

CORRELAÇÃO ENTRE CHUVA E MOVIMENTOS DE MASSA NAS REGIÕES DE BAIXADA SANTISTA/LITORAL NORTE DE ESTADO DE SÃO PAULO PARA PERÍODO DE 2013 À 2018

Daniel Metodiev¹; Márcio Andrade¹; Rodolfo Mendes¹; Márcio Moraes¹; Tiago Bernardes¹; Rafael Luiz¹ e Juliano Coelho¹

ABSTRACT – The Sao Paulo State Civil Defense Preventive Plan – PPDC (in Portuguese) was elaborated in 1988. It constitutes an important preventive technical tool for management of mass movement risk areas, focused on the preventive evacuation of susceptible population. The main operability of PPDC involves the monitoring of the related rainfall intensity and accumulated 72 hours rainfall index. This action requires that critical thresholds of accumulated 72 hours rainfall are updated frequently according with the factors and local conditions (natural and anthropic) of each specific risk area. The importance of empirical methods is fundamental to confirm the relationship between rainfall intensity and accumulated rainfall with the mass movement events, in order to establish the critical threshold values. The present work performs an evaluates the record of mass movement events occurred in Baixada Santista and Litoral Norte regions in Sao Paulo State for a 5 years period (2013 to 2018) considering different mass movement events (slope type, magnitude and impact level). Some specific rainfall values were extracted to show that within these parameters an event related to natural and anthropic features was triggered. A database was created, sorting source of information and municipalities monitored within PPDC, to implement the correlation between the events and the rainfall values. To elaborate the event's map, source data with reliable record of localization of the mass movement events was selected, as well as the nearest possible rain gauges of CEMADEN (National Center for Monitoring and Early Warning of Natural Disasters); also the exact event triggering time, selection by the slope type, the magnitude and the impact level of the event. The extraction of rainfall values of these rain gauges allowed the calculation of the accumulated rainfall values for 1, 3, 6, 24, 48, 72 and 96 hours, with the adoption of the 72 hours index for this work. The correlation graphics divided by the slope type, the magnitude and the impact level of the event present how mass movement events are grouped and separated by different critical thresholds, classifying such events by the influence level of triggering factors, natural and/or anthropic.

Palavras-Chave – ocorrências de movimento de massa, chuva acumulada, limiares críticos.

1) CEMADEN - Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais, Parque Tecnológico de São José dos Campos, Estrada Doutor Altino Bondesan, 500 – Distrito de Eugênio de Melo, CEP: 12247-016 São José dos Campos / São Paulo; telefone: (12) 3205-0223, ramal: 0206; e-mail: daniel.metodiev@cemaden.gov.br, márcio.andrade@cemaden.gov.br, rodolfo.mendes@cemaden.gov.br, márcio.moraes@cemaden.gov.br, tiago.bernardes@cemaden.gov.br, rafael.luiz@cemaden.gov.br, juliano.coelho@cemaden.gov.br

1 - INTRODUÇÃO

De acordo com a ONU (1993) um dos fenômenos naturais que mais causam prejuízos financeiros e mortes no mundo são os movimentos de massa. Esses fenômenos são importantes na evolução do relevo e tem sua ocorrência nas vertentes. Nas cidades, eles assumem, em geral, proporções catastróficas, uma vez que causam danos materiais e perdas de vidas humanas. No Brasil eventos de chuva são os principais responsáveis por inundações, solapamentos de margem, intensificação de processos erosivos e com grande destaque, atuam decisivamente na deflagração de movimentos de massa. Processos naturais podem ocorrer em diferentes escalas e assim gerarem acidentes ou desastres, em decorrência de diferentes cenários de risco geológico. No ano de 1988, iniciou-se o Plano Preventivo de Defesa Civil – PPDC, elaborado especificamente para escorregamentos nas encostas da Serra do Mar, no Estado de São Paulo. O PPDC constitui um importante instrumento de gestão de áreas de risco de movimentos de massa de caráter preventivo. A principal ação prevista no PPDC é a remoção preventiva das populações que ocupam áreas de risco, antes que os movimentos de massa (principalmente deslizamentos, corridas de lama e de detritos) atinjam suas moradias. A operacionalidade geral do PPDC envolve ações de monitoramento dos índices pluviométricos (principalmente, chuva acumulada de 72 h), previsão meteorológica, vistorias de campo e atendimentos emergenciais (Mendes et al., 2015). Atualmente ações do PPDC são desenvolvidas em dez regiões do Estado de São Paulo, sendo duas delas a Baixada Santista e o Litoral Norte. O PPDC trata ações preventivas de riscos associados de movimentos de massa em áreas constituídas por encostas e taludes inapropriados à ocupação.

