

CADASTRO GEORREFERENCIADO DE EVENTOS GEODINÂMICOS PARA AS REGIÕES METROPOLITANAS DE SÃO PAULO E DA BAIXADA SANTISTA E MUNICÍPIOS DE CARAGUATUBA, SÃO SEBASTIÃO E UBATUBA

Paulo Cesar Fernandes da Silva ¹; Eduardo de Andrade ²; Pedro Machado Simões ³; Adão Aparecido Lanzieri Modesto ⁴

Resumo – A urbanização desordenada e em ritmo acelerado, particularmente nas últimas décadas, tem induzido à ocupação de áreas com características inadequadas, tais como encostas íngremes e margens de rios. Verifica-se ainda que, no Estado de São Paulo, não obstante ao conjunto bem estruturado de instituições e instrumentos voltados à gestão de riscos e às ações de defesa civil, os registros de ocorrência de acidentes e desastres naturais não se apresentam de forma sistematizada, e com consistência necessária para uma gestão eficaz e integrada às diferentes políticas públicas (transportes, logística, mobilidade urbana, habitação, entre outras). O histórico de ocorrência de eventos geodinâmicos, incluindo localização, extensões e consequências, permite conhecer o cenário dos acidentes/desastres, atuando como um indicador de situações de risco, fornecendo as bases para o entendimento dos fatores de indução e deflagração dos processos associados à dinâmica de ocupação territorial, bem como para a avaliação econômica das perdas e danos e a tomada de decisão no que diz respeito à necessidade de obras estruturais. Nesse sentido, Cadastro Georreferenciado de Eventos Geodinâmicos procura responder a essa demanda, abrangendo 50 municípios das regiões metropolitanas de São Paulo e da Baixada Santista, incluindo ainda parte do litoral norte do Estado de São Paulo.

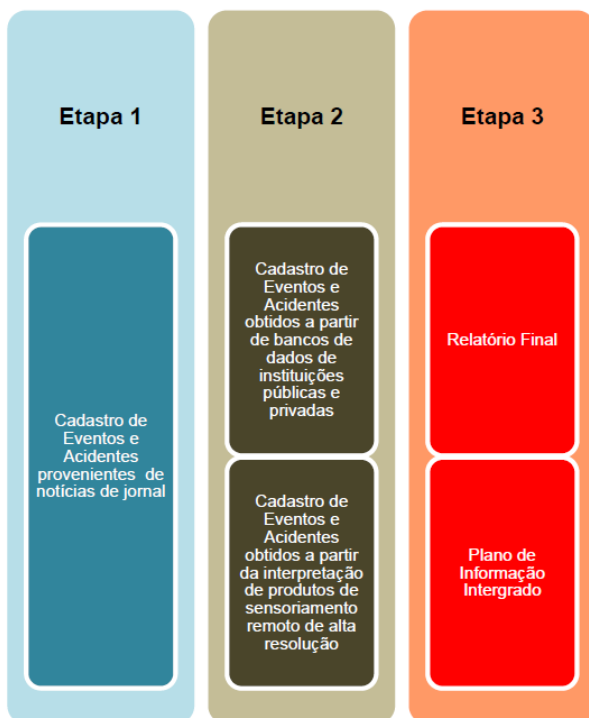
Abstract – Fast and uncontrolled urban growth has been observed (in Brazil), particularly over the last decades. This has led to the occupation of unsuitable areas, such as steep slopes and river banks. Despite the number of organizations and reasonably well-structured instruments for risk management and civil defense actions, in the State of São Paulo (Southeast Brazil), there is a lack of a systematized and comprehensive database on the occurrence of natural hazardous events and disasters, which is needed to integrate risk management with other regional public policies (such as transportation, trading logistics, housing, urban mobility amongst others). Such a historic record database, including respective locations, extent, and consequences, enables a wider understanding of natural disaster scenarios and specific risk situations including inducing and triggering factors associated with land occupation. It may well be used to orientate the assessment of damage and losses and decision-making on the need of engineering solutions (and related costs). In this sense, the present Georeferenced Database on Natural Hazardous Events and Disasters aims at responding to this practical demand. It encompasses 50 municipalities situated in the Metropolitan Districts of São Paulo and Santos Lowlands, also including some municipalities of the Northshore of São Paulo State.

Palavras-Chave – Registro de ocorrências, georreferenciamento, gestão de riscos.

