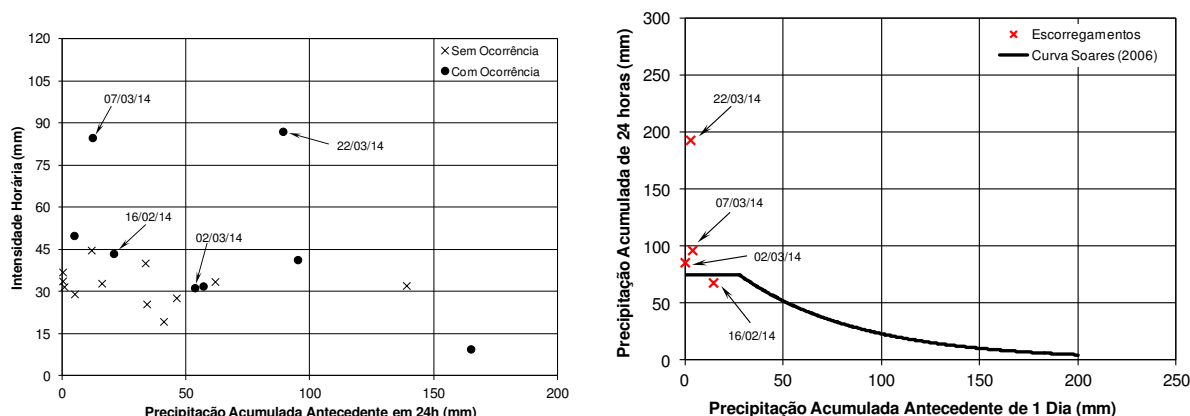


Figura 5. “Chuvas Deflagradoras e não Deflagradoras” de Escorregamentos de 02-03/2014. A) Gráfico mm/24ant x mm/h; b) Curva de Soares (2006) – mm/24hs x mm/48hs.

Observa-se na figura 5a que o padrão errático de distribuição de chuvas deflagradoras e não deflagradoras ratifica a insuficiência de dados para a determinação de uma curva do DRM para a Costa Verde, mas que, por outro lado, a curva pluviométrica crítica de Soares (2006) continua se mostrando consistente, já que a maioria das chuvas deflagradoras “caiu”, de fato, acima da curva crítica.

Posições semelhantes à manifestada pelo DRM-RJ quanto à insuficiência de dados para a determinação de índices críticos para a deflagração de escorregamentos e ao caráter preliminar das propostas de limiares para o acionamento de sirenes na Costa Verde, também foram expressas para outras regiões do Estado do Rio de Janeiro no início do Plano de Contingência 13/14. As principais foram:

(1) No Vale do Paraíba, os dados não são suficientes para a proposição de uma “Curva DRM”; (2) em Niterói e São Gonçalo, o DRM-RJ defende a utilização do Índice proposto por d’Orsi (2013) - Conferência Brasileira de Desastres Naturais: $\geq 40\text{mm}/1\text{h}$ - $\geq 125\text{mm}/24\text{h}$ - $\geq 200\text{mm}/96\text{h}$ + $\geq 40\text{mm}/24\text{h}$; na Região Noroeste, persiste a proposta do DRM, de Novembro de 2012: (a) Pancadas isoladas (entre 40 e 80mm/h), sem acumuladas antecedentes, não deflagram escorregamentos; (b) Combinações de chuvas antecedentes elevadas e horárias da ordem de 15mm/h deflagram escorregamentos ocasionais; (3) Combinações da ordem de 35mm/h, 70mm/dia, e 300mm/mês, deflagram escorregamentos esparsos, havendo uma dúvida quanto à acumulada de 80mm em 96 horas.

4. Conclusão

Os resultados do 22º Relatório Técnico sobre a correlação chuvas x escorregamentos ratificam mais uma vez a consistência dos limiares de chuva deflagradores de escorregamentos propostos pelo DRM-RJ para a Região Serrana Fluminense e a sua importância como base para acionamento das sirenes de alerta e alarme, firmado em Protocolo com a SEDEC e o INEA, para a Região Serrana, no Verão 13/14. Eles ratificam também os argumentos utilizados para caracterizar como preliminares as propostas semelhantes feitas para a Costa Verde.

Faltando apenas 01 mês para o término do seu Plano de Contingência 13/14, o NADE reafirma sua disposição de “fechar” limiares críticos preliminares para as sete regiões já classificadas pelo DRM-RJ como “Domínios de Correlação Chuvas x Escorregamentos no Estado do Rio de Janeiro”, a saber: Região Serrana; Costa Verde; Vale do Paraíba; Região Metropolitana; Baixada Fluminense; Noroeste Fluminense e Baixada Campista.

Niterói, 07 de Abril de 2014.

Núcleo de Análise e Diagnóstico de Escorregamentos – NADE
Serviço Geológico do Estado do Rio de Janeiro - DRM-RJ