

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**DETERMINAÇÃO DE LIMIARES CRÍTICOS DE CHUVA DEFLAGRADORES DE
MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA, MUNICÍPIO DE
SÃO BERNARDO DO CAMPO, SP.**

Guilherme Nunes Fernandez

Orientador: Prof. Dr. Edilson Pissato

Dissertação de Mestrado

Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia

SÃO PAULO, 2018.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

Guilherme Nunes Fernandez

**DETERMINAÇÃO DE LIMIARES CRÍTICOS DE CHUVA DEFLAGRADORES DE
MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA, MUNICÍPIO DE
SÃO BERNARDO DO CAMPO, SP.**

Orientador: Prof. Dr. Edilson Pissato

Dissertação de Mestrado

Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia

SÃO PAULO, 2018.

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Serviço de Biblioteca e Documentação do IGc/USP

Ficha catalográfica gerada automaticamente com dados fornecidos pelo(a) autor(a)
via programa desenvolvido pela Seção Técnica de Informática do ICMC/USP

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de catalogação da publicação:
Sonia Regina Yole Guerra - CRB-8/4208 | Anderson de Santana - CRB-8/6658

Fernandez, Guilherme Nunes

Determinação de limiares críticos de chuva deflagradores de movimentos gravitacionais de massa, município de São Bernardo do Campo, SP. / Guilherme Nunes Fernandez; orientador Edilson Pissato. -- São Paulo, 2018.
124 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia) -- Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 2018.

1. Escorregamento. 2. Pluviometria. 3. Limiares Críticos de Chuva. 4. Deflagração de Escorregamentos. 5. Defesa Civil. I. Pissato, Edilson, orient. II. Título.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família por todo o suporte e todo amor que sempre dedicaram a mim, em especial agradeço aos meus pais Luiz e Livian, que sem medir esforços se doaram para a construção da formação e do caráter de quem sou hoje, sou muito grato pela dedicação que empenharam para que eu tivesse o acesso a educação de qualidade, e por valorizar e incentivar o caminho trilhado a partir da contínua busca por conhecimento. Sou *grateful* à Beatriz, minha irmã e tradutora oficial.

À minha companheira Daniela, que pacientemente está sempre presente do meu lado na realização de todos os projetos pessoais e profissionais.

Ao Professor Edilson Pissato pela confiança e por todo o suporte ao longo deste trabalho, agradeço também à Professora Veridiana Martins por abrir as portas do Programa de Pós-Graduação em Geociências, bem como agradeço a todos os professores que desde a educação básica até o nível de pós-graduação foram essenciais para a minha caminhada.

Agradeço também à REGEA por dar todo o apoio necessário para a realização deste projeto, ao Sr. Oswaldo Iwasa e aos colegas Adão Modesto, Pedro Simões, Francesco, Karina, Henrique e Ingrid, os quais em muito me ajudaram.

Faço ainda um agradecimento especial ao amigo Fernando “Lampião”, que me acompanha desde os tempos de estagiário, trabalho de formatura e agora mestrado, sem o qual esse trabalho não seria o mesmo.

Ao colega Bongiovanni, pela viabilização desse projeto através da abertura de portas junto à Defesa Civil de São Bernardo, colegas da Defesa Civil Luiz Antonio, Marcos Cayres, Reginaldo Campos e Maria Pereira, que gentilmente me receberam e foram cruciais para o sucesso do trabalho.

Por último, mas não menos importantes, agradeço aos meus amigos da turma 51 da Geologia USP, Bucetauro, Clitoris, Craca, Funério, Habiba, Horácio, Mocinha, Nany, Peluda, Perva, Planária, Prólito, Sheila, Syphylys, Tassolto e Vaselina

RESUMO

A frequente ocorrência de desastres naturais gera impactos sociais e econômicos cada vez maiores, impondo a necessidade de elaborar estratégias de prevenção e redução de riscos. No cenário nacional, os desastres causados por eventos hidrológicos representam a maior parte das ocorrências. Acidentes de maior exposição e maiores consequências são os ocasionados por movimentos gravitacionais de massa. Assim, as iniciativas de prevenção de desastres necessariamente passam pelo detalhamento do conhecimento do problema, o que deve orientar o estabelecimento de metas de ações de redução de risco, instrumentos de gestão e resposta, e ainda para sistemas de monitoramento e alerta. Estes sistemas necessariamente devem contar com mapeamentos dos locais de risco, rede de coleta de dados meteorológicos que subsidiem previsões de eventos hidrológicos, e o estabelecimento dos limiares críticos de chuva deflagradores de escorregamentos. Com tais objetivos, órgãos governamentais promoveram esforços no mapeamento dos riscos, em escalas adequadas, e o investimento na estruturação de redes de monitoramento hidrometeorológico, sendo necessárias iniciativas de elaboração de limiares críticos regionalizados a serem amplamente desenvolvidas.

Dentro do cenário da gestão de riscos descritos, este trabalho teve como principal objetivo a determinação de limiares críticos de chuva deflagradores de movimentos gravitacionais de massa no município de São Bernardo do Campo. Baseando-se na avaliação dos dados de série histórica de pluviometria, e de um banco de dados formado a partir das ocorrências de escorregamentos atendidas no município, compreendendo 415 escorregamentos ao longo de 24 anos (1993 a 2016).

Os resultados da correlação dos dados do meio físico, da pluviometria e das ocorrências de escorregamentos, permitiram uma série de análises da distribuição das ocorrências. A distribuição foi feita ao longo do tempo, em função de acumulados de chuva e em função dos aspectos do meio físico. Foram feitas também correlações da intensidade das chuvas em função da espacialização e acumulados de chuva. As correlações espaciais dos dados permitiram o estabelecimento de uma ferramenta que relaciona as caracterizações do meio físico com as ocorrências de escorregamentos, que foi denominado como Coeficiente de

Ocorrências por Área (COPA). Este coeficiente indicou os elementos do meio físico de maior influência na deflagração de movimentos de massa na área de estudo, em ordem de prioridade os destaques foram: 1) muito alta densidade de ocupação; 2) padrões e morfologias de relevo de morros altos e morros baixos; 3) alta densidade de ocupação; 4) unidade geológica do Micaxisto; e 5) terrenos com inclinação superior a 25°.

Destaca-se que o trabalho contribuiu para o conhecimento da resposta dos elementos de frente a processos hidrometeorológicos e para a definição de limiares críticos de chuva deflagradora de escorregamentos, determinando uma equação numérica de previsão de ocorrências a partir dos dados pluviométricos e de previsões meteorológicas. Estes resultados também puderam contribuir no estabelecimento de parâmetros técnico-científicos para refinar a gestão do risco de movimentos de massa em São Bernardo do Campo-SP, e das relações desses eventos com o meio físico para estabelecimento de estudos em outras localidades.

Palavras-chave: limiares críticos de chuva, correlação de chuva, escorregamentos, pluviometria, gestão de riscos.

ABSTRACT

The frequent occurrence of landslides in Brazil has been the cause of larger issues, economically and socially, which explains the necessity to elaborate preventing strategies in order to reduce such risks to the population. Looking at the Brazilian panorama, the disasters caused by hydrological events represent the greater part of these occurrences. Mass gravitational movements cause accidents of a bigger exposure and have greater consequences. Thus, the prevention strategies must go through a detailed study, in order to gather knowledge to better understand the problem as a whole; this information must orientate the establishment of targets for risk reduction actions, management and response instruments, as well as the monitoring and alert systems. These systems must have risk mapping and meteorological data collection networks, in order to predict hydrological events and establish critical limits to landslides caused by rainfall. With these objectives, government agencies have promoted efforts to map these areas in adequate scales, as well as investing and structuring hydrometeorological monitoring networks, requiring initiatives to elaborate regionalized critical groundsels to be extensively developed.

Within the scenario of risk management described, this study has the objective to determine critical thresholds triggered by rainfall of mass gravitational movements at the municipality of Sao Bernardo do Campo. Based on the evaluation of the historical data of rainfall, and database gathered from the occurrences of landslides that took place in the same municipality as well as, comprising 415 landslides that have happened for over 24 years (from 1993 to 2016).

The correlated results in the physical environment data on occurrences of landslides caused by rainfall, started a series of analyzes on the distribution of these occurrences. This distribution was made throughout the described timeline, due to accumulated rain damage and other environmental aspects. Correlations on the rainfall intensity were also made due to the spacing of the damaged land. This spacing correlated data allowed the establishment of a tool that relates the characterizations of the environment with the gathered data on landslides, which was named as the Coefficient of Occurrences per Area (COPA). This coefficient indicates the physical environment elements, and had the greatest influence on the deflagration of mass movements at the studied area. In priority order, the

emphasized topics were: 1) very high density of land occupation; 2) landforms high hills and low hills; 3) high density of land occupation; 4) geological unity of Mica Schist; and 5) terrains with an inclination higher than 25°.

This study contributes to the knowledge on how the physical environment elements reacts ahead of hydrometeorological processes and to the definition of critical limits of rainfall that triggers landslides. Also, it has determined a numerical equation to landslides prediction from rainfall data and meteorological forecast. All these results could also contribute to the establishment of technical-scientific parameters, refining mass movement risk management at the city of São Bernardo do Campo, São Paulo State, and the relationship between these events to the physical environment for the establishment of future studies in other cities.

Keywords: rainfall threshold, rainfall correlation, landslides, pluviometry, risk and disaster management.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. JUSTIFICATIVA.....	9
3. OBJETIVOS.....	11
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
4.1. Riscos a desastres naturais e terminologias usuais	13
4.1.1. Terminologias.....	14
4.2. Tipologia de movimentos gravitacionais de massa	15
4.3. Mecanismos de deflagração de escorregamentos	17
4.4. Gestão de Risco Geológico.....	18
4.4.1. O Conceito de Risco	18
4.4.2. Rede pluviométrica	19
4.4.3. Gestão de Risco Geológico em São Bernardo do Campo	20
4.5. Área de Estudo.....	21
4.5.1. Histórico de Ocupação de SBC.....	23
4.5.2. Histórico de movimentos gravitacionais de massa.....	24
4.5.3. Visão geral das áreas de Risco em SBC	26
4.6. Mapas temáticos de SBC	29
4.6.1. Mapa de ocorrências de Escorregamentos.....	40
4.6.2. Geologia.....	40
4.6.3. Inclinação do terreno.....	43
4.6.4. Geomorfologia e Padrões de Relevo	43
4.6.5. Curvatura de Superfície	44
4.6.6. Densidade de Ocupação de Solo.....	45
4.6.7. Risco de Escorregamento	46
4.6.8. Suscetibilidade	46
4.6.9. Mapa de isoietas	47
4.6.10. Discussão dos Mapas Temáticos apresentados	48
5. MÉTODOS.....	50
5.1. Histórico de Estudos da Relação Chuva x Escorregamento	50
5.2. Coeficiente de Precipitação Crítica (CPC), Tatizana <i>et al.</i> 1987	57
5.2.1. Determinação das envoltórias de escorregamentos e índice CPC	60
5.3. Aplicação de limiares críticos de chuva à gestão de risco.....	61
5.3.1. Limiares de chuvas críticas a movimentos de massa do Plano Preventivo de Defesa Civil (PPDC) no Estado de São Paulo	61
5.3.2. Estudos de correlação de chuvas e escorregamento no Estado do Rio de Janeiro	63
5.4. Método adotado.....	64
6. BANCO DE DADOS	65
6.1. Aquisição de Dados.....	65
6.2. Considerações sobre incertezas	72
7. RESULTADOS	75
7.1. Distribuição temporal dos dados	75
7.1.1. Ocorrências das temporadas 2004-2005 e 2009-2010.....	78
7.2. Distribuição dos escorregamentos em função acumulados de chuva	79

7.2.1. Relação entre chuva de 24h x demais acumulados.....	81
7.3. Escorregamentos em função da espacialização	83
7.3.1. Unidades Geológicas 1:100.000 (Coutinho, 1980).....	84
7.3.2. Unidades Geológicas 1:750.000 (Perrotta, 2006)	86
7.3.3. Classes de Inclinação do Terreno.....	89
7.3.4. Geomorfologia e Padrões de Relevo	91
7.3.5. Curvatura Vertical da Superfície	93
7.3.6. Densidade de Ocupação do Solo.....	95
7.3.7. Classes de Suscetibilidade	97
7.3.8. Discussão dos resultados de escorregamentos em função da espacialização	99
7.4. Correlação de chuva e a frequência de escorregamentos	100
7.5. Relação entre intensidade e acumulado de chuva.....	102
7.6. Relação entre intensidade de chuva e unidades territoriais básicas	105
7.7. Registro de chuvas com e sem escorregamentos.....	110
8. CONCLUSÕES.....	113
9. Referências Bibliográficas	117

Anexo 1 – Recomendações para aplicação pela Defesa Civil de SBC

Anexo 2 – Tabela de Registro de Ocorrências de Escorregamento

Anexo 3 – Dados Pluviométricos

1. INTRODUÇÃO

A gestão de Riscos Geológicos vem ganhando cada vez mais importância no cenário técnico-científico e social. O risco geológico já faz parte do dia-a-dia da sociedade, especialmente para pessoas que residem em áreas suscetíveis a estes riscos. Assim, a sua gestão deve ser realizada adequadamente pelo poder público, em suas diferentes esferas.

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 escorregamentos. Durante o período de 2003 a 2006, o Ministério da Integração Nacional reconheceu em 1.517 municípios brasileiros a situação de emergência ou estado de calamidade pública em decorrência de eventos de chuva (BRASIL, 2007).

Processos naturais podem ocorrer em diferentes escalas e assim gerarem acidentes ou desastres, em decorrência de diferentes cenários de risco geológico (Tominaga, 2012). Em ambientes urbanos, o risco se configura em acidente ou desastre a partir da deflagração de processos tais como os acima mencionados, e estes por vezes estão relacionados à intensidade e quantidade de chuva.

Em geral, as populações que vivem em áreas de risco, além da exposição ao risco geológico apresentam simultaneamente, problemas relacionados à sua vulnerabilidade social. Em situações de desastres, a população destes locais sofre com um desarranjo parcial ou total de seus núcleos habitacionais, bem como o desarranjo ou a perda de fontes de trabalho e da rede social que a cerca (Siena, 2009).

O desenvolvimento de caminhos para uma melhor compreensão dos fatores naturais relacionados ao risco geológico pode contribuir para que se faça uma adequada gestão destes riscos, podendo os minimizar, tornando a comunidade mais resiliente.

A elaboração de mapas e cartas temáticas voltadas para a identificação de Áreas de Risco e Aptidão à Urbanização vem sendo desenvolvidas em diversos municípios em todo o Brasil, incentivada pela Lei Federal 12.608/12 que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, obrigando estados e municípios, entre outros, a identificar e mapear suas áreas de risco. Essa Lei estabelece o disciplinamento legal referente à gestão de desastres naturais, incluindo os

processos geológicos e focando em ações que promovam a prevenção. Soma-se aos trabalhos de mapeamento, estudos que buscam a caracterização e a compreensão de eventos hidrometeorológicos associados à ocorrência de situações de risco.

Neste contexto, o alvo deste projeto é o município de São Bernardo do Campo/SP. Nele é realizada a comparação entre dados das ocorrências atendidas pela Defesa Civil, com dados pluviométricos obtidos da rede de pluviômetros em funcionamento no município e compartimentação do meio físico do município, estes dados compreendem um intervalo de 24 anos, entre 1993 e 2016. Contribuindo assim com a base técnico-científica adequada para a gestão desses desastres no município.

2. JUSTIFICATIVA

O município de São Bernardo do Campo tem registrado frequentemente acidentes relacionados a processos de movimentos gravitacionais de massa e inundações nos últimos anos, com destaque para eventos de chuva como o ocorrido em janeiro de 2005, quando oito pessoas morreram em decorrência de escorregamento ocorrido no bairro Jardim Silvina, entre as vítimas sete eram crianças. No período entre 1993 e 2016, estes tipos de processos acarretaram na morte de 30 pessoas (IG, 2017).

Processos de escorregamento estão relacionados diretamente com a intensidade da precipitação sobre a área e os valores de chuva acumulados no período de poucos dias que antecedem o evento, uma vez que o acúmulo de água no solo é responsável pelo aumento do peso específico do solo e ainda acarreta na diminuição da sua coesão, devido ao aumento das pressões hidrostáticas, assim, favorecendo a movimentação do solo por ação da gravidade.

Neste cenário o poder público deve desenvolver políticas públicas para melhorar a gestão do Risco Geológico, tendo como objetivo a proteção das famílias assentadas em áreas suscetíveis e a proposição de soluções que minimizem o risco ao qual estão expostas estas famílias.

Em São Bernardo do Campo, esforços do poder público municipal têm ampliado o registro dos dados de chuva, através da instalação de pluviômetros espalhados nas áreas urbanas e de mananciais do município, proporcionando a geração de um banco de dados e sua constante atualização. Tais ações, somadas ao desenvolvimento de políticas de gestão de risco, como a criação do Programa “Operação Guarda-chuva”, que inclui trabalhos com a comunidade, tem colocado o município como referência nacional no tema gestão de risco (Bongiovanni *et al.* 2015).

A análise detalhada e integrada dos dados de pluviometria, dos registros de ocorrências atendidas pela Defesa Civil e da distribuição espacial das ocorrências poderá fornecer a base técnica necessária para que o poder público possa se antecipar aos eventos danosos. A identificação de valores críticos de chuva e a espacialização destes valores servirão de base para as ações do município frente a estes eventos.

Por fim, destaca-se que as atividades de monitoramento e alerta de movimentos de massa requerem: i) Mapeamento das áreas de risco; ii) Monitoramento das chuvas (acumulado); iii) Previsão climática; iv) Comparações com os índices críticos; e v) Tomada de ações e execução dos planos de contingência. Desta maneira, após a delimitação das áreas de risco e os devidos trabalhos meteorológicos/climáticos sendo realizados, o alerta depende do estabelecimento de limiares críticos de chuvas, tema pouco estudado e que deve ser abordado em escala local para um efetivo acerto, e aumento da confiança das ações. Esta dissertação pode contribuir com metodologia com o intuito de colaborar com o município de São Bernardo do Campo e com o estado da arte dos limiares críticos de chuva.

3. OBJETIVOS

O presente projeto propõe a análise de diferentes dados referentes aos eventos de escorregamento ocorridos entre os anos de 1993 e 2016 no município de São Bernardo do Campo, São Paulo. Para tal análise são utilizados, inicialmente, os seguintes dados:

- a) Registro de pluviometria;
- b) Registro de ocorrências atendidas pela Defesa Civil e registros de Jornais locais; e
- c) Compartimentação do Meio Físico.

A quantidade de chuva acumulada é o principal agente deflagrador de eventos de escorregamento (Tominaga, 2012), desta maneira, a análise dos dados pluviométricos visa estabelecer padrões críticos de acumulado e de intensidade de chuva, a partir dos quais há maior probabilidade de ocorrer um movimento gravitacional de massa.

A ocorrência de movimentos gravitacionais de massa está associada às características do solo e demais materiais que compõe determinado terreno, sendo estas respostas à evolução geológica e a ocupação destes terrenos. Assim, a comparação entre os fatores elencados acima, será utilizada na determinação desses índices.

Como objetivo central, pretende-se que este trabalho forneça informações úteis para a gestão pública do risco geológico, auxiliando o poder público na tomada de decisões operacionais e direcionamento de seus esforços durante eventos chuvosos, por exemplo, destacando áreas de maior prioridade para atendimentos, ações emergenciais, execução de treinamentos, preparações e simulados de capacitação. Visando a utilização destes dados ao longo de todo o ano, mas, especialmente nos meses de pluviometria mais intensa, nos quais a incidência de transtornos decorrentes da chuva é potencialmente maior.

A utilização de índices pluviométricos críticos como política pública de prevenção se dá início na aplicação do Plano Preventivo de Defesa Civil (PPDC), o PPDC é utilizado hoje em vários municípios do Estado de São Paulo. Seu início se deu no período chuvoso de 1988 e 1989, inicialmente nos municípios da Baixada Santista e litoral Norte do Estado, e posteriormente englobou a região do ABCD Paulista (onde se inclui o município de São Bernardo do Campo).

O índice pluviométrico crítico adotado para SBC inicialmente era de 100 mm de chuva acumulada em 72h, este valor de referência foi revisado para 80 mm de chuva em 72h a partir de 2010. Em todos os municípios do Estado de São Paulo atendidos pelo PPDC estes índices foram rebaixados, uma vez que ao longo dos períodos chuvosos subsequentes foram constatadas diversas ocorrências de escorregamentos após eventos de chuva com valores inferiores aos anteriormente estabelecidos (Santoro *et al.* 2010).

Observa-se a necessidade de discussão destes valores de referência, uma vez que não são valores absolutos no tempo, tampouco no espaço. Variações climáticas de ordem natural, diferentes composições e morfologias de um terreno, ou ainda, diferentes intensidades e tipologias de ocupação, podem interferir nos limiares críticos de chuva capazes de deflagrar movimentos gravitacionais de massa em uma determinada localidade.

Este trabalho, ainda pode contribuir metodologicamente com as atividades de monitoramento e alerta de riscos de movimentos gravitacionais, para outros municípios, que porventura possam não ter um longo histórico de leituras pluviométricas e de cadastro de ocorrências. Uma vez que os dados acumulados pelo trabalho exemplar da Defesa Civil de São Bernardo do Campo podem ajudar a criar critérios bem definidos da espacialização das ocorrências, frente aos acumulados e intensidade de chuva, os resultados podem orientar uma melhor compartimentação de outras localidades, a partir da nova rede de monitoramento pluviométrico instalada e operada pelo Centro de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN).

Portanto, a partir da análise dos dados indicados e da discussão dos resultados obtidos, pretende-se responder às seguintes questões:

- a) Se os limiares críticos de chuva para deflagração de movimentos gravitacionais são iguais em todas as áreas do município de SBC;
- b) Se é possível definir espacialmente diferentes limiares críticos de chuva em SBC;
- c) Contribuir suporte técnico para a adoção de compartimentação de meio físico em outras localidades para o cálculo de limiares críticos.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. Riscos a desastres naturais e terminologias usuais

Os desastres naturais são aqueles que decorrem de processos do meio físico ou do meio biótico. Os processos do meio físico podem ter natureza geológica, hidrológica, meteorológica ou climatológica, já os processos do meio biótico são de natureza biológica, associados a epidemias e infestações de pragas (UN-ISDR, 2009). O órgão de redução de desastres das Nações Unidas (UN-ISDR) classifica Desastre como uma perturbação grave do funcionamento de uma comunidade, envolvendo perdas humanas, materiais, econômicas ou ambientais.

O Glossário da Defesa Civil Nacional classifica Desastre como “o resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema (vulnerável) causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais” (Castro, 1998). O Quadro 4.1 abaixo resume os grupos e subgrupos de desastres naturais.

Quadro 4.1. Resumo da classificação de processos de desastres naturais segundo a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE).

Grupo	Subgrupo	Tipo
Geológico	Terremotos	Tremor de terra e Tsunami
	Emanação Vulcânica	-
	Movimentos de massa	Quedas, tombamentos e rolamentos, deslizamentos, corridas de massa, subsidências e colapsos
	Erosão	Costeira/marinha, fluvial e continental
Hidrológico	Inundações	-
	Enxurradas	-
	Alagamentos	-
Meteorológico	Sistemas de grande escala/escala regional	Ciclones, Frentes frias e Zonas de convergência
	Tempestades	Tempestade local/convectiva (incluindo tornados, tempestades de raios, granizo, chuvas intensas e vendaval)
	Temperaturas extremas	Ondas de calor ou ondas de frio (geadas e friagem)
Climatológico	Seca	Estiagem, seca e Incêndios florestais
Biológico	Epidemia: Doença infecciosa	Viral, bacteriana, parasítica ou fúngica
	Infestações/pragas	Infestação de animais, algas ou outras

A partir desta proposição geral dos riscos a desastres naturais, será aprofundada em item a parte a gestão dos riscos geológicos, mais especificamente os riscos associados a movimentos gravitacionais de massa. Em destaque aqueles cujo mecanismo deflagrador principal é a chuva, e por isso de relevância intrínseca com fenômenos meteorológicos.

4.1.1. Terminologias

Com intuito de se padronizar os conceitos e promover um melhor entendimento e sinergia para as atividades de gestão de desastres, neste trabalho adotam-se as terminologias da UN-ISDR (2009), desta maneira segue o Quadro 4.2 a seguir.

Quadro 4.2. Glossário de gestão de desastres empregado neste trabalho (UN-ISDR, 2009).

Terminologia	Definição
Acidente	Evento definido ou sequência de eventos fortuitos e não planejados que dão origem a consequência específica e indesejada.
Ameaça	Fenômeno ou processo natural ou antrópico com potencialidade de causar um dano.
Capacidade de Resposta	Conjunto de ações ou meios que uma comunidade ou indivíduo possui para responder a um desastre.
Cenário de Risco	Situação hipotética de ocorrência de acidentes ou desastres.
Dano	Medida da perda humana, material ou ambiental, física ou funcional, resultante da ação de uma ameaça sobre um meio exposto.
Desastre	Uma ruptura grave do funcionamento de uma comunidade ou uma sociedade envolvendo seres humanos, materiais, prejuízos econômicos ou ambientais e impactos, o que excede a capacidade da comunidade afetada de lidar com o problema através de seus próprios recursos.
Exposição	Medida da vulnerabilidade frente a uma ameaça.
Gestão de Risco	Processo social e político através do qual governo e sociedade buscam controlar os processos geradores de risco ou diminuir o risco existente com a intenção de fortalecer os processos de desenvolvimento sustentável e a segurança integral da população. Envolve o planejamento, a execução e a avaliação permanente de políticas, programas e projetos para tais fins.
Mitigação	Conjunto de ações destinadas a áreas onde o risco encontra-se instalado e que podem ser minimizados através de intervenções estruturantes e de redução da vulnerabilidade, tornando a ocupação mais segura.
Perigo	Condição na qual existe potencial de dano a ser causado por ameaça afetando o meio exposto.
Preparação	Conjunto de ações desenvolvidas pela comunidade e pelas instituições governamentais e não governamentais, para minimizar os danos causados pelos desastres e otimizar as ações de resposta e de reconstrução.
Prevenção	Conjunto de ações direcionadas ao planejamento, monitoramento e controle da ocupação territorial e do uso do solo, evitando desse modo que venham a surgir situações de riscos.
Processo	Fenômeno natural ou antrópico caracterizado e delimitado no espaço e no tempo.
Recuperação	Conjunto de ações destinadas ao restabelecimento das condições de normalidade em uma área afetada por acidente ou desastre.
Resiliência	Capacidade de resistir, absorver e se recuperar de forma eficiente dos efeitos de um desastre.
Resposta	Conjunto de ações desenvolvidas imediatamente após a ocorrência do acidente ou desastre, caracterizadas por atividades de socorro e de assistência às vítimas e reabilitação do cenário de acidente ou desastre, objetivando o restabelecimento das condições de normalidade.
Risco	Probabilidade (ou medida da incerteza) da ocorrência de uma ameaça, delimitada no tempo e espaço e os danos que poderão ocorrer sobre um meio exposto.
Sistema de Alarme	Conjunto de recursos para informar a comunidade sobre a ocorrência iminente de um evento danoso a partir de resultado do sistema de alerta.

Terminologia	Definição
Sistema de Alerta	O conjunto de capacidades necessárias para produzir e divulgar informações de alerta em tempo hábil para permitir que indivíduos, comunidades e organizações ameaçadas por um perigo, possa se preparar e agir de forma adequada e com tempo suficiente para reduzir a possibilidade de dano ou perda.
Suscetibilidade	Indica a potencialidade de ocorrência de processos naturais e induzidos delimitados no espaço e no tempo.
Vulnerabilidade	Conjunto de fatores físicos, sociais, ambientais, econômicos e institucionais que condiciona a magnitude do dano sobre um determinado meio, exposto a uma determinada ameaça delimitada no espaço e no tempo. Corresponde à predisposição a sofrer danos ou perdas.

4.2. Tipologia de movimentos gravitacionais de massa

Os acidentes geológicos e geotécnicos associados a movimentos gravitacionais de massa, aqui denominados escorregamentos ou deslizamentos, são fenômenos envolvendo movimentos coletivos de solo e/ou rocha, que provocam danos ao homem e/ou a suas propriedades (Marcelino, 2008, Tominaga 2012).

Movimentos gravitacionais de massa acontecem a partir de processos relacionados à dinâmica superficial de encostas e vertentes, e fazem parte da evolução geomorfológica de vários terrenos. São processos que ocorrem naturalmente, mas podem apresentar suas consequências alteradas pela ocupação, trazendo risco à população ocupante destes terrenos. Acidentes associados a estes processos podem atingir dimensões de desastres (Tominaga, 2012).

A autora descreve ainda que no contexto das áreas urbanas no Brasil, existem diversos municípios com áreas de risco de movimentos gravitacionais de massa envolvendo assentamentos precários, cujas comunidades encontram-se vulneráveis a alguma possibilidade de perda ou dano, seja de caráter social ou econômico.

A classificação proposta por Augusto Filho (1992), apresentada no quadro 4.3, mostra as principais tipologias de movimentos de massa em encostas observados na dinâmica superficial brasileira, descrevendo os processos e suas características, tais como: materiais, comportamento e geometria dos materiais.

No contexto das áreas urbanas brasileiras, o principal tipo de escorregamento de solo são os planares, em menor quantidade ocorrem escorregamentos circulares, mais raramente, em cunha.

Tais processos ocorrem em decorrência da ação da água sobre solos não saturados, reduzindo a sua resistência. Estes eventos são condicionados pelas propriedades do solo e/ou rocha que compõem determinado talude, podendo ser agravado por ações antrópicas (cortes inadequados, supressão de vegetação ou vegetação inadequada, disposição de sistemas de água e esgoto, entre outros) comuns em assentamentos precários e implantados sem planejamento (Fiori e Carmignani, 2011).

Quadro 4.3: Classificação dos principais tipos de movimentos de massa em encostas brasileiras (Augusto Filho, 1992).

Tipo de movimento	Características do movimento, material e geometria
Rastejos (creep)	Vários planos de deslocamento (internos). Velocidades baixas (cm/ano). Movimentos constantes, sazonais ou intermitentes. Solo, depósitos, rocha alterada/fraturada. Geometria indefinida.
Escorregamentos (slides)	Poucos planos de deslocamento (externos). Velocidades médias (m/h) a altas (m/s). Pequenos a grandes volumes de material. Geometria e materiais variáveis. Planares - solos pouco espessos, solo e rocha com um plano de fraqueza. Circulares - solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas. Cunha - solos e rochas com dois planos de fraqueza.
Quedas (falls)	Sem planos de deslocamento. Movimentos tipo queda livre ou em plano inclinado. Velocidade muito alta (vários m/s). Material rochoso. Pequenos a médios volumes. Geometria variável: lascas, placas, blocos, etc. Rolamento de matacão. Tombamento.
Corridas (flows)	Muitas superfícies de deslocamento (internas e externas). Movimento semelhante ao de um líquido viscoso. Desenvolvimento ao longo das drenagens. Velocidades médias (m/h) a altas (m/s). Mobilização de solo, rocha, detritos e água. Grandes volumes de material. Extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas.

4.3. Mecanismos de deflagração de escorregamentos

Escorregamentos podem ser deflagrados por diferentes mecanismos, ou ainda a combinação de mecanismos, compreendendo escorregamentos como a ocorrência de rupturas de solo ou de rocha. Varnes (1978) descreve os principais condicionantes e mecanismos envolvidos na deflagração de escorregamentos. O autor afirma que o aumento da sollicitação de um determinado material pode ocorrer pela redução da resistência, sobrecarga, sollicitações dinâmicas e pressões laterais. Já a redução da resistência ocorre devido às propriedades intrínsecas ao material ou pela indução de mudanças nas características do material.

Quadro 4.4: Agentes e causas de escorregamentos (Guidicini e Nieble, 1984).

Agentes e Causas de Escorregamentos			
Agentes	Predisponentes	Geologia, geomorfologia, climatologia-hidrologia, gravidade, calor solar e tipo de cobertura vegetal original.	
	Efetivos	Preparatórios	Pluviosidade, erosão, variação de temperatura, dissolução química, oscilações de nível de lagos, marés e freático, ação humana e de animais.
		Imediatos	Chuvas intensas, derretimento de gelo, erosão, terremotos, ondas, vento, ação humana, etc.
Causas	Internas	Oscilação térmica, redução da resistência por intemperismo.	
	Externas	Mudanças na geometria do sistema, vibrações, mudanças naturais na inclinação das camadas.	
	Intermediárias	Elevação ou rebaixamento do nível freático, erosão interna (<i>piping</i>), diminuição do efeito de coesão aparente.	

A determinação e dimensionamento dos agentes e das causas da deflagração de escorregamentos são fundamentais para a compreensão dos eventos e para a tomada de medidas de prevenção e gestão destes cenários. De maneira resumida, os condicionantes dos escorregamentos e processos correlatos são: i) características climáticas, com destaque para a pluviometria; ii) propriedades e distribuição dos materiais que compõem as encostas; iii) características geomorfológicas, com destaque para a inclinação, amplitude e forma do perfil das encostas (côncavo, retilíneo e convexo); iv) dinâmica de águas superficiais e subterrâneas; e v) características de uso e ocupação do solo, incluindo intervenções antrópicas como corte e aterro. (Augusto Filho e Virgili, 1998).

4.4. Gestão de Risco Geológico

O risco geológico é a probabilidade de ocorrência de um processo natural e as consequências (impactos) que esse processo pode gerar (UN-ISDR, 2009). Ou seja, é necessário entender tanto a suscetibilidade que determinado lugar tem para ocorrer um processo natural quanto à vulnerabilidade dele.

Para que se desenvolva uma adequada gestão deste risco, faz-se necessária a identificação e compreensão dos fatores envolvidos em um cenário de risco. Primeiramente deve-se identificar qual o risco que os processos geológicos ou ações antrópicas estão produzindo, em quais condições a evolução desses processos podem acarretar um acidente, qual a probabilidade de que ocorra e quais as suas consequências (Ministério das Cidades, 2006).

O conhecimento dos fatores condicionantes, atenuantes ou potencializadores de risco geológico é uma ferramenta eficaz para os órgãos de administração pública. Dessa forma, decisões e medidas necessárias podem ser facilitadas, inclusive antecipadamente a desastres, a partir dos dados técnico-científicos obtidos.

4.4.1. O Conceito de Risco

Segundo a UN-ISDR (2009) risco pode ser entendido como a Probabilidade (ou medida da incerteza) da ocorrência de uma ameaça, delimitada no tempo e espaço e os danos que poderão ocorrer sobre um meio exposto. Contudo o conceito de risco ainda pode ser definido de maneiras diferentes, levando em consideração outras variáveis.

Atualmente nas políticas nacionais, destaca-se a definição utilizada por Ministério das Cidades (2007), no qual o risco é apresentado evidenciando a possibilidade de gerenciamento. De acordo com os autores o Risco pode ser expresso em uma equação na qual o Risco (R) é a Probabilidade (P) de ocorrência de um acidente associado a um determinado perigo ou Ameaça (A) e que pode resultar em Consequências (C) danosas às pessoas ou bens, em função da Vulnerabilidade (V) do meio exposto ao perigo e que pode ter seus efeitos reduzidos pelo grau de Gerenciamento (G) colocado em prática pelo poder público e/ou pela comunidade (Equação 1).

$$R = \frac{P(A) \times C(V)}{G} \quad (\text{equação 1})$$

A equação acima permite o entendimento de uma política pública de atuação em diversas frentes na prevenção de desastres, de maneira que se pode atuar na diminuição da vulnerabilidade e consequência por meio de obras de estabilização e controle de cheias, na diminuição da probabilidade de que uma ameaça tenha consequências, se valendo de reassentamentos e realocamentos, e ainda permite a diminuição do Risco, aumentando-se o nível do Gerenciamento do Risco, neste item fortalecendo a atuação da Defesa Civil no papel preventivo, sendo por conhecimento das áreas, por sistemas de monitoramento meteorológico, por sistemas de alerta e vistorias e treinamento da população para atuação em emergências.

4.4.2. Rede pluviométrica

Uma rede de coleta de dados pluviométricos se traduz em questão fundamental para a gestão do risco. Os equipamentos devem estar localizados de maneira a recobrir diferentes áreas do município, sendo válida ainda a integração com os dados obtidos em municípios vizinhos.

Vale ressaltar a diferença entre equipamentos dentro de um sistema de monitoramento de chuva. Aparelhos denominados pluviômetros são instrumentos capazes de medir a quantidade de precipitação que incide sobre um determinado local em um determinado momento, registrando dados absolutos, ou seja, apenas dados referentes à quantidade de chuva. Pluviógrafos são instrumentos que registram automaticamente a quantidade acumulada de precipitação em função do tempo, ou seja, sendo capazes de registrar também a intensidade horária da chuva sobre aquele determinado local (Castro, 1998). Os gráficos registrados a partir dos pluviógrafos são denominados pluviogramas.

4.4.3. Gestão de Risco Geológico em São Bernardo do Campo

Nos últimos anos, São Bernardo do Campo (SBC) vem desenvolvendo uma política municipal de gestão de riscos de desastres ambientais urbanos ligados a processos geológicos e hidrológicos, como movimentos de massas e inundações.

A Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de São Bernardo do Campo (COMDEC) é o órgão municipal responsável pela execução, coordenação e mobilização de todas as ações de defesa civil no município. Fornecendo estrutura de apoio à população no que diz respeito a desastres de qualquer natureza, além da atuação cotidiana de atendimentos, a COMDEC de SBC desenvolve o trabalho de registro das ocorrências atendidas. Esse trabalho contínuo de catalogar e acervar os registros desde 1997 possibilita a realização de estudos históricos no município.

Em 1999 o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) elaborou a Carta Geotécnica e Mapa de localização de áreas de risco de escorregamento, destinado ao planejamento e à gestão do uso e ocupação do solo em SBC por meio de diretrizes técnicas, o documento foi produzido em escala 1:25.000 .

O município elaborou o seu Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR) em 2010, e a partir deste trabalho sistematizou o conhecimento do risco, proporcionando meios para a gestão e redução de riscos nas áreas identificadas. Ao todo, foram identificadas 63 áreas de risco contendo 203 setores de risco, e nelas assentadas 2.910 edificações em Risco Médio (R2), Alto (R3) e Muito Alto (R4) (São Bernardo do Campo, 2010a), segundo a metodologia empregada pelo Ministério das Cidades, responsável pelo gerenciamento dos programas de PMRR em todo o país (Ministério das Cidades e IPT, 2007). O PMRR de São Bernardo do Campo passa por constantes atualizações, realizadas por meio de seu corpo técnico, em parcerias com universidades ou setor privado.

Alinhado ao PPDC Estadual, São Bernardo do Campo criou através do Decreto nº 17.303, de 25 de novembro de 2010, o estabelecimento da Operação Guarda-Chuva (OGC), um Plano de Contingência municipal com vigência de 01 de dezembro a 15 de abril de cada ano. A OGC consiste em um conjunto de ações preventivas para a redução de riscos e prevenção de desastres relacionados às chuvas. Posteriormente o Decreto 18.262 de 08 de novembro de 2012, alterou o limite crítico de chuva de 100 mm para 80 mm de chuva em 72 horas, aumentando a

margem de segurança da análise de risco no caso de escorregamentos durante a OGC (Bongiovanni *et al.* 2011).

Além destes trabalhos, foram elaborados outros projetos voltados para o avanço do conhecimento de risco no município. Em 2012 foi elaborado o “Mapa de Suscetibilidade a Perigos Múltiplos no Município de São Bernardo do Campo”, produzido em escala 1:10.000, o produto foi utilizado para subsidiar o Plano Diretor, atualizar o PMRR e a produção de bancos de dados georreferenciados de ocorrências atendidas pela Defesa Civil.

Em 2014, foi elaborada em escala 1:25.000 a “Carta Geotécnica de Suscetibilidade a Processos de Escorregamento e Inundação” executada pelo IPT, sob coordenação e financiamento da CPRM. E recentemente, a “Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização”, em desenvolvimento pela Universidade Federal do ABC (UFABC), em escala 1:10.000.

4.5. Área de Estudo

A área de estudo selecionada é compreendida pelo município de São Bernardo do Campo (SBC), Estado de São Paulo. O município apresenta diversas áreas de Risco de Movimentos de Massa, que foram apontadas em levantamentos anteriormente realizados no município (São Bernardo do Campo 2010a, 2010b; Nogueira *et al.* 2011).

O município de SBC se localiza na Região Sudeste da Região Metropolitana de São Paulo e nele habitam aproximadamente 810 mil pessoas. São Bernardo do Campo ocupa uma área total de 409,6 km² (IBGE, 2010), sendo que 211,6 km² (equivalente a 52% do território) correspondem a Áreas de Proteção aos Mananciais, áreas estas parcialmente ocupadas por assentamentos irregulares e precários (Nogueira *et al.*, 2011).

O município é vizinho da cidade de São Paulo, sendo atravessado por duas importantes rodovias paulistas, a Via Anchieta (SP-150) e a Rodovia dos Imigrantes (SP-160), além do trecho sul do Rodoanel Mario Covas (SP-21). A sua área mais densamente urbanizada faz limites com os municípios de Diadema, São Caetano do Sul e Santo André. A parte sul do município apresenta áreas de preservação ambiental, com destaque para o Parque Estadual da Serra do Mar, onde SBC faz

fronteira com os municípios de Cubatão e São Vicente. A figura 4.1 indica a localização do município de São Bernardo do Campo-SP.

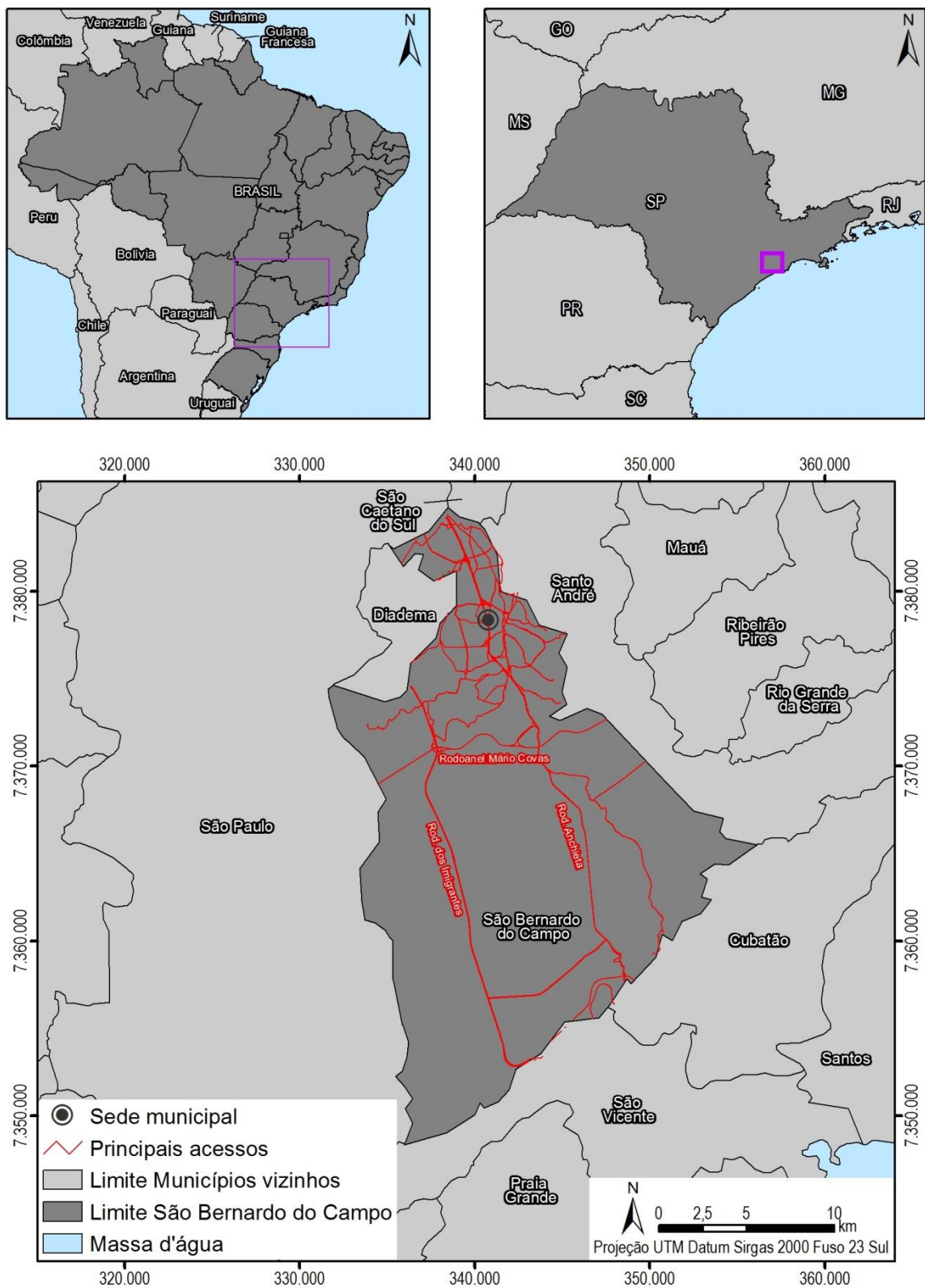


Figura 4.1: Mapa de localização da área de estudo, município de São Bernardo do Campo-SP.

4.5.1. Histórico de Ocupação de SBC

São Bernardo do Campo foi fundado em 1553 e nomeado de Vila de Santo André da Borda do Campo. O processo de ocupação do território do município tem início no século XVII, quando da formação de um pequeno povoado associado ao transporte de mercadorias por tropas, em caminho que ligava o Planalto e o interior do Estado de São Paulo ao seu litoral. Em 1717 o povoado começa a se desenvolver próximo ao Ribeirão dos Meninos junto a uma capela erguida por monges Beneditinos. Em 1867 é inaugurada a Estrada de Ferro São Paulo Railway, linha que ligava São Paulo a Santos, e que ajudou no desenvolvimento de SBC (Aguilar, 2010).

A ocupação se adensou entre o final do século XIX e início do século XX com a chegada de migrantes e imigrantes, atraídos pela lavoura e posteriormente pelas indústrias que ali se instalaram. Juntamente com a chegada das indústrias, principalmente a automobilística, ocorre a expansão da urbanização, que na maior parte das vezes se deu de forma desordenada e em áreas inapropriadas à ocupação (Nogueira *et al.*, 2013).

Segundo Aguilar (2010), a configuração atual do limite político administrativo de SBC se deve ao desmembramento do município em relação a Santo André, em 1945, e à emancipação de Diadema, em 1957. O período de 1950 a 1969 foi caracterizado pela implantação da Rodovia Anchieta e pela chegada das indústrias ligadas ao setor automobilístico. Entre 1970 e 1989 ocorre a implantação da Rodovia dos Imigrantes. Entre 1990 e 2010, ocorre intensa ocupação de áreas de proteção dos mananciais da Represa Billings, e a implantação do Trecho Sul do Rodoanel, cada uma das etapas gerou diferentes processos de ocupação, majoritariamente desordenada.

4.5.2. Histórico de movimentos gravitacionais de massa

São Bernardo do Campo tem apresentado anualmente acidentes ocasionados por processos naturais, relacionados à inundação e a movimentos gravitacionais de massa, com registro de vítimas fatais (Nogueira *et al.*, 2011.), além de grandes prejuízos e transtornos à população residente em áreas de risco.

A figura 4.2 apresenta o mapa da distribuição de ocorrências de escorregamentos (mapa de inventário), criado a partir da análise dos registros realizados pela Defesa Civil de SBC e registros de Jornais locais para o período de 1993 e 2016. Durante este período foram selecionados os registros de ao todo 664 ocorrências de escorregamento.

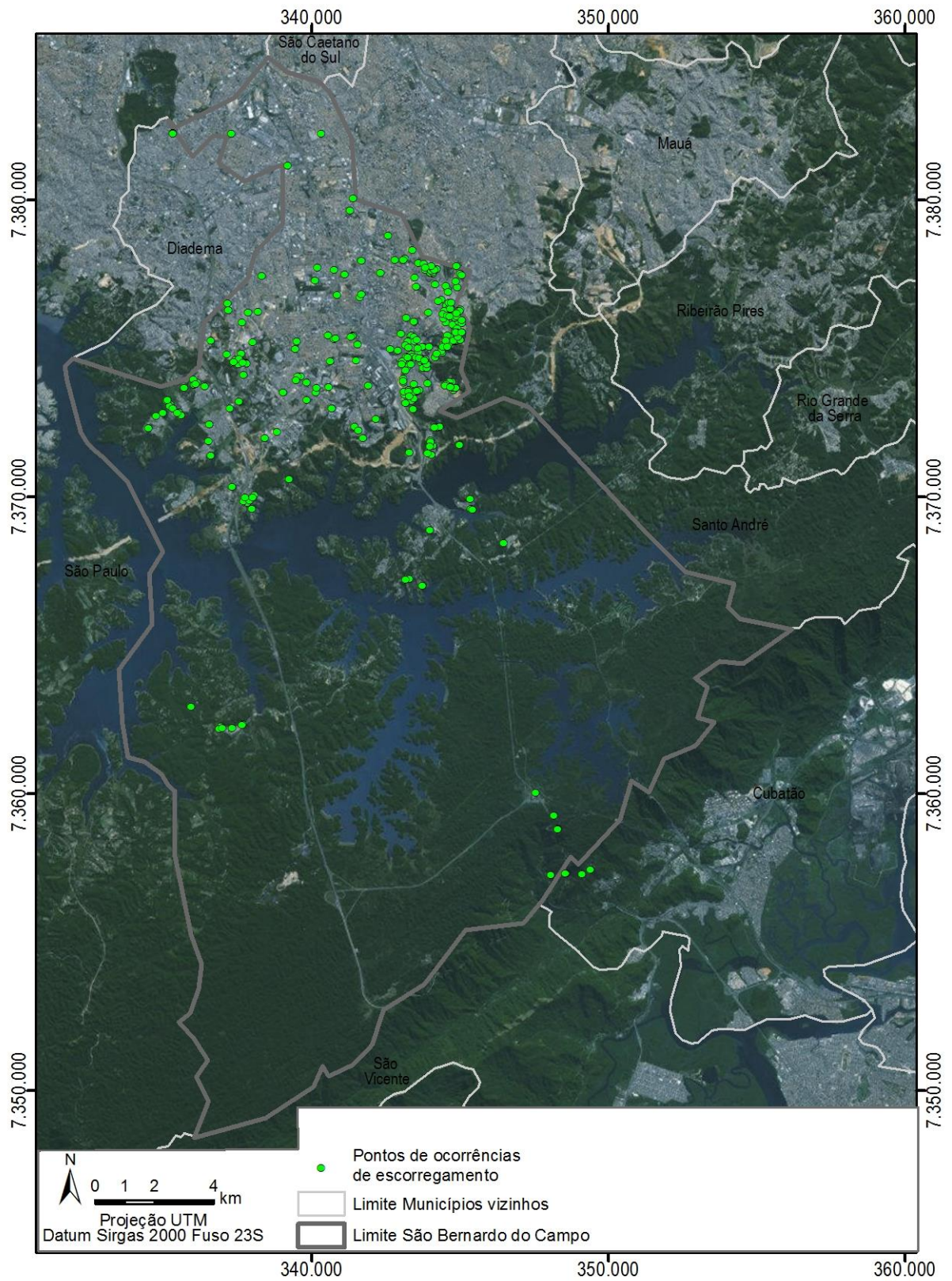


Figura 4.2: Mapa de ocorrências de escorregamentos registrados no período de 1993 e 2016, dados da Defesa Civil do município de São Bernardo do Campo e banco de dados (IG, 2017).

4.5.3. Visão geral das áreas de Risco em SBC

A Prefeitura Municipal de São Bernardo do Campo publica em 2010 o Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR), neste trabalho realizou-se o estudo de 95 áreas, delimitando 203 setores de risco, nos quais foi calculado um total de 2.940 edificações em risco (São Bernardo do Campo, 2010b). As fotos 4.1 a 4.5 apresentadas a seguir fazem parte deste PMRR, e demonstram uma visão geral de algumas áreas de risco fotografadas em sobrevoos de baixa altitude.



Foto 4.1: Visão geral de encosta localizada no bairro Areião, ocupação na base e no topo de encosta natural com diversas intervenções de corte e aterro. A parte central da foto mostra ainda ocupação a meia encosta. (São Bernardo do Campo, 2010b).



Foto 4.2: Encosta localizada no bairro Vila São José, ocupação em toda a encosta natural com diversas intervenções de corte e aterro. Terreno formando um vale com curvatura côncava. (São Bernardo do Campo, 2010b).



Foto 4.3: Encosta localizada no bairro do Montanhão, ocupação de alta densidade ao longo de toda encosta. Terreno apresentando encosta predominantemente retilínea. (São Bernardo do Campo, 2010b).



Foto 4.4: Encosta localizada no bairro Jardim Silvina, moradias com baixo padrão construtivo, instaladas após a intervenção do tipo corte e aterro. (São Bernardo do Campo, 2010b).



Foto 4.5: Visão do Núcleo São Jorge, moradias instaladas na base de encosta natural com evidências de movimentação, tais como cicatrizes e feições erosivas. (São Bernardo do Campo, 2010b).

4.6. Mapas temáticos de SBC

Diante deste cenário, estudos multidisciplinares voltados para o conhecimento do risco e à sua prevenção têm sido realizados no município. Assim, desde 1999 o poder público municipal tem desenvolvido intervenções com estes objetivos. São destacados os seguintes estudos:

- a) Carta Geotécnica e Mapa de localização de áreas de risco de escorregamento, em escala 1:25.000. (IPT 1999);
- b) Mapeamento, caracterização e hierarquização de assentamentos precários e irregulares (São Bernardo do Campo, 2010a);
- c) Plano Municipal de Redução de Riscos – PMRR (São Bernardo do Campo, 2010b; Nogueira *et al.*, 2011), mapeamento, análise de risco geológico-geotécnico, indicação de intervenções e priorização de áreas de risco;
- d) Plano Local de Habitação de Interesse Social – PLHIS (São Bernardo do Campo, 2011), mapeamento caracterização e hierarquização de assentamentos precários;
- e) Operação Guarda-Chuvas (Bongiovanni *et al.*, 2011; São Bernardo do Campo, 2013), plano preventivo e de respostas implantado no período de chuvas (dezembro a abril);
- f) Mapa de Suscetibilidade a Processos Múltiplos, em escala 1:10.000 (Nogueira e Souza, 2013), indicando a predisposição do terreno a processos de deslizamento, erosão, subsidência de solo e inundações;
- g) Delimitação de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Enchentes, Inundações e Movimentos de Massa. (CPRM, 2104), Mapeamento e setorização de risco;
- h) Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações, em escala 1:25.000 (IPT e CPRM, 2014), caracterização, espacialização e classificação de terrenos suscetíveis a processos de movimentos gravitacionais de massa e inundações; e
- i) Cadastro Georreferenciado de Eventos Geodinâmicos: 50 Municípios da Região Metropolitana de São Paulo, Baixada Santista e Litoral Norte. Instituto Geológico 2017.