Nesse sentido, o presente trabalho tem por objetivo apresentar a influência da relação entre a chuva horária e chuva acumulada com as ocorrências de movimentos de massa sobre o comportamento dos valores dos limiares críticos, quais são de extrema importância na eficiência funcional das ações preventivas do PPDC. Ao sugerir um modelo de avaliação do histórico das ocorrências e dos dados pluviométricos para um certo período (2013 a 2018) nas regiões da Baixada Santista e do Litoral Norte com missão para atualização e classificação dos limiares, pode ser considerado uma importante ferramenta de gerenciamento de risco de escorregamentos na parte do melhoramento nas ações preventivas e na mitigação dos danos a vida e materiais (Fig. 1).

2 – ESTRUTURAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA DO MODELO

A área de aplicação da proposta do modelo localiza-se no litoral do Estado de São Paulo entre as encostas da Serra do Mar e a faixa costeira do oceano Atlântico, incluindo os municípios de Peruíbe, Itanhaém, Mongaguá, Praia Grande, São Vicente, Cubatão, Santos, Guarujá e Bertioga (na Baixada Santista) e São Sebastião, Ilhabela, Caraguatatuba e Ubatuba (no Litoral Norte). A suscetibilidade de movimentos de massa é muito variável em cada área de atendimento da COMDEC destes 13 municípios, sendo reflexo dos condicionantes do meio físico (substrato

litológico e pedológico, relevo, declividade e posição das encostas, cobertura vegetal, regime pluviométrico etc) e do meio antrópico (desmatamentos, cortes nos terrenos, aterros lançados nas encostas, vazamento de tubulações, entre outras).

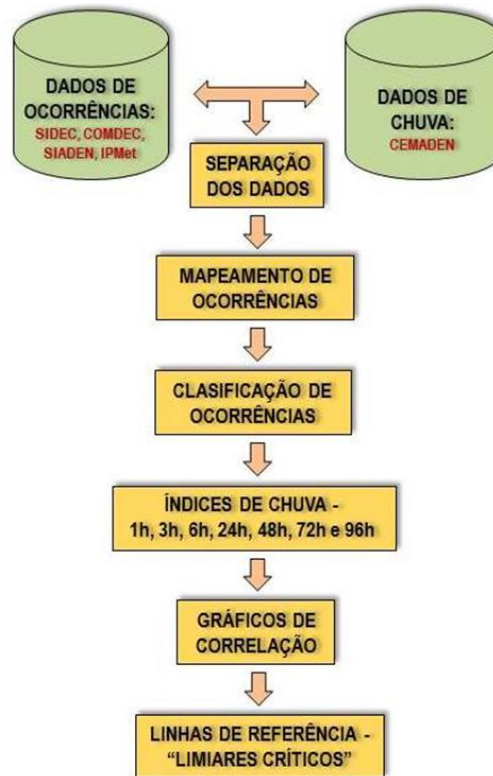


Figura 1 – Fluxograma das etapas sequenciais para correlação entre dados de chuva e ocorrências de movimento de massa.