¹ Geólogo, MSc, PhD, Instituto Geológico – SMA/SP, pcfssilva@sp.gov.br; ² Tecnólogo Construção Civil, Especialista Ambiental, Instituto Geológico – SMA/SP, eduardo@sp.gov.br; ³ Geólogo, Regea – Geologia, Engenharia, Estudos Ambientais Ltda, pedro.simoes@regea.com.br; ⁴ Geógrafo, Pangea – Geologia e Estudos Ambientais Ltda, adao.modesto@pangeageologia.com.br

1. INTRODUÇÃO

O Cadastro Georreferenciado de Eventos Geodinâmicos (Instituto Geológico, 2017) ocorridos no período entre 1993 e 2013 (21 anos), abrange 50 municípios das regiões metropolitanas de São Paulo (excluindo a capital) e da Baixada Santista, incluindo ainda os municípios de Caraguatatuba, São Sebastião e Ubatuba situados no litoral norte do Estado de São Paulo (disponível na íntegra em <https://bit.ly/2JkIRwa>). O estudo foi desenvolvido através do Projeto de Transporte Sustentável de São Paulo, P127723, Componente 3 – Gestão de Riscos de Desastres, que tem como objetivo a promoção da incorporação de parâmetros e atributos da gestão de risco de desastres a eventos geodinâmicos nos planos estratégicos, gerenciais e operacionais do Setor de Logística e Transporte, bem como promover a implementação do Programa Estadual de Prevenção de Desastres Naturais e Redução de Riscos Geológicos do Estado de São Paulo (Decreto 57.512/2011). O Cadastro de Eventos constitui etapa inicial do projeto, que fornece subsídios às etapas seguintes de mapeamento de áreas de risco (3 escalas), desenvolvimento e implantação de planos de contingência e plataforma digital para gerenciamento de riscos de desastres.



O Cadastro foi desenvolvido em três etapas, com base nas seguintes fontes de dados e informações (Figura 1):

- Notícias veiculadas na mídia impressa e eletrônica (*online*);
- Bancos de dados e/ou cadastros (formato digital ou não) disponíveis em instituições públicas e privadas, em particular de órgãos estaduais e municipais de defesa civil, operadoras e concessionárias das rodovias estaduais e federais;
- Interpretação de produtos de sensoriamento remoto de alta resolução.

Figura 1. Etapas e fontes de dados e informações utilizados para elaboração do Cadastro Georreferenciado de Eventos Geodinâmicos

O georreferenciamento dos eventos e acidentes cadastrados foi feito a partir das informações originais, através de correlação toponímica com base de logradouros referente aos 50 municípios que são objeto do projeto (Tabela 1), totalizando uma área de 10.439,44 km² (Figura 2), incorporando ainda, para localização espacial, os dados obtidos através da interpretação de imagens de sensoriamento remoto de alta resolução. Cada item ou módulo do Cadastro contém um Banco de Dados e um plano de informações espacializadas referentes a cada uma das fontes utilizadas (listados acima em a, b, c). O Plano de Informação Integrado contém a síntese de todo o material coletado nas Etapas 1, 2 e 3, conforme indicado na Figura 1.

2. METODOLOGIA DE PESQUISA E CONSOLIDAÇÃO DE DADOS

O Cadastro de Eventos e Acidentes provenientes de Notícias de Jornal (Etapa 1) foi realizado de forma a permitir a adequada abrangência geográfica dos municípios e do período de circulação do periódico que atendesse o intervalo de tempo proposto no projeto, e compreendeu:

- Levantamento de notícias de periódicos impressos e periódicos *online*, de circulação ou atualização diária e semanal (formato impresso*: O Costa Norte, O Diário, O Diário da Região e O Diário do Grande ABC; formato digital: Costa Norte, Cotia Todo Dia e Folha de São Paulo), observando os procedimentos gerais de coleta e sistematização de dados descritos em Andrade

et al. (2010), bem como mecanismos de busca automatizada de verbetes para periódicos disponibilizados *online*, envolvendo procedimentos de sistematização e busca combinada de verbetes primários e secundários adotados pela equipe executora do projeto;

* Versões impressas dos jornais A Tribuna, Boqueirão News, Expresso Popular, Jornal da Tarde, Diário Oficial de Santos, Jornal de Peruíbe, Diário do Litoral e Gazeta da Praia foram previamente analisadas pela equipe do Instituto Geológico e sistematizadas num Banco de Dados disponibilizado para a realização do presente trabalho.