A partir do levantamento e análise destes produtos desenvolvidos para a gestão de risco em São Bernardo do Campo, foram desenvolvidos mapas temáticos para o território do município, com objetivo de caracterizar o seu meio físico, servindo de base para as unidades territoriais básicas (UTB) usadas nas avaliações diante dos processos de chuva. São expostos a seguir, os seguintes mapas:

- a) Mapa Geológico, escala 1:100.000 (Coutinho, 1980) (fig. 4.3);
- b) Mapa Geológico, escala 1:750.000 (Perrotta, 2006) (fig. 4.4);
- c) Mapa de Inclinação (fig. 4.5);
- d) Mapa de Geomorfologia e Padrões de Relevô (fig. 4.6);
- e) Mapa de Curvatura de Superfície (fig. 4.7);
- f) Mapa de Densidade de Ocupação de Solo (fig. 4.8)
- g) Mapa de Risco de Escorregamento (fig. 4.9)
- h) Mapa de Suscetibilidade a Escorregamentos (fig. 4.10); e
- i) Mapa de Isoietas (fig. 4.11).

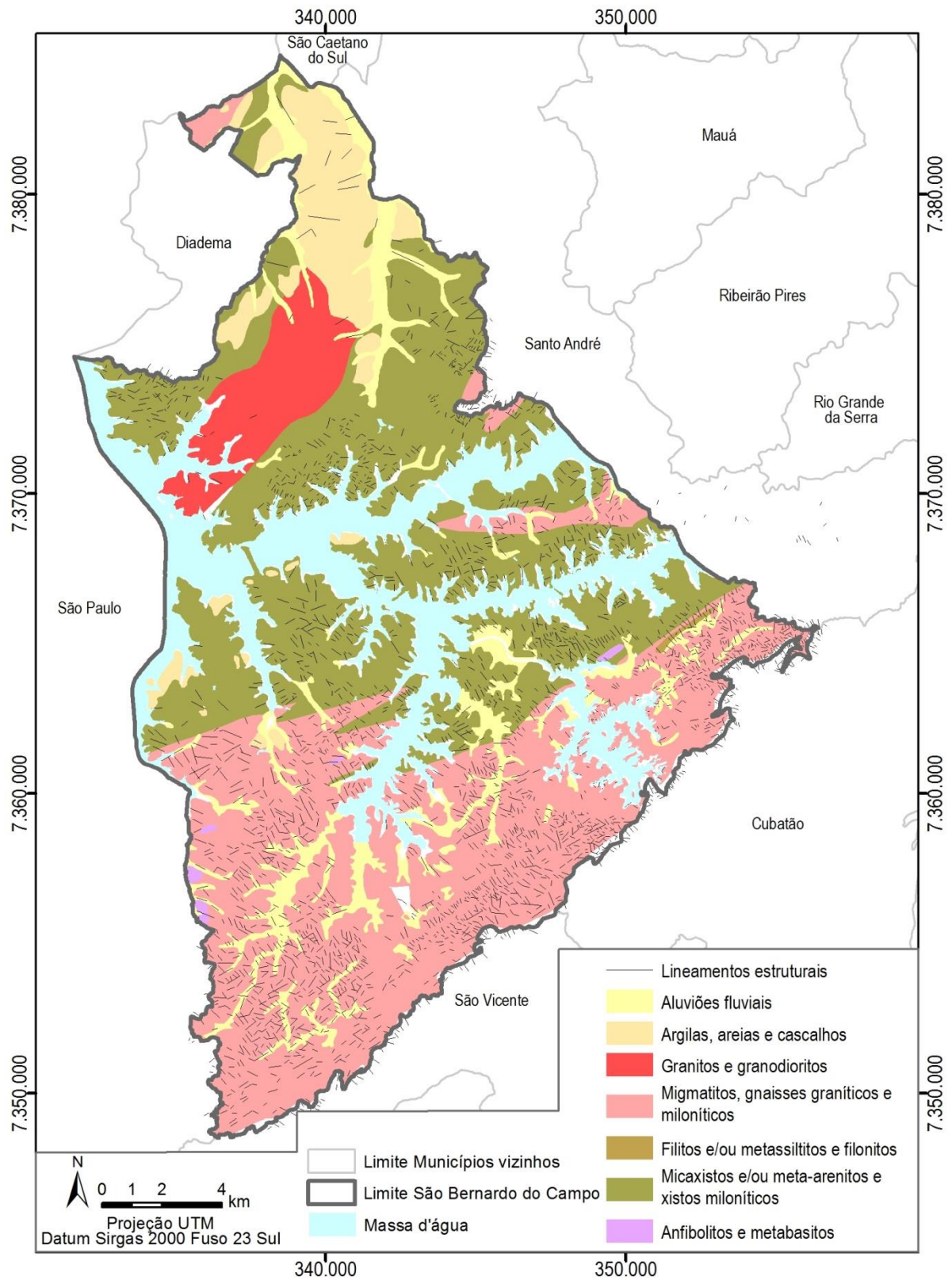


Figura 4.3 Mapa Geológico de São Bernardo do Campo, escala 1:100.000. (Adaptado de Coutinho, 1980).

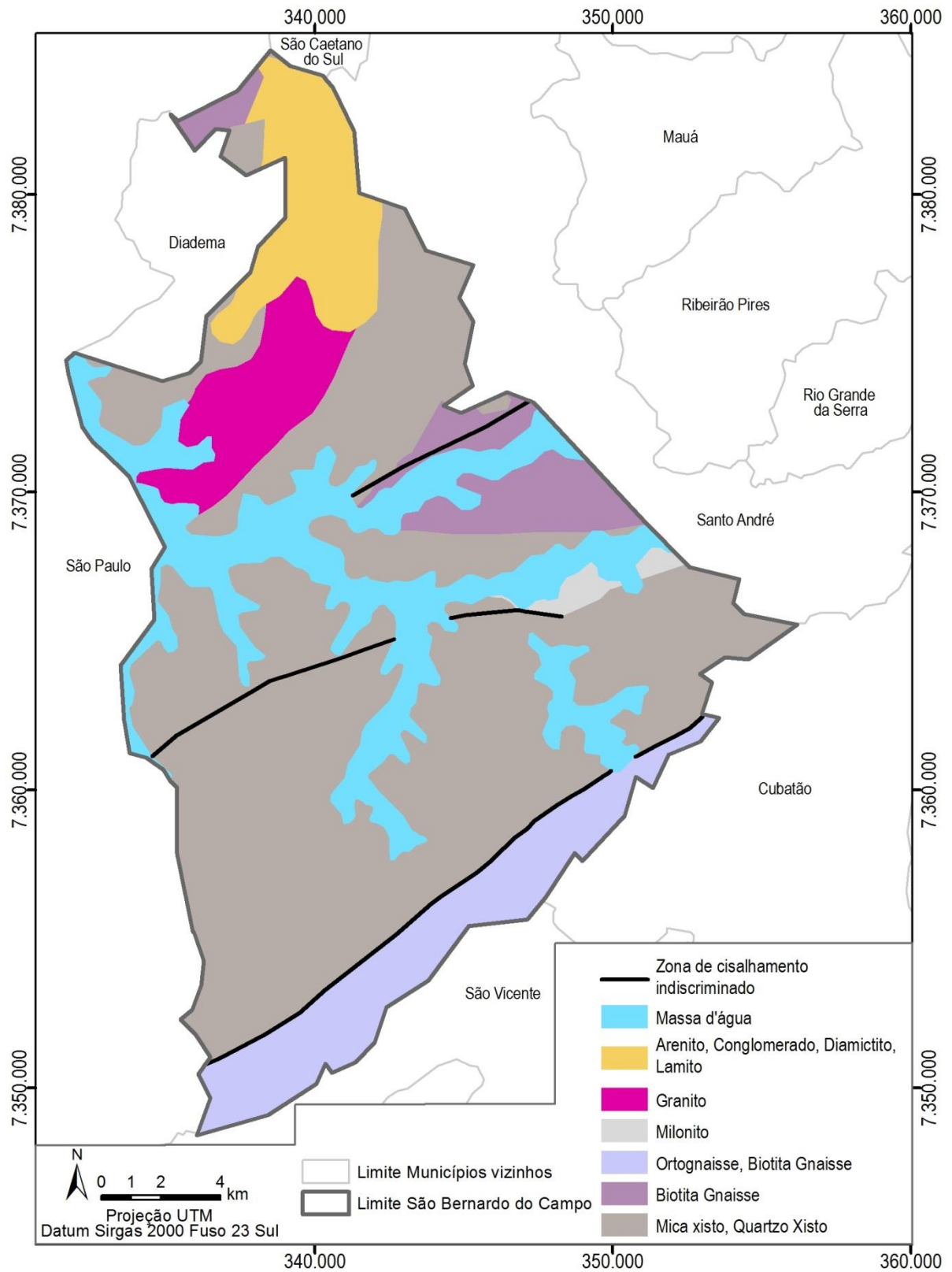


Figura 4.4 Mapa Geológico de São Bernardo do Campo, escala 1:750.000 (Adaptado de Perrotta, 2006).

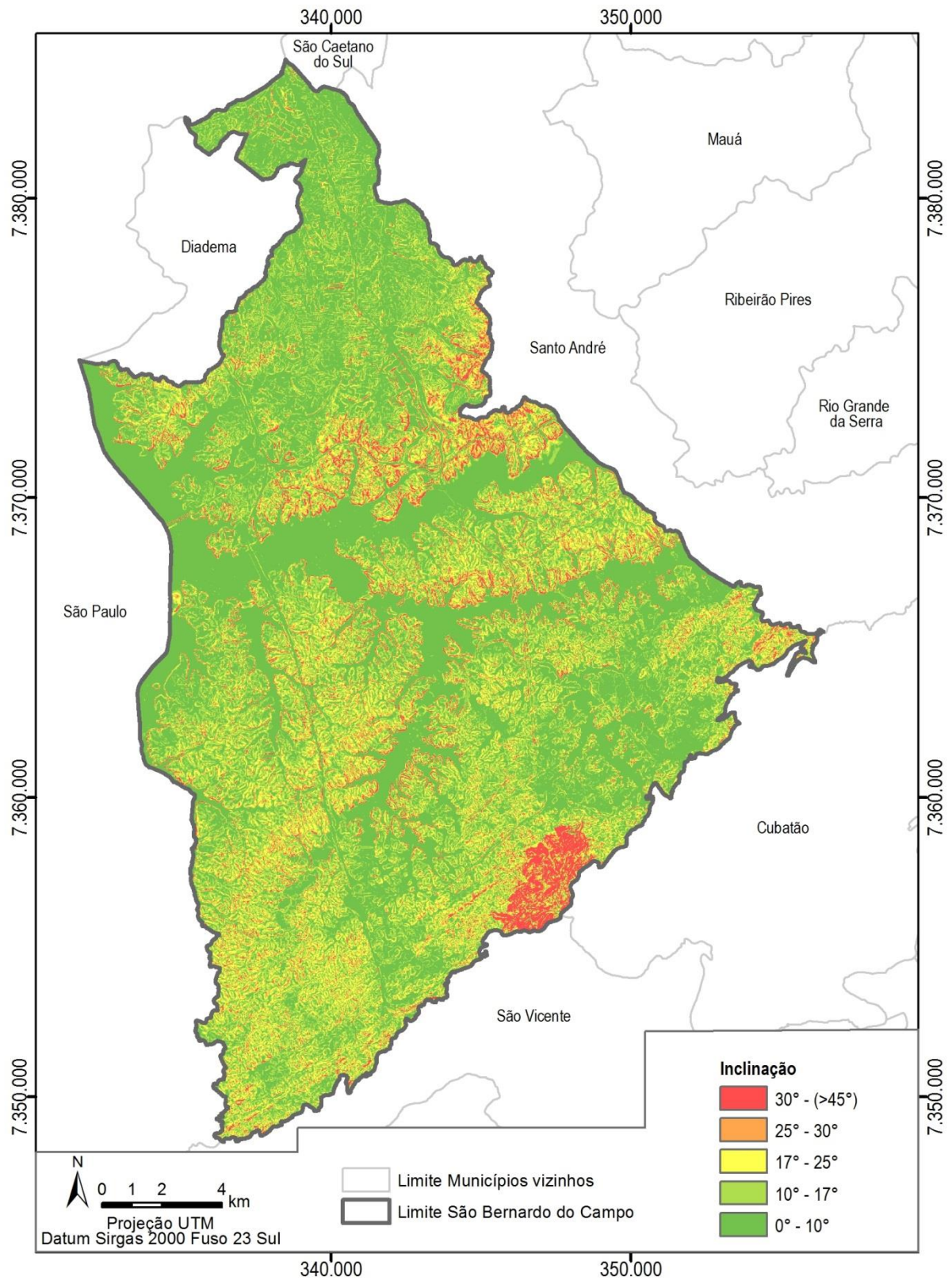


Figura 4.5: Mapa de inclinação de São Bernardo do Campo (Adaptado de IPT e CPRM 2014).

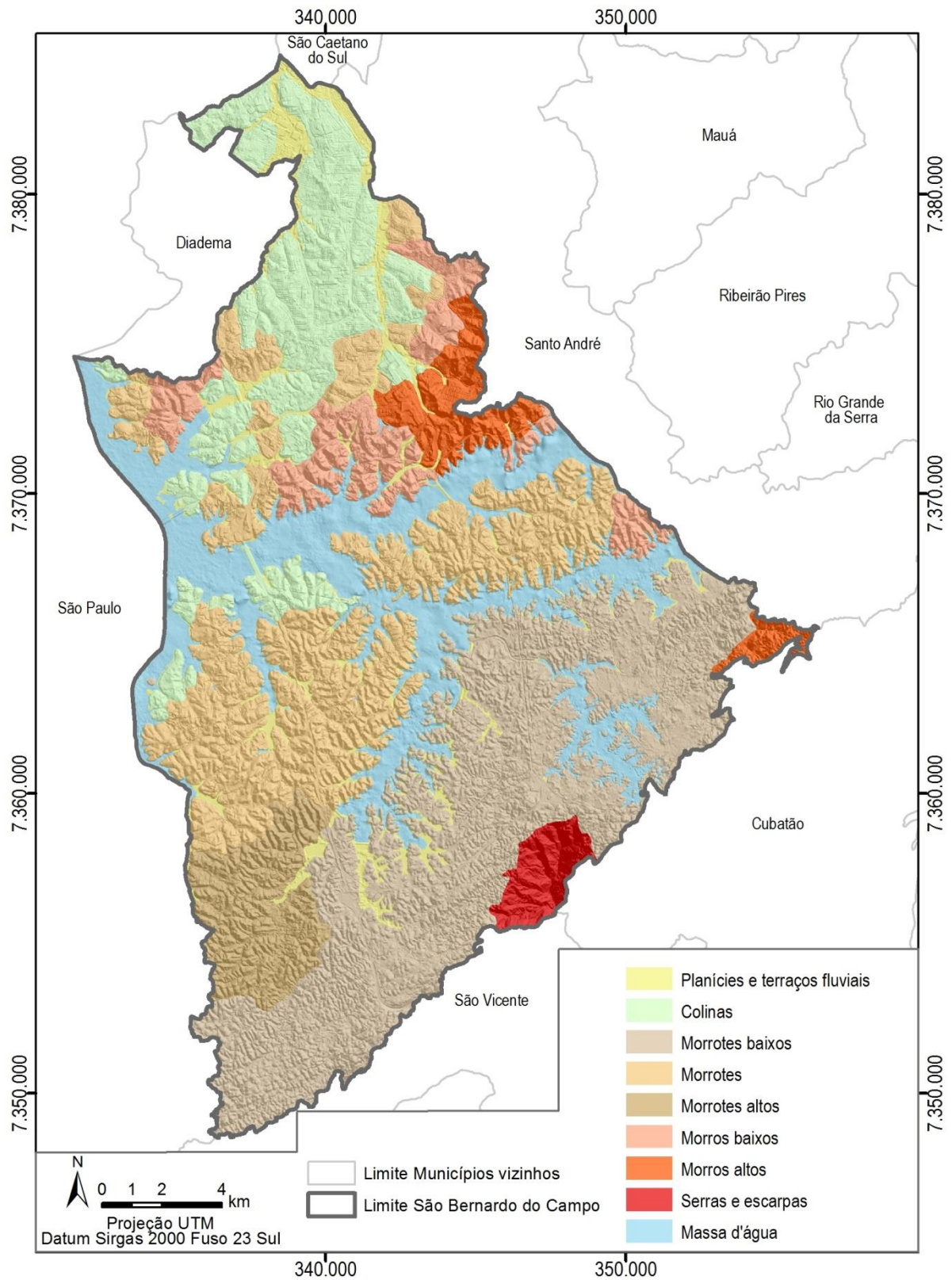


Figura 4.6: Mapa de geomorfologia e padrões de relevo de São Bernardo do Campo (Classificação segundo IPT & EMPLASA 1990).

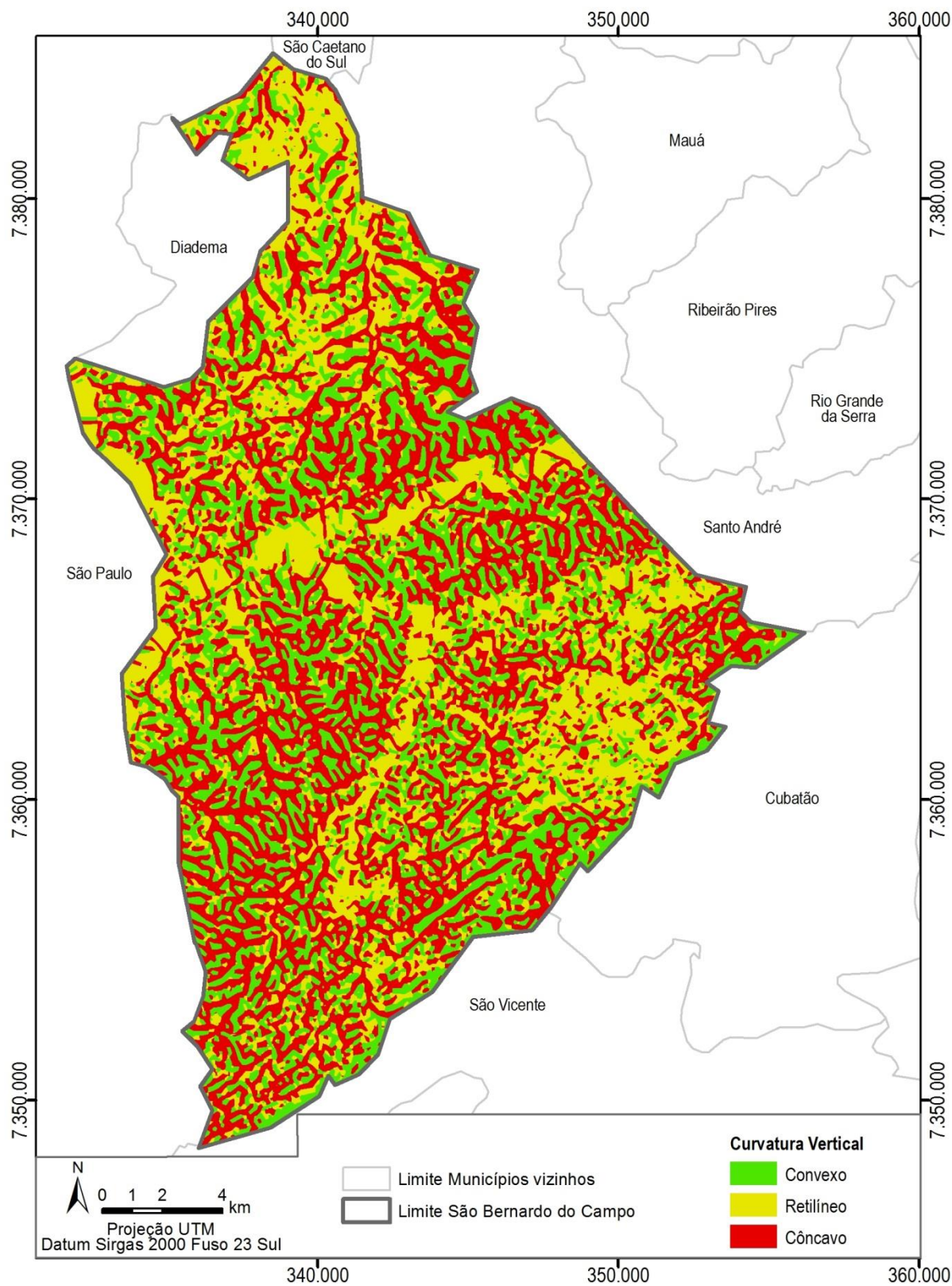


Figura 4.7: Mapa de Curvatura Vertical de Superfície de São Bernardo do Campo (Adaptado de Valeriano, 2008).

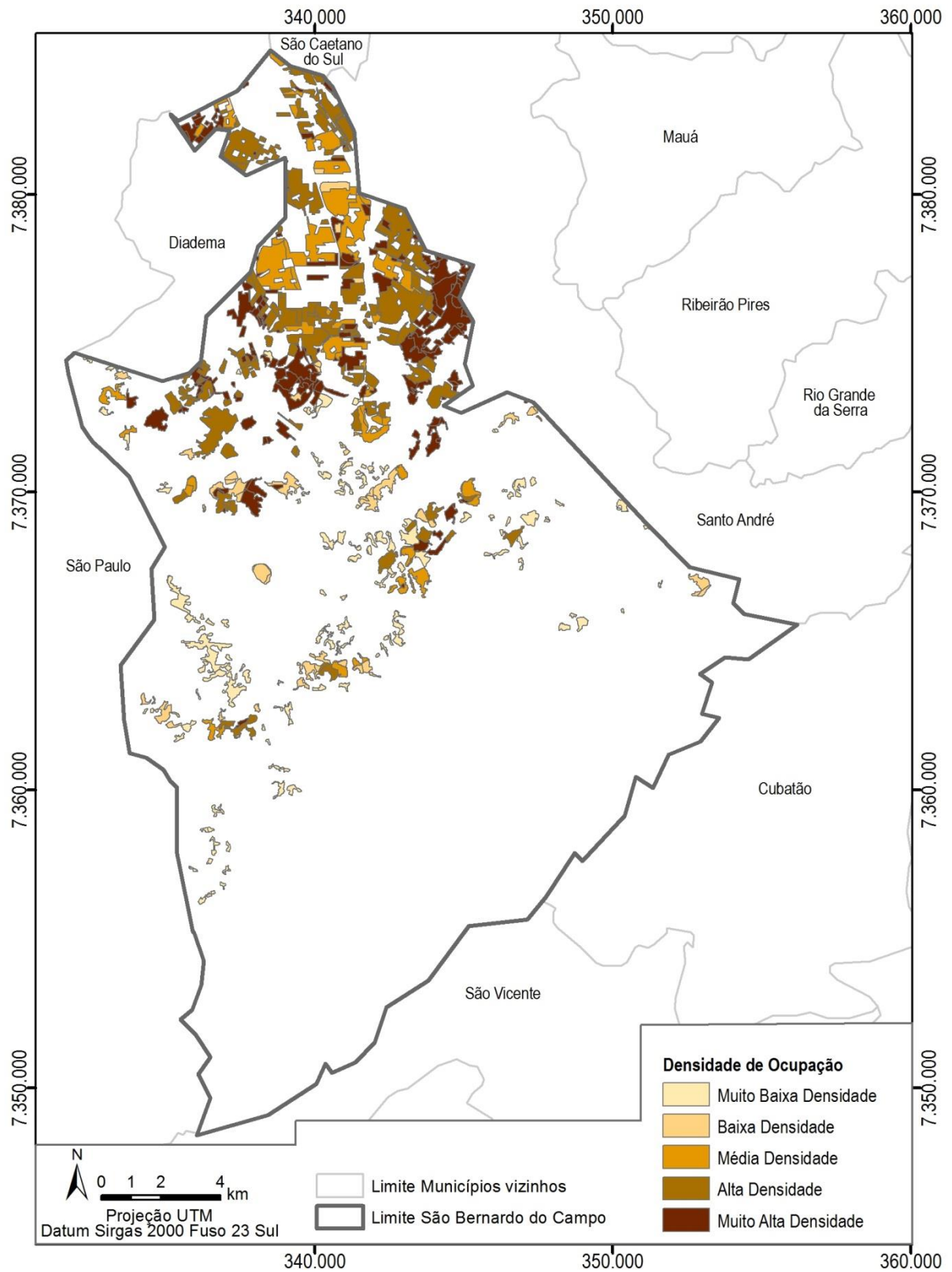


Figura 4.8: Mapa de densidade de ocupação do solo de São Bernardo do Campo (Adaptado de IG, 2017).

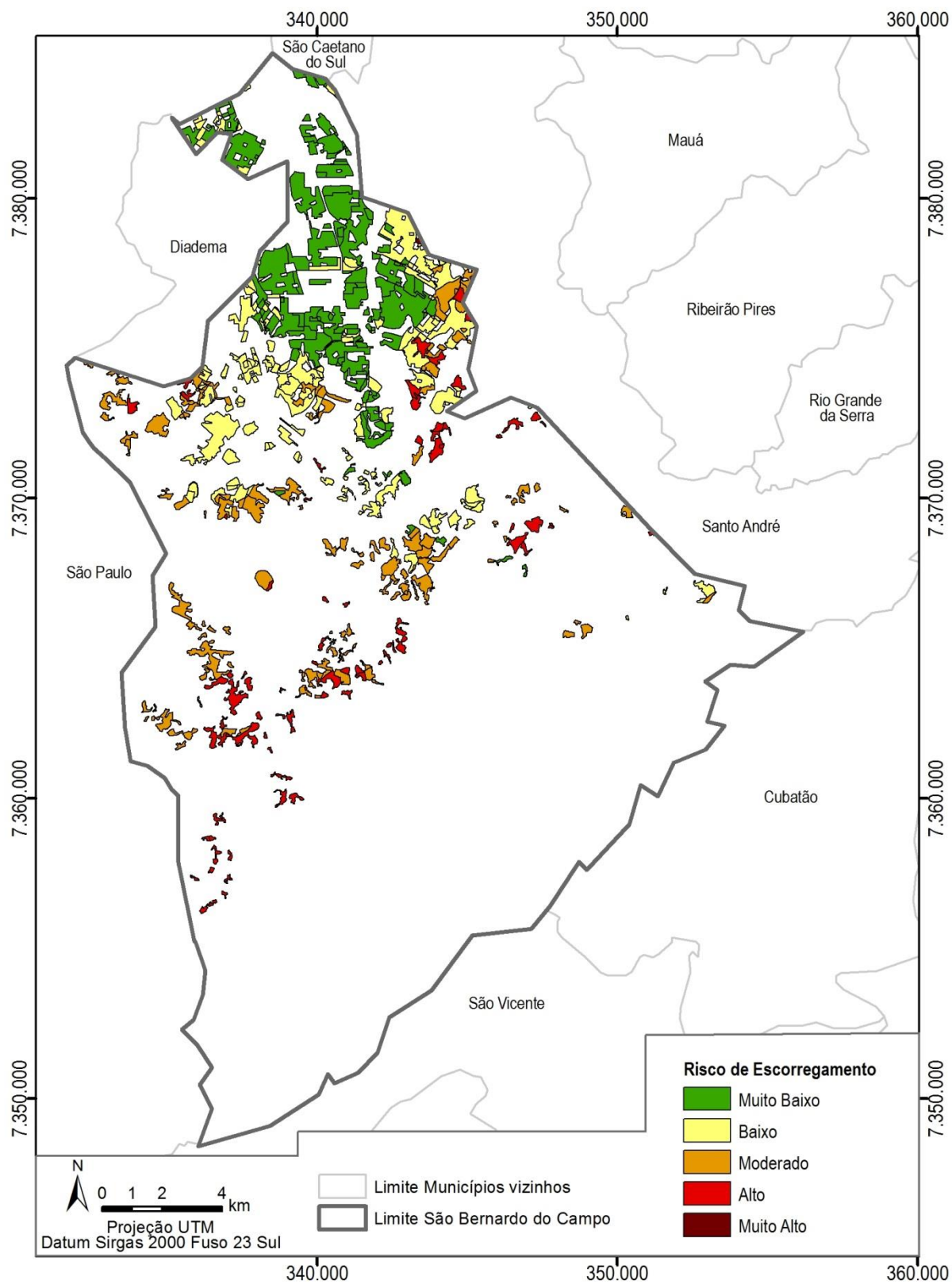


Figura 4.9: Mapa de risco de escorregamento de São Bernardo do Campo (Adaptado de IG, 2017).

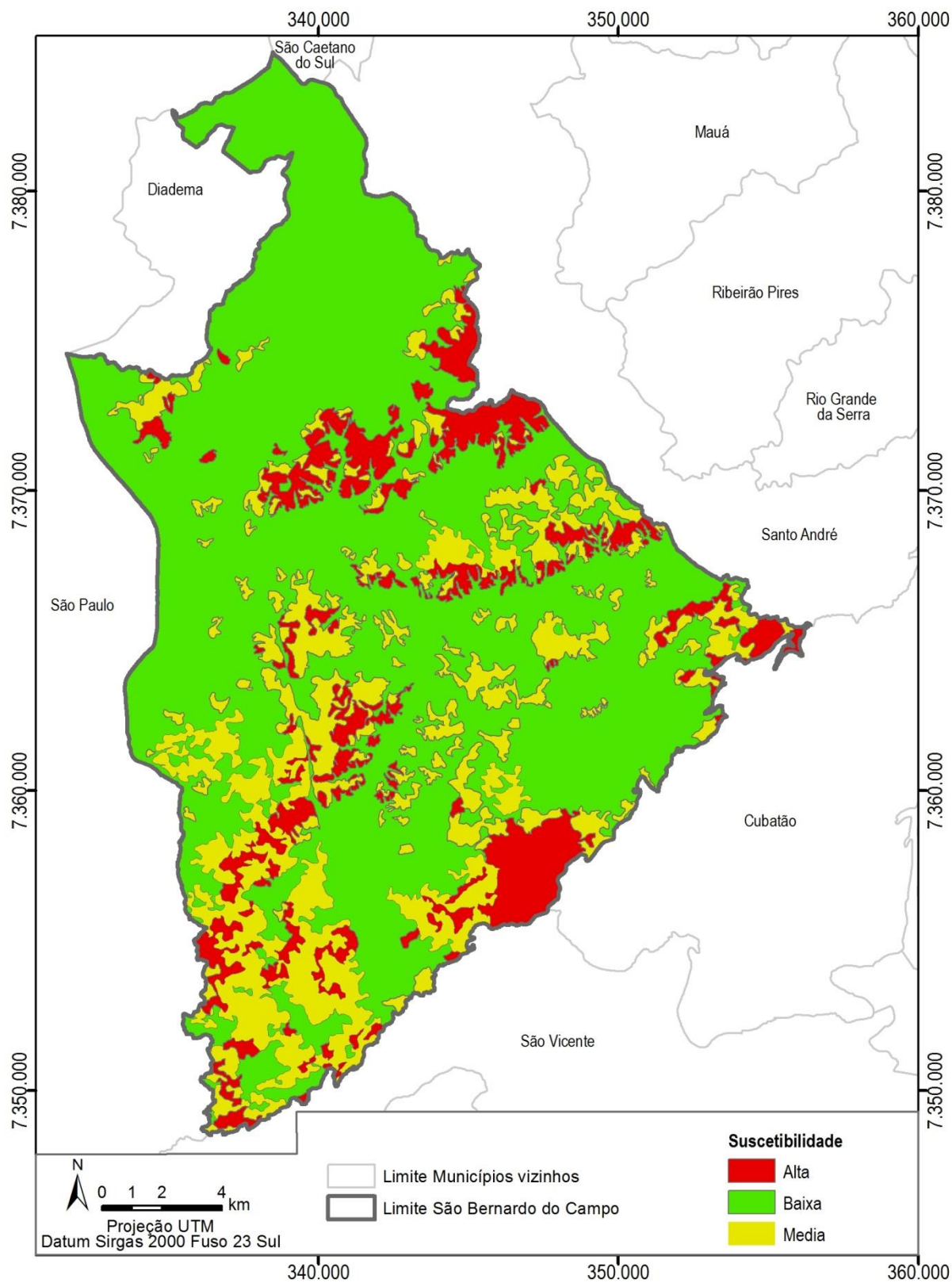


Figura 4.10: Mapa de suscetibilidade a escorregamentos do município de São Bernardo do Campo, (Adaptado CPRM e IPT, 2014)

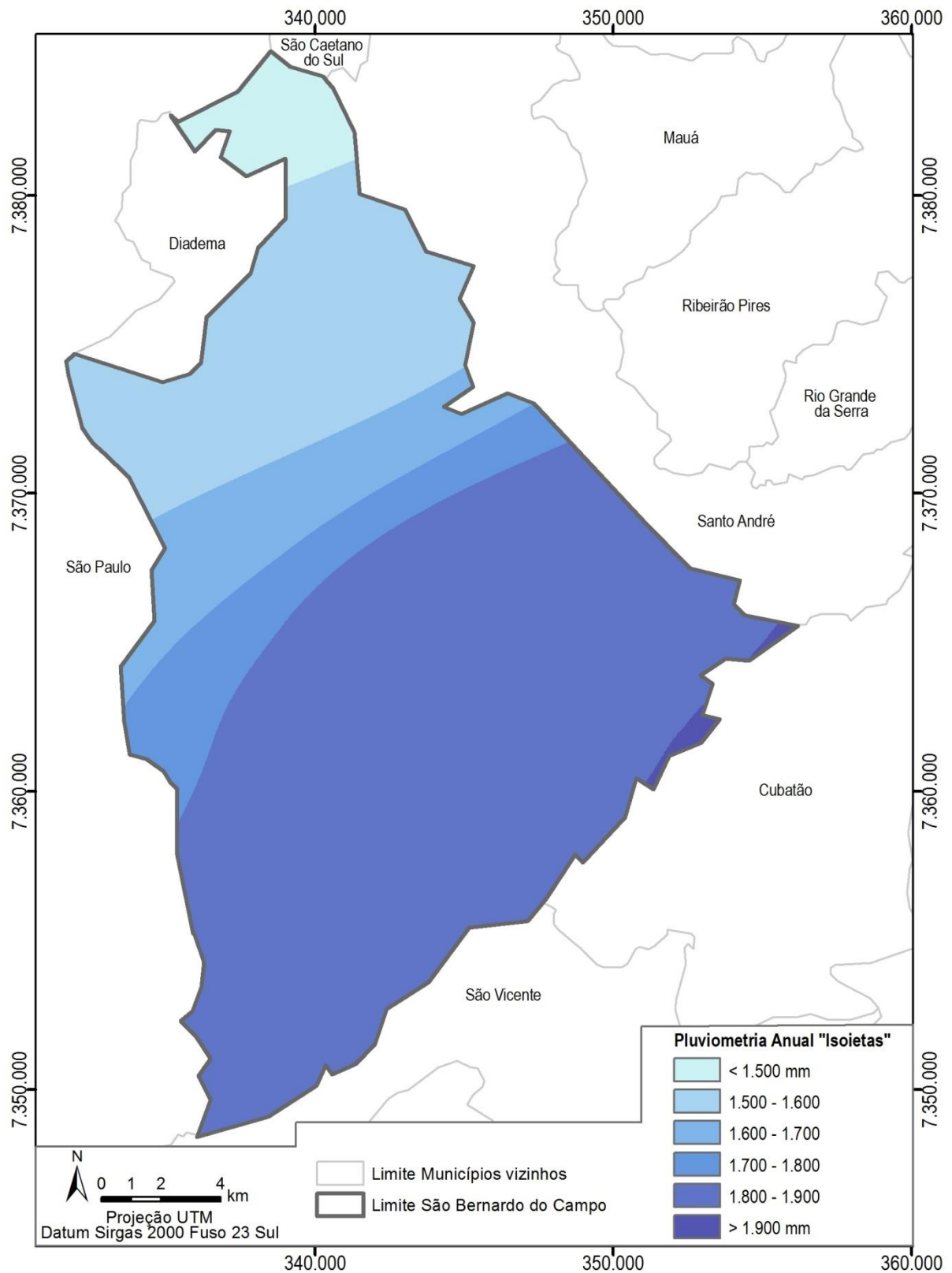


Figura 4.11: Mapa de precipitações médias anuais (isoietas) do município de São Bernardo do Campo (Adaptado de IPT e CPRM, 2014).

4.6.1. Mapa de ocorrências de Escorregamentos

Os escorregamentos registrados pela Defesa Civil de São Bernardo do Campo, entre 1997 e 2016, estão inseridos no mapa da figura 4.2, nela estão sintetizados e filtradas as ocorrências de escorregamento. Os dados foram obtidos a partir da avaliação dos registros da Defesa Civil de SBC, realizados ao longo de 20 anos.

Na figura 4.2 é observada uma grande concentração de escorregamentos a norte da represa Billings e do Trecho Sul do Rodoanel Mario Covas (SP-021). Enquanto as ocorrências na porção central e sul ocorrem em menor quantidade e bastante dispersas, com poucos focos de concentração. Ressalta-se ainda, uma concentração maior na parte nordeste do município, indicando a recorrência de eventos de escorregamento nesta região.

4.6.2. Geologia

O município de São Bernardo do Campo está inserido no contexto da evolução da Bacia Sedimentar de São Paulo (BSP). A Bacia se formou associada ao Riffit Continental do Sudeste do Brasil, e está estabelecida no seu seguimento central, junto às bacias de Taubaté, Resende e Volta Redonda (Riccomini 1989). A BSP é de idade Terciária, ocupando uma área de aproximadamente 5.000 km², seu relevo é suavizado, com morros e espigões de pequena amplitude, e sua drenagem flui para o Rio Tietê e seus tributários (Riccomini *et al.* 1992).

Ocorrem na BSP terrenos sedimentares terciários e coberturas quaternárias colúvio-aluviais, além de extensos terrenos com exposição de unidades geológicas pré-cambrianas como granitos, gnaisses, xistos, anfíbolitos, milonitos e rochas metassedimentares nos entornos da BSP associadas ao Complexo Embu. Unidades geológicas mais recentes, de idade Terciária e Quaternária, fazem parte dos sedimentos e rochas sedimentares que se compõem as regiões mais centrais da bacia (Coutinho, 1980; Juliani, 1992; Riccomini *et al.* 1992; Perrotta, 2006). A seção geológica da BSP é apresentada na figura 4.12.

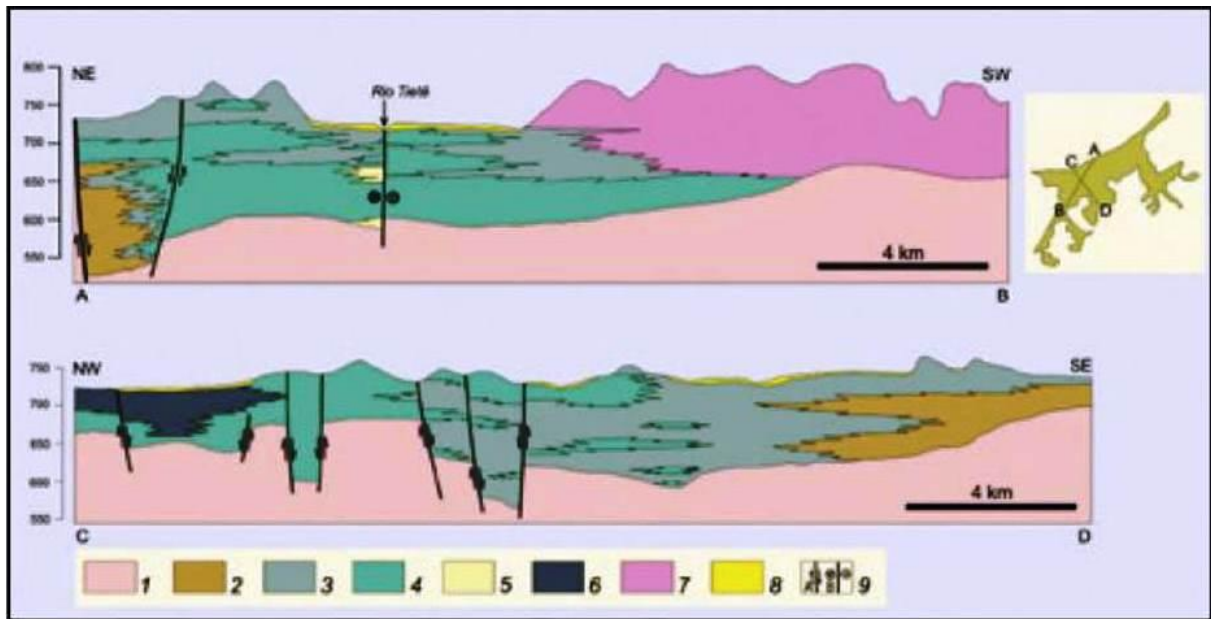


Figura 4.12: Seções geológicas da Bacia de São Paulo, construídas a partir de dados de sondagem e observações de superfície. 1) Embasamento Pré-Cambriano; 2) Orto e Para-Conglomerados de leques aluviais proximais da fm. Resende; 3) Lamitos de leques aluviais medianos e distais da fm. Resende; 4) Lamitos de leques aluviais distais, principalmente areias e conglomerados de sistema fluvial entrelaçado da fm. Resende; 5) Predominância de areias grossas e conglomerados de sistema fluvial entrelaçado da fm. Resende; 6) Sistema lacustre da fm. Tremembé; 7) Sistema fluvial meandrante da fm. São Paulo; 8) Aluviões quaternários; 9) Falhas normais e falhas transcorrentes dextrais. (Riccomini *et al.* 2004).

Em São Bernardo do Campo ocorrem rochas pré-cambrianas do embasamento cristalino, diques de diabásio de idade mesozoica, rochas terciárias da Bacia Sedimentar de São Paulo, além de depósitos sedimentares quaternários. Na porção Sul município, próximo à escarpa da Serra do Mar, ocorre o lineamento de Cubatão, alinhado de Nordeste para Sudoeste, além de diversas outras zonas de cisalhamento menores, formando lineamentos estruturais, localmente as zonas de cisalhamento formaram milonitos de foliação verticalizada. (Coutinho, 1980, Perrotta, 2006).

O Mapa Geológico de São Bernardo do Campo em escala 1:100.000 é apresentado na figura 4.3. Este mapa foi desenvolvido a partir da Carta Geológica da Região Metropolitana de São Paulo, em escala 1:100.000 (Coutinho, 1980). O mapa apresenta a distribuição das unidades geológicas distribuídas ao longo do município, nele são observadas 7 (sete) unidades:

- Aluviões fluviais com argila, areia e cascalho;
- Argilas, areais e cascalhos da Fm. São Paulo;
- Granitos e granodioritos normais ou parcialmente gnáissicos;
- Migmatitos, gnaisses graníticos e miloníticos;
- Filitos e/ou metassiltitos e filonitos;
- Micaxistos e/ou metaarenitos e xistos miloníticos; e
- Anfibolitos e metabasitos.

Um segundo Mapa Geológico de São Bernardo do Campo é apresentado na figura 4.4, este em escala 1:750.000. Desenvolvido a partir do trabalho “Geologia e recursos minerais do Estado de São Paulo”, em escala 1:750.000 (Perrotta, 2006). O mapa apresenta a distribuição das unidades geológicas distribuídas ao longo do município, nele são observadas 6 (seis) unidades:

- Arenitos, conglomerados, diamectitos e lamitos da formação Resende;
- Granito Três Lagos
- Milonitos;
- Unidade paragnáissica do Complexo Embu (biotita-gnaisse);
- Unidade ortognáissica do Complexo Embu; e
- Unidade de Xistos do Complexo Embu.

De acordo com o mapa de Coutinho (1980), no município ocorrem predominantemente rochas Pré-Cambrianas do embasamento cristalino, migmatitos e gnaisses graníticos e miloníticos, estes ocorrendo em destaque na parte sul do município. Afloram ainda outras unidades Pré-Cambrianas, como filitos e micaxistos, estes ocupam uma porção central de SBC, e concentrados na parte noroeste, ocorre um grande corpo de rochas graníticas. Localmente, em menor destaque, ocorrem ainda anfibolitos e metabasitos, todos Pré-cambrianos. Em destaque na parte norte de SBC ocorrem formações ricas em argilas, areias e cascalhos Terciários da Bacia Sedimentar de São Paulo, além de aluviões fluviais Quaternários associados às drenagens naturais e grandes corpos d’água, referente à Represa Billings

Segundo o mapa de Perrotta (2006), o território de SBC apresenta predominantemente a unidade de Xistos do complexo Embu, distribuída ao longo de praticamente todo o município. Na região norte, ocorrem em menor área os Arenitos e demais rochas sedimentares da formação Resende, duas porções distintas da

unidade paragnáissica do complexo Embu, além de um corpo granítico denominado Granito Três Lagos. Zonas de cisalhamento aparecem associadas à ocorrência de milonitos, e no contato da unidade de Xistos com os Ortognaisses do Complexo Embu, no extremo sul de SBC.

4.6.3. Inclinação do terreno

A figura 4.5, apresenta o mapa de inclinação do município de São Bernardo do Campo (SBC), este mapa temático foi adaptado de IPT e CPRM (2014), que por sua vez utilizaram um modelo digital de superfície (MDS) desenvolvido a partir das imagens obtidas pela EMPLASA entre 2010 e 2011 no projeto Mapeia São Paulo, e sua resolução de uso é de 30m.

O MDS é um modelo digital que representa a superfície em um determinado terreno, neste caso está representada toda a área do município de SBC. A partir deste modelo foi inicialmente criado um mapa hipsométrico, o qual caracteriza as altitudes do terreno estudado. A partir da hipsometria do município foi traçado o mapa de inclinação, mostrando as variações das inclinações das vertentes observadas em SBC. As inclinações foram separadas em classes de acordo com o seu intervalo de variação.

A avaliação da figura 4.5 aponta uma superfície com inclinações majoritariamente inferiores a 10°, sendo a maioria destas destacadas na cor verde por terrenos com inclinação suave entre 5 e 10°. São notados também terrenos com inclinações mais elevadas distribuídas ao longo de todo o município, com concentrações destacadas no sul do município junto ao PESM, junto a trechos de borda da Represa Billings e ainda em trecho bastante urbanizado no nordeste do município.

4.6.4. Geomorfologia e Padrões de Relevô

A geomorfologia é reconhecidamente um fator importante nos estudos de processos de movimentação e da definição dos perigos de movimento de massa. Porém a melhor escala disponível foi a de 1:500.000 (Ross & Moroz 2011), cujos

compartimentos não permitem uma adequada análise das ocorrências de escorregamento, assim optou-se por se utilizar de um mapa de padrões do relevo, desenvolvido a partir do MDS, apresentado na Figura 4.6.

O mapa de padrões de relevo leva em consideração a amplitude dos valores de altitude obtidos no mapa hipsométrico somada às inclinações obtidas no mapa de inclinação. A partir da combinação destes dois fatores, é possível classificar as formas de relevo de acordo com o quadro 4.2.

Quadro 4.2: Classificação de padrões de relevo (IPT & EMPLASA 1990).

Padrão de Relevo	Amplitude predominante (m)	Inclinação predominante	
		(graus)	(%)
Planícies e terraços fluviais	< 20	< 5	< 8
Colinas	40 a 70	< 11,3	< 20
Morrotos baixos	40 a 50	> 16,7	> 30
Morrotos	60 a 90	11,3 a 16,7	20 a 30
Morrotos altos	60 a 90	16,7 a 21,8	30 a 40
Morros baixos	90 a 110	11,3 a 16,7	20 a 30
Morros Altos	140 a 200	> 16,7	> 30
Serras e escarpas	> 300	> 16,7	> 30

No mapa de padrões de relevo, observam-se 8 (oito) classes de relevo distribuídas pelo território do município, além de uma grande massa de água representando a Represa Billings. Analisando a figura 4.5, nota-se uma grande presença de morrotos, morros e até escarpas na parte a sul da Represa, além de um trecho notável de morros altos na parte nordeste do município. Padrões de relevo mais suaves como colinas e planícies são observados apenas na parte norte do município, junto a sua sede e áreas mais densamente ocupadas.

4.6.5. Curvatura de Superfície

A curvatura da superfície foi calculada a partir da avaliação da curvatura vertical, que por sua vez expressa o formato de uma determinada vertente quando observada em perfil. A curvatura da superfície é descrita como a variação da inclinação ao longo de uma determinada distância, dividindo uma superfície em áreas côncavas, retilíneas e convexas a partir de um modelo digital de superfície (MDS), limitada à resolução de uso do material base (Valeriano, 2008).

Os resultados referentes à curvatura vertical da superfície são apresentados na figura 4.7, nela se observa a distribuição das curvaturas verticais ao longo de todo o município. Os resultados em escala do município são dispersos, a utilização da curvatura superficial deve ser avaliada em escala local, com as variações ao longo de uma determinada vertente.

4.6.6. Densidade de Ocupação de Solo

A classificação da densidade de ocupação urbana do solo foi extraída a partir de IG (2017), o levantamento indicou cinco classes de densidade, a saber: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta. Conforme observado na Figura 4.8, a partir da qual se pode notar a ausência de ocupação urbana em uma área extensa do município, em destaque na sua metade Sul.

Áreas com maior densidade de ocupação são observadas na porção Norte de SBC, em especial na sua parte Nordeste, divisa com Santo André. Além do mapa de densidade de ocupação, o material levantado indicou ainda tipos de uso do solo, tipos de cobertura, ordenamento e consolidação das áreas ocupadas, sendo os seus índices apresentados nos Quadros 4.3 e 4.4, abaixo:

Quadro 4.3: Tipologia de uso do solo (IG, 2017).

Tipo de uso	%
Área não ocupada	77,9%
Residencial, comercial ou serviços	13,5%
Grandes equipamentos	8,2%
Outros usos	0,40%

Quadro 4.4: Consolidação do uso do solo (IG, 2017).

Consolidação	%
Não Aplicável	86,5%
Consolidado	12,2%
Em consolidação	1,25%

Os quadros apontam para um município com 77,9% de área não ocupada, e outros 8,2% da área ocupada por grandes equipamentos, com destaque para áreas de industriais. Apenas 13,5% da área de SBC está ocupada com uso residencial ou comercial. Quando analisada a consolidação, tem-se que praticamente toda a área ocupada com uso residencial ou comercial já está consolidada, apenas 1,25% de SBC encontra-se em consolidação.

4.6.7. Risco de Escorregamento

A classificação de risco de escorregamento foi extraída a partir de IG (2017), as áreas são as mesmas apontadas no mapa de densidade de ocupação, uma vez que o conceito de risco empregado depende da presença de receptores para se concretizar enquanto risco. O levantamento indicou seis classes de risco, a saber: nulo, muito baixo, baixo, moderado, alto e muito alto.

A Figura 4.9 apontou para a concentração de áreas de riscos nulos, muito baixo e baixo na região norte do município, enquanto os riscos mais moderado, alto e muito alto aparecem com destaque no restante das áreas ocupadas mostradas no mapa.

4.6.8. Suscetibilidade

A figura 4.10 apresenta o mapa de suscetibilidade do município de São Bernardo do Campo. O mapa de suscetibilidade foi desenvolvido a partir de uma análise composta entre aspectos geomorfológicos como hipsometria, inclinação, padrões de relevo, presença de cicatrizes de escorregamentos pretéritos, além de aspectos hidrológicos e geológicos (IPT e CPRM, 2014).

O mapa agrupa e classifica diferentes unidades territoriais básicas (UTB), a partir dos aspectos levantados para o terreno, delimitando assim áreas com suscetibilidade a processos de movimentos gravitacionais de massa e classificando-as quanto à intensidade dessa suscetibilidade em Baixa, Média ou Alta.

Observa-se no mapa a predominância de áreas classificadas como baixa suscetibilidade para processos de movimentação de massa. As demais classificações (média e alta) são observadas distribuídas ao longo de todo o município, em destaque no extremo sul do município, junto às margens da área da Represa Billings e concentradas em parte da porção nordeste do município.

4.6.9. Mapa de isoietas

Na figura 4.11 é possível observar o mapa de isoietas (mapa de chuvas) de São Bernardo do Campo, que mostra em mapa a distribuição das chuvas anuais médias no território do município. As linhas curvas apresentam os pontos de igual quantidade de chuva em milímetros por ano, que atingem a área abrangida pelo município.

O mapa de isoietas foi desenvolvido a partir da avaliação do histórico de precipitação obtido em pluviômetros distribuídos em SBC e cidades vizinhas. Os cálculos dos valores de chuva compreendem a coleta de dados entre 1977 e 2006, totalizando quase 30 anos.

Observa-se uma variação da ordem de 25% dos dados quantitativos de chuva anuais médios ao longo do município. A parte norte tem os menores índices anuais de chuva, próximos a 1.500 mm/ano. As curvas de isoietas mostram índices de chuva crescentes quanto mais para sul, e chegam a valores superiores a 1.900 mm/ano no sul e sudeste do município.

Na Figura 4.12, pode ser observada a distribuição das médias mensais de chuva de São Bernardo do Campo, ao longo de um ano. Os meses entre dezembro a março são os de maior pluviometria, registrando médias superiores a 180 mm/mês de precipitação, a estação mais seca ocorre normalmente entre os meses de maio e setembro, com valores de precipitação inferiores a 100 mm/mês, em destaque o mês de agosto com apenas 45 mm de média de chuva.