2.1 - Dados de ocorrências de movimento de massa

Para o desenvolvimento do trabalho foram adquiridos dados de ocorrências de movimentos de massa de fontes oficiais de cadastro (Ide, 2005), tais como do Sistema Integrado de Defesa Civil do Estado de São Paulo (SIDEDEC) que inclui relatórios de vistorias do Instituto Geológico do Estado de São Paulo (IG) e Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT). Dados das Coordenadorias Municipais de Defesa Civil (COMDEC), do Instituto de Pesquisas Meteorológicas (IPMet), da Universidade do Estado de São Paulo (UNESP) e da recém-criada plataforma de dados do Sistema de Alertas de Desastres Naturais (SIADEN), do CEMADEN, deverão ser analisados e incluídos numa próxima etapa. Nesse trabalho as correlações foram realizadas essencialmente em cima dos dados de ocorrências do SIDEDEC (Tab. 1).

2.1.1 - Seleção das ocorrências

Alguns dados de ocorrências podem ser incompletos e apresentar muitas incertezas. Esse fato obriga a eliminação destas ocorrências pela ausência de informações importantes como a

data e o horário corretos: falta de horário ou confusão na ficha de registro entre horário de deflagração e acionamento/atendimento da Defesa Civil, localização correta: coordenadas erradas ou/e endereço incompleto geram muitas incertezas para o posicionamento exato da ocorrência; Fernandez (2018). A generalização das ocorrências misturando diferentes processos de movimentos de massa, por exemplo, solapamento de margem/beira de estrada, enxurradas, subsidências gravitacionais de terra, tombamento de blocos de rocha, entre outras. Outro fato importante de ser considerado é o posicionamento das estações pluviométricas as ocorrências, a inexistência de pluviômetros dentro de uma distância de 3 km a própria ocorrência, tornando os resultados da avaliação (os limiares críticos de chuva) mais relativos.