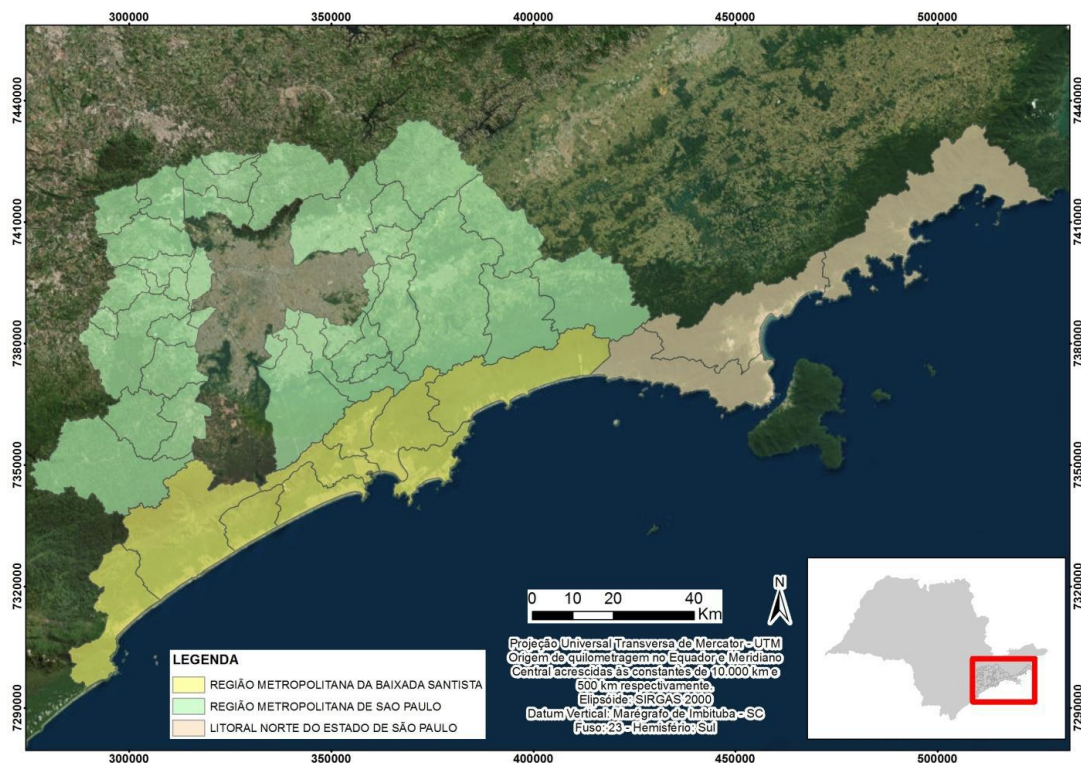


Figura 2. Localização dos municípios abrangidos pelo Cadastro de Eventos, separados por Mesorregião.

Tabela 1. Lista dos Municípios abrangidos pelo projeto

Nome	Localização	Área (km ²)	Nome	Localização	Área (km ²)
Bertioga	RMBS	491,22	Itapevi	RMSP	91,4
Cubatão	RMBS	142,21	Itaquaquecetuba	RMSP	81,7
Guarujá	RMBS	142,51	Jandira	RMSP	17,57
Praia Grande	RMBS	149,29	Juquitiba	RMSP	521,75
Santos	RMBS	280,47	Mairiporã	RMSP	321,49
Itanhaém	RMBS	599,23	Mauá	RMSP	62,35
Mongaguá	RMBS	143,17	Mogi das Cruzes	RMSP	713,77
São Vicente	RMBS	148,25	Osasco	RMSP	64,88
Peruíbe	RMBS	326,05	Pirapora do Bom Jesus	RMSP	108,3
Arujá	RMSP	97,49	Poá	RMSP	17,16
Barueri	RMSP	64,2	Ribeirão Pires	RMSP	99,08
Biritiba-Mirim	RMSP	316,5	Rio Grande da Serra	RMSP	36,7
Caieiras	RMSP	95,87	Salesópolis	RMSP	425,61
Cajamar	RMSP	128,34	Santa Isabel	RMSP	361,39
Carapicuíba	RMSP	34,95	Santana de Parnaíba	RMSP	183,91
Cotia	RMSP	323,99	Santo André	RMSP	174,74
Diadema	RMSP	30,72	São Bernardo do Campo	RMSP	406,12
Embu	RMSP	70,03	São Caetano do Sul	RMSP	15,38
Embu-Guaçu	RMSP	154,96	São Lourenço da Serra	RMSP	186,74
Ferraz de Vasconcelos	RMSP	30,04	Suzano	RMSP	205,77
Francisco Morato	RMSP	49,25	Taboão da Serra	RMSP	20,49
Franco da Rocha	RMSP	133,74	Vargem Grande Paulista	RMSP	33,5
Guararema	RMSP	270,31	São Sebastião	LN	402,02
Guarulhos	RMSP	317,96	Ubatuba	LN	711,63
Itapeçerica da Serra	RMSP	151,45	Caraguatatuba	LN	483,81

RMBS = Região Metropolitana da Baixada Santista. RMSP = Região Metropolitana de São Paulo. LN = Litoral Norte

(b) Organização e inserção dos dados/informações em planilha eletrônica;

(c) Registro de eventos e locais em planilha eletrônica;

(d) Espacialização dos registros obtidos, em software de SIG – Sistema de Informações Geográficas, através de correlação toponímica com base cartográfica de logradouros e imagens.

O Cadastro de Eventos e Acidentes obtidos de Bancos de Dados de Instituições Públicas e Privadas (Etapa 2b, Figura 1) foi elaborado a partir do acesso, coleta e seleção de informações pertinentes, subdivididos em dois grupos de abordagem: (i) bancos de dados disponíveis online e em formato digital; (ii) bancos de dados disponíveis *in loco* ou impressos. Cada registro de informação oriunda destes bancos de dados foi nomeado com um “ID de Evento”, incluindo pelo menos tipo, local e data de ocorrência de evento geodinâmico, onde foi adotada a data de emissão do boletim de ocorrência ou protocolo, nome do Município, fonte (da informação) e número sequencial de registro, que foi utilizado (assim como na Etapa 1) para distinguir diferentes eventos geodinâmicos registrados em um mesmo boletim de ocorrência, ou numa mesma notícia e/ou edição de jornal. O levantamento das informações incluiu bancos de dados e cadastros disponibilizados pelos órgãos municipais de Defesa Civil, Prefeituras e respectivas Secretarias e empresas públicas responsáveis pela gestão do território, bem como bancos de dados listados na Tabela 2.