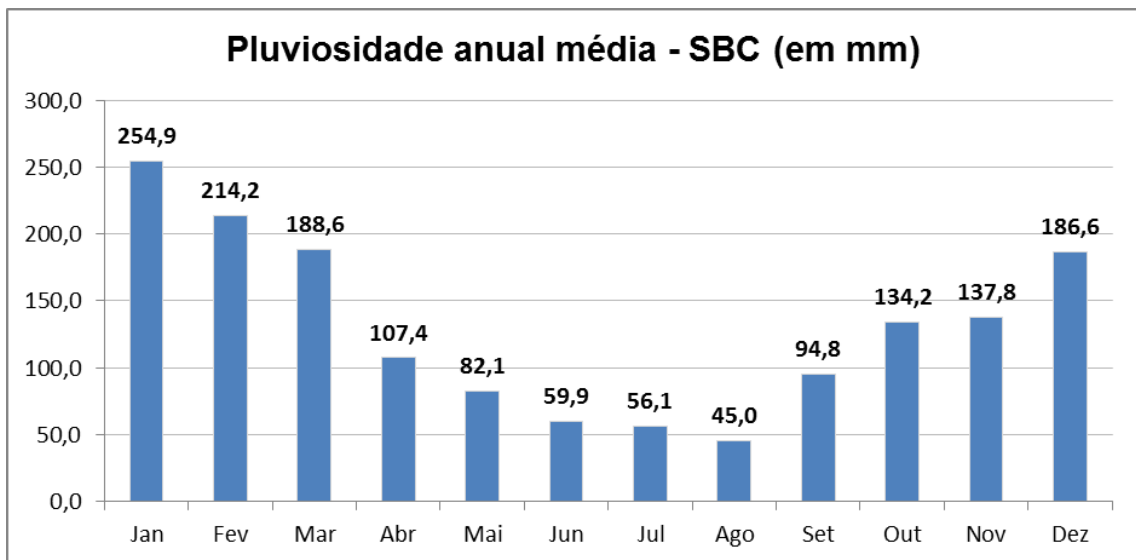


Figura 4.12: Pluviosidade anual média do município de São Bernardo do Campo, análise histórica entre 1950 e 2014 (Dados da Agência Nacional de Águas, ANA).

4.6.10. Discussão dos Mapas Temáticos apresentados

A partir da análise combinada dos mapas temáticos expostos, observa-se um cenário integrado entre cada mapa, por exemplo, os aspectos geológicos como as diferentes composições e resistências das unidades geológicas, combinados aos fatores hidrológicos e meteorológicos são responsáveis pelas diferentes expressões geomorfológicas da superfície do terreno.

Essa combinação corrobora para as diferentes altitudes, diferentes inclinações e formas de relevo, e conseqüentemente as diferentes escalas de suscetibilidade do terreno. As características naturais do terreno, somadas aos fatores antrópicos, especialmente quanto à ocupação e urbanização, são capazes de induzir, ampliar ou alterar a frequência de processos de movimentação gravitacionais de massa.

A figura 4.2 apresenta uma maior concentração de escorregamentos a norte da represa Billings e do Trecho Sul do Rodoanel Mario Covas (SP-021). Quando o mapa de ocorrências é comparado com o de densidade de ocupação (Figura 4.8) observa-se que as ocorrências apontam para o intenso registro para áreas ocupadas, o registro é disperso no restante do município, tal qual a ocupação. O mapa de ocorrências indicou ainda uma intensa concentração de ponto junto à

porção Nordeste de SBC, reforçando a recorrência de escorregamentos nessa região.

A comparação do mapa de ocorrências de escorregamentos (figura 4.2) com o mapa de isoietas (figura 4.11) revela uma relação interessante, o primeiro apresenta concentração de ocorrências crescentes de Sul para Norte, já o segundo apresenta maiores valores de chuva média anual na porção Sul e menores na parte Norte. Isso é indicativo de que a ocorrência ou não de movimentos gravitacionais de massa não pode ser associada exclusivamente aos índices de chuva média anual registrada.

Conforme descrito na definição do risco, este é compreendido como a probabilidade da ocorrência de uma ameaça, delimitada no tempo e no espaço, para um determinado meio exposto. Desta forma, é necessária a integração das informações temporais e de meio físico que interferem diretamente ao meio exposto, utilizando informações disponíveis para compreendê-lo, daí a utilização de diversas fontes de dados ao longo do item 4.6.

As comparações entre os mapas apontaram para a necessidade de detalhamento e melhor compreensão de como a combinação destes vários elementos podem deflagrar movimentos gravitacionais de massa. Com intuito de se estabelecer essas relações entre o meio físico e as ocorrências, este estudo fez uso de SIG (Sistema de Informações Geográficas) para espacializar as ocorrências de escorregamentos e para associá-las com a pluviometria. Confrontando os resultados com as diversas características do meio físico levantadas, para apontar quais características indicam melhores respostas para a deflagração de movimentos gravitacionais de massa.

5. MÉTODOS

São diversas as metodologias aplicadas ao estudo da correlação entre precipitação e movimentos de massa, algumas delas apresentadas neste item. Suas aplicações têm sido realizadas em estudos ao longo de várias décadas e em vários países. Todas buscam esclarecer a influência dos quantitativos de chuva e da distribuição da precipitação no desencadeamento de movimentos gravitacionais de massa. Segundo os autores Tatizana *et al.* (1987) e Delmonaco *et al.* (1995), as precipitações atuam nas encostas das seguintes maneiras:

- a) Alterando os parâmetros de resistência dos materiais: diminuição da coesão e das tensões capilares, e dissolução da cimentação;
- b) Aumento de carga externa: aumento do peso específico dos materiais que constituem a encosta;
- c) Aumento da saturação em maciços rochosos, elevando o nível da água e desenvolvendo poropressão positiva no solo, subpressão em descontinuidades e forças de percolação; e
- d) Alteração de geometria da encosta por erosão.

Um breve histórico de estudos de correlação entre quantitativos de chuva e escorregamentos desencadeados a partir destes, é apresentado a seguir.

5.1. Histórico de Estudos da Relação Chuva x Escorregamento

Diversos estudos têm sido realizados no Brasil e em outros países na busca de relações matemáticas que expressem concretamente a relação entre quantidade de chuva e a ocorrência de movimentos gravitacionais de massa. Todos estes estudos têm como objetivo de melhorar a consistência da previsibilidade destes processos.

Ainda hoje não existe um consenso sobre quais métodos devem ser utilizados para a obtenção dos limiares críticos de chuva. Desde a década de 1970 autores buscam essa relação em diferentes localidades, chegando a diferentes modelos e limites de chuva.

Os estudos desenvolvidos nesta área apontam diferentes parâmetros a serem analisados, diferentes períodos para o cálculo de pluviosidade acumulada, com

períodos variando de horas até dezenas de dias, ou ainda toda uma estação chuvosa local. Os limites também podem distinguir processos de escorregamentos em diferentes escalas, abrangências e intensidades.

O estudo desenvolvido por Lumb (1975) analisou escorregamentos ocorridos entre 1950 e 1973 em Hong Kong. Neste período foram correlacionadas à precipitação do evento chuvoso e a precipitação acumulada de 15 dias anteriores. Suas análises apontaram faixas de correlação que causavam eventos isolados, eventos de pequeno porte, eventos severos e desastrosos. Segundo o autor, os movimentos de massa ocorrem devido à perda de coesão gerada pela saturação do solo.

Em 1975, Turner e Nielsen apontam a necessidade do estudo da intensidade e da duração dos eventos pluviométricos no desencadeamento de movimentos de massa. Seus estudos foram realizados no Condado de Alameda, na Califórnia, EUA, e identificam a existência de um valor crítico de 50 mm em 24h para que processos de escorregamento sejam iniciados.

No Brasil Guidicini e Iwasa (1977) desenvolveram um ensaio de correlação entre pluviosidade e escorregamentos para regiões diferentes do país. Em seu trabalho os autores observam a ação das precipitações anteriores ao evento pluviométrico no momento de um escorregamento.

Segundo esses autores movimentos de massa tendem a ocorrer quando episódios de chuvas intensas atingem a faixas superiores a 12% da pluviosidade média anual em períodos de 24 a 72h, independente das chuvas anteriores. Episódios de chuva que atinjam a faixa entre 8 e 12% da média anual, que incidam sobre terrenos com acumulado de chuva anterior, tendem a gerar escorregamentos. E eventos pluviométricos inferiores a 8% da média anual não tendem a gerar fenômenos de instabilização do terreno, nas áreas estudadas.

Estudos realizados em Hong Kong por Brand *et al.* (1984) apontam que chuvas de curta duração, porém com elevadas intensidades horárias, podem ser um importante elemento indicador para a ocorrência de movimentos gravitacionais de massa.

Tatizana *et al.* (1987) realizaram estudos de correlação entre precipitação e movimentos de massa para a região da Serra do Mar em Cubatão, SP. Em seus trabalhos os autores desenvolvem uma relação matemática entre a chuva acumulada em quatro dias anteriores ao escorregamento e a intensidade horária da chuva quando o escorregamento foi deflagrado.

Em seu trabalho, os autores analisaram um histórico de 30 anos de escorregamentos, classificando-os graficamente quanto a sua intensidade x acumulado, descrevendo uma envoltória de escorregamentos. A partir desta análise foi estabelecido um índice adimensional denominado CPC (Coeficiente de Precipitação Crítica), o qual descreve numericamente combinações intensidade x acumulado de chuva passíveis de desencadear movimentos gravitacionais de massa em sua área de estudo.

Essa metodologia (Tatizana *et al.*, 1987) aplica fatores específicos da área objeto do estudo, utilizando constantes obtidas empiricamente para a aplicação das fórmulas que levam ao cálculo do CPC. Este trabalho e sua metodologia serão discutidos de maneira mais detalhada no item 5.2.

Em seu trabalho Elbachá *et al.* (1992) estudaram escorregamentos ocorridos em Salvador (BA) entre 1980 e 1990, não encontrando relação satisfatória entre precipitação diária e os escorregamentos estudados. Ainda segundo os autores, esta relação pode ter sido dificultada pelos critérios de escolha dos eventos de escorregamento, uma vez que muitos destes podem estar fortemente relacionados com as alterações antrópicas decorrentes da ocupação do terreno.

Kay e Chen (1995), em Hong Kong, apresentam dados que consideraram todos os registros de precipitação diária acima de 50 mm, incluindo precipitações sem registro de escorregamentos. Os autores correlacionam graficamente precipitação diária e pico de intensidade horária do evento chuvoso, descrevendo faixas de combinação entre os eixos com maiores ou menores probabilidades de ocorrerem movimentos de massa deflagrados pela precipitação.

Escorregamentos ocorridos no município de Belo Horizonte (MG) no período de 1990 a 1995 foram estudados por Xavier (1996). Tais estudos apontam para um comportamento sazonal dos escorregamentos, concentrados nos meses de maior pluviometria. Neste trabalho o autor indica que suscetibilidade a escorregamentos é

umentada quando a pluviometria supera 30 mm acumulados em 24h, e quando esta atinge 50 mm acumulados em 48h, destacadamente no período chuvoso.

A cidade do Rio de Janeiro implantou em 1996 o sistema “Alerta Rio”, para prevenção e gestão do risco relacionado a movimentos de massa. O sistema é operado pela GEORIO e seus critérios adotados atualmente foram definidos a partir do trabalho de D’Orsi *et al.* (1997). O sistema “Alerta Rio” trabalha com faixas de precipitação acumulada, sendo o estado de atenção iniciado a partir de acumulados na faixa de 50 a 100 mm em 24h, ou chuvas com intensidade entre 10 e 30 mm/h, chegando ao alerta máximo quando as precipitações superem 175 mm acumulados em 24h, ou chuvas com intensidade superior a 50 mm/h.

Baseado nos dados obtidos através do sistema “Alerta Rio”, Feijó *et al.* (2001) trabalharam na identificação de movimentos de massa em diferentes litologias na cidade do Rio de Janeiro, relacionando-os com a pluviosidade acumulada em diferentes intervalos de tempo, descrevendo valores mínimos, médios e máximos de acumulado de chuva que deflagraram escorregamentos em cada litologia. Os níveis médios obtidos no trabalho apontam 26,1 mm/h, 67,6 mm/24h e 99,6 mm/96h.

Zêzere *et al.* (2003) analisaram uma série histórica de 44 anos de precipitação e escorregamentos na região de Lisboa (Portugal), chegando a valores de precipitação responsáveis por gerar diferentes tipologias de risco. Precipitações com acumulados superiores a 220 mm em 15 dias podem gerar escorregamentos de pequeno porte. Precipitações da ordem de 130 mm em 24h podem gerar múltiplos escorregamentos, além de enchentes. E por fim, períodos prolongados de chuva (acumulados superiores a 459 mm em 40 dias ou 690 mm em 75 dias) podem desencadear escorregamentos de solo mais profundos devido à elevação do nível da água no solo.

O trabalho de Alheiros *et al.* (2003) descreve uma representação matemática para a relação entre a precipitação e processos de instabilização nos morros de Olinda (PE), sua elaboração se deu a partir do monitoramento ocorrido no período chuvoso entre 1985 e 1986. A relação é estabelecida pela multiplicação dos parâmetros P_{ac} (precipitação acumulada em toda a estação chuvosa, em mm) e I_i (intensidade da chuva em 24h, em mm). Segundo o estudo, quando a multiplicação

destes fatores ultrapassa o valor de 60.000 mm² é atingida uma condição favorável à ocorrência de escorregamentos.

Salaroli (2003) utilizou a metodologia proposta por Tatizana *et al.* (1987), aplicando-a para o município de Vitória (ES), analisando dados de precipitação entre 1999 e 2001. Identificando registros de ocorrências de movimentos de massa e comparando com os níveis de precipitação registrados no dia do evento, e dos 7 dias que antecederam o evento.

Em seu trabalho, Salaroli conclui que chuvas ininterruptas que somem valores superiores a 106,9 mm são capazes de desencadear escorregamentos. A análise de tais dados permitiu a elaboração de níveis de monitoramento para o período chuvoso em Vitória, sendo o valor de 36 mm acumulados em quatro dias suficiente para que se dê início o estado de Atenção. Quando os valores de precipitação ultrapassam os 86,7 mm acumulados em quatro dias, dá-se início o estado de Alerta.

Vieira (2004) desenvolveu um estudo dos aspectos naturais e sociais em áreas de risco na região de Blumenau (SC), concluindo que os escorregamentos ocorrem preferencialmente no período chuvoso, e que os índices acumulados de chuva que apresentavam melhor relação com escorregamentos são os acumulados de três a quatro dias. Valores acumulados superiores a 50mm neste período apresentam tendência a deflagrar escorregamentos.

Os estudos desenvolvidos por Ide (2005) em Campinas (SP) correlacionam escorregamentos e precipitações, observando aspectos climatológicos. Áreas com litologias do embasamento cristalino possuem maior suscetibilidade a movimentos quando os acumulados de chuva de sete dias ultrapassam o valor de 78 mm, não apresentando correlações satisfatórias para terrenos com cobertura sedimentar. Em seu trabalho a autora propõe uma metodologia para análise de aspectos meteorológicos favoráveis à deflagração de escorregamentos.

Castro (2006) analisou os registros de ocorrências e os dados pluviométricos do município de Ouro Preto (MG), no período de 1988 a 2004, num total de 417 ocorrências de escorregamentos relacionados a eventos de chuva. O trabalho conclui que o período de chuva acumulada em cinco dias é o mais efetivo para as análises em sua área de estudo. Valores superiores a 22 mm em cinco dias são

suficientes para provocar escorregamentos pequenos, e acumulados de precipitação superiores a 124 mm em cinco dias tornam maiores as probabilidades da ocorrência de escorregamentos múltiplos e/ou de maior porte.

Parizzi *et al.* (2010) desenvolveram a correlação entre chuvas e movimentos de massa para o município de Belo Horizonte (MG), analisando dois períodos chuvosos entre 2006 e 2008 e os escorregamentos ocorridos no período. Os autores concluem que escorregamentos são deflagrados quando se atinge uma precipitação entre 10 e 50 mm em três dias. Eventos de chuva que somem mais de 70 mm em um dia ou acumulados superiores a 100 mm em três dias são suficientes para deflagrar múltiplos escorregamentos num mesmo dia no município.

Em seu trabalho, Mendes *et al.* (2015) desenvolvem uma correlação entre deslizamentos e índices pluviométricos para o município de São José dos Campos (SP), tendo por objetivo estabelecer limiares críticos de chuva deflagradores de movimentos de massa, que podem ser utilizados como referência para Planos Preventivos de Defesa Civil. Seus resultados apontam que chuvas de 20 a 50 mm em um único dia podem ser suficientes para a ocorrência de escorregamentos, bem como valores de precipitação acumulada em 72h superiores a 50 mm.

Gariano *et al.* (2015) desenvolveram um estudo analisando diferentes ocorrências de escorregamento ao longo do período de 2002-2011, na ilha da Sicília (Itália), correlacionando-os às diferentes litologias encontradas na área de estudo. Ao todo, foram analisados dados de uma malha de 169 pluviômetros, possibilitando a reconstrução e análise de 229 eventos de chuva que se sucederam na ilha naquele período. As correlações neste trabalho utilizam informações de duração da chuva (em horas) e o seu acumulado precipitado (em milímetros). Os intervalos combinados destes dois parâmetros que deflagram escorregamentos estão discretizados por litologia.

Diante de diversos estudos realizados ao longo dos últimos anos no Brasil e no exterior, observa-se que não existe um consenso entre os resultados obtidos nos estudos de correlação entre chuvas e deslizamentos, tão pouco na definição dos critérios técnicos a serem adotados. Não é suficiente a adoção generalizada de parâmetros apenas de correlação entre chuvas e a ocorrência de escorregamentos, uma vez que aspectos geológicos e antrópicos locais interferem diretamente na

definição dos limiares críticos deflagradores de escorregamentos. (Santoro *et al.*, 2010).

O quadro 5.1 apresenta uma síntese das diversas pesquisas desenvolvidas sobre o tema, mostrando autores, sua localidade estudada e uma breve descrição das características deflagradoras de escorregamento obtidas em cada trabalho.

Quadro 5.1: Resumo do histórico de pesquisas sobre a relação chuva x escorregamento.

Autor e Ano	Localidade	Características e Conclusões
Lumb, 1975	Hong Kong	Relação entre precipitação de 24h x precipitação de 15 dias, escorregamentos a partir de 50 mm.
Turner e Nielsen, 1975	Condado de Alameda, EUA	Limite de 180 mm/evento de chuva
Guidicini e Iwasa, 1977	Várias cidades brasileiras	Evento com 8 a 17% da pluviosidade anula. Acima de 20% da pluviosidade anual ocorrem catástrofes.
Brand <i>et al.</i> , 1984	Hong Kong	Limite de 100 mm/24h ou intensidade de 70 mm/h
Tatizana <i>et al.</i> , 1987	Cubatão, SP	Relação chuva acumulada de 4 dias e intensidade do evento chuvoso.
Elbachá <i>et al.</i> , 1992	Salvador, BA	Limite de 120 mm/4 dias.
Kay e Chen, 1995	Hong Kong	Relação $d = (180 - h) / s$. Onde d =chuva diária, h =intensidade de chuva e s =coeficiente de inclinação superficial.
Xavier, 1996	Belo Horizonte, MG	Limite de 30 mm/24h ou 50 mm/48h
D'Orsi <i>et al.</i> , 1997	Rio de Janeiro, RJ	Estado de atenção a partir de acumulados de 50 a 100 mm em 24h, ou intensidade de 10 a 30 mm/h; alerta máximo para precipitações >175 mm em 24h, ou intensidade >50 mm/h.
Zêzere <i>et al.</i> , 2003	Lisboa, Portugal	Limites de 160 a 220 mm/15 dias para escorregamentos de pequeno porte. Limite de 130 mm/dia para escorregamentos múltiplos. Limite de 459 mm/40 dias a 690 mm/75 dias para movimentos de massa profundos
Alheiros <i>et al.</i> , 2003	Olinda, PE	$R = Pac \times I$. Onde Pac é a precipitação acumulada na estação chuvosa, e I é a intensidade horária da chuva. Escorregamentos ocorrem quando $R > 60.000$.
Salaroli, 2003	Vitória, ES	Nível de Atenção a partir de 36 mm em 4 dias, e nível de Alerta a partir de 87,5 mm em 4 dias.
Vieira, 2004	Blumenau, SC	Chuva acumulada de 3 a 4 dias acima de 50 mm.
Ide, 2005	Campinas, SP	Maior suscetibilidade a partir de 78 mm/7dias para área de embasamento cristalino.
Castro, 2006	Ouro Preto, MG	Precipitações de 22 mm/5 dias para escorregamentos quaisquer; e 128 mm/5 dias para escorregamentos severos.
Parizzi <i>et al.</i> , 2010	Belo Horizonte, MG	Escorregamentos a partir da faixa 10 a 50 mm/3 dias. Mais de 6 escorregamentos em dias que somem 70 mm de chuva diária, ou acumulado de 3 dias superior a 100 mm.
Mendes <i>et al.</i> , 2015	São José dos Campos, SP	Chuva diária entre 20 e 50 mm ou chuva acumulada acima de 50 mm/72h.
Gariano <i>et al.</i> , 2015	Sicília, Itália	Correlação entre chuva acumulada (mm) no evento e duração (t) do evento pluviométrico. Resultados em função das litologias.

Analisando histórico de estudos de correlação chuva e escorregamentos, notou-se que a chuva de 24h foi utilizada sete vezes como a principal variável na deflagração de escorregamentos, a chuva de 72h ou de 96h aparece em seis trabalhos, e a intensidade horária da chuva foi utilizada cinco vezes. Acumulados de chuva de períodos de 15 dias ou mais fizeram parte de três trabalhos, a chuva acumulada do evento (independente da sua duração) aparece em dois estudos. As pluviometrias nos períodos de 48h, 120h e 168h foram utilizadas apenas uma vez cada, da mesma forma que fatores como tempo de duração da chuva, declividade do terreno, litologia e porcentual da chuva anual.

5.2. Coeficiente de Precipitação Crítica (CPC), Tatizana *et al.* 1987

Tatizana e demais autores apresentaram em 1987 o artigo intitulado: “Análise de Correlação entre Chuvas e Escorregamentos – Serra do Mar – Município de Cubatão”. Nele, os autores desenvolveram um estudo correlacionando as precipitações acumuladas (mm) e as intensidades (mm/h) que deflagram movimentos gravitacionais de massa.

O estudo foi desenvolvido no município de Cubatão, especificamente em sua área de Serra do Mar, com declividades acentuadas e recorrência de eventos de movimentação gravitacional de massa. Por meio de uma análise em jornais, históricos de órgãos públicos e indústrias da região, foi traçado um histórico de acidentes registrados ao longo de 30 anos.

Desta maneira, os autores estabelecem eventos notáveis, localizando-os no tempo e no espaço. Uma vez determinadas as datas e localidades de interesse, os dados de registro pluviográfico locais foram analisados frente aos eventos, determinando assim os dados quantitativos de chuva acumulada e de intensidade de chuva no local e no momento de cada escorregamento. Foram apontados ainda eventos pluviométricos que não ocasionaram eventos registrados no histórico consultado, para a comparação entre valores que ocasionaram escorregamentos e valores que não ocasionaram escorregamentos.

A partir desta correlação, foi estabelecida graficamente a separação entre os eventos pluviométricos com deflagração de escorregamentos daqueles que não

geraram escorregamentos. O gráfico estabelecido apresenta no eixo das ordenadas as intensidades horárias da chuva (mm/h), e no eixo das abscissas os valores de chuva acumulada (mm) para os quatro dias anteriores ao evento analisado, como visto na figura. 5.1.

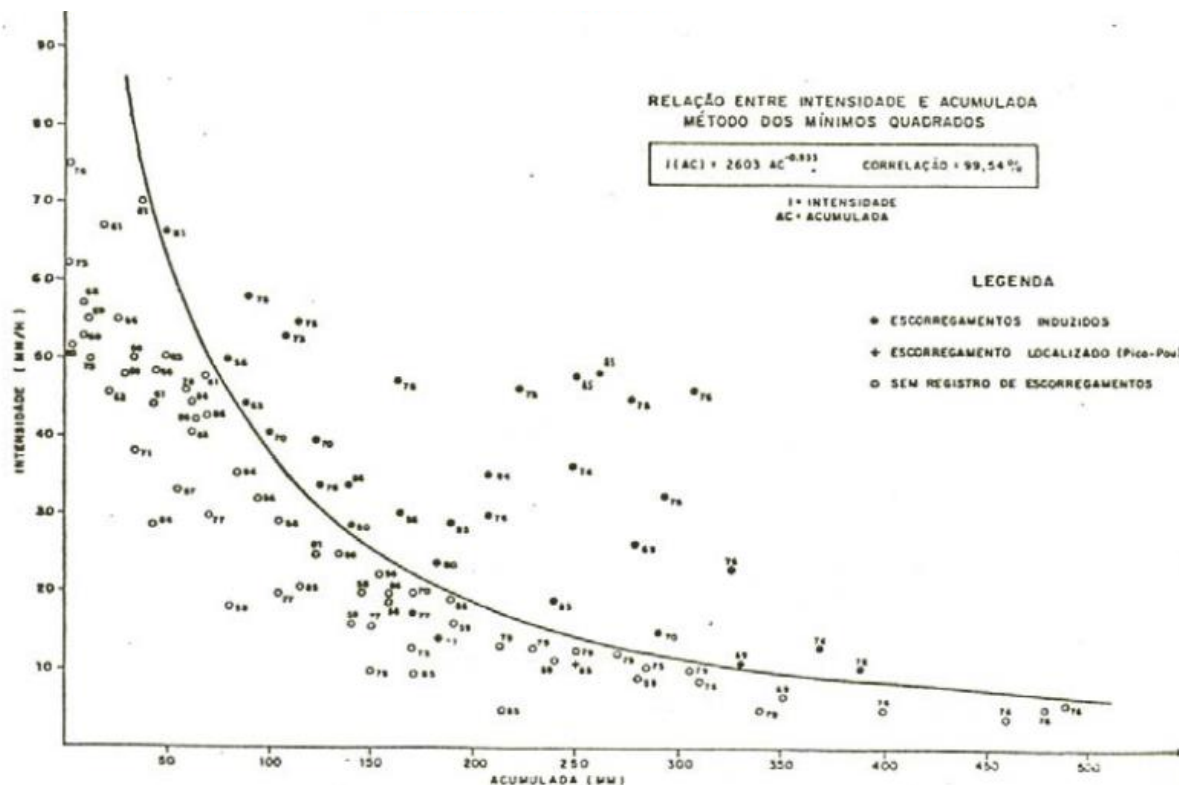


Figura 5.1. Gráfico da envoltória de escorregamentos induzidos. Dados do posto pluviométrico da Curva da Onça, Cubatão, SP (Tatizana *et al.*, 1987).

De maneira qualitativa, essa correlação pode ser explicada da seguinte maneira: quanto menor a pluviosidade acumulada anterior, maior a necessidade de eventos instantâneos de chuva de altíssima intensidade para a deflagração de processos cada vez mais severos de movimentos de massa. Por outro lado, quanto maior o valor de acumulado de chuva, menor será o valor de intensidade horária de chuva necessária para a deflagração dos deslizamentos.

A coleta de dados levou em consideração os índices pluviométricos registrados nos sete dias anteriores ao evento pluviométrico notável (com ou sem escorregamentos registrados), e mais um dia posterior ao evento. Sendo que o intervalo de quatro dias anteriores ao evento apresentou melhor correlação acumulado x intensidade, quando comparados eventos com e sem escorregamentos.

Foram produzidos gráficos semelhantes ao observado na figura 5.1 para os quatro postos pluviométricos analisados na área de estudo. Ao analisar a curva obtida, os autores sugeriram uma correlação exponencial, traduzida pela seguinte relação:

$$I (Ac) = k \times Ac^{-b}$$

Onde:

I = intensidade horária da chuva (mm/h);

Ac = acumulado de chuva em 4 dias anteriores (mm);

k, b = constantes de relação geométrica. Variam com as propriedades geotécnicas das encostas e das condições climáticas específicas.

Utilizando o método dos mínimos quadrados, foi obtida a expressão matemática que melhor representa a curva que separa eventos pluviométricos sem registro de escorregamentos, dos eventos pluviométricos com escorregamentos correlacionados. Assim, foram obtidos os parâmetros específicos para cada posto pluviométrico, no caso do posto da Curva da Onça (visto na figura 5.1), têm-se a seguinte expressão:

$$I (Ac) = 2603 \times Ac^{-0,933}$$

Da análise desta função, depreende-se que o aumento de saturação do solo provoca uma diminuição da intensidade horária suficiente para o desencadeamento de escorregamentos, não numa relação linear, mas sim potencial.

Na grande maioria das vezes, cenários de chuvas intensas, porém sem acumulados de chuva nos dias anteriores, não deflagram escorregamentos. As situações de maior risco de deslizamentos são eventos de chuva contínua, especialmente nos picos de intensidade no final do evento chuvoso.

5.2.1. Determinação das envoltórias de escorregamentos e índice CPC

A função descrita anteriormente foi denominada como sendo a envoltória para escorregamentos induzidos, uma vez que os registros de eventos mais próximos à curva no gráfico correspondem a escorregamentos em áreas ocupadas e/ou com taludes de corte, especialmente junto a trechos de rodovia. Os demais eventos foram discretizados entre escorregamento esparsos, generalizados e corridas de lama, de acordo com as suas características geotécnicas.

Para facilitar o acompanhamento de eventos chuvosos, o método propõe um índice adimensional denominado CPC. Este índice mede a suscetibilidade da ocorrência de escorregamentos durante uma precipitação:

$$CPC = I_i / I_{ci}$$

Onde:

I_i = intensidade horária da chuva (mm/h) registrada na hora i ;

I_{ci} = acumulado crítico de para ocorrência de escorregamentos induzidos

Para escorregamentos induzidos, $I_{ci} = 2603 \times A_{ci}^{-0.933}$, e A_{ci} = chuva acumulada de 4 dias anteriores (mm), então:

$$CPC = I_i / 2603 \times A_{ci}^{-0.933}$$

Assim, distinguindo os tipos de escorregamento, e de acordo com as características registradas em cada evento, é possível descrever diferentes funções para cada cenário. As funções de cada tipo de escorregamento, e seus respectivos CPC's são expostas na tabela 5.1:

Tabela 5.1: Relação entre envoltória, função e valor de CPC. Dados utilizados para a estação da Curva da Onça, Rodovia Anchieta, Cubatão-SP (Tatizana *et al.* 1987).

Envoltória de Escorregamento	Função numérica	CPC
Escorregamentos induzidos	$I(Ac) = 2603 \times Ac^{-0.933}$	1,0
Escorregamentos esparsos	$I(Ac) = 3579 \times Ac^{-0.933}$	1,4
Escorregamentos generalizados	$I(Ac) = 5466 \times Ac^{-0.933}$	2,1
Corrida de Lama	$I(Ac) = 10646 \times Ac^{-0.933}$	4,1

O método proposto por Tatizana *et al.* (1987) correlaciona intensidade horária e acumulado de chuva para avaliar eventos de escorregamento, delimitando por meio de funções exponenciais a ocorrência ou não de escorregamentos.

No desenvolvimento deste trabalho os autores criaram o CPC (Coeficiente de Precipitação Crítica), índice adimensional a partir do qual se pode acompanhar suscetibilidade da ocorrência de escorregamentos durante um determinado evento hidrometeorológico, comparando chuva acumulada ao longo de 96h e a intensidade horária da chuva.

O CPC pode ser utilizado também quando comparado a uma previsão hidrometeorológica, discriminando ainda a intensidade esperada para os escorregamentos gerados, através da análise das envoltórias de escorregamento. Podendo assim, servir de subsídio para a gestão de risco em uma determinada área de estudo.

5.3. Aplicação de limiares críticos de chuva à gestão de risco

5.3.1. Limiares de chuvas críticas a movimentos de massa do Plano Preventivo de Defesa Civil (PPDC) no Estado de São Paulo

No âmbito da Defesa Civil do Estado de São Paulo, desde o período chuvoso 1988-1989 até hoje, tem sido operado o Plano Preventivo de Defesa Civil – PPDC para as áreas de risco de deslizamentos no Estado de São Paulo (Nunes e Modesto, 1992).

O PPDC iniciou sua operação na estação chuvosa entre 1988 e 1989, sendo aplicado na Baixada Santista e Litoral Norte, e hoje abrange 179 de municípios, entre eles São Bernardo do Campo (Cerri *et al.* 2009 e Santoro *et al.* 2010). A aplicação do Plano ocorreu após o acontecimento de acidentes em larga escala no período chuvoso entre 1987 e 1988, neste período foram registrados múltiplas ocorrências movimentos gravitacionais de massa e vítimas fatais em municípios próximos à Serra do Mar. No período chuvoso seguinte, deu-se início a aplicação do PPDC, específico para escorregamentos em encostas da Serra do Mar no Estado de São Paulo (Decreto Estadual nº 30.860 de 04/12/1989, redefinido pelo Decreto nº 42.565 de 01/12/1997).

Os estudos de correlação de chuvas e escorregamentos realizados pelos pesquisadores do Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT (Guidicini e Iwasa 1976 e Tatizana *et al.*, 1987) balizaram o estabelecimento dos valores pluviométricos de referência para a mudança de níveis de alerta do Plano Preventivo de Defesa Civil para deslizamentos – PPDC.

A dificuldade na aquisição de dados remotos contínuos de pluviômetros automáticos nos municípios impossibilitou o uso de sistemas de cálculo automático dos CPCs, que necessitam de dados de intensidade horária instantânea. Mas a lógica de correlação entre acumulados de chuva de 3 a 4 dias e a previsão de possibilidade de ocorrência de pancadas de chuva de intensidade forte, foi adotada para estabelecer os diferentes níveis de alerta de risco do PPDC.

Baseado na atuação e experiência das Defesas Civas municipais, junto à atuação de órgãos de pesquisa como IPT e o Instituto Geológico (IG), foram determinados valores acumulados de chuva críticos para diferentes regiões do Estado de São Paulo, de acordo com os aspectos geológicos, geotécnicos e climatológicos de cada região.

Para o município de São Bernardo do Campo e para as demais cidades do ABCD Paulista, o PPDC indicou o valor de 100 mm de acumulado de chuva em 72h como patamar crítico de probabilidade alta de escorregamentos, sendo este valor utilizado como referência até 2010.

Porém, foram observadas novas ocorrências de escorregamento com valores acumulados de chuva menores que 100 mm em 72h, como apontou o estudo de Santoro *et al.* (2010). Este trabalho abrangeu 66 municípios paulistas, entre eles São Bernardo do Campo, levando em consideração eventos ocorridos em períodos chuvosos entre os anos de 2000 e 2010.

Avaliando os eventos selecionados com metodologia semelhante à aplicada por Tatizana *et al.* (1987), os autores concluem que as faixas de acumulados críticos de precipitação devem ser mais conservadoras, sendo rebaixadas em 20 mm em todos os municípios atendidos no âmbito do PPDC. Esta mudança fez com que, em São Bernardo do Campo, acumulados de chuva superiores a 80 mm em 72h fossem adotados como valor de referência para o município entrar em estado de Atenção. Demonstrando assim, que a análise da correlação entre chuva e movimentos de

massa deve ser contínua, e os valores devem ser conferidos e atualizados sempre que necessário.

5.3.2. Estudos de correlação de chuvas e escorregamento no Estado do Rio de Janeiro

Destacam-se os trabalhos de correlação de chuvas e deslizamentos realizados pelo Departamento de Recursos Minerais – DRM (Serviço Geológico do Estado do Rio de Janeiro), para os cenários de risco de deslizamentos da Região Serrana, principalmente após os grandes eventos de 2011 que acarretaram na morte de centenas de pessoas.

No Estado do Rio de Janeiro o DRM é responsável pela definição dos limiares de chuvas críticos que são adotados nas defesas Cíveis Estaduais e Municipais como referência para a gestão de risco. Assim o órgão desenvolve estudos sistemáticos de definição de índices críticos de chuvas para movimentos de massa em todo o Estado do Rio de Janeiro, baseados na retroanálise de eventos de escorregamentos, principalmente os valores de chuva alcançados no evento ocorrido na região serrana do Estado em 2011. Desta maneira, o DRM atua para a obtenção contínua de dados para embasar decisões relacionadas à gestão de risco no Estado do Rio de Janeiro (NADE/DRM-RJ, 2015).

Sob o ponto de vista do sistema de monitoramento e alerta para a tomada de ações de contingência, o DRM-RJ estabelece quatro índices críticos de acionamento do alerta máximo para deslizamentos generalizados:

- a) registro de 270 mm de total acumulado em 30 dias;
- b) registro de 115 mm de acumulado em 96 horas;
- c) registro de 70 mm de acumulado em 24 horas;
- d) Previsão de chuva com possibilidade de ocorrência de pancadas de chuva superior a 30 mm de intensidade horária.

Para que ocorra o acionamento do sistema de alerta por meio de alarmes, todos os quatro índices devem ser alcançados.

5.4. Método adotado

Após o levantamento de diversos estudos de correlação entre chuva e movimentos gravitacionais de massa, nota-se que cada terreno apresenta respostas diferentes, quando submetido a eventos de chuva. Mas em todos os casos levantados faz-se uma correlação entre precipitações acumuladas que antecedem os escorregamentos, a chuva no momento dos movimentos de massa e comportamentos dos materiais que compõem as diversas áreas ocupadas sob risco geológico de movimentos gravitacionais de massa.

De maneira semelhante a estudos já desenvolvidos, o presente trabalho visa adotar metodologia originalmente proposta por Tatizana *et al.* (1987) a partir dos dados coletados do histórico de ocorrências registradas no município, e dos históricos de chuva registrado através de pluviômetros localizados em São Bernardo do Campo. Tendo como objetivo de determinar limiares críticos de chuva que sejam capazes de deflagrar escorregamentos em SBC.

6. BANCO DE DADOS

6.1. Aquisição de Dados

A principal fonte de dados para as análises foram os registros de ocorrências da defesa civil municipal. Assim foram realizadas diversas visitas à Defesa Civil de São Bernardo do Campo para consulta dos dados históricos de registro de ocorrências por ela atendidas, sendo adquiridos dados do intervalo entre 1997 e 2016.

Além dos dados obtidos junto à Defesa Civil, foram coletados registros de escorregamentos em jornais, a partir do Banco de Dados publicado pelo Instituto Geológico (2017). Este registro contemplou o intervalo entre 1993 e 2013, referente a 50 municípios paulistas, entre eles São Bernardo do Campo.

Desta maneira, a aquisição de dados de escorregamento no município se refere aos anos de 1993 a 2016, totalizando assim 24 anos de registros para análise.

O arquivo da Defesa Civil de São Bernardo do Campo apresentou mais de 12.000 registros de ocorrências diversas, das quais foram selecionadas pouco mais de 1.500 que inicialmente apresentavam alguma relação com movimentos gravitacionais de massa. A avaliação detalhada desse material selecionou preliminarmente 634 ocorrências de escorregamentos, e ainda outros 30 eventos registrados em jornais.

Os dados de ocorrência foram triados de acordo com o tipo de atendimento, eliminando aqueles que não se referem a movimentos gravitacionais de massa. Em seguida a triagem analisou os movimentos gravitacionais de massa com mecanismos de deflagração diversos ao analisado, tais como solapamento de margens, escorregamentos induzidos por execução de obras ou vazamento nos sistemas de água e esgoto.

Os eventos de escorregamento registrados no cadastro de desastres naturais (IG, 2017) foram adicionados a este banco de dados. Estes registros foram adaptados ao formato das ocorrências registradas pela Defesa Civil, sendo de grande importância para o preenchimento de lacunas de tempo com ausência de registros pela Defesa Civil, bem como para escorregamentos que aconteceram

principalmente junto às Rodovias Anchieta e dos Imigrantes, uma vez que o atendimento pode ser realizado por outros órgãos.

Após a avaliação da tipologia das ocorrências foram selecionadas as datas de interesse, nas quais ocorreram um ou mais eventos de escorregamento. As datas foram relacionadas com os dados de pluviometria mais próximos disponíveis, e seus acumulados de chuva para intervalos de 24h, 48h, 72h, 96h, 120h, 144h e 168h foram calculados.

A Tabela 6.1 apresenta o exemplo do formato dos registros de ocorrências atendidos pela Defesa Civil de SBC e registradas em Jornais, descrevendo informações referentes à data, tipo de ocorrência e sua localização com endereço, bairro e coordenadas geográficas. O registro completo das ocorrências é apresentado no Anexo 2.

Os históricos de chuva do município também foram obtidos junto à Defesa Civil Municipal, Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) e Agência Nacional de Águas (ANA), sendo consultadas no banco de dados da ANA séries históricas referentes a pluviômetros operados pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE).

Ao todo foram consultados os dados de 25 pluviômetros localizados em São Bernardo do Campo, sendo 4 (quatro) pluviômetros para o intervalo entre 1993 e 2013, enquanto para o período entre novembro de 2013 e julho de 2016 foram utilizados os dados dos pluviômetros automáticos da rede de monitoramento do CEMADEN, num total de 21 pluviômetros utilizados na análise da pluviometria neste período mais recente.

Os dados de chuva adquiridos junto à ANA são de caráter pluviométrico, ou seja, são medidas diárias de chuva que levam em consideração o acumulado de um dia inteiro, não sendo possível extrair dados de intensidade de chuva horária. Por sua vez, os dados adquiridos junto à base de dados do CEMADEN registram leituras automáticas de chuva a cada 10 minutos, sendo utilizados como dados pluviográficos, uma vez que a partir destas leituras é possível calcular a intensidade horária da chuva em milímetros/hora.

A Tabela 6.2 apresenta as informações referentes aos pluviômetros utilizados neste trabalho, a sua distribuição ao longo do município pode ser observada na

Figura 6.1. Um exemplo do formato dos registros de chuva é apresentado na Tabela 6.3. Os dados completos encontram-se no Anexo 3.

A partir destes dados foram avaliados os índices de chuva referentes a cada uma das ocorrências, servindo de base para o objetivo do projeto, que foi a determinação de limiares críticos de chuva deflagradores de movimentos gravitacionais de massa no município.

Por fim, foram removidas ocorrências que não puderam ser associadas às chuvas, na maioria dos casos por apresentarem volume de chuva igual a zero nas datas de referência, porém em alguns casos não houve registro de nenhum pluviômetro do município para a data. Desta maneira seja por motivos de movimentos de massa induzidos por outros agentes que não a chuva, por motivos de atraso dos registros da ocorrência ou mesmo por falha dos pluviômetros, todas as ocorrências sem registros de chuva foram removidas, restando assim a somatório final de 415 ocorrências analisadas no intervalo de 1993 a 2016.

Tabela 6.1: Exemplo do Banco de Dados de ocorrências registradas

Código	Data	Hora	Logradouro	Compl.	Bairro	Latitude	Longitude
2012-1158	18/12/2012	11:50	R. Tiradentes	2100	Sta. Terezinha	23° 43' 40,100" S	46° 31' 51,509" W
2012-1159	18/12/2012	16:47	Estrada da Água Limpa	356A	Curucutu	23° 50' 11,712" S	46° 36' 39,411" W
2012-1171	18/12/2012	18:55	Psg. Cafezais - Viela 5	175	Montanhão	23° 43' 52,605" S	46° 32' 3,538" W
2012-1177	18/12/2012	19:20	R. Nsa. Sra. Aparecida	21	Areião	23° 45' 22,433" S	46° 31' 50,895" W
2012-1178	18/12/2012	19:25	Psg. Cafezais - Viela 4	64338	Montanhão	23° 43' 52,605" S	46° 32' 3,538" W
2012-1179	18/12/2012	19:32	R. Montes das Oliveiras	14	Vi. S. Pedro	23° 43' 4,108" S	46° 31' 18,643" W
2012-1183	18/12/2012	20:45	Viela Brasil	57	Vi. S. Pedro	23° 43' 6,229" S	46° 31' 28,871" W
2012-1185	20/12/2012	7:57	R. 4	84	Golden Park	23° 43' 59,352" S	46° 31' 53,973" W
2012-1187	20/12/2012	9:11	Psg. da Biquinha	682	Vi. S. José	23° 43' 54,987" S	46° 31' 56,511" W
2012-1188	20/12/2012	10:38	Av. D. Pedro de Alcântara	742	Vi. S. Pedro	23° 43' 29,713" S	46° 31' 16,971" W
2012-1191	20/12/2012	12:09	Psg. da Biquinha	182	Vi. S. José	23° 43' 54,987" S	46° 31' 56,511" W
2012-135	18/01/2012	9:22	R. Washington Luiz	53	Jd. Silvina	23° 44' 36,415" S	46° 32' 10,512" W
2012-147	18/01/2012	13:16	Estrada dos Alvarengas	309	Alvarenga	23° 43' 40,754" S	46° 34' 31,121" W
2012-156	18/01/2012	8:16	R. Cassiano Ricardo	26	Jd. Represa	23° 46' 11,118" S	46° 35' 47,506" W
2012-180	18/01/2012	9:45	R. Pe. Léo Commissari	7	Jd. Silvina	23° 44' 29,401" S	46° 32' 21,646" W
2012-754	07/06/2012	12:45	Estr. Part. Sadae Takagi	777	Cooperativa	23° 43' 31,205" S	46° 36' 11,452" W
2013-105	09/01/2013	14:30	R. Padre Léo Commissari	53	Jd. Silvina	23° 44' 17,390" S	46° 32' 22,965" W
2013-134	10/01/2013	16:52	R. N. Sra. Aparecida	96	Areião	23° 45' 24,858" S	46° 31' 50,933" W
2013-165	10/01/2013	18:55	R. Antonio Fugêncio	120	Vi. Sabesp	23° 44' 23,016" S	46° 31' 33,135" W
2014-0052	13/01/2014	7:02	R. Albertino A. Vieira	90022	Alvarenga	23° 44' 52,046" S	46° 36' 47,292" W
2014-0101	15/01/2014	1:05	Viela Panamericana	110	Vi. Esperança	23° 43' 33,679" S	46° 31' 31,317" W
2014-0128	16/01/2014	19:15	R. Simão Bolivar - 3	73	Pq. Imigrantes	23° 46' 23,235" S	46° 35' 32,211" W
2014-0286	12/03/2014	17:12	R. 1001	89100	Jd. Laura	23° 44' 18,267" S	46° 36' 29,663" W
2014-0303	15/03/2014	9:00	R. Maurício Galante	17	Pq. das Garças	23° 44' 50,053" S	46° 36' 51,839" W
2015-0076	22/01/2015	17:15	R. Odair Vieira	155	Jd. Boa Vista	23° 48' 2,035" S	46° 32' 2,318" W
2015-0085	26/01/2015	10:30	R. Eiji Kikuti	s/n	Jd. Três Marias	23° 43' 33,366" S	46° 35' 21,843" W
2015-0118	06/02/2015	17:08	R. Manoel G. Fontes	10A	Vi. S. Pedro	23° 43' 6,229" S	46° 31' 28,871" W
2015-0158	28/02/2015	14:25	R. N. Sra. Aparecida	20	Areião	23° 45' 36,779" S	46° 31' 54,407" W
2015-0729	24/12/2015	11:26	R. Céu Azul	128	Jd. Três Marias	23° 41' 9,910" S	46° 33' 23,730" W
2016-0009	09/01/2016	20:08	R. Almeida Leme	1183	Pq. S. Bernardo	23° 42' 40,418" S	46° 31' 28,057" W
2016-0140	26/02/2016	17:25	R. São José	100	Vi. S. Pedro	23° 43' 6,229" S	46° 31' 28,871" W
2016-0141	26/02/2016	17:49	Av. Jardim	130	Montanhão	23° 43' 40,317" S	46° 31' 34,925" W
2016-0142	26/02/2016	18:04	R. Daniela Perez	44	Montanhão	23° 43' 24,867" S	46° 31' 17,489" W
2016-0143	26/02/2016	18:24	Av. D. Pedro de Alcântara	861	Grotão	23° 43' 29,713" S	46° 31' 16,971" W
2016-0144	26/02/2016	0:37	R. das Folhas	50	Montanhão	23° 43' 40,516" S	46° 31' 29,624" W
2016-0145	26/02/2016	19:20	R. Tom Jobim	132	Vi. S. Pedro	23° 45' 2,858" S	46° 36' 14,078" W
2016-0146	26/02/2016	0:37	R. Tertuliano Junior	129	Montanhão	23° 43' 24,394" S	46° 31' 19,392" W
2016-0147	26/02/2016	8:20	R. Princesa Isabel	46	Vi. S. Pedro	23° 43' 11,347" S	46° 31' 11,835" W
2016-0151	29/02/2016	0:30	R. Macapá	21	Ncl. S. Jorge	23° 43' 54,510" S	46° 35' 44,691" W
2016-0153	29/02/2016	13:23	R. das Estrelas	s/n	Montanhão	23° 43' 24,657" S	46° 31' 11,966" W
2016-0202	11/03/2016	2:39	Via Anchieta	km23	Demarchi	23° 42' 42,210" S	46° 33' 40,478" W
2016-0206	11/03/2016	8:46	R. N. Sra. Aparecida	801	Areião	23° 45' 29,807" S	46° 31' 51,786" W
2016-0209	11/03/2016	11:09	R. Miro Vettorazzo	200	Demarchi	23° 43' 54,600" S	46° 33' 18,721" W
2016-0345	06/06/2016	9:37	R. Araguaína	211	Jd. Thelma	23° 43' 55,821" S	46° 35' 33,831" W
2016-0353	06/06/2016	23:10	R. José Cláudio da Luz	493	Nova Baeta	23° 42' 11,929" S	46° 31' 47,288" W
2016-0355	07/06/2016	7:41	R. Céu Azul	170	Botujuru	23° 45' 19,756" S	46° 33' 11,744" W

Tabela 6.2: Estações pluviométricas utilizadas na aquisição de dados.

	Nome da estação	Código	Latitude	Longitude
Pluviômetros Automáticos CEMADEN	Areião (¹)	354870808A	-23,755	-46,531
	Baeta Neves	354870818A	-23,701	-46,534
	Batistine	354870813A	-23,756	-46,578
	Centro	354870817A	-23,716	-46,555
	Cooperativa (²)	354870812A	-23,721	-46,592
	Demarchi	354870819A	-23,737	-46,553
	Jardim Calux	354870807A	-23,705	-46,572
	Jardim Industrial	354870806A	-23,708	-46,520
	Jardim Laura	354870802A	-23,744	-46,612
	Jardim Leblon	354870805A	-23,723	-46,539
	Jardim Silvina	354870803A	-23,737	-46,537
	Jardim Três Marias (²)	354870812A	-23,721	-46,592
	Montanhão (¹)	354870808A	-23,755	-46,531
	N. Sra. de Fátima	354870815A	-23,744	-46,565
	Núcleo Santa Cruz	354870804A	-23,844	-46,598
	Parque Imigrantes	354870809A	-23,772	-46,590
	Parque Selecta	354870820A	-23,745	-46,528
	Riacho Grande	354870816A	-23,783	-46,528
	Rudge Ramos	354870811A	-23,643	-46,584
	Vila Esperança	354870810A	-23,726	-46,524
Vila Mussolini	354870821A	-23,667	-46,567	
Vila São Pedro	354870822A	-23,717	-46,526	
Vila Vitória	354870814A	-23,734	-46,579	
ANA	Areião	2346068	-23,750	-46,533
	Anchieta	2346078	-23,850	-46,500
	Santa Cruz	2346346	-23,833	-46,583
	Vila Mussolini	2346056	-23,666	-46,566

(¹) A estação Montanhão passou a ser chamada Areião, guardando o mesmo código e a mesma localização. (²) A estação Cooperativa passou a ser chama Jardim Três Marias, guardando o mesmo código e a mesma localização.

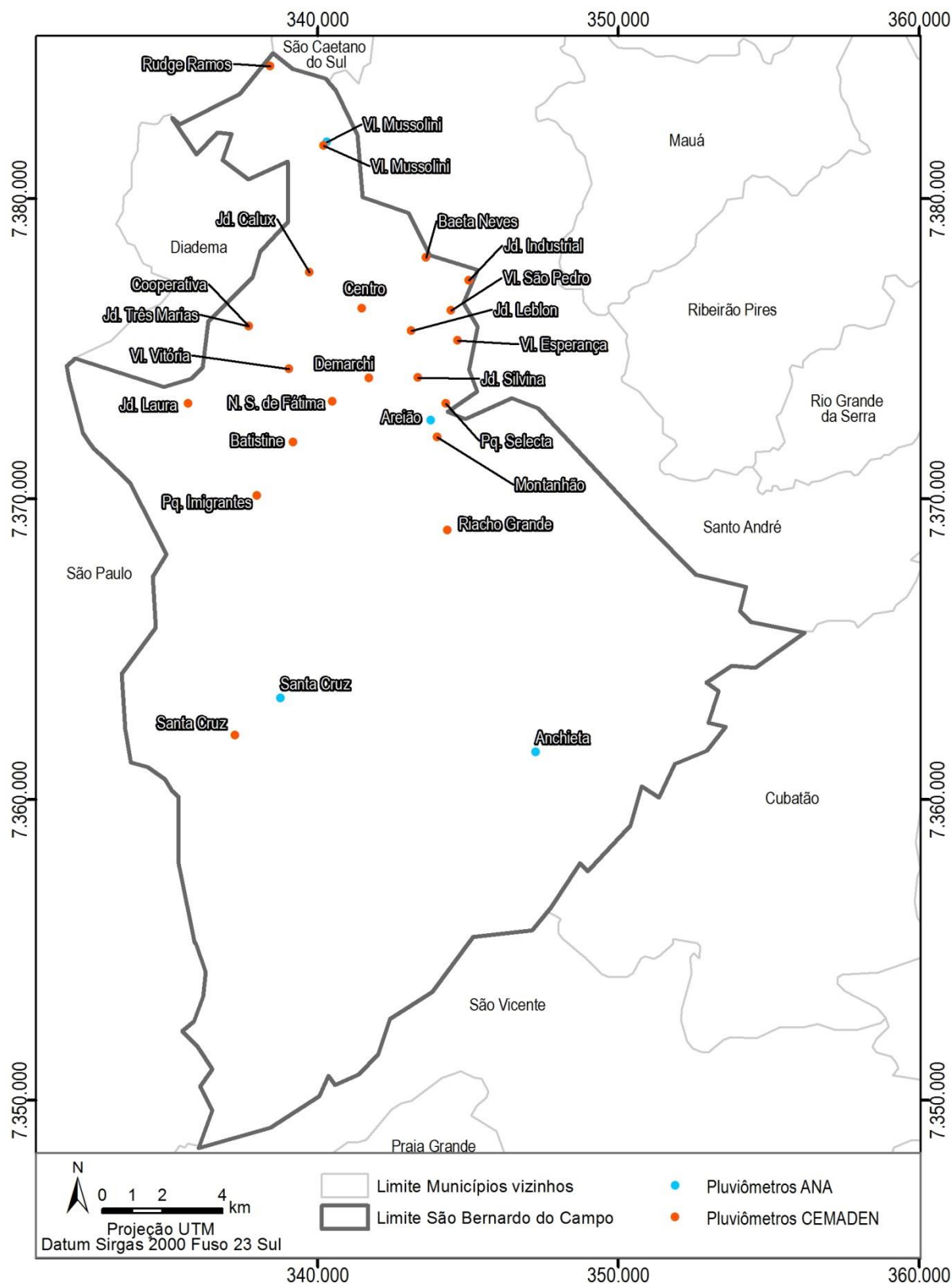


Figura 6.1: Distribuição das estações pluviométricas utilizadas na aquisição de dados.