NO	MUNICÍPIO	LOCALIZAÇÃO*		TIPO	MAGNITUDE*	IMPACTOS*	DATA/HORA*
BAIXADA SANTISTA							
92	Guarujá	7347705	372006	talude natural/aterro lançado	500 m ³	44 pess. removidas/ 11 moradias interd.	26/03/14 - 16.00h
118	Mongaguá	7335069	336162	talude de corte	4 m ³	8 pess. removidas/ 3 moradias interd.	28/02/16 - 22.40h
119	Mongaguá	7335343	336331	talude natural/corte/aterro compactado	5 m ³	13 pess. removidas/ 3 moradias interd.	29/02/16 - 00.30h
120	Mongaguá	7335318	336319	talude natural/corte	10 m ³	4 pess. removidas/ 4 moradias interd.	29/02/16 - 06.00h
121	Mongaguá	7335229	336292	talude de corte	10 m ³	0 pess. removidas/ 1 moradias interd.	01/03/16 - 06.00h
124	Peruibe	7305291	296509	talude natural	600 m ³	4 pess. removidas/ 1 moradias interd.	21/12/15 - 06.30h
125	Peruibe	7304631	295281	talude natural	10 m ³	8 pess. removidas/ 6 moradias interd.	07/03/16 - 20.30h
146	Santos	7351980	364754	talude de corte/aterro lançado	90 m ³	12 pess. removidas/ 3 moradias interd.	23/01/15 - 01.40h
147	Santos	7349107	361915	talude de corte/aterro lançado	600 m ³	64 pess. removidas/ 16 moradias interd.	23/01/15 - 00.50h
148	Santos	7349230	361593	talude natural	960 m ³	0 pess. removidas/ 0 moradias interd.	23/01/15 - 02.30h
163	São Vicente	7348211	358756	talude de aterro compactado	sem dados	0 pess. removidas/ 0 moradias interd.	21/01/17 - 17.40h
LITORAL NORTE							
47	Caraguatatuba	7388955	460644	talude de corte/aterro lançado	10 m ³	19 pess. removidas/ 4 moradias interd.	31/01/15 - 20.00h
48	Caraguatatuba	7389376	462078	talude de corte	100 m ³	28 pess. removidas/ 7 moradias interd.	31/01/15 - 20.00h
49	Caraguatatuba	7386697	460046	talude de corte	41 m ³	8 pess. removidas/ 2 moradias interd.	23/03/16 - 22.00h
50	Caraguatatuba	7389634	459494	talude de corte	15 m ³	28 pess. removidas/ 7 moradias interd.	15/03/17 - 05.00h
51	Caraguatatuba	7389181	460017	talude natural/corrida de detritos	sem dados	60 pess. removidas/ 15 moradias interd.	15/03/17 - 05.30h
151	São Sebastião	7366229	457076	talude natural/corte	100 m ³	12 pess. removidas/ 3 moradias interd.	23/12/14 - 16.40h
152	São Sebastião	7373141	426172	talude de corte	30 m ³	5 pess. removidas/ 1 moradias interd.	01/02/15 - 07.40h
153	São Sebastião	7366081	457654	talude natural/corte	90 m ³	20 pess. removidas/ 5 moradias interd.	15/01/16 - 03.20h
155	São Sebastião	7372365	426521	talude natural	3000 m ³	148 pess. removidas/ 37 moradias interd.	29/02/16 - 04.50h
157	São Sebastião	7370362	433404	talude natural	320 m ³	24 pess. removidas/ 6 moradias interd.	29/02/16 - 05.10h
158	São Sebastião	7370014	432415	talude natural/corte	160 m ³	0 pess. removidas/ 1 moradias interd.	29/02/16 - 05.10h
159	São Sebastião	7371245	433533	talude natural/corrida de detritos	800 m ³	20 pess. removidas/ 5 moradias interd.	29/02/16 - 05.10h
160	São Sebastião	7370747	437769	talude natural/corte	900 m ³	26 pess. removidas/ 7 moradias interd.	29/02/16 - 05.30h
176	Ubatuba	7404719	491165	talude de corte	250 m ³	6 pess. removidas/ 3 moradias interd.	23/02/18 - 01.00h
178	Ubatuba	7404657	491033	talude de corte	80 m ³	8 pess. removidas/ 4 moradias interd.	23/02/18 - 01.00h
179	Ubatuba	7401486	491541	talude natural/corte	400 m ³	15 pess. removidas/ 5 moradias interd.	23/02/18 - 05.00h
180	Ubatuba	7402055	491413	talude natural/corte	50 m ³	8 pess. removidas/ 2 moradias interd.	23/02/18 - 05.00h
187	São Sebastião	7366179	457060	talude natural/corte	sem dados	28 pess. removidas/ 7 moradias interd.	15/02/18 - 03.40h
188	São Sebastião	7366299	456969	talude natural/corte	sem dados	12 pess. removidas/ 3 moradias interd.	15/02/18 - 03.40h
189	São Sebastião	7367048	457387	talude natural/corte	sem dados	7 pess. removidas/ 3 moradias interd.	15/02/18 - 04.30h
190	São Sebastião	7367254	457515	talude natural/corte/aterro lançado	sem dados	30 pess. removidas/ 7 moradias interd.	15/02/18 - 04.30h
TOTAL				32 OCORRÊNCIAS	669 pess. removidas/ 182 moradias interd.		

* Coordenadas X/Y UTM (23K); * Magnitude Baseada em Volume Mobilizado; * Medidas e Ações Provisórias e/ou Permanentes; Horário Revisado GMT

Tabela 1 – Exemplo de registro de ocorrências de movimentos de massa para Baixada Santista e Litoral Norte do período entre 2013 à 2018 (fonte: SIDEC).

