RELATÓRIO TÉCNICO E DE ATIVIDADES

ETAPA 1

NATUREZA DO TRABALHO

Elaboração de Planos de Contingência frente a riscos de eventos geodinâmicos em trechos rodoviários selecionados das Unidades Básicas de Atendimento (UBA) do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo (DER/SP) de Caraguatatuba, Mogi das Cruzes e São Vicente

INTERESSADO

Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo – DER/SP

PROGRAMA

Transporte, Logística e Meio Ambiente

PROJETO

Transporte Sustentável de São Paulo

CONTRATO	CÓDIGO REGEA	REVISÃO	LOCAL E DATA
20.595-3 Protocolo DER/2087634//2019	2053-R02-20	0	São Paulo 03.Dezembro.2020

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 1
2 OBJETIVO 1
2.1 CONTEXTO FISIOGRÁFICO DA ÁREA DE ESTUDO 3
3 PRODUTO 02 – CADASTRO DE EVENTOS E DESASTRES 8
3.1 MODELAGEM DOS DADOS 9
3.2 LEVANTAMENTO, ANÁLISE, SISTEMATIZAÇÃO E PROCESSAMENTOS DOS DADOS PARA O CADASTRO DE EVENTOS E DESASTRES 12
3.3 RESULTADOS OBTIDOS – PRODUTO 02 14
4 PRODUTO 03 – MODELO DE CORRELAÇÃO ENTRE EVENTOS GEODINÂMICOS E CHUVAS 18
4.1 LEVANTAMENTO E SISTEMATIZAÇÃO DOS DADOS HISTÓRICOS DE CHUVAS 18
4.2 DEFINIÇÃO DE MODELAGEM E ELABORAÇÃO DE BASE DE DADOS PARA A CORRELAÇÃO CHUVAS-EVENTOS 22
4.2.1 Seleção de pluviômetros e período de abrangência dos dados de chuvas coletados 23
4.2.2 Seleção de dados oriundos do cadastro de ocorrência de eventos geodinâmicos 27
4.3 DETERMINAÇÃO DAS ENVOLTÓRIAS PARA EVENTOS GEODINÂMICOS E ESTABELECIMENTO DOS ÍNDICES DE PRECIPITAÇÃO CRÍTICA 31
4.3.1 Definição do intervalo pluviométrico para análise 32
4.3.2 Análise espacial dos dados de chuvas e de eventos geodinâmicos 36
4.3.3 Cenários de probabilidades de ocorrências de eventos geodinâmicos em decorrência dos limiares de chuvas acumuladas 39
4.3.4 Determinação das envoltórias para eventos geodinâmicos e dos índices de precipitação crítica 48
4.4 RESULTADOS OBTIDOS – PRODUTO 03 54
4.4.1 Correlação para eventos geológicos 54
4.4.2 Correlação para eventos hidrológicos 55
5 PRODUTO 04 – ANÁLISE DE RISCO 69
5.1 DEFINIÇÃO DAS CLASSES DE RISCO NAS UNIDADES DE ANÁLISE 76
5.1.1 Classes de risco de eventos geológicos nas unidades de análise 76
5.1.2 Classes de risco de eventos hidrológicos nas unidades de análise 80
5.2 CORRELAÇÃO ENTRE RISCO AOS EVENTOS GEODINÂMICOS ANALISADO E CHUVAS 83
5.2.1 Correlação entre o risco aos eventos geológicos analisado e as chuvas 84
5.2.2 Correlação entre o risco aos eventos hidrológicos analisado e as chuvas 84
5.3 RESULTADOS OBTIDOS – PRODUTO 04 86
6 PRODUTO 05 – ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO DAS UBAS 110
6.1 BENCHMARK E ELABORAÇÃO DE CRITÉRIOS E INDICADORES PARA ANÁLISE DA CAPACIDADE INSTITUCIONAL DAS UBAS 110
6.2 ANÁLISE DA ESTRUTURA INSTITUCIONAL DAS UBAS 115
6.2.1 Disponibilidade de recursos físicos, humanos e financeiros 115
6.2.2 Estrutura organizacional 124
6.2.3 Instrumentos de gestão 126
6.3 DIAGNÓSTICO DA CAPACIDADE INSTITUCIONAL 126
6.3.1 Diagnóstico da capacidade institucional de implantação do Plano de Contingência 127
6.3.2 Diagnóstico da capacidade institucional de operação do Plano de Contingência 128
6.3.3 Diagnóstico da capacidade institucional de avaliação do Plano de Contingência 128
6.3.4 Diagnóstico da capacidade institucional de atualização / revisão do Plano de Contingência 129
7 CRONOGRAMA DE ATIVIDADES E PRÓXIMAS ETAPAS 129
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 132
9 EQUIPE TÉCNICA 144

ANEXOS

Anexo A – Anotação de Responsabilidade Técnica – ART
Anexo B – Arquivos digitais dos Produtos 02, 03, 04 e 05

1 INTRODUÇÃO

O Consórcio NIPPON KOEI LAC / NIPPON KOEI LAC DO BRASIL / REGEA / GEOTEC / OPTIMUS GIS (Consórcio 4X044) elaborou e apresenta este Relatório Técnico e de Atividades em cumprimento às exigências do Edital SDP nº 064/2019, para execução do Contrato nº 20.595-3, relativo à "Prestação de Serviços Técnicos para Elaboração de Planos de Contingência frente a riscos de eventos geodinâmicos em trechos rodoviários selecionados das Unidades Básicas de Atendimento (UBA) do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo (DER/SP) de Caraguatatuba, Mogi das Cruzes e São Vicente", pertencente ao Programa Transporte, Logística e Meio Ambiente do Projeto Transporte Sustentável de São Paulo, implementado pelo Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo – DER/SP.

Conforme estabelecido no item 5 do Termo de Referência (TDR) da SDP nº 064/2019, os serviços contratados devem ser desenvolvidos em uma etapa preparatória e três etapas de elaboração de produtos (**Tabela 1-1**). O Relatório Técnico e de Atividades ora apresentado se refere ao relatório relativo à conclusão da **Etapa 1 – Histórico de Eventos e Desastres, Índices Meteorológicos Críticos, Análise de Risco e Capacidade Institucional**, composta pelos Produtos 02 a 05, definidos nos itens 5.3. 6.2, 6.3, 6.4 e 6.5 do Termo de Referência (TDR) da SDP nº 064/2019.

Tabela 1-1. Etapas de desenvolvimento dos serviços.

Etapa	Produtos Previstos
Preparatória*	Produto 01 - Elaboração do Plano de Trabalho
1	Produto 02 - Cadastro de Ocorrências de Eventos Geodinâmicos e Desastres Produto 03 - Modelo de Correlação entre Eventos e Chuvas Produto 04 - Análise de Risco Produto 05 - Análise do Contexto Institucional
2	Produto 06 - Sistema Automatizado de Análise, Monitoramento e Alerta de Risco
3	Produto 07 - Plano de Contingência frente a Riscos de Eventos Geodinâmicos

* Etapa Preparatória foi concluída em 13/08/2020, conforme previsto nos cronogramas apresentados junto ao Plano de Trabalho.
Fonte: Elaborado pelo Consórcio REGEA-PANGEA-NIPPON (4X044) a partir do Termo de Referência do Edital SDP nº 064/2019.

Os documentos referentes à "Anotação de Responsabilidade Técnica - ART", para execução dos serviços contratados, são apresentados no **ANEXO A**.

2 OBJETIVO

O objetivo do serviço é a elaboração de planos de contingência frente a riscos de eventos geodinâmicos em trechos rodoviários selecionados das Unidades Básicas de Atendimento (UBAs) de Caraguatatuba, Mogi das Cruzes e São Vicente, em apoio aos planos estratégicos, gerenciais e operacionais do Setor de Transportes e à implementação do Programa Estadual de Prevenção de Desastres Naturais e Redução de Riscos Geológicos do Estado de São Paulo - PDN (Decreto Estadual nº 57.512/2011), quanto ao gerenciamento de risco na gestão rodoviária. A área de estudo compreende parcialmente as rodovias SP-055 e SP-098, em uma faixa de 1 km de largura a partir do eixo das rodovias.

Deve-se ressaltar, no entanto, que embora os limites de cada UBA sejam definidos em função dos limites dos municípios inseridos no contexto de suas Divisões Regionais e Residências de Conservação, esta divisão nem sempre corresponde ao trecho da rodovia no qual a UBA atua e é responsável pela Conservação. A conservação e manutenção dos trechos das rodovias são realizados, eventualmente, pela UBA adjacente àquela em que está situada a Residência de Conservação ou, ainda, pela Prefeitura Municipal do município em que está inserido determinado

trecho da rodovia. Esta divisão é apresentada na **Tabela 2-1**, e as rodovias e respectivos municípios interceptados que definem a área de estudo estão apresentados na **Figura 2-1**

Tabela 2-1. Área de estudo do projeto.

Rodovia	Município	Regional	Residência da Conservação	Conservação	Inicial (km)	Final (km)	Extensão (km)	Jurisdição
SP-055	Ubatuba	Taubaté DR.06	Caraguatatuba UBA 06.04	Caraguatatuba UBA 06.04	53,600	81,970	28,370	Estadual
	Caraguatatuba				81,970	87,240	5,270	Estadual
					87,240	89,100	1,860	Federal
					89,100	99,630	10,530	Estadual
				Prefeitura Municipal de Caraguatatuba	99,630	102,300	2,670	Estadual
				Caraguatatuba UBA 06.04	102,300	112,550	10,250	Estadual
	São Sebastião				112,550	120,200	7,650	Estadual
				Prefeitura Municipal de São Sebastião	120,200	127,800	7,600	Estadual
				São Vicente UBA 05.04	127,800	165,910	38,110	Estadual
					165,910	174,600	8,690	Federal
					174,600	176,200	1,600	Estadual
					176,200	185,900	9,700	Federal
					185,900	191,400	5,500	Estadual
	Bertioga	Cubatão DR.05	São Vicente UBA 05.04		191,400	220,450	29,050	Estadual
					220,450	233,400	12,950	Federal
	Santos				233,400	248,100	14,700	Federal
Extensão total da área de estudo da rodovia SP-055								**194,500**
SP-098	Mogi das Cruzes	São Paulo DR.10	Mogi das Cruzes UBA 10.04	Mogi das Cruzes UBA 10.04	62,900	75,000	12,100	Estadual
	Biritiba-Mirim				75,000	82,400	7,400	Estadual
	Bertioga	Cubatão DR.05	São Vicente UBA 05.04		82,400	98,100	15,700	Estadual
Extensão total da área de estudo da rodovia SP-098								**35,200**
Extensão total da área de estudo do projeto								**229,700**

A intersecção entre as rodovias ocorre nos Km 214,650 da rodovia SP-055 e no KM 98,100 da rodovia SP-098.

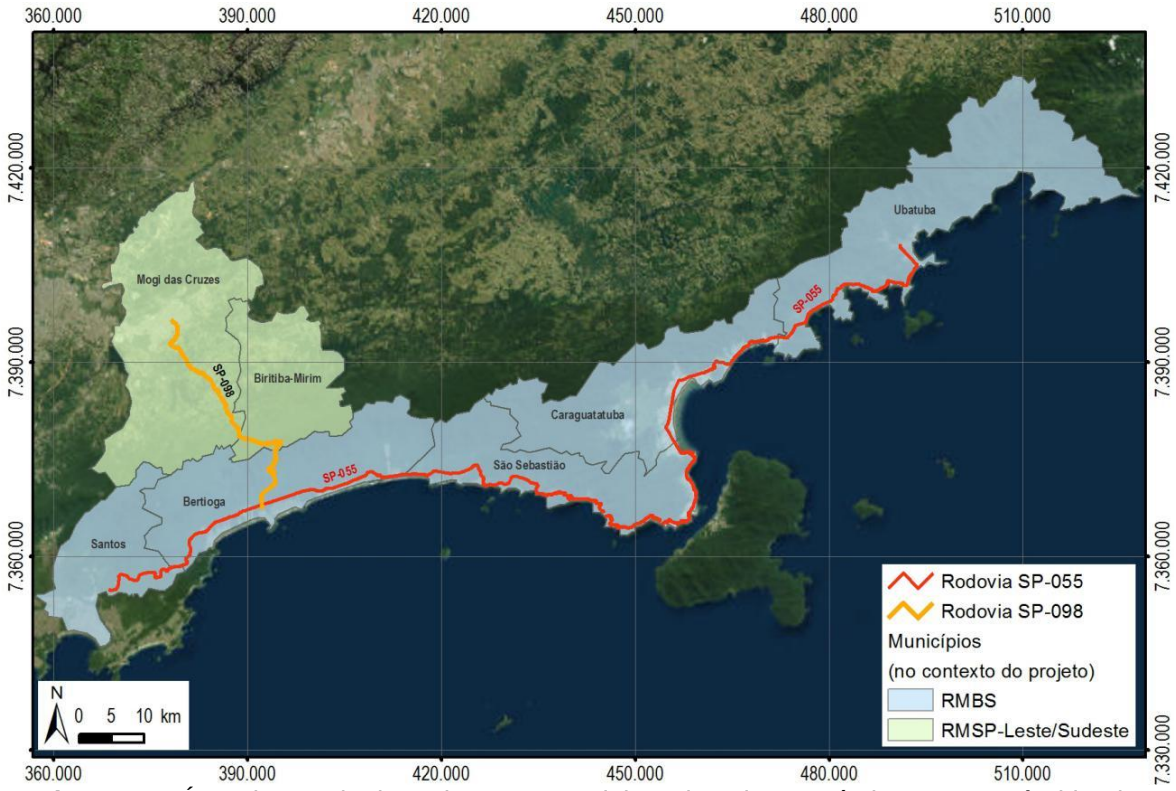


Figura 2-1. Área de estudo do projeto. Fonte: Elaborado pelo Consórcio 4X044 no âmbito do desenvolvimento dos serviços contratados.

Desta forma, embora alguns trechos das rodovias estejam geograficamente situados nos municípios de abrangência de uma determinada UBA, sua conservação, manutenção e atendimentos de emergência são realizados pela UBA vizinha ou, ainda, pela Prefeitura do município em que o trecho está inserido, conforme apresentado na relação a seguir:

- Caraguatatuba – UBA 06.04 – Rodovia SP-055, do km 53,600 ao km 99,630, e do km 102,300 ao km 112,550, totalizando 63,930 quilômetros de extensão, sendo 46,030 quilômetros no primeiro intervalo, e 17,900 quilômetros no segundo intervalo;

- Mogi das Cruzes – UBA 10.04 – Rodovia SP-098, do km 62,900 ao km 98,100, totalizando 35,200 quilômetros;

- São Vicente – UBA 05.04 – Rodovia SP-055, do km 127,800 ao km 248,100, totalizando 120,300 quilômetros;

- Prefeitura Municipal de Caraguatatuba – Rodovia SP-055, do km 99,630 ao km 102,300, totalizando 2,670 quilômetros. O trecho tem seus limites Norte e Sul coincidentes com os intervalos conservados pela UBA 06.04;

- Prefeitura Municipal de São Sebastião – Rodovia SP-055, do km 120,200 ao km 127,800, totalizando 7,600 quilômetros. O trecho tem seu limite Norte coincidentes com o segundo intervalo conservado pela UBA 06.04, e seu limite Sul coincidente com o intervalo conservado pela UBA 05.04.

Para simplificar a análise dos dados e apresentação de resultados, a divisão dos trechos de abrangência e atuação das UBAs foi considerada conforme apresentado na relação a seguir:

- UBA 05.04 – São Vicente – Rodovia SP-055, do km 127,800 ao km 248,100, totalizando 120,300 quilômetros;

- UBA 06.04 – Caraguatatuba – Rodovia SP-055, do km 53,600 ao km 127,800, totalizando 74,200 quilômetros e abrangendo os trechos sob conservação das Prefeituras Municipais de Caraguatatuba e de São Sebastião;

- UBA 10.04 – Mogi das Cruzes – Rodovia SP-098, do km 62,900 ao km 98,100, totalizando 35,200 quilômetros.

2.1 CONTEXTO FISIOGRÁFICO DA ÁREA DE ESTUDO

- **Geologia**

A área de estudo, discriminada de acordo com os domínios litoestratigráficos do Estado de São Paulo propostos em CPRM (2006) e ROSS (2006), pode ser contextualizada em três domínios, descritos a seguir e apresentados na **Figura 2.1-1**:

  - O cinturão orogênico do Atlântico, situado na escarpa da Serra do Mar e nos morros e morrotes que correm na porção litorânea da área de estudo, apresenta grande complexidade litológica e estrutural, com predomínio de rochas metamórficas como gnaisses, migmatitos, quartzitos, micaxistos e filitos de diferentes tipos e idades, bem como intrusões de granitos e sienitos;
  - O Planalto Paulistano que, na área de estudo, abrange principalmente os municípios de Mogi das Cruzes e Biritiba-Mirim, tem sua gênese vinculada a vários ciclos de dobramentos

acompanhados de metamorfismos regionais falhamentos e extensas intrusões. Predominam aqui rochas metamórficas como gnaisses, migmatitos, micaxistos, filitos e carbonáticas, bem como massas intrusivas de granitos e sienitos;

- A Planície marinha/fluvial, que corresponde aos depósitos sedimentares situados na porção litorânea da área de estudo, apresenta depósitos de sedimentos argilosos a arenosos, Inconsolidados, de idade quaternária.

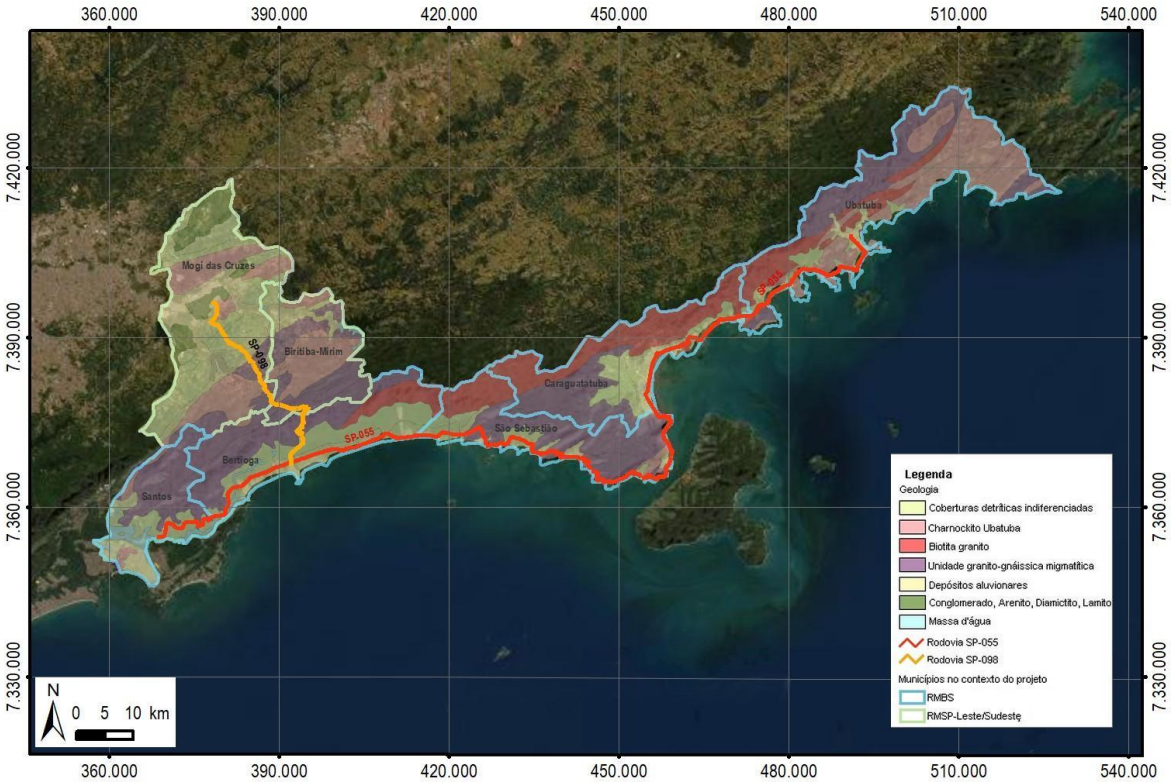


Figura 2.1-1. Litologia da área de estudo. Fonte: Adaptado de CPRM (2006).

- **Geomorfologia**

A área em estudo está situada na Província Costeira, unidade geomorfológica que abrange as montanhas, escarpas da Serra do Mar Paulista e planícies costeiras, conforme divisão proposta no Diagnóstico da Situação Atual dos Recursos Hídricos do Litoral Norte (IPT, 2001). AB'SABER (1977) classifica a região como um domínio de "mares de morros", que apresentam fortíssima e generalizada decomposição de rochas, densas drenagens perenes, extensiva mamelonização, agrupamentos eventuais de "pães de açúcar" em áreas mal diaclasadas, planícies de inundação meândricas e extensos setores de solos superpostos.

Segundo a classificação da Geomorfologia do Estado de São Paulo (ROSS & MOROZ, 1997; ROSS, 2006), a área de estudo está localizada sobre planaltos em morfoestruturas de cinturões orogênicos e núcleos cristalinos arqueados do Pré-Cambriano, contendo formas de relevo de serras e morros alongados com altitudes que podem variar entre 900 m - 1.400 m, escarpas estruturais / falhas, morros de topos convexos (800 m- 900 m) e depressões tectônicas cenozóicas (600 m – 800 m); e planície marinha/fluvial, que apresenta relevo plano variando entre 0 m e 10 m (**Figura 2.1-2**).

- O cinturão orogênico do Atlântico (toda a extensão da borda continental em relação à área de estudo) apresenta trechos de maior elevação constituídos por rochas graníticas e metamórficas. A Serra do Mar forma uma escarpa alta e abrupta, em linhas de falhas mais recentes. As formas apresentam dissecação muito intensa, com vales de pequeno

entalhamento e alta de capacidade de drenagem e também vales muito entalhados com menor capacidade de drenagem. A área também é sujeita à processos erosivos agressivos, com potencial movimento de massa;

- O Planalto Paulistano (Nordeste de Santos, Noroeste de Bertioga e grande parte dos municípios de Mogi das Cruzes e Biritiba-Mirim) é composto por morros altos e médios, associado ao cinturão do Atlântico, visto que as diversas fases orogenéticas do Pré-Cambriano foram sucedidas por ciclos erosivos, e cujas formas apresentam morros altos e médios. A área também é sujeita à processos erosivos agressivos com potencial movimento de massa;
- A Planície flúvio-marinha é composta por superfícies aplainadas por agradação ligadas a processos litorâneos, correspondendo a colmatagem recente com áreas sujeitas a inundações periódicas, com lençol freático pouco profundo, e com substrato composto por sedimentos inconsolidados sujeitos à acomodação;
- Ao Norte dos municípios de Mogi das Cruzes e Biritiba-Mirim estão localizadas duas unidades: o Planalto de Paraitinga/Paraibuna, com morros altos e alongados, em formas muito dissecadas com vales entalhados associados a vales pouco entalhados, com alta densidade de drenagem. Áreas sujeitas a processos erosivos agressivos com probabilidade de ocorrência de movimentos de massa e erosão linear com voçorocas; e as Pequenas Planícies Fluviais (Alto Tietê), cuja área é sujeita a inundações periódicas e com lençol freático pouco profundo, com sedimentos inconsolidados sujeitos a acomodações;
- No trecho situado no extremo Norte do município de Mogi das Cruzes localiza-se o Planalto do Médio Vale do Paraíba, com morros baixos e áreas sujeitas a inundações periódicas, com lençol freático pouco profundo e sedimentos inconsolidados. Na faixa Centro-Oeste do município localiza-se planície fluvial, com formas muito dissecadas com vales entalhados associados a vales pouco entalhados, com alta densidade de drenagem. Estas áreas são sujeitas a processos erosivos agressivos, com probabilidade de ocorrência de movimentos de massa e erosão linear com voçorocas.

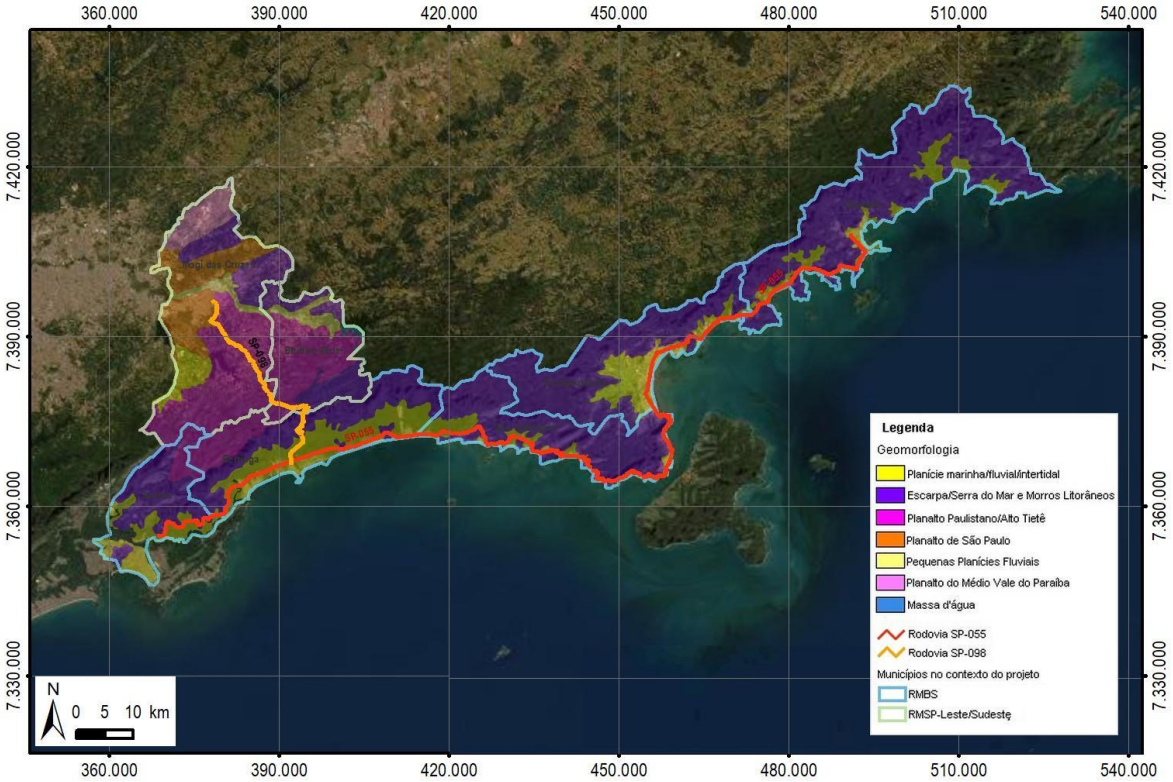


Figura 2.1-2. Geomorfologia da área de estudo. Fonte: Adaptado de ROSS & MOROZ (1997).

- **Pedologia**

Segundo a classificação do Mapa Pedológico de São Paulo (EMBRAPA, 1999), a área de estudo apresenta as seguintes unidades (**Figura 2.1-3**):

- Nos trechos mais próximas à costa e na parcela mais interiorana do município de Santos até o extremo Norte de Ubatuba e sul dos municípios de Biritiba-Mirim e Mogi das Cruzes, no trechos com relevo montanhoso e fortemente ondulado, prevalecem dois tipos de solos: os Cambissolos Háplicos, distróficos, de textura argilosa, média fase não rochosa e rochosa, com relevo montanhoso e escarpado de pequena profundidade, com elevado teor de minerais primários; e os Latossolos Vermelhos-Amarelos, distróficos, de textura argilosa. Ocorrem, ainda, solos saprolíticos e rocha muito alterada;
- No extremo Sul e centro de Guarujá, em pequena parcela de Santos, em todo o seguimento de Bertioga e manchas de faixas costeiras de São Sebastião, Caraguatatuba e Ubatuba, nos trechos de relevo plano, os solos predominantes são Espodossolos Ferrocárbicos órticos, de textura arenosa, apresentando complexos organometálicos formados em sedimentos marinhos nas baixadas litorâneas. Ocorrem, ainda, Neossolos Quartzarênicos órticos, distróficos;
- Do centro ao Norte de Mogi das Cruzes e Biritiba-Mirim, nos trechos de relevo montanhoso, ocorrem os Argissolos Vermelhos-Amarelos, distróficos, de textura argilosa e média/argilosa, e os Cambissolos Háplicos, distróficos, de textura argilosa;
- Em pequenas faixas ao norte de Caraguatatuba e ao centro de Mogi das Cruzes e pequena faixa a Oeste de Biritiba-Mirim, nos trechos de relevo ondulado a fortemente ondulado, de pequena profundidade com elevado teor de minerais primários, os solos predominantes são os Latossolos Vermelhos-Amarelos, distróficos, e os Cambissolos Háplicos, distróficos, de textura argilosa;
- Em faixas ao Oeste e ao Leste de Mogi das Cruzes e Norte de Biritiba-Mirim, nos trechos de relevo plano de várzea, prevalecem os Organossolos Mésicos, distróficos, os Gleissolos Melânicos, e os Gleissolos Háplicos, distróficos, com todos ele apresentando textura argilosa.