Tabela 6.3: Exemplo de dados de chuva adquiridos para cada evento registrado.

Código	Data	24h	48h	72h	96h	120h	144h	168h
2012-135	18/01/2012	77,0	83,0	103,0	103,0	103,0	103,0	103,0
2012-147	18/01/2012	77,0	83,0	103,0	103,0	103,0	103,0	103,0
2012-156	18/01/2012	77,0	83,0	103,0	103,0	103,0	103,0	103,0
2012-180	18/01/2012	77,0	83,0	103,0	103,0	103,0	103,0	103,0
2012-754	07/06/2012	35,0	95,0	108,0	108,0	108,0	108,0	108,0
2012-1158	18/12/2012	39,0	88,0	88,0	88,0	88,0	96,0	96,0
2012-1159	18/12/2012	39,0	88,0	88,0	88,0	88,0	96,0	96,0
2012-1171	18/12/2012	39,0	88,0	88,0	88,0	88,0	96,0	96,0
2012-1177	18/12/2012	39,0	88,0	88,0	88,0	88,0	96,0	96,0
2012-1178	18/12/2012	39,0	88,0	88,0	88,0	88,0	96,0	96,0
2012-1179	18/12/2012	39,0	88,0	88,0	88,0	88,0	96,0	96,0
2012-1183	18/12/2012	39,0	88,0	88,0	88,0	88,0	96,0	96,0
2012-1185	20/12/2012	45,0	45,0	84,0	133,0	133,0	133,0	133,0
2012-1187	20/12/2012	45,0	45,0	84,0	133,0	133,0	133,0	133,0
2012-1188	20/12/2012	45,0	45,0	84,0	133,0	133,0	133,0	133,0
2012-1191	20/12/2012	45,0	45,0	84,0	133,0	133,0	133,0	133,0
2013-134	10/01/2013	26,0	52,0	52,0	92,0	92,0	92,0	94,0
2013-165	10/01/2013	26,0	52,0	52,0	92,0	92,0	92,0	94,0
2013-430	14/02/2013	32,0	32,0	32,0	83,0	83,0	83,0	97,0
2014-0052	13/01/2014	15,7	16,9	35,0	42,5	43,7	66,1	66,1
2014-0101	15/01/2014	36,4	87,2	108,9	114,8	165,0	165,2	167,8
2014-0128	16/01/2014	34,0	58,0	85,2	100,8	102,0	120,1	127,6
2014-0130	16/01/2014	34,0	58,0	85,2	100,8	102,0	120,1	127,6
2014-0286	12/03/2014	54,6	98,0	98,0	98,0	108,4	137,6	137,6
2014-0303	15/03/2014	15,0	32,3	82,8	125,3	125,3	125,3	128,7
2015-0076	22/01/2015	61,4	62,0	62,0	62,0	62,0	62,0	62,0
2015-0085	26/01/2015	55,4	57,0	68,4	74,1	110,5	110,5	110,5
2015-0118	06/02/2015	26,5	82,8	82,8	82,8	83,4	83,8	90,0
2015-0158	28/02/2015	88,8	89,2	90,0	99,0	102,0	102,0	102,0
2015-0729	24/12/2015	11,4	28,5	69,0	73,3	72,3	86,3	86,3
2016-0009	09/01/2016	78,2	78,2	78,2	78,2	78,2	78,4	81,8
2016-0140	26/02/2016	68,4	68,6	105,7	106,3	116,5	135,0	135,2
2016-0141	26/02/2016	68,4	68,6	105,7	106,3	116,5	135,0	135,2
2016-0142	26/02/2016	68,4	68,6	105,7	106,3	116,5	135,0	135,2
2016-0143	26/02/2016	68,4	68,6	105,7	106,3	116,5	135,0	135,2
2016-0144	26/02/2016	68,4	68,6	105,7	106,3	116,5	135,0	135,2
2016-0145	26/02/2016	68,4	68,6	105,7	106,3	116,5	135,0	135,2
2016-0146	26/02/2016	68,4	68,6	105,7	106,3	116,5	135,0	135,2
2016-0147	26/02/2016	68,4	68,6	105,7	106,3	116,5	135,0	135,2
2016-0151	29/02/2016	23,5	43,9	43,9	112,4	112,6	149,6	150,2
2016-0153	29/02/2016	23,5	43,9	43,9	112,4	112,6	149,6	150,2
2016-0202	11/03/2016	54,8	81,1	87,6	87,6	87,8	87,8	87,8
2016-0206	11/03/2016	54,8	81,1	87,6	87,6	87,8	87,8	87,8
2016-0209	11/03/2016	54,8	81,1	87,6	87,6	87,8	87,8	87,8
2016-0345	06/06/2016	63,3	101,3	110,5	124,1	146,0	154,6	154,6
2016-0353	06/06/2016	63,3	101,3	110,5	124,1	146,0	154,6	154,6
2016-0355	07/06/2016	33,5	79,2	119,0	128,8	136,9	163,1	171,8
2016-0370	07/06/2016	33,5	79,2	119,0	128,8	136,9	163,1	171,8

6.2. Considerações sobre incertezas

Trabalhos baseados em uso de extenso banco de dados compilados de diversas fontes, e associados a sistema SIG, cujas bases apresentam diversas fontes, formatos, *datums*, escalas e unidades, acabam necessariamente carregando incertezas, que podem influenciar os resultados finais, principalmente os que concluem com equações e números.

Desta maneira, usualmente apresenta-se uma análise qualitativa das incertezas às quais os resultados podem estar sujeitos. Assim este item visa apresentar de forma sucinta algumas incertezas na aquisição dos dados e construção do banco de dados de escorregamentos e pluviosidade. Algumas na própria compilação dos dados da ocorrência, outras no formato do formato dos dados disponíveis, a seguir são enumeradas as principais incertezas, seguidas da análise qualitativa:

- Informações incompletas de ocorrência - Durante o levantamento realizado nos arquivos da Defesa Civil Municipal, constatou-se que algumas fichas de ocorrência encontravam-se incompletas, sem descrições suficientes para caracterizá-las como movimentos de massa, sendo descartadas do levantamento. Ou seja, algumas ocorrências de escorregamento podem ter sido desprezadas em função da descrição, podendo assim algumas informações de ausência de ocorrência em eventos terem sido falseadas, e ainda na caracterização de eventos múltiplos, nos quais a contagem de ocorrências no mesmo evento pluviométrico podem ter sido falseados;
- Tipologia de movimentos de massa – Assim como as descrições das ocorrências proporcionaram limitações da colocação das ocorrências no tempo, a descrição da tipologia de movimentos de massa ficou limitada. Desta forma o banco de dados foi construído considerando arbitrariamente os escorregamentos como planares e induzidos, não sendo possível desenvolver a descrição dos escorregamentos quanto à sua geometria e tipologia;

- Diferença na data e hora da ocorrência - As ocorrências apresentam a data e a hora que a Defesa Civil foi acionada, a diferença entre o exato momento de deflagração de um escorregamento e o acionamento da Defesa Civil pode ser de poucos minutos ou horas, seguintes à deflagração, assim as datas e horários podem estar defasados em alguns registros de ocorrência, colocando eventos de escorregamento em dias sem chuva (ou com pluviosidade muito menor que a deflagradora) e que poderiam requerer correções para o dia anterior na análise de pluviometria;
- Posicionamento da ocorrência - As ocorrências são registradas com suas coordenadas geográficas definidas pelo endereço da ocorrência. Descrições de endereço, com bairro, logradouro e numeração, geraram pontos com maior grau de certeza, as dificuldades aumentam, quando os assentamentos são pouco mais precários, incluindo as travessas, vielas e demais grupamentos, por vezes, subnormais. Somam-se estas incertezas, que as ocorrências são referentes à locação do ponto na rua, e não no ponto da deflagração;
- Posicionamento da ocorrência e do escorregamento nas bases cartográficas - A resolução do Modelo Digital de Superfície (MDS) utilizado para o cálculo da Inclinação do Terreno e para a Curvatura Vertical da Superfície foi de 30m, cuja menor unidade de análise da imagem (*pixel*) é formada por um quadrado de 30m x 30m. A resolução tem implicações práticas, uma vez que o cálculo de inclinação e de curvatura de superfície é limitado a áreas de 900m², e a ocupação do terreno pode induzir alterações de inclinação abruptas em áreas pequenas, causando uma diferença entre o dado do pixel e da ocorrência;
- Aquisição de dados pluviométricos - A aquisição de dados pluviométricos, especialmente no período anterior a novembro de 2013, a cobertura do município (cerca de 400 km²) era de apenas quatro pluviômetros em operação pelo DAEE. A implicação direta dessa limitação se dá na ocorrência de chuvas localizadas, que podem

ter apresentado volumes maiores em uma determinada localidade, porém não representado nos pluviômetros da rede pluviométrica consultada. Deste modo, alguns eventos de chuva podem ter sido subdimensionados em função da distribuição e da disponibilidade dos dados de pluviometria;

- Atribuição dos dados de pluviometria aos eventos – A associação dos dados de chuva aos eventos analisados foi limitada à disponibilidade de dados. A seleção dos dados de chuva correlacionados às ocorrências de escorregamento foi realizada a partir do dado mais relevante adquirido para aquela data, não obrigatoriamente contemplando a leitura pluviométrica mais próxima, uma vez que os registros de série histórica de chuva apresentavam lacunas de tempo sem coleta de dados; e
- Escala das Unidades Territoriais Básicas – As comparações entre a distribuição espacial dos escorregamentos em função das UHT's é limitada pela escala de cada material empregado, mapas de UTB's produzidos em escalas de menor detalhe tendem a generalizar propriedades do terreno, e a ausência de detalhamento limita a qualidade da análise espacial dos dados.

7. RESULTADOS

7.1. Distribuição temporal dos dados

Após a aquisição de todos os dados pluviométricos e de escorregamentos registrados, foi possível estabelecer as datas nas quais ocorreram escorregamentos, sendo então possível a análise da correlação das ocorrências de escorregamento em função de atributos pluviográficos, ao longo do tempo no espaço amostral de 1993 a 2016.

A Figura 7.1, apresenta a distribuição dos escorregamentos em função do mês de ocorrência. Os dados apontam que das 415 ocorrências avaliadas, 354 (85,3%) aconteceram entre os meses de dezembro e março, sendo que 204 delas (49,3%) foram registradas apenas em janeiro.

Observa-se que o número de ocorrências acompanha a variação da pluviometria, porém com divergências na proporção entre ambas. Por exemplo, o período entre dezembro e março corresponde a 54,1% da chuva do ano, e mais de 85% dos escorregamentos.

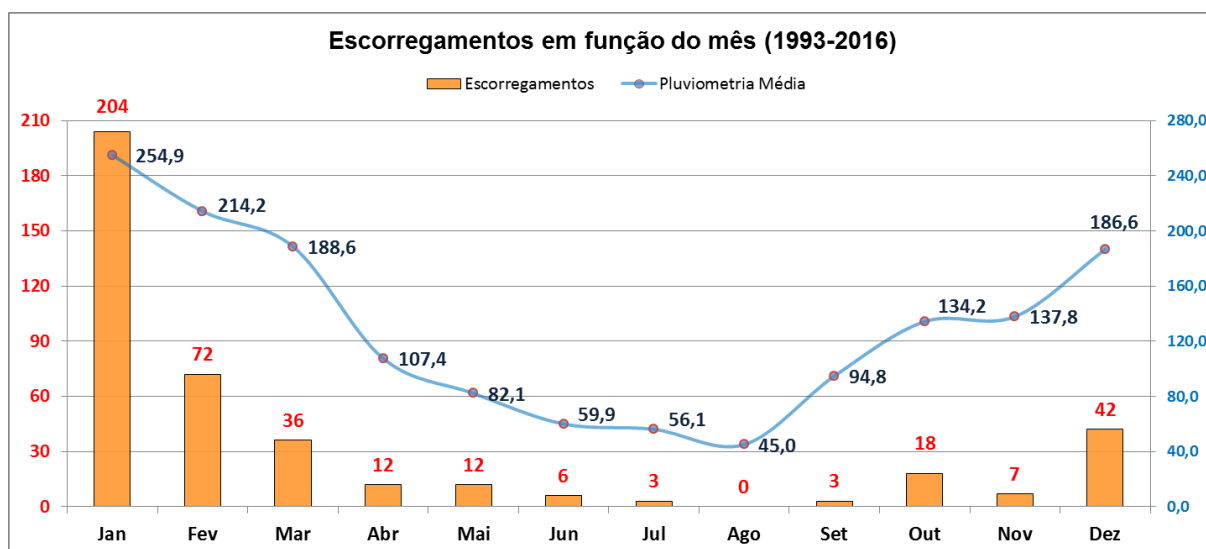


Figura 7.1: Distribuição dos escorregamentos e da pluviometria média ao longo do ano.

Além da distribuição dos escorregamentos ao longo do ano, os mesmos foram avaliados quanto à sua distribuição ao longo do período total da análise, para tanto, o período de 1993 a 2016 foi subdividido em temporadas, que se iniciam em julho e se encerram em junho do ano seguinte, contemplando um ano hidrológico e distinguindo os períodos de chuva e de seca ao longo do ano.

A figura 7.2 apresenta a distribuição dos escorregamentos ocorridos e da pluviometria registrada para cada temporada analisada, tendo início na temporada 1992-1993, até a temporada 2015-2016.

Nota-se, que as temporadas 2004-2005 e 2009-2010 apresentaram um total de escorregamentos muito acima das demais temporadas, quando somadas as duas correspondem ao total de 181 escorregamentos, 43,6% de todo o período. O comportamento da pluviometria nestes dois períodos é detalhado no item 7.1.1.

Estes dois picos observados no gráfico acompanham dois picos de chuva anual, porém existem outras temporadas com valores semelhantes para o quantitativo de chuva, onde o número de ocorrências não é elevado.

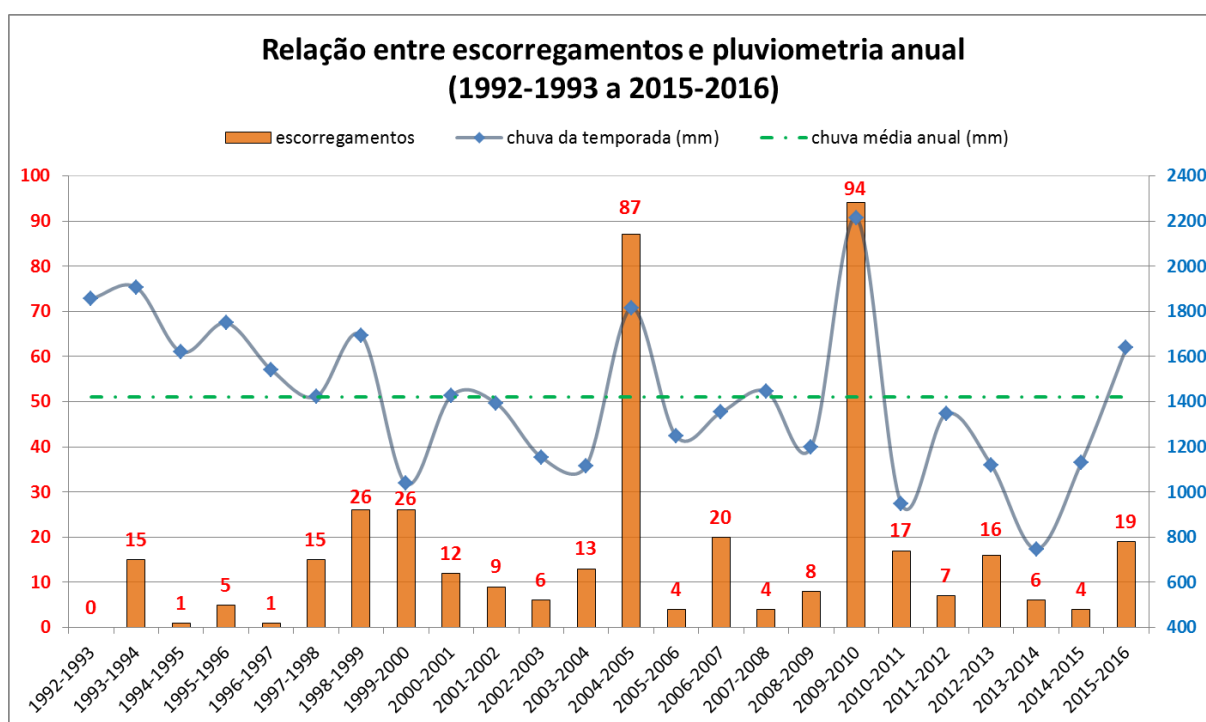


Figura 7.2: Distribuição do total de escorregamentos e de pluviometria registrados em cada temporada, em verde tracejado a média anual de pluviosidade registrada no período de 1992 a 2016.

Adicionalmente às análises anteriores, os dados de escorregamentos foram comparados aos registros de intensidade dos fenômenos El Niño e La Niña para cada temporada analisada. Os dados de intensidade foram obtidos junto ao Serviço Nacional de Meteorologia dos Estados Unidos, (NWS, 2017).

A Figura 7.3 apresenta períodos de El Niño em vermelho, períodos neutros na cor cinza e períodos de La Niña em azul, os fenômenos denominados El Niño e La Niña são registrados a partir do aquecimento e do resfriamento da temperatura superficial do Oceano Pacífico, respectivamente.

Tais alterações de temperatura têm capacidade para influenciar o ciclo de chuva em larga escala geográfica. A escala utilizada no eixo vertical secundário indica a intensidade dos fenômenos, variando de El Niño Muito Forte (+4) a La Niña Muito Forte (-4).

Analisando a relação entre escorregamentos os fenômenos El Niño e La Niña, observa-se a ocorrência de 8 períodos de El Niño, totalizando 246 ocorrências (59,3%), 6 períodos neutros somando 60 ocorrências (14,4%), e 9 períodos de La Niña nos quais ocorreram ao todo 109 escorregamentos (26,3%).

Observa-se ainda que as duas temporadas com maior número de escorregamentos (2004-2005 e 2009-2010) ocorreram sob a influência de El Niño fraco e moderado, respectivamente.

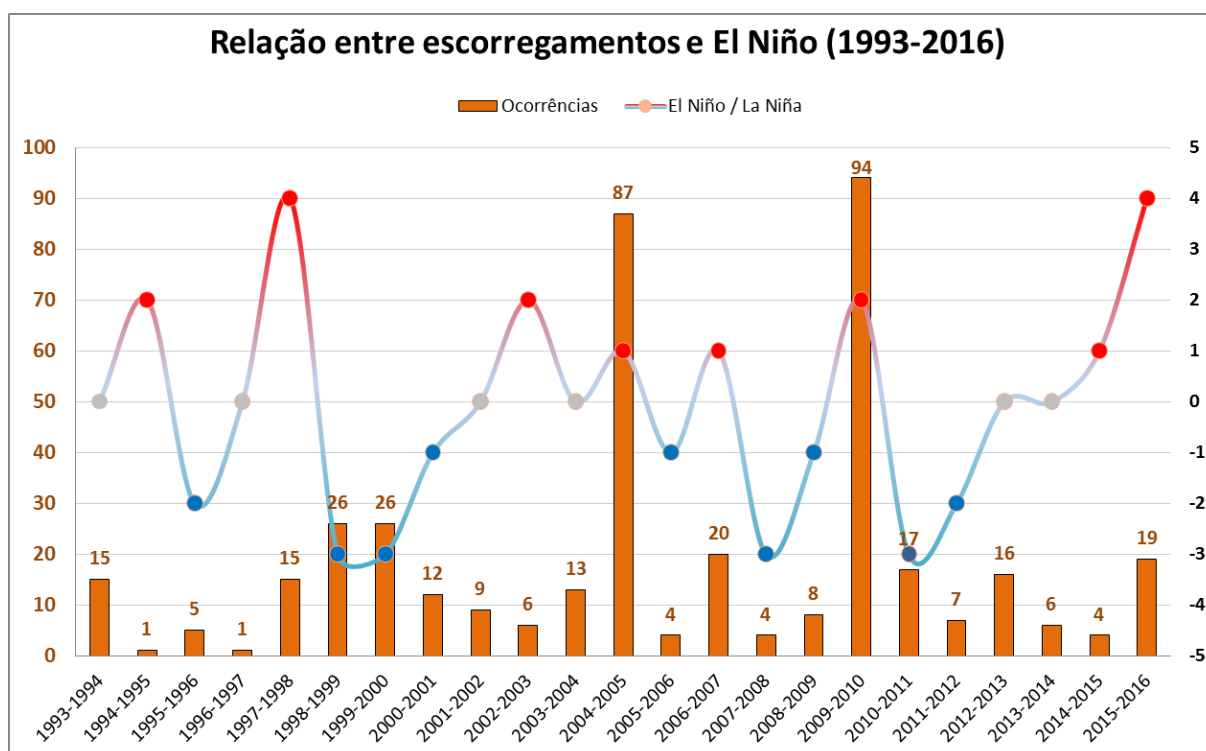


Figura 7.3: Distribuição dos escorregamentos em função da intensidade de fenômenos El Niño (em tendências em vermelho) e La Niña (tendências em azul).

Algumas observações quanto aos eventos principais de 2004-2005 e 2009-2010, podem ser constatados, para correlações quanto aos mecanismos deflagradores: i) a pluviosidade destas foram no mínimo 27% maiores que a média anual, indicando as altas pluviosidades acumuladas na temporada; ii) estas ocorreram após 4 temporadas de pluviosidade abaixo da média, o que pode representar um acúmulo de situações de perigo ao longo de ao menos 4 anos, antes de ocorrer eventos de escorregamentos nos anos em questão.

7.1.1. Ocorrências das temporadas 2004-2005 e 2009-2010

Como observado anteriormente na figura 7.2, as temporadas de 2004-2005 e 2009-2010 se destacam quanto ao número de escorregamentos registrados. A primeira delas teve 87 registros (21,0% de todo o histórico de análise), enquanto a segunda registrou a maior marca dentro de todo o período analisado 94 (22,7% de todo o histórico de análise).

No mês de janeiro de 2005 foram registrados 73 escorregamentos (83,9% dos eventos na temporada 2004-2005). Calculando a média entre os pluviômetros com informação disponível no período obteve-se um valor de 364,9 mm de chuva (47,5% acima da média histórica para o mês de Janeiro). Foram registrados 20 dias de chuva no mês, destacando-se os dias 11 e 12 de Janeiro e 25 de Maio, com a ocorrência de 28, 32 e 12 escorregamentos, respectivamente. O pico de chuva em um único dia foi de 133,6 mm, em 12 de janeiro de 2005. Além das três datas mencionadas, houve outras oito datas com a ocorrência de até três escorregamentos.

A temporada 2009-2010 teve um comportamento diferente, nela as ocorrências se distribuíram ao longo de 19 datas, destacando-se o período de 17 dias entre 19 de janeiro e 04 de fevereiro de 2010, no qual ocorreram 82 escorregamentos (87,2% dos eventos da temporada). O total de chuva para o mês de janeiro de 2010 foi de 683 mm (172% acima da média histórica para o mês de Janeiro). O pico de chuva foi registrado na temporada foi de 103 mm em 11 de janeiro de 2010, porém vale o destaque para o período entre 18 e 22 de janeiro, que somou 239 mm em 5 dias contínuos de chuva. Além dos 82 escorregamentos já

citados, 12 escorregamentos aconteceram em outras 9 datas, com três ou menos escorregamentos.

7.2. Distribuição dos escorregamentos em função acumulados de chuva

Realizada a definição das datas com ocorrência de escorregamento, foram definidos os valores de chuva acumulada para cada evento. A chuva acumulada foi registrada nos intervalos de 24h, 48h, 72h, 96h, 120h, 144h e 168h antes de cada ocorrência.

A distribuição dos escorregamentos foi representada graficamente através de um histograma, e comparada a uma distribuição estatística normal dos dados, com o objetivo de identificar qual dos intervalos de chuva acumulada se aproximou do padrão estabelecido por uma distribuição normal.

A seguir, as figuras 7.4 a 7.10, mostram a distribuição dos acumulados de chuva e a comparação com uma distribuição normal. Nelas é possível notar que o histograma dos acumulados de 72h é o que mais se aproxima da curva desenhada pela distribuição normal.

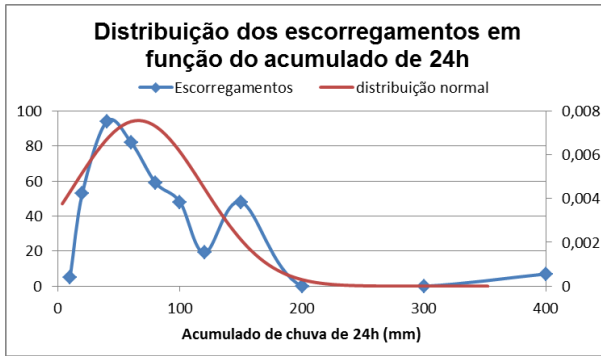


Figura 7.4: Distribuição dos escoamentos em função do acumulado de chuva de 24h (mm), comparação com distribuição normal.

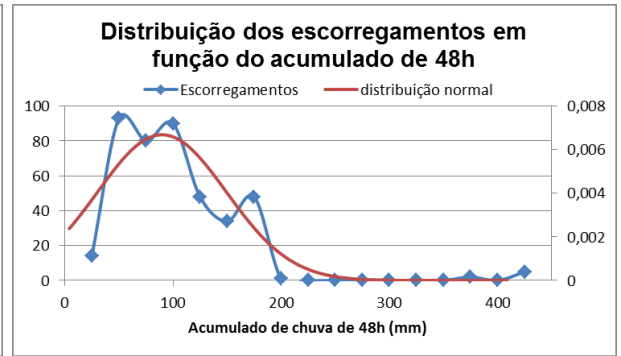


Figura 7.5: Distribuição dos escoamentos em função do acumulado de chuva de 48h (mm), comparação com distribuição normal.

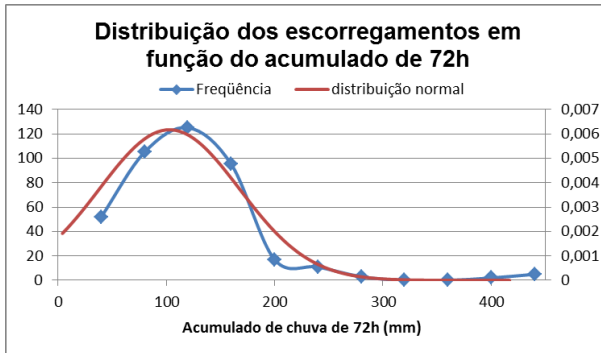


Figura 7.6: Distribuição dos escoamentos em função do acumulado de chuva de 72h (mm), comparação com distribuição normal.

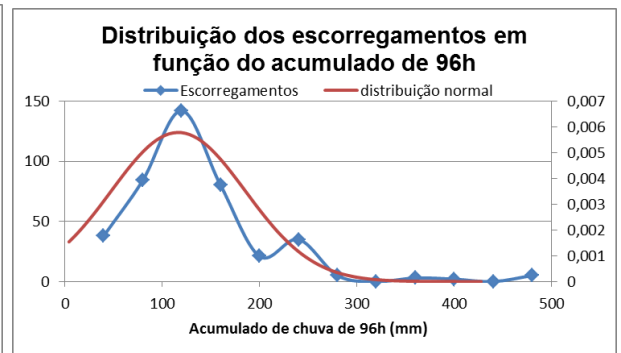


Figura 7.7: Distribuição dos escoamentos em função do acumulado de chuva de 96h (mm), comparação com distribuição normal.

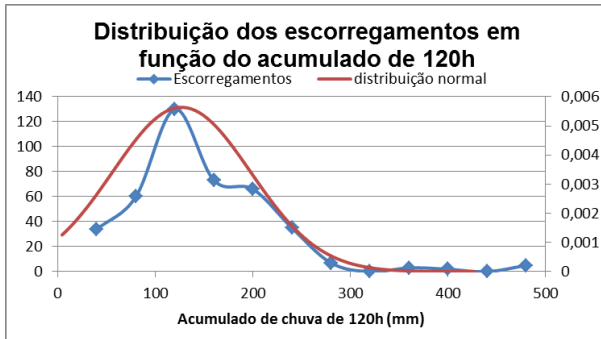


Figura 7.8: Distribuição dos escoamentos em função do acumulado de chuva de 120h (mm), comparação com distribuição normal.

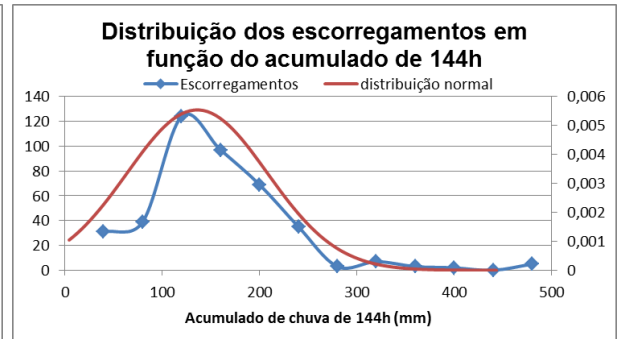


Figura 7.9: Distribuição dos escoamentos em função do acumulado de chuva de 144h (mm), comparação com distribuição normal.

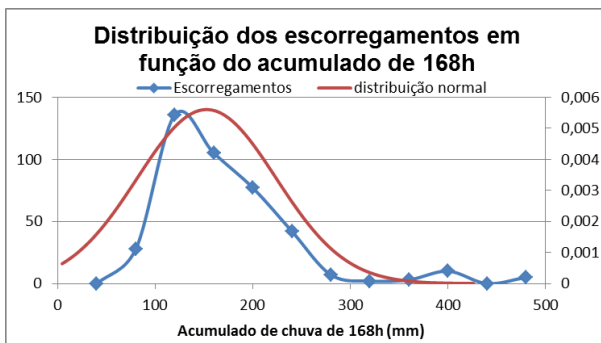


Figura 7.10: Distribuição dos escoamentos em função do acumulado de chuva de 168h (mm), comparação com distribuição normal.

7.2.1. Relação entre chuva de 24h x demais acumulados

Foram analisadas as relações entre a chuva de 24h de cada evento analisado, ante as chuvas acumuladas deste mesmo evento para 48h, 72h, 96h, 120h, 144h e 168h, com o intuito de encontrar padrões gráficos que indiquem limites e comportamentos repetidos entre as combinações de chuvas de 24h e demais acumulados.

As figuras de 7.11 a 7.16 mostram os gráficos obtidos da análise destas combinações. Em todas as análises se observa um limitador em linha reta que representa a reta onde o valor do eixo y (chuva de 24h) e do eixo x (acumulado analisado) apresentam o mesmo valor, ou seja, eventos nos quais não houve acumulação prévia a 24 horas.

Uma segunda curva foi traçada nos gráficos, separando combinações entre chuva de 24h e chuvas acumuladas que foram suficientes para a deflagração de escorregamento em 98% ou mais dos casos registrados. Combinações abaixo das curvas contemplam no máximo 2% do total de ocorrências, e podem ter explicações adversas ao mecanismo de deflagração do modelo conceitual em questão.

Cada uma das curvas descritas nos gráficos é apresentada junto da sua equação que a descreve. É possível notar que as curvas para os acumulados de 72h, 96h, 120h e 144h são bastante parecidas, enquanto a curva descrita para o acumulado de 48h e de 168h apresentam comportamentos diferentes, sendo a primeira com pouca inclinação, e a última com maior inclinação, quando comparada às demais.

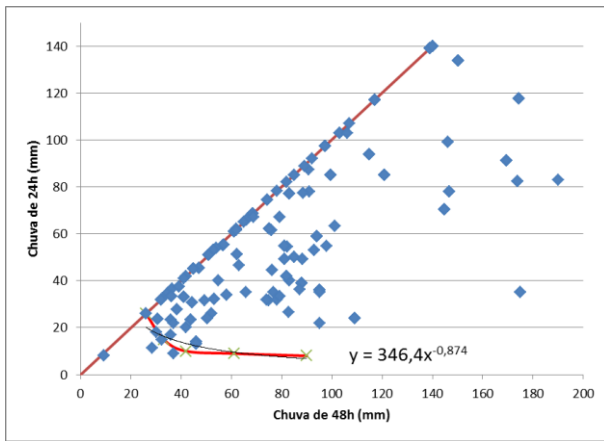


Figura 7.11: Distribuição dos escorregamentos, para chuva de 24h x chuva de 48h. Valores em (mm).

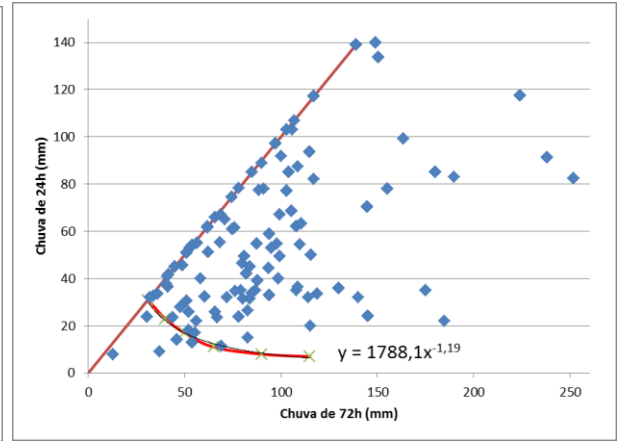


Figura 7.12: Distribuição dos escorregamentos, para chuva de 24h x chuva de 72h. Valores em (mm).

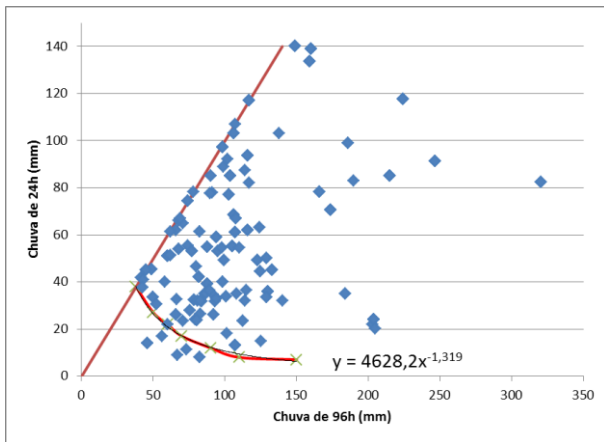


Figura 7.13: Distribuição dos escorregamentos, para chuva de 24h x chuva de 96h. Valores em (mm).

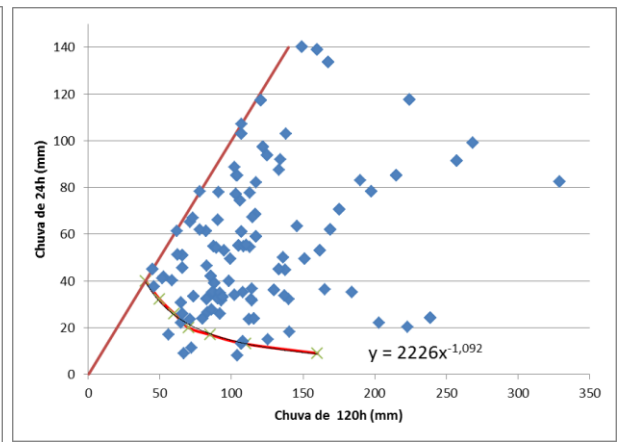


Figura 7.14: Distribuição dos escorregamentos, para chuva de 24h x chuva de 120h. Valores em (mm).

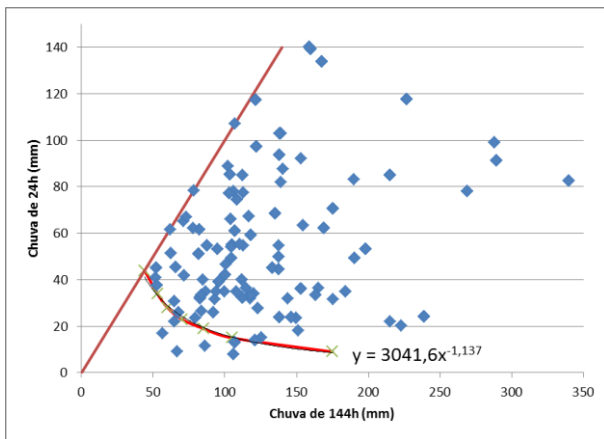


Figura 7.15: Distribuição dos escorregamentos, para chuva de 24h x chuva de 144h. Valores em (mm).

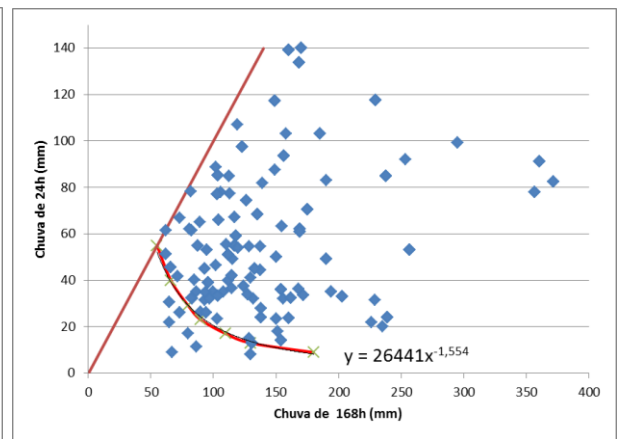


Figura 7.16: Distribuição dos escorregamentos, para chuva de 24h x chuva de 168h. Valores em (mm).

7.3. Escorregamentos em função da espacialização

Todos os 415 escorregamentos analisados foram distribuídos espacialmente no município, conforme mapa de ocorrências (figura 4.2). Em seguida, foi possível a verificação de diferentes atributos de meio físico para cada ocorrência. A seguir são apresentados os mapas de distribuição das ocorrências em função de diferentes Unidades Territoriais Básicas (UTB), são elas as unidades geológicas, inclinação do terreno, padrões de relevo, curvatura da superfície, densidade de ocupação do solo e a suscetibilidade. Cada UTB é composta por diferentes unidades fisiográficas do substrato geológico-geomorfológico ou por unidades homogêneas de uso e cobertura da terra e do padrão da ocupação urbana, estas unidades foram agrupadas e denominadas como Unidades Homogêneas de Terreno (UHT) (Vedovello *et al.*, 2015)

As diferentes UHT's de cada UTB foram classificadas quanto ao número total de ocorrências, e a sua área total no município foi somada, em seguida foi calculada a porcentagem representativa do número de ocorrências, e da área de cada UHT. Estes percentuais foram divididos um pelo outro, % de ocorrências por % de área, gerando um valor adimensional denominado C.O.P.A. (Coeficiente de Ocorrência Por Área).

A partir deste coeficiente foi possível analisar a recorrência de determinada UHT em relação da sua representatividade em área, ou seja, valores de C.O.P.A. próximos a 1,0 demonstram que determinado UHT não exerceu influência na concentração de ocorrências. Quanto maiores os valores, maior a influência dessa UHT na deflagração de escorregamentos. Valores menores que 1,0 indicam o oposto. Os resultados são comparados e discutidos no item 7.3.8.

Para se analisar toda a série histórica dos dados (1993-2016), os dados de chuva disponíveis para o período, apresentam a disponibilidade de intensidade de chuva (em mm/hora) apenas após novembro de 2013, ideal para as análises de deflagração de escorregamentos. Assim, optou-se por analisar os eventos, simplificando o acumulado de 24 horas como intensidade diária, correlacionando com os dados de acumulado de 72 horas, cujos resultados se encaixaram melhor em uma distribuição normal, conforme mostrado no item 7.2.

7.3.1. Unidades Geológicas 1:100.000 (Coutinho, 1980)

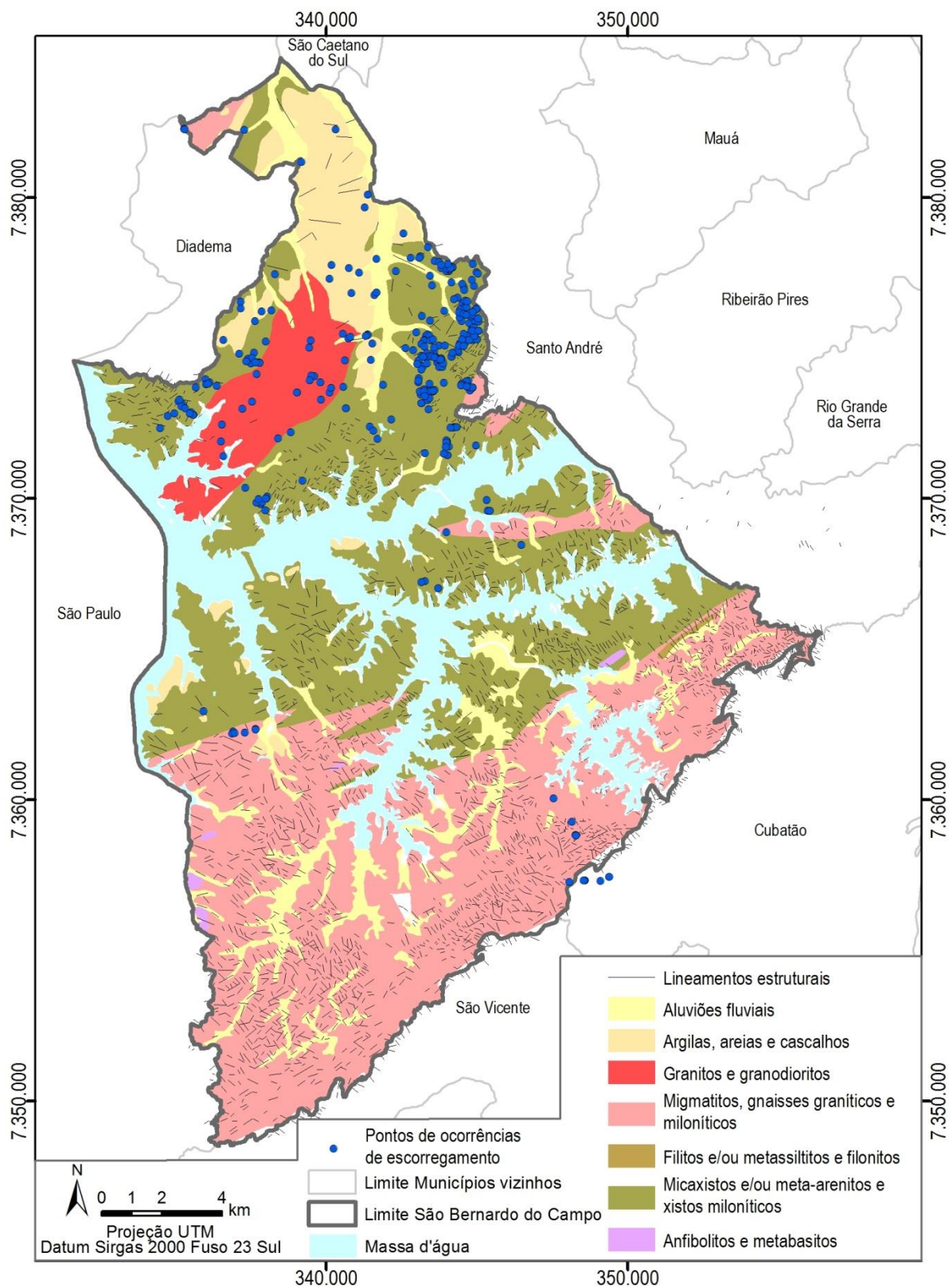


Figura 7.17: Ocorrências de escorregamento sobrepostas ao Mapa Geológico de São Bernardo do Campo, escala 1:100.000. (Adaptado de Coutinho, 1980).

Tabela 7.1: Comparação entre as diferentes unidades geológicas, o número de ocorrências registradas, a sua área total e a média de chuva acumulada para 24h e 72h.

Unidade Geológica (Coutinho, 1980) 1:100.000	Ocorrências	%	Área (km ²)	%	COPA
Aluviões fluviais	17	4,1%	35,36	10,5%	0,39
Anfibolitos metabasitos	0	-	0,89	0,3%	-
Argilas, areias e cascalhos da fm. São Paulo e Caçapava.	13	3,1%	23,18	6,9%	0,45
Filitos e metassiltitos	0	-	0,44	0,1%	-
Granitos e granodioritos	21	5,1%	18,78	5,6%	0,91
Micaxisto e/ou meta-arenito	335	80,7%	127,18	37,9%	2,13
Migmatitos e gnaisses graníticos	29	7,0%	129,9	38,7%	0,18

A Tabela 7.1 foi obtida através da análise da Figura 7.17, nela se observa que 80,7% das ocorrências registradas se referem a escorregamentos na unidade dos Micaxistos, esta unidade, por sua vez, recobre 37,9% da área total do município, resultando em um valor de COPA de 2,13, as demais unidades geológicas apresentam valores inferiores a 1,0. O registro de ocorrências em aluviões fluviais pode ser relacionado às limitações de escala e precisão espacial do registro, conforme o item 6.2 que discute as incertezas dos dados.

A Figura 7.18 mostra a distribuição das correlações de chuva e escorregamento em função das unidades geológicas descritas em escala 1:100.000. Não sendo possível distinguir intervalos e padrões de comportamento que individualizem as unidades, pois os dados se dispersam heterogeneamente.

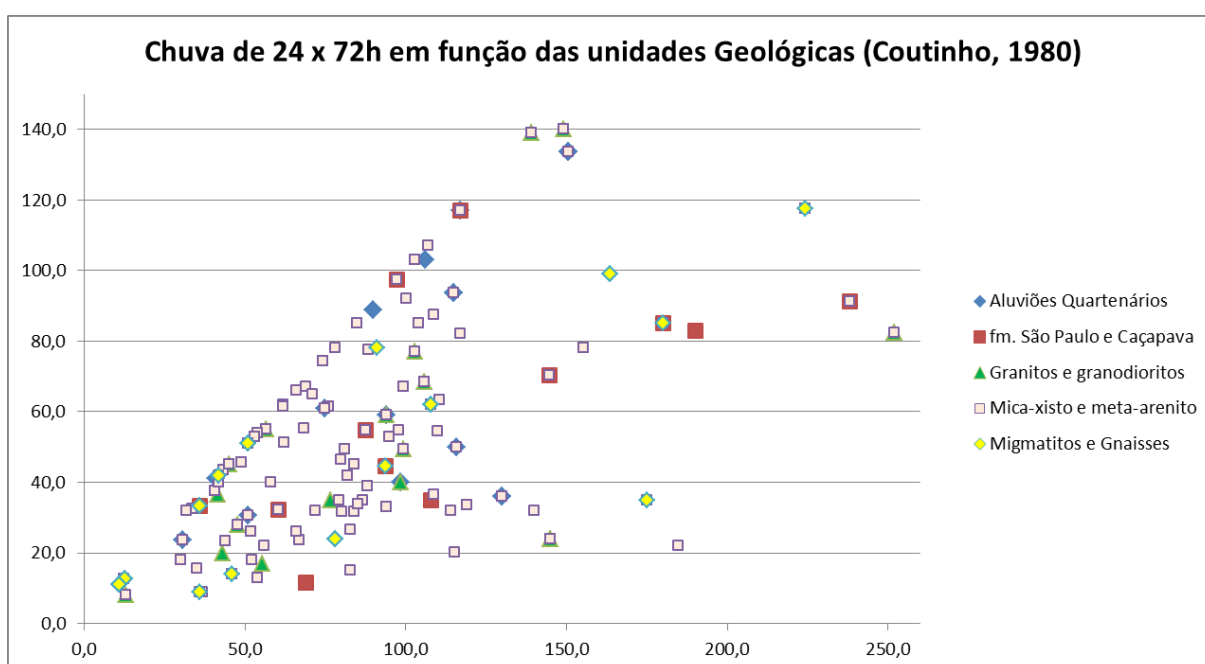


Figura 7.18: Distribuição das chuvas acumuladas (mm) em função das unidades geológicas.

7.3.2. Unidades Geológicas 1:750.000 (Perrotta, 2006)

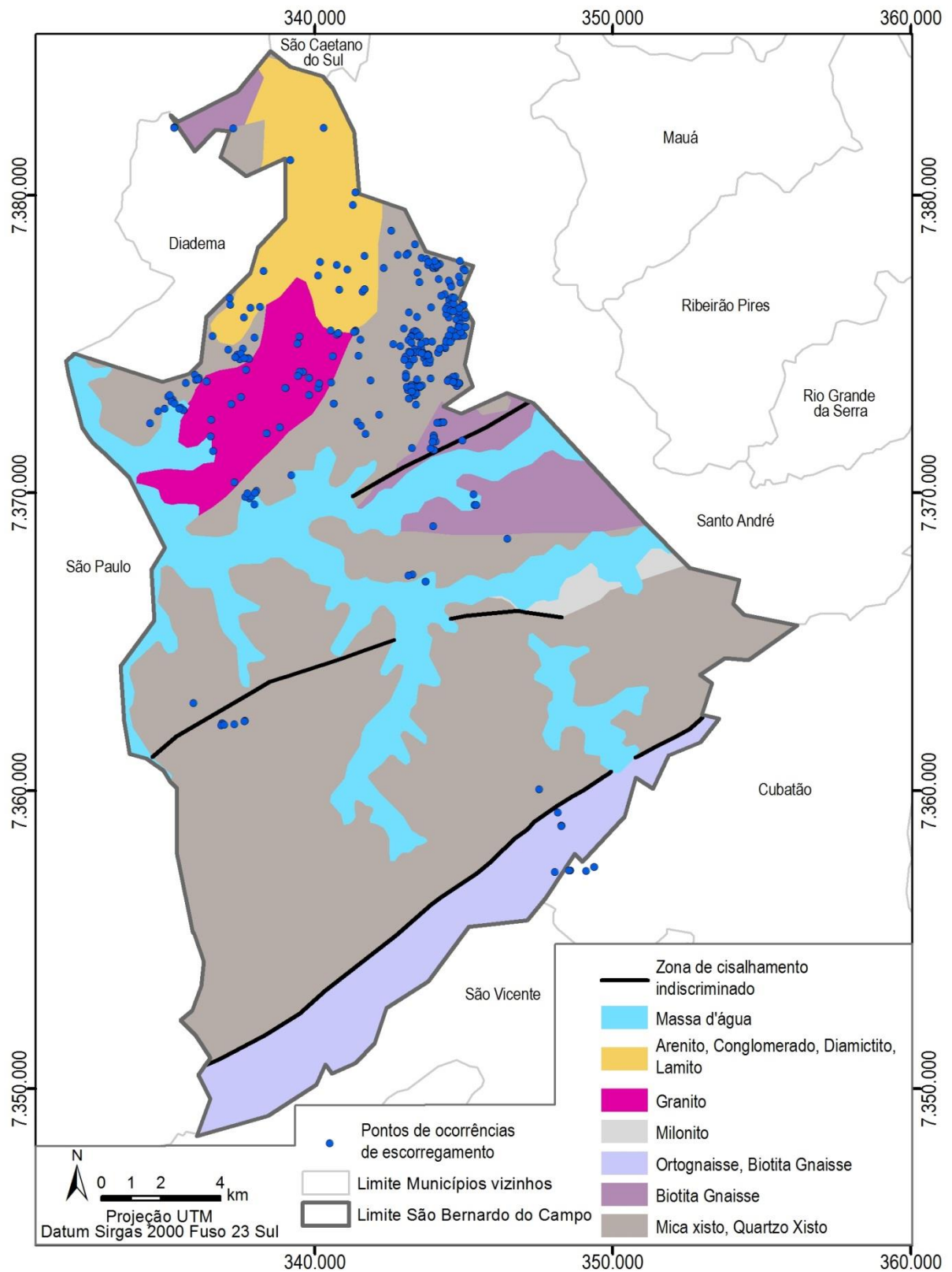


Figura 7.19: Ocorrências de escorregamento sobrepostas ao Mapa Geológico de São Bernardo do Campo, escala 1:750.000 (Adaptado de Perrotta, 2006).

Tabela 7.2: Comparação entre as diferentes unidades geológicas, o número de ocorrências registradas, a sua área total e a média de chuva acumulada para 24h e 72h.

Unidade Geológica (Perrotta, 2006) 1:750.000	Ocorrências	%	Área (km ²)	%	COPA
Compl. Embu, xistos	344	82,9%	225,45	65,1%	1,27
Compl. Embu, milonitos	0	-	3,51	1,0%	-
Compl. Embu, ortognaisses	13	3,1%	37,61	10,9%	0,28
Compl. Embu, paragnaisses	7	1,7%	22,33	6,4%	0,27
Corpo Granítico Três Lagos	29	7,0%	21,66	6,3%	1,11
Formação Resende	21	5,1%	28,63	8,3%	0,61
Depósitos aluvionares	1	0,2%	7,24	2,1%	0,10

A Tabela 7.2 foi obtida através da análise da Figura 7.19, nela se observa que 82,9% das ocorrências registradas se referem a escorregamentos na unidade de Xistos do Complexo Embu, de acordo com este levantamento com escala 1:750.000 esta unidade recobre 65,1% da área total do município, apresentando um valor de COPA igual a 1,27. A unidade geológica do Granito Três lagos apresentou valor de COPA de 1,11, enquanto as demais unidades apresentaram valores abaixo de 1,0.

A Figura 7.20 mostra a distribuição das correlações de chuva e escorregamento em função da distribuição das unidades geológicas descritas em escala 1:750.000. Nela não foi possível distinguir com clareza intervalos e padrões de comportamento que individualizem as unidades, uma vez que os dados se apresentam dispersos de forma heterogênea.