2.1.2 - Mapeamento de ocorrências

Para espacialização dos dados das ocorrências é necessário primeiro georreferenciar pelas coordenadas (latitude e longitude) e identificar os pluviômetros no raio de influência para o levantamento de chuva deflagradora (D'Orsi *et al*, 1997). A partir do posicionamento espacial das

ocorrências é possível relacionar os pontos de interesse (ocorrências/pluviômetros) com a base dos dados temáticos da área - mapas do meio físico da região e plantas municipais de desenvolvimento urbano dos últimos 20-30 anos (Alheiros *et al*, 2003).

2.1.3 - Classificação das ocorrências

A classificação das ocorrências permite uma avaliação mais detalhada em relação das proporções e das causas deflagradoras para definição dos limiares críticos do local do evento:

Tipologia das ocorrências – foram considerados apenas os escorregamentos planar/circular, induzido/natural, corrida de lama/detritos. A Figura 2 considera uma classificação das ocorrências agrupadas pelo tipo da encosta de ruptura e movimento: em talude natural (1), de aterro compactado/lançado (2) e de corte (3).

Magnitude – foi estimada com base no volume da massa mobilizada (m^3) em escala de volume movimentado (Fig. 3): baixa $<20m^3$ (1), média $20-100m^3$ (2), alta $>100m^3$ (3) e sem dados (4).

Impacto e danos – adotou-se uma classificação em 4 grupos por moradias afetadas (Fig. 4): baixo <2 (1); médio baixo 3-6 (2); médio alto 7-10 (3) e alto >11 (4).

2.2 - Dados pluviométricos

Os dados de chuva foram obtidos no banco de dados da rede observacional pluviométrica de estações automáticas do CEMADEN. Foi adotada uma distância efetiva de 3 km entre o local da ocorrência e o pluviômetro mais próximo para obtenção de dados de chuva. Uma distância acima de 3 km põe em risco a relevância dos resultados da correlação dependendo do tipo de chuva deflagrador.

2.2.1 - Índices de chuva

A partir dos valores de chuva referentes a cada uma das ocorrências (32), servindo de base para o objetivo do projeto, que foi a determinação de limiares críticos de chuva deflagradores de movimentos de massa nas regiões Baixada Santista e Litoral Norte (Tab. 2). Os registros pluviométricos do CEMADEN apresentam frequência a cada 10 min. Estes índices foram calculados conforme os estudos do Tatizana *et al*, 1987 e Santoro *et al*, 2010, apresentando a relação entre a intensidade de chuva horária e os valores de chuva acumulada em 1, 3, 6, 24, 48, 72 e 96 horas. Através dos gráficos de correlação pode-se notar que a relação entre intensidade e chuva acumulada poderia dividir as ocorrências de movimento de massa em grupos (Guidicini e Iwasa, 1976) e assim indicar limiares de valor diferente entre cada tipo de ocorrência (Fig. 2, 3 e 4).