Tabela 2. Bancos de Dados de instituições internacionais, federais e estaduais, operadoras e concessionárias das rodovias estaduais e federais

DER - Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo - Regional Cubatão - SC5	CCR AutoBAN - Rodovia Anhanguera/SP-330 e Rodovia dos Bandeirantes/SP-348 - Lote 1;
DERSA - Desenvolvimento Rodoviário S/A	Banco de dados e informações sobre eventos e acidentes relacionados a processos geodinâmicos do Instituto Geológico – SMA/SP
Banco de dados do Sistema Integrado de Defesa Civil - SIDEDEC, do Estado de São Paulo, disponível no endereço http://www.sidec.sp.gov.br/producao/	Banco de dados do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres - S2ID, da Secretaria Nacional de Defesa Civil, do Ministério da Integração, disponível em http://s2id.integracao.gov.br/
DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica	Banco de Dados de Eventos Emergenciais - EM-DAT, abrangência mundial, disponível em http://www.emdat.be/database

O Cadastro de Eventos e Acidentes obtidos a partir da Interpretação de Produtos de Sensoriamento Remoto de Alta Resolução (Etapa 2c, Figura 1) abrange apenas os movimentos de massa incluindo: quedas, tombamentos e rolamentos de rocha; deslizamentos de solo e rocha; corridas de massa; subsidência e colapso de solos; processos erosivos por ação de água; erosão de margem fluvial (solapamento de margens). A interpretação subdivide-se em dois focos diferentes. O primeiro foco são os núcleos urbanos e rodovias, onde estão predominantemente localizados os movimentos de massa correspondentes aos registros de notícias de jornais e dos bancos de dados de instituições públicas e privadas, permitindo assim a rápida espacialização destes pontos nas imagens (ortofotos), e subsequentemente geração da base do cadastro dos registros obtidos da fotointerpretação de imagens. O segundo foco refere-se à identificação em imagem de evidências de movimentos de massa não situados no contexto de núcleos urbanos e distante de rodovias. Nestes casos, a metodologia adotada foi a fotointerpretação utilizando os parâmetros descritos em Crosta (1992), tais como tonalidade, textura, sombreamento, forma, entre outros.

Com o intuito de padronizar a inserção de informações oriundas das diversas fontes consultadas, em particular notícias de jornais e boletins de ocorrência das Instituições Públicas e Privadas, foram adotadas algumas convenções que permitissem a uniformização dos dados disponíveis, a saber: (1) Padronização de nomenclatura de tipos de eventos geodinâmicos em notícias de jornal e boletins de ocorrência; (2) Datas não especificadas em notícias de jornal e boletins de ocorrência; (3) Representação espacial dos registros (discriminado a seguir); (4)

Divergências na localização dos logradouros apontados nas notícias de jornais e nos boletins de ocorrência.

A elaboração do Cadastro referente a cada uma das etapas implica na espacialização dos registros derivados a partir de cada uma das fontes utilizadas (ver Figura 1), sobre uma base na projeção cartográfica UTM zona 23, datum SIRGAS 2000. A espacialização dos registros de eventos foi realizada por meio de representações espaciais (pontos), de acordo com as informações contidas na respectiva fonte (notícias, bancos de dados de instituições públicas e privadas, interpretação de imagens), e atribuído um grau de confiabilidade à precisão de localização deste ponto onde, o mais confiável “1” refere-se a localização mais precisa (cruzamento de vias, residência ou estabelecimento comercial e/ou industrial com numeração ou localização reconhecida) e “4” o menos preciso (quando apenas é indicado o município de ocorrência do evento).

3. CONTEÚDO DO CADASTRO

Os eventos geodinâmicos (desastres naturais) considerados para o Cadastro dividem-se em três grupos - geológicos, hidrológicos e meteorológicos - correspondendo a processos do meio físico que ocorrem naturalmente e que podem ser intensificados, acelerados, retardados ou suprimidos em decorrência da ação humana. A classificação dos eventos geodinâmicos utilizou como referência as categorias de interesse discriminadas a seguir, modificadas da classificação internacional utilizada no Banco de Dados de Eventos Emergenciais – EM-DAT (Below et al., 2009) e do Código Brasileiro de Desastres – COBRADE (Brasil 2012).

3.1. Eventos Geológicos

Queda, tombamento e rolamento de rocha. Refere-se à movimentação, por gravidade, de blocos, lascas, matacões e lajes de rocha. A queda de bloco tende a ocorrer em encostas íngremes, correspondendo à queda livre de uma porção rochosa com ausência de superfície de movimentação. O tombamento (também conhecido como basculamento) refere-se à rotação (sobre o próprio eixo) de uma porção rochosa condicionada por estruturas geológicas subverticais existentes em um maciço rochoso. O rolamento corresponde ao deslocamento do fragmento de rocha, por perda de apoio, ao longo da superfície da encosta.