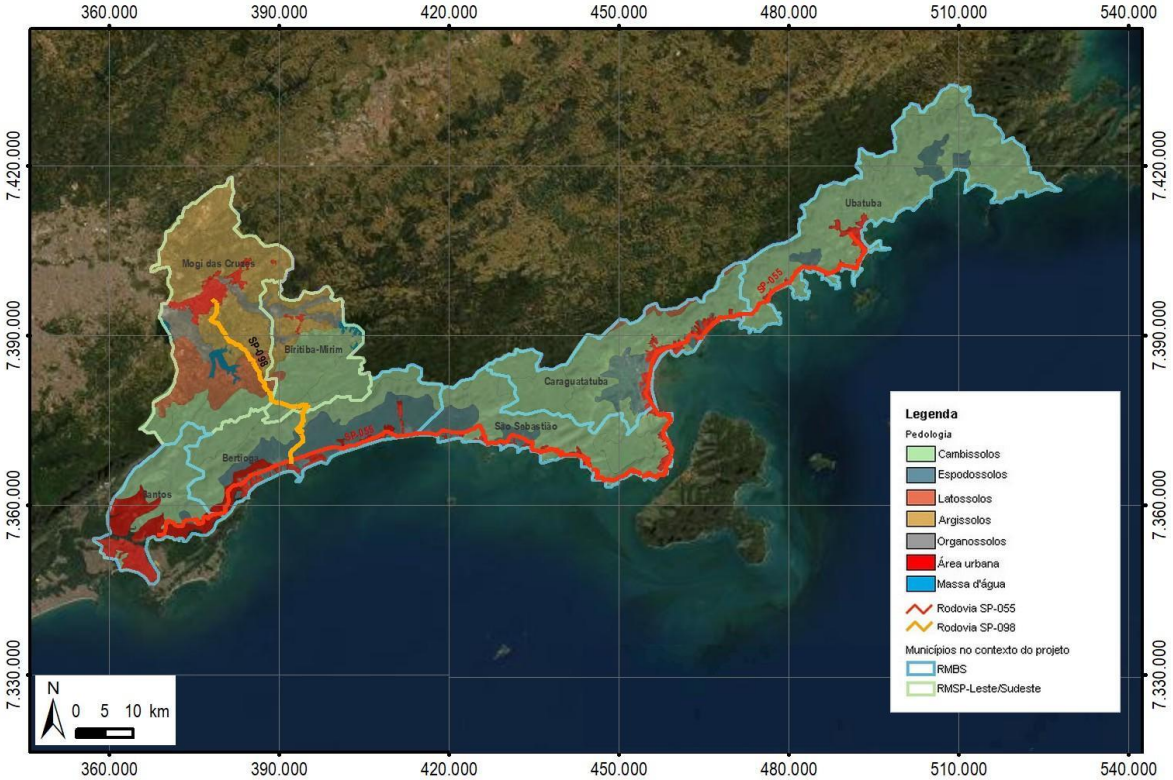


Figura 2.1-3. Pedologia da área de estudo. Fonte: Adaptado de EMBRAPA (1999).

- **Climatologia**

A região da área de estudo é influenciada, principalmente, pelas correntes de leste, pela convergência intertropical e pelas frentes polares, que conferem grande potencial pluviométrico à região, podendo oscilar entre 1.500 mm e 2.000 mm por ano e atingir até 4.000 mm ao ano em trechos de escarpa nos períodos chuvosos da primavera e verão (ROSS, 2006).

Segundo a classificação adaptada de KÖPPEN (ÁLVARES et. al., 2013; ROLIM et. al., 2007 *apud* SETZER, 1996), apresentada na **Figura 2.1-4**, os climas presentes na área de estudo são:

- Na extensão mais próxima à costa de Santos ao Oeste de São Sebastião, e mais próxima à costa do Leste de Caraguatatuba e Ubatuba, ocorre o clima classificado como Af, descrito como quente, sem estação seca; com temperaturas mínimas médias igual ou acima de +18°C com índice de precipitação pluviométrica média para o mês mais seco superior ou igual a 60 mm;
- Na extensão mais central e próxima à costa situada ao Sul de São Sebastião e Norte de Mogi das Cruzes, ocorre o clima classificado como Cfa, descrito como temperado, sem estação seca e verão quente; com temperaturas mínimas médias inferiores a +18°C e índice de precipitação média para o mês mais seco acima ou igual a 30 mm.
- Na faixa Leste de São Sebastião e Sudeste de Caraguatatuba, ocorre o clima classificado como Am, descrito como quente de monção; com temperaturas mínimas médias igual ou acima de +18°C com índice de precipitação pluviométrica média para o mês mais seco inferior a 60 mm.
- Na faixa mais interiorizada da área de estudo, do Norte de Santos ao Norte de Ubatuba, ocorre o clima classificado como Cfb, descrito como temperado, sem estação seca e verão fresco; com temperaturas mínimas médias inferiores a +18°C e índice de precipitação média para o mês mais seco acima ou igual a 30 mm.

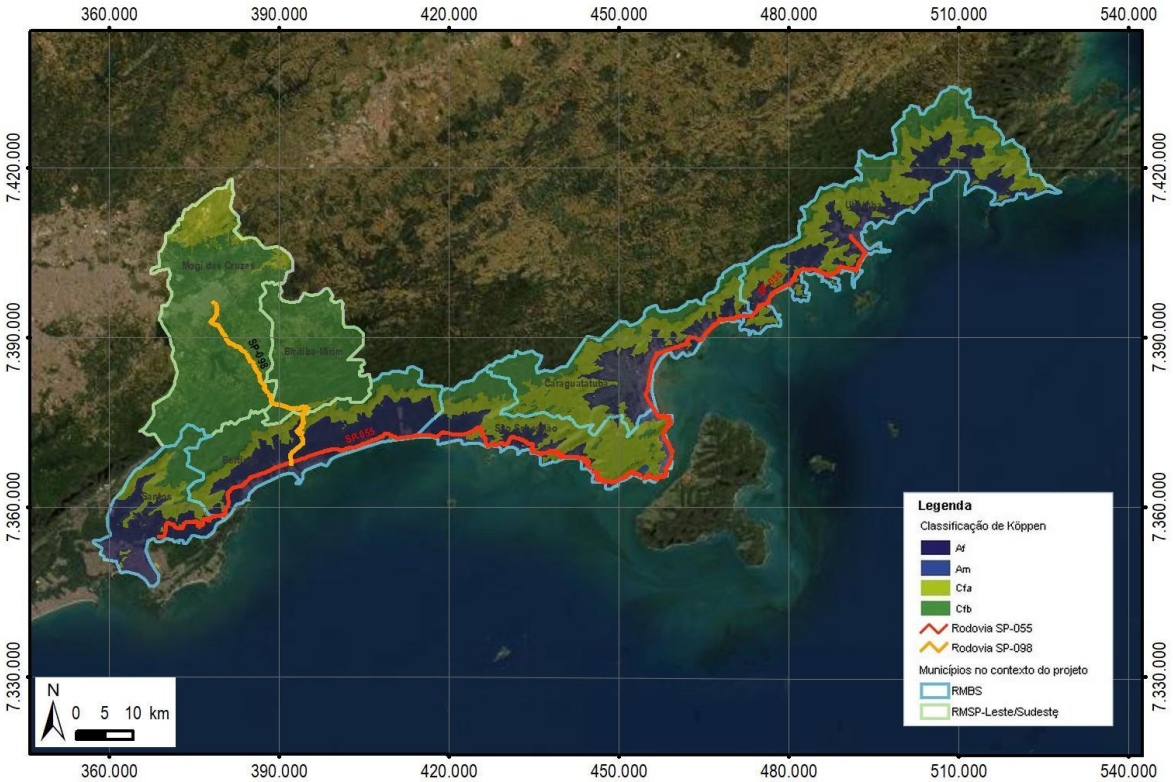


Figura 2.1-4. Classificação climática da área de estudo. Fonte: Adaptado de KÖPPEN (1936) e de ÁLVARES et al (2013).

- **Vegetação**

A área de estudo está inserida no grupo dos sistemas ambientais fortemente transformados (**Figura 2.1-5**). No domínio das florestas de encostas e semideciduais do Planalto Atlântico, que corresponde à extensa faixa de terra que se alonga na direção N-S, originalmente ocupando os tabuleiros costeiros como morros e serras da faixa brasileira do Atlântico, cujo clima é quente e úmido, ocorreu o desenvolvimento de densa floresta perenifólia higrófila (ROSS, 2006).

Ao longo da ocupação humana na região, a cobertura de matas naturais foi sendo quase toda convertida em pastagens, plantações, mineração e áreas urbanas, restando apenas entre 10% e 15% da cobertura primária e, principalmente, secundária, majoritariamente situadas em áreas de relevo mais acidentado e de difícil acesso (ROSS, op. cit.).

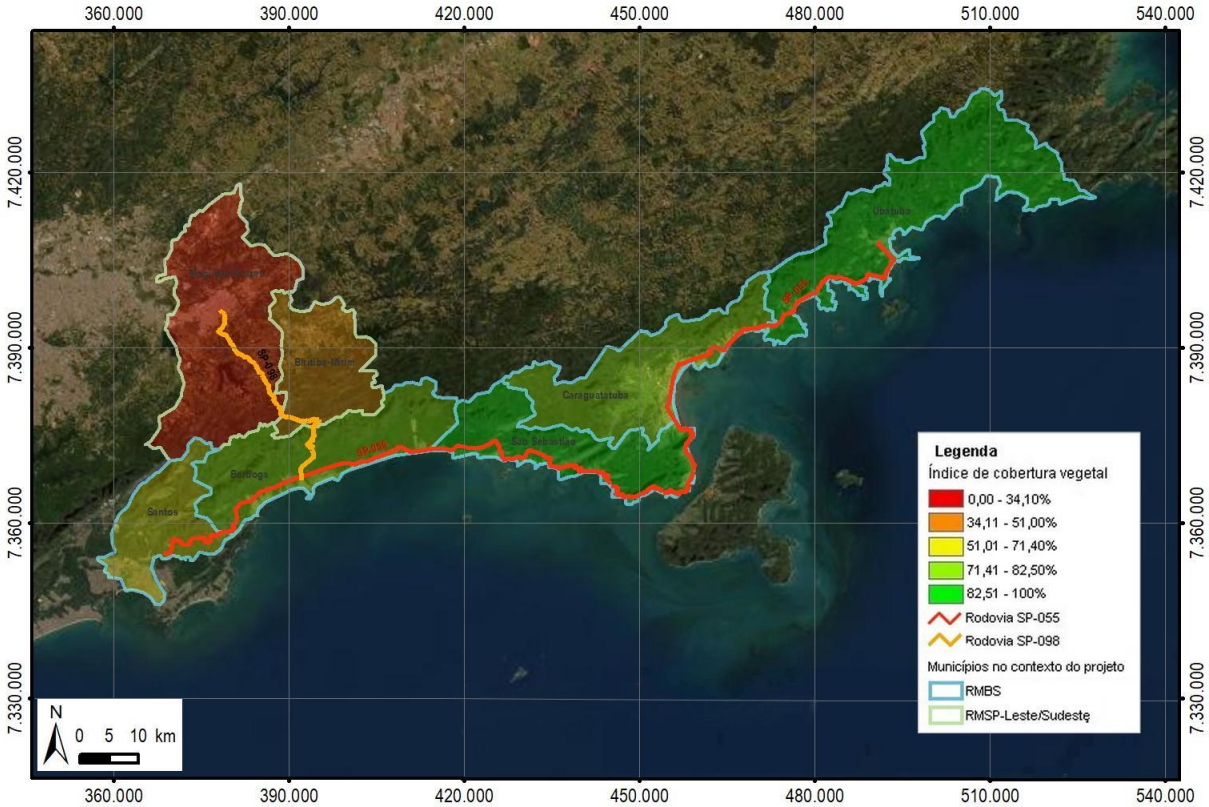


Figura 2.1-5. Índice de vegetação nativa da área de estudo. Fonte: Adaptado de IBGE (2010).

3 PRODUTO 02 – CADASTRO DE EVENTOS E DESASTRES

O Cadastro de Eventos e Desastres elaborado nesta Etapa corresponde ao Plano de Informação que contém a síntese das ocorrências de eventos geodinâmicos ao longo das rodovias SP-055 e SP-098, no trecho da área de estudo definida no item 2 deste relatório, seguindo as especificações do Termo de Referência da SDP nº 064/2019.

Este Plano de Informação é constituído pelos registros oriundos: do “Cadastro georreferenciado de eventos geodinâmicos ocorridos no período entre 1993 e 2013 (21 anos) em 50 municípios das regiões metropolitanas de São Paulo e Baixada Santista e municípios de Caraguatatuba, São Sebastião e Ubatuba”; do “Cadastro de eventos e desastres do Estado de São Paulo” para o período 2014 – 2017; e dos levantamentos nos bancos de dados do DER (SIGA e SAT), fornecidos pelas UBAs.

Os registros destes bancos de dados foram organizados e, quando necessário, espacializados, permitindo observar a localização dos eventos geodinâmicos e de sua eventual recorrência. A partir desta sistematização, esses dados passaram a integrar uma atualização do Cadastro de Eventos e Desastres. Este Cadastro subsidiou a elaboração dos Produtos desta Etapa 1, bem como das Etapas 2 e 3, subsequentes.

3.1 MODELAGEM DOS DADOS

A modelagem de dados foi realizada com a utilização de um processo que consistiu em identificar, interpretar e registrar os dados necessários para a criação do repositório no qual foram armazenados os dados oriundos de todas as fases de análise, processamento e coleta de informações. A estrutura e as convenções deste repositório seguiu a estrutura previamente definida para o "Cadastro georreferenciado de eventos geodinâmicos ocorridos no período entre 1993 e 2013 (21 anos) em 50 municípios das regiões metropolitanas de São Paulo e Baixada Santista e municípios de Caraguatatuba, São Sebastião e Ubatuba", adequando os dados ao formato que vem sendo utilizado pela Equipe Técnica do Contratante, facilitando a familiaridade do Contratante com o Produto, bem como permitindo sua utilização e subsequente incorporação ao Banco de Dados do Instituto Geológico da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo sem necessidade de ajustes ou adequações de formato.

Aos registros fornecidos e utilizados na elaboração do Produto 02 - Cadastro de Eventos e Desastres foram associados, seguindo a metodologia definida, 4 diferentes graus de confiabilidade quanto à precisão de localização, relacionados a seguir:

- Grau 1 – Verde – Logradouro completo. No caso da faixa de rolamento das rodovias, corresponde à quilometragem de referência da rodovia com especificação do estaqueamento (e.g. km 110+250), ou qualquer outro tipo de referência (como uma escola, delegacia ou cruzamento de vias) que permita um posicionamento do local de ocorrência do evento com maior precisão. Em registros fora da faixa de rolamento das rodovias, este grau de confiabilidade corresponde à indicação de rua, avenida, viela, etc. com respectiva numeração do imóvel;

- Grau 2 – Amarelo – Logradouro com referência aproximada. Para os eventos ocorridos na faixa de rolamento das rodovias, corresponde ao logradouro com a indicação de quilometragem aproximada ou sem a indicação do estaqueamento. Para registros fora da faixa de rolamento das rodovias, este grau de confiabilidade corresponde à indicação de rua, avenida, viela, praça, pátio de uma grande empresa, etc. ou qualquer outro tipo de logradouro que permita apenas um posicionamento aproximado do local de ocorrência do evento;

- Grau 3 – Vermelho – Logradouro com referência local. Para os eventos ocorridos na faixa de rolamento das rodovias, corresponde ao logradouro com a indicação do trecho da rodovia como, por exemplo, trecho do Planalto, Serra ou Baixada Santista, ou trechos de rodovias sem indicação de quilometragem. Para registros fora da faixa de rolamento das rodovias, este grau de confiabilidade corresponde à indicação bairros, distritos, morros não individualizados, rios, etc. ou qualquer outro tipo de referência que não permita um posicionamento aproximado do local de ocorrência do evento;

- Grau 4 – Azul – Logradouro com referência regional. O dado permite apenas a indicação do Município, não fornecendo nenhum outro dado que possibilite uma precisão maior na espacialização.

Um exemplo da estrutura do Banco de Dados do Plano de Informação do Produto 02 está apresentada na **Figura 3.1-1**. A **Tabela 3.1-1** descreve o tipo de conteúdo de cada coluna deste banco de dados.

Origem da Informação	Projeto Referência	ID da Notícia	ID do Evento	Tipo de Fonte	Código da Fonte	Fonte	Ano Evento	
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	19930114_DMOG_CI_03_A	19930114_DMOG_CI_03_A_01	Jornal	DMOG	O Diário	1993	Fal
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	19930114_DMOG_PC_01_A	19930114_DMOG_PC_01_A_01	Jornal	DMOG	O Diário	1993	Fal
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	TRIB	19930118_TRIB_60_A_01	IG	TRIB	A Tribuna	1993	Ka
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	TRIB	19930118_TRIB_60_B_01	IG	TRIB	A Tribuna	1993	Ka
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	TRIB	19930119_TRIB_61_A_01	IG	TRIB	A Tribuna	1993	Ka
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	TRIB	19930119_TRIB_61_A_03	IG	TRIB	A Tribuna	1993	Ka
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	TRIB	19930119_TRIB_61_A_04	IG	TRIB	A Tribuna	1993	Ka
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	TRIB	19930119_TRIB_61_B_01	IG	TRIB	A Tribuna	1993	Ka
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	TRIB	19930119_TRIB_61_B_07	IG	TRIB	A Tribuna	1993	Ka
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	TRIB	19930119_TRIB_61_B_10	IG	TRIB	A Tribuna	1993	Ka
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	19930123_DMOG_CI_02_A	19930123_DMOG_CI_02_A_01	Jornal	DMOG	O Diário	1993	Fal
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	19930126_FOVA_C6_02_A	19930126_FOVA_C6_02_A_01	Jornal	FOVA	Folha Vale	1993	Ral
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	19930202_DMOG_CP_01_A	19930202_DMOG_CP_01_A_01	Jornal	DMOG	O Diário	1993	Fal
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	19930204_DMOG_CI_01_A	19930204_DMOG_CI_01_A_01	Jornal	DMOG	O Diário	1993	Fal
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	19930204_DMOG_CI_01_A	19930204_DMOG_CI_01_A_02	Jornal	DMOG	O Diário	1993	Fal
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	19930204_DMOG_CI_03_A	19930204_DMOG_CI_03_A_02	Jornal	DMOG	O Diário	1993	Fal
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	19930204_DMOG_CP_01_A	19930204_DMOG_CP_01_A_01	Jornal	DMOG	O Diário	1993	Fal
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	19930205_DMOG_CI_02_A	19930205_DMOG_CI_02_A_01	Jornal	DMOG	O Diário	1993	Fal
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	19930205_DMOG_CI_02_A	19930205_DMOG_CI_02_A_02	Jornal	DMOG	O Diário	1993	Fal
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	19930205_DMOG_PC_01_A	19930205_DMOG_PC_01_A_01	Jornal	DMOG	O Diário	1993	Fal
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	19930303_JOCN_NC_01_A	19930303_JOCN_NC_01_A_01	Jornal	JOCN	Jornal Costa Norte	1993	Fal
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	19930306_FOVA_C7_01_A	19930306_FOVA_C7_01_A_01	Jornal	FOVA	Folha Vale	1993	Ral
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	19930306_FOVA_C7_01_A	19930306_FOVA_C7_01_A_02	Jornal	FOVA	Folha Vale	1993	Ral
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	19930306_FOVA_C7_01_A	19930306_FOVA_C7_01_A_03	Jornal	FOVA	Folha Vale	1993	Ral
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	19930306_FOVA_C7_01_A	19930306_FOVA_C7_01_A_04	Jornal	FOVA	Folha Vale	1993	Ral
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	TRIB	19930306_TRIB_67_A_01	IG	TRIB	A Tribuna	1993	Ka
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	19930307_FOSP_C1_13_A	19930307_FOSP_C1_13_A_01	Jornal	FOSP	Folha de São Paulo	1993	Ral
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	19930307_FOSP_C1_13_A	19930307_FOSP_C1_13_A_02	Jornal	FOSP	Folha de São Paulo	1993	Ral
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	19930307_FOSP_C1_13_A	19930307_FOSP_C1_13_A_03	Jornal	FOSP	Folha de São Paulo	1993	Ral
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	19930307_FOSP_C1_13_A	19930307_FOSP_C1_13_A_04	Jornal	FOSP	Folha de São Paulo	1993	Ral
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	19930307_FOSP_C1_13_A	19930307_FOSP_C1_13_A_05	Jornal	FOSP	Folha de São Paulo	1993	Ral
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	19930307_FOSP_C1_13_A	19930307_FOSP_C1_13_A_06	Jornal	FOSP	Folha de São Paulo	1993	Ral
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	19930307_JOCN_NC_03_A	19930307_JOCN_NC_03_A_01	Jornal	JOCN	Jornal Costa Norte	1993	Fal
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	TRIB	19930307_TRIB_67_A_01	IG	TRIB	A Tribuna	1993	Ka
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	TRIB	19930307_TRIB_67_A_02	IG	TRIB	A Tribuna	1993	Ka
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	19930308_FOVA_C7_03_A	19930308_FOVA_C7_03_A_01	Jornal	FOVA	Folha Vale	1993	Ral
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	19930308_FOVA_C7_03_A	19930308_FOVA_C7_03_A_02	Jornal	FOVA	Folha Vale	1993	Ral
Cadastros de Eventos Geodinâmicos	1877	19930308_FOVA_C7_03_A	19930308_FOVA_C7_03_A_03	Jornal	FOVA	Folha Vale	1993	Ral

Figura 3.1-1. Exemplo da estrutura do Banco de Dados do Plano de Informação do Produto 02.
Fonte: Elaborado pelo Consórcio 4X044 no âmbito do desenvolvimento dos serviços contratados.

Tabela 3.1-1. Descrição do tipo de conteúdo de cada coluna do Banco de Dados do Plano de Informação do Produto 02.

Origem da informação	Projeto ou fonte de dados de onde a informação foi extraída
Projeto Referência	Codificação de projeto da empresa executora
ID da Notícia	Codificação da notícia ou boletim de informação de onde os dados dos eventos geodinâmicos foram extraídos
ID do Evento	Codificação dos eventos geodinâmicos extraídos
Tipo de Fonte	Tipologia da fonte de dados de onde a informação foi extraída
Código da Fonte	Codificação da fonte de dados de onde a informação foi extraída
Fonte	Especificação da fonte de dados de onde a informação foi extraída
Ano Evento	Ano de ocorrência do evento geodinâmico
Responsável pelo Registro	Nome da pessoa que realizou o registro do evento geodinâmico, extraindo os dados das notícias ou boletins de informação fornecidos
Data do Registro	Data de execução do registro do evento geodinâmico no banco de dados
Município	Município de ocorrência do evento geodinâmico
Bairro	Bairro de ocorrência do evento geodinâmico
Tipo de Via	Tipo de via de ocorrência do evento geodinâmico (quando disponível)
Endereço	Endereço da ocorrência do evento geodinâmico (quando disponível)
Nº Imóvel	Número do imóvel de ocorrência do evento geodinâmico (quando disponível), em complementação ao endereço
Tipo de Espacialização	Tipo de espacialização utilizado no georreferenciamento do evento geodinâmico, diferenciando em pontos (quando a localização é exata), linhas (quando a localização é em um trecho aproximado de uma via) e polígono (quando a localização possível é apenas regional)
Grau de Confiabilidade	Grau de confiança do dado de espacialização utilizado no georreferenciamento do evento geodinâmico, diferenciando em verde (quando a localização é exata), amarelo (quando a localização é em um trecho aproximado de uma via, por exemplo), vermelho (quando a localização possível é regional, como o apontamento de um bairro ou vila) e azul (quando a localização possível é apenas no nível do território do município)
Drenagem	Denominação do curso hídrico próximo à localização do evento geodinâmico, quando associado a ocorrência do próprio evento descrito (quando disponível)
Morro	Denominação do morro ou morrote em que ocorreu o evento geodinâmico (quando disponível)

Tabela 3.1-1. Descrição do tipo de conteúdo de cada coluna do Banco de Dados do Plano de Informação do Produto 02.

Grupo do Evento	Grupo do evento geodinâmico, classificado de acordo com a COBRADE (BRASIL, Ministério da Integração Nacional, 2016)
Tipo do Evento	Tipo do evento geodinâmico, classificado de acordo com a COBRADE (BRASIL, Ministério da Integração Nacional, 2016)
Data Adotada para o Evento	Data adotada para o evento geodinâmico, de acordo com a descrição da fonte da informação para o registro
Grau de confiabilidade da data	Classificação do grau de confiabilidade da data adotada para o registro do evento geodinâmico, variando entre "verificado", quando há descrição do dia de ocorrência do evento na fonte da informação, e "atribuído", quando a descrição da data de ocorrência do evento geodinâmico é aproximada, em decorrência da ausência de informações que permitam precisar o momento da ocorrência
Data descrita do evento na fonte	Descrição da data do evento geodinâmico, de acordo com a fonte da informação para o registro
Hora de início do Evento	Horário de ocorrência do evento geodinâmico, de acordo com a fonte da informação para o registro (quando disponível)
Duração do Evento	Duração do evento geodinâmico, de acordo com a fonte da informação para o registro (quando disponível)
Hora de início da chuva	Horário de início das chuvas que deflagraram a ocorrência do evento geodinâmico, de acordo com a fonte da informação para o registro (quando disponível)
Duração da chuva	Duração das chuvas que deflagraram a ocorrência do evento geodinâmico, de acordo com a fonte da informação para o registro (quando disponível)
Quantidade de chuva	Pluviometria das chuvas que deflagraram a ocorrência do evento geodinâmico, de acordo com a fonte da informação para o registro (quando disponível)
Nível de atingimento das águas	Nível de atingimento das águas, em decorrência de evento geodinâmico hidrológico (quando disponível)
Volume de material mobilizado	Volume do material mobilizado pelo evento geodinâmico ocorrido (quando disponível)
Área atingida	Área atingida pelo material mobilizado pelo evento geodinâmico ocorrido (quando disponível)
Número de óbitos	Número de óbitos em função do evento geodinâmico ocorrido (quando disponível)
Número de feridos	Número de feridos em função do evento geodinâmico ocorrido (quando disponível)
Número de desabrigados	Número de desabrigados em função do evento geodinâmico ocorrido (quando disponível)
Número de desalojados	Número de desalojados em função do evento geodinâmico ocorrido (quando disponível)
Número de afetados	Número de afetados pelo evento geodinâmico ocorrido (quando disponível)
Número de edificações afetadas	Número de edificações afetadas pelo evento geodinâmico ocorrido (quando disponível)
Danos econômicos	Dados relacionados ao valor dos danos sofridos pela localidade afetada pelo evento geodinâmico ocorrido (quando disponível)
Latitude	Coordenadas geográficas do registro espacializado do evento geodinâmico
Longitude	
X_UTM_F23S	Coordenadas UTM do registro espacializado do evento geodinâmico
Y_UTM_F23S	
Observações	Informações complementares do registro do evento geodinâmico (quando disponível)
Link (Notícia/ Jornal)	Link da notícia do periódico ou da fonte de informação que gerou o registro do evento geodinâmico (quando disponível)
Número do boletim de ocorrência / documento informativo	Número do boletim de informação que gerou o registro do evento geodinâmico (quando disponível)
Data do boletim de ocorrência / documento informativo	Data do boletim de informação que gerou o registro do evento geodinâmico (quando disponível)

3.2 LEVANTAMENTO, ANÁLISE, SISTEMATIZAÇÃO E PROCESSAMENTOS DOS DADOS PARA O CADASTRO DE EVENTOS E DESASTRES

Dos bancos de dados previstos no Termo de Referência da SDP nº 064/2019 e fornecidos como insumo pelo IG – Instituto Geológico, foram coletados 9.285 registros, conforme relação abaixo:

- 7.315 registros de eventos geodinâmicos ocorridos entre 1993 e 2013 ao longo dos municípios da área de estudo, oriundos do "Cadastro georreferenciado de eventos geodinâmicos ocorridos no período entre 1993 e 2013 (21 anos) em 50 municípios das regiões metropolitanas de São Paulo e Baixada Santista e municípios de Caraguatatuba, São Sebastião e Ubatuba";

- 226 registros de eventos geodinâmicos, ocorridos entre 2002 e 2019, oriundos da atualização do "Cadastro de eventos geodinâmicos" promovida na realização dos projetos de "Avaliação e Mapeamento de Risco (Escalas Regional e Local) de parte da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP – Trecho Leste/Sudeste) e da Baixada Santista" (contrato DER nº 20.088-8) e de "Avaliação e Mapeamento de Risco (Escalas Regional e Local) de parte da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP – Trechos Norte/Oeste/Sudoeste/Sudeste) e do Litoral Norte" (contrato DER nº 20.292-7);

- 393 registros de eventos geodinâmicos ocorridos entre 2014 e 2017 ao longo dos municípios da área de estudo, oriundos do "Cadastro de eventos e desastres do Estado de São Paulo no período 2014-2017". Estes registros foram complementados pelos 290 registros do ano de 2018, totalizando 683 registros de eventos e desastres;

- 224 registros de eventos geológicos e hidrológicos para o período entre 2009 e 2020 nas rodovias SP-055 e SP-098. Estes registros têm acesso restrito e estão disponíveis para consulta apenas nos terminais localizados nas sedes das DRs - Divisões Regionais e das UBAs tendo sido cedidos em resposta à solicitação feita por e-mail em 14 de setembro de 2020;

- 837 registros e informações oriundos do Sistema de Gestão de Atendimento (SIGA) e do Sistema de Acidentes de Transporte (SAT), ambos do DER, sobre acidentes de trânsito em períodos de chuva intensa entre 2018 e 2020.

Os registros de eventos geodinâmicos organizados no Banco de Dados, separados de acordo com a origem da informação, e com o grupo e tipo de evento geodinâmico, estão apresentados na **Tabela 3.2-1**.

Tabela 3.2-1. Registros organizados no Banco de dados, de acordo com a origem da informação e com o grupo e tipo de evento geodinâmico.