NO	MUNICÍPIO	ESTAÇÃO*	DISTÂNCIA*	CHUVA ACUMULADA							
				1h	3h	6h	24h	48h	72h	96h	
BAIXADA SANTISTA											
92	Guarujá	351870119A	1,014	49,3	63,5	63,5	64,9	64,9	65,3	111,4	
118	Mongaguá	353110003A	2,755	74,6	99,4	99,4	99,4	99,4	100,2	100,2	
119	Mongaguá	353110003A	3,050	36,0	144,0	165,3	165,3	165,3	166,1	166,1	
120	Mongaguá	353110003A	3,022	1,2	2,6	92,5	228,5	228,5	229,3	229,3	
121	Mongaguá	353110003A	2,950	2,2	2,2	2,2	22,0	250,5	250,5	251,3	
125	Peruibe	353760201A	3,790	3,6	4,5	4,5	4,5	17,3	23,0	23,2	
146	Santos	354850013A	1,272	26,7	72,2	97,5	119,1	171,7	171,7	171,7	
147	Santos	355100903A	0,599	18,1	55,6	74,0	106,1	130,5	130,5	130,5	
148	Santos	355100903A	1,237	33,2	93,9	133,6	145,0	190,5	190,5	190,5	
163	São Vicente	355100904A	0,931	36,3	76,8	76,8	85,7	101,5	117,6	138,3	
LITORAL NORTE											
47	Caraguatatuba	351050007A	0,652	3,9	6,1	7,7	103,6	104,6	104,6	104,6	
48	Caraguatatuba	351050017A	0,447	3,5	10,0	20,8	77,2	77,2	77,2	77,2	
49	Caraguatatuba	351050010A	1,326	8,0	14,0	14,0	14,0	14,8	25,1	25,1	
50	Caraguatatuba	351050010A	1,802	55,1	55,9	56,1	68,8	80,0	80,0	80,0	
51	Caraguatatuba	351050010A	1,082	66,3	87,3	87,5	99,8	111,4	111,4	111,4	
151	São Sebastião	355070409A	0,778	32,1	33,7	33,7	48,0	60,9	60,9	60,9	
152	São Sebastião	355070411A	0,909	0,2	0,2	0,4	137,7	326,2	326,2	326,6	
153	São Sebastião	355070409A	0,378	11,4	23,6	39,2	43,5	43,7	52,2	63,7	
155	São Sebastião	355070411A	0,135	82,3	86,3	205,9	258,5	258,5	264,2	264,2	
157	São Sebastião	355070406A	0,86	84,6	88,2	127,3	177,5	177,5	180,5	180,5	
158	São Sebastião	355070406A	1,128	84,6	88,2	127,3	177,5	177,5	180,5	180,5	
159	São Sebastião	355070406A	0,828	84,6	88,2	127,3	177,5	177,5	180,5	180,5	
160	São Sebastião	355070419A	1,655	88,7	89,7	126,1	173,6	173,8	174,2	174,2	
176	Ubatuba	355540606A	1,877	27,0	31,5	71,3	73,3	79,0	79,2	79,8	
178	Ubatuba	355540606A	2,019	27,0	31,5	71,3	73,3	79,0	79,2	79,8	
179	Ubatuba	355540623A	2,602	7,5	109,0	215,1	230,7	238,7	238,9	241,1	
180	Ubatuba	355540623A	2,259	7,5	109,0	215,1	230,7	238,7	238,9	241,1	
187	São Sebastião	355070409A	0,797	26,2	58,1	77,4	214,9	224,3	257,0	257,0	
188	São Sebastião	355070409A	0,876	26,2	58,1	77,4	214,9	224,3	257,0	257,0	
189	São Sebastião	355070409A	0,764	20,7	56,4	88,8	226,7	236,0	268,8	269,4	
190	São Sebastião	355070409A	0,897	20,7	56,4	88,8	226,7	236,0	268,8	269,4	

* Estação Pluviométrica Mais Próxima (CEMADEN); * Distância em Km; * Precipitação em mm

Tabela 2 – Correlação entre chuva acumulada e horário de ocorrências de movimento de massa na Baixada Santista/Litoral Norte (fonte dos dados pluviométricos: CEMADEN).

2.2.2 – Gráficos de correlação chuva/ocorrências de movimento de massa e linhas de referência: limiares críticos

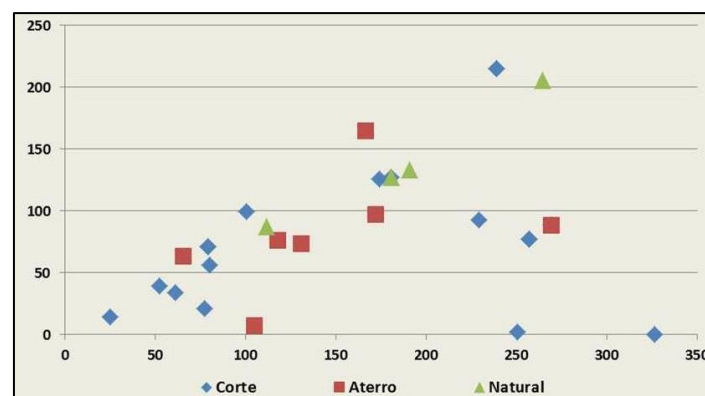


Figura 2 – Gráfico apresentando a relação entre chuva horária e chuva acumulada (6h x 72h) a partir da hora local das ocorrências classificadas por tipo de talude de ruptura.