Deslizamento de solo e rocha. Os deslizamentos (ou escorregamentos) são movimentos rápidos de solo e/ou rocha, também decorrentes da ação da gravidade, apresentando superfície de ruptura bem definida, e envolvendo um determinado volume de massas de terreno, cujo centro de gravidade se desloca para baixo. O processo pode ocorrer em taludes naturais e em taludes construídos (de corte ou de aterro), deflagrado pela saturação do terreno por infiltração de águas pluviais ou de origem antrópica (águas servidas provenientes de edificações, rompimento de tubulações entre outras). De forma geral, taludes de corte ou de aterro executados sem estudo prévio do solo ou rocha e com ausência de sistemas de drenagem de águas superficiais ou estruturas de contenção são mais propensos à ocorrência de deslizamentos.

Corrida de massa. Corresponde à forma rápida de escoamento de uma massa de solo ou de solo e rocha, onde sua forma de deslocamento lembra a de um líquido viscoso, com deformações internas e inúmeros planos de cisalhamento. O material que compõe a corrida de massa é mobilizado em maiores volumes, com alto poder destrutivo e extenso raio de ação.

Subsidência e colapso de solo. A subsidência consiste na deformação ou deslocamento de direção essencialmente vertical e descendente, geralmente verificada por meio de afundamentos nos terrenos. O colapso corresponde ao movimento brusco do terreno.

Erosão pela água. A erosão consiste na desagregação e remoção do solo e de fragmentos/partículas de rocha pela ação combinada da gravidade e da água precipitada, podendo ocorrer remoção de camadas de forma laminar ou porções de forma linear, formando feições tais como sulcos, ravinas e boçorocas.

Erosão costeira/marinha. Caracteriza-se pelo desgaste mecânico ou químico ao longo das linhas de costa rochosas ou de praias, decorrente da ação de ondas, correntes marítimas e variação de marés; e

Erosão de margem fluvial (solapamento). Ocorre pelo desgaste dos taludes marginais de cursos d'água, provocado por corrosão química, corrosão por atrito mecânico ou pela cavitação gerada pela fragmentação do substrato em razão da grande velocidade da água no curso hídrico. Esse tipo de erosão pode acarretar a queda do talude marginal.

3.2. Eventos Hidrológicos

Inundação em geral. Fenômeno que ocorre, em decorrência de chuvas prolongadas, pelo extravasamento da água de um curso hídrico em relação ao seu canal ou reservatório, submergindo áreas adjacentes da planície de inundação e, em casos extremos, áreas de planícies não alagáveis. Esta classificação é utilizada quando o período, velocidade e poder destrutivo do fenômeno de inundação não podem ser mensurados para diferenciação entre inundação gradual ou rápida.

Inundação gradual. Ocorre associada aos períodos de maior intensidade pluviométrica, chamado período de cheia ou enchente. Caracteriza-se pela elevação gradual do nível dos corpos hídricos até o extravasamento de sua calha, atingindo as planícies de inundação e, em casos extremos, áreas de planícies não alagáveis. O escoamento das águas também ocorre de maneira gradual e, em geral, depende da diminuição da intensidade das chuvas e, em regiões em que o curso d'água desemboca no mar, seu escoamento também está sujeito às variações das marés.

Inundação rápida. Fenômeno causado pelo escoamento superficial de alta velocidade e energia, provocado por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado. Seu período de deflagração pode levar minutos ou horas, e caracteriza-se pela elevação súbita das vazões de determinada drenagem e transbordamento brusco da calha fluvial. Apresenta grande poder destrutivo.

Enxurrada. Fenômeno caracterizado pelo escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, estando ou não associado a corpos hídricos e aos processos fluviais. As enxurradas podem ocorrer ao longo de vias implantadas sobre antigos cursos d'água com significativo gradiente hidráulico, ou ainda em terrenos com alta declividade natural. Quando ocorre sobre solo superficial exposto, pode também contribuir para a aceleração dos processos de erosão laminar ou linear.

Alagamento. Fenômeno associado à extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e conseqüente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas. Em geral, os alagamentos têm uma duração de tempo limitada (períodos mais curtos, em geral, minutos ou horas). Todavia, na Região Norte do Brasil, há alagamentos considerados naturais que ocorrem associados aos amplos terrenos de baixa declividade, onde em época de chuvas, ficam alagados longos períodos, em decorrência da dificuldade natural da água pluvial escoar sobre a superfície desse tipo de terreno.

Inundação costeira (Ressaca). Caracterizada por ondas violentas que geram uma maior agitação do mar próximo à praia. Ocorre quando rajadas fortes de vento fazem subir o nível do oceano em mar aberto e essa intensificação das correntes marítimas carrega uma enorme quantidade de água em direção ao litoral. Em conseqüência, as praias inundam, as ondas se tornam maiores e a orla pode ser invadida, alagando ruas e destruindo edificações. Na COBRADE (Código Brasileiro de Desastres) esse processo é enquadrado no grupo Meteorológico.