Processos Geodinâmicos	Origem do Dado					Total eventos
	Cadastro de eventos geodinâmicos (1993 a 2013)	Atualização do "Cadastro de eventos geodinâmicos (1993 a 2013)"	Cadastro de eventos e desastres do Estado de São Paulo (2014 a 2018)	Eventos DER (2009 a 2020)	Eventos no sistema SIGA/SAT	
Geológicos	**2.116**	**153**	**191**	**208**	**0**	**2.668**
Corridas de massa	12	3	3	0	0	18
Erosão	109	48	8	53	0	218
Escorregamentos	1.760	85	172	155	0	2.172
Quedas, tombamentos ou rolamentos de rochas	233	13	6	0	0	252
Solapamentos de taludes fluviais	2	4	2	0	0	8
Hidrológicos	**2.742**	**73**	**247**	**16**	**0**	**3.078**
Alagamentos	1.199	45	188	0	0	1.432
Enxurradas	142	2	12	16	0	172
Inundações	1.401	26	47	0	0	1.474
Meteorológicos	**2.457**	**0**	**245**	**0**	**837**	**3.539**
Chuvas Intensas	2.009	0	80	0	837	2.926
Demais eventos meteorológicos (vendaval, raios, granizo, etc.)	448	0	165	0	0	613
Total geral	**7.315**	**226**	**683**	**224**	**837**	**9.285**

3.3 RESULTADOS OBTIDOS – PRODUTO 02

Os cadastros consolidados foram integrados em um cadastro único, gerando o produto final desta subetapa que é o Produto 02 - Cadastro de Ocorrência de Eventos Geodinâmicos. A estrutura e convenções utilizadas na elaboração do sistema georreferenciado deste cadastro suporta os dados dos anos de 1993 a 2020 que foram inseridos na atualização do Cadastro e, ainda, permite a inclusão de dados anteriores a 1993 ou posteriores a 2020, bem como a inclusão de outras rodovias que futuramente sejam submetidas ao mesmo processo de cadastramento.

Os resultados obtidos foram discriminados de acordo com: a UBA em que o local do registro está situado, distinguindo entre os registros de eventos ocorridos nas rodovias de interesse (SP-055 e SP-098), respeitando os limites da atuação para conservação de cada UBA, e os eventos ocorridos nos limites dos municípios inseridos no contexto de cada UBA. Estes resultados estão apresentados na **Tabela 3.3-1** e na **Figura 3.3-1**. Nas rodovias, nota-se que o maior número de episódios de movimentos de massa (248 registros), com destaque para os escorregamentos (191 registros), ocorre na SP-055, no trecho entre o km 127,800 e o km 248,100, sob conservação da UBA RC 05.04, de São Vicente. O mesmo trecho também tem o maior número de episódios de eventos de chuvas intensas, totalizando 116 registros. O trecho mais suscetível a eventos de inundações e processos correlatos, com um total de 32 registros, está situado entre o km 53,600 e km 127,800 da SP-055, sob conservação da UBA RC 06.04, de Caraguatatuba.

Os registros e informações oriundos do Sistema de Gestão de Atendimento (SIGA) e do Sistema de Acidentes de Transporte (SAT) sobre acidentes de trânsito em períodos de chuva intensa entre 2009 e 2017 tratam apenas da ocorrência de acidentes fatais ou não fatais, sem associação aos processos geodinâmicos de movimentos de massa em geral e de inundações e processos correlatos, que são objeto do projeto. Desta forma, embora estes dados não tenham sido utilizados como base para a elaboração do Produto 03 - Modelo de Correlação entre Eventos Geodinâmicos e Chuvas em decorrência da dificuldade de associação entre estes dados e a ocorrência dos eventos geodinâmicos, eles serão utilizados na elaboração dos Produtos 06 e 07, nas Etapas 2 e 3, respectivamente. Os dados relacionados a acidentes em períodos de chuvas intensas estão apresentados na **Tabela 3.3-2**. Nas rodovias, nota-se que o maior número de acidentes, tanto fatais quanto acidentes com feridos, ocorre na SP-055, no trecho entre o km 127,800 e o km 248,100, sob conservação da UBA RC 05.04, de São Vicente.

O registro-síntese, que constitui o Plano de Informação do Produto 02 - Cadastro de Ocorrência de Eventos Geodinâmicos, está apresentado no **ANEXO B – Arquivos digitais dos Produtos 02, 03, 04 e 05**.

Tabela 3.3-1. Resultados obtidos na elaboração do Produto 02, relacionados por processos, UBAs, municípios e rodovias de ocorrência.

Processos Geodinâmicos	UBA												TOTAL							
	Caraguatatuba (UBA RC DR.06.04)				São Vicente (UBA RC DR.05.04)				Mogi das Cruzes (UBA RC DR.10.04)						Rodovias					
	Municípios		SP-055 (km 53,600 - km 127,800)		Municípios		SP-055 (km 127,800 - km 248,100)		Municípios		SP-098 (km 62,900 - km 98,100)		Municípios		SP-055 (km 53,600 - km 248,100)		SP-098 (km 62,900 - km 98,100)		Total eventos	
Geológicos	**841**	**9,06%**	**182**	**1,96%**	**1.017**	**10,95%**	**258**	**2,78%**	**224**	**2,41%**	**146**	**1,57%**	**2.082**	**22,42%**	**440**	**4,74%**	**146**	**1,57%**	**2.668**	**28,73%**
Corridas de massa	0	0,00%	2	0,02%	12	0,13%	4	0,04%	0	0,00%	0	0,00%	12	0,13%	6	0,06%	0	0,00%	18	0,19%
Erosão	34	0,37%	21	0,23%	36	0,39%	57	0,61%	53	0,57%	17	0,18%	123	1,32%	78	0,84%	17	0,18%	218	2,35%
Escorregamentos	790	8,51%	136	1,46%	763	8,22%	191	2,06%	169	1,82%	123	1,32%	1.722	18,55%	327	3,52%	123	1,32%	2.172	23,39%
Quedas, tombamentos ou rolamentos de rochas	15	0,16%	19	0,20%	205	2,21%	6	0,06%	1	0,01%	6	0,06%	221	2,38%	25	0,27%	6	0,06%	252	2,71%
Solapamentos de taludes fluviais	2	0,02%	4	0,04%	1	0,01%	0	0,00%	1	0,01%	0	0,00%	4	0,04%	4	0,04%	0	0,00%	8	0,09%
Hidrológicos	**664**	**7,15%**	**32**	**0,34%**	**573**	**6,17%**	**25**	**0,27%**	**1.760**	**18,96%**	**24**	**0,26%**	**2.997**	**32,28%**	**57**	**0,61%**	**24**	**0,26%**	**3.078**	**33,15%**
Alagamentos	387	4,17%	24	0,26%	358	3,86%	16	0,17%	643	6,93%	4	0,04%	1.388	14,95%	40	0,43%	4	0,04%	1.432	15,42%
Enxurradas	23	0,25%	2	0,02%	13	0,14%	2	0,02%	115	1,24%	1	0,01%	151	1,63%	4	0,04%	1	0,01%	156	1,68%
Inundações	254	2,74%	6	0,06%	202	2,18%	7	0,08%	1.002	10,79%	19	0,20%	1.458	15,70%	13	0,14%	19	0,20%	1.490	16,05%
Meteorológicos	**681**	**7,33%**	**115**	**1,24%**	**1.084**	**11,67%**	**119**	**1,28%**	**1.482**	**15,96%**	**58**	**0,62%**	**3.247**	**34,97%**	**234**	**2,52%**	**58**	**0,62%**	**3.539**	**38,12%**
Chuvas Intensas	577	6,21%	106	1,14%	878	9,46%	116	1,25%	1.193	12,85%	56	0,60%	2.648	28,52%	222	2,39%	56	0,60%	2.926	31,51%
Demais eventos meteorológicos (vendaval, raios, granizo, etc.)	104	1,12%	9	0,10%	206	2,22%	3	0,03%	289	3,11%	2	0,02%	599	6,45%	12	0,13%	2	0,02%	613	6,60%
Total geral	**2.186**	**23,54%**	**329**	**3,54%**	**2.674**	**28,80%**	**402**	**4,33%**	**3.466**	**37,33%**	**228**	**2,46%**	**8.326**	**89,67%**	**731**	**7,87%**	**228**	**2,46%**	**9.285**	**100,00%**

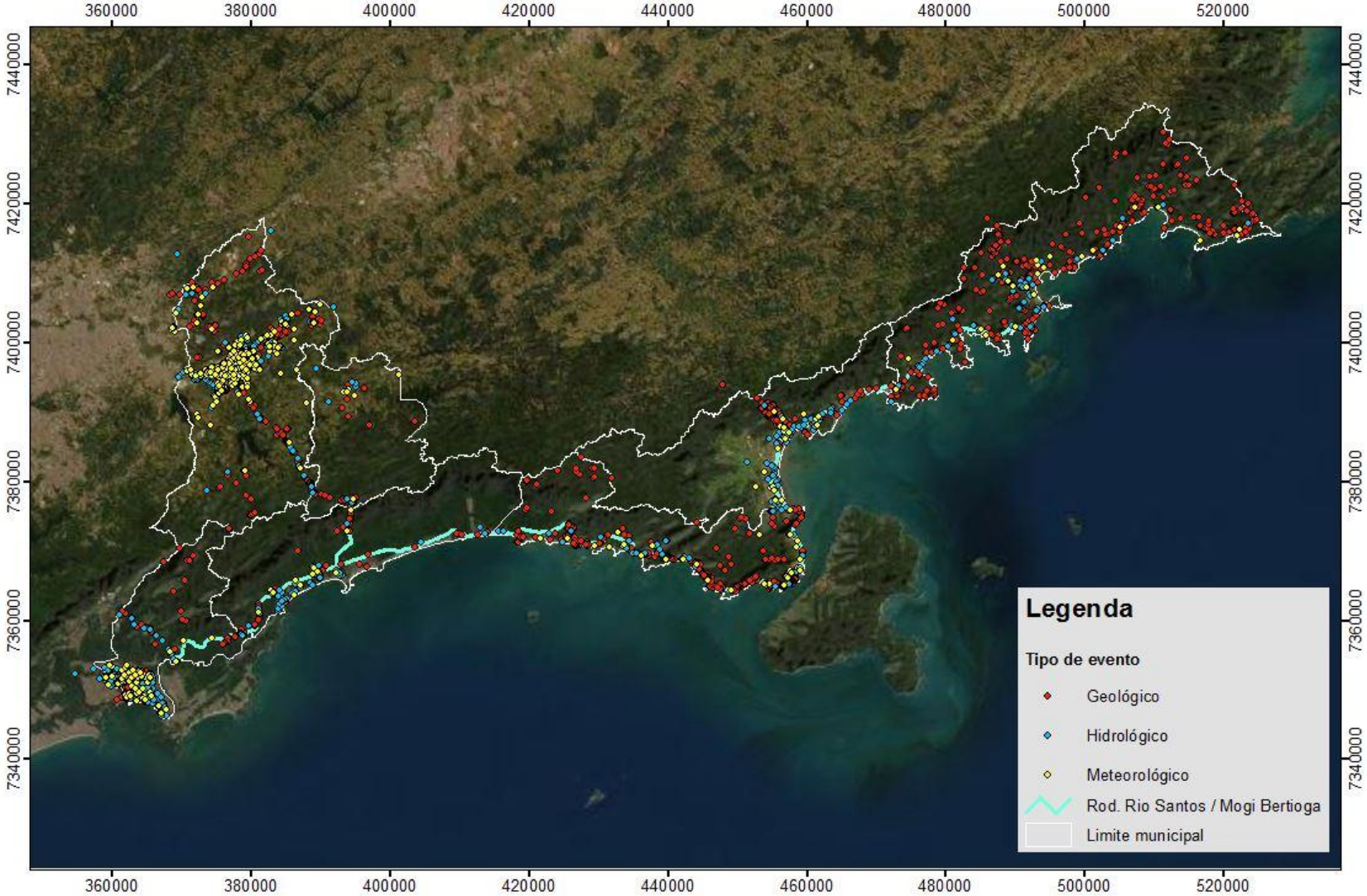


Figura 3.3-1. Resultados obtidos na elaboração do Produto 02, relacionados por grupos de processos. Fonte: Elaborado pelo Consórcio 4X044 no âmbito do desenvolvimento dos serviços contratados.

Tabela 3.3-2. Resultados obtidos na elaboração do Produto 02 para os acidentes ocorridos em períodos de chuvas intensas, relacionados por processos, UBAs, municípios e rodovias de ocorrência, de acordo com as informações oriundas do Sistema de Gestão de Atendimento (SIGA) e do Sistema de Acidentes de Transporte (SAT).

Processos Geodinâmicos	UBA												TOTAL							
	Caraguatatuba (UBA RC DR.06.04)				São Vicente (UBA RC DR.05.04)				Mogi das Cruzes (UBA RC DR.10.04)				Municípios		Rodovias				Total eventos	
	Municípios		SP-055		Municípios		SP-055		Municípios		SP-098				SP-055		SP-098			
Chuvas intensas	**94**	**11,23%**	**85**	**10,16%**	**360**	**43,01%**	**106**	**12,66%**	**150**	**17,92%**	**42**	**5,02%**	**604**	**72,16%**	**191**	**22,82%**	**42**	**5,02%**	**837**	**100,00%**
Com óbitos	1	0,12%	0	0,00%	7	0,84%	6	0,72%	6	0,72%	3	0,36%	14	1,67%	6	0,72%	3	0,36%	23	2,75%
Com feridos	93	11,11%	85	10,16%	353	42,17%	100	11,95%	144	17,20%	39	4,66%	590	70,49%	185	22,10%	39	4,66%	814	97,25%

4 PRODUTO 03 – MODELO DE CORRELAÇÃO ENTRE EVENTOS GEODINÂMICOS E CHUVAS

O Produto 03 compreende os modelos de correlação entre chuvas intensas e movimentos de massa (e processos correlatos), inundações (e processos correlatos) e acidentes de trânsito em períodos de chuva intensa definidos para a área de estudo. Este produto forneceu os subsídios para elaboração dos Produtos 04 e 05 da Etapa 1, bem como será utilizado na elaboração dos Produtos 06 e 07.

4.1 LEVANTAMENTO E SISTEMATIZAÇÃO DOS DADOS HISTÓRICOS DE CHUVAS

Os dados históricos levantados para a elaboração deste item do Produto 03 são oriundos do registro de medições de pluviômetros (instrumentos que mensuram a quantidade de precipitação que incide sobre um determinado local em um determinado período) e pluviógrafos (que registram automaticamente a quantidade acumulada de precipitação em função do tempo, e abrangem a medição da intensidade da chuva sobre determinado local, numa relação de volume por tempo, como mm / hora ou mm / min).

Uma rede de coleta de dados pluviométricos se traduz em questão fundamental para a gestão do risco, e seus equipamentos devem estar localizados de maneira a recobrir diferentes áreas do município, sendo válida ainda a integração com os dados obtidos em municípios vizinhos. Tal lógica também se aplica aos trechos rodoviários e, portanto, foram levantados dados de pluviômetros e pluviógrafos próximos à área de estudo, situados nos municípios interceptados pelas rodovias nos trechos avaliados.

As bases de dados disponíveis e cuja cobertura abrange a área de estudo são oriundas do:

- Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE, Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, os dados coletados por estas instituições apresentam um longo registro de chuva diária, o histórico destes dados permitiu a avaliação de longas séries históricas do período dos cadastros de eventos geodinâmicos;

- Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais - CEMADEN, cujo histórico é apenas a partir da instalação dos primeiros equipamentos no final de 2013. No entanto estes dados são todos conectados à rede de telemetria de transmissão automática de dados oriundos de pluviógrafos e seus registros são mais detalhados que os registros históricos oriundos de pluviômetros, pois a partir de seus dados pode-se mensurar a intensidade horária das chuvas.

Cabe destacar que essas bases estão compiladas no portal HidroWeb, que é uma ferramenta integrante do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) e oferece o acesso ao banco de dados que contém todas as informações coletadas pela Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN), reunindo dados de níveis fluviais, vazões, chuvas, climatologia, qualidade da água e sedimentos.

Conforme dados disponíveis na base do portal HidroWeb, há 161 estações pluviométricas (pluviômetros e pluviógrafos) para coleta de dados que recobrem a área de estudo, localizados nos municípios da área de estudo e em seu entorno, conforme apresentado na **Tabela 4.1-1**.

Tabela 4.1-1. Relação das estações pluviométricas fornecedoras de dados, abrangência na área de estudo e período de registros disponíveis.

Município	Estação		Coordenadas (UTM)		Agência Responsável
	Código	Nome	Latitude	Longitude	
Bertioga	2346479	BERTIOGA_Jardim Lido	-23,8470	-46,1420	CEMADEN
Bertioga	2345214	BERTIOGA_Praia de Guaratuba	-23,7731	-45,9539	CEMADEN
Bertioga	2346480	BERTIOGA_Jardim Vista Linda	-23,8060	-46,0880	CEMADEN
Bertioga	2346788	PCH ITATINGA BARRAMENTO	-23,7450	-46,1278	DAEE / ANA / Outros
Bertioga	2345059	BORACEIA	-23,7500	-45,8500	DAEE / ANA / Outros
Bertioga	2345142	SÃO LOURENÇO	-23,8000	-45,9997	DAEE / ANA / Outros
Bertioga	2346066	USINA ITATINGA	-23,7667	-46,1167	DAEE / ANA / Outros
Bertioga	2346065	REPRESA ITATINGA	-23,7500	-46,1333	DAEE / ANA / Outros
Bertioga	2346075	BERTIOGA	-23,8500	-46,1333	DAEE / ANA / Outros
Bertioga	2346107	FAZENDA SERTÃO DOS FREIRES	-23,7500	-46,1667	DAEE / ANA / Outros
Biritiba-Mirim	2345244	SALESOPOLIS_Ponte Nova	-23,5816	-45,9724	CEMADEN
Biritiba-Mirim	2346481	BIRITIBA-MIRIM_Jardim Jungers	-23,5879	-46,0425	CEMADEN
Biritiba-Mirim	2346162	PLACA	-23,7000	-46,0667	DAEE / ANA / Outros
Biritiba-Mirim	2345141	CASA GRANDE	-23,6333	-45,9997	DAEE / ANA / Outros
Biritiba-Mirim	2346223	ITAPANHAU	-23,7000	-46,0167	DAEE / ANA / Outros
Biritiba-Mirim	2345053	CASA GRANDE	-23,6333	-45,9500	DAEE / ANA / Outros
Biritiba-Mirim	2345054	CASA GRANDE (DAE)	-23,6500	-45,9333	DAEE / ANA / Outros
Biritiba-Mirim	2346321	BIRITIBA-MIRIM	-23,0000	-46,0000	DAEE / ANA / Outros
Biritiba-Mirim	2346319	BIRITIBA MIRIM	-23,5667	-46,0333	DAEE / ANA / Outros
Biritiba-Mirim	2346335	SERTÃOZINHO	-23,6167	-46,0833	DAEE / ANA / Outros
Biritiba-Mirim	2345076	CASA GRANDE	-23,6344	-45,9608	DAEE / ANA / Outros
Biritiba-Mirim	2346106	FAZENDA N.S. APARECIDA	-23,6575	-46,0025	DAEE / ANA / Outros
Biritiba-Mirim	2346101	BIRITIBA MIRIM	-23,5769	-46,0378	DAEE / ANA / Outros
Caraguatatuba	2345191	CEEPAM	-23,5583	-45,2769	DAEE / ANA / Outros
Caraguatatuba	2345216	CARAGUATATUBA_Rio Claro	-23,7080	-45,4680	CEMADEN
Caraguatatuba	2345217	CARAGUATATUBA_Tabatinga	-23,5710	-45,2740	CEMADEN
Caraguatatuba	2345218	CARAGUATATUBA_Tabatinga2	-23,5690	-45,2950	CEMADEN
Caraguatatuba	2345219	CARAGUATATUBA_Jardim Casa Branca	-23,6070	-45,3800	CEMADEN
Caraguatatuba	2345220	CARAGUATATUBA_Tinga	-23,6290	-45,4370	CEMADEN
Caraguatatuba	2345221	CARAGUATATUBA_Martim de Sá	-23,6180	-45,3900	CEMADEN
Caraguatatuba	2345222	CARAGUATATUBA_Rio do Ouro	-23,6120	-45,4230	CEMADEN
Caraguatatuba	2345223	CARAGUATATUBA_Massaguaçu	-23,5831	-45,3300	CEMADEN
Caraguatatuba	2345224	CARAGUATATUBA_Rio do Ouro2	-23,5970	-45,4300	CEMADEN
Caraguatatuba	2345225	CARAGUATATUBA_Indaiá	-23,6369	-45,4261	CEMADEN
Caraguatatuba	2345226	CARAGUATATUBA_Fazenda Serra Mar	-23,6610	-45,5180	CEMADEN
Caraguatatuba	2345227	CARAGUATATUBA_Porto Novo2	-23,6980	-45,4380	CEMADEN
Caraguatatuba	2345228	CARAGUATATUBA_Getuba	-23,6020	-45,3700	CEMADEN
Caraguatatuba	2345229	CARAGUATATUBA_Jardim Casa Branca2	-23,6160	-45,3790	CEMADEN
Caraguatatuba	2345230	CARAGUATATUBA_Massaguaçu2	-23,5790	-45,3380	CEMADEN
Caraguatatuba	2345231	CARAGUATATUBA_Jaraguá	-23,6140	-45,4320	CEMADEN
Caraguatatuba	2345193	CAMBURU	-23,6667	-45,5500	DAEE / ANA / Outros
Caraguatatuba	2345108	CARAGUATATUBA	-23,6167	-45,4000	DAEE / ANA / Outros
Caraguatatuba	2345051	CARAGUATATUBA	-23,6333	-45,4333	DAEE / ANA / Outros
Caraguatatuba	2345056	PORTO NOVO	-23,7000	-45,4500	DAEE / ANA / Outros
Caraguatatuba	2345039	BAIRRO RIO DOURO	-23,6167	-45,4333	DAEE / ANA / Outros
Caraguatatuba	2345050	CARAGUATATUBA	-23,5833	-45,4500	DAEE / ANA / Outros
Caraguatatuba	2345185	CARAGUATATUBA (SPM)	-23,6833	-45,4500	DAEE / ANA / Outros
Caraguatatuba	2345184	CANTAGALO (DFPV)	-23,6000	-45,3833	DAEE / ANA / Outros
Mogi das Cruzes	2346552	IGARATA_Policia Militar	-23,4792	-46,1150	CEMADEN
Mogi das Cruzes	2346586	MOGI DAS CRUZES_Vila Andrade	-23,4822	-46,0861	CEMADEN
Mogi das Cruzes	2346587	MOGI DAS CRUZES_Centro	-23,5255	-46,1952	CEMADEN
Mogi das Cruzes	2346588	MOGI DAS CRUZES_Jundiapeba	-23,5506	-46,2463	CEMADEN

Tabela 4.1-1. Relação das estações pluviométricas fornecedoras de dados, abrangência na área de estudo e período de registros disponíveis.

Município	Estação Código	Estação Nome	Coordenadas (UTM) Latitude	Coordenadas (UTM) Longitude	Agência Responsável
Mogi das Cruzes	2346589	MOGI DAS CRUZES_E.M Alvaro Campos Carneiro	-23,5750	-46,2212	CEMADEN
Mogi das Cruzes	2346370	SÍTIO BOA ESPERANÇA	-23,0000	-46,0000	DAEE / ANA / Outros
Mogi das Cruzes	2346426	ESTALEIRO (JUNTO AO E3-097)	-23,5156	-46,2031	DAEE / ANA / Outros
Mogi das Cruzes	2346787	AÇOS ANHANGUERA	-23,5264	-46,1597	DAEE / ANA / Outros
Mogi das Cruzes	2346372	BAIRRO TABOÃO	-23,4500	-46,2333	DAEE / ANA / Outros
Mogi das Cruzes	2346043	ESTALEIRO DAEE	-23,5167	-46,2000	DAEE / ANA / Outros
Mogi das Cruzes	2346048	CAPIXINGA	-23,5667	-46,1000	DAEE / ANA / Outros
Mogi das Cruzes	2346049	FAZENDA SANTO ANGELO	-23,5833	-46,2333	DAEE / ANA / Outros
Mogi das Cruzes	2346022	BAIRRO TABOÃO	-23,3833	-46,1667	DAEE / ANA / Outros
Mogi das Cruzes	2346058	TAIACUPEBA	-23,6667	-46,1833	DAEE / ANA / Outros
Mogi das Cruzes	2346320	MOGI DAS CRUZES - BOMBA RECALQUE	-23,5167	-46,1667	DAEE / ANA / Outros
Mogi das Cruzes	2345099	CASA GRANDE	-23,6333	-45,9167	DAEE / ANA / Outros
Mogi das Cruzes	2346116	MOGI DAS CRUZES	-23,5500	-46,2167	DAEE / ANA / Outros
Mogi das Cruzes	2346118	MOGI DAS CRUZES	-23,5167	-46,2000	DAEE / ANA / Outros
Mogi das Cruzes	2346244	SABAUNA P1-236	-23,4867	-46,0789	DAEE / ANA / Outros
Mogi das Cruzes	2345107	RIBEIRÃO GRANDE	-23,6167	-45,9833	DAEE / ANA / Outros
Mogi das Cruzes	2346170	PONTE NOVA	-23,5667	-46,0333	DAEE / ANA / Outros
Mogi das Cruzes	2346248	JUNDIAPEBA	-23,2667	-46,3000	DAEE / ANA / Outros
Mogi das Cruzes	2346202	ETT - MOGI DAS CRUZES	-23,5333	-46,1833	DAEE / ANA / Outros
Mogi das Cruzes	2346235	BERITIBA	-23,0000	-46,0000	DAEE / ANA / Outros
Mogi das Cruzes	2346278	GUATINGA	-23,6833	-46,2500	DAEE / ANA / Outros
Mogi das Cruzes	2346405	FAZENDA MARAJÓ	-23,6833	-46,0833	DAEE / ANA / Outros
Mogi das Cruzes	2346103	VARINHAS	-23,5864	-46,2558	DAEE / ANA / Outros
Mogi das Cruzes	2346313	VILA CINTRA (DER)	-23,5500	-46,2333	DAEE / ANA / Outros
Mogi das Cruzes	2346314	SERRA DO ITAPETI (DER)	-23,5167	-46,2333	DAEE / ANA / Outros
Mogi das Cruzes	2346325	GRANJA RIO ACIMA	-23,5169	-46,1164	DAEE / ANA / Outros
Mogi das Cruzes	2346336	ITAPETI	-23,4167	-46,1833	DAEE / ANA / Outros
Mogi das Cruzes	2346356	TAIACUPEBA	-23,6667	-46,1833	DAEE / ANA / Outros
Mogi das Cruzes	2346104	ESTRADA DE BIRITIBA MIRIM	-23,6167	-46,0833	DAEE / ANA / Outros
Mogi das Cruzes	2346102	FAZENDA SANTO ANGELO	-23,5833	-46,2167	DAEE / ANA / Outros

Tabela 4.1-1. Relação das estações pluviométricas fornecedoras de dados, abrangência na área de estudo e período de registros disponíveis.

Município	Estação Código	Estação Nome	Coordenadas (UTM) Latitude	Coordenadas (UTM) Longitude	Agência Responsável
Mogi das Cruzes	2346105	SERTÃOZINHO	-23,7333	-46,1667	DAEE / ANA / Outros
Santos	2245243	SÃO BENTO DO SAPUCAI_Centro	-22,6892	-45,7339	CEMADEN
Santos	2346638	SANTOS_Vila Nova	-23,9400	-46,3250	CEMADEN
Santos	2346639	SANTOS_Vila Mathias	-23,9420	-46,3310	CEMADEN
Santos	2346640	SANTOS_Chico de Paula	-23,9310	-46,3600	CEMADEN
Santos	2346641	SANTOS_Saboo	-23,9300	-46,3450	CEMADEN
Santos	2346642	SANTOS_Ponta da Praia	-23,9810	-46,3000	CEMADEN
Santos	2346643	SANTOS_Caruara	-23,8910	-46,1890	CEMADEN
Santos	2346644	SANTOS_Estuario	-23,9670	-46,3050	CEMADEN
Santos	2346645	SANTOS_José Menino	-23,9650	-46,3560	CEMADEN
Santos	2346646	SANTOS_Nova Cintra	-23,9470	-46,3560	CEMADEN
Santos	2346647	SANTOS_Morro de São Bento	-23,9350	-46,3410	CEMADEN
Santos	2346648	SANTOS_Sítio das Neves	-23,8811	-46,3139	CEMADEN
Santos	2346649	SANTOS_Bom retiro	-23,9370	-46,3770	CEMADEN
Santos	2346130	SANTOS (BASE AÉREA)	-23,9167	-46,2833	DAEE / ANA / Outros
Santos	2346261	PILÕES (RIO CUBATÃO - CSIC)	-23,9303	-46,3578	DAEE / ANA / Outros
Santos	2346279	SABOO	-23,9500	-46,3167	DAEE / ANA / Outros
Santos	2346109	EMBARÉ (SANTOS)	-23,9167	-46,3833	DAEE / ANA / Outros
Santos	2346129	SANTOS (PONTA DA PRAIA)	-23,9333	-46,3333	DAEE / ANA / Outros
Santos	2346393	QUILOMBO	-23,8167	-46,3000	DAEE / ANA / Outros
Santos	2346081	CAETÉ	-23,8833	-46,2167	DAEE / ANA / Outros
Santos	2346337	JURUBATUBA (SBS)	-23,8500	-46,2667	DAEE / ANA / Outros
Santos	2346399	JURUBATUBA	-23,8500	-46,2667	DAEE / ANA / Outros
Santos	2346312	EMBARÉ (INMET)	-23,9819	-46,3114	DAEE / ANA / Outros
Santos	2345265	SÃO SEBASTIÃO_Juquehy	-23,7681	-45,6850	CEMADEN
São Sebastião	2345270	SÃO SEBASTIÃO_Portao Grande	-23,7931	-45,4031	CEMADEN
São Sebastião	2345271	SÃO SEBASTIÃO_Maresias	-23,7911	-45,5658	CEMADEN
São Sebastião	2345272	SÃO SEBASTIÃO_Praia Grande	-23,8231	-45,4150	CEMADEN
São Sebastião	2345273	SÃO SEBASTIÃO_Boicucanga2	-23,7669	-45,5961	CEMADEN
São Sebastião	2345266	SÃO SEBASTIÃO_Juquehy2	-23,7589	-45,7219	CEMADEN
São Sebastião	2345267	SÃO SEBASTIÃO_Pauba	-23,7969	-45,5411	CEMADEN
São Sebastião	2345257	SÃO SEBASTIÃO_Barra do Una	-23,7581	-45,7639	CEMADEN
São Sebastião	2345258	SÃO SEBASTIÃO_Jaraguá	-23,7289	-45,4411	CEMADEN
São Sebastião	2345259	SÃO SEBASTIÃO_Enseada	-23,7231	-45,4300	CEMADEN
São Sebastião	2345260	SÃO SEBASTIÃO_Pontal da Cruz	-23,7831	-45,4039	CEMADEN
São Sebastião	2345261	SÃO SEBASTIÃO_Camburi	-23,7761	-45,6531	CEMADEN
São Sebastião	2345262	SÃO SEBASTIÃO_Morro do Abrigo	-23,7600	-45,4181	CEMADEN
São Sebastião	2345263	SÃO SEBASTIÃO_Baraqueçaba	-23,8261	-45,4289	CEMADEN
São Sebastião	2345264	SÃO SEBASTIÃO_Itatinga	-23,8131	-45,4139	CEMADEN
São Sebastião	2345268	SÃO SEBASTIÃO_Toque Toque Pequeno	-23,8139	-45,5311	CEMADEN
São Sebastião	2345269	SÃO SEBASTIÃO_Boicucanga	-23,7769	-45,6119	CEMADEN
São Sebastião	2345274	SÃO SEBASTIÃO_Praia das Cigarras	-23,7319	-45,4031	CEMADEN
São Sebastião	2345109	SÃO SEBASTIÃO	-23,8000	-45,4000	DAEE / ANA / Outros
São Sebastião	2345094	BORACÉIA (FLORESTA)	-23,7667	-45,8000	DAEE / ANA / Outros
São Sebastião	2345096	SÃO SEBASTIÃO	-23,8167	-45,4167	DAEE / ANA / Outros
São Sebastião	2345060	MARESIAS	-23,7833	-45,5500	DAEE / ANA / Outros
São Sebastião	2345057	SÃO FRANCISCO	-23,7667	-45,4167	DAEE / ANA / Outros
Ubatuba	2345287	UBATUBA_Centro1	-23,4340	-45,0770	CEMADEN
Ubatuba	2345288	UBATUBA_Marafunda	-23,4390	-45,1030	CEMADEN
Ubatuba	2345289	UBATUBA_Araribá	-23,5400	-45,2550	CEMADEN
Ubatuba	2345290	UBATUBA_Maranduba	-23,5411	-45,2369	CEMADEN
Ubatuba	2345278	UBATUBA_Ipiranguinha	-23,4270	-45,1220	CEMADEN
Ubatuba	2345279	UBATUBA_Praia do Lazaro	-23,5020	-45,1300	CEMADEN
Ubatuba	2345280	UBATUBA_Sertão da Quina	-23,5300	-45,2460	CEMADEN
Ubatuba	2345281	UBATUBA_Estufa II	-23,4520	-45,0790	CEMADEN
Ubatuba	2345282	UBATUBA_Lagoinha	-23,5170	-45,1960	CEMADEN

Tabela 4.1-1. Relação das estações pluviométricas fornecedoras de dados, abrangência na área de estudo e período de registros disponíveis.