Os gráficos destacam que muitas ocorrências foram deflagradas em precipitação horária ou/e acumulada abaixo dos limiares críticos de chuva oficializados no PPDC ou na literatura nacional (Tatizana *et al*, 1987 e Elbachá *et al*, 1992). Para deslizamentos induzidos na Baixada Santista e Litoral Norte podem-se sugerir limiares críticos de chuva deflagradora, bem abaixo dos propostos

no PPDC. Assim, as ocorrências com limiares críticos baixos ficariam abaixo da curva do Tatizana *et al* (1987) relacionando-se com uma contribuição elevada das ações antrópicas na deflagração (Parizzi *et al*, 2010).

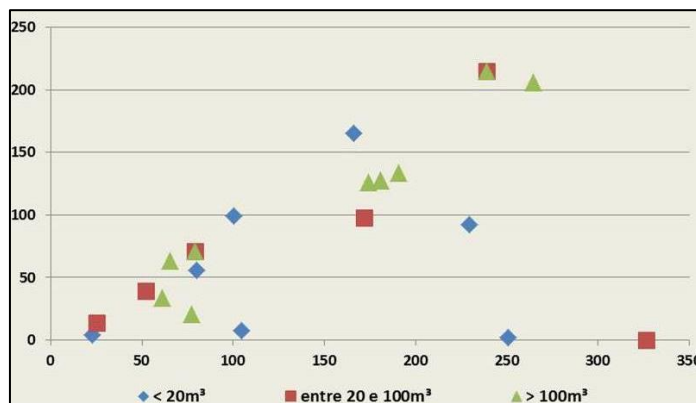


Figura 3 – Gráfico apresentando a relação entre chuva horária e chuva acumulada (6h x 72h) a partir da hora local das ocorrências classificadas por magnitude (m³).

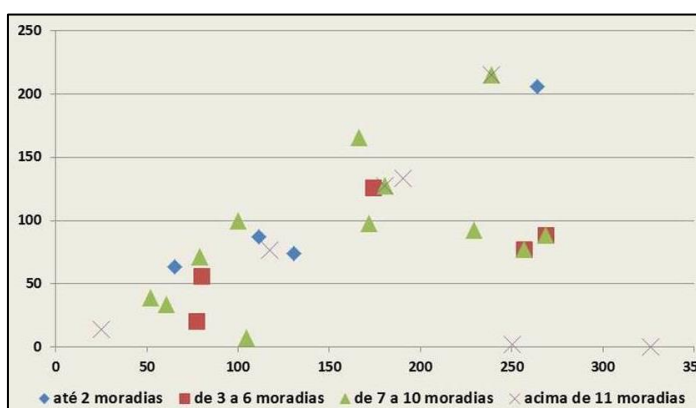


Figura 4 – Gráfico apresentando a relação entre chuva horária e chuva acumulada (6h x 72h) a partir da hora local das ocorrências classificadas por nível de impacto: moradias afetadas.

Limiars críticos por tipo de encostas e taludes de ruptura: o gráfico sugere que os taludes de corte possuem limiares mais baixos para ocorrerem. Valores acima de 50mm/72h de precipitação deflagram deslizamentos em aterros e acima de 100mm/72h passam a ocorrer deslizamentos em encostas naturais.

Limiars críticos por magnitude: o gráfico sugere que valores acima de 60mm/72h de precipitação podem gerar deslizamentos de grande porte.

Limiars críticos por impacto: o gráfico sugere que valores acima de 50mm/72h de precipitação podem gerar deslizamentos com impacto médio-alto e alto.