3.3. Eventos Meteorológicos

Raio. A ocorrência de raios está associada às tempestades com intensa atividade elétrica no interior das nuvens, com grande desenvolvimento vertical. Essas descargas são visíveis e, geralmente, seguidas de ruído (trovões);

Granizo. Caracteriza-se pela precipitação de cristais de gelo (forma sólida), em geral, com mais de 5 mm de diâmetro, formados no interior das nuvens pelo processo de condensação das gotas de água.

Chuva intensa. É a precipitação pluviométrica que ocorre com acumulados significativos, e pode causar diferentes tipos de eventos geodinâmicos (ex.: inundações, movimentos de massa, enxurradas, etc.).

Vendaval. Caracteriza-se por movimentos horizontais de ar (ventos), gerados por diferenças de pressão, movimentando-se de altas para baixas pressões. Quanto maior for a amplitude da diferença entre pressões, mais fortes são os vendavais.

4. RESULTADOS - SUMÁRIO

No total foram pesquisadas 16.051 edições, das quais, 2.236 edições continham notícias pertinentes ao escopo do projeto, equivalentes a 14% do total pesquisado. Das edições identificadas foram extraídas 4.085 notícias com informações relevantes. As 4.085 notícias cadastradas forneceram 13.309 registros sobre eventos geodinâmicos ocorridos entre os anos de 1993 e 2013 (21 anos) nos 50 municípios abrangidos pelo projeto. A Tabela 3 apresenta uma síntese dos resultados obtidos, por Grupo e por Tipo de Evento Geodinâmico.

Tabela 3 – Cadastro de Eventos e Acidentes provenientes de Notícias de Jornal. Síntese dos resultados por Grupo e por Tipo de Evento Geodinâmico.

Grupo	Tipo de Evento Geodinâmico	Total
Geológicos	Corrida de massa	13
	Deslizamento	1.813
	Deslizamento	1
	Deslizamento de rocha	22
	Deslizamento de solo	163
	Deslizamento de solo e rocha	23
	Erosão	259
	Erosão costeira/marinha	1
	Erosão de margem fluvial (solapamento)	8
	Queda, tombamento ou rolamento de rocha	80
	Subsidência e colapso de solo	2
	Total de Eventos Geológicos	2.385
Hidrológicos	Alagamento	2.845
	Enchente	527
	Enxurrada	186
	Inundação costeira	73
	Inundação em geral	3.112
	Inundação gradual de rio	5
	Inundação rápida de rio	3
	Total de Eventos Hidrológicos	6.751
Meteorológicos	Chuva intensa	3.538
	Granizo	83
	Raio	117
	Vendaval	435
	Total de Eventos Meteorológicos	4.173
Total de Eventos Geodinâmicos		13.309

A pesquisa aos bancos de dados de instituições públicas e privadas possibilitou o acesso a 45.381 arquivos e boletins de ocorrência para análise, gerando um total de 23.229 registros, abrangendo 38 entidades, sendo 30 (trinta) Defesas Civas Municipais, 4 (quatro) instituições do setor de transportes, 2 (duas) instituições ligadas à gestão de desastres e defesa civil, além do EM-DAT – Emergency Events Database, e o banco de dados do Instituto Geológico, com cerca de 18.000 registros de diversos municípios do Estado de São Paulo, dos quais 3.392 registros foram incorporados e especializados ao presente Cadastro, totalizando 23.229 registros, apresentados na Tabela 4.

No total, foram identificados 1.596 pontos com indícios de movimentos gravitacionais de massa obtidos por procedimento que incluiu a interpretação de imagens, ajuste de localização e/ou delimitação de movimentos gravitacionais de massa (cicatrizes). O gráfico apresentado na Figura 3 mostra a distribuição de ocorrências de indícios de movimentos gravitacionais de massa em cada uma das regiões abrangidas pelo projeto.

Tabela 4 – Síntese dos resultados obtidos a partir de bancos de dados de Defesas Cíveis Municipais, Instituições Públicas e Privadas, distribuídos por grupo de eventos e municípios.

Município	Grupo de Evento Geodinâmico			Total
	Geológicos	Hidrológicos	Meteorológicos	
Arujá	6	3	35	44
Barueri	760	1.040	67	1.867
Bertioga	3	53	133	189
Biritiba-Mirim	2	0	51	53
Caieiras	583	160	134	877
Cajamar	14	33	58	105
Caraguatatuba	17	42	92	151
Carapicuíba	19	41	55	115
Cotia	19	57	105	181
Cubatão	600	246	279	1.125
Diadema	8	17	44	69
Embu	12	7	34	53
Embu-Guaçu	1	6	44	51
Ferraz de Vasconcelos	14	11	29	54
Francisco Morato	37	22	20	79
Franco da Rocha	26	14	45	85
Guararema	7	13	80	100
Guarujá	75	19	38	132
Guarulhos	940	968	404	2.312
Itanhaém	0	10	54	64
Itapecerica da Serra	6	15	57	78
Itapevi	20	47	66	133
Itaquaquecetuba	11	79	76	166
Jandira	2	3	18	23
Juquitiba	7	3	70	80
Mairiporã	87	13	113	213
Mauá	75	46	83	204
Mogi das Cruzes	18	74	190	282
Mongaguá	7	83	49	139
Osasco	66	77	133	276
Peruibe	12	24	19	55
Pirapora do Bom Jesus	0	2	35	37
Poá	3	19	27	49
Praia Grande	6	16	33	55
Ribeirão Pires	963	123	62	1.148
Rio Grande da Serra	24	3	27	54
Salesópolis	8	5	73	86
Santa Isabel	4	1	75	80
Santana de Parnaíba	194	99	81	374
Santo André	3.573	2.638	121	6.332
Santos	773	89	125	987
São Bernardo do Campo	2.230	554	195	2.979
São Caetano do Sul	2	642	77	721
São Lourenço da Serra	0	3	30	33
São Paulo	2	0	0	2
São Sebastião	83	52	70	205
São Vicente	42	42	42	126
Suzano	18	28	96	142
Taboão da Serra	14	77	59	150
Ubatuba	62	108	68	238
Vargem Grande Paulista	16	21	39	76
Total geral	11.471	7.748	4.010	23.229