Município	Estação		Coordenadas (UTM)		Agência Responsável
	Código	Nome	Latitude	Longitude	
Ubatuba	2345291	UBATUBA_Centro2	-23,4400	-45,0820	CEMADEN
Ubatuba	2345292	UBATUBA_Perequê-Mirim	-23,4850	-45,1050	CEMADEN
Ubatuba	2345284	UBATUBA_Figueira	-23,4010	-45,1190	CEMADEN
Ubatuba	2344044	UBATUBA_Poruba	-23,3470	-44,9400	CEMADEN
Ubatuba	2344045	UBATUBA_Ubatumirim	-23,3050	-44,8690	CEMADEN
Ubatuba	2344046	UBATUBA_Picinguaba	-23,3760	-44,8380	CEMADEN
Ubatuba	2344047	UBATUBA_Almada	-23,3640	-44,8870	CEMADEN
Ubatuba	2345285	UBATUBA_Perequê-Açu	-23,4189	-45,0661	CEMADEN
Ubatuba	2345276	UBATUBA_Tenório	-23,4650	-45,0600	CEMADEN
Ubatuba	2345277	UBATUBA_Praia Dura	-23,4939	-45,1731	CEMADEN
Ubatuba	2345283	UBATUBA_Parque dos Ministérios	-23,4250	-45,1060	CEMADEN
Ubatuba	2345286	UBATUBA_Itamambuca	-23,3980	-45,0040	CEMADEN
Ubatuba	2345189	UBATUBA - IA	-23,4528	-45,0469	DAEE / ANA / Outros
Ubatuba	2345038	UBATUBA	-23,4500	-45,0833	DAEE / ANA / Outros
Ubatuba	2345090	UBATUBA - IA	-23,4500	-45,0667	DAEE / ANA / Outros
Ubatuba	2345088	UBATUBA	-23,4331	-45,0683	DAEE / ANA / Outros
Ubatuba	2344005	PICINGUABA	-23,3833	-44,8333	DAEE / ANA / Outros
Ubatuba	2345040	UBATUBA	-23,4331	-45,0683	DAEE / ANA / Outros
Ubatuba	2345143	UBATUBA	-23,4167	-45,1167	DAEE / ANA / Outros
Ubatuba	2345044	MARANDUBA	-23,5333	-45,2333	DAEE / ANA / Outros
Ubatuba	2344004	PONTA DA TRINDADE	-23,3667	-44,7333	DAEE / ANA / Outros
Ubatuba	2345036	MATO DENTRO	-23,3833	-45,1167	DAEE / ANA / Outros
Ubatuba	2345157	AGUATUBA	-23,3683	-45,7272	DAEE / ANA / Outros

4.2 DEFINIÇÃO DE MODELAGEM E ELABORAÇÃO DE BASE DE DADOS PARA A CORRELAÇÃO CHUVAS-EVENTOS

Diferentes estudos realizados no Brasil e em outros países procuram expressar a relação matemática entre chuvas e eventos geodinâmicos. Em cada um destes estudos, são propostos diversos parâmetros e períodos de abrangência de pluviosidade acumulada, visando estabelecer uma relação consistente que permita uma melhor previsibilidade de deflagração de eventos geodinâmicos para as diferentes localidades analisadas.

Para definição da correlação entre chuvas e eventos geodinâmicos, o Termo de Referência da SDP nº 064/2019 sugere a criação de uma base de dados elaborada a partir do Produto 02 e, subsequentemente, a utilização de uma metodologia dentre as obtidas pelos trabalhos de TATIZANA et al. (1987a, b), CERRI (1993), CERRI et al. (1993), MACEDO et al. (1999), SOARES (2006), SOARES & MARTAN (2006), PARIZZI et al. (2010), DRM (2015) e FERREIRA et al. (2015). Na elaboração do Plano de Trabalho sugeriu-se, ainda, a análise e a seleção para utilização de uma das metodologias relacionadas na **Tabela 4.2-1**, utilizadas em estudos de relação entre chuvas e escorregamentos.

Tabela 4.2-1. Resumo do histórico de pesquisas sobre a relação entre chuva e escorregamentos.

Autor e Ano	Localidade	Características e Conclusões
Lumb, 1975	Hong Kong	Relação entre precipitação de 24 h 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 anual. Acima de 20% da pluviosidade anual ocorrem catástrofes.
Brand *et al.*, 1984	Hong Kong	Limite de 100 mm / 24 h ou intensidade de 70 mm / h
Elbachá *et al.*, 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.

Tabela 4.2-1. Resumo do histórico de pesquisas sobre a relação entre chuva e escorregamentos.

Autor e Ano	Localidade	Características e Conclusões
Xavier, 1996	Belo Horizonte, MG	Limite de 30 mm / 24 h ou 50 mm / 48 h
D'Orsi *et al.*, 1997	Rio de Janeiro, RJ	Estado de atenção a partir de acumulados de 50 mm a 100 mm em 24 h, ou intensidade de 10 mm / h a 30 mm / h; alerta máximo para precipitações > 175 mm em 24 h, ou intensidade > 50 mm / h.
Zêzere *et al.*, 2003	Lisboa, Portugal	Limites de 160 mm 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 *et al.*, 2003	Olinda, PE	*R = Pac x 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 / 7 dias 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.
Mendes *et al.*, 2015	São José dos Campos, SP	Chuva diária entre 20 mm e 50 mm ou chuva acumulada acima de 50 mm / 72 h.
Gariano *et al.*, 2015	Sicília, Itália	Correlação entre chuva acumulada (mm) no evento e duração (t) do evento pluviométrico. Resultados em função das litologias.
Fernandez, 2018	São Bernardo do Campo, SP	Correlação entre chuva acumulada (*"Ac"* em mm) e intensidade de chuva (*"I"* em mm / h) para deflagrar escorregamento com a equação: $I(Ac) = 10.392 \times Ac^{-1,323}$

Embora as metodologias supracitadas estejam relacionadas apenas a movimentos de massa, o projeto previa a definição de metodologias para as modelagens das correlações de inundações e processos correlatos. As metodologias utilizadas para os distintos tipos de eventos geodinâmicos, bem como os procedimentos para a seleção dos registros do Produto 02 que compuseram a base de dados para esta análise, são apresentados a seguir.

4.2.1 SELEÇÃO DE PLUVIÔMETROS E PERÍODO DE ABRANGÊNCIA DOS DADOS DE CHUVAS COLETADOS

Após o levantamento e sistematização dos dados históricos de chuvas, foram selecionados os dados dos pluviômetros e pluviógrafos cujo período disponível de abrangência de dados fosse correspondente ao período de disponibilidade de dados dos eventos geodinâmicos. Desta forma, foram exclusos da análise os dados de chuvas de períodos anteriores à 1993 e, utilizando-se este critério, o número de pluviômetros/pluviógrafos selecionados para o fornecimento de dados históricos de chuvas foi reduzido de 161 estações para 104 estações. Estas estações, bem como o período de disponibilidade de seus respectivos dados utilizado na análise da correlação entre chuvas e eventos geodinâmicos, estão relacionadas na **Tabela 4.2.1-1**.

Tabela 4.2.1-1. Relação das estações pluviométricas selecionadas em decorrência da relação de proximidade geográfica e temporal aos eventos geodinâmicos avaliados, especificando o período de dados utilizado para a avaliação da correlação entre chuvas e eventos.

Município	Estação		Coordenadas (UTM)		Agência Responsável	Período Utilizado	
	Código	Nome	Latitude	Longitude		De	Até
Bertioga	2345059	BORACEIA	-23,7500	-45,8500	DAEE / ANA / Outros	1993	1994
Bertioga	2345142	SÃO LOURENÇO	-23,8000	-45,9997	DAEE / ANA / Outros	1993	1994
Bertioga	2345214	BERTIOGA_Praia de Guaratuba	-23,7731	-45,9539	CEMADEN	2014	2020
Bertioga	2346065	REPRESA ITATINGA	-23,7500	-46,1333	DAEE / ANA / Outros	1993	2014
Bertioga	2346066	USINA ITATINGA	-23,7667	-46,1167	DAEE / ANA / Outros	1993	2014
Bertioga	2346075	BERTIOGA	-23,8500	-46,1333	DAEE / ANA / Outros	1991	2001
Bertioga	2346479	BERTIOGA_Jardim Lido	-23,8470	-46,1420	CEMADEN	2014	2020
Bertioga	2346480	BERTIOGA_Jardim Vista Linda	-23,8060	-46,0880	CEMADEN	2014	2020
Biritiba-Mirim	2346101	BIRITIBA MIRIM	-23,5769	-46,0378	DAEE / ANA / Outros	1993	2020
Biritiba-Mirim	2345076	CASA GRANDE	-23,6344	-45,9608	DAEE / ANA / Outros	1993	1999
Biritiba-Mirim	2345053	CASA GRANDE	-23,6333	-45,9500	DAEE / ANA / Outros	1993	1997
Biritiba-Mirim	2346106	FAZENDA N.S. APARECIDA	-23,6575	-46,0025	DAEE / ANA / Outros	1993	2020
Biritiba-Mirim	2346335	SERTÃOZINHO	-23,6167	-46,0833	DAEE / ANA / Outros	1993	1999
Biritiba-Mirim	2345244	SALESOPOLIS_Ponte Nova	-23,5816	-45,9724	CEMADEN	2014	2020
Biritiba-Mirim	2346481	BIRITIBA-MIRIM_Jardim Jungers	-23,5879	-46,0425	CEMADEN	2014	2020
Caraguatatuba	2345051	CARAGUATATUBA	-23,6333	-45,4333	DAEE / ANA / Outros	1993	2012
Caraguatatuba	2345056	PORTO NOVO	-23,7000	-45,4500	DAEE / ANA / Outros	1993	2007
Caraguatatuba	2345191	CEEPAM	-23,5583	-45,2769	DAEE / ANA / Outros	1999	2020
Caraguatatuba	2345216	CARAGUATATUBA_Rio Claro	-23,7080	-45,4680	CEMADEN	2014	2020
Caraguatatuba	2345217	CARAGUATATUBA_Tabatinga	-23,5710	-45,2740	CEMADEN	2014	2020
Caraguatatuba	2345218	CARAGUATATUBA_Tabatinga2	-23,5690	-45,2950	CEMADEN	2014	2020
Caraguatatuba	2345219	CARAGUATATUBA_Jardim Casa Branca	-23,6070	-45,3800	CEMADEN	2014	2020
Caraguatatuba	2345220	CARAGUATATUBA_Tinga	-23,6290	-45,4370	CEMADEN	2014	2020
Caraguatatuba	2345221	CARAGUATATUBA_Martim de Sá	-23,6180	-45,3900	CEMADEN	2014	2020
Caraguatatuba	2345222	CARAGUATATUBA_Rio do Ouro	-23,6120	-45,4230	CEMADEN	2014	2020
Caraguatatuba	2345223	CARAGUATATUBA_Massaguaçu	-23,5831	-45,3300	CEMADEN	2014	2020
Caraguatatuba	2345224	CARAGUATATUBA_Rio do Ouro2	-23,5970	-45,4300	CEMADEN	2014	2020
Caraguatatuba	2345225	CARAGUATATUBA_Indaiá	-23,6369	-45,4261	CEMADEN	2014	2020
Caraguatatuba	2345226	CARAGUATATUBA_Fazenda Serra Mar	-23,6610	-45,5180	CEMADEN	2014	2020
Caraguatatuba	2345227	CARAGUATATUBA_Porto Novo2	-23,6980	-45,4380	CEMADEN	2014	2020
Caraguatatuba	2345228	CARAGUATATUBA_Getuba	-23,6020	-45,3700	CEMADEN	2014	2020
Caraguatatuba	2345229	CARAGUATATUBA_Jardim Casa Branca2	-23,6160	-45,3790	CEMADEN	2014	2020
Caraguatatuba	2345230	CARAGUATATUBA_Massaguaçu2	-23,5790	-45,3380	CEMADEN	2014	2020
Caraguatatuba	2345231	CARAGUATATUBA_Jaraguá	-23,6140	-45,4320	CEMADEN	2014	2020
Mogi das Cruzes	2346043	ESTALEIRO DAEE	-23,5167	-46,2000	DAEE / ANA / Outros	1993	2000
Mogi das Cruzes	2346048	CAPIXINGA	-23,5667	-46,1000	DAEE / ANA / Outros	1993	2011
Mogi das Cruzes	2346049	FAZENDA SANTO ANGELO	-23,5833	-46,2333	DAEE / ANA / Outros	1993	1999
Mogi das Cruzes	2346058	TAIACUPEBA	-23,6667	-46,1833	DAEE / ANA / Outros	1993	1998

Tabela 4.2.1-1. Relação das estações pluviométricas selecionadas em decorrência da relação de proximidade geográfica e temporal aos eventos geodinâmicos avaliados, especificando o período de dados utilizado para a avaliação da correlação entre chuvas e eventos.

Município	Estação		Coordenadas (UTM)		Agência Responsável	Período Utilizado	
	Código	Nome	Latitude	Longitude		De	Até
Mogi das Cruzes	2346103	VARINHAS	-23,5864	-46,2558	DAEE / ANA / Outros	1993	2020
Mogi das Cruzes	2346552	IGARATA_Policia Militar	-23,4792	-46,1150	CEMADEN	2014	2020
Mogi das Cruzes	2346586	MOGI DAS CRUZES_Vila Andrade	-23,4822	-46,0861	CEMADEN	2014	2020
Mogi das Cruzes	2346587	MOGI DAS CRUZES_Centro	-23,5255	-46,1952	CEMADEN	2014	2020
Mogi das Cruzes	2346588	MOGI DAS CRUZES_Jundiapeba	-23,5506	-46,2463	CEMADEN	2014	2020
Mogi das Cruzes	2346589	MOGI DAS CRUZES_E.M Alvaro Campos Carneiro	-23,5750	-46,2212	CEMADEN	2014	2020
Santos	2346081	CAETÉ	-23,8833	-46,2167	DAEE / ANA / Outros	1993	2014
Santos	2245243	SÃO BENTO DO SAPUCAI_Centro	-22,6892	-45,7339	CEMADEN	2014	2020
Santos	2346638	SANTOS_Vila Nova	-23,9400	-46,3250	CEMADEN	2014	2020
Santos	2346639	SANTOS_Vila Mathias	-23,9420	-46,3310	CEMADEN	2014	2020
Santos	2346640	SANTOS_Chico de Paula	-23,9310	-46,3600	CEMADEN	2014	2020
Santos	2346641	SANTOS_Saboo	-23,9300	-46,3450	CEMADEN	2014	2020
Santos	2346642	SANTOS_Ponta da Praia	-23,9810	-46,3000	CEMADEN	2014	2020
Santos	2346643	SANTOS_Caruara	-23,8910	-46,1890	CEMADEN	2014	2020
Santos	2346644	SANTOS_Estuario	-23,9670	-46,3050	CEMADEN	2014	2020
Santos	2346645	SANTOS_José Menino	-23,9650	-46,3560	CEMADEN	2014	2020
Santos	2346646	SANTOS_Nova Cintra	-23,9470	-46,3560	CEMADEN	2014	2020
Santos	2346647	SANTOS_Morro de São Bento	-23,9350	-46,3410	CEMADEN	2014	2020
Santos	2346648	SANTOS_Sítio das Neves	-23,8811	-46,3139	CEMADEN	2014	2020
Santos	2346649	SANTOS_Bom retiro	-23,9370	-46,3770	CEMADEN	2014	2020
Santos	2345265	SÃO SEBASTIÃO_Juquehy	-23,7681	-45,6850	CEMADEN	2014	2020
São Sebastião	2345096	SÃO SEBASTIÃO	-23,8167	-45,4167	DAEE / ANA / Outros	2017	2020
São Sebastião	2345057	SÃO FRANCISCO	-23,7667	-45,4167	DAEE / ANA / Outros	1993	2014
São Sebastião	2345060	MARESIAS	-23,7833	-45,5500	DAEE / ANA / Outros	1993	2014
São Sebastião	2345270	SÃO SEBASTIÃO_Portao Grande	-23,7931	-45,4031	CEMADEN	2014	2020
São Sebastião	2345271	SÃO SEBASTIÃO_Maresias	-23,7911	-45,5658	CEMADEN	2014	2020
São Sebastião	2345272	SÃO SEBASTIÃO_Praia Grande	-23,8231	-45,4150	CEMADEN	2014	2020
São Sebastião	2345273	SÃO SEBASTIÃO_Boicucanga2	-23,7669	-45,5961	CEMADEN	2014	2020
São Sebastião	2345266	SÃO SEBASTIÃO_Juquehy2	-23,7589	-45,7219	CEMADEN	2014	2020
São Sebastião	2345267	SÃO SEBASTIÃO_Pauba	-23,7969	-45,5411	CEMADEN	2014	2020
São Sebastião	2345257	SÃO SEBASTIÃO_Barra do Una	-23,7581	-45,7639	CEMADEN	2014	2020
São Sebastião	2345258	SÃO SEBASTIÃO_Jaraguá	-23,7289	-45,4411	CEMADEN	2014	2020
São Sebastião	2345259	SÃO SEBASTIÃO_Enseada	-23,7231	-45,4300	CEMADEN	2014	2020
São Sebastião	2345260	SÃO SEBASTIÃO_Pontal da Cruz	-23,7831	-45,4039	CEMADEN	2014	2020
São Sebastião	2345261	SÃO SEBASTIÃO_Camburi	-23,7761	-45,6531	CEMADEN	2014	2020
São Sebastião	2345262	SÃO SEBASTIÃO_Morro do Abrigo	-23,7600	-45,4181	CEMADEN	2014	2020
São Sebastião	2345263	SÃO SEBASTIÃO_Baraqueçaba	-23,8261	-45,4289	CEMADEN	2014	2020
São Sebastião	2345264	SÃO SEBASTIÃO_Itatinga	-23,8131	-45,4139	CEMADEN	2014	2020

Tabela 4.2.1-1. Relação das estações pluviométricas selecionadas em decorrência da relação de proximidade geográfica e temporal aos eventos geodinâmicos avaliados, especificando o período de dados utilizado para a avaliação da correlação entre chuvas e eventos.

Município	Estação		Coordenadas (UTM)		Agência Responsável	Período Utilizado	
	Código	Nome	Latitude	Longitude		De	Até
São Sebastião	2345268	SÃO SEBASTIÃO_Toque Toque Pequeno	-23,8139	-45,5311	CEMADEN	2014	2020
São Sebastião	2345269	SÃO SEBASTIÃO_Boicucanga	-23,7769	-45,6119	CEMADEN	2014	2020
São Sebastião	2345274	SÃO SEBASTIÃO_Praia das Cigarras	-23,7319	-45,4031	CEMADEN	2014	2020
Ubatuba	2345090	UBATUBA - IA	-23,4500	-45,0667	DAEE / ANA / Outros	1993	1998
Ubatuba	2345040	UBATUBA	-23,4331	-45,0683	DAEE / ANA / Outros	1993	2014
Ubatuba	2345036	MATO DENTRO	-23,3833	-45,1167	DAEE / ANA / Outros	1993	2014
Ubatuba	2345044	MARANDUBA	-23,5333	-45,2333	DAEE / ANA / Outros	1993	2001
Ubatuba	2345287	UBATUBA_Centro1	-23,4340	-45,0770	CEMADEN	2014	2020
Ubatuba	2345288	UBATUBA_Marafunda	-23,4390	-45,1030	CEMADEN	2014	2020
Ubatuba	2345289	UBATUBA_Araribá	-23,5400	-45,2550	CEMADEN	2014	2020
Ubatuba	2345290	UBATUBA_Maranduba	-23,5411	-45,2369	CEMADEN	2014	2020
Ubatuba	2345278	UBATUBA_Ipiranguinha	-23,4270	-45,1220	CEMADEN	2014	2020
Ubatuba	2345279	UBATUBA_Praia do Lazaro	-23,5020	-45,1300	CEMADEN	2014	2020
Ubatuba	2345280	UBATUBA_Sertão da Quina	-23,5300	-45,2460	CEMADEN	2014	2020
Ubatuba	2345281	UBATUBA_Estufa II	-23,4520	-45,0790	CEMADEN	2014	2020
Ubatuba	2345282	UBATUBA_Lagoinha	-23,5170	-45,1960	CEMADEN	2014	2020
Ubatuba	2345291	UBATUBA_Centro2	-23,4400	-45,0820	CEMADEN	2014	2020
Ubatuba	2345292	UBATUBA_Perequê-Mirim	-23,4850	-45,1050	CEMADEN	2014	2020
Ubatuba	2345284	UBATUBA_Figueira	-23,4010	-45,1190	CEMADEN	2014	2020
Ubatuba	2344044	UBATUBA_Poruba	-23,3470	-44,9400	CEMADEN	2014	2020
Ubatuba	2344045	UBATUBA_Ubatumirim	-23,3050	-44,8690	CEMADEN	2014	2020
Ubatuba	2344046	UBATUBA_Picinguaba	-23,3760	-44,8380	CEMADEN	2014	2020
Ubatuba	2344047	UBATUBA_Almada	-23,3640	-44,8870	CEMADEN	2014	2020
Ubatuba	2345285	UBATUBA_Perequê-Açu	-23,4189	-45,0661	CEMADEN	2014	2020
Ubatuba	2345276	UBATUBA_Tenório	-23,4650	-45,0600	CEMADEN	2014	2020
Ubatuba	2345277	UBATUBA_Praia Dura	-23,4939	-45,1731	CEMADEN	2014	2020
Ubatuba	2345283	UBATUBA_Parque dos Ministérios	-23,4250	-45,1060	CEMADEN	2014	2020
Ubatuba	2345286	UBATUBA_Itamambuca	-23,3980	-45,0040	CEMADEN	2014	2020

4.2.2 SELEÇÃO DE DADOS ORIUNDOS DO CADASTRO DE OCORRÊNCIA DE EVENTOS GEODINÂMICOS

Os dados oriundos do Produto 02 - Cadastro de Ocorrência de Eventos Geodinâmicos foram analisados e, a partir deles, foram selecionados os eventos que permitiram maior correlação com os dados pluviométricos. Os critérios de seleção destes eventos consideraram sua localização e respectivo grau de confiabilidade, tipologia de processos, recorrência, etc., além do período de ocorrência, que foi associado aos dados pluviométricos disponíveis.

Desta forma, para os 9.285 registros de eventos geodinâmicos iniciais foram aplicados os seguintes critérios de seleção:'

- **Critério 1** – Eventos geodinâmicos em locais com influência direta sobre as rodovias, inseridos nos limites da área de estudo constituída pela faixa de 1 km de largura a partir do eixo das rodovias SP-055 e SP-098;

- **Critério 2** – Eventos geodinâmicos com dados confiáveis para sua localização espacial, ou seja, ocorrências que apresentam informações como rodovia e quilometragem de referência, ou logradouro e nº, ou ainda quaisquer referências complementares, como indicação de proximidade de Obras de Arte Especiais (OAEs) ou cursos hídricos, por exemplo;

- **Critério 3** – Eventos geodinâmicos descritos como geológicos ou hidrológicos, sendo excluídos os eventos exclusivamente meteorológicos, como chuvas intensas, ventos fortes, queda de raio ou granizo;

- **Critério 4** – Eventos geodinâmicos que possuíam registros de data que permitiam a atribuição de um dia e horário exato ou aproximado para a ocorrência do processo, possibilitando sua associação aso registros pluviométricos;

- **Critério 5** – Supressão de registros múltiplos referentes a um mesmo evento geodinâmico, ou seja, mesmo evento, data e local reportado duas ou mais vezes por diferentes fontes de informação;

- **Critério 6** – Análise detalhada das descrições disponíveis para melhor localizar espacialmente e no tempo (datas), e categorizar os eventos quanto a tipologia e porte, quando possível.

Este processo de seleção obteve 349 registros, ocorridos na área de estudo, no contexto das rodovias SP-055 e SP-098, para o período entre janeiro de 1993 e setembro 2020. Dentre os eventos geodinâmicos selecionados, 81,7% deles ocorreram na SP-055, e 18,34% na SP-098. O maior número de ocorrências foi de eventos geológicos, com cerca de 80% do total de eventos, destacando-se os eventos de escorregamentos, com 240 eventos, correspondendo à quase 70% do total. O maior número de ocorrências foi observado no trecho sob conservação da UBA 05.04, de São Vicente, com 174 eventos, correspondendo à cerca de 50% do total de eventos dos trechos rodoviários analisados. Os resultados obtidos, separados de acordo com a UBA e com a rodovia em que estes eventos geodinâmicos ocorreram, são apresentados na **Tabela 4.2.2-1**.

No contexto dos eventos ocorridos na área de estudo nos trechos inseridos nos territórios de cada um dos municípios, 178 eventos geodinâmicos, com destaque para os 149 eventos de escorregamentos, que equivalem, respectivamente, à 51% e 42,7% dos 349 eventos selecionados, ocorreram no trecho inserido no Município de São Sebastião. Os municípios de Mogi das Cruzes e Biritiba-Mirim têm, somados, cerca de 12% do total de eventos selecionados, os municípios de Caraguatatuba e Ubatuba têm, somados, cerca de 21% do total e, por fim, os municípios de Bertioga e Santos têm, somados, cerca de 16% do total de eventos selecionados.

Os resultados obtidos, separados por município em que estes eventos geodinâmicos ocorreram, estão apresentados na **Tabela 4.2.2-2**.

Para que fosse possível avaliar as quantidades de chuvas acumuladas, bem como a intensidade de chuvas necessárias para a deflagração dos eventos geodinâmicos geológicos ou hidrológicos, fez-se necessário coletar dados de chuvas que não causaram estas deflagrações. Os dados analisados são relativos às ocorrências de chuvas com registros de pluviosidade acumulada superiores à 40 mm / 24 h. Dentre os dados das estações pluviométricas, foram selecionados dados de 2.073 ocorrências de chuvas sem a deflagração de eventos geodinâmicos, oriundos das 16 estações relacionadas na **Tabela 4.2.2-3**. A maior quantidade de ocorrências de chuvas com pluviosidade citada foi registrada na estação da Represa Itatinga, em Bertioga, com 268 ocorrências, seguido pela estação Caeté, em Santos, com 185 ocorrências, e pela estação Usina Itatinga, com 165 ocorrências.

O registro-síntese dos eventos geodinâmicos geológicos e hidrológicos, bem como dos eventos de chuvas selecionados para análise, está apresentado no **ANEXO B – Arquivos digitais dos Produtos 02, 03, 04 e 05**.

Tabela 4.2.2-1. Resultados obtidos na seleção de eventos geodinâmicos para a elaboração do Produto 03, relacionados por processos e por UBAs e rodovias em que os processos geodinâmicos ocorreram.