3 – CONCLUSÕES

Os resultados, embora preliminares, permitem observar algumas tendências na análise que apontam para um melhor entendimento da dinâmica dos movimentos de massa nestas regiões.

Os dados das COMDECs e as chuvas sem ocorrência a serem incorporados futuramente permitirá uma maior consistência na análise podendo confirmar estas correlações.

As incertezas nos dados de ocorrência são problemáticas e precisam ser melhor tratadas pelos agentes do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil, em especial, pelas Defesas Civis municipais. Os dados no Brasil, quanto de chuvas tanto de ocorrências, são muito escassos e obstaculizam análises mais robustas, dificultando a atualização de limiares críticos de chuva com a precisão necessária. Isso leva a definição dos limiares cada vez mais baixos o que pode gerar uma quantidade exagerada de alertas e muitos deles sem ocorrências.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALHEIROS, M.M.; SOUZA, M.A.A.; BITOUN, J.; MEDEIROS, S.M.G.M.; AMORIM JÚNIOR, W.M. (2003). *Manual de ocupação de morros da Região Metropolitana de Recife*. Recife: Fundação de Desenvolvimento Municipal, Recife/PE, 384p.

D'ORSI, R.; D'ÁVILA, C.; ORTIGÃO, J.A.R.; DIAS, A.; MORAES, L.; SANTOS, M.D. (1997). "Rio-Watch: The Rio de Janeiro landslide watch system". In Anais de Conferência Brasileira Sobre Estabilidade de Encostas 2, Rio de Janeiro/RJ, 1997, v.1, pp. 21- 30.

ELBACHÁ, A.T.; CAMPOS, L.E.P.; BAHIA, R.F.C. (1992). "Tentativa de correlação entre precipitação e deslizamentos na cidade de Salvador". In Anais de Conferência Brasileira Sobre Estabilidade de Encostas 1, Rio de Janeiro/RJ, 1992.

FERNANDEZ, G.N. (2018). *Determinação de limiares críticos de chuva deflagradores de movimentos gravitacionais de massa, Município de São Bernardo do Campo, SP*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências - Universidade de São Paulo, USP, São Paulo/SP, 126 p.

GUIDICINI, G.; IWASA, O.Y. (1976). "Ensaio de correlação entre pluviosidade e escorregamentos em meio tropical úmido". Publicação: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1080, São Paulo, p.1-48.

IDE, F.S. (2005). *Escorregamento, meteorologia e precipitação: uma proposta de método de investigação para prevenção e monitoramento de riscos, aplicado em Campinas/SP*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, IPT, São Paulo/SP.

MENDES, R.M.; VALÉRIO FILHO, M.; BERTOLDO, M.A.; SILVA, M.F. (2015). "Estudos de limiares críticos de chuva deflagradores de deslizamentos no município de São José dos Campos (Brasil)". In *Territorium*, Coimbra/PT, ed. 22, pp. 119-129.

PARIZZI, M.G. et al. (2010). "Correlação entre chuvas e movimentos de massa no município de Belo Horizonte, MG". In *Geografias*, Belo Horizonte/MG, v. 6, n.2, pp.49-68.

SANTORO, J.; MENDES, R.M.; PRESSINOTTI, M.M.N.; MANOEL, G.R. (2010). "Correlação entre chuvas e deslizamentos ocorridos durante a operação do plano preventivo de defesa civil em São Paulo, SP". In Anais do Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental 7, Maringá/PR, 2010, pp. 1-15.

TATIZANA, C.; OGURA, A.T.; CERRI, L.E.S.; ROCHA, M.C.M. (1987). "Modelamento numérico da análise de correlação entre chuvas e escorregamentos aplicado às encostas da Serra do Mar no município de Cubatão". In Anais do Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia 5, São Paulo/SP, 1987b, v. 2, pp. 237-248.