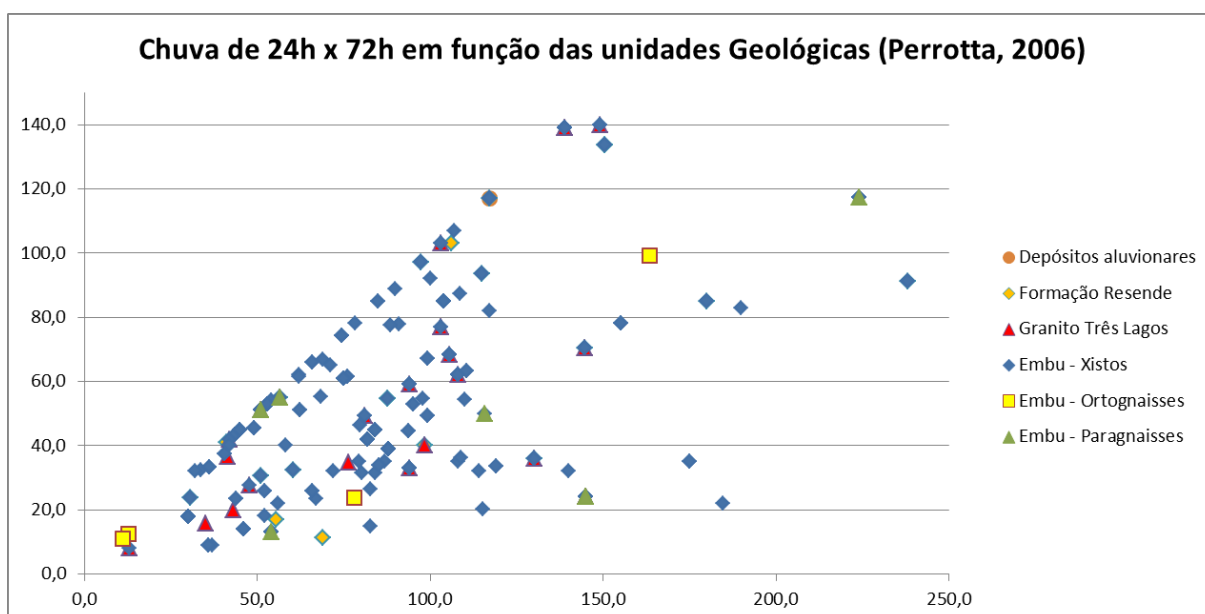


Figura 7.20: Distribuição das chuvas acumuladas (mm) em função das unidades geológicas.

Destaca-se que ao analisar as correlações de chuva e escorregamento em função das unidades geológicas, as correlações são melhores na escala de 1:100.000, do que as observadas na escala 1:750.000, indicando que a melhoria escalas de análise dos mapas geológicos é preponderante para um melhor resultado na compartimentação da área.

7.3.3. Classes de Inclinação do Terreno

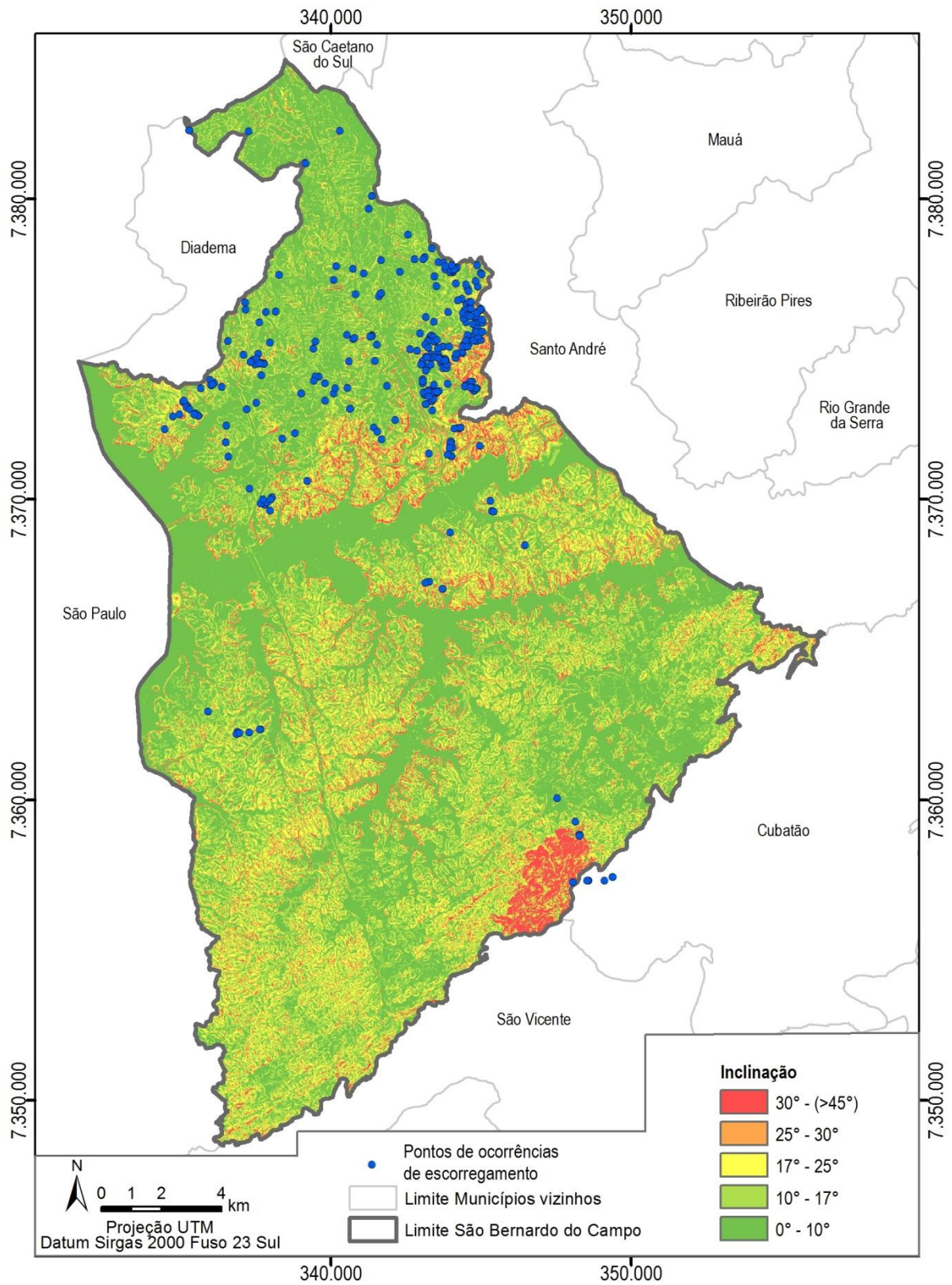


Figura 7.21: Ocorrências de escorregamento sobrepostas ao Mapa de inclinação de São Bernardo do Campo (adaptado de Valeriano, 2008)

Tabela 7.3: Comparação entre as classes de inclinação, o número de ocorrências registradas, a sua área total e a média de chuva acumulada para 24h e 72h.

Classe de inclinação	Ocorrências	%	Área (km ²)	%	COPA
0 - 10°	117	28,2%	208,19	50,90%	0,55
10 - 17°	125	30,1%	96,69	23,6%	1,28
17 - 25°	102	24,6%	63,91	15,6%	1,58
> 25°	71	17,1%	40,13	9,8%	1,74

A Tabela 7.3 foi obtida a partir da análise da Figura 7.21, nela observamos que inclinações de terreno acima de 10° apresentam valores de COPA acima de 1,0, sendo crescente o valor do coeficiente conforme as classes aumentam de inclinação.

A figura 7.22 mostra a distribuição das chuvas e escorregamento em função da distribuição das classes de declividade. Nela não foi possível distinguir com clareza intervalos e padrões de comportamento que individualizem as classes de declividade, uma vez que os dados se apresentam dispersos de forma heterogênea.

Destacando que as coordenadas da ocorrência são coletadas na frente da moradia, assim residências que estejam em classes de inclinação baixas (<10°), ainda assim podem apresentar escorregamentos caracterizados como a área de depósito dos sedimentos mobilizados, que ocorreram normalmente nos fundos da residência, causando um fator de incerteza entre a localização da ocorrência e dos atributos de inclinação na resolução de trabalho (30m).

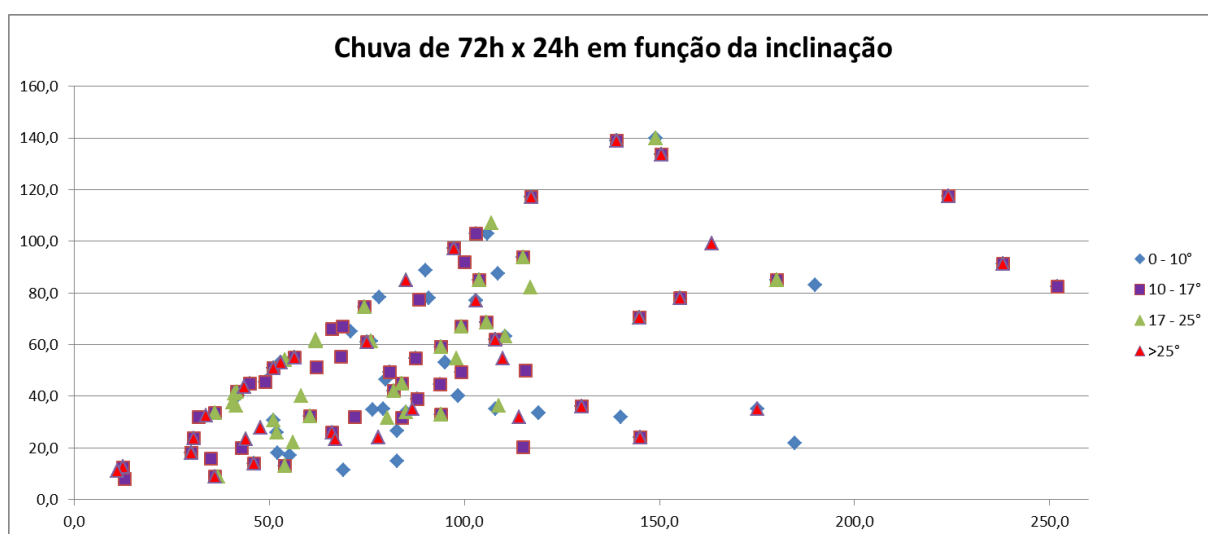


Figura 7.22: Distribuição das chuvas acumuladas (mm) em função inclinação.

7.3.4. Geomorfologia e Padrões de Relevo

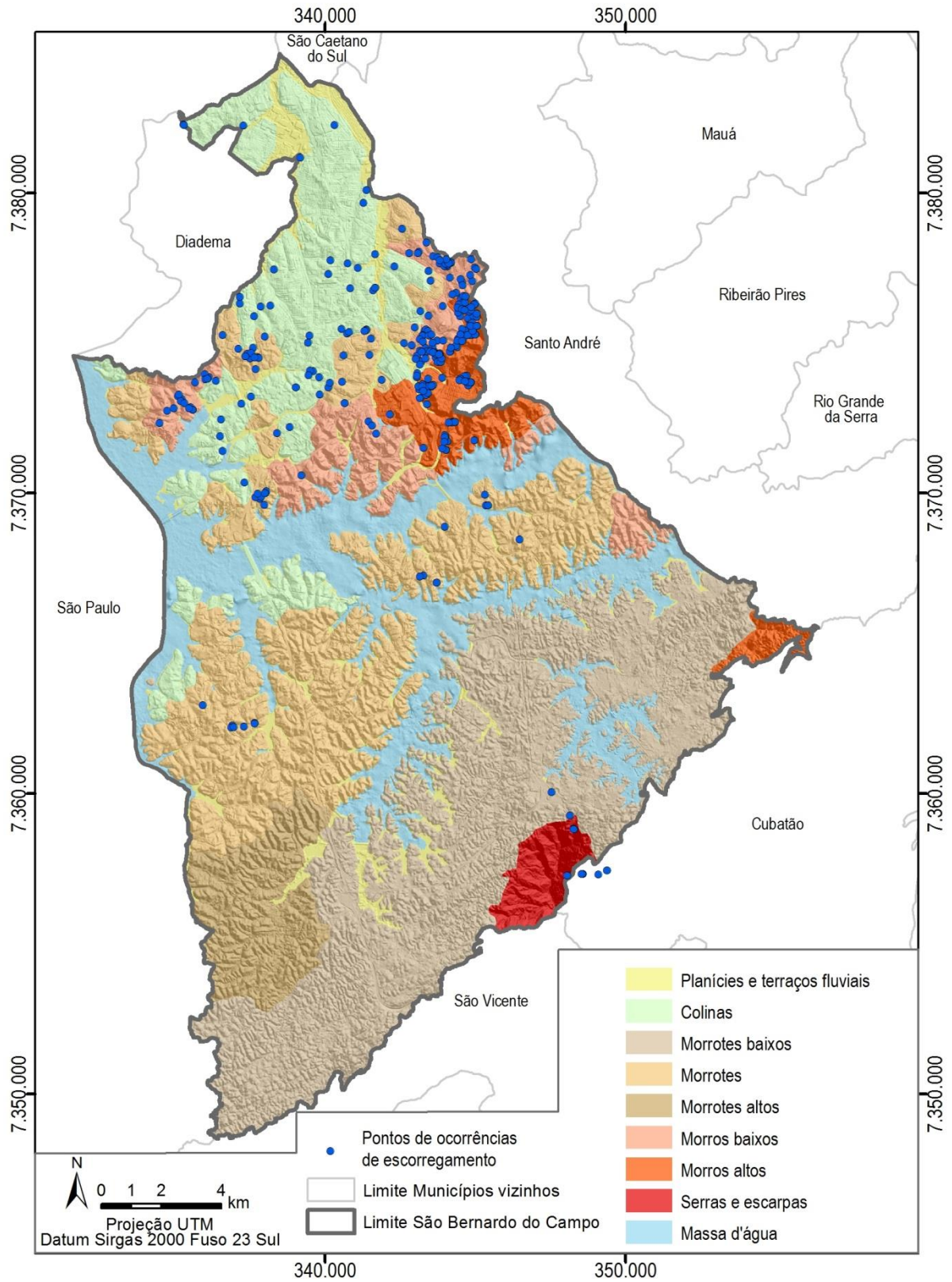


Figura 7.23: Ocorrências de escorregamento sobrepostas ao Mapa de padrões de relevo de São Bernardo do Campo (Classificação segundo IPT & EMPLASA 1990).

Tabela 7.4: Comparação entre as diferentes unidades de padrão de relevo, o número de ocorrências registradas, a sua área total e a média de chuva acumulada para 24h e 72h.

Forma de Relevo	Ocorrências	%	Área (km ²)	%	COPA
Colinas	41	9,9%	52,88	15,4%	0,64
Escarpas	13	3,1%	7,22	2,1%	1,48
Morros altos	173	41,7%	15,63	4,5%	9,27
Morros baixos	111	26,7%	24,3	7,1%	3,76
Morrotos	62	14,9%	86,28	25,1%	0,59
Morrotos altos	0	-	21,61	6,3%	-
Morrotos baixos	2	0,5%	114,77	33,4%	0,01
Planícies e terraços fluviais	13	3,1%	21,43	6,2%	0,50

A Tabela 7.4 foi obtida através da análise da Figura 7.23, nela se observa que 41,7% das ocorrências registradas se referem a escorregamentos na unidade de Morros Altos, e outros 26,7% ocorrem na unidade de Morros Baixos, estas duas unidades apresentam elevados valores de COPA, 9,27 e 3,76 respectivamente, indicando a relevância destas formas de relevo na deflagração de escorregamentos.

A figura 7.24 mostra a correlação de chuvas em função da distribuição das unidades de padrão de relevo. Porém, não foi possível distinguir intervalos e padrões de comportamento que individualizem as unidades, pois a dispersão dos dados é heterogênea.

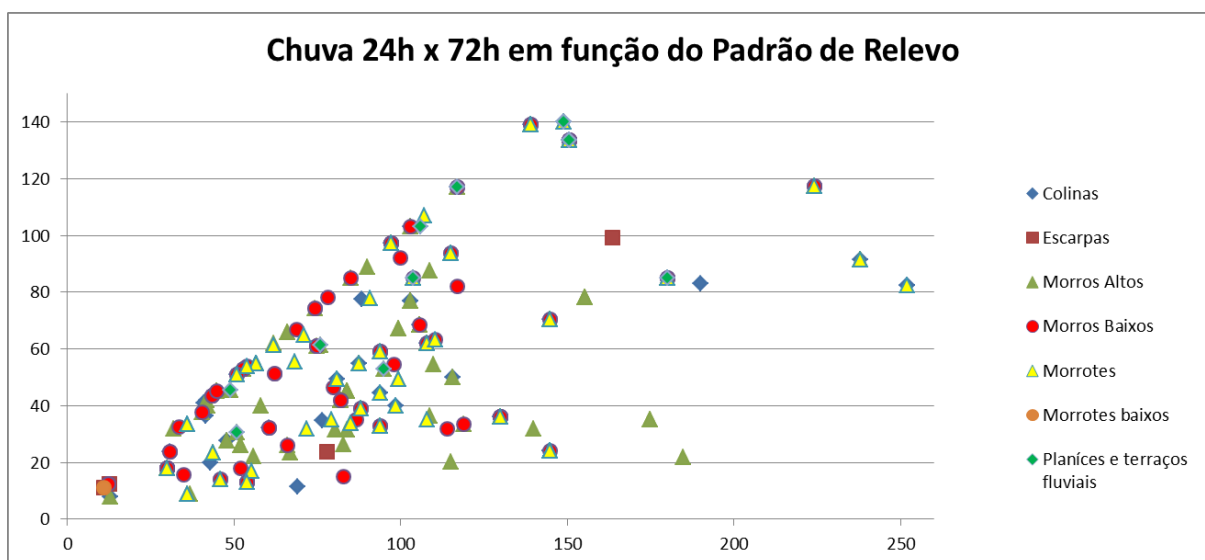


Figura 7.24: Distribuição das chuvas acumuladas (mm) em função do padrão de relevo.

7.3.5. Curvatura Vertical da Superfície

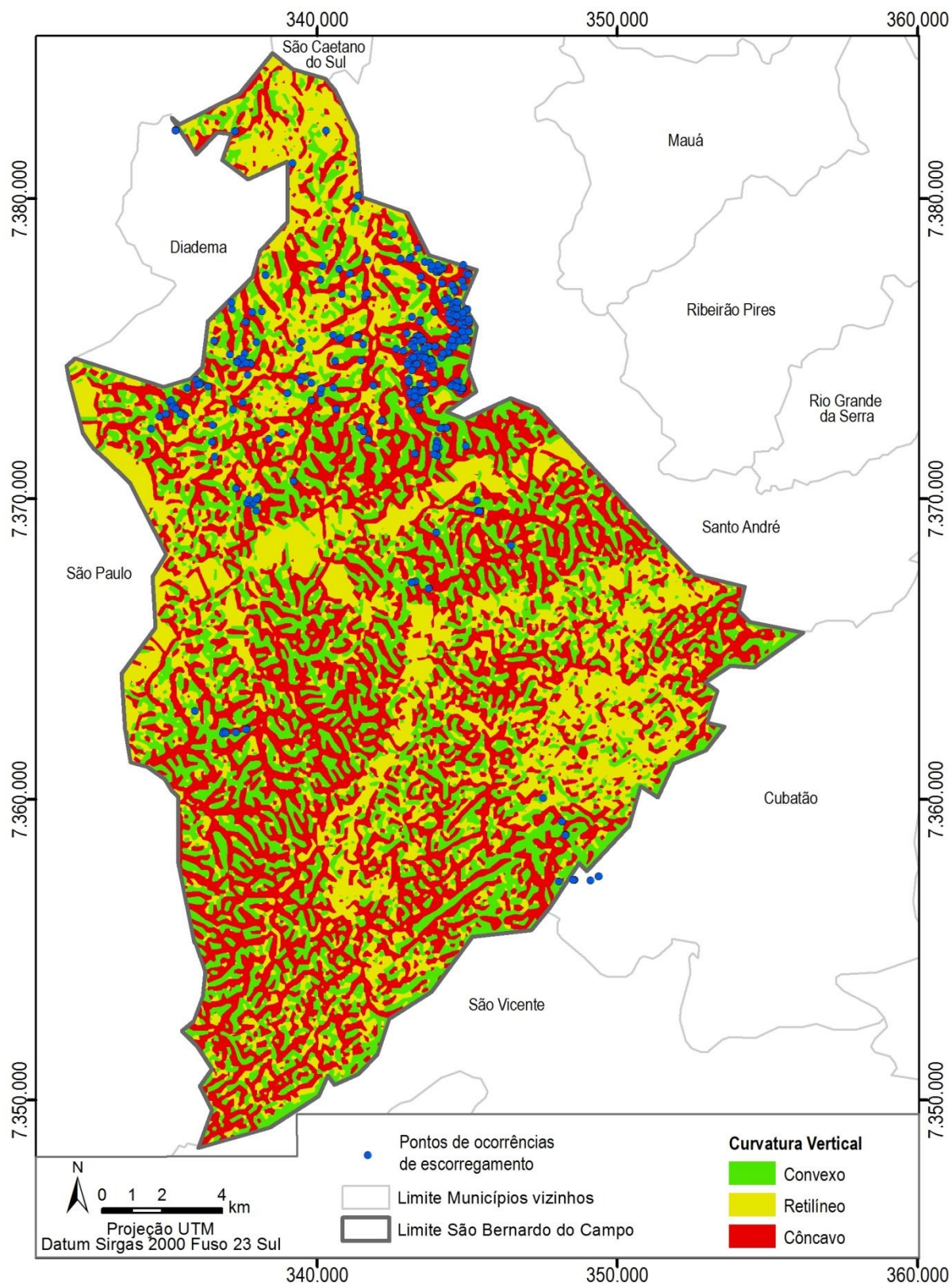


Figura 7.25: Ocorrências de escorregamento sobrepostas ao Mapa de Curvatura de Superfície de São Bernardo do Campo (Adaptado de Valeriano, 2008).

Tabela 7.5: Comparação entre as diferentes curvaturas da superfície, o número de ocorrências registradas, a sua área total e a média de chuva acumulada para 24h e 72h.

Curvatura Vertical da Superfície	Ocorrências	%	Área (km ²)	%	COPA
Côncavo	241	58,1%	169,09	41,4%	1,40
Retilíneo	53	12,8%	116,82	28,6%	0,45
Convexo	121	29,2%	122,26	30,0%	0,97

A Tabela 7.5 foi obtida através da análise da Figura 7.25, nela se observa que 58,1% das ocorrências registradas se referem a escorregamentos em áreas côncavas, e esta unidade, por sua vez, recobre 41,4% da área total do município, o seu valor de COPA é igual a 1,40. Curvaturas convexas tem valor de COPA 0,97 e curvaturas retilíneas apresentam 0,45 para o coeficiente.

A figura 7.26 mostra a distribuição das correlações de chuva em função da distribuição das diferentes curvaturas da superfície. Nela não foi possível distinguir com clareza intervalos e padrões de comportamento que individualizem as unidades, uma vez que os dados se apresentam dispersos.

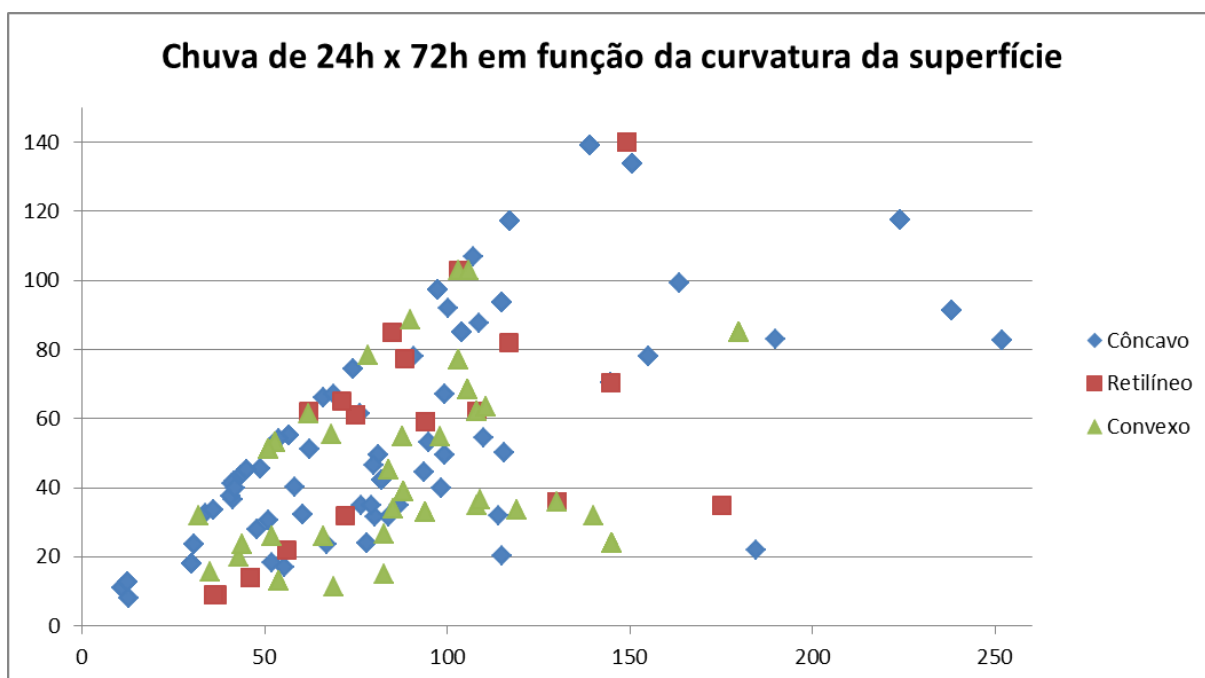


Figura 7.26: Distribuição das chuvas acumuladas (mm) em função da curvatura vertical da superfície.

7.3.6. Densidade de Ocupação do Solo

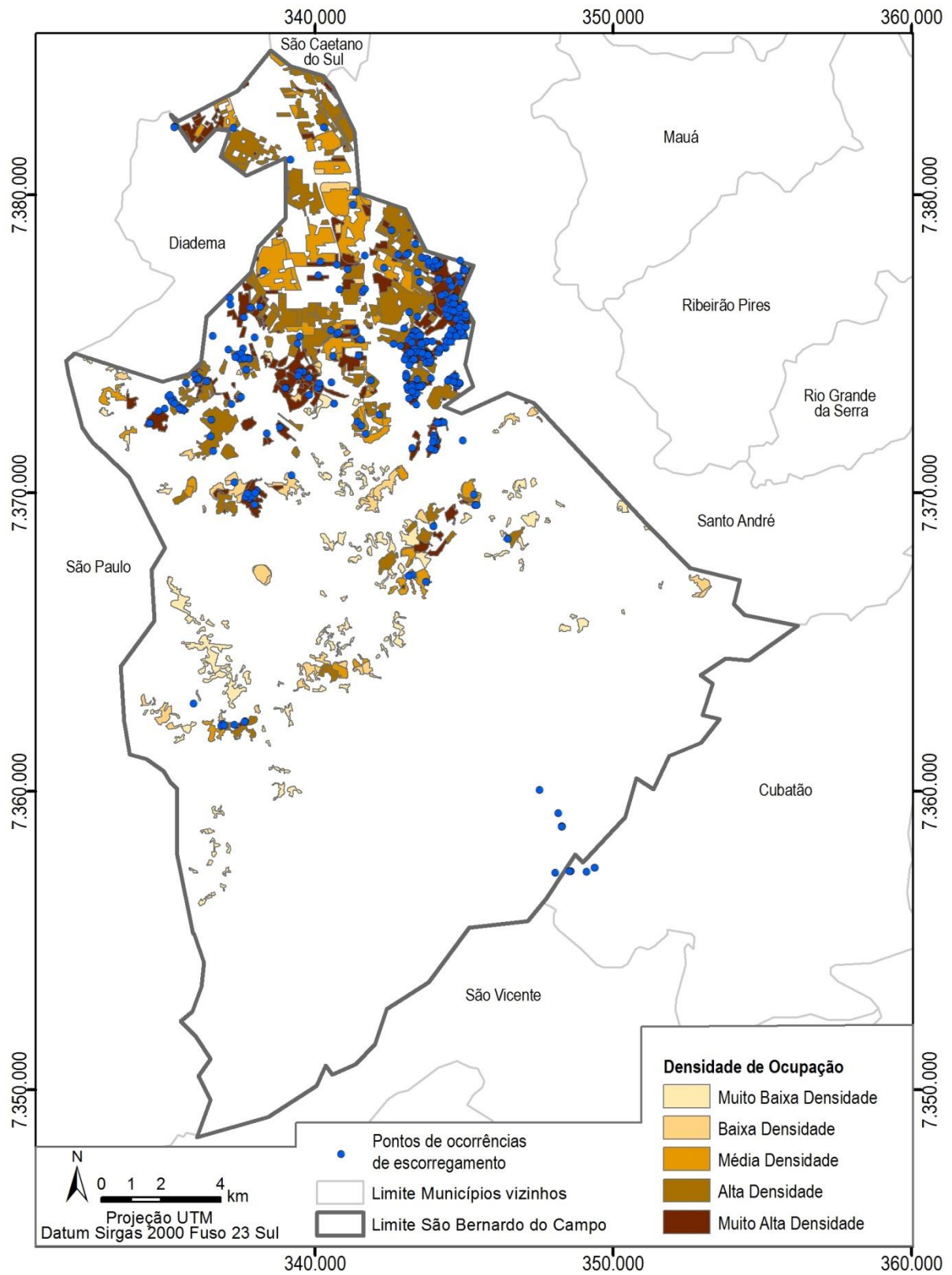


Figura 7.27: Ocorrências de escorregamento sobrepostas ao Mapa de densidade de ocupação do solo de São Bernardo do Campo (Adaptado de IG, 2017).

Tabela 7.6: Comparação entre a densidade de ocupação do solo, o número de ocorrências registradas, a sua área total e a média de chuva acumulada para 24h e 72h.

Densidade de ocupação do solo	Ocorrências	%	Área (km ²)	%	COPA
Muito alta densidade	275	66,3%	13,77	3,4%	19,50
Alta densidade	59	14,2%	19,73	4,8%	2,96
Baixa e média densidade	16	3,9%	14,71	3,6%	1,08
Muito baixa densidade	0	-	6,76	1,7%	-
Sem classificação	65	15,7%	353,43	86,5%	0,18

A Tabela 7.6 foi obtida através da análise da Figura 7.27, nela se observa que dentro das áreas classificadas, áreas com muito alta densidade de ocupação correspondem a 66,3% das ocorrências registradas e apenas 3,4% da área, desta forma o seu valor de COPA é o mais alto da série, 19,50. Áreas com alta densidade também se destacam pelo valor 2,96 para o coeficiente. Estes dados indicam a relação direta entre a densidade de ocupação do solo e a deflagração de movimentos gravitacionais de massa.

A figura 7.28 mostra a distribuição das correlações de chuva em função da densidade de ocupação do solo. Contudo, a partir desta distribuição não foi possível distinguir com clareza intervalos e padrões de comportamento que individualizem as unidades, uma vez que os dados se apresentam dispersos de forma heterogênea.

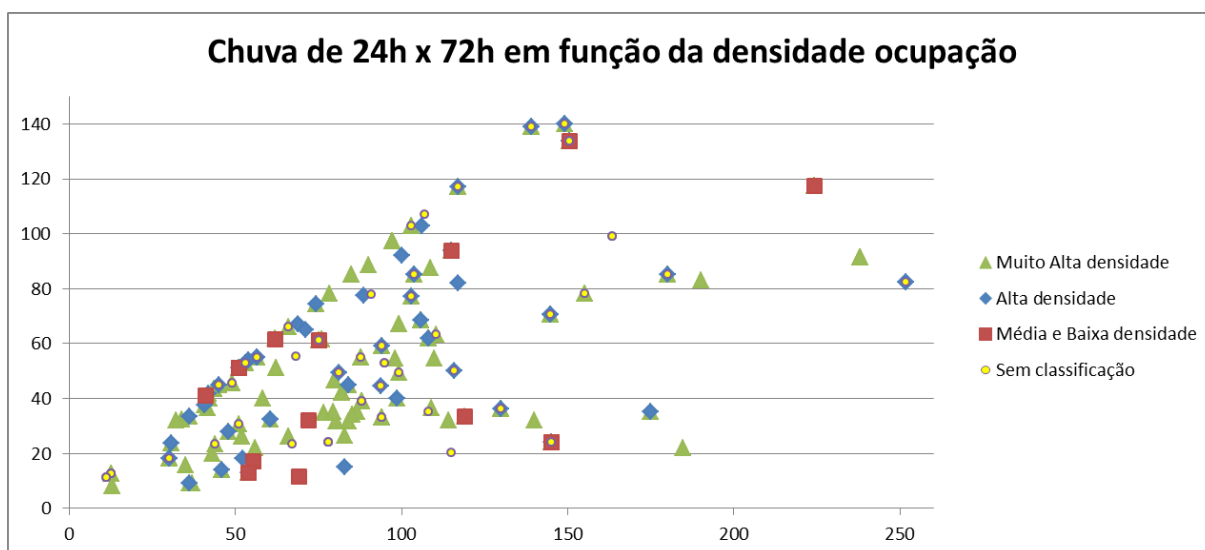


Figura 7.28: Distribuição das chuvas acumuladas (mm) em função da densidade de ocupação do solo.

7.3.7. Classes de Suscetibilidade

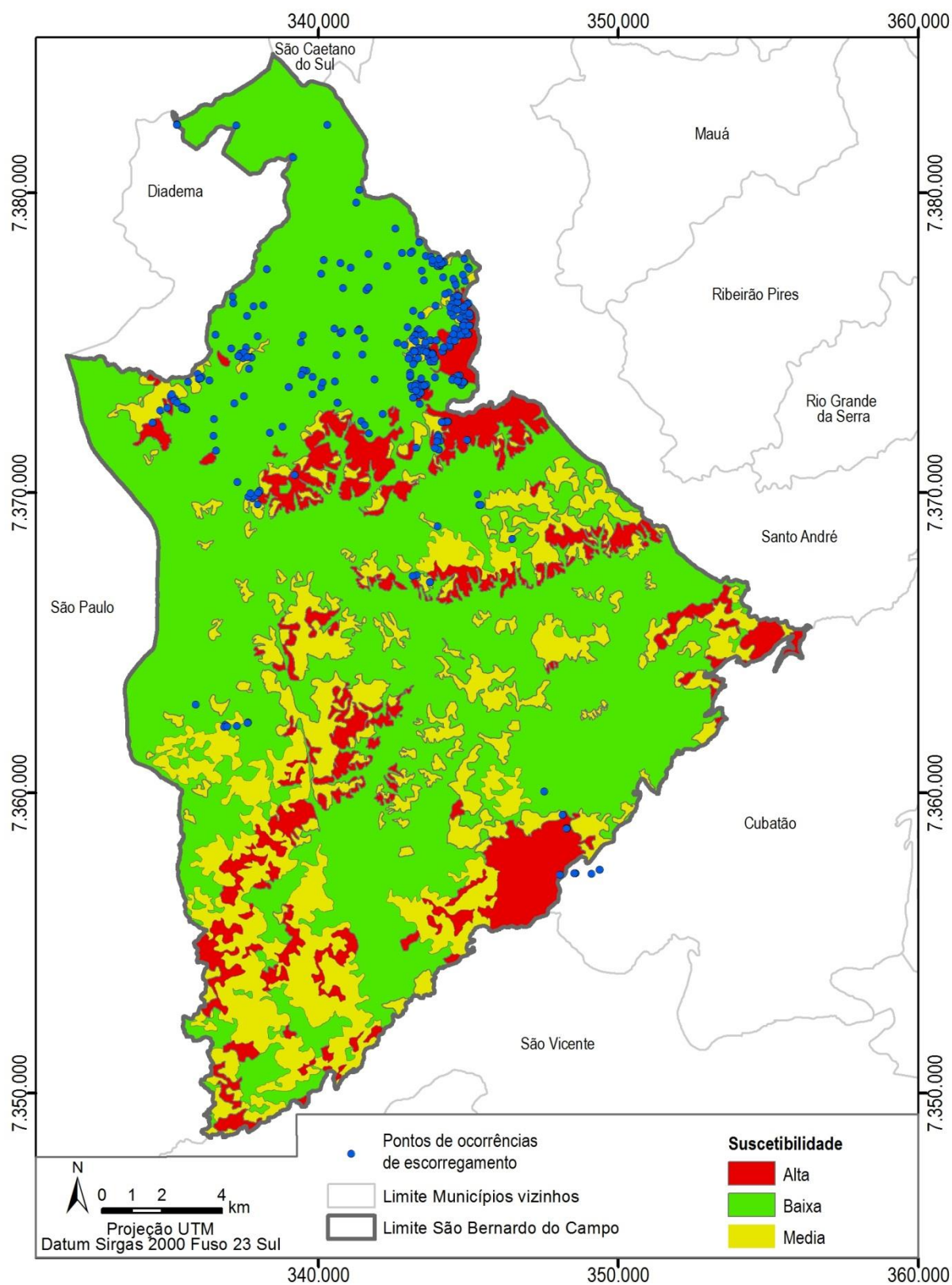


Figura 7.29: Ocorrências de escorregamento sobrepostas ao Mapa de suscetibilidade a escorregamentos (Adaptado de CPRM e IPT, 2014).

Tabela 7.7: Comparação entre as classes de suscetibilidade, o número de ocorrências registradas, a sua área total e a média de chuva acumulada para 24h e 72h.

Suscetibilidade	Ocorrências	%	Área (km ²)	%	COPA
Alta	124	29,9%	50,72	12,4%	2,41
Media	116	28,0%	85,71	21,0%	1,33
Baixa	175	42,2%	272,49	66,6%	0,63

A Tabela 7.7 foi obtida através da análise da Figura 7.29, nela se observa que 29,9% das ocorrências registradas se referem a escorregamentos em áreas de Alta Suscetibilidade, e esta unidade representa 12,4% da área total do município, assim o seu valor de COPA igual a 2,41. Os valores de COPA diminuem junto com a diminuição da suscetibilidade, indicando que os fatores que compõem a suscetibilidade são efetivos para a determinação de deflagração de escorregamentos.

A figura 7.30 mostra a distribuição das correlações de chuva e escorregamentos em função das classes de suscetibilidade. Nela não foi possível distinguir com clareza intervalos e padrões de comportamento que individualizem as unidades, uma vez que os dados se apresentam dispersos de forma heterogênea.

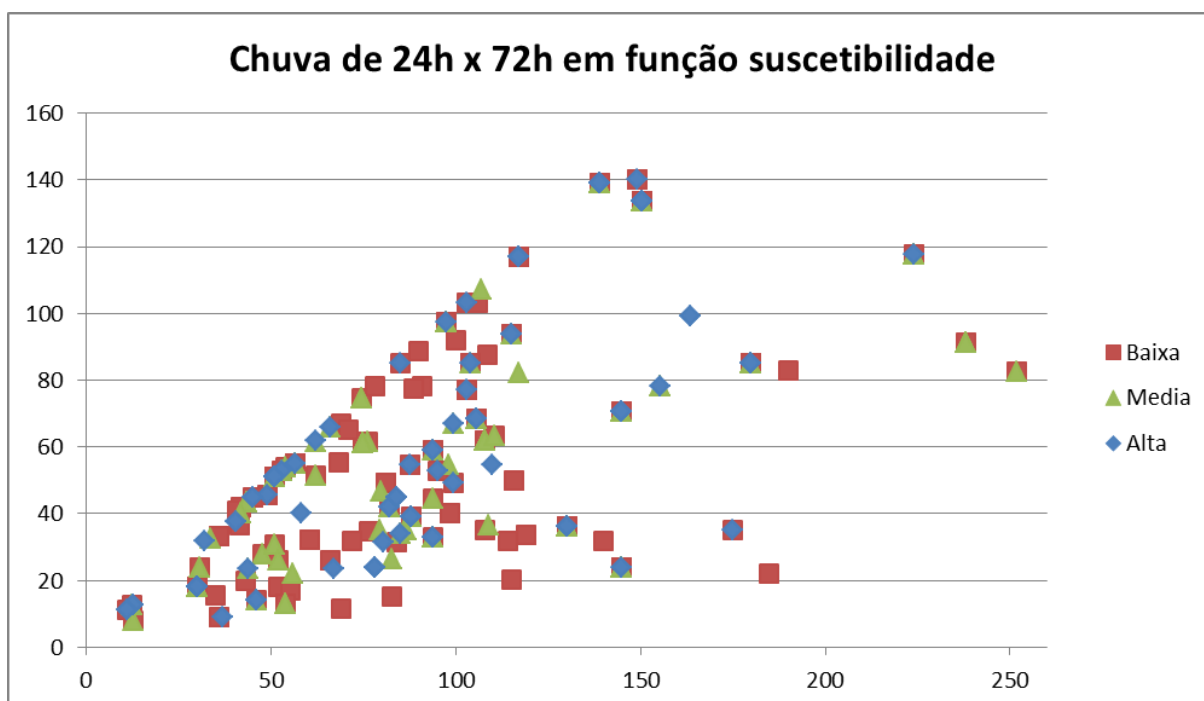


Figura 7.30: Distribuição das chuvas acumuladas (mm) em função dos níveis de suscetibilidade.

7.3.8. Discussão dos resultados de escorregamentos em função da espacialização

Os diferentes tipos de terrenos foram avaliados utilizando o fator adimensional de Coeficiente de Ocorrência por Área (C.O.P.A.). Nessa avaliação as Unidades de Terreno foram organizadas em função do valor de COPA. A combinação de diferentes critérios de classificação do terreno em função do coeficiente COPA indica não apenas quais fatores influenciam positivamente a deflagração de escorregamentos, mas também indica em qual proporção este fator atua no processo, podendo ser utilizado em um sistema de pesos e ponderações.

Todas as classes (UHT) com valores de COPA acima de 1,0 influenciam positivamente a deflagração de movimentos gravitacionais de massa. A comparação integrada de diferentes parâmetros (UTB), demonstrou que Unidades Terrenos com muito alta densidade de ocupação tendem a apresentar a maior influência sobre a ocorrência de movimentos gravitacionais de massa dentro dos critérios analisados, seguido por morfologias de relevo de morros altos e morros baixos. Destacam-se ainda terrenos com densidade de ocupação alta, suscetibilidade alta, ocorrência da unidade geológica de Micaxistos, e terrenos com inclinação superior a 25°. A Tabela 7.8 apresenta todos os resultados obtidos através do cálculo do Coeficiente de Ocorrência por Área (COPA).

Tabela 7.8: Unidades de Terreno em função do valor do Coeficiente de Ocorrência por Área (COPA)

#	Parâmetro (UTB)	Classe (UHT)	COPA
1	Densidade de Ocupação	Muito alta densidade	19,50
2	Forma do Relevo	Morros altos	9,27
3	Forma do Relevo	Morros baixos	3,76
4	Densidade de Ocupação	Alta densidade	2,96
5	Suscetibilidade	Alta	2,41
6	Geologia 1:100.000	Micaxisto e/ou meta-arenito	2,13
7	Inclinação	> 25°	1,74
8	Inclinação	17 - 25°	1,58
9	Forma do Relevo	Escarpas	1,48
10	Curvatura Vertical	Côncavo	1,40
11	Suscetibilidade	Média	1,33
12	Inclinação	10 - 17°	1,28
13	Geologia 1:750.000	Compl. Embu, xistos	1,27
14	Geologia 1:750.000	Corpo granito três lagos	1,11
15	Densidade de Ocupação	Baixa e média densidade	1,08
16	Curvatura Vertical	Convexo	0,97
17	Geologia 1:100.000	Granitos e granodioritos	0,91
18	Forma do Relevo	Colinas	0,64

#	Parâmetro (UTB)	Classe (UHT)	COPA
19	Suscetibilidade	Baixa	0,63
20	Geologia 1:750.000	Formação Resende	0,61
21	Forma do Relevo	Morrotes	0,59
22	Inclinação	0 - 10°	0,55
23	Forma do Relevo	Planícies e terraços fluviais	0,50
24	Geologia 1:100.000	Argilas, areias e cascalhos da Fm. São Paulo.	0,45
25	Curvatura Vertical	Retilíneo	0,45
26	Geologia 1:100.000	Aluviões fluviais	0,39
27	Geologia 1:750.000	Compl. Embu, ortognaisses	0,28
28	Geologia 1:750.000	Compl. Embu, paragnaisses	0,27
29	Densidade de Ocupação	Sem classificação	0,18
30	Geologia 1:100.000	Migmatitos e gnaisses graníticos	0,18
31	Geologia 1:750.000	Depósitos aluvionares	0,10
32	Forma do Relevo	Morrotes baixos	0,01
33	Geologia 1:100.000	Anfibolitos metabasitos	-
34	Geologia 1:100.000	Filitos e metassiltitos	-
35	Geologia 1:750.000	Compl. Embu, milonitos	-
36	Forma do Relevo	Morrotes altos	-
37	Densidade de Ocupação	Muito baixa densidade	-

7.4. Correlação de chuva e a frequência de escorregamentos

As datas com registro de ocorrências de escorregamento foram separadas de acordo com o número de registros para cada data, num total de 119 datas com registro de ocorrência no período de 24 anos da série histórica estudada.

A Tabela 7.9 a seguir mostra a separação das datas, a partir do agrupamento de datas com uma ou duas ocorrências, de três a dez ocorrências e de 11 a 32 ocorrências. Nota-se um acumulado médio de chuva para 24h e 72h maior para a ocorrência de três ou mais eventos em uma mesma data, quando comparado à ocorrência de um ou dois escorregamentos.

Tabela 7.9: Correlação entre eventos de chuva, o número de escorregamentos deflagrados e a média dos acumulados de chuva.

Frequência de Escorregamentos	Quantidade	Acumulado médio	
		24h (mm)	72h (mm)
1 a 2	90 datas	49,6	81,1
3 a 10	21 datas	79,8	116,7
11 a 32	8 datas	70,3	113,3

A Tabela 7.10 foi construída com o intuito de detalhar as datas com ocorrência de 11 ou mais escorregamentos, tal frequência ocorre apenas em oito datas, somando 143 ocorrências ao todo. Das oito datas analisadas, três fazem parte da temporada anômala de 2004-2005, e três fazem parte da temporada 2004-2005. As outras duas datas se referem às temporadas 2006-2007 e 2010-2011.

Todas as datas apresentaram acumulados de chuva de 72h acima de 130 mm ou chuva diária acima de 50 mm, exceção feita à data de 11/01/2005, que de acordo com o registro, apresentou apenas 30,0 mm de chuva acumulada de 72h e 18 mm de chuva em 24h.

Considerando a faixa móvel de chuva proposta por Guidicini e Iwasa (1977), seis das oito chuvas atingiram valores superiores a 8% da chuva média anual de São Bernardo do Campo, que é equivalente a 113,7 mm de chuva para 72h.

Tabela 7.10: Detalhamento da correlação entre eventos de chuva com 11 ou mais escorregamentos registrados.

Data	Número de ocorrências	Acumulado de chuva	
		24h (mm)	72h (mm)
11/01/2005	28	18,0	30,0
12/01/2005	32	133,6	150,6
25/05/2005	12	139,0	139,0
30/01/2007	13	70,4	144,8
20/01/2010	14	36,0	130,0
21/01/2010	11	85,0	180,0
22/01/2010	16	24,0	145,0
28/02/2011	17	51,0	51,0

A Figura 7.31 apresenta a distribuição da correlação de chuva em função do número de escorregamentos na data analisada, nela percebe-se a que as datas com três ou mais ocorrências apresentam uma tendência de descolamento da reta onde o acumulado de 24h é igual ao de 72h, ou seja, datas com ocorrência de múltiplos escorregamentos tendem a apresentar relação com acumulado de 72h, enquanto datas com a ocorrência de um ou dois escorregamentos podem ter os seus eventos deflagrados com um valor menor de chuva acumulada de 72h.

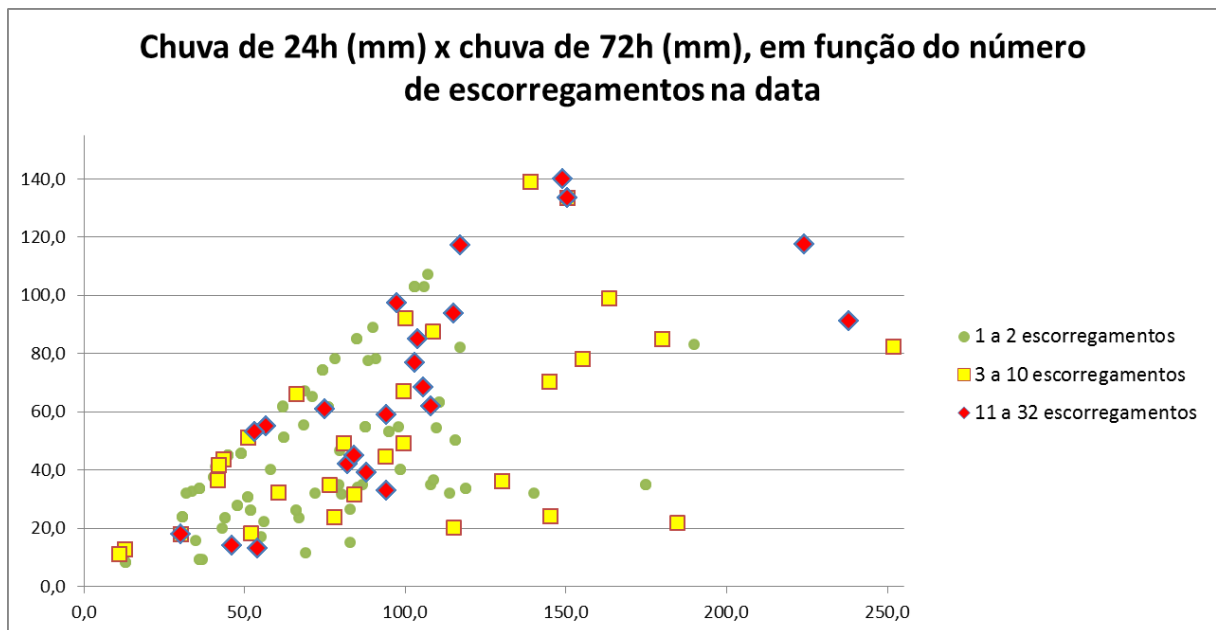


Figura 7.31: Distribuição da correlação de chuvas em função do número de escorregamentos registrados em uma mesma data.

7.5. Relação entre intensidade e acumulado de chuva

Os dados de chuva obtidos junto ao CEMADEN permitiram o estabelecimento da intensidade horária de chuva (mm/h) de um determinado evento. Os dados da rede de pluviômetros automáticos do CEMADEN encontram-se disponíveis a partir de novembro de 2013, para o município de São Bernardo do Campo.

O período avaliado se estende de novembro de 2013 a julho de 2016, e nele foram identificadas 29 ocorrências de escorregamento atendidas pela Defesa Civil, distribuídas em 16 datas diferentes.

A intensidade horária da chuva foi combinada com os valores acumulados de chuva para diferentes períodos, e descritas curvas que limitam combinações de intensidade x acumulado que deflagraram escorregamentos.

Nas figuras 7.32 a 7.37, a linha vermelha foi traçada para delimitar a área do gráfico onde ocorreram os escorregamentos. Em todos os gráficos o eixo y representa a maior intensidade horária de chuva registrada associada à data da ocorrência, no eixo x estão representados os diferentes acumulados de chuva que antecederam o escorregamento. Em seguida foi lançada a linha de tendência e a

equação do tipo potencial ($y = a.x^b$) que mais se adequa ao traçado inicial, representada na cor preta.

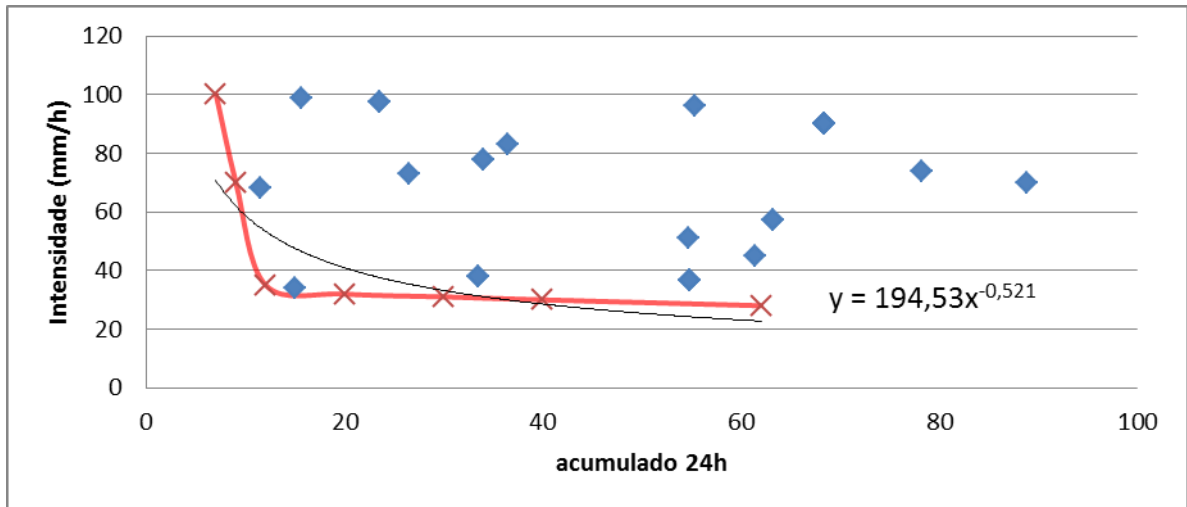


Figura 7.32: Relação de intensidade de chuva (mm/h) x acumulado de chuva de 24h (mm).