Grupo / Tipo de Evento Geodinâmico	UBA 05.04 - São Vicente				UBA 06.04 - Caraguatatuba				UBA 10.04 - Mogi das Cruzes				Rodovia				Total Geral	
	Residência de Conservação		Conservação		Residência de Conservação		Conservação		Residência de Conservação		Conservação		SP-055		SP-098			
Geológico	**25**	**7,16%**	**153**	**43,84%**	**204**	**58,45%**	**76**	**21,78%**	**52**	**14,90%**	**52**	**14,90%**	**229**	**65,62%**	**52**	**14,90%**	**281**	**80,52%**
Corrida de massa	0	0,00%	4	1,15%	4	1,15%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	4	1,15%	0	0,00%	4	1,15%
Erosão	0	0,00%	0	0,00%	8	2,29%	8	2,29%	6	1,72%	6	1,72%	8	2,29%	6	1,72%	14	4,01%
Escorregamento	25	7,16%	148	42,41%	172	49,28%	49	14,04%	43	12,32%	43	12,32%	197	56,45%	43	12,32%	240	68,77%
Queda, tombamento ou rolamento de rocha	0	0,00%	1	0,29%	18	5,16%	17	4,87%	3	0,86%	3	0,86%	18	5,16%	3	0,86%	21	6,02%
Solapamento	0	0,00%	0	0,00%	2	0,57%	2	0,57%	0	0,00%	0	0,00%	2	0,57%	0	0,00%	2	0,57%
Hidrológico	**8**	**2,29%**	**20**	**5,73%**	**47**	**13,47%**	**35**	**10,03%**	**13**	**3,72%**	**13**	**3,72%**	**56**	**16,05%**	**12**	**3,44%**	**68**	**19,48%**
Alagamento	4	1,15%	11	3,15%	27	7,74%	20	5,73%	8	2,29%	8	2,29%	32	9,17%	7	2,01%	39	11,17%
Enxurrada	0	0,00%	2	0,57%	2	0,57%	0	0,00%	2	0,57%	2	0,57%	2	0,57%	2	0,57%	4	1,15%
Inundação	4	1,15%	7	2,01%	18	5,16%	15	4,30%	3	0,86%	3	0,86%	22	6,30%	3	0,86%	25	7,16%
Total Geral	**33**	**9,46%**	**173**	**49,57%**	**251**	**71,92%**	**111**	**31,81%**	**65**	**18,62%**	**65**	**18,62%**	**285**	**81,66%**	**64**	**18,34%**	**349**	**100,00%**

Tabela 4.2.2-2. Resultados obtidos na seleção de eventos geodinâmicos para a elaboração do Produto 03, relacionados por processos e por municípios em que os processos geodinâmicos ocorreram.

Grupo / Tipo de Evento Geodinâmico	Município														Total Geral	
	Bertioga		Biritiba-Mirim		Caraguatatuba		Mogi das Cruzes		Santos		São Sebastião		Ubatuba			
Geológico	**32**	**9,17%**	**26**	**7,45%**	**24**	**6,88%**	**6**	**1,72%**	**13**	**3,72%**	**166**	**47,56%**	**14**	**4,01%**	**281**	**80,52%**
Corrida de massa	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	4	1,15%	0	0,00%	4	1,15%
Erosão	3	0,86%	3	0,86%	1	0,29%	0	0,00%	0	0,00%	4	1,15%	3	0,86%	14	4,01%
Escorregamento	28	8,02%	22	6,30%	16	4,58%	5	1,43%	13	3,72%	149	42,69%	7	2,01%	240	68,77%
Queda, tombamento ou rolamento de rocha	1	0,29%	1	0,29%	6	1,72%	1	0,29%	0	0,00%	8	2,29%	4	1,15%	21	6,02%
Solapamento	0	0,00%	0	0,00%	1	0,29%	0	0,00%	0	0,00%	1	0,29%	0	0,00%	2	0,57%
Hidrológico	**10**	**2,87%**	**2**	**0,57%**	**25**	**7,16%**	**9**	**2,58%**	**0**	**0,00%**	**12**	**3,44%**	**10**	**2,87%**	**68**	**19,48%**
Alagamento	6	1,72%	1	0,29%	11	3,15%	5	1,43%	0	0,00%	7	2,01%	9	2,58%	39	11,17%
Enxurrada	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	2	0,57%	0	0,00%	2	0,57%	0	0,00%	4	1,15%
Inundação	4	1,15%	1	0,29%	14	4,01%	2	0,57%	0	0,00%	3	0,86%	1	0,29%	25	7,16%
Total Geral	**42**	**12,03%**	**28**	**8,02%**	**49**	**14,04%**	**15**	**4,30%**	**13**	**3,72%**	**178**	**51,00%**	**24**	**6,88%**	**349**	**100,00%**

Tabela 4.2.2-3. Relação das estações pluviométricas selecionadas a análise das chuvas sem a ocorrência de eventos.

Município	Estação Código	Estação Nome	Coordenadas (UTM) Latitude	Coordenadas (UTM) Longitude	Agência Responsável	Período Utilizado De	Período Utilizado Até	Quantidade de eventos	
Bertioga								**893**	**43,08%**
Bertioga	2346065	REPRESA ITATINGA	-23,7500	-46,1333	DAEE / ANA / Outros	1993	2014	522	25,18%
Bertioga	2346066	USINA ITATINGA	-23,7667	-46,1167	DAEE / ANA / Outros	1993	2014	356	17,17%
Bertioga	2346479	BERTIOGA_Jardim Lido	-23,8470	-46,1420	CEMADEN	2014	2020	15	0,72%
Biritiba-Mirim								**158**	**7,62%**
Biritiba-Mirim	2346106	FAZENDA N.S. APARECIDA	-23,6575	-46,0025	DAEE / ANA / Outros	1993	2020	147	7,09%
Biritiba-Mirim	2346481	BIRITIBA-MIRIM_Jardim Jungers	-23,5879	-46,0425	CEMADEN	2014	2020	11	0,53%
Caraguatatuba								**258**	**12,45%**
Caraguatatuba	2345051	CARAGUATATUBA	-23,6333	-45,4333	DAEE / ANA / Outros	1993	2012	119	5,74%
Caraguatatuba	2345191	CEEPAM	-23,5583	-45,2769	DAEE / ANA / Outros	1999	2020	132	6,37%
Caraguatatuba	2345216	CARAGUATATUBA_Rio Claro	-23,7080	-45,4680	CEMADEN	2014	2020	7	0,34%
Mogi das Cruzes								**130**	**6,27%**
Mogi das Cruzes	2346103	VARINHAS	-23,5864	-46,2558	DAEE / ANA / Outros	1993	2020	117	5,64%
Mogi das Cruzes	2346589	MOGI DAS CRUZES_E.M Alvaro Campos Carneiro	-23,5750	-46,2212	CEMADEN	2014	2020	13	0,63%
Santos								**441**	**21,27%**
Santos	2346081	CAETÉ	-23,8833	-46,2167	DAEE / ANA / Outros	1993	2014	405	19,54%
Santos	2346643	SANTOS_Caruara	-23,8910	-46,1890	CEMADEN	2014	2020	36	1,74%
São Sebastião								**88**	**4,25%**
São Sebastião	2345057	SÃO FRANCISCO	-23,7667	-45,4167	DAEE / ANA / Outros	1993	2014	80	3,86%
São Sebastião	2345259	SÃO SEBASTIÃO_Enseada	-23,7231	-45,4300	CEMADEN	2014	2020	8	0,39%
Ubatuba								**105**	**5,07%**
Ubatuba	2345044	MARANDUBA	-23,5333	-45,2333	DAEE / ANA / Outros	1993	2001	87	4,20%
Ubatuba	2345276	UBATUBA_Tenório	-23,4650	-45,0600	CEMADEN	2014	2020	18	0,87%
							Total	**2.073**	**1**

4.3 DETERMINAÇÃO DAS ENVOLTÓRIAS PARA EVENTOS GEODINÂMICOS E ESTABELECIMENTO DOS ÍNDICES DE PRECIPITAÇÃO CRÍTICA

Após a definição do modelo que foi utilizado para a correlação entre eventos geodinâmicos, acidentes e chuvas intensas, os dados de pluviosidade acumulada e respectivos eventos geodinâmicos deflagrados foram ponderados para o estabelecimento da expressão matemática que permitiu a separação entre os eventos pluviométricos com ocorrência daqueles sem ocorrência do evento geodinâmico sob análise.

De maneira qualitativa, essa correlação pode ser explicada como: quanto menor a pluviosidade acumulada anterior, maior a necessidade de eventos instantâneos de chuva de altíssima intensidade para a deflagração de processos geodinâmicos; 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 processos geodinâmicos.

Essas relações visaram relacionar as características dos mecanismos deflagradores, como a relação do aumento de saturação do solo (ou de concentração de água por escoamento superficial em uma bacia) que provoca uma diminuição da necessidade de fortes intensidades de chuva para a deflagração de eventos geodinâmicos.

Desta forma, os mecanismos deflagradores foram avaliados separadamente para os diferentes eventos geodinâmicos analisados, discretizando-os entre seus grupos (geológicos ou hidrológicos). Com a verificação da data de ocorrência dos eventos e de suas respectivas localizações, foi possível, ainda, separar os eventos entre eventos isolados, eventos esparsos, eventos generalizados ou, ainda, corridas de lama/detritos ou inundações generalizadas, de acordo com o grupo de eventos analisados.

Devido à escassa quantidade de dados disponíveis relacionadas aos eventos geológicos, excetuando-se os escorregamentos (**Tabelas 4.2.2-1** e **4.2.2-2**), optou-se pela análise indistinta da tipologia deste grupo de eventos. Esta opção decorreu dos seguintes fatores:

- A reduzida quantidade de ocorrências registradas para os fenômenos de corridas de massa, de processo erosivos e de solapamento não permite o estabelecimento de uma correlação entre a deflagração de tais processos e as chuvas ocorridas;
- As corridas de massa são fenômenos deflagrados sob condições de chuvas intensas e/ou severamente acumuladas, e ocorrem de maneira subsequente aos escorregamentos generalizados;
- Os processos erosivos lineares, bem como os processos de solapamento, ocorrem em velocidades significativamente inferiores aos escorregamentos, e podem estar associados a fatores antrópicos, chuvas de menor intensidade sobre áreas de solo exposto e, no caso dos solapamentos, à dinâmica dos cursos hídricos margeados pelos taludes afetados;
- As quedas, tombamentos ou rolamentos de blocos, ocorrem sob condições de chuvas similares àquelas que deflagram os escorregamentos.

De maneira similar aos processos geológicos, os processos hidrológicos foram analisados indistintamente, pois:

- Os processos de enxurradas (inundações rápidas ou bruscas) são escassos e, portanto, não foi possível estabelecer correlação entre a deflagração do fenômeno e as chuvas incidentes;

- Os processos de inundações e alagamentos são, comumente, confundidos, dificultando a distinção entre seus registros.

Após o processo de seleção dos eventos geodinâmicos e de ocorrências de chuvas deflagradores ou não deflagradoras de eventos, bem como a verificação da quantidade de eventos deflagrados por cada chuva, procedeu-se com a definição dos índices de precipitação crítica para cada um dos grupos de eventos geodinâmicos analisados.

A definição dos índices de precipitação crítica visa estabelecer a suscetibilidade ao um evento geodinâmico em função dos índices de chuvas, agregando intensidade e acumulado, resultando em envoltórias para deflagração de cada grupo de evento geodinâmico e sua extensão de danos.

4.3.1 DEFINIÇÃO DO INTERVALO PLUVIOMÉTRICO PARA ANÁLISE

Como citado na **Tabela 4.2-1**, diversos trabalhos e metodologias abordam de diferentes formas a correlação entre chuva e eventos geodinâmicos, notadamente com ênfase para eventos geológicos. Estes trabalhos indicam diferentes intervalos ideais de pluviometrias acumuladas, relacionando em alguns casos chuvas instantâneas, períodos de acúmulo de chuva analisados variando de poucos dias até meses.

No entanto, a maior parte dos trabalhos indica análises de chuvas instantâneas ou de algumas horas, avaliadas em conjunto com intervalos de 72 h ou de 96 h, sendo este último adotado por TATIZANA et al. (1987a, b) para a análise do CPC – Coeficiente de Precipitação Crítica em Cubatão (SP) na região da Serra do Mar. Uma vez que a área de estudo está inserida neste contexto geomorfológico, especialmente nos locais de ocorrências de eventos geológicos, este foi o intervalo que norteou a seleção dos dados pluviométricos acumulados.

Com o intuito de prevenir eventuais omissões de dados em intervalos superiores, procedeu-se com a coleta de dados em intervalos de até 240 h (10 dias) anteriores à data de ocorrência dos eventos geodinâmicos selecionados.

Foram analisados os dados para verificação de relação entre a intensidade de chuva e a chuva acumulada para os intervalos de 24 h, 48 h, 72 h, 96 h, 120 h, 144 h, 168 h, 192 h, 216 h e 240 h, para eventos os geológicos registrados, para tanto foram elaborados os gráficos de dispersão apresentados nas **Figuras 4.3.1-1** a **4.3.1-10**.

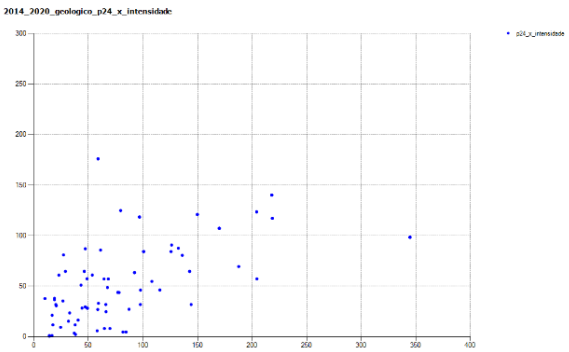


Figura 4.3.1-1. Dispersão gráfica de eventos geológicos registrados, eixo Y apresentando a intensidade instantânea da chuva e eixo X a chuva acumulada em 24 h.

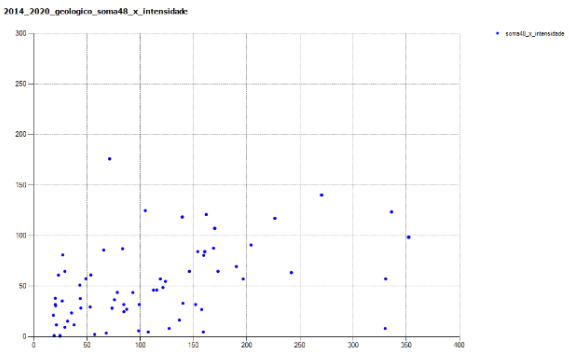


Figura 4.3.1-2. Dispersão gráfica de eventos geológicos registrados, eixo Y apresentando a intensidade instantânea da chuva e eixo X a chuva acumulada em 48 h.

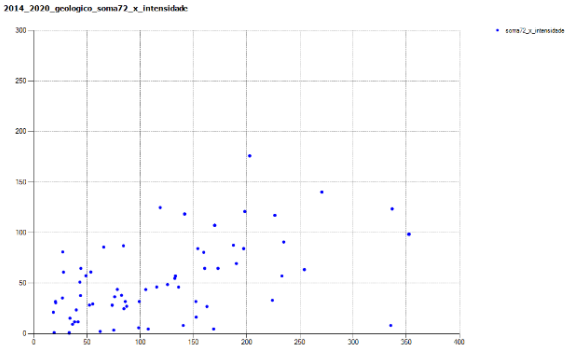


Figura 4.3.1-3. Dispersão gráfica de eventos geológicos registrados, eixo Y apresentando a intensidade instantânea da chuva e eixo X a chuva acumulada em 72 h.

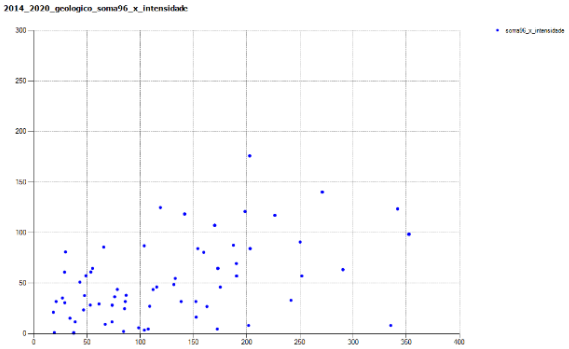


Figura 4.3.1-4. Dispersão gráfica de eventos geológicos registrados, eixo Y apresentando a intensidade instantânea da chuva e eixo X a chuva acumulada em 96 h.

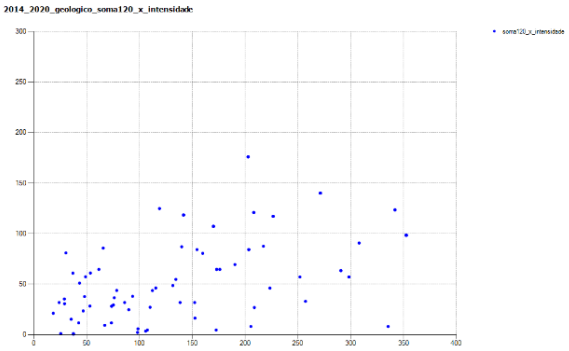


Figura 4.3.1-5. Dispersão gráfica de eventos geológicos registrados, eixo Y apresentando a intensidade instantânea da chuva e eixo X a chuva acumulada em 120 h.

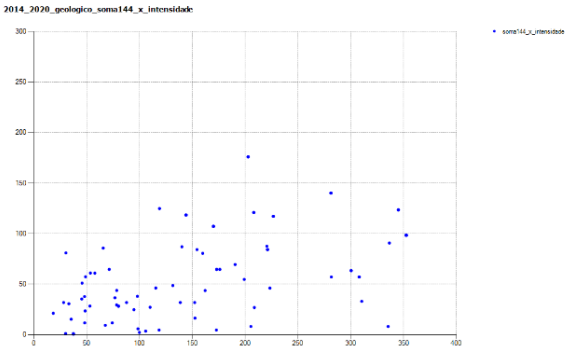


Figura 4.3.1-6. Dispersão gráfica de eventos geológicos registrados, eixo Y apresentando a intensidade instantânea da chuva e eixo X a chuva acumulada em 144 h.

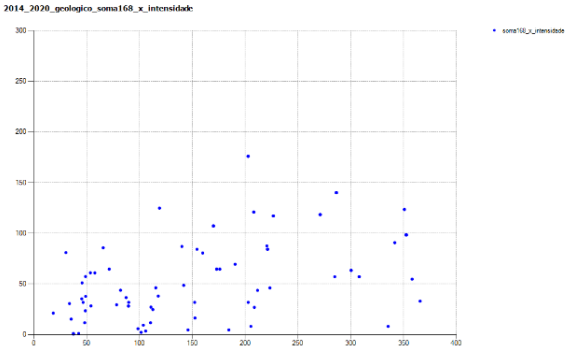


Figura 4.3.1-7. Dispersão gráfica de eventos geológicos registrados, eixo Y apresentando a intensidade instantânea da chuva e eixo X a chuva acumulada em 168 h.

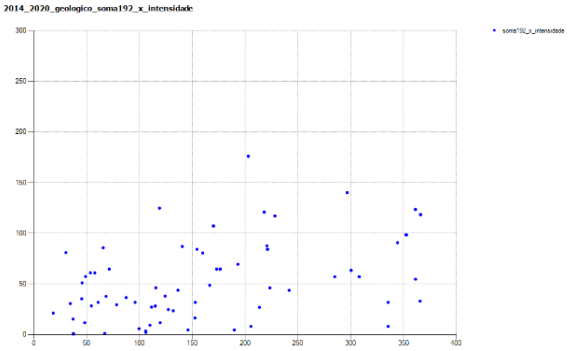


Figura 4.3.1-8. Dispersão gráfica de eventos geológicos registrados, eixo Y apresentando a intensidade instantânea da chuva e eixo X a chuva acumulada em 192 h.

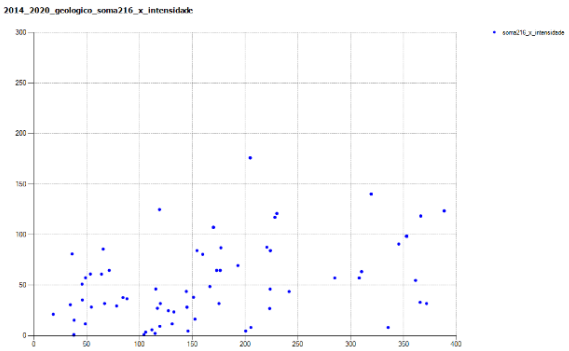


Figura 4.3.1-9. Dispersão gráfica de eventos geológicos registrados, eixo Y apresentando a intensidade instantânea da chuva e eixo X a chuva acumulada em 216 h.

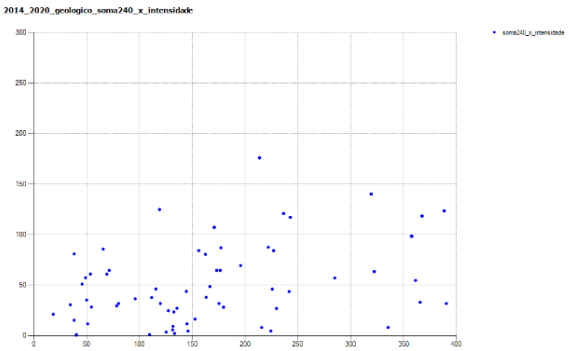


Figura 4.3.1-10. Dispersão gráfica de eventos geológicos registrados, eixo Y apresentando a intensidade instantânea da chuva e eixo X a chuva acumulada em 240 h.

Com a análise destes dados, foi possível observar que os eventos geológicos têm maior correlação quando são combinadas as informações de intensidade instantânea de chuva aos intervalos de 96 h de chuva acumulada, como observado nos gráficos da **Figura 4.3.1-4**.

Os eventos hidrológicos, por sua vez, apresentam mecanismos deflagradores diferentes dos eventos geológicos. No entanto, para que haja deflagração de eventos hidrológicos, não é necessário o acúmulo e saturação de solo por vários dias, estando estes eventos relacionados às chuvas ocorridas em curtos espaços de tempo, como períodos de 24 h ou intervalos ainda menores, como demonstrado no histograma da **Figura 4.3.1-11**. Desta maneira, adotou-se o a avaliação da chuva acumulada no período de 24 h para eventos hidrológicos ao longo das rodovias analisadas, pois trata-se de um período compatível com o menor intervalo de tempo disponível os dados pluviométricos anteriores à 2013.

As **Figura 4.3.1-12** apresenta o histograma de distribuição dos valores de chuva acumulada de 96 h para os eventos geológicos registrados. A **Figura 4.3.1-13** apresenta o histograma para a chuva acumulada de 24 h para os eventos hidrológicos registrados.

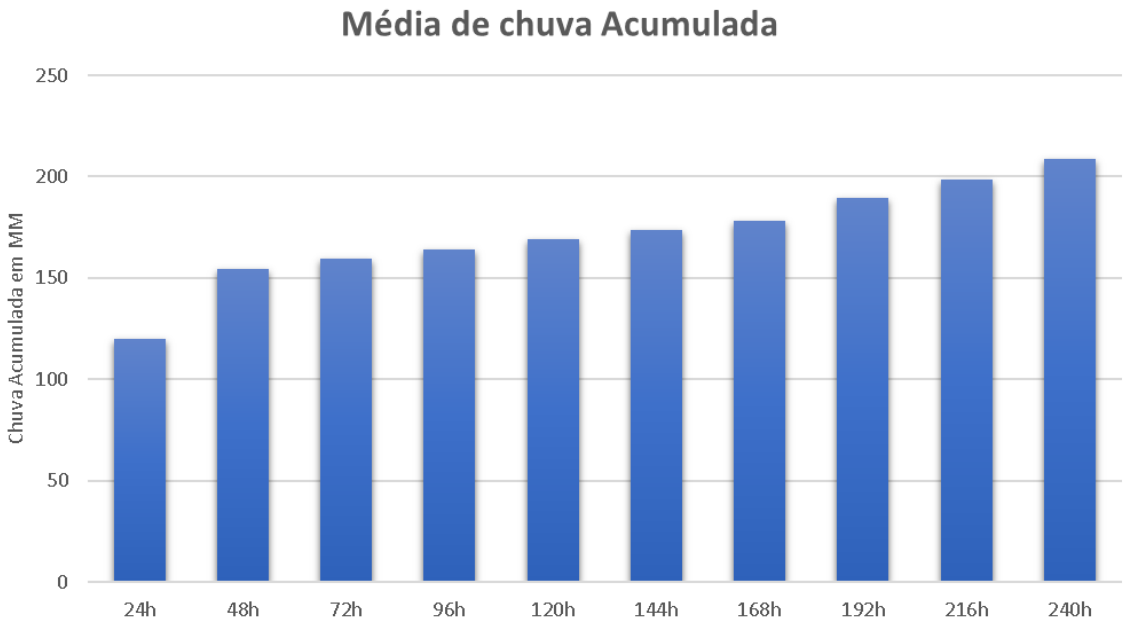


Figura 4.3.1-11. Histograma de distribuição de chuvas ao longo do período avaliado (24 h a 240 h), demonstrando que o maior acúmulo de chuvas ocorre em períodos iguais ou inferiores à 24 h, apresentando pequena variação de acumulação entre os períodos posteriores.

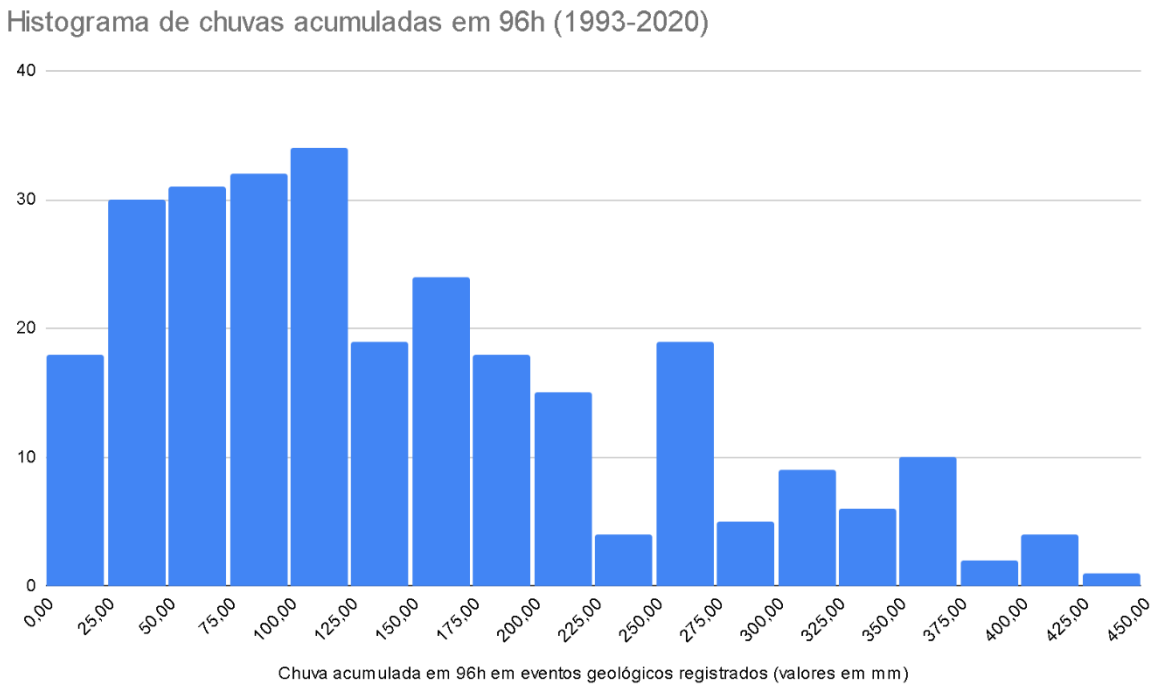


Figura 4.3.1-12. Histograma de distribuição de chuvas acumuladas de 96h para eventos geológicos registrados entre 1993 e 2020.

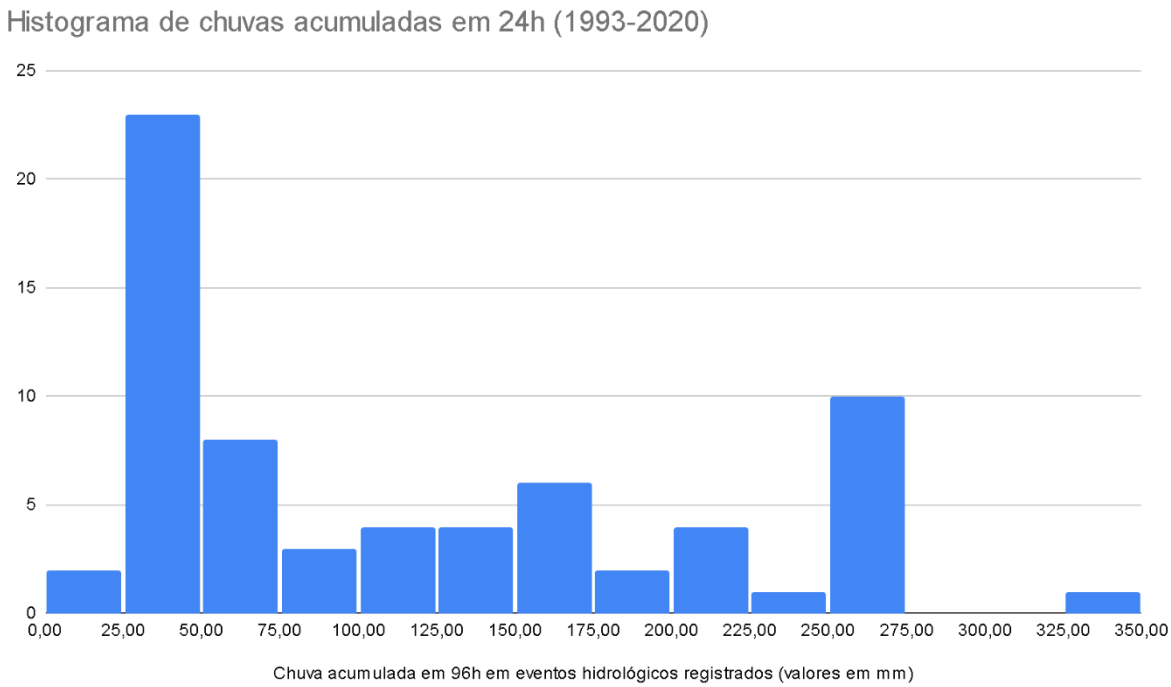


Figura 4.3.1-13. Histograma de distribuição de chuvas acumuladas de 24h para eventos hidrológicos registrados entre 1993 e 2020.