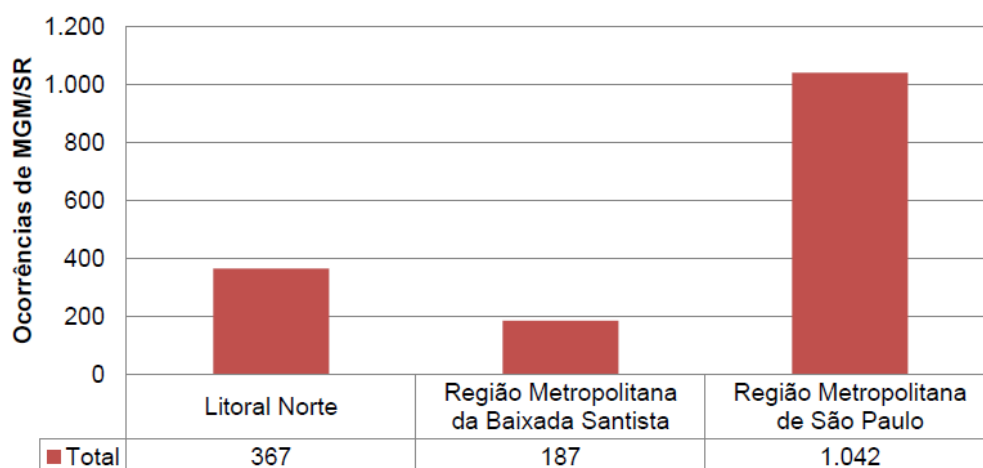


Figura 3 – Cadastro de Eventos e Acidentes obtidos a partir da Interpretação de Produtos de Sensoriamento Remoto de Alta Resolução. Distribuição dos pontos com indicação de movimentos gravitacionais de massa por região.

Os bancos de dados elaborados em cada uma das etapas do estudo foram consolidados em um banco de dados único, constituindo a Síntese do Cadastro de Eventos e Acidentes (Etapa 3). Como resultado final, em termos numéricos, o Cadastro Georreferenciado de Eventos Geodinâmicos apresenta 38.134 eventos geodinâmicos nos 50 municípios abrangidos pelo projeto, entre os anos de 1993 e 2013. Foram registrados 15.452 eventos geodinâmicos de origem geológica, 14.499 eventos geodinâmicos de origem hidrológica e 8.183 eventos geodinâmicos de origem meteorológica, cuja distribuição temporal é apresentada na Figura 4. Este montante não considera os 1.596 movimentos gravitacionais de massa oriundos do Cadastro de Eventos e Acidentes obtidos a partir da Interpretação de Produtos de Sensoriamento Remoto de Alta Resolução, uma vez que não é possível atribuir uma data exata às ocorrências de movimentos gravitacionais de massa identificados nas imagens (Etapa 2c, Figura 1), pelo qual foram segregados do cômputo total de eventos embora seus respectivos registros e localização espacial façam parte do Plano de Informação Síntese (Etapa 3).