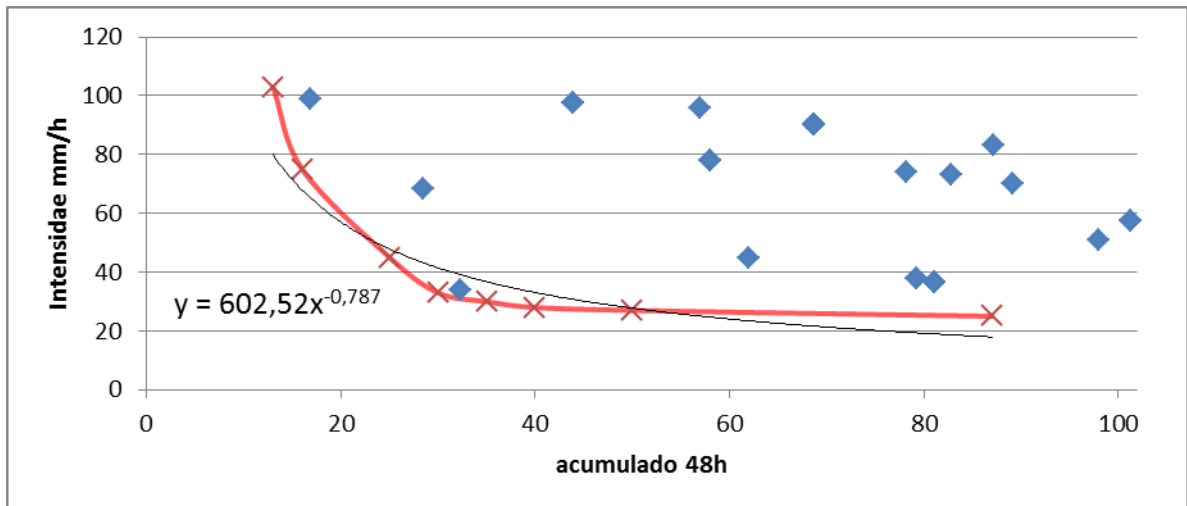


Figura 7.33: Relação de intensidade de chuva (mm/h) x acumulado de chuva de 48h (mm).

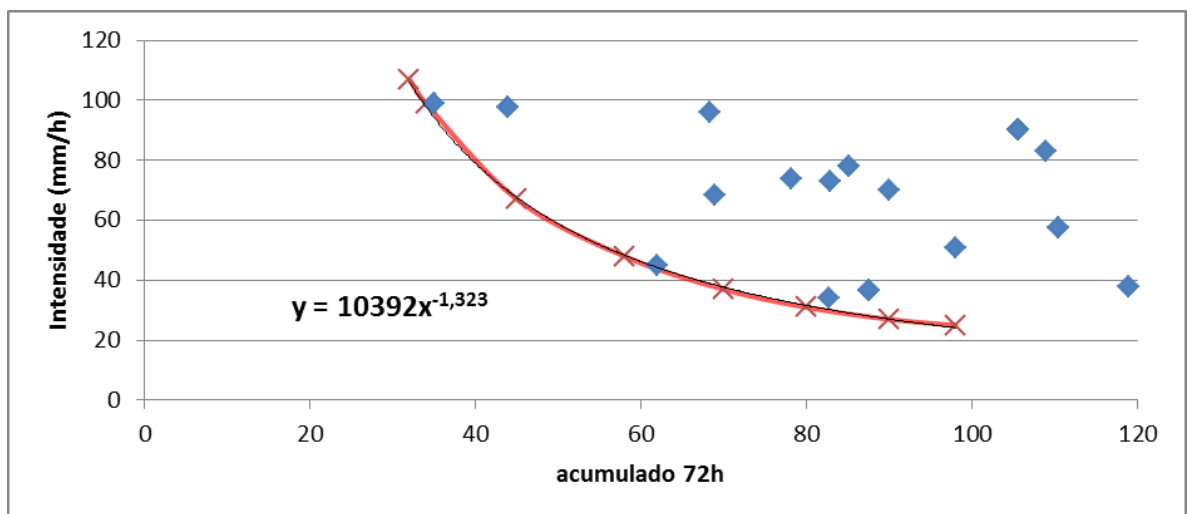


Figura 7.34: Relação de intensidade de chuva (mm/h) x acumulado de chuva de 72h (mm).

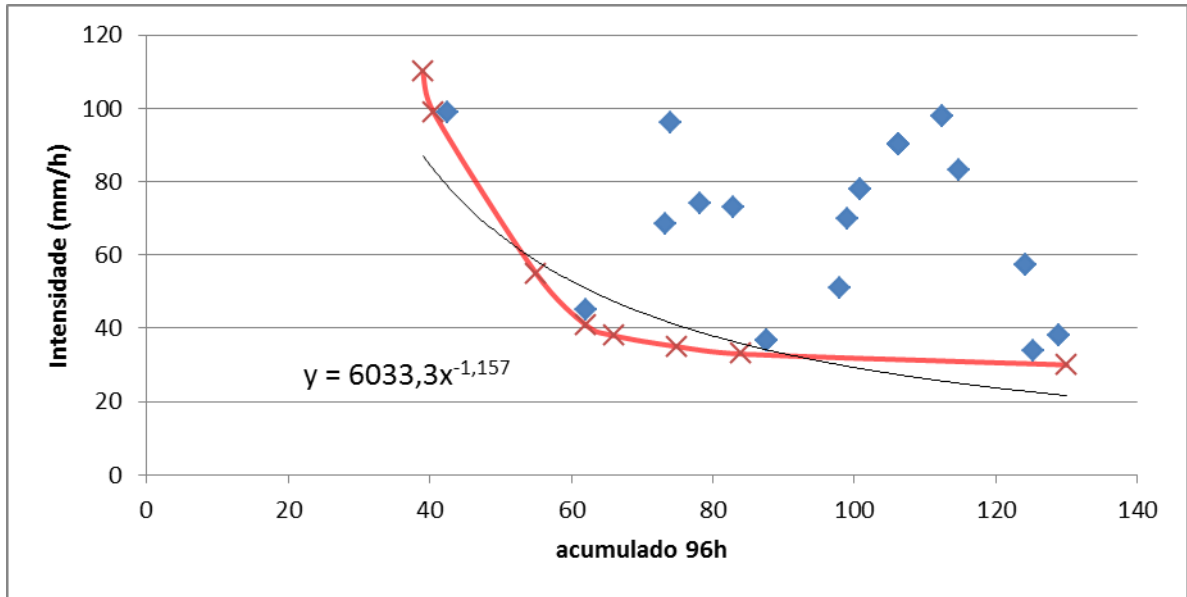


Figura 7.35: Relação de intensidade de chuva (mm/h) x acumulado de chuva de 96h (mm).

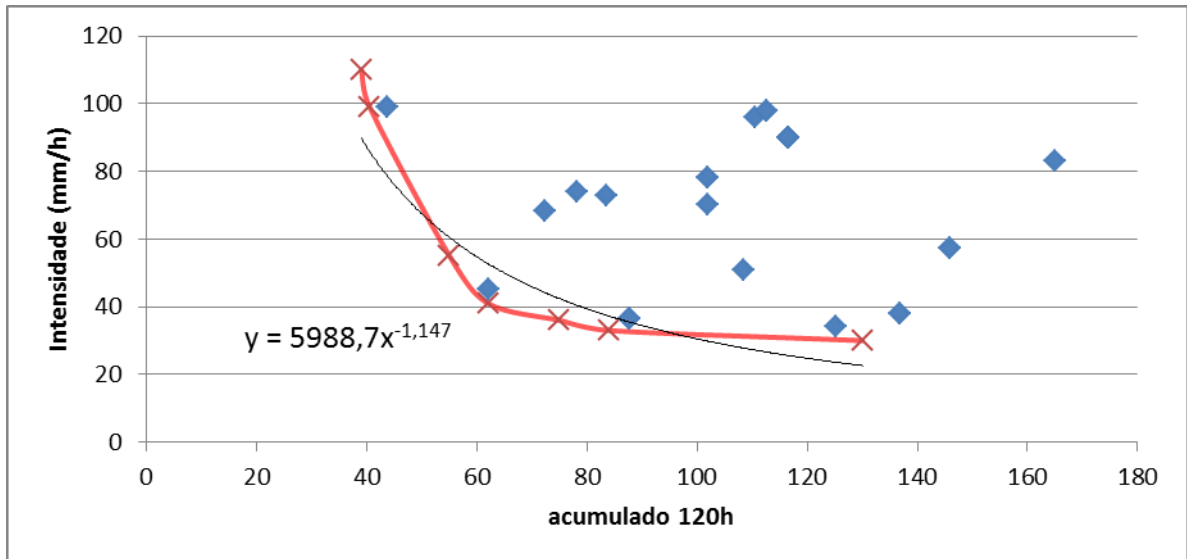


Figura 7.36: Relação de intensidade de chuva (mm/h) x acumulado de chuva de 120h (mm).

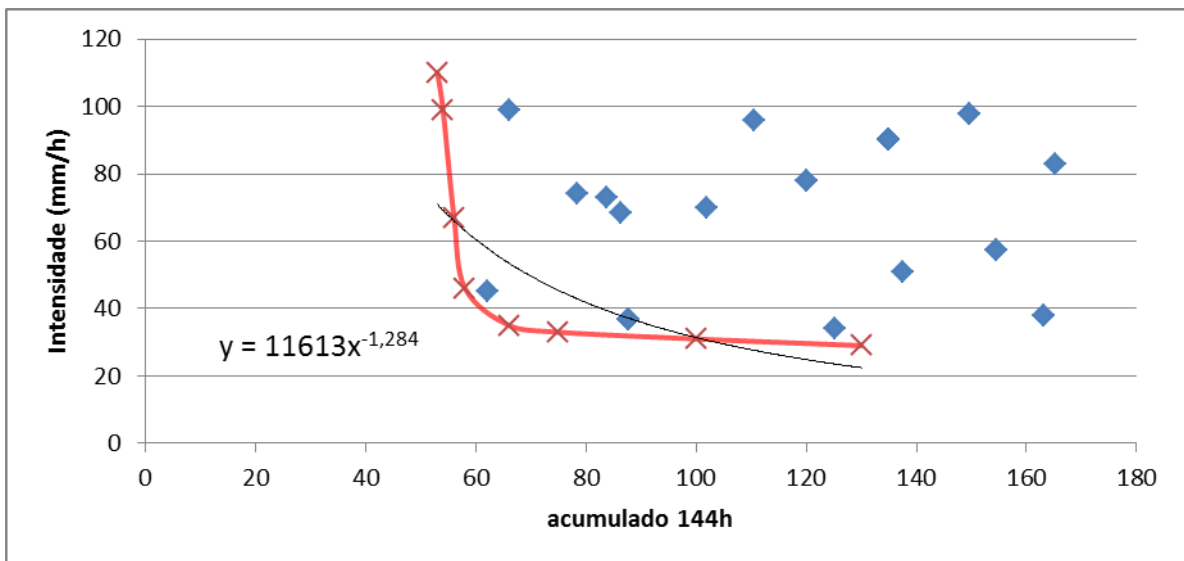


Figura 7.37: Relação de intensidade de chuva (mm/h) x acumulado de chuva de 144h (mm).

A tabela 7.11, mostra a equação de cada linha de tendência traçada para separar a área gráfica onde ocorreram deslizamentos da área sem o registro de ocorrências. A título de comparação para a escolha da equação que mais se encaixa na curva traçada no gráfico, além das equações foi indicado também o valor de R² para cada gráfico, uma vez que o R² é um coeficiente de determinação do ajustamento dos valores observados a um modelo proposto, neste caso as envoltórias traçadas.

Ao analisar cada gráfico resultante da combinação entre intensidade horária e os diversos acumulados de chuva, fica evidente a maior fidelidade entre a reta traçada e a linha de tendência para o acumulado de 72h. Desta maneira a análise dos dados pluviográficos de 2013 a 2016, corrobora os dados de todo o histórico (1993 a 2016) apresentado no item 7.2.

Tabela 7.11: Equação e R² entre a envoltória traçada e a linha de tendência descrita pela equação para cada Acumulado de chuva.

Acumulado	Equação	R ²
24h	$y = 194,53x^{-0,521}$	0,7147
48h	$y = 602,52x^{-0,787}$	0,8399
72h	$y = 10392x^{-1,323}$	0,9902
96h	$y = 6033,3x^{-1,157}$	0,8181
120h	$y = 5988,7x^{-1,147}$	0,8471
144h	$y = 11613x^{-1,284}$	0,6158

7.6. Relação entre intensidade de chuva e unidades territoriais básicas

Uma vez determinado que o acumulado de chuva a ser utilizado nas análises era o de 72h que antecederam o escorregamento analisado, associado com as correlações positivas da espacialização das ocorrências do item 7.3, os dados pluviográficos com disponibilidade de intensidade permitem a delimitação de envoltórias de correlação dos eventos, para as unidades territoriais selecionadas, a saber: unidades geológicas, inclinação do terreno, padrões de relevo, curvatura superficial, densidade de ocupação e suscetibilidade.

As figuras 7.38 a 7.44 apresentam os resultados dessas comparações. Em alguns casos foi possível distinguir padrões diferentes em resposta às características do local, para estes casos foram traçadas curvas de envoltória mínima que limitam tal comportamento observado, sendo apresentadas também as equações de cada curva traçada.

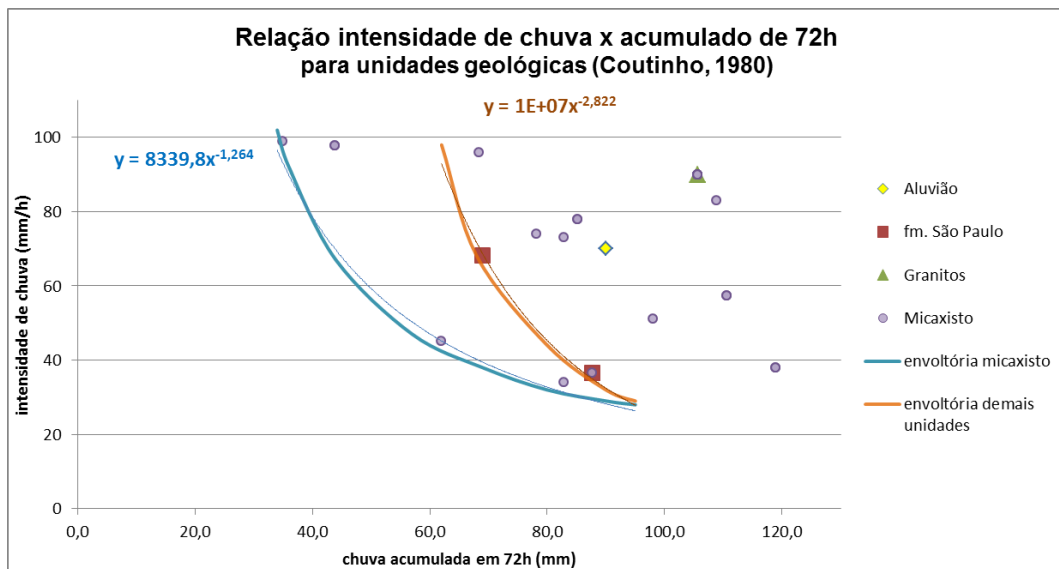


Figura 7.38: Relação entre intensidade de chuva (mm/h) e acumulado de 72h (mm) para unidades geológicas (Coutinho, 1980).

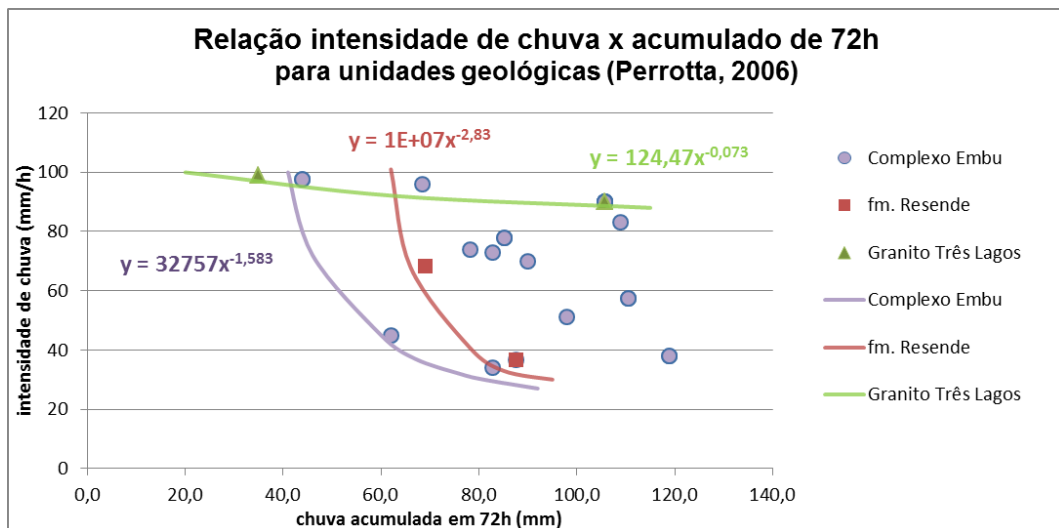


Figura 7.39: Relação entre intensidade de chuva (mm/h) e acumulado de 72h (mm) para unidades geológicas (Perrotta, 2006).

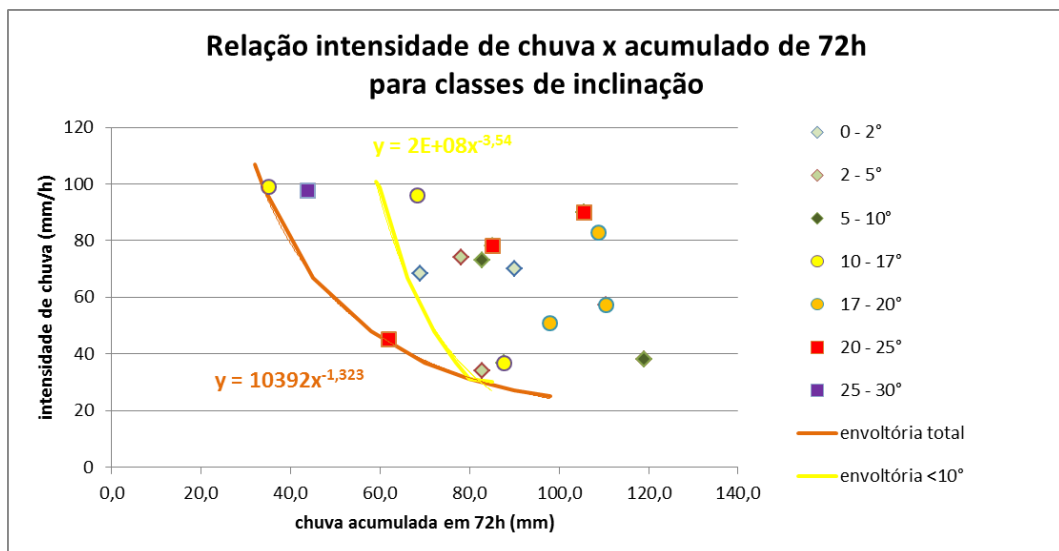


Figura 7.40: Relação entre intensidade de chuva (mm/h) e acumulado de 72h (mm) para as diferentes classes de inclinação

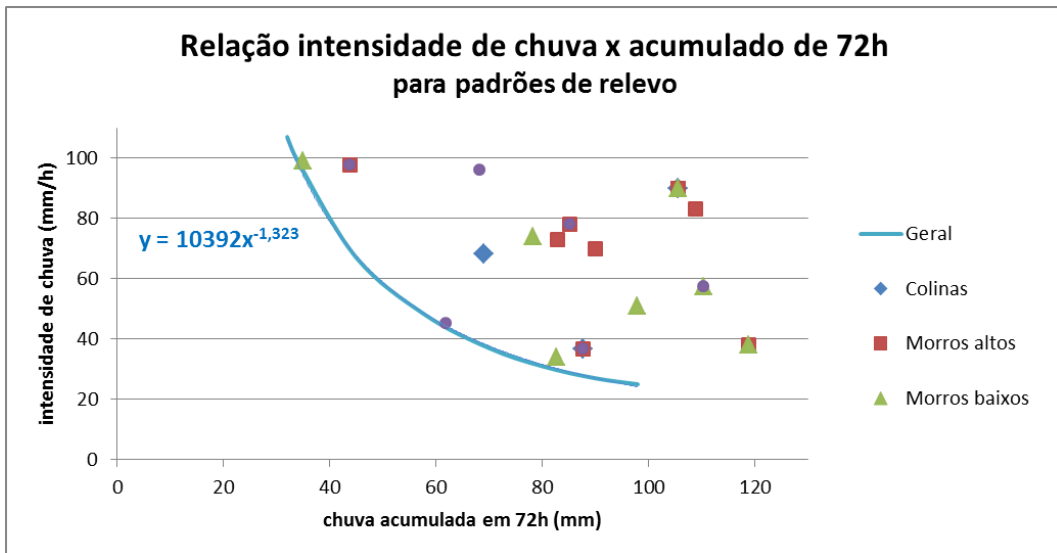


Figura 7.41: Relação entre intensidade de chuva (mm/h) e acumulado de 72h (mm) para os diferentes padrões de relevo.

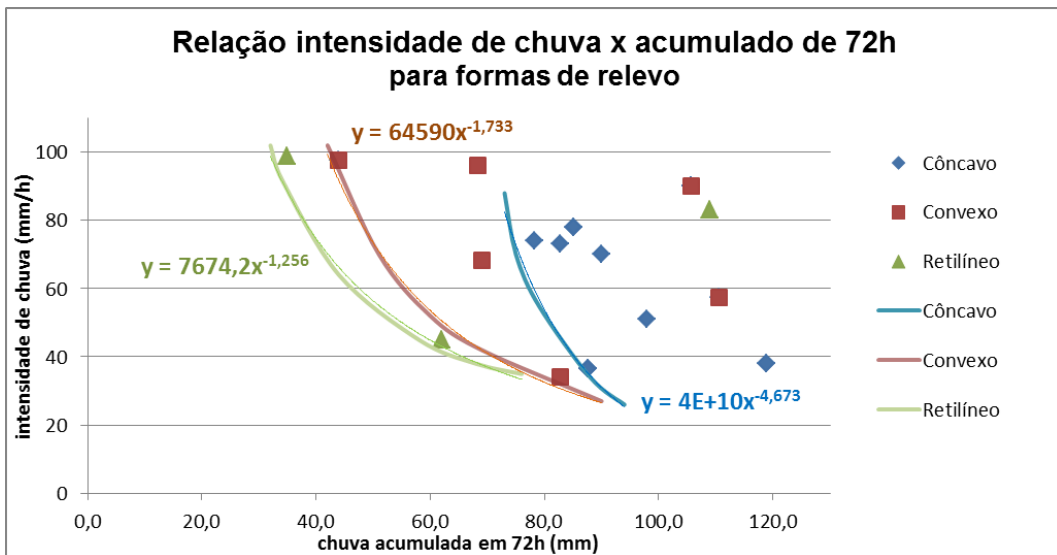


Figura 7.42: Relação entre intensidade de chuva (mm/h) e acumulado de 72h (mm) para as diferentes formas de relevo (curvatura da superfície).

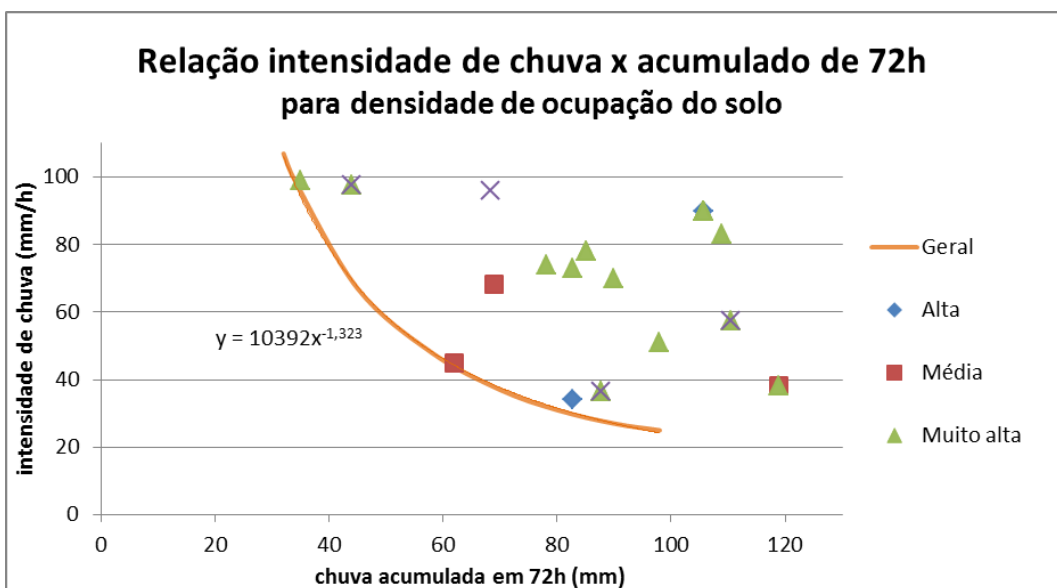


Figura 7.43: Relação entre intensidade de chuva (mm/h) e acumulado de 72h (mm) para densidade de ocupação do solo.

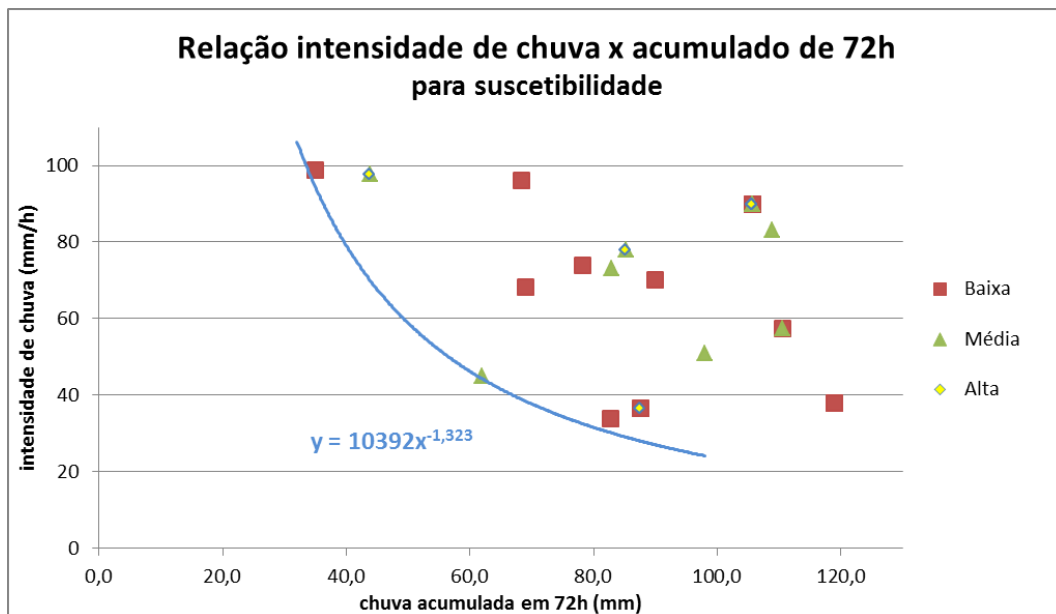


Figura 7.44: Relação entre intensidade de chuva (mm/h) e acumulado de 72h (mm) para suscetibilidade.

A comparação entre o comportamento da chuva ante as unidades geológicas em escala 1:100.000 indicou dois padrões de comportamento diferentes, a curva azul indica a chuva que deflagrou escorregamentos na área composta pela unidade de Micaxisto, que apresenta menores valores de chuva acumulada para a deflagração, apresentando valores mínimos da ordem de 40 mm, enquanto para as demais unidades, limitadas pela curva laranja, foi necessário um maior volume de chuva acumulada, da ordem de 70 mm.

A avaliação feita sobre as unidade geológicas descritas em escala 1:750.000 também indicou valores de acumulado de chuva de 72h menores para a deflagração de escorregamentos na unidade de Xistos do Complexo Embu. Ocorrências na formação Resende apresentaram valores de acumulado da ordem de 70 mm de chuva, enquanto para ocorrências na área de granitos foi necessária uma intensidade horária de chuva bastante elevada.

A análise visual dos gráficos das correlações de unidade geológica de ambas as escalas, apontam um melhor encaixe entre as curvas das envoltórias dos dados comparados às curvas da equação ajustada, demonstrando que o aumento da escala de detalhe do mapa geológico aumenta a correlação dos dados de chuva e escorregamento espacializados pela unidade geológica.

As classes selecionadas para análise foram agrupadas em menores de 10°, representando trechos com baixas probabilidades de ocorrência, entre 10 e 17°, sendo o limite superior à referência da Lei Lehmann (Lei nº 6.766 de 1979) sob a qual a maior parte da ocupação do território do município foi realizada, de 17 a 25°, sendo o limite de 25° um dos mais citados limites empíricos de condicionante de movimentos de massa (Ministério das Cidades, 2007) e ainda constando como limite no código Florestal (Lei nº 12.651 de 2012). Inclinações acima de 25° foram enquadradas em uma classe única as ocorrências.

Para terrenos com inclinações menores que 10°, a chuva acumulada de 72h foi da ordem de 70 a 80 mm para a deflagração de escorregamentos, a partir da combinação com intensidade de chuva superiores a 30 mm/h. As demais classes apresentaram um comportamento parecido, não sendo possível distinguir com clareza diferentes padrões para a resposta aos valores de intensidade e de pluviometria acumulada.

Embora representados no item 7.3 com uma correlação positiva, não foi possível identificar distinção clara de comportamento quando as chuvas foram comparadas aos diferentes padrões de relevo, sendo traçada uma única curva que delimita um grupo com todas as medidas. O mesmo ocorreu quando as ocorrências foram analisadas quanto à densidade de ocupação do solo, não sendo possível distinguir padrões.

Quando as ocorrências foram comparadas com as formas de relevo (curvatura vertical da superfície) foram observados três padrões diferentes. Nos terrenos de forma retilínea, observou-se que os valores de acumulado de chuva para deflagração de escorregamentos foram da ordem de 40 a 60 mm. Os terrenos com forma convexa apresentaram acumulado de chuva da ordem de 50 a 80 mm. Por fim, terrenos côncavos apresentaram os maiores valores, a deflagração de escorregamentos nestes terrenos ocorreu apenas quando os acumulados de chuva atingiram valores superiores a 80 mm.

As comparações das correlações positivas apresentados no item 7.3, que apontam as formas côncavas como mais suscetíveis, com as curvas envoltórias deste item, demonstram que apesar de maior frequência de ocorrência de escorregamentos, estas requerem condições mais restritas de chuva como mecanismo deflagrador.

A correlação de chuvas e escorregamentos em função da suscetibilidade não proporcionou a separação de padrões de resposta do terreno às combinações de chuva acumulada e de intensidade de chuva, pois os eventos de escorregamento em função dos níveis de suscetibilidade tiveram uma distribuição heterogênea.

Ressalta-se que dentro do universo amostral avaliado foi observado um ponto em comum a todos os comparativos entre chuva e características do terreno. Este ponto se refere a um acumulado de chuva de 95 mm para 72h, e uma intensidade de chuva de cerca de 30 mm/h. A partir deste ponto, independente da característica do terreno, foram registradas ocorrências de escorregamento.

7.7. Registro de chuvas com e sem escorregamentos

Com o intuito de avaliar a deflagração de escorregamentos em função da combinação entre intensidade de chuva e acumulado, foram selecionadas datas com ocorrência de chuvas no período coberto pelos dados da rede de pluviômetros do CEMADEN.

Desta maneira, foram selecionadas datas com registro de chuvas para o período de novembro de 2013 a julho de 2016, sendo excluídas chuvas que apresentaram valores inferiores a 20 mm em 24h ou valores inferiores a 40 mm de chuva num período de 72h.

Comparando as datas selecionadas com o banco de dados de ocorrências de escorregamentos registradas, foram separadas as datas com escorregamentos e datas sem escorregamentos. Ao todo, foram utilizadas 34 datas na análise deste período, sendo 18 datas sem o registro de escorregamentos, e 16 datas com uma ou mais ocorrências registradas. Dessa forma, foi possível traçar uma curva que limita cenários que foram suficientes para a deflagração de escorregamentos, cujo resultado é apresentado na Figura 7.45.

Das 34 datas analisadas, 30 ficaram acima da curva envoltória descrita, sendo 16 delas correspondentes à ocorrência de escorregamento, e em 14 datas não foram registradas ocorrências de escorregamento.

Em seguida, as datas foram separadas de acordo com o número de ocorrências registradas em cada uma, o resultado é apresentado na Figura 7.46.

Nela observa-se a envoltória geral que destaca a deflagração de os primeiros escorregamentos, e uma segunda envoltória é traçada para distinguir as relações de chuva acumulada e intensidade de chuva que deflagraram dois ou três escorregamentos em uma mesma data. Esta segunda envoltória apresenta valores um pouco mais elevados de acumulado de 72h e de intensidade de chuva.

Uma terceira envoltória é apresentada com uma linha pontilhada pela baixa densidade de dados, e indica a envoltória para deflagração de quatro ou mais escorregamentos em uma mesma data, sendo necessários valores acumulados de chuva da ordem de 110 mm em 72h e intensidade de chuva superiores a 50 mm/h.

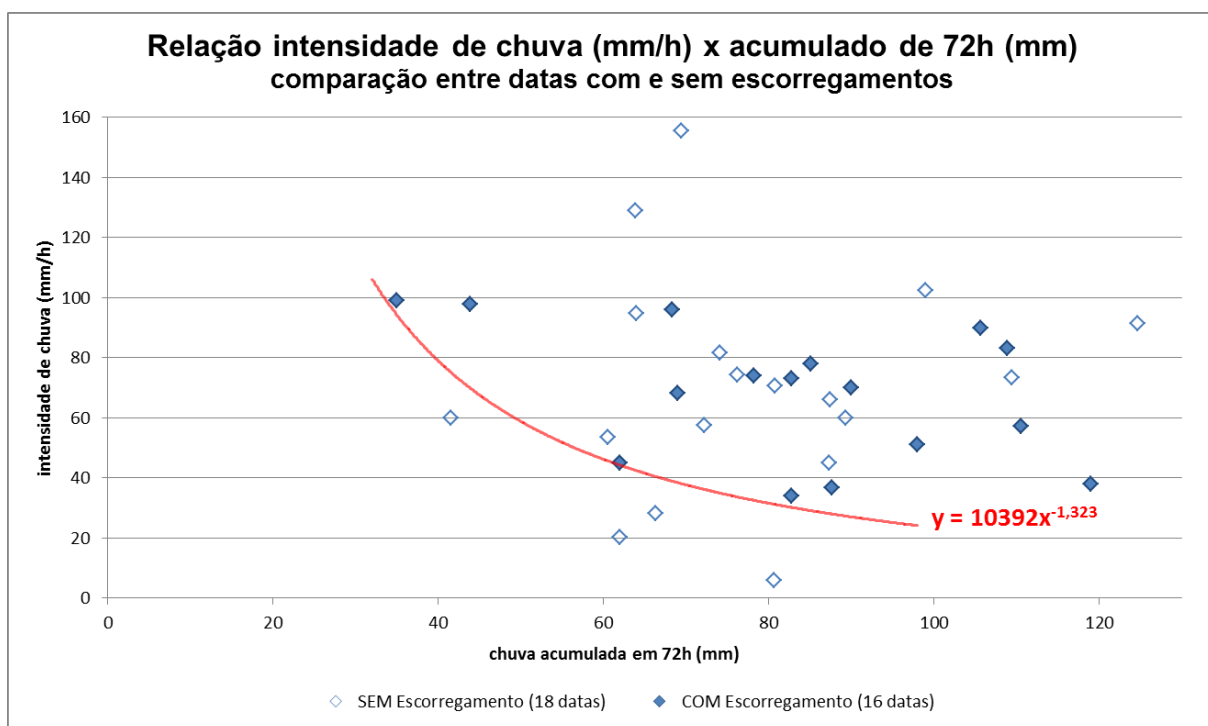


Figura 7.45: Relação entre intensidade de chuva (mm/h) e acumulado de 72h (mm) para datas com ou sem ocorrência de escorregamentos. Traçado e equação de envoltória para deflagração de escorregamentos.

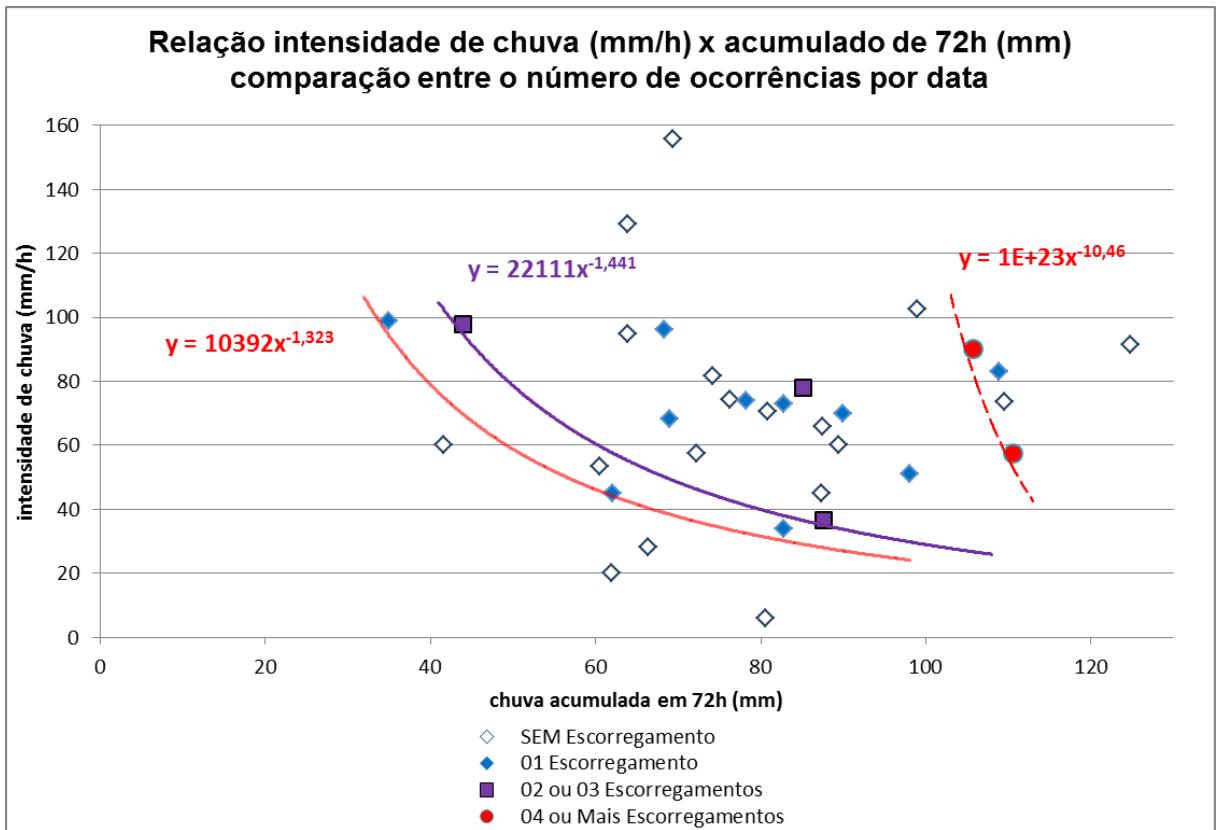


Figura 7.46: Relação entre intensidade de chuva (mm/h) e acumulado de 72h (mm) em função do número de escorregamentos. Traçado e equação de envoltória para deflagração de escorregamentos.

8. CONCLUSÕES

A distribuição do banco de dados de ocorrência em função do tempo demonstrou a intensa concentração de movimentos de massa nos meses de maior pluviometria, período entre dezembro e março. A comparação entre escorregamentos e a pluviometria anual média indica anomalias no número de ocorrências, concentradas em temporadas de chuva acima da média, destacando-se as temporadas 2004-2005 e 2009-2010, cujas pluviosidades estiveram respectivamente, 27,6% e 55,8% acima da média.

A comparação da distribuição temporal dos escorregamentos em função da intensidade de fenômenos El Niño e La Niña indica uma maior concentração de eventos em períodos de El Niño, com cerca de 60% das ocorrências levantadas. A observação da previsão desses fenômenos permite uma simples e fácil referência de previsibilidade meteorológica para o planejamento do gerenciamento dos riscos de desastres naturais das temporadas de alta pluviosidade

A observação das ocorrências permitiu a identificação de uma clara anomalia nas tendências históricas de ocorrência, e o detalhamento das temporadas 2004-2005 e 2009-2010 demonstrou que a mudança no número de ocorrências foi acompanhado por valores de precipitações, igualmente anômalas, concentradas em pequenos períodos de tempo com quantidades de chuva acentuadas.

O evento meteorológico do mês de janeiro de 2005 registrou 73 escorregamentos, já no período entre 19 de janeiro e 04 de fevereiro de 2010 foram registrados 82 escorregamentos. Estes eventos de 2005 e 2010 atingiram pluviosidades acima da média histórica total de 47,5% e 172%, respectivamente.

A revisão de métodos para proposição de limiares críticos apresentou que diversos autores se valem de comparações com acumulados de chuva, variando entre 24h a períodos de 15 dias ou mais. A análise estatística dos dados coletados neste trabalho permitiu verificar que os acumulados de chuva que melhor se apresentaram dentro de uma distribuição estatística normal, foram as correlações de acumulados de 72 horas, validando e atribuindo confiança na adoção do período de 72h de chuvas acumuladas para as demais comparações entre chuva e escorregamentos.

A análise dos dados de correlação de chuvas e escorregamentos, distribuindo os dados espacialmente, permitiu a comparação das características de meio físico (Unidades Territoriais Básicas) compiladas, e ainda permitiu a adoção de um Coeficiente de Ocorrência Por Área (COPA). O valor de COPA se refere à divisão do percentual de ocorrência de escorregamento de uma determinada Unidade Homogênea de Terreno (UHT), pelo percentual da área ocupada por esta UHT no município.

A proposição deste coeficiente proporcionou uma ferramenta de comparação integrada das ocorrências e chuvas nas diferentes UHTs, cujos resultados entre todos os fatores observados do meio físico comparados possibilitaram a indicação de quais fatores apresentam melhor influência e proporção na deflagração de escorregamentos.

O valor de COPA destacou como fatores de maior influência na deflagração de movimentos de massa, em ordem de prioridade: 1) terrenos com muito alta densidade de ocupação; 2) padrões e morfologias de relevo de morros altos e morros baixos; 3) densidade de ocupação alta; 4) ocorrência da unidade geológica do Micaxisto; e 5) terrenos com inclinação superior a 25°, ainda podem ser destacados outros fatores em acordo com a Tabela 7.8.

Do universo de 24 anos (8.768 dias) de série temporal os 415 escorregamentos foram distribuídos em apenas 129 dias, indicando que comumente, houve eventos múltiplos de escorregamento no mesmo dia. A comparação entre as datas que registraram ocorrências, e o número de ocorrências registradas em cada data indica que os eventos hidrológicos que culminaram em ocorrências múltiplas de escorregamento preferencialmente estão associados aos acumulados de 72 horas, que no modelo conceitual deflagrador acarreta uma condicionante de acúmulo de águas. Eventos hidrológicos de apenas uma ocorrência, ocasionalmente duas, tendem a se associarem a chuvas sem acumulado antecedente relevante, representadas no acumulado de 24 horas.

Os dados pluviométricos obtidos junto ao CEMADEN proporcionaram o cálculo de intensidade de chuva instantânea para períodos de 10min (expressos em mm/hora), a partir destes dados foi possível a aplicação do método de correlação proposto por Tatizana *et al.* (1987), contudo apenas para o período contemplado pelos dados (novembro de 2013 a julho de 2016). Esta análise permitiu a construção

gráfica da envoltória de escorregamento para o município de São Bernardo do Campo (área total), a envoltória foi traduzida na forma da seguinte equação:

$$I (Ac) = 10.392 \times Ac^{-1,323}$$

Onde:

I = intensidade horária da chuva (mm/h); e

Ac = acumulado de chuva em 72h (mm).

Ao se avaliar os dados de intensidade e acumulado de chuva frente às diferentes Unidades Homogêneas do Terreno adotadas, associados com as correlações positivas representadas no índice COPA, conclui-se que diferentes unidades espaciais de análise permitem respostas diferentes na correlação, e assim permitindo que diferentes compartimentações espaciais apresentem diferentes equações, no modelo proposto por Tatizana et al. (1987). Contudo o reduzido universo dos dados, tanto de ocorrências, quanto pluviométricos, do período não permitiram a segura proposição de equações individualizadas para cada UHT, mesmo que tenha sido possível distinguir as UHT's que oferecem menor resistência à deflagração de escorregamentos por ação de chuva, destacando a unidade geológica dos Micaxistos, as áreas de inclinações de terreno superiores a 10°, e ao padrão de relevo de morros e principalmente os trechos de alta e muito alta densidade de ocupação.

Importante ressaltar que, embora no momento não tenha sido possível o estabelecimento de tais equações individualizadas, num futuro próximo, com a disponibilização de maior quantidade de dados, as equações de previsões de escorregamentos desse tipo poderão ser definidas por unidades territoriais distintas, combinadas ou não, o que permitirá uma melhor gestão de desastres dessa natureza.

O universo amostral do presente trabalho permitiu a determinação de limiares críticos de chuva capazes de deflagrar movimentos gravitacionais de massa no município de São Bernardo do Campo, como um todo. Contribuindo com a gestão municipal de desastres naturais dessa tipologia. E os dados ainda permitiram concluir a notória sensibilidade na deflagração das ocorrências frente a uma distribuição espacial dos dados, compartimentando-os por aspectos do meio físico,

contribuindo com dados técnico-científicos para a compartimentação e ponderação na combinação de aspectos do meio físico para outras localidades, com objetivo de determinação de limiares críticos de chuva locais e a previsão de deflagração de movimentos gravitacionais de massa.

Um modelo simplificado de correlação entre chuvas e escorregamentos foi proposto com recomendações para a aplicação diária junto a Defesa Civil municipal em SBC, esta proposta segue exposta no Anexo 1.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR, C.B.D. *Produção do espaço urbano a partir da implantação do Trecho Sul do Rodoanel, em São Bernardo do Campo: impasses e perspectivas*. 2010. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2010.
- ALHEIROS, M.M.; SOUZA, M.A.A.; BITOUN, J.; MEDEIROS, S.M.G.M.; AMORIM JÚNIOR, W.M. *Manual de ocupação de morros da Região Metropolitana de Recife*. Recife: Fundação de Desenvolvimento Municipal, 2003. 384p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – Banco de dados HidroWeb – Sistema de Informações Hidrológicas. Disponível em <www.hidroweb.ana.gov.br>, acesso em 23 ago. 2016.
- AUGUSTO FILHO, O. Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas: uma proposta metodológica. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA SOBRE ESTABILIDADE DE ENCOSTAS, 1., 1992, Rio de Janeiro. ABMS/ABGE/PCRJ, 1992. v.2, p.721-733.
- AUGUSTO FILHO, O.; VIRGILI, J.C. Estabilidade de Taludes. In: SANTOS, A.M.; BRITO, S.N. *Geologia de Engenharia (orgs.)*. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE), 1998. cap. 15.
- BONGIOVANNI, L.A.; FUKUMOTO, M.M.; ANTONIO, C.A.; FIGUEIREDO, F.T.; CAYRES, M.V.A. Operação Guarda-Chuva: Prevenção e resposta a desastres naturais em São Bernardo do Campo-SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL. 13., 2011. São Paulo, SP. *Anais do 13º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental*.
- BONGIOVANNI, L.A.; COSTA L.A.N., FUKUMOTO, M.M. Gestão Municipal de Riscos Ambientais Urbanos em São Bernardo do Campo-SP In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 15., 2015. Bento Gonçalves, Brasil.
- BRAND, E.W. Relationship between rainfall and landslides in Hong Kong. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON LANDSLIDES, 4., 1984. Toronto: [s.n.], 1984. v.1, p.377-84.

- BRASIL, 2007. *Políticas públicas de prevenção e resposta aos desastres: as ações da SEDEC de 2003 a 2006*. Relatório de Atividades. 47 p. Brasília: Ministério da Integração Nacional, Secretaria Nacional de Defesa Civil.
- CASTRO, J.M. *Pluviosidade e movimentos de massa nas encostas de Ouro Preto*. 2006. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2006.
- CASTRO, A. L. C. *Glossário de defesa civil: estudo de riscos e medicina de desastres*. Brasília: MPO/ Departamento de Defesa Civil, 1998. 283 p.
- CERRI, L.E.S; MACEDO, E.S; OGURA, A.T; SANTORO, J. Plano Preventivo de Defesa Civil (PPDC) para escorregamentos no trecho paulista da Serra do Mar, SP. In: SANTOS, A.R. (ORG.). *Geologia de Engenharia: conceitos, método e prática*, 2009., 2ª ed. rev. e ampl. p. 56-61.
- COUTINHO, J.M.V. *Carta geológica da região metropolitana de São Paulo*. São Paulo, SP: 1980. Escala 1:100.000.
- CPRM. *Ação Emergencial para Delimitação de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Enchentes, Inundações e Movimentos de Massa*. São Bernardo do Campos, São Paulo. Brasília: Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Ministério de Minas e Energia, 2014.
- D'ORSI, R.; D'ÁVILA, C.; ORTIGÃO, J.A.R.; DIAS, A.; MORAES, L.; SANTOS, M.D. Rio-Watch: The Rio de Janeiro landslide watch system. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA SOBRE ESTABILIDADE DE ENCOSTAS, 2., 1997. Rio de Janeiro. 1997. v.1, p. 21- 30.
- DELMONACO, G.; IPPOLITO, F.; MARGOTTINI, C. The CEC Project. Meteorological Factors influencing slope stability and slope movement type: evaluation of hazard prone areas. In: REVIEW MEETING OF HYDROLOGICAL AND HIDROGEOLOGICAL RISKS, 1., 1995. Brussels. *Official Publications of European Communities*. Bruxelas: 1995. p. 259-283.
- ELBACHÁ, A.T.; CAMPOS, L.E.P.; BAHIA, R.F.C. Tentativa de correlação entre precipitação e deslizamentos na cidade de Salvador. In: CONFERÊNCIA

BRASILEIRA SOBRE ESTABILIDADE DE ENCOSTAS, 1.,1992. Rio de Janeiro, 1992.

FEIJÓ R.L.; D'ORSI R.N.; PAES, N.M. Chuvas e Movimentos de Massa no Município do Rio de Janeiro. In: PROCEEDINGS OF BRAZILIAN CONFERENCE ON SLOPE STABILITY, 3., Brasil. 2001.

FIORI, A.P.; CARMIGNANI, L. *Fundamentos de mecânica dos solos e das rochas: aplicações na estabilidade de taludes*. 2. ed. Curitiba: 2011.

GARIANO, S.L.; BRUNETTI, M.T.; IOVINE, G.; MELILLO, M.; PERUCCACCI, S.; TERRANOVA, O.; VENNARI, C.; GUZZETTI, F. Calibration and validation of rainfall thresholds for shallow landslide forecasting in Sicily, southern Italy. In: *Geomorphology*, 228, p. 653–665, 2015.

GUIDICINI, G., NIEBLE, C.M. *Estabilidade de taludes naturais e de escavação*. 2. ed. São Paulo: 1984.

GUIDICINI, G., IWASA, O.Y. *Ensaio de Correlação entre Pluviometria e Deslizamentos em Meio Tropical Úmido*. São Paulo: IPT, 1976.

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

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Carta geotécnica e mapa de localização de áreas de risco de escorregamento – ao planejamento e à gestão do uso e ocupação do solo no município de São Bernardo do Campo, SP*. São Paulo: IPT, 1999. Escala 1:25.000.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO e COMPANHIA DE PESQUISAS E RECURSOS MINERAIS. *Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações*. São Paulo: IPT e CPRM. 2014. Escala 1:25.000

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO E EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO DA GRANDE SÃO

PAULO. *Carta de aptidão física ao assentamento urbano, escala 1:50.000 – guia de utilização*. São Paulo: IPT e EMPLASA, 1990. Escala 1:50.000

INSTITUTO GEOLÓGICO. *Desastres Naturais: conhecer para prevenir*. TOMINAGA, L.K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Org.). 1. ed., São Paulo, 2009.

INSTITUTO GEOLÓGICO (2017), Cadastro Georreferenciado de Eventos Geodinâmicos: 50 Municípios da Região Metropolitana de São Paulo, Baixada Santista e Litoral Norte. Projeto Transporte Sustentável de São Paulo. PENTEADO, D.R.; FERREIRA, C.J. (Org.). São Paulo, 2017.

ISO 31.000. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Gestão de Riscos: NBR/ISO 31000*, 2009: Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

JULIANI, C. O Embasamento Pré-Cambriano da Bacia de São Paulo. In: PROBLEMAS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO. Org.: ABGE/ABAS/SBG. São Paulo, 1992.

KAY, J.N.; CHEN, T. *Rainfall-landslide relationship for Hong Kong*. In: ICE. GEOTECHNICAL ENGINEERING. Bangkok: 1995. v. 113. p. 117-118.

LUMB, P. Slope failures in Hong Kong. *Quarterly Journal of Engineering Geology*, London, v. 8, p. 31-35. 1975.

MARCELINO, E. *Desastres Naturais e Geotecnologias: Conceitos Básicos*. Caderno Didático nº 1. Santa Maria: INPE/CRS, 2008.

MARTINS, V. T. S.; BACCI, D.; GRAMANI, M. F.; BOGGIANI, P. C.; FIGUEIREDO, F. T.; VARGAS, D. K. GOTO, E. A.; DA SILVA, M. F.; HIRATA, M. F.; MORAIS, N. L.; PISSATO, E. Ensino e Pesquisa para Prevenção de Acidentes e Desastres Naturais. In: BACCI, D. (org.). *Geociências e Educação Ambiental*. Curitiba: Ponto Vital, 2015.