4.3.2 ANÁLISE ESPACIAL DOS DADOS DE CHUVAS E DE EVENTOS GEODINÂMICOS

Uma vez determinados os intervalos de chuva a serem avaliados, os eventos que compõem o banco de dados foram classificados a partir de um série de parâmetros físicos a partir da comparação espacial dos eventos frente aos planos de informação disponíveis, entre eles: declividade do terreno, litologia, geomorfologia e padrões de relevo, classificação de perigo, vulnerabilidade, suscetibilidade e risco, porte e tipologia dos eventos registrados, recorrência e proximidade espacial de eventos, número de eventos registrados por data, separação por município e por rodovia, além da avaliação de eventos de chuva acima de 40 mm em 24 h para os quais não houve registro de eventos geodinâmicos. Os dados obtidos a partir dos parâmetros avaliados estão detalhados no **ANEXO B – Arquivos digitais dos Produtos 02, 03, 04 e 05**.

Dentre os parâmetros analisados, apenas os parâmetros relacionados à quantidade de ocorrências registradas por data, e a separação espacial de eventos com ou sem registros de eventos geológicos separados por rodovias e municípios apresentaram bons resultados (**Figuras 4.3.2-1** a **4.3.2-4**), estes resultados permitiram a separação em quatro grupos de análises, denominados como Regiões, representados na **Tabela 4.3.2-1** e na **Figura 4.3.2-5**.

Os demais parâmetros foram descartados por não apresentarem clara definição de agrupamento de informação nos gráficos de dispersão em função da chuva gerados, tal falta de clareza pode estar relacionada com limitações da confiança espacial dos dados de eventos registrados que formaram o banco de dados, uma vez que a localização em rodovias costuma estar relacionada com as placas de quilometragem encontradas ao longo da rodovia, o que não confere precisão equivalente a precisão espacial dos parâmetros analisados.

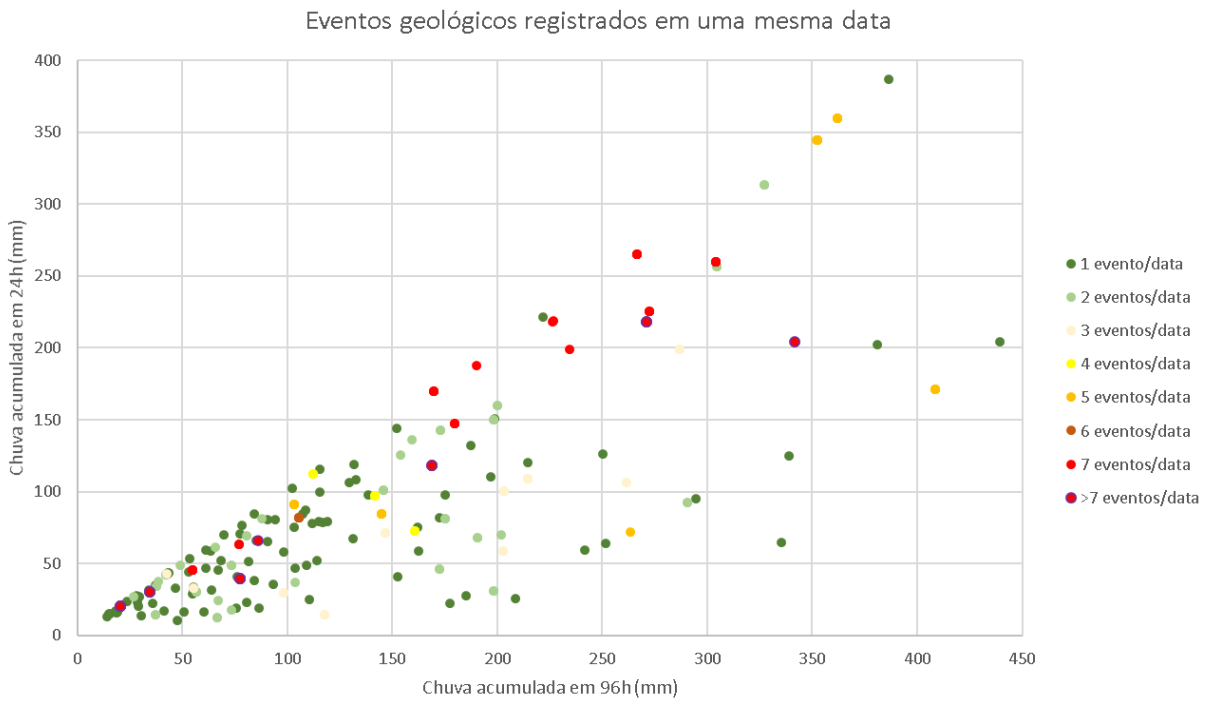


Figura 4.3.2-1. Distribuição de eventos geológicos registrados em uma mesma data em função da chuva acumulada de 24 h e 96 h.

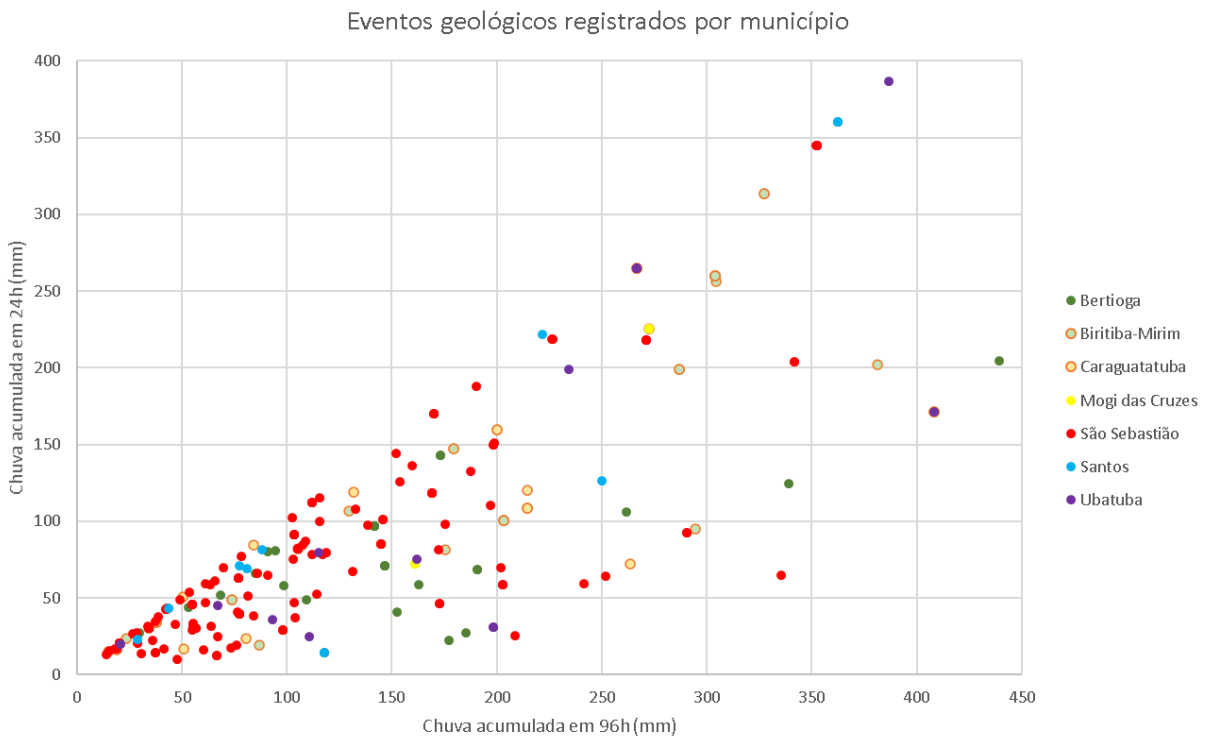


Figura 4.3.2-2. Distribuição de eventos geológicos registrados por município em função da chuva acumulada de 24 h e 96 h.

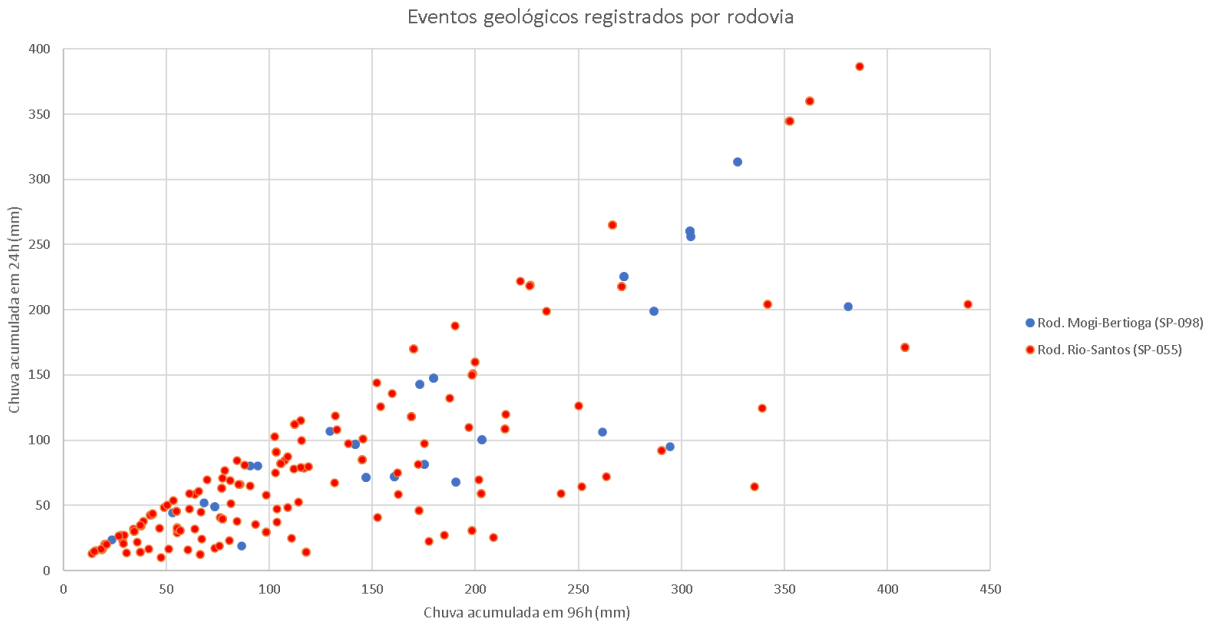


Figura 4.3.2-3. Distribuição de eventos geológicos registrados por rodovia em função da chuva acumulada de 24 h e 96 h.

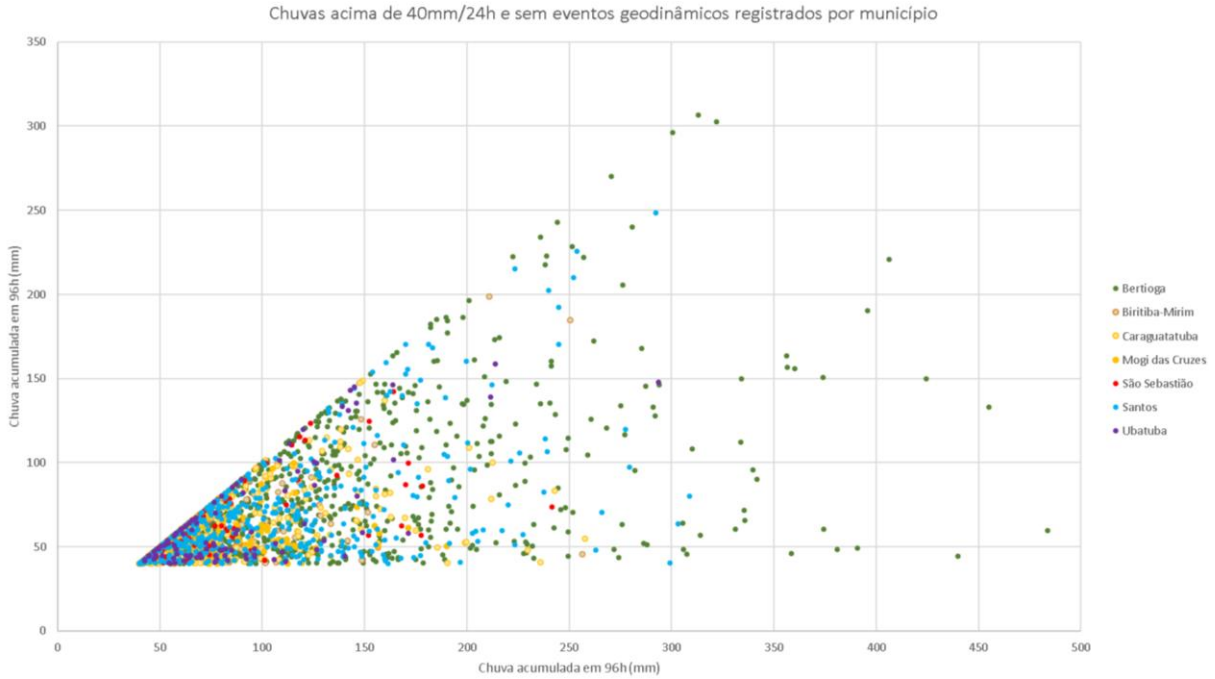


Figura 4.3.2-4. Distribuição de eventos de chuva superiores a 40 mm / 24 h e sem registros de eventos geodinâmicos associados, separados por município, em função da chuva acumulada de 24 h e 96 h.

Tabela 4.3.2-1. Regiões analisadas para a definição de Coeficientes de Precipitação Crítica.

Região	Rodovia	Municípios
1	Rod. Mogi-Bertioga (SP-098)	Bertioga, Biritiba-Mirim, Mogi das Cruzes
2	Rod. Rio-Santos (SP-055)	Caraguatatuba e Ubatuba
3	Rod. Rio-Santos (SP-055)	São Sebastião
4	Rod. Rio-Santos (SP-055)	Bertioga e Santos

Figura 4.3.2-5. Localização das quatro regiões de análise definidas.

4.3.3 CENÁRIOS DE PROBABILIDADES DE OCORRÊNCIAS DE EVENTOS GEODINÂMICOS EM DECORRÊNCIA DOS LIMIARES DE CHUVAS ACUMULADAS

Após a definição dos cenários de intervalos de tempo de pluviometria acumulada ideais para as análises de correlação entre chuvas e eventos geodinâmicos, foram analisadas, ainda, as correlações de probabilidade de ocorrência entre os diferentes limiares acumulados e a deflagração destes eventos.

Para os intervalos de 24h e 96 h de chuvas acumuladas definidos para os eventos geológicos, procedeu-se com a análise da probabilidade de ocorrência destes eventos em diferentes limiares pluviométricos, para cada um dos trechos rodoviários inseridos no território de cada uma das quatro regiões. Os limiares analisados foram delimitados entre 40 mm e 250 mm de chuva acumulada, com a análise variando em intervalos de 10 mm.

A probabilidade verificada de ocorrência de eventos geodinâmicos foi construída a partir da análise dos dados de 1993 a 2020 que compõem o banco de dados do projeto, esta análise permitiu a quantificação de datas com eventos geológicos e/ou hidrológicos registrados, e a quantificação de datas com chuvas superiores a 40 mm / dia que não tiveram ocorrências de eventos geológicos ou hidrológicos associados.

Para os eventos hidrológicos, foram utilizados os intervalos de 24 h de chuvas acumuladas, e a análise da probabilidade de ocorrência destes eventos em diferentes limiares pluviométricos para cada uma das quatro regiões. Tal como elaborado para os eventos geológicos, teve seus limiares variando entre 40 mm e 250 mm acumulados, com a análise variando em intervalos de 10 mm.

Os resultados da análise destas correlações estão apresentados nas **Tabelas 4.3.3-1** a **4.3.3-3**.

Tabela 4.3.2-1. Relação de probabilidade de ocorrência de eventos geológicos sob condições de chuvas acumuladas de 40 mm a 250 mm em 24 h, nos trechos rodoviários da área de estudo, separados por região.

Limiar	Região	Datas com eventos geológicos	Chuvas sem eventos registrados	Total de eventos de chuva	Probabilidade de Ocorrência
40 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	2	825	827	0,2%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	10	231	241	4,1%
	3 São Sebastião	31	88	119	26,1%
	4 Santos-Bertioga	5	978	983	0,5%
50 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	4	550	554	0,7%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	11	139	150	7,3%
	3 São Sebastião	40	51	91	44,0%
	4 Santos-Bertioga	8	690	698	1,1%
60 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	5	362	367	1,4%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	12	86	98	12,2%
	3 São Sebastião	47	35	82	57,3%
	4 Santos-Bertioga	10	489	499	2,0%
70 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	6	254	260	2,3%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	12	51	63	19,0%
	3 São Sebastião	54	22	76	71,1%
	4 Santos-Bertioga	12	365	377	3,2%
80 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	8	193	201	4,0%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	15	39	54	27,8%
	3 São Sebastião	59	13	72	81,9%
	4 Santos-Bertioga	13	262	275	4,7%
90 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	11	151	162	6,8%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	17	27	44	38,6%
	3 São Sebastião	64	9	73	87,7%
	4 Santos-Bertioga	13	205	218	6,0%
100 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	13	111	124	10,5%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	17	18	35	48,6%
	3 São Sebastião	69	6	75	92,0%
	4 Santos-Bertioga	13	152	165	7,9%
110 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	16	93	109	14,7%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	18	13	31	58,1%
	3 São Sebastião	73	6	79	92,4%
	4 Santos-Bertioga	13	125	138	9,4%
120 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	16	75	91	17,6%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	20	12	32	62,5%
	3 São Sebastião	75	3	78	96,2%
	4 Santos-Bertioga	13	100	113	11,5%
130 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	16	56	72	22,2%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	20	10	30	66,7%
	3 São Sebastião	76	1	77	98,7%
	4 Santos-Bertioga	15	80	95	15,8%
140 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	16	46	62	25,8%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	20	6	26	76,9%
	3 São Sebastião	77	1	78	98,7%
	4 Santos-Bertioga	15	64	79	19,0%

Tabela 4.3.2-1. Relação de probabilidade de ocorrência de eventos geológicos sob condições de chuvas acumuladas de 40 mm a 250 mm em 24 h, nos trechos rodoviários da área de estudo, separados por região.

Limiar	Região	Datas com eventos geológicos	Chuvas sem eventos registrados	Total de eventos de chuva	Probabilidade de Ocorrência
150 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	18	31	49	36,7%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	20	1	21	95,2%
	3 São Sebastião	79	0	79	100,0%
	4 Santos-Bertioga	15	44	59	25,4%
160 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	18	26	44	40,9%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	21	0	21	100,0%
	3 São Sebastião	80	0	80	100,0%
	4 Santos-Bertioga	15	35	50	30,0%
170 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	18	22	40	45,0%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	21	0	21	100,0%
	3 São Sebastião	81	0	81	100,0%
	4 Santos-Bertioga	15	29	44	34,1%
180 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	18	19	37	48,6%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	21	0	21	100,0%
	3 São Sebastião	81	0	81	100,0%
	4 Santos-Bertioga	15	23	38	39,5%
190 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	18	13	31	58,1%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	21	0	21	100,0%
	3 São Sebastião	81	0	81	100,0%
	4 Santos-Bertioga	15	18	33	45,5%
200 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	18	10	28	64,3%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	22	0	22	100,0%
	3 São Sebastião	81	0	81	100,0%
	4 Santos-Bertioga	15	15	30	50,0%
210 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	19	9	28	67,9%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	22	0	22	100,0%
	3 São Sebastião	81	0	81	100,0%
	4 Santos-Bertioga	16	13	29	55,2%
220 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	19	8	27	70,4%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	22	0	22	100,0%
	3 São Sebastião	81	0	81	100,0%
	4 Santos-Bertioga	16	10	26	61,5%
230 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	19	5	24	79,2%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	22	0	22	100,0%
	3 São Sebastião	81	0	81	100,0%
	4 Santos-Bertioga	17	6	23	73,9%
240 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	19	4	23	82,6%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	22	0	22	100,0%
	3 São Sebastião	81	0	81	100,0%
	4 Santos-Bertioga	17	5	22	77,3%
250 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	19	3	22	86,4%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	22	0	22	100,0%
	3 São Sebastião	81	0	81	100,0%
	4 Santos-Bertioga	17	3	20	85,0%

Tabela 4.3.2-2. Relação de probabilidade de ocorrência de eventos geológicos sob condições de chuvas acumuladas de 40 mm a 250 mm em 96 h, nos trechos rodoviários da área de estudo, separados por região.

Limiar	Região	Datas com eventos geológicos	Chuvas sem eventos registrados	Total de eventos de chuva	Probabilidade de Ocorrência
40 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	1	825	414	0,2%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	5	231	118	4,2%
	3 São Sebastião	13	88	48	27,1%
	4 Santos-Bertioga	2	978	486	0,4%
50 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	1	742	743	0,1%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	5	203	208	2,4%
	3 São Sebastião	21	64	85	24,7%
	4 Santos-Bertioga	3	904	907	0,3%
60 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	2	640	642	0,3%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	7	170	177	4,0%
	3 São Sebastião	27	51	78	34,6%
	4 Santos-Bertioga	3	790	793	0,4%
70 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	3	545	548	0,5%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	8	129	137	5,8%
	3 São Sebastião	35	40	75	46,7%
	4 Santos-Bertioga	3	693	696	0,4%
80 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	4	465	469	0,9%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	8	99	107	7,5%
	3 São Sebastião	40	30	70	57,1%
	4 Santos-Bertioga	4	609	613	0,7%
90 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	5	392	397	1,3%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	10	76	86	11,6%
	3 São Sebastião	43	21	64	67,2%
	4 Santos-Bertioga	6	529	535	1,1%
100 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	7	336	343	2,0%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	11	58	69	15,9%
	3 São Sebastião	45	19	64	70,3%
	4 Santos-Bertioga	7	467	474	1,5%
110 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	7	293	300	2,3%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	12	47	59	20,3%
	3 São Sebastião	53	17	70	75,7%
	4 Santos-Bertioga	8	418	426	1,9%
120 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	7	246	253	2,8%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	14	38	52	26,9%
	3 São Sebastião	60	12	72	83,3%
	4 Santos-Bertioga	9	359	368	2,4%
130 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	8	215	223	3,6%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	14	26	40	35,0%
	3 São Sebastião	60	10	70	85,7%
	4 Santos-Bertioga	9	305	314	2,9%
140 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	8	187	195	4,1%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	15	22	37	40,5%
	3 São Sebastião	63	9	72	87,5%
	4 Santos-Bertioga	9	261	270	3,3%

Tabela 4.3.2-2. Relação de probabilidade de ocorrência de eventos geológicos sob condições de chuvas acumuladas de 40 mm a 250 mm em 96 h, nos trechos rodoviários da área de estudo, separados por região.

Limiar	Região	Datas com eventos geológicos	Chuvas sem eventos registrados	Total de eventos de chuva	Probabilidade de Ocorrência
150 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	10	164	174	5,7%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	15	13	28	53,6%
	3 São Sebastião	65	9	74	87,8%
	4 Santos-Bertioga	9	228	237	3,8%
160 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	10	139	149	6,7%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	15	11	26	57,7%
	3 São Sebastião	67	7	74	90,5%
	4 Santos-Bertioga	10	195	205	4,9%
170 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	11	123	134	8,2%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	16	7	23	69,6%
	3 São Sebastião	68	5	73	93,2%
	4 Santos-Bertioga	11	169	180	6,1%
180 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	14	109	123	11,4%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	16	5	21	76,2%
	3 São Sebastião	71	1	72	98,6%
	4 Santos-Bertioga	12	145	157	7,6%
190 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	14	96	110	12,7%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	16	4	20	80,0%
	3 São Sebastião	72	1	73	98,6%
	4 Santos-Bertioga	13	128	141	9,2%
200 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	15	83	98	15,3%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	18	4	22	81,8%
	3 São Sebastião	75	1	76	98,7%
	4 Santos-Bertioga	13	110	123	10,6%
210 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	16	72	88	18,2%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	18	4	22	81,8%
	3 São Sebastião	77	1	78	98,7%
	4 Santos-Bertioga	13	93	106	12,3%
220 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	16	65	81	19,8%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	20	1	21	95,2%
	3 São Sebastião	77	1	78	98,7%
	4 Santos-Bertioga	13	85	98	13,3%
230 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	16	59	75	21,3%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	20	1	21	95,2%
	3 São Sebastião	77	1	78	98,7%
	4 Santos-Bertioga	14	73	87	16,1%
240 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	16	52	68	23,5%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	21	1	22	95,5%
	3 São Sebastião	77	1	78	98,7%
	4 Santos-Bertioga	14	62	76	18,4%
250 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	16	43	59	27,1%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	21	1	22	95,5%
	3 São Sebastião	78	0	78	100,0%
	4 Santos-Bertioga	14	51	65	21,5%

Tabela 4.3.2-3. Relação de probabilidade de ocorrência de eventos hidrológicos sob condições de chuvas acumuladas de 40 mm a 250 mm em 24 h, nos trechos rodoviários da área de estudo, separados por região.

Limiar	Região	Datas com eventos hidrológicos	Chuvas sem eventos registrados	Total de eventos de chuva	Probabilidade de Ocorrência
40 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	3	825	416	0,7%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	5	231	127	3,9%
	3 São Sebastião	2	88	68	2,9%
	4 Santos-Bertioga	0	978	489	0,0%
50 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	6	550	556	1,1%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	6	139	145	4,1%
	3 São Sebastião	5	51	56	8,9%
	4 Santos-Bertioga	2	690	692	0,3%
60 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	7	362	369	1,9%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	8	86	94	8,5%
	3 São Sebastião	5	35	40	12,5%
	4 Santos-Bertioga	2	489	491	0,4%
70 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	8	254	262	3,1%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	10	51	61	16,4%
	3 São Sebastião	5	22	27	18,5%
	4 Santos-Bertioga	2	365	367	0,5%
80 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	10	193	203	4,9%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	11	39	50	22,0%
	3 São Sebastião	5	13	18	27,8%
	4 Santos-Bertioga	2	262	264	0,8%
90 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	10	151	161	6,2%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	12	27	39	30,8%
	3 São Sebastião	5	9	14	35,7%
	4 Santos-Bertioga	2	205	207	1,0%
100 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	10	111	121	8,3%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	12	18	30	40,0%
	3 São Sebastião	5	6	11	45,5%
	4 Santos-Bertioga	3	152	155	1,9%
110 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	10	93	103	9,7%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	12	13	25	48,0%
	3 São Sebastião	6	6	12	50,0%
	4 Santos-Bertioga	3	125	128	2,3%
120 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	10	75	85	11,8%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	13	12	25	52,0%
	3 São Sebastião	6	3	9	66,7%
	4 Santos-Bertioga	4	100	104	3,8%
130 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	10	56	66	15,2%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	14	10	24	58,3%
	3 São Sebastião	6	1	7	85,7%
	4 Santos-Bertioga	5	80	85	5,9%
140 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	10	46	56	17,9%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	14	6	20	70,0%
	3 São Sebastião	7	1	8	87,5%
	4 Santos-Bertioga	5	64	69	7,2%

Tabela 4.3.2-3. Relação de probabilidade de ocorrência de eventos hidrológicos sob condições de chuvas acumuladas de 40 mm a 250 mm em 24 h, nos trechos rodoviários da área de estudo, separados por região.

Limiar	Região	Datas com eventos hidrológicos	Chuvas sem eventos registrados	Total de eventos de chuva	Probabilidade de Ocorrência
150 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	10	31	41	24,4%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	14	1	15	93,3%
	3 São Sebastião	8	0	8	100,0%
	4 Santos-Bertioga	5	44	49	10,2%
160 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	10	26	36	27,8%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	15	0	15	100,0%
	3 São Sebastião	8	0	8	100,0%
	4 Santos-Bertioga	5	35	40	12,5%
170 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	10	22	32	31,3%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	15	0	15	100,0%
	3 São Sebastião	8	0	8	100,0%
	4 Santos-Bertioga	5	29	34	14,7%
180 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	10	19	29	34,5%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	16	0	16	100,0%
	3 São Sebastião	8	0	8	100,0%
	4 Santos-Bertioga	5	23	28	17,9%
190 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	10	13	23	43,5%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	16	0	16	100,0%
	3 São Sebastião	8	0	8	100,0%
	4 Santos-Bertioga	5	18	23	21,7%
200 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	10	10	20	50,0%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	17	0	17	100,0%
	3 São Sebastião	8	0	8	100,0%
	4 Santos-Bertioga	5	15	20	25,0%
210 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	10	9	19	52,6%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	17	0	17	100,0%
	3 São Sebastião	9	0	9	100,0%
	4 Santos-Bertioga	5	13	18	27,8%
220 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	10	8	18	55,6%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	17	0	17	100,0%
	3 São Sebastião	9	0	9	100,0%
	4 Santos-Bertioga	5	10	15	33,3%
230 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	11	5	16	68,8%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	17	0	17	100,0%
	3 São Sebastião	9	0	9	100,0%
	4 Santos-Bertioga	6	6	12	50,0%
240 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	11	4	15	73,3%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	17	0	17	100,0%
	3 São Sebastião	9	0	9	100,0%
	4 Santos-Bertioga	6	5	11	54,5%
250 mm	1 Rod. Mogi-Bertioga	11	3	14	78,6%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	17	0	17	100,0%
	3 São Sebastião	9	0	9	100,0%
	4 Santos-Bertioga	6	3	9	66,7%

Após a análise da probabilidade de ocorrência de eventos geodinâmicos sob diferentes limiares de chuvas acumuladas nos intervalos de acumulação definidos, foi possível elaborar uma matriz de correlação entre a probabilidade e os limiares, para cada grupo de eventos geodinâmicos.