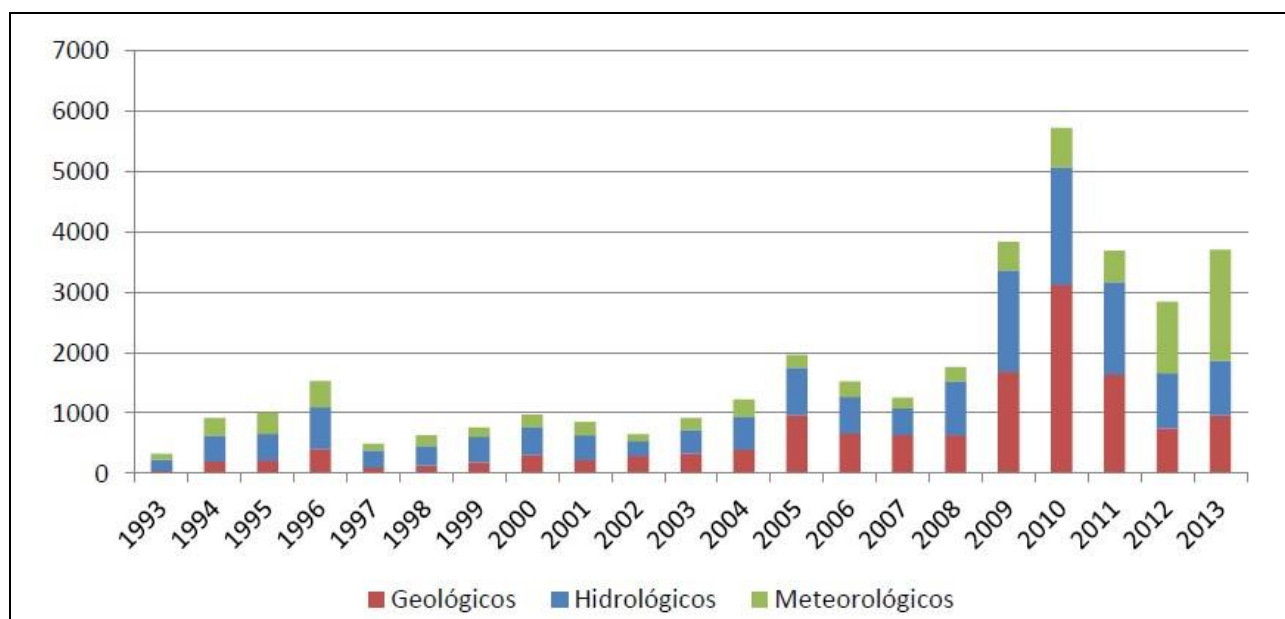


Figura 4 – Síntese do Cadastro de Eventos e Acidentes. Distribuição do registro de ocorrências para cada um dos grupos de eventos geodinâmicos ao longo do período estudado (21 anos).

5. CONCLUSÕES

O presente Cadastro Georreferenciado de Eventos Geodinâmicos constitui etapa inicial do Projeto de Transporte Sustentável de São Paulo, P127723, e fornece subsídios às etapas seguintes de mapeamento de áreas de risco (3 escalas), desenvolvimento e implantação de planos de contingência e plataforma digital para gerenciamento de riscos de desastres.

Numa aplicação mais ampla, os bancos de dados e respectivos planos de informação espacial elaborados individualmente, a partir de fontes de dados e informações distintas (notícias publicadas em jornais; registros e boletins de ocorrência dos órgãos municipais de defesa civil; operadoras e concessionárias de rodovias), assim como os registros sistematizados e consolidados em um banco de dados único, que constituem a Síntese do Cadastro de Eventos e Acidentes, ainda que limitados a um determinado intervalo de tempo (21 anos, entre 1993 e 2013) possibilitam a consulta e a seleção de dados de acordo com necessidades específicas da gestão de risco em âmbitos municipal, estadual e federal. Ao mesmo tempo este levantamento e registro das ocorrências pode subsidiar diversos instrumentos de planejamento e políticas públicas, tais como Planos Preventivos de Defesa Civil, Planos Municipais de Redução de Risco, Planos Municipais de Defesa Civil, Zoneamentos Ecológico Econômicos, bem como apoiar planos estratégicos, gerenciais e operacionais do Setor de Logística e Transporte (rodovias e ferrovias), e as políticas de habitação e mobilidade urbana, em níveis regional e local.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a todos os órgãos municipais de defesa civil envolvidos, e às operadoras e concessionárias de rodovias, articuladas através da ARTESP - Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados de Transporte do Estado de São Paulo, ao DER - Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo - Regionais São Paulo - SC10 e Taubaté SC6, e aos revisores do 16º CBGE.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, E., DANNA, L. C., SANTOS, M. L., FERNANDES DA SILVA, P. C. (2010) “Levantamento de ocorrências de inundação em registros de jornais como subsídio ao planejamento regional e ao mapeamento de risco”. In: Anais do 7º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental. São Paulo: ABGE, 2010. v.1. p.1 - 16

BELOW, R.; WIRTZ, A.; GUHA-SAPIR, D. (2009). “Disaster Category Classification and peril Terminology for Operational Purposes”. Common accord Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) and Munich Reinsurance Company (Munich RE). Working paper 264, Catholic University of Louvain- Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. Disponível em: http://cred.be/sites/default/files/DisCatClass_264.pdf. Acesso em: 29 abril 2013.

BRASIL (Ministério da Integração Nacional). (2012). “Procedimentos e critérios para a decretação de situação de emergência ou estado de calamidade pública pelos Municípios, Estados e pelo Distrito Federal, e para o reconhecimento federal das situações de anormalidade decretadas pelos entes federativos e outras providências”. Instrução Normativa N° 1, Brasília, Diário Oficial da União, 169, Seção I, p. 30 - 39, de 24 de agosto de 2012.

CROSTA, A. P. (1992). *Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto*. Campinas, SP, IG-UNICAMP. 170p.

INSTITUTO GEOLÓGICO (2017). “Cadastro Georreferenciado de Eventos Geodinâmicos – Período 1993 e 2013. Nota Explicativa”. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. 9p. Disponível em: http://igeologico.sp.gov.br/files/2017/12/Cad_Desastres_Nota_Explicativa.pdf. Acesso em: 25 Abril 2018.