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

- MINISTÉRIO DAS CIDADES, CITIES ALLIANCE. *Prevenção de riscos de deslizamentos em encostas: Guia para elaboração de políticas municipais*. CARVALHO, C.S.; GALVÃO, T. (Org.). Brasília: Ministério das Cidades; Cities Alliance, 2006.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES, INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Mapeamento de riscos em encostas e margem de rios*. CARVALHO, C.S.; MACEDO, E.S.; OGURA, A.T. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas, IPT, 2007.
- NADE/DRM-RJ. *Plano de contingência do DRM-RJ – Período de dezembro/2015 – abril 2016*. Relatório Técnico. Núcleo de Análise e Diagnóstico de Escorregamentos, Departamento de Recursos Minerais do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.
- NOGUEIRA, F. R.; SOUZA, L. A.; BONGIOVANNI, L. A.; FUKUMOTO, M. M. Plano Municipal de Redução de Riscos de São Bernardo do Campo, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 13., 2011. São Paulo. *Anais do 13º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental*. São Paulo: 2011.
- NOGUEIRA, F. R. ; SOUZA, L. A. Carta de suscetibilidade a processos múltiplos no município de São Bernardo do Campo, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 14., 2013. Rio de Janeiro. 2013.
- NOGUEIRA, F. R.; REGINO, T. M.; AKAISHI, A. G.; FUKUMOTO, M. M. *O conhecimento dos riscos e das precariedades – Subsídios para o PLHIS e as ações habitacionais em São Bernardo do Campo*. São Paulo, 2013.
- NUNES, L.H.; MODESTO, R.P. Comportamento pluviométrico nos municípios atendidos pelo plano preventivo de defesa civil – PPDC. *Revista IG*, São Paulo, 1992.
- National Weather Service (NWS). *El Niño and La Niña Years and Intensities Based on Oceanic Niño Index (ONI)*. National Oceanic and Atmospheric Administration

(NOAA). Disponível em: <<http://ggweather.com/enso/oni.htm>.> Acesso em: 01 dez. 2017.

PARIZZI, M.G.; SEBASTIÃO, C.S.; VIANA, C.S.; PFLUEGER, M.C.; CAMPOS, L.C.; CAJAZEIRO, J.M.D.; TOMICH, R.S.; GUIMARÃES, R.N.; ABREU, M.L.; SOBREIRA, F.G.; REIS, R. Correlação entre chuvas e movimentos de massa no município de Belo Horizonte, MG. In: *Geografias*. Belo Horizonte: 2010. v. 06., n.2., p.49-68.

PERROTTA, M. M. *et al.*. *Geologia e recursos minerais do estado de São Paulo: Sistema de Informações Geográficas - SIG*. Rio de Janeiro: CPRM, 2006. Programa Geologia do Brasil. Escala 1:750.000.

RICCOMINI, C.; PELLOGIA, A.U.G.; SALONI, J.C.L.; KOHENKE, M.W.; FIGUEIRA, R.M. Neotectonic activity in the Serra do Mar rift system (Southeastern Brazil). *J. South Am. Earth Sci.*, São Paulo, v. 2: p191-197. 1989.

RICCOMINI, C. *O Rift Continental do Sudeste do Brasil*. 1990. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

RICCOMINI, C.; COIMBRA, A.M.; TAKIYA, H. Tectônica e Sedimentação na Bacia de São Paulo. In: *Problemas Geológicos e Geotécnicos na Região Metropolitana de São Paulo*. Org.: ABGE/ABAS/SBG. São Paulo, 1992.

RICCOMINI, C.; SANT'ANNA, L.G.; FERRARI, A.L. Evolução geológica do Rift Continental do Sudeste do Brasil. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C.D.R.; BRITO NEVES, B.B (eds.). *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo: 2004. p. 383-405.

SALAROLI, I.S. *Movimentos de Massa no Município de Vitória – ES: Inventário, caracterização e indicativos de um modelo comportamental*. 2003. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2003.

SANTORO, J.; MENDES, R.M.; PRESSINOTTI, M.M.N.; MONOEL, G.R. Correlação entre chuvas e deslizamentos ocorridos durante a operação do plano

preventivo de defesa civil em São Paulo, SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA E GEOAMBIENTAL, 7., Maringá, 2010.

SÃO BERNARDO DO CAMPO. *Mapeamento e caracterização dos assentamentos precários e/ou irregulares do Município de São Bernardo do Campo*. 2010a. SBC: PMSBC/FUNEP, 2010.

SÃO BERNARDO DO CAMPO. *Plano Municipal de Redução de Riscos de São Bernardo do Campo*. 2010b. SBC: PMSBC/FUNEP, 2010.

SÃO BERNARDO DO CAMPO. *Plano Local de Habitação de Interesse Social de São Bernardo do Campo*. 2011. SBC: PMSBC, 2011.

SÃO BERNARDO DO CAMPO. *Operação Guarda-chuva. Porque a vida não pode ir por água abaixo*. 2013. Cartilha de Informação. SBC: PMSBC, 2013.

SIENA, M. A vulnerabilidade social diante das tempestades: da vivência dos danos na moradia à condição de desalojados/ desabrigados pelo recorte de gênero. In: VALENCIO, N.; SIENA, M.; MARCHEZINI, M.; GONÇALVES, J.C. *Sociologia dos desastres – Construção, interfaces e perspectivas no Brasil*. São Carlos: RiMa Editora, 2009.

TATIZANA, C.; OGURA, A.T.; CERRI, L.E.S.; ROCHA, M.C.M. Análise de Correlação entre Chuvas e Escorregamentos – Serra do Mar – Município de Cubatão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 5., 1987. São Paulo. *Anais do 5º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia*. São Paulo: 1987.

TOMINAGA, L. K. Escorregamentos. In: TOMINAGA, L.K.; SANTORO, J; AMARAL, R. *Desastres Naturais: Conhecer para prevenir*. 2. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2012. cap. 2.

TURNER, B.L.; NIELSEN, T.H. Influence of rainfall and ancient landslides deposits on recent landslides. *Geological Survey Bulletin*, Washington, n.1388, 18p, 1975.

- UN-ISDR - INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION, 2009. Terminology on Disaster Risk Reduction. Disponível em: <<http://www.UN-ISDR.org/we/inform/terminology>>. Acesso em: 12 jun. 2016.
- VALERIANO, M.M. *Topodata*: Guia para utilização de dados geomorfológicos locais. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. São José dos Campos, 2008.
- VARNES, D.J. Slope movement types and process. In: *Landslide analysis and control*. Washington. National Academy of Sciences. 1978
- VEDOVELLO, R.; FERREIRA, C.J.; SALIM, A.; DA COSTA, J.A.; MATSUZAKI, K. ROSSINI-PENTEADO, D.; OHATA, A.T.; Compartimentação fisiográfica do Estado de São Paulo: Base para análises ambientais em escala regional. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA E AMBIENTAL, 9., Bento Gonçalves. 2015.
- VIEIRA, R. *Um olhar sobre a paisagem e o lugar como expressão do comportamento frente ao risco de deslizamento*. 2004. 197f. Tese (Doutorado) – Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, 2004.
- XAVIER, H. *Percepção geográfica dos deslizamentos de encostas em áreas de risco no município de Belo Horizonte, MG*. 1996. 222f. Tese (Doutorado) - Departamento de Geografia, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Rio Claro, 1996.
- ZÊZERE, J.L.; RODRIGUES, M.L.; FERREIRA, A.B. Recent landslide activity in relation to rainfall in the Lisbon region (Portugal). *Geophysical Research Abstracts*, v.5, 2003.

**Anexo 01 – Recomendações para aplicação pela Defesa Civil de
São Bernardo do Campo, SP.**

Recomendações para a aplicação dos resultados para a Gestão de Risco

As recomendações propostas a seguir são baseadas na dissertação de Mestrado intitulada: “Determinação de limiares críticos de chuva deflagradores de movimentos gravitacionais de massa, município de São Bernardo do Campo, SP” (Fernandez, 2018).

Neste estudo foi levantado todo o histórico de movimentos de massa e dos dados de chuva registrados no município de São Bernardo do Campo (1993 a 2016), o que trouxe uma melhor compreensão da relação entre estes dois fatores, resultando em uma equação da envoltória de deflagração de movimentos de massa, ou seja, uma relação matemática definida entre os eventos de chuva e os escorregamentos ocorridos em SBC.

Este tipo de equação pode ser adotada na elaboração de uma rotina computacional que calcule automaticamente valores de Coeficientes de Precipitação Crítica (CPC), (Tatizana *et al.*, 1987), permitindo a combinação de acumulados medidos com dados de previsão meteorológica, gerando cenários de previsão de escorregamento.

Desta maneira, visando a aplicação do presente estudo na gestão de risco no município, foram geradas duas equações de previsão, uma para a deflagração de escorregamento em eventos isolados, e outra para a deflagração de eventos múltiplos de escorregamentos para o mesmo evento hidrológico, ambas as equações apresentando acerto de mais de 50% das chuvas com ocorrência, ou seja em mais da metade das chuvas acima dos limiares ocorreram escorregamentos, com a ressalva de que nenhum escorregamento induzido por eventos de chuva ocorreu com chuvas inferiores aos limiares propostos.

Visando a aplicação dos dados obtidos, em especial para situações nas quais não seja possível adoção de um sistema numérico computacional, propõe-se um formato simplificado para a gestão de risco no dia-a-dia da Defesa Civil. O quadro proposto a seguir apresenta três possíveis matrizes de correlação entre chuvas acumulada e prevista, sendo necessárias apenas três informações para a sua utilização:

- 1) Acumulado de chuva (mm) das últimas 48h para a área de interesse;
- 2) Previsão da quantidade de chuva (mm) para as próximas 24h; e
- 3) Previsão da intensidade de chuva (mm/h) para as próximas 24h.

De posse destas três informações os agentes técnicos deverão escolher qual das três possíveis matrizes será utilizada, em função da intensidade de chuva prevista, sendo considerada chuva fraca, aquelas com intensidade de até 10 mm/h, chuva moderada chuvas de até 25 mm/h de intensidade, e chuva forte as superiores a 25 mm/h (para este caso a matriz utiliza a intensidade de 50mm/h).

Uma vez escolhida qual das matrizes deverá ser utilizada, deve-se então cruzar os dados da chuva acumulada nas últimas 48h com a chuva prevista para as 24h seguintes. Cruzamentos que ocorram na parte amarela da matriz apresentam

probabilidade da ocorrência de ao menos um escorregamento no município, enquanto cruzamentos que ocorram na parte vermelha da matriz indicam a probabilidade da ocorrência de ao menos dois escorregamentos no município.

Tomando um cenário hipotético como exemplo. Em uma data qualquer, o serviço meteorológico informou a previsão de chuvas com intensidade forte, com quantidade de total chuva prevista em 40 mm para as próximas 24h, se o acumulado das últimas 48h for de 10 mm, não se espera a ocorrência de escorregamentos, pois o cruzamento destes dados ocorre na porção branca da matriz.

Caso o acumulado de 48h seja maior, por exemplo, 20 mm, já se torna esperada a ocorrência de ao menos um escorregamento no município, pois tal cruzamento ocorre na parte amarela da matriz. Para o mesmo cenário de previsão, porém com acumulado de 48h somando 40 mm, por exemplo, o cruzamento dos dados ocorrerá na parte vermelha da matriz, o que indica ser provável a ocorrência de ao menos dois escorregamentos no município.

Além das equações e da sua aplicação, recomenda-se que a gestão de risco dos escorregamentos de SBC considere os fatores levantados através do índice COPA, apresentados em ordem de prioridade: terrenos com muito alta densidade de ocupação, padrões e morfologias de relevo de morros altos e morros baixos, densidade de ocupação alta, ocorrência da unidade geológica do Micaxisto e terrenos com inclinação superior a 25°. Preliminarmente, foi observada a concentração e recorrência destes fatores, em maior escala nos bairros Montanhão, Botujuru, Batistini e dos Alvarenga, em menor escala no bairro Rio Grande e demais bairros localizados próximos ao limite sul da Represa Billings.

Desta maneira estes fatores de correlação espacial (apresentados em diversos mapas temáticos disponíveis) ainda podem auxiliar na localização de postos de monitoramento, núcleos descentralizados de proteção e defesa civil (NUPDECs) e ainda na escolha e posicionamento de instrumentos de gestão tais como abrigos, refúgios, alojamentos e armazenamento de materiais para eventuais emergências.

Avaliando-se as comparações entre as unidades geológicas das escalas 1:100.00 e 1:750.000, evidenciado nos índices COPA, pode-se concluir que a adequação das escalas regionais para as locais permitem um melhor conhecimento dos perigos de escorregamento, permitindo que o eixo dos conhecimentos do problema, na gestão de riscos de desastres (Bongiovanni et al. 2015), assim, são recomendados ainda estudos de detalhamento das cartas temáticas diversas para as escalas adequadas ao trabalho, justificando assim a ação de melhoria na qualidade dos mapeamentos temáticos para a gestão do risco geológico.

Correlação entre chuva acumulada e chuva prevista, para a deflagração de escorregamentos, proposta para São Bernardo do Campo, SP. (Fernandez, 2018)

Previsão de intensidade de chuva para as próximas 24h: **FRACA** (10 mm/h)

Acumulado 48h (mm)	Previsão para chuva das próximas 24h (mm)														
	0	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
0															
5															
10															
15															
20															
30															
40															
50															
60															
70															
80															
90															
100															
110															
120															


Data: _____


Previsão Intensidade
 Fraca (10 mm/h)
 Moderada (25 mm/h)
 Forte (50 mm/h)

Previsão para 24h: _____

Acumulado de 48h: _____

Legenda

 Probabilidade de ocorrência de ao menos 1 escorregamento

 Probabilidade de ocorrência de 2 ou mais escorregamentos

Previsão de intensidade de chuva para as próximas 24h: **Moderada** (25 mm/h)

Acumulado 48h (mm)	Previsão para chuva das próximas 24h (mm)														
	0	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
0															
5															
10															
15															
20															
30															
40															
50															
60															
70															
80															
90															
100															
110															
120															


Data: _____


Previsão Intensidade
 Fraca (10 mm/h)
 Moderada (25 mm/h)
 Forte (50 mm/h)

Previsão para 24h: _____

Acumulado de 48h: _____

Legenda

 Probabilidade de ocorrência de ao menos 1 escorregamento

 Probabilidade de ocorrência de 2 ou mais escorregamentos

Previsão de intensidade de chuva para as próximas 24h: **FORTE** (50 mm/h)

Acumulado 48h (mm)	Previsão para chuva das próximas 24h (mm)														
	0	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
0															
5															
10															
15															
20															
30															
40															
50															
60															
70															
80															
90															
100															
110															
120															


Data: _____


Previsão Intensidade
 Fraca (10 mm/h)
 Moderada (25 mm/h)
 Forte (50 mm/h)

Previsão para 24h: _____

Acumulado de 48h: _____

Legenda

 Probabilidade de ocorrência de ao menos 1 escorregamento

 Probabilidade de ocorrência de 2 ou mais escorregamentos

Anexo 02 – Tabela de Registro de Ocorrências de Escorregamento

NÚMERO	DATA	HORA	TIPO	AV. / R. / VIELA / PASSAGEM	NÚMERO	BAIRRO	Coord. X	Coord. Y
1994-E1	07/02/1994	-	Deslizamento	-	-	Jd. Silvina	343271	7373405
1994-E10	08/04/1994	-	Deslizamento	Via Anchieta	46km	Serra do Mar	348579	7357309
1994-E11	08/04/1994	-	Deslizamento	Via Anchieta	46,2km	Serra do Mar	348579	7357309
1994-E12	08/04/1994	-	Deslizamento	Via Anchieta	45km	Serra do Mar	349391	7357428
1994-E13	18/04/1994	-	Deslizamento	Via Anchieta	47km	Serra do Mar	348064	7357253
1994-E14	18/04/1994	-	Deslizamento	Via Anchieta	47km	Serra do Mar	347541	7360040
1994-E15	18/04/1994	-	Deslizamento	Via Anchieta	46,5km	Serra do Mar	348545	7357301
1994-E16	22/12/1994	-	Deslizamento	Rua Gerônimo Morati	-	Jd. Detroit	339449	7373928
1994-E2	07/02/1994	-	Deslizamento	-	-	Jd. Silvina	343271	7373405
1994-E3	07/02/1994	-	Deslizamento	Via Anchieta	44km	Serra do Mar	349111	7357295
1994-E4	07/02/1994	-	Deslizamento	-	-	Jd. Silvina	343271	7373405
1994-E5	07/02/1994	-	Deslizamento	Via Anchieta	46,2km	Serra do Mar	348579	7357309
1994-E6	07/03/1994	-	Deslizamento	Via Anchieta	46km	Serra do Mar	348579	7357309
1994-E7	07/03/1994	-	Deslizamento	Via Anchieta	46km	Serra do Mar	348579	7357309
1994-E8	29/03/1994	-	Deslizamento	Via Anchieta	46km	Serra do Mar	349391	7357428
1994-E9	29/03/1994	-	Deslizamento	Via Anchieta	45km	Serra do Mar	348160	7359262
1996-E1	26/02/1996	-	Deslizamento	-	-	Vila São José	343224	7374708
1996-E2	26/02/1996	-	Deslizamento	-	-	Vila São José	343224	7374708
1996-E3	26/02/1996	-	Deslizamento	-	-	Vila São José	343224	7374708
1996-E4	19/03/1996	-	Deslizamento	Rua Anita Garibaldi	-	Montanhão	344665	7373716
1996-E5	19/03/1996	-	Deslizamento	-	-	Parque Selecta	344117	7372342
1997-530	05/06/1997	10:20	Deslizamento	R. Bartira	147	Vi. do Tanque	343312	7375390
1997-686	20/09/1997	20:40	Deslizamento	Estrada do Montanhão	64103	Montanhão	344773	7373591
1997-690	20/09/1997	22:30	Deslizamento	R. Nora Astorga	358-B	Las Palmas	336596	7371404
1997-734	01/10/1997	8:30	Deslizamento	R. Santa Cecília	34 e 35	Jd. Laura	336372	7373728
1997-741	01/10/1997	18:15	Deslizamento	R. Angelo Demarchi	14	Demarchi	340653	7372995
1997-742	01/10/1997	18:15	Deslizamento	R. Angelo Demarchi	14	Demarchi	340653	7372995
1997-748	08/10/1997	-	Deslizamento	Av. D. Pedro de Alcantara	366	Vi. São Pedro	344502	7375889
1997-781	23/10/1997	16:15	Deslizamento	R. São Sebastião	570	Areião	344018	7371432
1997-783	24/10/1997	15:40	Deslizamento	R. Oleoduto	300	Jd. Silvina	343067	7373987
1997-849	28/11/1997	12:15	Deslizamento	R. Oleoduto	1170	Jd. Silvina	343137	7373455
1997-851	28/11/1997	19:20	Deslizamento	R. Oriente	95	Divinéia	340114	7373518
1997-859	04/12/1997	-	Deslizamento	R. Miguel Rubino	174	Baeta Neves	343131	7378042

NÚMERO	DATA	HORA	TIPO	AV. / R. / VIELA / PASSAGEM	NÚMERO	BAIRRO	Coord. X	Coord. Y
1997-863	04/12/1997	14:40	Deslizamento	R. Aloízio de Azevedo	74	Ferrazópolis	342887	7374929
1997-866	01/12/1997	14:30	Deslizamento	R. Sete de Setembro	435	Areião	340312	7382250
1997-870	05/12/1997	9:20	Deslizamento	R. Carlos Wanderlick	276	Jd. Detroit	339611	7374065
1997-E1	04/12/1997	-	Deslizamento	Rua Miguel Rubino	-	Baeta Neves	343090	7377983
1998-636	01/10/1998	11:10	Deslizamento	R. Oleoduto	143 (?)	Jd. Silvinia	344479	7373755
1998-647	07/10/1998	10:15	Deslizamento	Passagem da Bica	58	Pedreira	344653	7376329
1998-653	07/10/1998	17:30	Deslizamento	R. das Orquídeas	318	Vi. Esperança	344824	7375256
1998-654	07/10/1998	17:50	Deslizamento	R. Passagem Jardim	570	Vi. Esperança	344433	7375136
1998-657	08/10/1998	4:10	Deslizamento	R. Girassol	259	Vi. Esperança	344514	7375273
1998-659	08/10/1998	5:30	Deslizamento	R. Dom Pedro de Alcantara	s/n	Vi. São Pedro	344426	7376013
1998-663	08/10/1998	9:10	Deslizamento	R. Paraiba	100	Park Imigrantes	338052	7370052
1998-669	08/10/1998	10:35	Deslizamento	R. São Francisco	final da rua	Vi. São Pedro	344753	7375814
1998-674	08/10/1998	15:25	Deslizamento	R. Dom Jaime de Barros Câmara	?	Assunção	340112	7377292
1998-679	09/10/1998	8:00	Deslizamento	R. Roraima	107	Jd. Thelma	337406	7374627
1998-680	09/10/1998	8:20	Deslizamento	Av. Jasmim	183	Núcleo Jesus de Nazareth	340547	7375455
1998-681	09/10/1998	9:15	Deslizamento	R. Dois	926	Pq. Alvarenga	337215	7372978
1998-769	10/12/1998	7:20	Deslizamento	R. das Orquídeas	21	Vi. Esperança	344537	7375293
1998-772	10/12/1998	9:00	Deslizamento	R. das Orquídeas	360	Vi. Esperança	344862	7375260
1998-777	11/12/1998	7:50	Deslizamento	R. Mario Paulo Autuori	78	Jd. Boa Vista	343286	7367247
1998-778	11/12/1998	8:50	Deslizamento	R. Manoel Antonio de Almeida	364	Vi. São José	343608	7374736
1998-780	11/12/1998	10:40	Deslizamento	R. 1º de Maio	71	Vi. São Pedro	344941	7375900
1998-783	11/12/1998	12:00	Deslizamento	R. João Versolatto	271 - fds	Baeta Neves	343377	7378337
1998-786	11/12/1998	19:15	Deslizamento	Av. João Café Filho	214	Jd. Lavinia	341373	7375440
1998-788	11/12/1998	10:15	Deslizamento	R. da Torre	622	Jd. Silvinia	343356	7373456
1999-E1	12/03/1999	-	Deslizamento	-	-	Vila São Pedro	344651	7376089
1999-E2	12/03/1999	-	Deslizamento	-	-	Jd. Farina	343822	7377744
1999-E3	12/03/1999	-	Deslizamento	-	-	Ferrazópolis	343256	7375041
1999-E4	12/03/1999	-	Deslizamento	-	-	Montanhão	344665	7373716
1999-E5	12/03/1999	-	Deslizamento	-	-	Riacho Grande	343987	7368880
1999-E6	12/03/1999	-	Deslizamento	-	-	Vila São José	343223	7374707
1999-E7	11/12/1999	-	Deslizamento	Via Anchieta	47km	Serra do Mar	348281	7358820
1999-E8	11/12/1999	-	Deslizamento	Via Anchieta	47km	Serra do Mar	348281	7358820

NÚMERO	DATA	HORA	TIPO	AV. / R. / VIELA / PASSAGEM	NÚMERO	BAIRRO	Coord. X	Coord. Y
1999-E9	11/12/1999	-	Deslizamento	Via Anchieta	47km	Serra do Mar	348286	7358795
2000-10	05/01/2000	9:45	Deslizamento	R. 3	804	N Santa Cruz	336909	7362255
2000-157	17/02/2000	10:00	Deslizamento	R. Primeiro de Maio	126	VII. São Pedro	344574	7376118
2000-162	17/02/2000	19:40	Deslizamento	R. da Lua	67	VI. São Pedro	344843	7375619
2000-165	17/02/2000	9:20	Deslizamento	Av. Pres. João Café Filho	217	Jd. Lavínia	341369	7375420
2000-168	17/02/2000	14:25	Deslizamento	Estrada Velha	Km 32,5	Núcleo Capelinha	346477	7368456
2000-17	07/01/2000	21:10	Deslizamento	Rua Maringá	37	VI. São Pedro	344530	7376499
2000-174	17/02/2000	9:00	Deslizamento	R. Miro Vitorazzo	1681	Demarchi	340563	7373703
2000-174	17/02/2000	19:30	Deslizamento	R. Teresina	s/n	Núcleo S. Jorge	337697	7374126
2000-19	07/01/2000	15:00	Deslizamento	R. dos Caçadores	212	km 22,5 da Imigrantes	336511	7371887
2000-27	13/01/2000	8:35	Deslizamento	R. Ataliba Leonel X R. Hiasmim	s/n	Jesus de Nazaret	343577	7375014
2000-31	13/01/2000	10:15	Deslizamento	R. Visconde de Araruama	587	Jd. Silvina	343382	7373498
2000-425	14/11/2000	15:30	Deslizamento	R. das Palmeiras	46	Botujuru - Terra Nova III	341444	7372374
2000-447	29/11/2000	9:15	Deslizamento	R. Jesus de Nazareth	5937	Limpão	343224	7374708
2000-465	17/12/2000	1:20	Deslizamento	R. São Judas Tadeu	42	VI. São Pedro	344777	7376074
2000-468	17/12/2000	10:50	Deslizamento	R. Ceará	40	Pq. das Garças	335235	7373122
2000-471	17/12/2000	11:00	Deslizamento	R. Visconde de Araruama	660	Jd. Silvina	343392	7373447
2000-472	17/12/2000	13:25	Deslizamento	R. Alberto Asêncio	190	Ferrazópolis	342641	7374983
2000-473	17/12/2000	9:00	Deslizamento	R. 1º de Maio	441	Areião	344479	7373755
2000-474	17/12/2000	11:15	Deslizamento	R. Oleoduto	807	Jd. Silvina	343164	7373162
2000-65	13/01/2000	14:00	Deslizamento	R. Jurubatuba	1610	Centro	341677	7376841
2000-66	13/01/2000	11:00	Deslizamento	R. da Mina	563	Pq. São Bernardo	344564	7377022
2000-68	13/01/2000	10:10	Deslizamento	Passagem Aparecida	141	Jd. Uenoyama	337632	7375886
2000-7	04/01/2000	8:55	Deslizamento	R. Visconde de Cairu	948	Jd. Silvina	343348	7373565
2000-74	13/01/2000	7:15	Deslizamento	R. Naval	111	Pauliceia	339180	7381168
2000-78	13/01/2000	6:20	Deslizamento	Passagem Botujuru	162	Montanhão	344320	7372368
2000-84	13/01/2000	14:10	Deslizamento	R. Ulisses Guimarães	s/n	Jd. Silvina	343251	7373615
2000-85	17/01/2000	7:30	Deslizamento	R. 1	227	Santa Cruz	337662	7362334
2000-88	17/01/2000	11:30	Deslizamento	R. 1	247	Santa Cruz	337648	7362324
2000-9	05/01/2000	14:20	Deslizamento	Estrada Particular Fukutaro Yida	245	Cooperativa	337171	7376310
2000-90	13/01/2000	10:35	Deslizamento	R. Catanduva	15	VI. Mariana	342571	7378800

NÚMERO	DATA	HORA	TIPO	AV. / R. / VIELA / PASSAGEM	NÚMERO	BAIRRO	Coord. X	Coord. Y
2000-92	17/01/2000	9:10	Deslizamento	R. Peruíbe	28	Vi. São Pedro	344606	7376464
2001-122	02/04/2001	9:30	Deslizamento	R. dos Aliados	314	nova Baeta	344076	7377704
2001-126	02/04/2001	10:50	Deslizamento	R. Visconde de Cairu	531	Jd. Silvina	343395	7373641
2001-129	02/04/2001	12:05	Deslizamento	R. João de Barros	222	Jd. Regina - Vi. Do Tanque	343467	7375238
2001-42	30/01/2001	9:35	Deslizamento	R. Ana Maria	15	Vi. Mariana	343819	7374655
2002-258	08/12/2002	10:00	Deslizamento	R. Sete de Setembro	175	Jd. Do Lago	339022	7373519
2002-259	08/12/2002	18:00	Deslizamento	R. Paraná	28	Jd. São Pedro	344529	7376454
2002-45	09/02/2002	17:50	Deslizamento	R. Washington Luiz	1200	Oleoduto	343361	7373255
2002-80	25/03/2002	7:15	Deslizamento	R. Jasmim	138	Jesus de Nazareth	343168	7374727
2002-81	25/03/2002	7:35	Deslizamento	R. Gustavo Barone	424-A	Nova Baeta	344067	7377593
2002-83	25/03/2002	10:55	Deslizamento	R. das Margaridas	459	Jd. Esperança	344650	7375409
2002-85	25/03/2002	13:45	Deslizamento	R. tertuliano junior	98	Vi. São Pedro	344827	7375586
2002-86	25/03/2002	8:50	Deslizamento	R. Frei Damião	174	Jordanópolis	340752	7377654
2002-87	25/03/2002	14:30	Deslizamento	R. Ceará Mirim	8	Pq. Imigrantes	338006	7369995
2002-88	25/03/2002	9:40	Deslizamento	R. Machado de Assis	5	Vi. Dos Quimicos	334488	7372322
2002-90	25/03/2002	9:15	Deslizamento	Passagem Moçambique	425	Pq. São Bernardo	344512	7377131
2003-28	29/01/2003	14:20	Deslizamento	R. A	-	Jd. Silvina	343364	7373277
2003-33	28/01/2003	8:20	Deslizamento	R. 1º de Maio	s/n	Industrial	335206	7373054
2003-34	28/01/2003	16:20	Deslizamento	R. Jasmim	-	Jd. Limpão	339822	7373273
2003-43	29/01/2003	18:15	Deslizamento	Av. João Café Filho	272	Jd. Lavínia	341319	7375403
2004-17	28/01/2004	7:35	Deslizamento	R. Gabriel de Souza	943	Pq. Espacial	340611	7374576
2004-29	06/02/2004	10:45	Deslizamento	Passagem mil quatrocentos e trinta	135	Vi. São José	343687	7374639
2004-3	09/01/2004	9:30	Deslizamento	R. 1339	8	Vi. São José	343683	7374522
2004-30	06/02/2004	14:40	Deslizamento	R. Daniela Perez	50	Vi. São Pedro	344908	7375545
2004-31	06/02/2004	15:30	Deslizamento	R. Alto da Bela Vista	577	Vi. São Pedro	344970	7376284
2004-34	06/02/2004	8:00	Deslizamento	R. Bartira	214	Vi. Tanque	343364	7375438
2004-36	06/02/2004	15:00	Deslizamento	Vielas Regente Feijó	1305	Jd. Silvina	343251	7373615
2004-38	06/02/2004	7:15	Deslizamento	R. das Margaridas	765	Vi. Esperança	344650	7375409
2004-40	07/02/2004	10:30	Deslizamento	R. Veneza	s/n	Novo Horizonte - Ferrazópolis	343742	7375067
2004-55	23/02/2004	8:30	Deslizamento	R. Tributino Nunes	219	Vi. São Pedro	344827	7376045
2004-60	23/02/2004	9:15	Deslizamento	R. Padre Léo Comissari	795	Jd. Silvina	343164	7373162

NÚMERO	DATA	HORA	TIPO	AV. / R. / VIELA / PASSAGEM	NÚMERO	BAIRRO	Coord. X	Coord. Y
2004-7	09/01/2004	12:00	Deslizamento	R. do Oleoduto - Pe. Léo Comissari	1171	Silvina	343137	7373455
2004-8	09/01/2004	12:00	Deslizamento	R. do Oleoduto - Pe. Léo Comissari	778	Silvina	343164	7373162
2005-100	12/01/2005	10:40	Deslizamento	R. Peruibe	72	Vi. São Pedro	344624	7376563
2005-101	12/01/2005	10:40	Deslizamento	R. Rosa Margonari Borali	70	Jd. Saracantam	343175	7376052
2005-102	12/01/2005	10:45	Deslizamento	R. Padre Léo Comissári	779	Jd. Silvina	343164	7373162
2005-103	12/01/2005	10:45	Deslizamento	R. Mato Grosso	113	Pq. Imigrantes	337599	7374829
2005-116	12/01/2005	13:00	Deslizamento	R. Padre Léo Comissári	1158	Jd. Silvina	343137	7373455
2005-12	11/01/2005	12:50	Deslizamento	R. Dos Bicos	139	Vi. São Pedro	344590	7376322
2005-121	12/01/2005	14:45	Deslizamento	R. Paulino de Abreu	368	Jd. Silvina	343608	7373595
2005-122	12/01/2005	15:00	Deslizamento	R. Jorje Miguel	59283	Vi. São José	343522	7374715
2005-123	12/01/2005	15:40	Deslizamento	R. Padre Léo Comissári	1123	Jd. Silvina	343137	7373455
2005-127	12/01/2005	15:50	Deslizamento	R. Bela Vista	17225	Pai Heroi	344167	7377168
2005-13	11/01/2005	13:00	Deslizamento	R. Itapiruna	-	Nova Baeta	344070	7377539
2005-130	12/01/2005	17:10	Deslizamento	R. Padre Léo Comissári	790	Jd. Silvina	343164	7373162
2005-132	12/01/2005	17:51	Deslizamento	R. Príncipe Humberto	599	Centro	341097	7377503
2005-133	12/01/2005	18:20	Deslizamento	R. Projetada B	8	Vi. São José	343608	7374681
2005-137	12/01/2005	19:45	Deslizamento	R. Vanda Bueno Coelho	225	Vi. São José	343215	7374376
2005-138	12/01/2005	20:05	Deslizamento	R. Bartira	229	Vi. Tanque	343255	7375267
2005-140	12/01/2005	8:00	Deslizamento	R. São Sebastião	587	Areião	344018	7371432
2005-144	12/01/2005	10:00	Deslizamento	R. Jorje Miguel	246	Vi. São José	343522	7374715
2005-149	12/01/2005	14:40	Deslizamento	R. Da Biquinha	-	Núcleo Pedreira	343808	7374610
2005-152	12/01/2005	19:30	Deslizamento	R. Da Biquinha	83	Vi. São José	343808	7374610
2005-16	11/01/2005	13:10	Deslizamento	R. Isabel de Andrade Maia	305	Vi. São José	343082	7374490
2005-177	18/01/2005	8:00	Deslizamento	R. Iraci x R. Santa Tereza	-	Nova Baeta	343994	7377544
2005-179	18/01/2005	8:00	Deslizamento	R. Gustavo Baroni	415	Nova Baeta	344067	7377593
2005-180	18/01/2005	11:05	Deslizamento	R. Rui Barbosa	246	Nova Baeta	344017	7377632
2005-2	05/01/2005	9:15	Deslizamento	Passagem Ipanema	2477	Nova Baeta	344067	7377593
2005-20	11/01/2005	13:25	Deslizamento	R. Dolores Gomes	-	Pq. São Bernardo	344897	7377061
2005-21	11/01/2005	13:30	Deslizamento	R. Ulisses Guimarães	11	Jd. Silvina	343251	7373615
2005-210	21/01/2005	9:24	Deslizamento	R. Das Rosas	235	Vi. Esperança	344514	7375273
2005-213	21/01/2005	13:25	Deslizamento	R. Três	208, 204 e 195	Centro	341677	7377953
2005-216	26/01/2005	9:40	Deslizamento	R. Dos Vianas	3954	Alto Baeta Neves	344997	7377518

NÚMERO	DATA	HORA	TIPO	AV. / R. / VIELA / PASSAGEM	NÚMERO	BAIRRO	Coord. X	Coord. Y
2005-217	22/01/2005	9:00	Deslizamento	R. Mato Grosso	113	Pq. Imigrantes	337981	7369609
2005-22	11/01/2005	13:30	Deslizamento	R. Manoel Antonio de Almeida	328	Vi. São José	343608	7374736
2005-242	25/01/2005	12:15	Deslizamento	R. Salim Mahfoud	901	Terra Nova	342163	7372625
2005-245	25/01/2005	13:00	Deslizamento	R. Horácio de Carvalho	149	Vi. Flórida	337277	7382241
2005-257	26/01/2005	8:00	Deslizamento	R. Isabel de Andrade Maia	-	Vi. São José	343340	7374475
2005-258	26/01/2005	15:10	Deslizamento	R. Jorge Pires	159	Jd. Lavínia	340803	7375355
2005-26	11/01/2005	13:40	Deslizamento	R. Joana Zanolla Dêgelo	17126	Nova Baeta	344187	7377671
2005-275	01/02/2005	8:00	Deslizamento	Estrada Pedra Branca	-	Sabesp	344964	7371760
2005-29	11/01/2005	13:45	Deslizamento	R. Da Caixa d'água	s/n	Limpão	343578	7374890
2005-3	05/01/2005	9:36	Deslizamento	R. Santa Tereza	65	Farina	343986	7377546
2005-30	11/01/2005	13:45	Deslizamento	R. Tiradentes	3210	Vi. Esperança	344389	7374856
2005-31	11/01/2005	13:45	Deslizamento	R. São José	43	Vi. São Pedro	345065	7375867
2005-345	16/03/2005	10:00	Deslizamento	R. Eça Queiroz	240	Vi. Tanque	343242	7375250
2005-35	11/01/2005	14:00	Deslizamento	R. dos Cravos	475	Vi. Esperança	344608	7375172
2005-36	11/01/2005	14:00	Deslizamento	R. João de Barros	425	Ferrazópolis	343434	7375390
2005-37	11/01/2005	14:10	Deslizamento	R. Tributino Nunes	-	Vi. São Pedro	344827	7376045
2005-40	11/01/2005	14:20	Deslizamento	R. Helena Secol	139	-	343523	7377080
2005-414	25/05/2005	7:00	Deslizamento	R. Anita Garibaldi	64 e 360	Montanhão	344512	7373794
2005-415	25/05/2005	7:00	Deslizamento	R. Jesus de Nazareth	643	Vi. São José	343393	7374720
2005-419	25/05/2005	9:10	Deslizamento	R. Ulisses Guimarães	13	Jd. Silvina	343251	7373615
2005-42	11/01/2005	14:20	Deslizamento	R. Minas Gerais	37	Pq. das Garças	335089	7373234
2005-420	25/05/2005	9:15	Deslizamento	R. Da Biquinha	43013	Vi. São José	343808	7374610
2005-425	25/05/2005	10:30	Deslizamento	R. Da Servidão	26	Batistine	338399	7371995
2005-427	25/05/2005	11:30	Deslizamento	R. Projetada	63 e 283	Sabesp	344286	7372367
2005-428	25/05/2005	11:30	Deslizamento	R. Botujuru	61	Sabesp	344224	7372354
2005-432	25/05/2005	12:30	Deslizamento	R. Roraima	37	Núcleo São Jorge	337502	7374482
2005-434	25/05/2005	12:40	Deslizamento	R. Minas Gerais	-	Pq. São Bernardo	335206	7373054
2005-435	25/05/2005	12:40	Deslizamento	R. Eça de Queiroz	240	Vi. do Tanque	343242	7375250
2005-443	25/05/2005	17:45	Deslizamento	Passagem das Folhas	175	Vi. Esperança	344504	7375070
2005-444	25/05/2005	16:45	Deslizamento	R. Das Perobas	120	Jd. Detroit	339501	7374066
2005-47	11/01/2005	14:45	Deslizamento	Vielas Oito	577	Cafezais	344719	7373897
2005-48	11/01/2005	15:00	Deslizamento	R. Jesus de Nazareth	519	Vi. São José	343352	7374814
2005-50	11/01/2005	15:40	Deslizamento	R. Fortaleza	493 - A	Nova Baeta	343815	7377649

NÚMERO	DATA	HORA	TIPO	AV. / R. / VIELA / PASSAGEM	NÚMERO	BAIRRO	Coord. X	Coord. Y
2005-52	11/01/2005	15:48	Deslizamento	Passagem 07 de maio, viela 8	-	Montanhão	344650	7373892
2005-53	11/01/2005	16:00	Deslizamento	R. Padre Léo Comissári	1162	Jd. Silvina	343137	7373455
2005-54	11/01/2005	16:05	Deslizamento	R. Anita Garibaldi (viela 13)	-	Montanhão	344662	7373720
2005-58	11/01/2005	16:35	Deslizamento	Av. Mil e Hum	9	Jd. Laura II	336131	7373862
2005-61	11/01/2005	16:50	Deslizamento	R. Anita Garibaldi (viela 17)	318	Montanhão	344526	7373788
2005-64	11/01/2005	17:10	Deslizamento	R. Ulisses Guimarães	1008	Jd. Silvina	343251	7373615
2005-69	11/01/2005	18:25	Deslizamento	R. Da Biquinha	270	Vi. São José	343808	7374610
2005-72	11/01/2005	18:40	Deslizamento	R. Anita Garibaldi (viela 14)	-	Montanhão	344662	7373720
2005-73	11/01/2005	18:50	Deslizamento	R. washington Luis	1293 - A	Jd. Silvina	343361	7373255
2005-76	11/01/2005	20:00	Deslizamento	R. Gaspar de Souza	158	Jd. Silvina	343544	7373551
2005-78	12/01/2005	2:00	Deslizamento	Manoel Gusmão	73 - 75	Vi. São Pedro	344898	7375674
2005-80	12/01/2005	2:40	Deslizamento	R. Da Grota	s/n	Jd. Silvina	343399	7372959
2005-81	12/01/2005	2:50	Deslizamento	Passagem da Biquinha	287	Vi. São José	343808	7374610
2005-82	12/01/2005	3:25	Deslizamento	R. Das Orquídeas	200	Vi. Esperança	342315	7377554
2005-83	12/01/2005	3:26	Deslizamento	R. Da Biquinha	166	Vi. São José	343808	7374610
2005-84	12/01/2005	3:15	Deslizamento	Visconde de Araruama	s/n	Jd. Silvina	343426	7373551
2005-87	12/01/2005	6:50	Deslizamento	R. Eça de Queiroz	240	Vi. Tanque	343242	7375250
2005-88	12/01/2005	7:00	Deslizamento	R. Rolando Gambine	770	Jd. Lavínia	340742	7375316
2005-93	12/01/2005	10:00	Deslizamento	R. Butujuru	32146	Sabesp	344479	7373755
2005-94	12/01/2005	10:00	Deslizamento	R. Butujuru	32149	Sabesp	344286	7372367
2005-95	12/01/2005	10:00	Deslizamento	R. Butujuru	32147	Sabesp	344286	7372367
2005-96	12/01/2005	10:00	Deslizamento	R. Butujuru	-	Sabesp	344286	7372367
2005-97	12/01/2005	10:00	Deslizamento	R. Butujuru	-	Sabesp	344286	7372367
2005-98	12/01/2005	10:00	Deslizamento	R. Butujuru	79 e 98	Sabesp	344240	7372363
2006-122	22/03/2006	10:10	Deslizamento	R. 3	830	Núcleo Sta. Cruz	337301	7362222
2006-138	27/03/2006	17:40	Deslizamento	R. Morvan Dias de Figueiredo	42	Vi. Dayse	341381	7380082
2006-362	27/11/2006	9:35	Deslizamento	R. Macapá	23	Jd. Telma	337347	7374555
2006-373	28/11/2006	19:50	Deslizamento	R. da Paz	469	Nova Baeta	337853	7376214
2006-399	05/12/2006	11:30	Deslizamento	R. Professor José Buzzo	99	Jd. Ipê	340161	7373676
2006-413	05/12/2006	20:50	Deslizamento	R. das Orquídeas	356	Vi. Esperança	344858	7375258
2006-416	05/12/2006	21:30	Deslizamento	R. das Orquídeas	581	Vi. Esperança	345006	7375285
2006-423	07/12/2006	9:45	Deslizamento	R. A - Viela Evangelhista	2	Jd. Silvina	335314	7372986
2006-81	13/02/2006	10:10	Deslizamento	R. Itaperuna	17194	Nova Baeta	337530	7374662

NÚMERO	DATA	HORA	TIPO	AV. / R. / VIELA / PASSAGEM	NÚMERO	BAIRRO	Coord. X	Coord. Y
2006-87	13/02/2006	10:05	Deslizamento	R. Marcio Mazzaropi	312	Jd. Pacaembu	343917	7376227
2007-159	19/03/2007	15:30	Deslizamento	R. Jesus de Nazareth	48 fds.	Vi. São José	343051	7374571
2007-254	24/07/2007	7:25	Deslizamento	R. 25 de Dezembro	9	Vi. São Pedro	344574	7376118
2007-255	25/07/2007	7:01	Deslizamento	R. Tiradentes	2501	Pedreira	344370	7374907
2007-260	25/07/2007	8:00	Deslizamento	Estrada do Montanhão	14	Barald	343902	7373837
2007-61	30/01/2007	7:00	Deslizamento	Passagem da Biquinha	-	Vi. São José	343808	7374610
2007-63	30/01/2007	9:20	Deslizamento	R. Paraguçu X Modesto Salera	-	Núcleo São Jorge	337678	7374522
2007-64	30/01/2007	11:55	Deslizamento	R. Cecília Meireles	10	Jd. Tiradentes	340187	7377742
2007-65	30/01/2007	14:00	Deslizamento	Av. Visconde de Cairu	66501	Jd. Silvina	343439	7373802
2007-66	30/01/2007	14:50	Deslizamento	R. Padre Léo Comissari	1123	Jd. Silvina	343137	7373455
2007-67	30/01/2007	15:10	Deslizamento	R. Padre Léo Comissari	prox. 493	Jd. Silvina	343065	7373850
2007-70	30/01/2007	11:30	Deslizamento	Estrada dos Alvarengas	7867	Casa Fortaleza	335517	7372851
2007-71	30/01/2007	16:00	Deslizamento	R. das Orquídeas	587	Vi. Esperança	345006	7375285
2007-72	30/01/2007	13:00	Deslizamento	R. dos Carajás	44	Jd. Regina	343467	7375238
2007-75	30/01/2007	11:00	Deslizamento	R. da Biquinha	238	Biquinha	343808	7374610
2007-80	30/01/2007	14:00	Deslizamento	Vieia do Oleoduto	102	Jesus de Nazareth	344152	7374707
2007-80	30/01/2007	12:50	Deslizamento	R. Nilson Dias	90	Jd. Pedreira	344455	7376268
2007-83	30/01/2007	11:00	Deslizamento	Travessa Nossa Senhora da Aparecida	50	Areião	343999	7371894
2008-144	22/02/2008	8:40	Deslizamento	Av. Dr. José Fornari	1858	Jd. Silvina	343164	7374279
2009-122	09/02/2009	10:25	Deslizamento	R. José Cardoso Siqueira	40.03	Industrial	344838	7377262
2009-136	12/02/2009	10:40	Deslizamento	R. das Estrelas	final da rua	Vi. São Pedro	345059	7375557
2009-234	18/03/2009	8:55	Deslizamento	R. Vitória	92	Cooperativa	337112	7374799
2009-235	18/03/2009	9:30	Deslizamento	R. Vitor Maier	354	Pq. Esmeralda	337531	7373207
2009-251	18/03/2009	17:15	Deslizamento	Travessa Cingapura	11	Jd. Silvina	343251	7373615
2009-256	18/03/2009	19:45	Deslizamento	R. Isabel de Andrade Maia	245	Vi. Tozi	343017	7374468
2009-265	19/03/2009	10:40	Deslizamento	Passagem dos Cafezais - Vieia 7	48	Montanhão	343759	7374358
2009-283	19/03/2009	6:35	Deslizamento	R. Anita Garibaldi - Vieia 17	157B-158	Montanhão	344852	7373679
2009-687	11/09/2009	6:50	Deslizamento	R. Ceará	249	Pq. das Garças	335132	7373280
2010-102	11/01/2010	10:00	Deslizamento	Estrada Samuel Aizemberg	1010	Cooperativa	337157	7376538
2010-1021	29/01/2010	12:20	Deslizamento	R. 1001	89098	Jd. Laura I, II e III	336081	7373809
2010-1022	29/01/2010	12:20	Deslizamento	R. 1001	89102	Jd. Laura I, II e III	336081	7373809
2010-1066	29/01/2010	18:13	Deslizamento	R. Manoel Gusmão Fontes	45	Vi. São Pedro	344574	7376118

NÚMERO	DATA	HORA	TIPO	AV. / R. / VIELA / PASSAGEM	NÚMERO	BAIRRO	Coord. X	Coord. Y
2010-1078	29/01/2010	19:35	Deslizamento	R. Vitória	240	Cooperativa	338173	7376239
2010-121	11/01/2010	8:00	Deslizamento	R. Albertino Augusto Vieira	90026	Pq. Alvarenga	335593	7372764
2010-1225	02/02/2010	9:00	Deslizamento	Psg. Anita Garibaldi	64164	Montanhão	344847	7373679
2010-1267	02/02/2010	12:30	Deslizamento	R. 1341	242	Vi. São José	343687	7374644
2010-1302	02/02/2010	21:00	Deslizamento	R. Jorge Miguel	246	Vi. São José	343522	7374715
2010-1348	02/02/2010	20:28	Deslizamento	R. da Conquista	451	Jd. Paraíso	342993	7375513
2010-1354	04/02/2010	9:00	Deslizamento	Tv. dos Pioneiros	146	Vi. São Pedro	344245	7376607
2010-1355	04/02/2010	9:00	Deslizamento	R. Principal	69	Jd. Laura I, II e III	336018	7373786
2010-1359	04/02/2010	10:00	Deslizamento	R. Francisco Mattei	139	Vi. Balneária	341564	7372241
2010-1390	04/02/2010	12:30	Deslizamento	R. Jurubeba	78	Jd. Jussara	343274	7371507
2010-1410	04/02/2010	9:50	Deslizamento	R. Itaperuna	221	Nova Baeta	344122	7377652
2010-1543	18/02/2010	12:15	Deslizamento	R. Giuseppe Tosi	40	Demarchi	341886	7373765
2010-1641	27/02/2010	8:30	Deslizamento	Vielas Santos Dummont	27	Jd. Silvina	343251	7373615
2010-178	19/01/2010	10:00	Deslizamento	R. Albertina Augusta Vieira	90016	Pq. Alvarenga	335593	7372764
2010-1788	26/03/2010	15:00	Deslizamento	R. Padre Bento Dias Pacheco	29	Vi. Boa Vista	343157	7367214
2010-18	04/01/2010	8:50	Deslizamento	R. Anita Garibaldi - Viela 15	224	Montanhão	344682	7373707
2010-1851	07/04/2010	9:30	Deslizamento	R. da Educação	351	Vi. Esperança	344514	7375273
2010-1867	09/04/2010	11:15	Deslizamento	R. Floriano Alves da Silva	882	Santa Cruz	336967	7362206
2010-1870	09/04/2010	12:15	Deslizamento	R. Padre Léo Comissari	s/n	Jd. Silvina	343107	7373544
2010-191	19/01/2010	21:45	Deslizamento	Estrada da Servidão	37	Jd. Skaff	335292	7382271
2010-194	19/01/2010	10:00	Deslizamento	R. Elizabete Sabatini	217	Nova Petrópolis	342798	7377980
2010-195	19/01/2010	21:25	Deslizamento	R. Cirilo Pelosini	243	Chácara Royal Park	339221	7370592
2010-196	19/01/2010	22:00	Deslizamento	R. Jorge Miguel	246	Vi. Ferrazópolis	343522	7374715
2010-199	19/01/2010	21:20	Deslizamento	R. Montes das Oliveiras	10	Vi. São Pedro	344866	7376185
2010-200	20/01/2010	8:00	Deslizamento	R. Jardim	131	Vi. Esperança	344421	7375067
2010-209	20/01/2010	3:45	Deslizamento	R. Olavo Gonçalves	107	Vi. Gonçalves	341608	7376745
2010-212	20/01/2010	6:15	Deslizamento	R. Goiânia	48010	Pq. Imigrantes	337823	7369808
2010-220	20/01/2010	7:30	Deslizamento	R. Nilson Dias	165	Pedreira	344151	7374696
2010-232	20/01/2010	9:00	Deslizamento	R. Principal	52	Jd. Laura I, II e III	336033	7373799
2010-242	20/01/2010	9:30	Deslizamento	Psg. Arnaldo Pereira	4	Nova Baeta	344017	7377632
2010-250	20/01/2010	10:40	Deslizamento	R. 29 de Abril	22	Vi. São Pedro	345011	7376317
2010-252	20/01/2010	10:40	Deslizamento	Psg. Sta. Paula	s/n	Núcleo Jesus de Nazareth	343224	7374708

NÚMERO	DATA	HORA	TIPO	AV. / R. / VIELA / PASSAGEM	NÚMERO	BAIRRO	Coord. X	Coord. Y
2010-259	20/01/2010	11:00	Deslizamento	Estrada da Divisa	78	Sítio Joaninha	335677	7373687
2010-261	20/01/2010	12:00	Deslizamento	R. Alto da Bela Vista	667	Vi. São Pedro	344936	7376259
2010-266	20/01/2010	13:00	Deslizamento	Av. Dom Pedro de Alcântara	805	Vi. São Pedro	343453	7377400
2010-280	20/01/2010	15:30	Deslizamento	R. Albertino Augusto Vieira	9030	Pq. Alvarenga	335593	7372764
2010-281	20/01/2010	16:30	Deslizamento	R. Progressista	1	Nova Baeta	344017	7377632
2010-287	20/01/2010	15:30	Deslizamento	R. Olímpia Ramos	60	Pedreira	344195	7374832
2010-297	21/01/2010	2:45	Deslizamento	R. Alto da Bela Vista	s/n	Vi. São Pedro	344967	7376282
2010-300	21/01/2010	6:00	Deslizamento	R. Simon Bolivar	200	Pq. Imigrantes	337682	7369855
2010-302	21/01/2010	7:30	Deslizamento	R. Enzo Nakano	65	Vi. Jerusalém	341538	7375134
2010-317	21/01/2010	8:17	Deslizamento	R. Isabel de Andrade Maia	245	Vi. São José	343017	7374468
2010-347	21/01/2010	10:20	Deslizamento	R. Anita Garibaldi - Viela 14	15	Montanhão	344860	7373675
2010-357	21/01/2010	11:40	Deslizamento	R. Alvermar Antonio	7	Vi. Baeta Neves	343593	7377881
2010-361	21/01/2010	12:10	Deslizamento	R. Prefeito Antonio Seixas Leite Ribeiro	960	Jd. Alvorada	344877	7377779
2010-369	21/01/2010	13:10	Deslizamento	R. Anita Garibaldi - Viela 17	64160	Pq. Selecta	344506	7373801
2010-374	21/01/2010	14:00	Deslizamento	R. Visconde de Araruama	34013	Jd. Silvina	343426	7373551
2010-378	21/01/2010	14:30	Deslizamento	R. da Bica	s/n	Vi. São Pedro	344671	7376338
2010-389	21/01/2010	16:00	Deslizamento	Psg. Luiz Gonzaga	s/n	Jd. Limpão	344366	7376660
2010-405	22/01/2010	7:35	Deslizamento	Vielas F	565	Batistini	338827	7372193
2010-408	22/01/2010	8:00	Deslizamento	R. dos Cedros	115	Pq. Ideal	334745	7372742
2010-434	22/01/2010	14:20	Deslizamento	R. Aljubarrota	740	Estoril	345422	7369585
2010-434	22/01/2010	14:20	Deslizamento	R. Juriti	155	Estoril	345329	7369945
2010-439	22/01/2010	15:30	Deslizamento	R. Simon Bolívar	189	Pq. Imigrantes	337682	7369855
2010-44	06/01/2010	7:15	Deslizamento	Trav. do Cruzeiro	641	Areião	344072	7371719
2010-440	22/01/2010	15:15	Deslizamento	Estrada dos Alvarengas	21	Pq. Alvarenga	339490	7375237
2010-440	22/01/2010	15:30	Deslizamento	R. Simon Bolívar	272	Pq. Imigrantes	337682	7369855
2010-441	22/01/2010	15:30	Deslizamento	R. Simon Bolívar	262	Pq. Imigrantes	337682	7369855
2010-447	22/01/2010	15:20	Deslizamento	Psg. Nossa Senhora Aparecida	1089	Areião	343973	7371695
2010-451	22/01/2010	16:00	Deslizamento	R. Paraguaçu	662	Jd. Thelma	337777	7374517
2010-454	22/01/2010	16:30	Deslizamento	Estrada da Servidão	92	Jd. Skaff	335296	7382262
2010-464	22/01/2010	16:30	Deslizamento	R. Macapá	25	Núcleo São Jorge	337349	7374556
2010-497	22/01/2010	17:45	Deslizamento	R. Menino Jesus	38	Pantanal II	339811	7373856
2010-499	22/01/2010	18:20	Deslizamento	R. Olímpia Ramos	62	Pedreira	344195	7374832