A matriz elaborada para os eventos geológicos ocorridos sob condições de chuvas acumuladas em 24 h e em 96 h está apresentada nas **Tabelas 4.3.3-4** e **4.3.3-5**, enquanto a matriz referente aos eventos hidrológicos ocorridos sob condições de chuvas acumuladas em 24 h está apresentada na **Tabela 4.3.3-6**.

A partir destas tabelas foram construídos os gráficos de dispersão destes dados para cada uma das quatro regiões avaliadas, igualmente expostos nos intervalos de 24 h e 96 h de chuva acumulada para eventos geológicos **Figuras 4.3.3-1** e **4.3.3-2**, e em intervalo de 24 h para eventos hidrológicos, na **Figura 4.3.3-3**.

Os limiares de chuva escolhidos para a análise de probabilidade de ocorrência de eventos geodinâmicos foram inicialmente limitados entre 40 mm e 250 mm, os limites foram designados uma vez que entre eles está contida a grande maioria dos eventos de chuva registrados no período de análise.

Tabela 4.3.3-4. Matriz de probabilidade de ocorrência de eventos geológicos, em decorrência das chuvas acumuladas em 24 h, para os nos trechos rodoviários da área de estudo, separados por região. Valores em mm de chuva.

Probabilidade de Ocorrência	Região			
	Rod. Mogi-Bertioga	São Sebastião	Caraguatatuba-Ubatuba	Santos-Bertioga
10%	100	30	60	120
20%	130	35	80	150
25%	140	40	85	155
30%	150	45	90	160
40%	160	50	100	190
50%	190	60	110	200
60%	200	65	120	220
70%	220	70	140	230
75%	230	75	142	240
80%	250	80	145	250
90%	-	100	150	-
100%	-	150	160	-

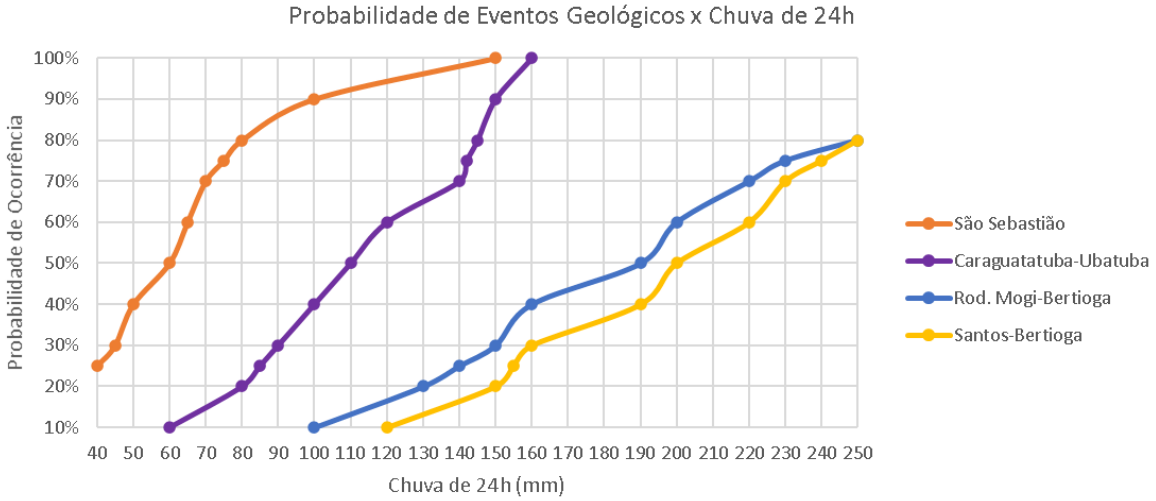


Figura 4.3.3-1. Gráficos de dispersão da matriz de probabilidade de ocorrência de eventos geológicos, em decorrência das chuvas acumuladas em 24 h, para os nos trechos rodoviários da área de estudo, separados por região. Fonte: Elaborado pelo Consórcio 4X044 no âmbito do desenvolvimento dos serviços contratados.

Tabela 4.3.3-5. Matriz de probabilidade de ocorrência de eventos geológicos, em decorrência das chuvas acumuladas em 96 h, para os nos trechos rodoviários da área de estudo, separados por região. Valores em mm de chuva.

Probabilidade de Ocorrência	Região			
	Rod. Mogi-Bertioga	São Sebastião	Caraguatatuba-Ubatuba	Santos-Bertioga
10%	180	30	90	200
20%	220	40	110	250
25%	250	50	120	-
30%	-	60	130	-
40%	-	70	140	-
50%	-	80	150	-
60%	-	90	165	-
70%	-	100	170	-
75%	-	110	180	-
80%	-	120	190	-
90%	-	160	220	-
100%	-	250	250	-

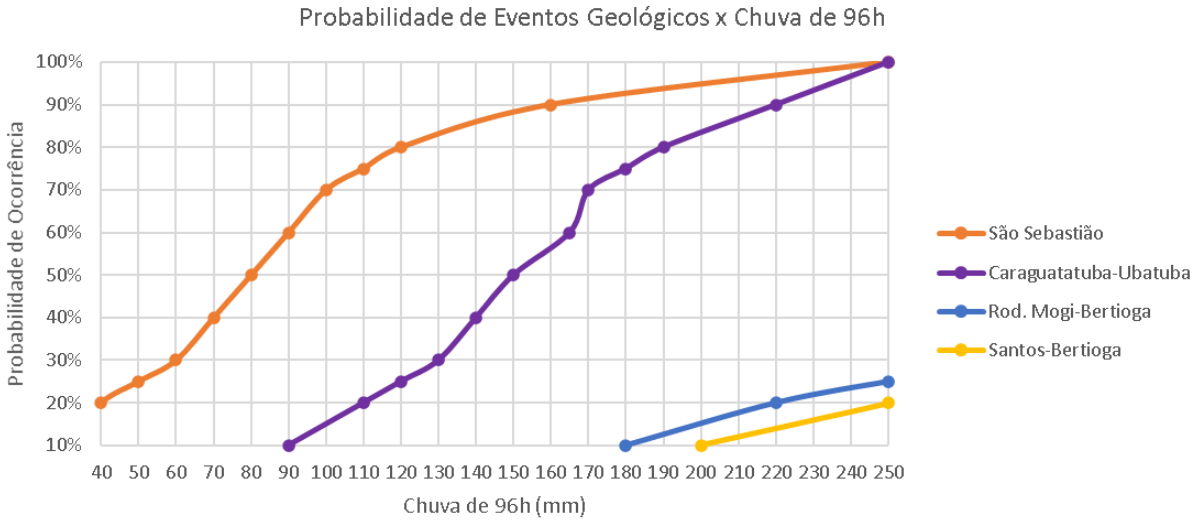


Figura 4.3.3-2. Gráficos de dispersão da matriz de probabilidade de ocorrência de eventos geológicos, em decorrência das chuvas acumuladas em 96 h, para os nos trechos rodoviários da área de estudo, separados por região. Fonte: Elaborado pelo Consórcio 4X044 no âmbito do desenvolvimento dos serviços contratados.

Tabela 4.3.3-6. Matriz de probabilidade de ocorrência de eventos hidrológicos, em decorrência das chuvas acumuladas em 24 h, para os nos trechos rodoviários da área de estudo, separados por região. Valores em mm de chuva.

Probabilidade de Ocorrência	Região			
	Rod. Mogi-Bertioga	São Sebastião	Caraguatatuba-Ubatuba	Santos-Bertioga
10%	110	60	70	150
20%	150	80	75	190
25%	160	85	80	200
30%	170	90	90	220
40%	190	100	100	225
50%	200	110	120	230
60%	230	120	135	250
70%	240	123	140	270
75%	280	126	143	300
80%	290	130	146	303
90%	300	140	150	306
100%	310	150	160	310

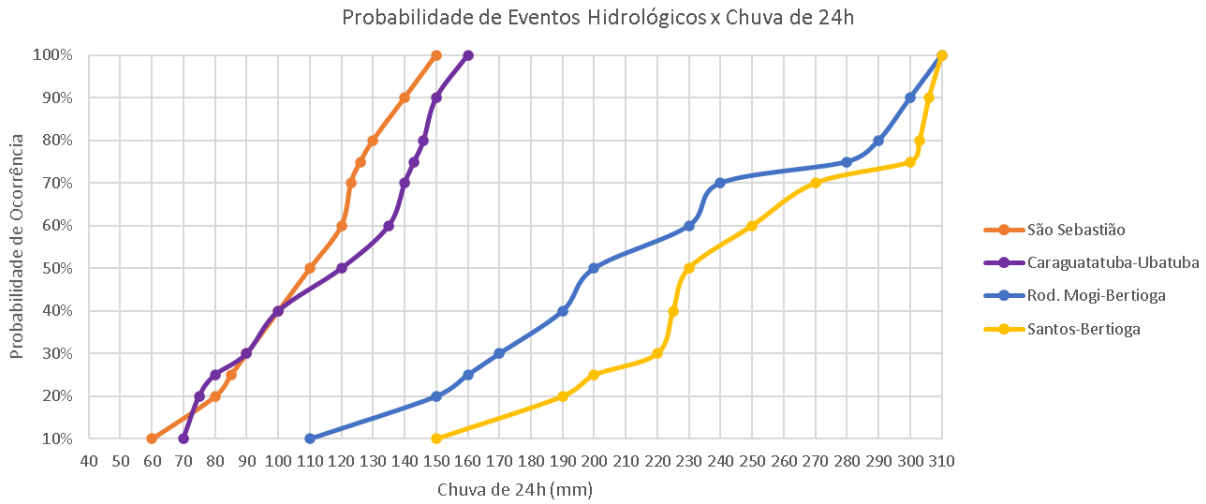


Figura 4.3.3-3. Gráficos de dispersão da matriz de probabilidade de ocorrência de eventos hidrológicos, em decorrência das chuvas acumuladas em 24 h, para os nos trechos rodoviários da área de estudo, separados por região. Fonte: Elaborado pelo Consórcio 4X044 no âmbito do desenvolvimento dos serviços contratados.

Os dados de probabilidade observados nas **Figuras 4.3.3-1** a **4.3.3-3** indicam uma maior probabilidade de ocorrência, tanto de eventos geológicos quanto de eventos hidrológicos, para os trechos rodoviários compreendidos pela região de São Sebastião, seguido com valores próximos de probabilidade pelo trecho rodoviário da região de Caraguatatuba e Ubatuba, enquanto menores probabilidades são observadas para os trechos rodoviários da região da Rodovia Mogi-Bertioga e de Santos e Bertioga.

4.3.4 DETERMINAÇÃO DAS ENVOLTÓRIAS PARA EVENTOS GEODINÂMICOS E DOS ÍNDICES DE PRECIPITAÇÃO CRÍTICA

Após a avaliação do banco de dados de chuvas com ou sem registros de eventos geodinâmicos, da análise prévia dos parâmetros físicos e da definição do método e das quatro regiões de análise, procedeu-se a avaliação dos dados seguindo o modelo proposto por Tatizana *et. al.* 1987, relacionando a intensidade instantânea de chuva de cada evento com a sua chuva acumulada nas últimas 96 h que antecederam o registro.

Para esta avaliação utilizou-se incialmente apenas os dados do período de 2014 a 2020, uma vez que para este período têm-se os dados relativos à intensidade instantânea de chuva. A Região 03 (São Sebastião) apresentou a maior quantidade de eventos dentro deste período (08 chuvas sem eventos geodinâmicos registrados e 70 eventos geológicos registrados, totalizando 78 eventos), proporcionando uma melhor análise. As demais regiões apresentam menor representatividade dos dados de eventos geológicos registrados.

A seguir, a **Figura 4.3.4-1** apresenta a definição da curva envoltória para eventos geológicos na Região 03 (São Sebastião), esta curva é descrita graficamente a partir da **Equação 4.3.4-1**, a qual delimita o início da maioria dos eventos geológicos registrados, excluindo-se poucos eventos com acumulado e com intensidade de chuva muito baixos, os quais podem estar relacionados a registros imprecisos.

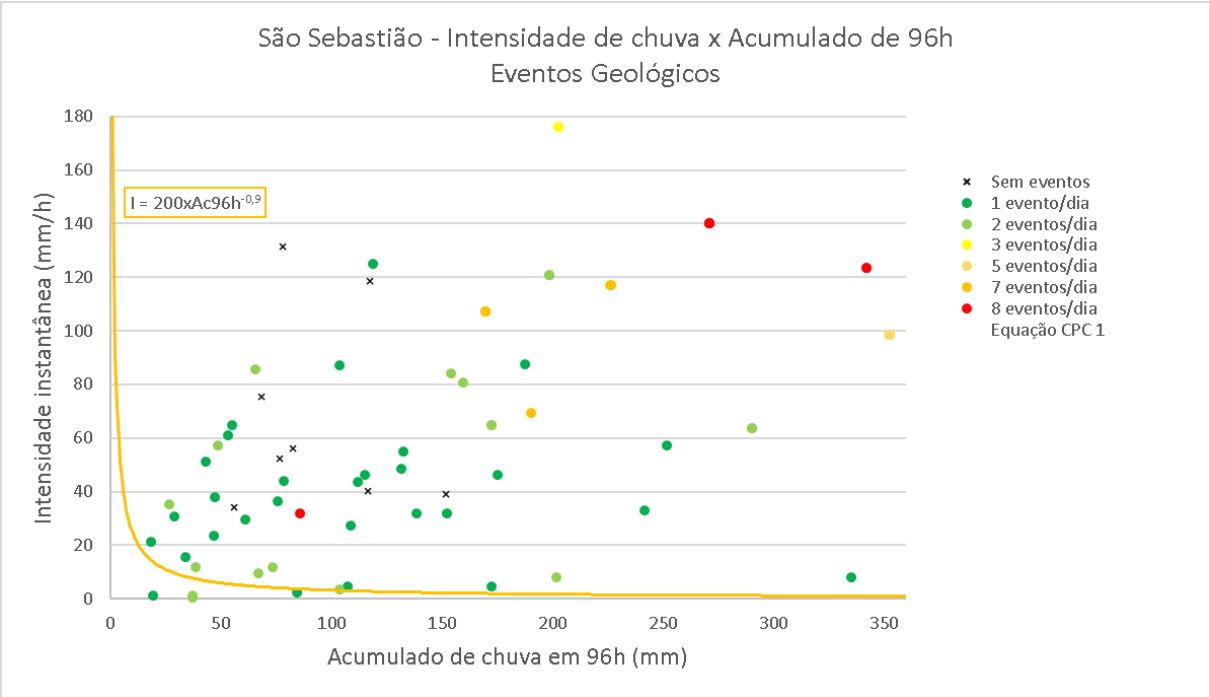


Figura 4.3.4-1. Equação envoltória de eventos geológicos definida para a Região 03 (São Sebastião).

Equação 4.3.4-1

$$\mathbf{I = 200 \times Ac96h^{-0,933}}$$

Onde:

- **I** = Intensidade de chuva instantânea (em mm / h);
- **Ac96h** = Chuva acumulada nas 96 h que antecedem o registro do evento (em mm).

A partir desta equação, gera-se o Coeficiente de Precipitação Crítica (CPC), descrito pela **Equação 4.3.4-2**, a seguir.

Equação 4.3.4-2

$$\mathbf{CPC = I / (200 \times Ac96h^{-0,933})}$$

Avaliando ainda a mesma Região 03, foi possível traçar uma segunda curva, além da curva amarela, que corresponde a um valor de CPC determinado como 1,0. A segunda curva destacada em vermelho na **Figura 4.3.4-2**, delimita a área do gráfico que concentra a grande maioria das chuvas que tiveram 3 ou mais eventos em uma mesma data. Utilizando a estrutura das **Equações 4.3.4-1** e **4.3.4-2**, delimitou-se esta segunda curva a partir de um valor de CPC = 38.

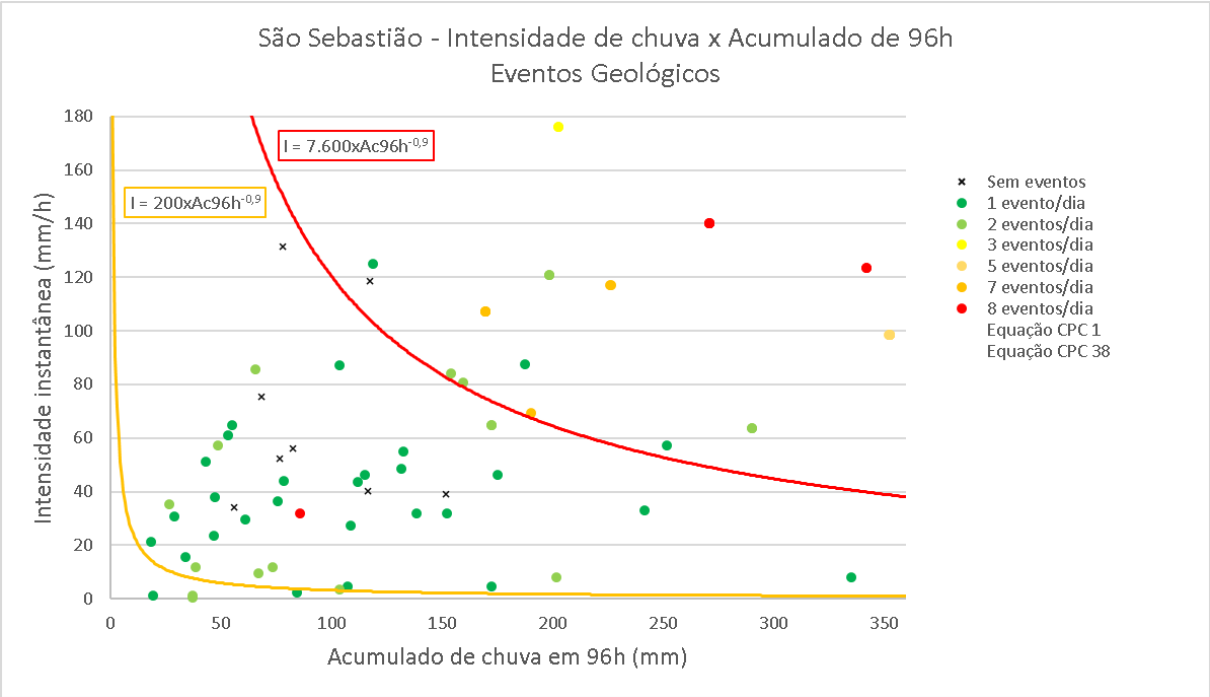


Figura 4.3.4-2. Equação envoltória de eventos geológicos definida para a Região 03 (São Sebastião). CPC = 1,0 para até 02 eventos registrados por data, e CPC = 38 para 03 ou mais eventos registrados na mesma data.

As envoltórias descritas para os eventos ocorridos na Região 03 para o período de 2014 a 2020 foram projetadas em um segundo gráfico, este por sua vez apresenta as ocorrências registradas desde 1993 (**Figura 4.3.4-3**), estas não apresentam dados de intensidade horária da chuva, no lugar da intensidade o eixo y desse gráfico recebe os valores de chuva acumulada nas 24 h que antecedem o evento.

Esta projeção das envoltórias definidas apresenta uma boa correlação entre as duas formas gráficas, ou seja, é possível projetar com uma boa confiança os dados obtidos na avaliação de intensidade de chuva x 96 h para os gráficos que apresentam dados de chuva acumulada de 24 h x chuva acumulada em 96 h.

A compreensão desta boa correlação entre dados pluviométricos, com intensidade ou com informação de chuva acumulada de 24 h, indica a possibilidade de fazer a correlação no sentido inverso, ou seja, projetar em gráficos com a intensidade horária da chuva as curvas envoltórias obtidas a partir dos dados de chuva acumulada em 24 h. Tal projeção possibilitou a definição de envoltórias para as demais regiões, pois estas possuem grande quantidade de dados para eventos de chuva até 2013 (sem intensidade horária de chuva), mas pequena quantidade de dados para os eventos registrados a partir de 2014 (com intensidade horária de chuva). As **Figuras 4.3.4-4** a **4.3.4-9** representam essa projeção para as Regiões 01, 02 e 04.

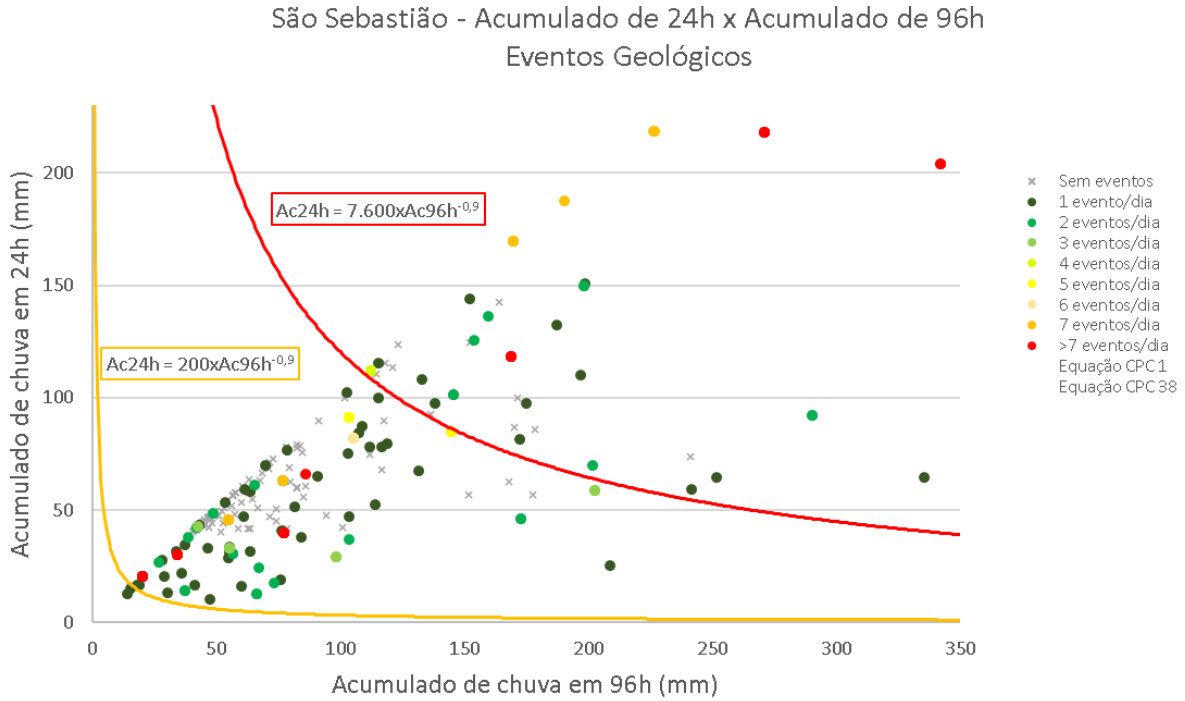


Figura 4.3.4-3. Projeção das curvas obtidas a partir dos dados de intensidade de chuva x acumulado de 96 h, para gráfico de chuva acumulada em 24 h x chuva acumulada em 96 h da equação envoltória de eventos geológicos definida para a Região 03 (São Sebastião).

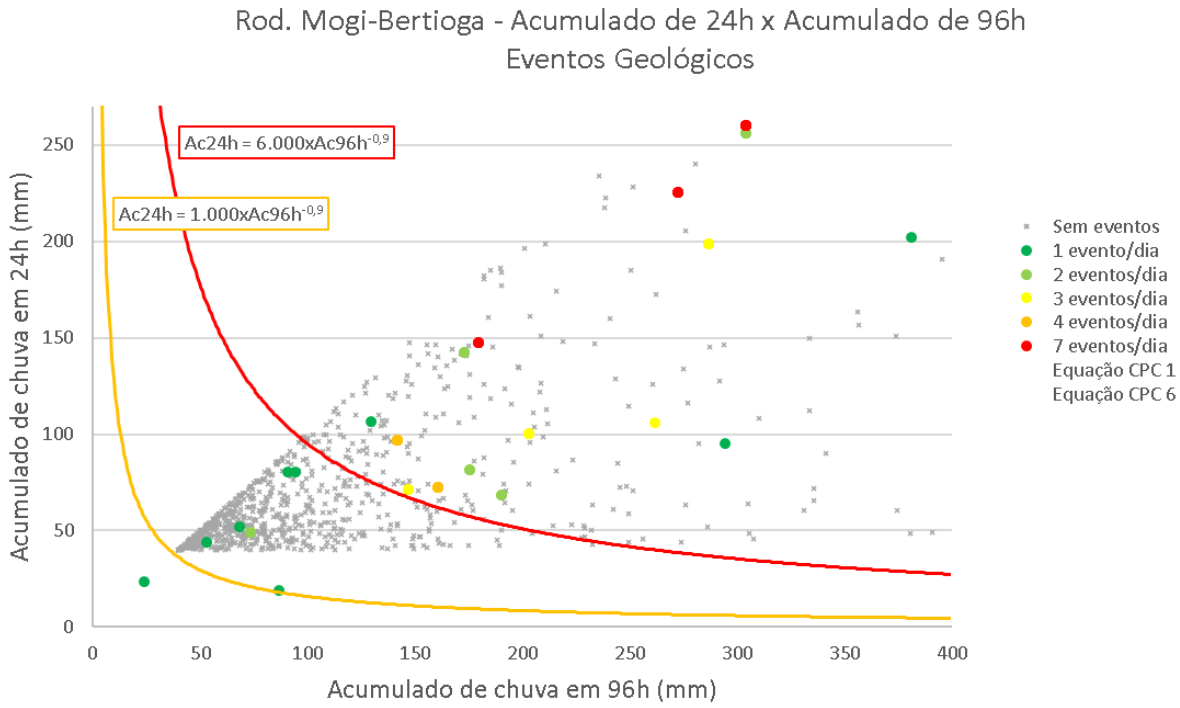


Figura 4.3.3-4. Relação entre chuvas acumuladas de 24 h e 96 h para eventos de chuva com ou sem registros de eventos geológicos registrados na Região 01, curva amarela indicando o CPC = 1,0 e curva vermelha indicando CPC = 6,0, a partir do qual ocorrem múltiplos eventos em uma mesma data.

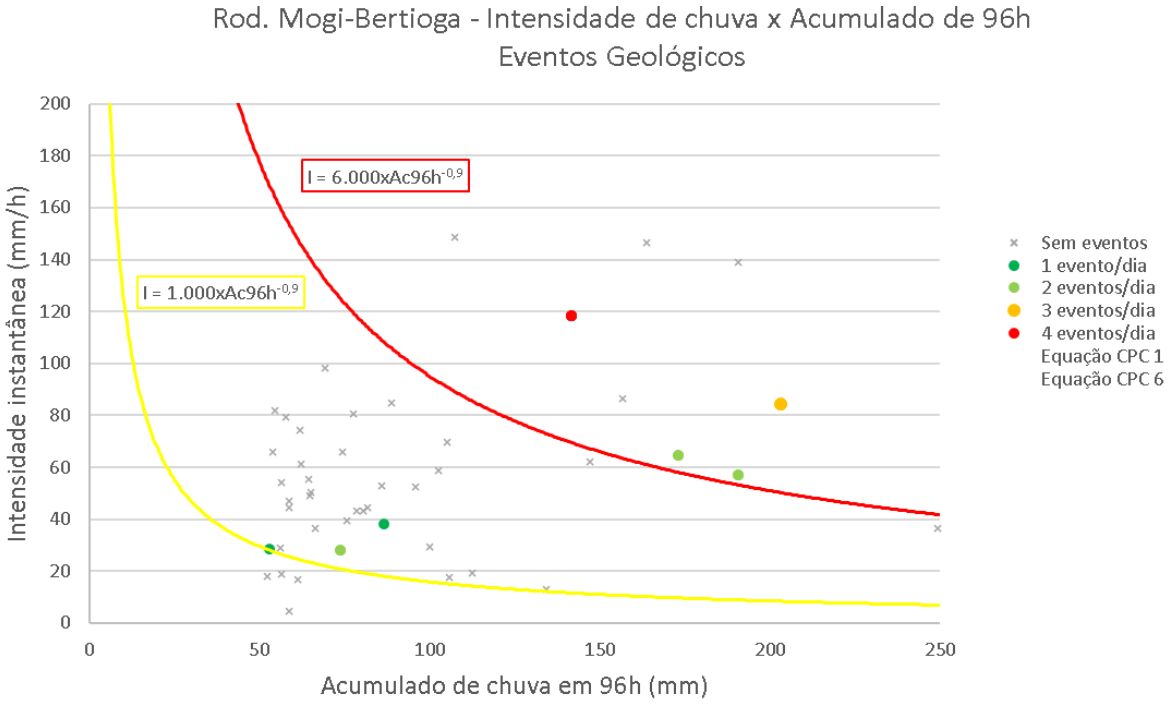


Figura 4.3.3-5. Relação entre a intensidade instantânea da chuva e chuvas acumuladas de 96 h para eventos de chuva com ou sem registros de eventos geológicos registrados na Região 01, curva amarela indicando o CPC = 1,0 e curva vermelha indicando CPC = 6,0, a partir do qual ocorrem múltiplos eventos em uma mesma data.