NÚMERO	DATA	HORA	TIPO	AV. / R. / VIELA / PASSAGEM	NÚMERO	BAIRRO	Coord. X	Coord. Y
2010-509	22/01/2010	10:20	Deslizamento	R. Goiania	141	Pq. Imigrantes	337881	7369879
2010-510	22/01/2010	10:00	Deslizamento	R. Ceará Mirim	1	Pq. Imigrantes	338001	7369996
2010-615	26/01/2010	16:50	Deslizamento	Trav. Chico Mendes	1	Pq. Ideal	334968	7372821
2010-663	26/01/2010	17:20	Deslizamento	R. Oleoduto	39740	Pq. São Bernardo	344411	7376181
2010-686	26/01/2010	19:00	Deslizamento	R. Jesus de Nazareth	59054	Vi. São José	343224	7374708
2010-689	26/01/2010	15:00	Deslizamento	R. dois	s/n	Golden Park	343747	7374359
2010-706	26/01/2010	8:00	Deslizamento	Av. Nossa Senhora Aparecida	48	Areião	343999	7371896
2010-709	26/01/2010	13:10	Deslizamento	R. dos Aliados	43 - fundos	Nova Baeta	344080	7377715
2010-724	27/01/2010	9:00	Deslizamento	R. Macapá	20	Jd. Thelma	337344	7374553
2010-766	27/01/2010	14:00	Deslizamento	R. da Educação - Viela Orquídeas	s/n	Vi. Esperança	344759	7375266
2010-770	27/01/2010	14:15	Deslizamento	R. Jardim	142	Vi. Esperança	344568	7375461
2010-778	27/01/2010	14:45	Deslizamento	Psg. Sta. Efigênia	22	Jd. Regina	343541	7375284
2010-779	27/01/2010	15:30	Deslizamento	R. Albertino Augusto Vieira	90026	Pq. Alvarenga	335593	7372764
2010-799	27/01/2010	8:28	Deslizamento	Av. Dom Pedro de Alcântara	595	Vi. São Pedro	344919	7375400
2010-809	28/01/2010	16:25	Deslizamento	R. Joana Zanolla Dêgelo	106	Jd. Petroni	344201	7377690
2010-810	28/01/2010	16:40	Deslizamento	Trav. B	12	Vi. São José	343730	7375069
2010-812	28/01/2010	18:00	Deslizamento	R. Galileo Emendabili	288	Jd. Atlântico	343440	7375904
2010-867	28/01/2010	18:01	Deslizamento	R. José Raimundo	16	Nova Baeta	344107	7377674
2010-883	28/01/2010	10:15	Deslizamento	R. Aljubarrota	652	Pq. Estoril	345366	7369593
2010-892	28/01/2010	12:10	Deslizamento	R. Alvemar Antonio	108	Nova Baeta	343759	7377856
2010-924	29/01/2010	11:40	Deslizamento	R. Floriano Alves da Silva	985	Núcleo Sta. Cruz	335990	7373964
2010-924	29/01/2010	12:00	Deslizamento	R. das Palmeiras	69	Jd. Laura I, II e III	336868	7362183
2010-927	29/01/2010	8:23	Deslizamento	Estrada do Montanhão	64139	Montanhão	344773	7373591
2010-955	29/01/2010	12:50	Deslizamento	R. Gaspar de Sousa	161	Jd. Silvina	343547	7373566
2010-96	11/01/2010	7:15	Deslizamento	R. Nilson Dias	307	Pedreira	344152	7374726
2011-1286	15/11/2011	14:45	Deslizamento	R. Lagoa das Flores	39	Jd. Do Lago	339021	7373519
2011-1407	15/12/2011	10:50	Deslizamento	R. Jurubatuba	1610	Centro	341677	7376841
2011-553	28/02/2011	7:30	Deslizamento	Psg. dos Cafezais - Viela 6	64520	Montanhão	343860	7374355
2011-555	28/02/2011	7:58	Deslizamento	Av. D. Pedro de Alcântara	585	Vi. São Pedro	344913	7375407
2011-558	28/02/2011	9:15	Deslizamento	R. 28 de Julho / Antigo 1339	29	Vi. São José	343717	7374609
2011-565	28/02/2011	17:45	Deslizamento	R. Tributino Nunes	67	Vi. São Pedro	344868	7376093
2011-566	28/02/2011	17:48	Deslizamento	R. Anita Garibaldi - Viela 18	133	Montanhão	344753	7373685
2011-569	28/02/2011	18:41	Deslizamento	R. Anita Garibaldi - Viela 17	152	Montanhão	344853	7373679

NÚMERO	DATA	HORA	TIPO	AV. / R. / VIELA / PASSAGEM	NÚMERO	BAIRRO	Coord. X	Coord. Y
2011-573	28/02/2011	19:00	Deslizamento	R. da Bica	127	Vi. São Pedro	343808	7374610
2011-574	28/02/2011	20:30	Deslizamento	R. Eça de Queiros - Viela 2 (Viela Danubi)	23A	Vi. Ferrazópolis	343154	7375129
2011-576	28/02/2011	9:43	Deslizamento	R. Nsa. Sra. Aparecida	111	Areião	343993	7371831
2011-577	28/02/2011	9:45	Deslizamento	R. Boa Amizade	11	Jd. Floral	345043	7377466
2011-579	28/02/2011	10:20	Deslizamento	R. 5 de outubro	25	Vi. São Pedro	344686	7376554
2011-581	28/02/2011	11:10	Deslizamento	R. Aljubarrota	740	Pq. Estoril	345422	7369585
2011-582	28/02/2011	11:08	Deslizamento	R. São Sebastião	579	Areião	344018	7371432
2011-587	28/02/2011	17:10	Deslizamento	R. Paraguaçu	630	Jd. Thelma	337792	7374494
2011-594	28/02/2011	12:15	Deslizamento	R. Botujuru	162B	Vi. Sabesp	344320	7372368
2011-605	28/02/2011	10:10	Deslizamento	R. Peru	181	Jd. Sto. Ignácio	338292	7377450
2011-608	28/02/2011	14:18	Deslizamento	R. Odair Vieira	106	Riacho Grande	343725	7367009
2012-1158	18/12/2012	11:50	Deslizamento	R. Tiradentes	2100	Sta. Terezinha	343945	7375070
2012-1159	18/12/2012	16:47	Deslizamento	Estrada da Água Limpa	356A	Curucutu	335928	7362933
2012-1171	18/12/2012	18:55	Deslizamento	Psg. dos Cafezais - Viela 5	175	Montanhão	343608	7374681
2012-1177	18/12/2012	19:20	Deslizamento	R. Nsa. Sra. Aparecida	21	Areião	343996	7371922
2012-1178	18/12/2012	19:25	Deslizamento	Psg. Dos Cafezais - Viela 4	64338	Montanhão	343608	7374681
2012-1179	18/12/2012	19:32	Deslizamento	R. Montes das Oliveiras	14	Vi. São Pedro	344863	7376187
2012-1183	18/12/2012	20:45	Deslizamento	Viela Brasil	57	Vi. São Pedro	344574	7376118
2012-1185	20/12/2012	7:57	Deslizamento	R. 4	84	Golden Park	343881	7374477
2012-1187	20/12/2012	9:11	Deslizamento	Psg. da Biquinha	682	Vi. São José	343808	7374610
2012-1188	20/12/2012	10:38	Deslizamento	Av. D. Pedro de Alcântara	742	Vi. São Pedro	344919	7375400
2012-1191	20/12/2012	12:09	Deslizamento	Psg. da Biquinha	182	Vi. São José	343808	7374610
2012-135	18/01/2012	9:22	Deslizamento	R. Washington Luiz	53	Jd. Silvina	343425	7373331
2012-147	18/01/2012	13:16	Deslizamento	Estrada dos Alvarengas	309	Alvarenga	339425	7375000
2012-156	18/01/2012	8:16	Deslizamento	R. Cassiano Ricardo	26	Jd. Represa	337313	7370351
2012-180	18/01/2012	9:45	Deslizamento	R. Pe. Léo Comissari - Viela 7 de Setembro	7	Jd. Silvina	343107	7373544
2012-754	07/06/2012	12:45	Deslizamento	Estrada Particular Sadae Takagi	777	Cooperativa	336580	7375262
2013-105	09/01/2013	14:30	Deslizamento	R. Padre Léo Comissari	53	Jd. Silvina	343066	7373913
2013-134	10/01/2013	16:52	Deslizamento	R. Nossa Senhora Aparecida	96	Areião	343995	7371847
2013-165	10/01/2013	18:55	Deslizamento	R. Antonio Fugêncio	120	Vi. Sabesp	344479	7373755
2013-430	14/02/2013	11:10	Deslizamento	R. Maria José da Silva	17	Jesus de Nazareth	343246	7373557

NÚMERO	DATA	HORA	TIPO	AV. / R. / VIELA / PASSAGEM	NÚMERO	BAIRRO	Coord. X	Coord. Y
2013-84	09/01/2013	19:16	Deslizamento	Psg. Santa Paula	132	Jesus de Nazareth	343577	7375014
2014-0052	13/01/2014	7:02	Deslizamento	Albertino Augusto Vieira - 90022 fundos	90022	Alvarenga	335593	7372764
2014-0101	15/01/2014	1:05	Deslizamento	Panamericana, V - 110	110	Vi. Esperança	344514	7375273
2014-0128	16/01/2014	19:15	Deslizamento	Simão Bolivar - 3	73	Pq. Imigrantes	337751	7369983
2014-0130	16/01/2014	7:52	Deslizamento	Anita Garibaldi - 64130 - viela 18	64130	Montanhão	344662	7373720
2014-0286	12/03/2014	17:12	Deslizamento	1001, Av. - 89100	89100	Jd. Laura	336081	7373809
2014-0303	15/03/2014	9:00	Deslizamento	Maurício Galante - 17	17	Pq. das Garças	335464	7372824
2015-0076	22/01/2015	17:15	Deslizamento	R. Odair Vieira	155	Jd. Boa Vista	343725	7367009
2015-0085	26/01/2015	10:30	Deslizamento	R. Eiji Kikuti	s/n	Jd. Três Marias	337986	7375211
2015-0118	06/02/2015	17:08	Deslizamento	R. Manoel Gusmão Fontes	10A	Vi. São Pedro	344574	7376118
2015-0158	28/02/2015	14:25	Deslizamento	Tv. Nossa Senhora Aparecida	20	Areião	343901	7371480
2015-0729	24/12/2015	11:26	Deslizamento	R. Céu Azul	128	Jd. Três Marias	341282	7379661
2016-0009	09/01/2016	20:08	Deslizamento	R. Almeida Leme	1183	Pq. São Bernardo	344589	7376912
2016-0140	26/02/2016	17:25	Deslizamento	R. São José	100	Vi. São Pedro	344574	7376118
2016-0141	26/02/2016	17:49	Deslizamento	Av. Jardim	130	Montanhão	344414	7375068
2016-0142	26/02/2016	18:04	Deslizamento	R. Daniela Perez	44	Montanhão	344903	7375548
2016-0143	26/02/2016	18:24	Deslizamento	Av. Dom Pedro de Alcântara	861	Grotão	344919	7375400
2016-0144	26/02/2016	0:37	Deslizamento	R. das Folhas	50	Montanhão	344564	7375063
2016-0145	26/02/2016	19:20	Deslizamento	R. Tom Jobim	132	Vi. São Pedro	336537	7372442
2016-0146	26/02/2016	0:37	Deslizamento	R. Tertuliano Junior	129	Montanhão	344849	7375562
2016-0147	26/02/2016	8:20	Deslizamento	R. Princesa Isabel	46	Vi. São Pedro	345059	7375966
2016-0151	29/02/2016	0:30	Deslizamento	R. Macapá	21	Núcleo São Jorge	337346	7374554
2016-0153	29/02/2016	13:23	Deslizamento	R. das Estrelas	s/n	Montanhão	345059	7375557
2016-0202	11/03/2016	2:39	Deslizamento	Via Anchieta	23,5km	Demarchi	340839	7376817
2016-0206	11/03/2016	8:46	Deslizamento	Tv. Nossa Senhora Aparecida	801	Areião	343973	7371695
2016-0209	11/03/2016	11:09	Deslizamento	R. Miro Vetorazzo	200	Demarchi	341480	7374597
2016-0345	06/06/2016	9:37	Deslizamento	R. Araguaína	211	Jd. Thelma	337654	7374517
2016-0353	06/06/2016	23:10	Deslizamento	R. José Cláudio da Luz	493	Nova Baeta	344035	7377783
2016-0355	07/06/2016	7:41	Deslizamento	R. Céu Azul	170	Botujuru	341706	7371979
2016-0370	07/06/2016	11:20	Deslizamento	R. Antonio Jeronimo de Freitas	550	Montanhão	344479	7373755

Anexo 03 – Datos de Pluviometria

Número	Data	Acumulado de chuva (mm)						
		24h	48h	72h	96h	120h	144h	168h
1994-E1	07/02/1994	342	417,9	428	440,1	440,1	469,4	469,4
1994-E10	08/04/1994	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	26,1	117,8
1994-E11	08/04/1994	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	26,1	117,8
1994-E12	08/04/1994	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	26,1	117,8
1994-E13	18/04/1994	11,1	11,1	11,1	15,6	44,3	64,3	75,6
1994-E14	18/04/1994	11,1	11,1	11,1	15,6	44,3	64,3	75,6
1994-E15	18/04/1994	11,1	11,1	11,1	15,6	44,3	64,3	75,6
1994-E16	22/12/1994	36,5	36,5	41,5	89,2	114,2	114,8	114,8
1994-E2	07/02/1994	342	417,9	428	440,1	440,1	469,4	469,4
1994-E3	07/02/1994	342	417,9	428	440,1	440,1	469,4	469,4
1994-E4	07/02/1994	342	417,9	428	440,1	440,1	469,4	469,4
1994-E5	07/02/1994	342	417,9	428	440,1	440,1	469,4	469,4
1994-E6	07/03/1994	99,1	146,2	163,5	185,8	268,6	288,1	295,3
1994-E7	07/03/1994	99,1	146,2	163,5	185,8	268,6	288,1	295,3
1994-E8	29/03/1994	360,1	360,1	366,6	366,6	366,6	366,6	366,6
1994-E9	29/03/1994	360,1	360,1	366,6	366,6	366,6	366,6	366,6
1996-E1	26/02/1996	43,5	43,5	43,5	43,5	43,7	43,7	67,8
1996-E2	26/02/1996	43,5	43,5	43,5	43,5	43,7	43,7	67,8
1996-E3	26/02/1996	43,5	43,5	43,5	43,5	43,7	43,7	67,8
1996-E4	19/03/1996	67,1	79,1	99,3	107,6	115	116,6	117,2
1996-E5	19/03/1996	67,1	79,1	99,3	107,6	115	116,6	117,2
1997-530	05/06/1997	92,0	92,0	100,1	102,0	134,1	153,2	253,3
1997-686	20/09/1997	41,8	41,8	41,8	41,8	52,6	71,5	71,5
1997-690	20/09/1997	41,8	41,8	41,8	41,8	52,6	71,5	71,5
1997-734	01/10/1997	49,3	81,0	81,0	122,9	151,0	190,3	190,3
1997-741	01/10/1997	49,3	81,0	81,0	122,9	151,0	190,3	190,3
1997-742	01/10/1997	49,3	81,0	81,0	122,9	151,0	190,3	190,3
1997-748	08/10/1997	31,6	74,7	84,0	84,0	114,1	175,4	229,3
1997-781	23/10/1997	21,9	95,0	184,7	203,0	203,0	215,0	226,3
1997-783	24/10/1997	20,1	42,0	115,1	204,8	223,1	223,1	235,1
1997-849	28/11/1997	49,3	88,4	99,3	99,3	99,3	104,5	115,4
1997-851	28/11/1997	49,3	88,4	99,3	99,3	99,3	104,5	115,4
1997-859	01/12/1997	18,1	30,2	52,1	101,4	140,5	151,4	151,4
1997-863	04/12/1997	32,3	53,2	60,5	78,6	90,7	112,6	161,9
1997-866	04/12/1997	32,3	53,2	60,5	78,6	90,7	112,6	161,9
1997-870	05/12/1997	34,8	34,8	76,5	91,8	91,8	93,9	93,9
1997-E1	04/12/1997	32,3	53,2	60,5	78,6	90,7	112,6	161,9
1998-636	01/10/1998	87,5	90,7	108,7	113,9	133,0	140,3	149,4
1998-647	07/10/1998	78,1	146,7	155,2	166,0	197,9	269,1	356,6
1998-653	07/10/1998	78,1	146,7	155,2	166,0	197,9	269,1	356,6
1998-654	07/10/1998	78,1	146,7	155,2	166,0	197,9	269,1	356,6
1998-657	08/10/1998	91,3	169,4	238,0	246,5	257,3	289,2	360,4
1998-659	08/10/1998	91,3	169,4	238,0	246,5	257,3	289,2	360,4
1998-663	08/10/1998	91,3	169,4	238,0	246,5	257,3	289,2	360,4
1998-669	08/10/1998	91,3	169,4	238,0	246,5	257,3	289,2	360,4
1998-674	08/10/1998	91,3	169,4	238,0	246,5	257,3	289,2	360,4
1998-679	09/10/1998	82,5	173,8	251,9	320,5	329,0	339,8	371,7
1998-680	09/10/1998	82,5	173,8	251,9	320,5	329,0	339,8	371,7
1998-681	09/10/1998	82,5	173,8	251,9	320,5	329,0	339,8	371,7
1998-769	10/12/1998	66,0	66,0	66,0	67,9	90,8	104,3	104,3

Número	Data	Acumulado de chuva (mm)						
		24h	48h	72h	96h	120h	144h	168h
1998-772	10/12/1998	66,0	66,0	66,0	67,9	90,8	104,3	104,3
1998-777	11/12/1998	93,7	115,0	115,0	115,9	125,0	138,1	156,3
1998-778	11/12/1998	93,7	115,0	115,0	115,9	125,0	138,1	156,3
1998-780	11/12/1998	93,7	115,0	115,0	115,9	125,0	138,1	156,3
1998-783	11/12/1998	93,7	115,0	115,0	115,9	125,0	138,1	156,3
1998-786	11/12/1998	93,7	115,0	115,0	115,9	125,0	138,1	156,3
1998-788	11/12/1998	93,7	115,0	115,0	115,9	125,0	138,1	156,3
1999-E1	12/03/1999	117,5	174,5	224,1	224,1	224,2	226,6	229,5
1999-E2	12/03/1999	117,5	174,5	224,1	224,1	224,2	226,6	229,5
1999-E3	12/03/1999	117,5	174,5	224,1	224,1	224,2	226,6	229,5
1999-E4	12/03/1999	117,5	174,5	224,1	224,1	224,2	226,6	229,5
1999-E5	12/03/1999	117,5	174,5	224,1	224,1	224,2	226,6	229,5
1999-E6	12/03/1999	117,5	174,5	224,1	224,1	224,2	226,6	229,5
1999-E7	11/12/1999	23,9	50,5	78	79,6	80,1	138,2	138,2
1999-E8	11/12/1999	23,9	50,5	78	79,6	80,1	138,2	138,2
1999-E9	11/12/1999	23,9	50,5	78	79,6	80,1	138,2	138,2
2000-10	05/01/2000	44,5	76,1	93,8	124,8	137,7	137,7	137,7
2000-157	17/02/2000	55,0	56,6	56,6	105,2	105,2	105,2	116,9
2000-162	17/02/2000	55,0	56,6	56,6	105,2	105,2	105,2	116,9
2000-165	17/02/2000	55,0	56,6	56,6	105,2	105,2	105,2	116,9
2000-168	17/02/2000	55,0	56,6	56,6	105,2	105,2	105,2	116,9
2000-17	07/01/2000	27,8	38,3	47,8	75,8	86,0	123,1	137,9
2000-174	17/02/2000	55,0	56,6	56,6	105,2	105,2	105,2	116,9
2000-174	17/02/2000	55,0	56,6	56,6	105,2	105,2	105,2	116,9
2000-19	07/01/2000	27,8	38,3	47,8	75,8	86,0	123,1	137,9
2000-27	13/01/2000	117,1	117,1	117,1	117,1	120,7	121,6	149,4
2000-31	13/01/2000	117,1	117,1	117,1	117,1	120,7	121,6	149,4
2000-425	14/11/2000	67,0	68,9	68,9	68,9	72,9	72,9	72,9
2000-447	29/11/2000	32,5	32,5	33,7	66,3	82,6	82,6	82,6
2000-465	17/12/2000	85,1	99,6	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9
2000-468	17/12/2000	85,1	99,6	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9
2000-471	17/12/2000	85,1	99,6	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9
2000-472	17/12/2000	85,1	99,6	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9
2000-473	17/12/2000	85,1	99,6	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9
2000-474	17/12/2000	85,1	99,6	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9
2000-65	13/01/2000	117,1	117,1	117,1	117,1	120,7	121,6	149,4
2000-66	13/01/2000	117,1	117,1	117,1	117,1	120,7	121,6	149,4
2000-68	13/01/2000	117,1	117,1	117,1	117,1	120,7	121,6	149,4
2000-7	04/01/2000	31,6	49,3	80,3	93,2	93,2	93,2	93,2
2000-74	13/01/2000	117,1	117,1	117,1	117,1	120,7	121,6	149,4
2000-78	13/01/2000	117,1	117,1	117,1	117,1	120,7	121,6	149,4
2000-84	13/01/2000	117,1	117,1	117,1	117,1	120,7	121,6	149,4
2000-85	17/01/2000	33,4	36,1	36,1	49,8	73,7	83,6	103,7
2000-88	17/01/2000	33,4	36,1	36,1	49,8	73,7	83,6	103,7
2000-9	05/01/2000	44,5	76,1	93,8	124,8	137,7	137,7	137,7
2000-90	17/01/2000	33,4	36,1	36,1	49,8	73,7	83,6	103,7
2000-92	17/02/2000	55,0	56,6	56,6	105,2	105,2	105,2	116,9
2001-122	02/04/2001	74,4	74,4	74,4	74,4	106,2	108,7	126,3
2001-126	02/04/2001	74,4	74,4	74,4	74,4	106,2	108,7	126,3
2001-129	02/04/2001	74,4	74,4	74,4	74,4	106,2	108,7	126,3

Número	Data	Acumulado de chuva (mm)						
		24h	48h	72h	96h	120h	144h	168h
2001-42	30/01/2001	54,5	82,2	109,9	109,9	112,9	112,9	128,4
2002-258	08/12/2002	8,0	9,2	12,9	82,3	104,3	106,0	129,8
2002-259	08/12/2002	8,0	9,2	12,9	82,3	104,3	106,0	129,8
2002-45	09/02/2002	40,1	54,9	58,2	58,2	58,4	84,8	84,8
2002-80	25/03/2002	97,3	97,3	97,3	98,7	122,0	122,0	123,0
2002-81	25/03/2002	97,3	97,3	97,3	98,7	122,0	122,0	123,0
2002-83	25/03/2002	97,3	97,3	97,3	98,7	122,0	122,0	123,0
2002-85	25/03/2002	97,3	97,3	97,3	98,7	122,0	122,0	123,0
2002-86	25/03/2002	97,3	97,3	97,3	98,7	122,0	122,0	123,0
2002-87	25/03/2002	97,3	97,3	97,3	98,7	122,0	122,0	123,0
2002-88	25/03/2002	97,3	97,3	97,3	98,7	122,0	122,0	123,0
2002-90	25/03/2002	97,3	97,3	97,3	98,7	122,0	122,0	123,0
2003-28	28/01/2003	37,6	39,3	40,6	42,5	46,1	52,6	124,1
2003-33	28/01/2003	37,6	39,3	40,6	42,5	46,1	52,6	124,1
2003-34	29/01/2003	40,0	83,0	98,5	98,5	98,5	112,0	112,0
2003-43	29/01/2003	40,0	83,0	98,5	98,5	98,5	112,0	112,0
2004-17	28/01/2004	17,0	36,0	55,3	56,2	56,2	56,4	79,8
2004-29	06/02/2004	42,0	82,0	82,0	82,0	85,7	100,1	114,6
2004-3	09/01/2004	45,5	47,0	49,0	49,0	66,0	66,0	66,0
2004-30	06/02/2004	42,0	82,0	82,0	82,0	85,7	100,1	114,6
2004-31	06/02/2004	42,0	82,0	82,0	82,0	85,7	100,1	114,6
2004-34	06/02/2004	42,0	82,0	82,0	82,0	85,7	100,1	114,6
2004-36	06/02/2004	42,0	82,0	82,0	82,0	85,7	100,1	114,6
2004-38	06/02/2004	42,0	82,0	82,0	82,0	85,7	100,1	114,6
2004-40	07/02/2004	32,0	74,0	114,0	114,0	114,0	117,7	132,1
2004-55	23/02/2004	61,4	75,9	76,1	82,4	82,4	82,4	82,4
2004-60	23/02/2004	61,4	75,9	76,1	82,4	82,4	82,4	82,4
2004-7	09/01/2004	45,5	47,0	49,0	49,0	66,0	66,0	66,0
2004-8	09/01/2004	45,5	47,0	49,0	49,0	66,0	66,0	66,0
2005-100	12/01/2005	133,6	150,2	150,6	159,2	167,9	167,9	168,7
2005-101	12/01/2005	133,6	150,2	150,6	159,2	167,9	167,9	168,7
2005-102	12/01/2005	133,6	150,2	150,6	159,2	167,9	167,9	168,7
2005-103	12/01/2005	133,6	150,2	150,6	159,2	167,9	167,9	168,7
2005-116	12/01/2005	133,6	150,2	150,6	159,2	167,9	167,9	168,7
2005-12	11/01/2005	18,0	30,0	30,0	31,0	31,0	34,8	86,0
2005-121	12/01/2005	133,6	150,2	150,6	159,2	167,9	167,9	168,7
2005-122	12/01/2005	133,6	150,2	150,6	159,2	167,9	167,9	168,7
2005-123	12/01/2005	133,6	150,2	150,6	159,2	167,9	167,9	168,7
2005-127	12/01/2005	133,6	150,2	150,6	159,2	167,9	167,9	168,7
2005-13	11/01/2005	18,0	30,0	30,0	31,0	31,0	34,8	86,0
2005-130	12/01/2005	133,6	150,2	150,6	159,2	167,9	167,9	168,7
2005-132	12/01/2005	133,6	150,2	150,6	159,2	167,9	167,9	168,7
2005-133	12/01/2005	133,6	150,2	150,6	159,2	167,9	167,9	168,7
2005-137	12/01/2005	133,6	150,2	150,6	159,2	167,9	167,9	168,7
2005-138	12/01/2005	133,6	150,2	150,6	159,2	167,9	167,9	168,7
2005-140	12/01/2005	133,6	150,2	150,6	159,2	167,9	167,9	168,7
2005-144	12/01/2005	133,6	150,2	150,6	159,2	167,9	167,9	168,7
2005-149	12/01/2005	133,6	150,2	150,6	159,2	167,9	167,9	168,7
2005-152	12/01/2005	133,6	150,2	150,6	159,2	167,9	167,9	168,7
2005-16	11/01/2005	18,0	30,0	30,0	31,0	31,0	34,8	86,0

Número	Data	Acumulado de chuva (mm)						
		24h	48h	72h	96h	120h	144h	168h
2005-177	18/01/2005	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	87,5	105,5
2005-179	18/01/2005	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	87,5	105,5
2005-180	18/01/2005	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	87,5	105,5
2005-2	05/01/2005	51,2	62,2	62,2	62,2	62,2	62,2	62,2
2005-20	11/01/2005	18,0	30,0	30,0	31,0	31,0	34,8	86,0
2005-21	11/01/2005	18,0	30,0	30,0	31,0	31,0	34,8	86,0
2005-210	21/01/2005	30,7	44,3	51,0	52,5	65,0	65,0	65,0
2005-213	21/01/2005	30,7	44,3	51,0	52,5	65,0	65,0	65,0
2005-216	26/01/2005	23,7	30,7	30,7	80,7	115,7	146,4	160,0
2005-217	22/01/2005	35,0	65,7	79,3	86,0	87,5	100,0	100,0
2005-22	11/01/2005	18,0	30,0	30,0	31,0	31,0	34,8	86,0
2005-242	25/01/2005	50,0	85,0	115,7	129,3	136,0	137,5	150,0
2005-245	25/01/2005	50,0	85,0	115,7	129,3	136,0	137,5	150,0
2005-257	26/01/2005	23,7	30,7	30,7	80,7	115,7	146,4	160,0
2005-258	26/01/2005	23,7	30,7	30,7	80,7	115,7	146,4	160,0
2005-26	11/01/2005	18,0	30,0	30,0	31,0	31,0	34,8	86,0
2005-275	01/02/2005	23,5	36,0	67,0	71,0	71,0	79,5	102,9
2005-29	11/01/2005	18,0	30,0	30,0	31,0	31,0	34,8	86,0
2005-3	05/01/2005	51,2	62,2	62,2	62,2	62,2	62,2	62,2
2005-30	11/01/2005	18,0	30,0	30,0	31,0	31,0	34,8	86,0
2005-31	11/01/2005	18,0	30,0	30,0	31,0	31,0	34,8	86,0
2005-345	16/03/2005	35,0	76,7	86,7	86,7	86,7	86,7	86,7
2005-35	11/01/2005	18,0	30,0	30,0	31,0	31,0	34,8	86,0
2005-36	11/01/2005	18,0	30,0	30,0	31,0	31,0	34,8	86,0
2005-37	11/01/2005	18,0	30,0	30,0	31,0	31,0	34,8	86,0
2005-40	11/01/2005	18,0	30,0	30,0	31,0	31,0	34,8	86,0
2005-414	25/05/2005	139,0	139,0	139,0	160,0	160,0	160,0	160,0
2005-415	25/05/2005	139,0	139,0	139,0	160,0	160,0	160,0	160,0
2005-419	25/05/2005	139,0	139,0	139,0	160,0	160,0	160,0	160,0
2005-42	11/01/2005	18,0	30,0	30,0	31,0	31,0	34,8	86,0
2005-420	25/05/2005	139,0	139,0	139,0	160,0	160,0	160,0	160,0
2005-425	25/05/2005	139,0	139,0	139,0	160,0	160,0	160,0	160,0
2005-427	25/05/2005	139,0	139,0	139,0	160,0	160,0	160,0	160,0
2005-428	25/05/2005	139,0	139,0	139,0	160,0	160,0	160,0	160,0
2005-432	25/05/2005	139,0	139,0	139,0	160,0	160,0	160,0	160,0
2005-434	25/05/2005	139,0	139,0	139,0	160,0	160,0	160,0	160,0
2005-435	25/05/2005	139,0	139,0	139,0	160,0	160,0	160,0	160,0
2005-443	25/05/2005	139,0	139,0	139,0	160,0	160,0	160,0	160,0
2005-444	25/05/2005	139,0	139,0	139,0	160,0	160,0	160,0	160,0
2005-47	11/01/2005	18,0	30,0	30,0	31,0	31,0	34,8	86,0
2005-48	11/01/2005	18,0	30,0	30,0	31,0	31,0	34,8	86,0
2005-50	11/01/2005	18,0	30,0	30,0	31,0	31,0	34,8	86,0
2005-52	11/01/2005	18,0	30,0	30,0	31,0	31,0	34,8	86,0
2005-53	11/01/2005	18,0	30,0	30,0	31,0	31,0	34,8	86,0
2005-54	11/01/2005	18,0	30,0	30,0	31,0	31,0	34,8	86,0
2005-58	11/01/2005	18,0	30,0	30,0	31,0	31,0	34,8	86,0
2005-61	11/01/2005	18,0	30,0	30,0	31,0	31,0	34,8	86,0
2005-64	11/01/2005	18,0	30,0	30,0	31,0	31,0	34,8	86,0
2005-69	11/01/2005	18,0	30,0	30,0	31,0	31,0	34,8	86,0
2005-72	11/01/2005	18,0	30,0	30,0	31,0	31,0	34,8	86,0

Número	Data	Acumulado de chuva (mm)						
		24h	48h	72h	96h	120h	144h	168h
2005-73	11/01/2005	18,0	30,0	30,0	31,0	31,0	34,8	86,0
2005-76	11/01/2005	18,0	30,0	30,0	31,0	31,0	34,8	86,0
2005-78	12/01/2005	133,6	150,2	150,6	159,2	167,9	167,9	168,7
2005-80	12/01/2005	133,6	150,2	150,6	159,2	167,9	167,9	168,7
2005-81	12/01/2005	133,6	150,2	150,6	159,2	167,9	167,9	168,7
2005-82	12/01/2005	133,6	150,2	150,6	159,2	167,9	167,9	168,7
2005-83	12/01/2005	133,6	150,2	150,6	159,2	167,9	167,9	168,7
2005-84	12/01/2005	133,6	150,2	150,6	159,2	167,9	167,9	168,7
2005-87	12/01/2005	133,6	150,2	150,6	159,2	167,9	167,9	168,7
2005-88	12/01/2005	133,6	150,2	150,6	159,2	167,9	167,9	168,7
2005-93	12/01/2005	133,6	150,2	150,6	159,2	167,9	167,9	168,7
2005-94	12/01/2005	133,6	150,2	150,6	159,2	167,9	167,9	168,7
2005-95	12/01/2005	133,6	150,2	150,6	159,2	167,9	167,9	168,7
2005-96	12/01/2005	133,6	150,2	150,6	159,2	167,9	167,9	168,7
2005-97	12/01/2005	133,6	150,2	150,6	159,2	167,9	167,9	168,7
2005-98	12/01/2005	133,6	150,2	150,6	159,2	167,9	167,9	168,7
2006-122	22/03/2006	78,0	91,0	91,0	91,0	91,0	106,0	106,0
2006-138	27/03/2006	41,0	41,0	41,0	43,0	52,0	52,0	130,0
2006-362	27/11/2006	107,0	107,0	107,0	107,0	107,0	107,0	119,0
2006-373	28/11/2006	83,0	190,0	190,0	190,0	190,0	190,0	190,0
2006-399	05/12/2006	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	52,5	93,0
2006-413	05/12/2006	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	52,5	93,0
2006-416	05/12/2006	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	52,5	93,0
2006-423	07/12/2006	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	52,5	93,0
2006-81	13/02/2006	54,0	54,0	54,0	68,0	89,5	104,5	120,0
2006-87	13/02/2006	54,0	54,0	54,0	68,0	89,5	104,5	120,0
2007-159	19/03/2007	46,5	62,9	79,8	79,9	82,6	100,7	101,8
2007-254	24/07/2007	40,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	66,5
2007-255	25/07/2007	53,0	93,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0
2007-260	25/07/2007	53,0	93,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0
2007-61	30/01/2007	70,4	144,8	144,8	173,8	175,5	175,5	175,5
2007-63	30/01/2007	70,4	144,8	144,8	173,8	175,5	175,5	175,5
2007-64	30/01/2007	70,4	144,8	144,8	173,8	175,5	175,5	175,5
2007-65	30/01/2007	70,4	144,8	144,8	173,8	175,5	175,5	175,5
2007-66	30/01/2007	70,4	144,8	144,8	173,8	175,5	175,5	175,5
2007-67	30/01/2007	70,4	144,8	144,8	173,8	175,5	175,5	175,5
2007-70	30/01/2007	70,4	144,8	144,8	173,8	175,5	175,5	175,5
2007-71	30/01/2007	70,4	144,8	144,8	173,8	175,5	175,5	175,5
2007-72	30/01/2007	70,4	144,8	144,8	173,8	175,5	175,5	175,5
2007-75	30/01/2007	70,4	144,8	144,8	173,8	175,5	175,5	175,5
2007-80	30/01/2007	70,4	144,8	144,8	173,8	175,5	175,5	175,5
2007-80	30/01/2007	70,4	144,8	144,8	173,8	175,5	175,5	175,5
2007-83	30/01/2007	70,4	144,8	144,8	173,8	175,5	175,5	175,5
2008-144	22/02/2008	77,5	88,5	88,5	89,5	113,0	113,0	113,0
2009-122	09/02/2009	85,0	85,0	85,0	90,0	104,0	112,5	112,5
2009-136	12/02/2009	85,0	85,0	85,0	90,0	104,0	112,5	112,5
2009-234	18/03/2009	140,0	140,0	149,0	149,0	149,0	159,0	170,0
2009-235	18/03/2009	140,0	140,0	149,0	149,0	149,0	159,0	170,0
2009-251	18/03/2009	140,0	140,0	149,0	149,0	149,0	159,0	170,0
2009-256	18/03/2009	140,0	140,0	149,0	149,0	149,0	159,0	170,0

Número	Data	Acumulado de chuva (mm)						
		24h	48h	72h	96h	120h	144h	168h
2009-265	19/03/2009	35,0	175,0	175,0	184,0	184,0	184,0	194,0
2009-283	19/03/2009	35,0	175,0	175,0	184,0	184,0	184,0	194,0
2009-687	11/09/2009	82,0	82,0	117,0	117,0	117,0	139,0	139,0
2010-102	11/01/2010	103,0	103,0	103,0	106,0	107,0	139,0	185,0
2010-1021	29/01/2010	62,0	75,0	108,0	116,0	169,0	169,0	169,0
2010-1022	29/01/2010	62,0	75,0	108,0	116,0	169,0	169,0	169,0
2010-1066	29/01/2010	62,0	75,0	108,0	116,0	169,0	169,0	169,0
2010-1078	29/01/2010	62,0	75,0	108,0	116,0	169,0	169,0	169,0
2010-121	11/01/2010	103,0	103,0	103,0	106,0	107,0	139,0	185,0
2010-1225	02/02/2010	14,0	46,0	46,0	46,0	108,0	121,0	154,0
2010-1267	02/02/2010	14,0	46,0	46,0	46,0	108,0	121,0	154,0
2010-1302	02/02/2010	14,0	46,0	46,0	46,0	108,0	121,0	154,0
2010-1348	02/02/2010	14,0	46,0	46,0	46,0	108,0	121,0	154,0
2010-1354	04/02/2010	61,0	61,0	75,0	107,0	107,0	107,0	169,0
2010-1355	04/02/2010	61,0	61,0	75,0	107,0	107,0	107,0	169,0
2010-1359	04/02/2010	61,0	61,0	75,0	107,0	107,0	107,0	169,0
2010-1390	04/02/2010	61,0	61,0	75,0	107,0	107,0	107,0	169,0
2010-1410	04/02/2010	61,0	61,0	75,0	107,0	107,0	107,0	169,0
2010-1543	18/02/2010	65,0	65,0	71,0	71,0	71,0	71,0	89,0
2010-1641	27/02/2010	9,0	37,0	37,0	67,0	67,0	67,0	67,0
2010-178	19/01/2010	59,0	94,0	94,0	94,0	117,0	118,0	118,0
2010-1788	26/03/2010	32,0	32,0	72,0	81,0	83,0	83,0	83,0
2010-18	04/01/2010	62,0	62,0	62,0	66,0	78,0	78,0	81,0
2010-1851	07/04/2010	22,0	37,0	56,0	60,0	65,0	65,0	65,0
2010-1867	09/04/2010	9,0	14,0	36,0	51,0	70,0	74,0	79,0
2010-1870	09/04/2010	9,0	14,0	36,0	51,0	70,0	74,0	79,0
2010-191	19/01/2010	59,0	94,0	94,0	94,0	117,0	118,0	118,0
2010-194	19/01/2010	59,0	94,0	94,0	94,0	117,0	118,0	118,0
2010-195	19/01/2010	59,0	94,0	94,0	94,0	117,0	118,0	118,0
2010-196	19/01/2010	59,0	94,0	94,0	94,0	117,0	118,0	118,0
2010-199	19/01/2010	59,0	94,0	94,0	94,0	117,0	118,0	118,0
2010-200	20/01/2010	36,0	95,0	130,0	130,0	130,0	153,0	154,0
2010-209	20/01/2010	36,0	95,0	130,0	130,0	130,0	153,0	154,0
2010-212	20/01/2010	36,0	95,0	130,0	130,0	130,0	153,0	154,0
2010-220	20/01/2010	36,0	95,0	130,0	130,0	130,0	153,0	154,0
2010-232	20/01/2010	36,0	95,0	130,0	130,0	130,0	153,0	154,0
2010-242	20/01/2010	36,0	95,0	130,0	130,0	130,0	153,0	154,0
2010-250	20/01/2010	36,0	95,0	130,0	130,0	130,0	153,0	154,0
2010-252	20/01/2010	36,0	95,0	130,0	130,0	130,0	153,0	154,0
2010-259	20/01/2010	36,0	95,0	130,0	130,0	130,0	153,0	154,0
2010-261	20/01/2010	36,0	95,0	130,0	130,0	130,0	153,0	154,0
2010-266	20/01/2010	36,0	95,0	130,0	130,0	130,0	153,0	154,0
2010-280	20/01/2010	36,0	95,0	130,0	130,0	130,0	153,0	154,0
2010-281	20/01/2010	36,0	95,0	130,0	130,0	130,0	153,0	154,0
2010-287	20/01/2010	36,0	95,0	130,0	130,0	130,0	153,0	154,0
2010-297	21/01/2010	85,0	121,0	180,0	215,0	215,0	215,0	238,0
2010-300	21/01/2010	85,0	121,0	180,0	215,0	215,0	215,0	238,0
2010-302	21/01/2010	85,0	121,0	180,0	215,0	215,0	215,0	238,0
2010-317	21/01/2010	85,0	121,0	180,0	215,0	215,0	215,0	238,0
2010-347	21/01/2010	85,0	121,0	180,0	215,0	215,0	215,0	238,0

Número	Data	Acumulado de chuva (mm)						
		24h	48h	72h	96h	120h	144h	168h
2010-357	21/01/2010	85,0	121,0	180,0	215,0	215,0	215,0	238,0
2010-361	21/01/2010	85,0	121,0	180,0	215,0	215,0	215,0	238,0
2010-369	21/01/2010	85,0	121,0	180,0	215,0	215,0	215,0	238,0
2010-374	21/01/2010	85,0	121,0	180,0	215,0	215,0	215,0	238,0
2010-378	21/01/2010	85,0	121,0	180,0	215,0	215,0	215,0	238,0
2010-389	21/01/2010	85,0	121,0	180,0	215,0	215,0	215,0	238,0
2010-405	22/01/2010	24,0	109,0	145,0	204,0	239,0	239,0	239,0
2010-408	22/01/2010	24,0	109,0	145,0	204,0	239,0	239,0	239,0
2010-434	22/01/2010	24,0	109,0	145,0	204,0	239,0	239,0	239,0
2010-434	22/01/2010	24,0	109,0	145,0	204,0	239,0	239,0	239,0
2010-439	22/01/2010	24,0	109,0	145,0	204,0	239,0	239,0	239,0
2010-44	06/01/2010	32,0	78,0	140,0	140,0	140,0	144,0	156,0
2010-440	22/01/2010	24,0	109,0	145,0	204,0	239,0	239,0	239,0
2010-440	22/01/2010	24,0	109,0	145,0	204,0	239,0	239,0	239,0
2010-441	22/01/2010	24,0	109,0	145,0	204,0	239,0	239,0	239,0
2010-447	22/01/2010	24,0	109,0	145,0	204,0	239,0	239,0	239,0
2010-451	22/01/2010	24,0	109,0	145,0	204,0	239,0	239,0	239,0
2010-454	22/01/2010	24,0	109,0	145,0	204,0	239,0	239,0	239,0
2010-464	22/01/2010	24,0	109,0	145,0	204,0	239,0	239,0	239,0
2010-497	22/01/2010	24,0	109,0	145,0	204,0	239,0	239,0	239,0
2010-499	22/01/2010	24,0	109,0	145,0	204,0	239,0	239,0	239,0
2010-509	22/01/2010	24,0	109,0	145,0	204,0	239,0	239,0	239,0
2010-510	22/01/2010	24,0	109,0	145,0	204,0	239,0	239,0	239,0
2010-615	26/01/2010	53,0	53,0	53,0	77,0	162,0	198,0	257,0
2010-663	26/01/2010	53,0	53,0	53,0	77,0	162,0	198,0	257,0
2010-686	26/01/2010	53,0	53,0	53,0	77,0	162,0	198,0	257,0
2010-689	26/01/2010	53,0	53,0	53,0	77,0	162,0	198,0	257,0
2010-706	26/01/2010	53,0	53,0	53,0	77,0	162,0	198,0	257,0
2010-709	26/01/2010	53,0	53,0	53,0	77,0	162,0	198,0	257,0
2010-724	27/01/2010	33,0	41,0	94,0	94,0	94,0	118,0	203,0
2010-766	27/01/2010	33,0	41,0	94,0	94,0	94,0	118,0	203,0
2010-770	27/01/2010	33,0	41,0	94,0	94,0	94,0	118,0	203,0
2010-778	27/01/2010	33,0	41,0	94,0	94,0	94,0	118,0	203,0
2010-779	27/01/2010	33,0	41,0	94,0	94,0	94,0	118,0	203,0
2010-799	27/01/2010	33,0	41,0	94,0	94,0	94,0	118,0	203,0
2010-809	28/01/2010	13,0	46,0	54,0	107,0	107,0	107,0	131,0
2010-810	28/01/2010	13,0	46,0	54,0	107,0	107,0	107,0	131,0
2010-812	28/01/2010	13,0	46,0	54,0	107,0	107,0	107,0	131,0
2010-867	28/01/2010	13,0	46,0	54,0	107,0	107,0	107,0	131,0
2010-883	28/01/2010	13,0	46,0	54,0	107,0	107,0	107,0	131,0
2010-892	28/01/2010	13,0	46,0	54,0	107,0	107,0	107,0	131,0
2010-924	29/01/2010	62,0	75,0	108,0	116,0	169,0	169,0	169,0
2010-924	29/01/2010	62,0	75,0	108,0	116,0	169,0	169,0	169,0
2010-927	29/01/2010	62,0	75,0	108,0	116,0	169,0	169,0	169,0
2010-955	29/01/2010	62,0	75,0	108,0	116,0	169,0	169,0	169,0
2010-96	11/01/2010	103,0	103,0	103,0	106,0	107,0	139,0	185,0
2011-1286	15/11/2011	20,0	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0
2011-1407	15/12/2011	103,0	106,0	106,0	138,0	138,0	138,0	158,0
2011-553	28/02/2011	51,0	51,0	51,0	60,0	66,0	82,0	112,0
2011-555	28/02/2011	51,0	51,0	51,0	60,0	66,0	82,0	112,0

Número	Data	Acumulado de chuva (mm)						
		24h	48h	72h	96h	120h	144h	168h
2011-558	28/02/2011	51,0	51,0	51,0	60,0	66,0	82,0	112,0
2011-565	28/02/2011	51,0	51,0	51,0	60,0	66,0	82,0	112,0
2011-566	28/02/2011	51,0	51,0	51,0	60,0	66,0	82,0	112,0
2011-569	28/02/2011	51,0	51,0	51,0	60,0	66,0	82,0	112,0
2011-573	28/02/2011	51,0	51,0	51,0	60,0	66,0	82,0	112,0
2011-574	28/02/2011	51,0	51,0	51,0	60,0	66,0	82,0	112,0
2011-576	28/02/2011	51,0	51,0	51,0	60,0	66,0	82,0	112,0
2011-577	28/02/2011	51,0	51,0	51,0	60,0	66,0	82,0	112,0
2011-579	28/02/2011	51,0	51,0	51,0	60,0	66,0	82,0	112,0
2011-581	28/02/2011	51,0	51,0	51,0	60,0	66,0	82,0	112,0
2011-582	28/02/2011	51,0	51,0	51,0	60,0	66,0	82,0	112,0
2011-587	28/02/2011	51,0	51,0	51,0	60,0	66,0	82,0	112,0
2011-594	28/02/2011	51,0	51,0	51,0	60,0	66,0	82,0	112,0
2011-605	28/02/2011	51,0	51,0	51,0	60,0	66,0	82,0	112,0
2011-608	28/02/2011	51,0	51,0	51,0	60,0	66,0	82,0	112,0
2012-1158	18/12/2012	39,0	88,0	88,0	88,0	88,0	96,0	96,0
2012-1159	18/12/2012	39,0	88,0	88,0	88,0	88,0	96,0	96,0
2012-1171	18/12/2012	39,0	88,0	88,0	88,0	88,0	96,0	96,0
2012-1177	18/12/2012	39,0	88,0	88,0	88,0	88,0	96,0	96,0
2012-1178	18/12/2012	39,0	88,0	88,0	88,0	88,0	96,0	96,0
2012-1179	18/12/2012	39,0	88,0	88,0	88,0	88,0	96,0	96,0
2012-1183	18/12/2012	39,0	88,0	88,0	88,0	88,0	96,0	96,0
2012-1185	20/12/2012	45,0	45,0	84,0	133,0	133,0	133,0	133,0
2012-1187	20/12/2012	45,0	45,0	84,0	133,0	133,0	133,0	133,0
2012-1188	20/12/2012	45,0	45,0	84,0	133,0	133,0	133,0	133,0
2012-1191	20/12/2012	45,0	45,0	84,0	133,0	133,0	133,0	133,0
2012-135	18/01/2012	77,0	83,0	103,0	103,0	103,0	103,0	103,0
2012-147	18/01/2012	77,0	83,0	103,0	103,0	103,0	103,0	103,0
2012-156	18/01/2012	77,0	83,0	103,0	103,0	103,0	103,0	103,0
2012-180	18/01/2012	77,0	83,0	103,0	103,0	103,0	103,0	103,0
2012-754	07/06/2012	35,0	95,0	108,0	108,0	108,0	108,0	108,0
2013-105	09/01/2013	26,0	26,0	66,0	66,0	66,0	68,0	73,0
2013-134	10/01/2013	26,0	52,0	52,0	92,0	92,0	92,0	94,0
2013-165	10/01/2013	26,0	52,0	52,0	92,0	92,0	92,0	94,0
2013-430	14/02/2013	32,0	32,0	32,0	83,0	83,0	83,0	97,0
2013-84	09/01/2013	26,0	26,0	66,0	66,0	66,0	68,0	73,0
2014-0052	13/01/2014	15,7	16,9	35,0	42,5	43,7	66,1	66,1
2014-0101	15/01/2014	36,4	87,2	108,9	114,8	165,0	165,2	167,8
2014-0128	16/01/2014	34,0	58,0	85,2	100,8	102,0	120,1	127,6
2014-0130	16/01/2014	34,0	58,0	85,2	100,8	102,0	120,1	127,6
2014-0286	12/03/2014	54,6	98,0	98,0	98,0	108,4	137,6	137,6
2014-0303	15/03/2014	15,0	32,3	82,8	125,3	125,3	125,3	128,7
2015-0076	22/01/2015	61,4	62,0	62,0	62,0	62,0	62,0	62,0
2015-0085	26/01/2015	55,4	57,0	68,4	74,1	110,5	110,5	110,5
2015-0118	06/02/2015	26,5	82,8	82,8	82,8	83,4	83,8	90,0
2015-0158	28/02/2015	88,8	89,2	90,0	99,0	102,0	102,0	102,0
2015-0729	24/12/2015	11,4	28,5	69,0	73,3	72,3	86,3	86,3
2016-0009	09/01/2016	78,2	78,2	78,2	78,2	78,2	78,4	81,8
2016-0140	26/02/2016	68,4	68,6	105,7	106,3	116,5	135,0	135,2
2016-0141	26/02/2016	68,4	68,6	105,7	106,3	116,5	135,0	135,2

Número	Data	Acumulado de chuva (mm)						
		24h	48h	72h	96h	120h	144h	168h
2016-0142	26/02/2016	68,4	68,6	105,7	106,3	116,5	135,0	135,2
2016-0143	26/02/2016	68,4	68,6	105,7	106,3	116,5	135,0	135,2
2016-0144	26/02/2016	68,4	68,6	105,7	106,3	116,5	135,0	135,2
2016-0145	26/02/2016	68,4	68,6	105,7	106,3	116,5	135,0	135,2
2016-0146	26/02/2016	68,4	68,6	105,7	106,3	116,5	135,0	135,2
2016-0147	26/02/2016	68,4	68,6	105,7	106,3	116,5	135,0	135,2
2016-0151	29/02/2016	23,5	43,9	43,9	112,4	112,6	149,6	150,2
2016-0153	29/02/2016	23,5	43,9	43,9	112,4	112,6	149,6	150,2
2016-0202	11/03/2016	54,8	81,1	87,6	87,6	87,8	87,8	87,8
2016-0206	11/03/2016	54,8	81,1	87,6	87,6	87,8	87,8	87,8
2016-0209	11/03/2016	54,8	81,1	87,6	87,6	87,8	87,8	87,8
2016-0345	06/06/2016	63,3	101,3	110,5	124,1	146,0	154,6	154,6
2016-0353	06/06/2016	63,3	101,3	110,5	124,1	146,0	154,6	154,6
2016-0355	07/06/2016	33,5	79,2	119,0	128,8	136,9	163,1	171,8
2016-0370	07/06/2016	33,5	79,2	119,0	128,8	136,9	163,1	171,8