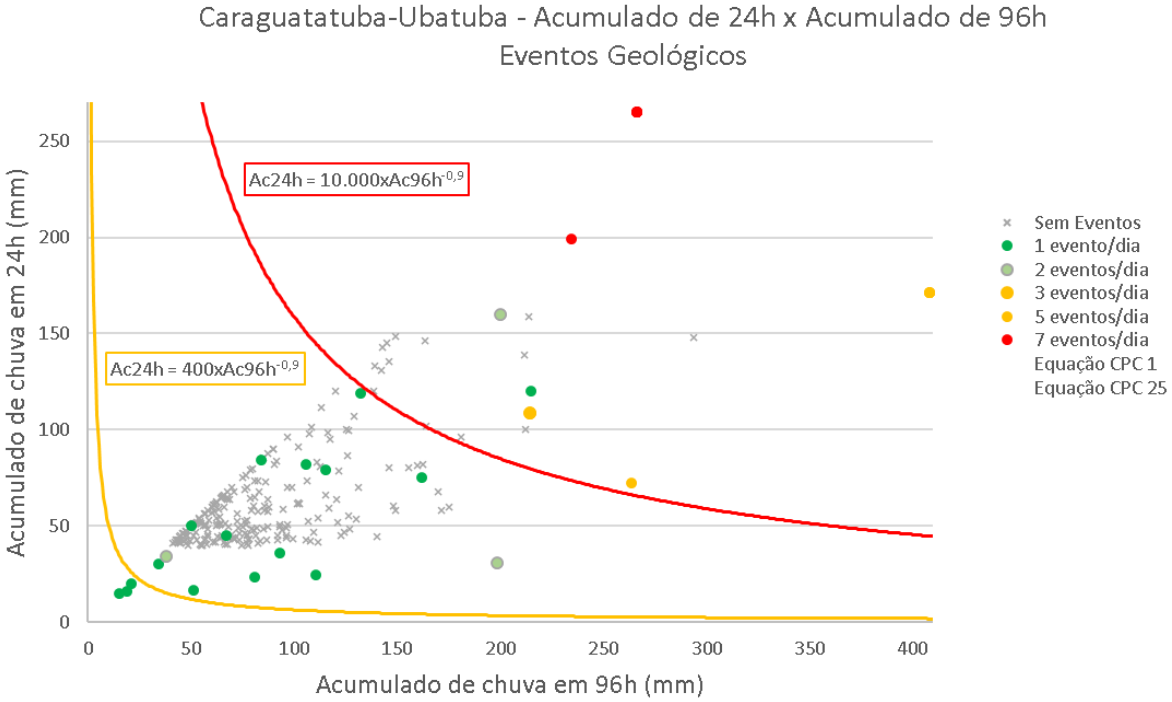


Figura 4.3.3-6. Relação entre chuvas acumuladas de 24 h e 96 h para eventos de chuva com ou sem registros de eventos geológicos registrados na Região 02, curva amarela indicando o CPC = 1,0 e curva vermelha indicando CPC = 25,0, a partir do qual ocorrem múltiplos eventos em uma mesma data.

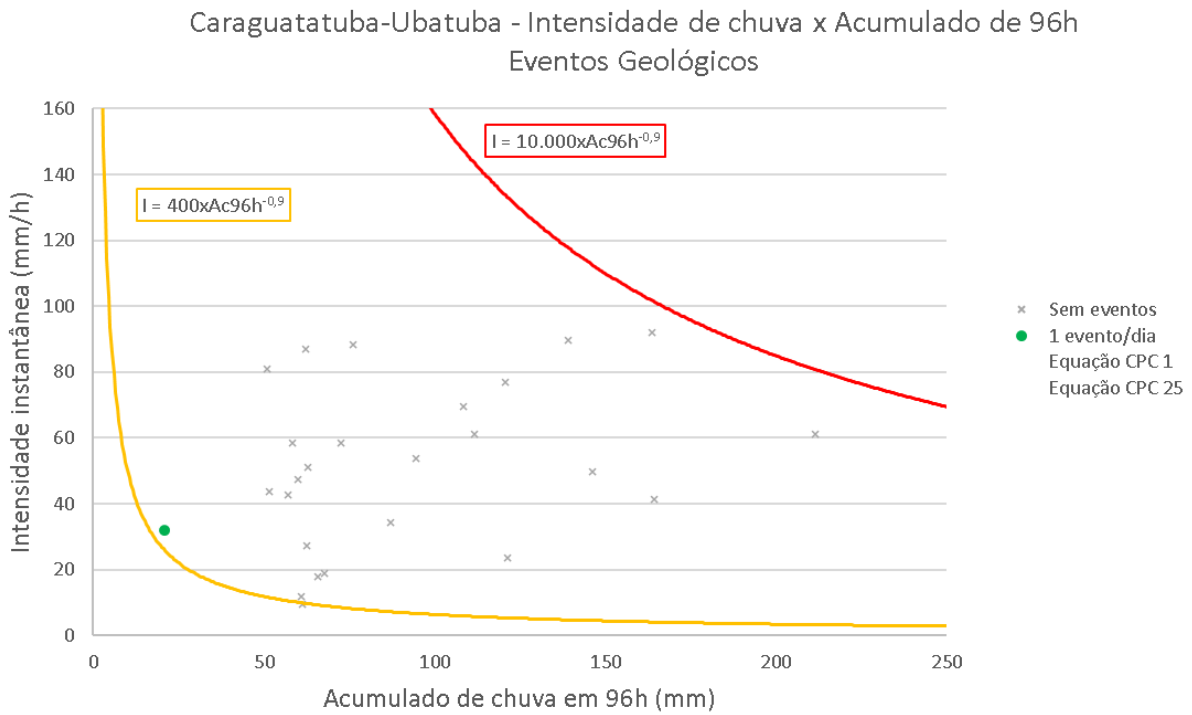


Figura 4.3.3-7. Relação entre a intensidade instantânea da chuva e chuvas acumuladas de 96 h para eventos de chuva com ou sem registros de eventos geológicos registrados na Região 02, curva amarela indicando o CPC = 1,0 e curva vermelha indicando CPC = 25,0, a partir do qual ocorrem múltiplos eventos em uma mesma data.

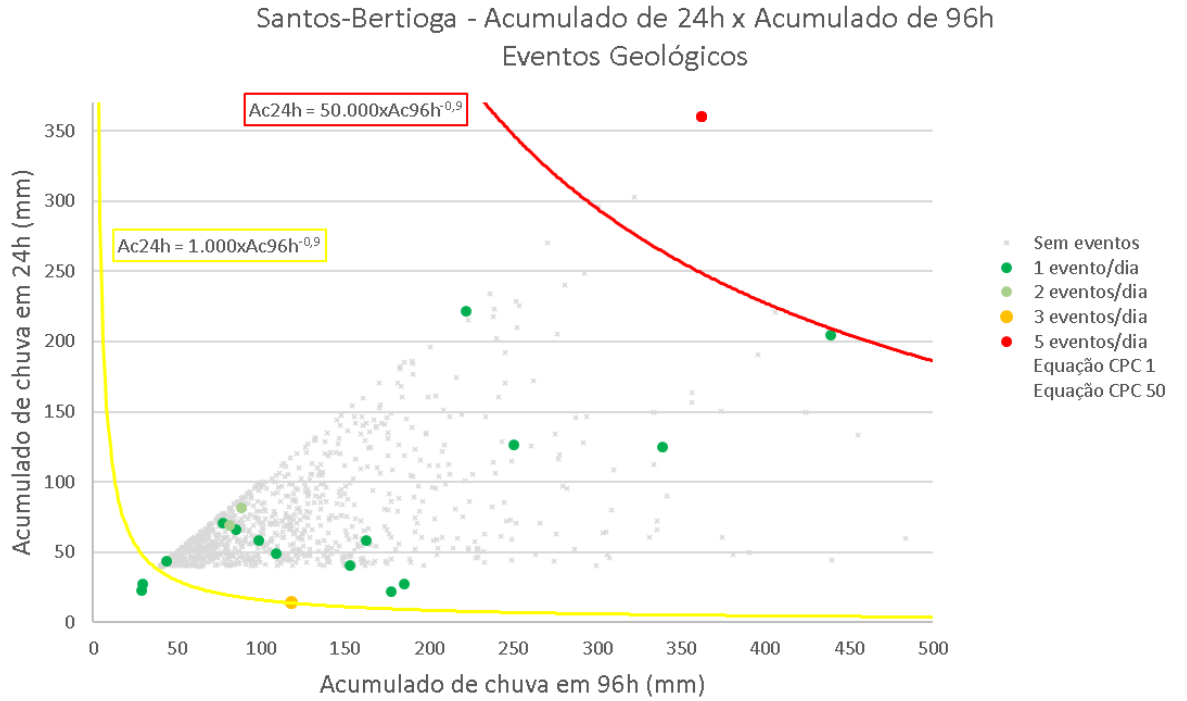


Figura 4.3.3-8. Relação entre chuvas acumuladas de 24 h e 96 h para eventos de chuva com ou sem registros de eventos geológicos registrados na Região 04, curva amarela indicando o CPC = 1,0 e curva vermelha indicando CPC = 50,0, a partir do qual ocorrem a maioria das datas com múltiplos eventos em uma mesma data.

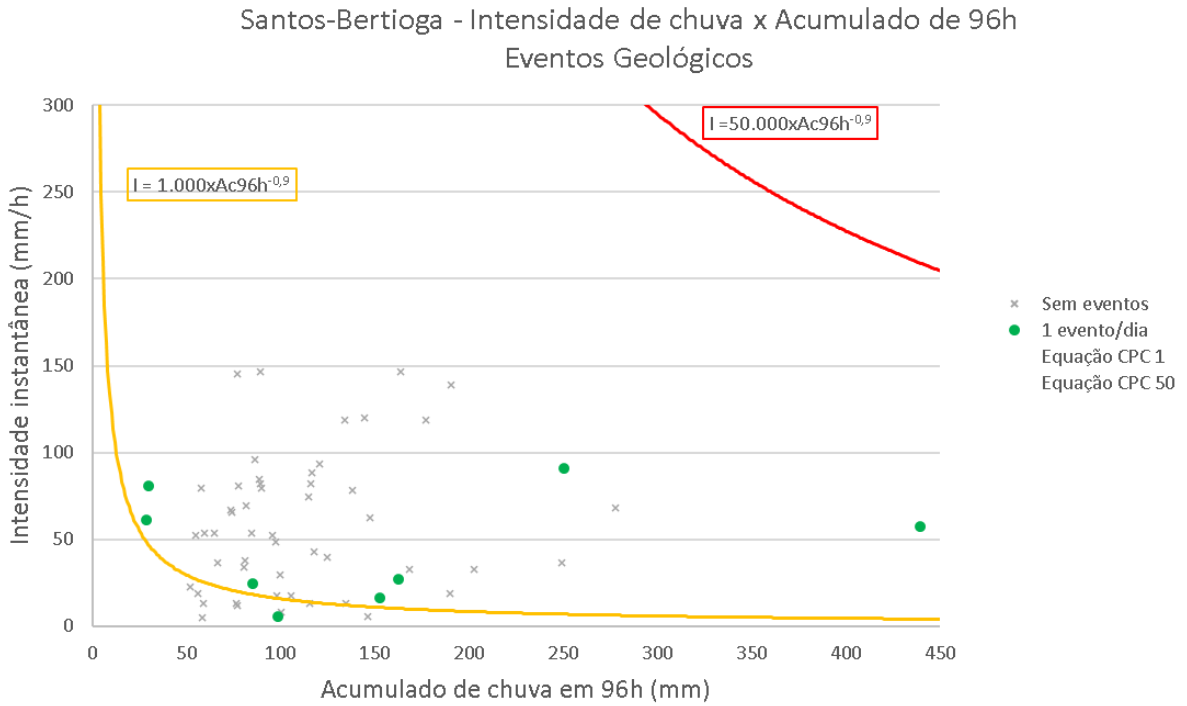


Figura 4.3.3-9. Relação entre a intensidade instantânea da chuva e chuvas acumuladas de 96 h para eventos de chuva com ou sem registros de eventos geológicos registrados na Região 04, curva amarela indicando o CPC = 1,0 e curva vermelha indicando CPC = 50,0, a partir do qual ocorrem múltiplos eventos em uma mesma data.

A **Tabela 4.3.3-1** apresenta a equação envoltória obtida para as quatro regiões analisadas.

Tabela 4.3.3-1. Equações de envoltória para eventos geológicos para cada uma das quatro regiões analisadas.

Região	Trecho	Equação Envoltória (CPC = 1,0)
Região 01	Rodovia Mogi-Bertioga	$I = 1.000 \times Ac96h^{-0,9}$
Região 02	Caraguatatuba-Ubatuba	$I = 400 \times Ac96h^{-0,9}$
Região 03	São Sebastião	$I = 200 \times Ac96h^{-0,9}$
Região 04	Santos-Bertioga	$I = 1.000 \times Ac96h^{-0,9}$

4.4 RESULTADOS OBTIDOS – PRODUTO 03

4.4.1 CORRELAÇÃO PARA EVENTOS GEOLÓGICOS

Como demonstrado na **Tabela 4.3.3-1**, cada região apresenta uma equação envoltória correspondente, a partir da qual é possível calcular o Coeficiente de Precipitação Crítica (CPC) de qualquer evento de chuva utilizando o valor de intensidade instantânea de chuva (mm / h) e de chuva acumulada em 96 h (mm). Desta maneira, calculou-se o CPC de cada evento de chuva do banco de dados, as **Figuras 4.4.1-1** a **4.4.1-4** apresentam a dispersão destes valores de CPC para chuvas com e sem eventos geológicos associados.

Netas figuras foram traçadas linhas de CPC que cruzam pontos notáveis, especialmente associados a inflexões e mudanças de comportamento das chuvas sem registros de eventos geológicos associados. Desta maneira, foram delimitadas faixas de Índice de Correlação com

Chuvas (ICC) para os eventos Geológicos, estas faixas são projetadas a partir das equações de cada região (**Figuras 4.4.1-5** a **4.4.1-12**).

Valores de CPC inferiores a 1,0 indicam chuvas que não tendem a gerar eventos geológicos nas rodovias, a probabilidade de deflagração de eventos aumenta à medida que se avança dentro das quatro faixas estabelecidas para cada região analisada. As **Tabelas 4.4.1-1** e **4.4.1-2** resumem a equação que traça o limite de cada faixa de Índice de Correlação com Chuvas (ICC), e demonstram as faixas de ICC determinadas.

4.4.2 CORRELAÇÃO PARA EVENTOS HIDROLÓGICOS

Conforme apresentado na **Figura 4.3.3-3** do item 4.3.3, foi definida a probabilidade de ocorrência de eventos hidrológicos com base no histórico de eventos avaliados em limiares de chuva, desta forma foram traçadas faixas de índice de correlação com chuvas a partir destas probabilidades. A **Tabela 4.4.2-1** apresenta um resumo da relação entre a probabilidade e a mudança de faixas.

Tabela 4.4.1-1. Resumo das equações que definem os limites das quatro faixas usadas para adoção de Índice de Correção de Chuvas (ICC). Onde I = Intensidade de chuva em mm / h, e Ac96h = Acumulado de chuva nas 96 h anteriores ao evento.

Região	Equação 1	CPC	Equação 2	CPC	Equação 3	CPC	Equação 4	CPC
1	$I = 1.000 \times Ac96h^{-0,9}$	1	$I = 3.000 \times Ac96h^{-0,9}$	3	$I = 6.000 \times Ac96h^{-0,9}$	6	$I = 15.000\ Ac96h^{-0,9}$	15
2	$I = 400 \times Ac96h^{-0,9}$	1	$I = 2.4000 \times Ac96h^{-0,9}$	6	$I = 6.400 \times Ac96h^{-0,9}$	12	$I = 9.600 \times Ac96h^{-0,9}$	24
3	$I = 200\ Ac96h^{-0,9}$	1	$I = 1.6000 \times Ac96h^{-0,9}$	8	$I = 3.200 \times Ac96h^{-0,9}$	16	$I = 4.8.000 \times Ac96h^{-0,9}$	24
4	$I = 1.000 \times Ac96h^{-0,9}$	1	$I = 4.000 \times Ac96h^{-0,9}$	4	$I = 8.000 \times Ac96h^{-0,9}$	8	$I = 16.000 \times Ac96h^{-0,9}$	16

Tabela 4.4.1-2. Faixas de Índice de Correlação com Chuvas (ICC) para os eventos Geológicos.

Região	Coeficiente de Precipitação Crítica da Região (CPC)								
	Faixa 0 ($ICC_{GEO}0$)		Faixa 1 ($ICC_{GEO}1$)		Faixa 2 ($ICC_{GEO}2$)		Faixa 3 ($ICC_{GEO}3$)		Faixa 4 ($ICC_{GEO}4$)
	De	Até	De	Até	De	Até	De	Até	A partir de
1 SP-098 - Mogi-Bertioga	0	< 1	1	3	> 3	6	> 6	15	> 15
2 SP-055 - Caraguatatuba-Ubatuba	0	< 1	1	6	> 6	12	> 12	24	> 24
3 SP-055 - São Sebastião	0	< 1	1	8	> 8	16	> 16	24	> 24
4 SP-055 - Santos-Bertioga	0	< 1	1	4	> 4	8	> 8	16	> 16

Tabela 4.4.2-1. Faixas de Índice de Correlação com Chuvas (ICC) para os eventos Hidrológicos.

Região	Probabilidade de Ocorrência de Eventos Hidrológicos								
	Faixa 0 ($ICC_{HID}0$) 0% a 10%		Faixa 1 ($ICC_{HID}1$) > 10% a 25%		Faixa 2 ($ICC_{HID}2$) > 25% a 50%		Faixa 3 ($ICC_{HID}3$) > 50% a 75%		Faixa 4 ($ICC_{HID}4$) > 75% a 100%
	Intensidade Pluviométrica (24h)								
	De	Até	De	Até	De	Até	De	Até	A partir de
1 SP-098 - Mogi-Bertioga	0	110	> 110	160	> 160	200	> 200	280	> 280
2 SP-055 - Caraguatatuba-Ubatuba	0	70	> 70	80	> 80	120	> 120	143	> 143
3 SP-055 - São Sebastião	0	60	> 60	85	>85	110	> 110	126	> 126
4 SP-055 - Santos-Bertioga	0	150	> 450	200	> 200	230	> 230	300	> 300

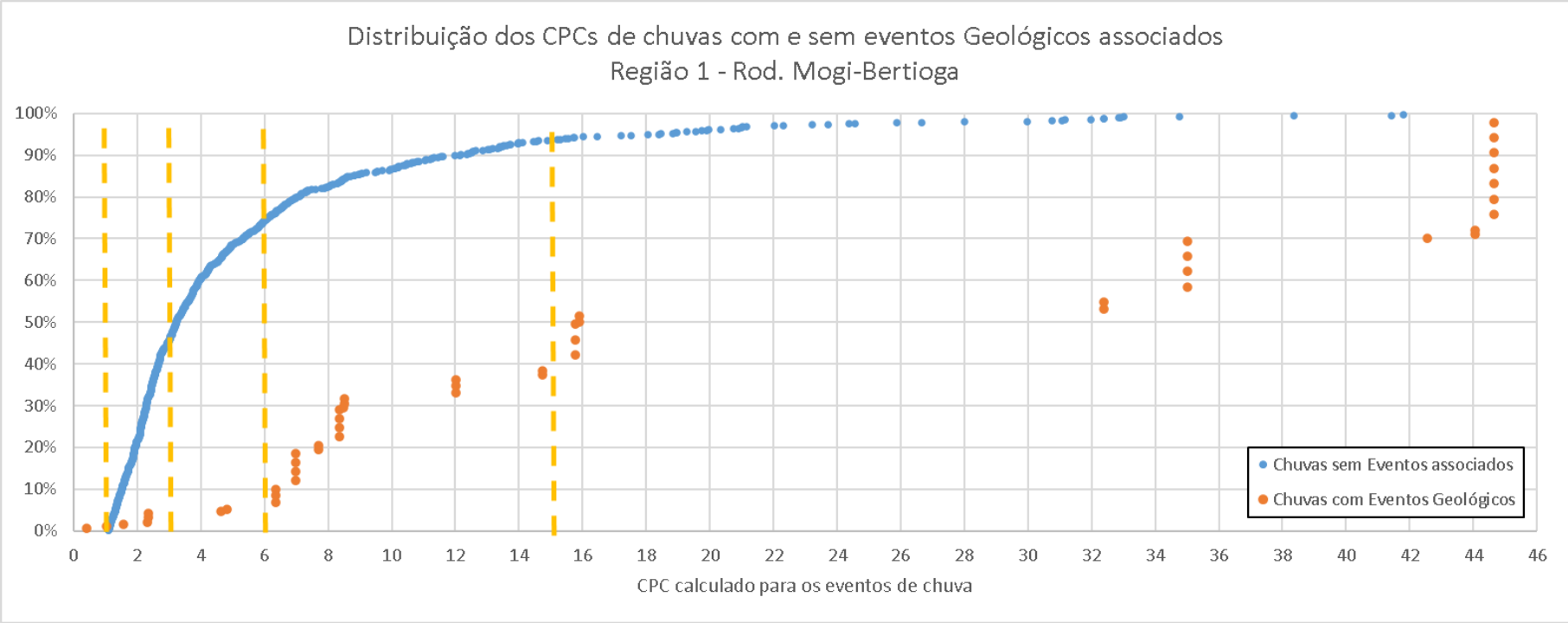


Figura 4.4.1-1. Distribuição de CPC's calculados para eventos da Região 01, determinação de faixas de Índice de Correlação com Chuvas (ICC).

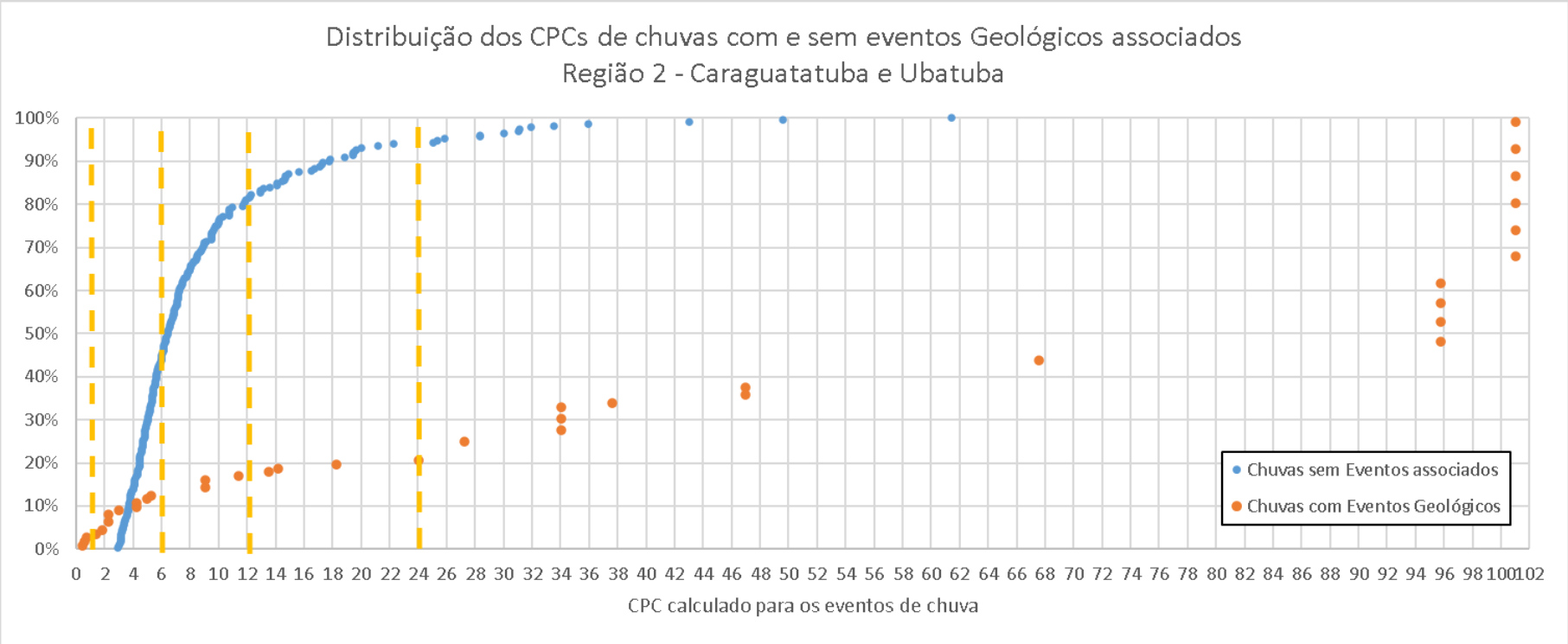


Figura 4.4.1-2. Distribuição de CPC's calculados para eventos da Região 02, determinação de faixas de Índice de Correlação com Chuvas (ICC).

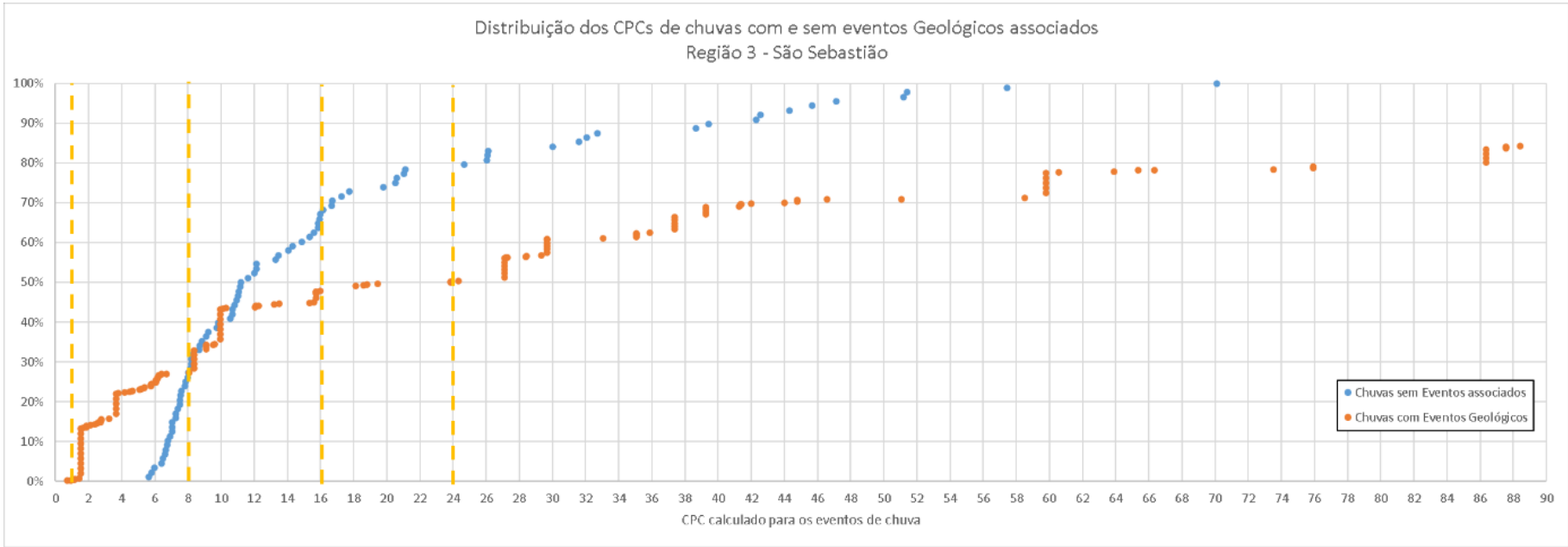


Figura 4.4.1-3. Distribuição de CPC's calculados para eventos da Região 03, determinação de faixas de Índice de Correlação com Chuvas (ICC).

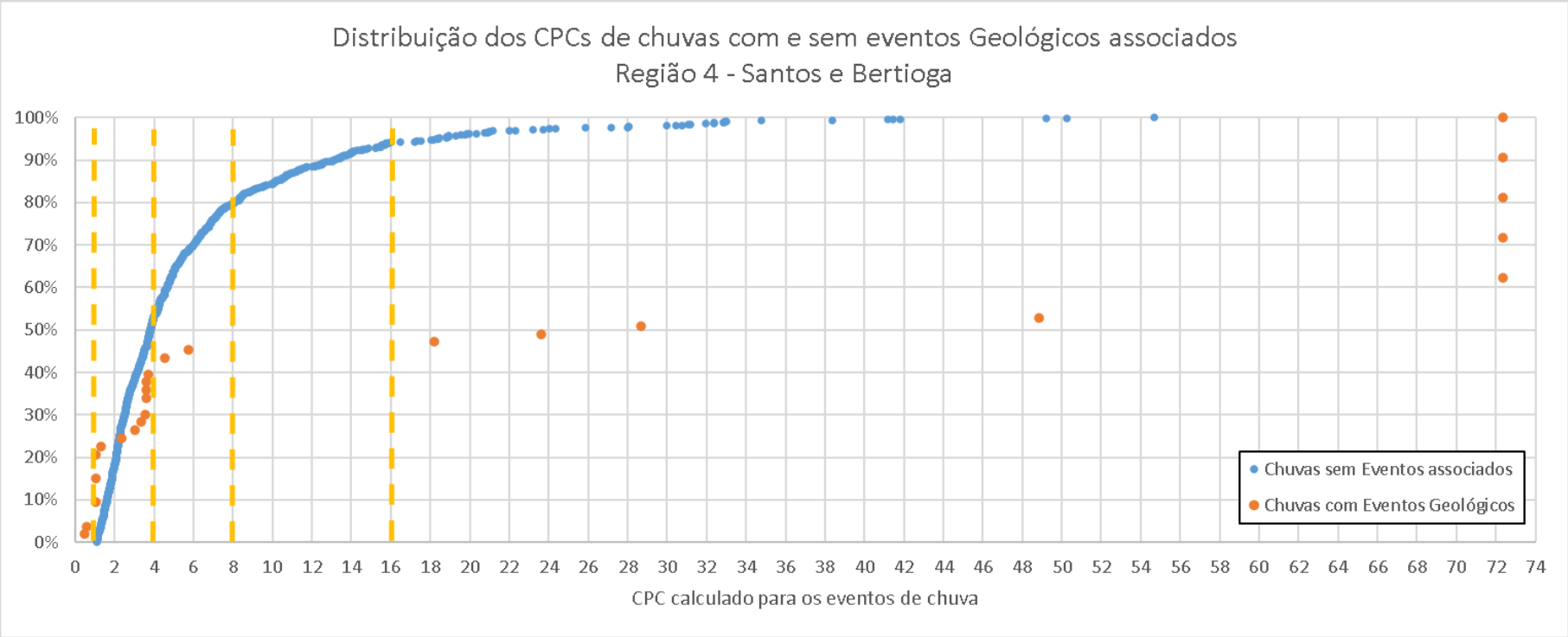


Figura 4.4.1-4. Distribuição de CPC's calculados para eventos da Região 04, determinação de faixas de Índice de Correlação com Chuvas (ICC).

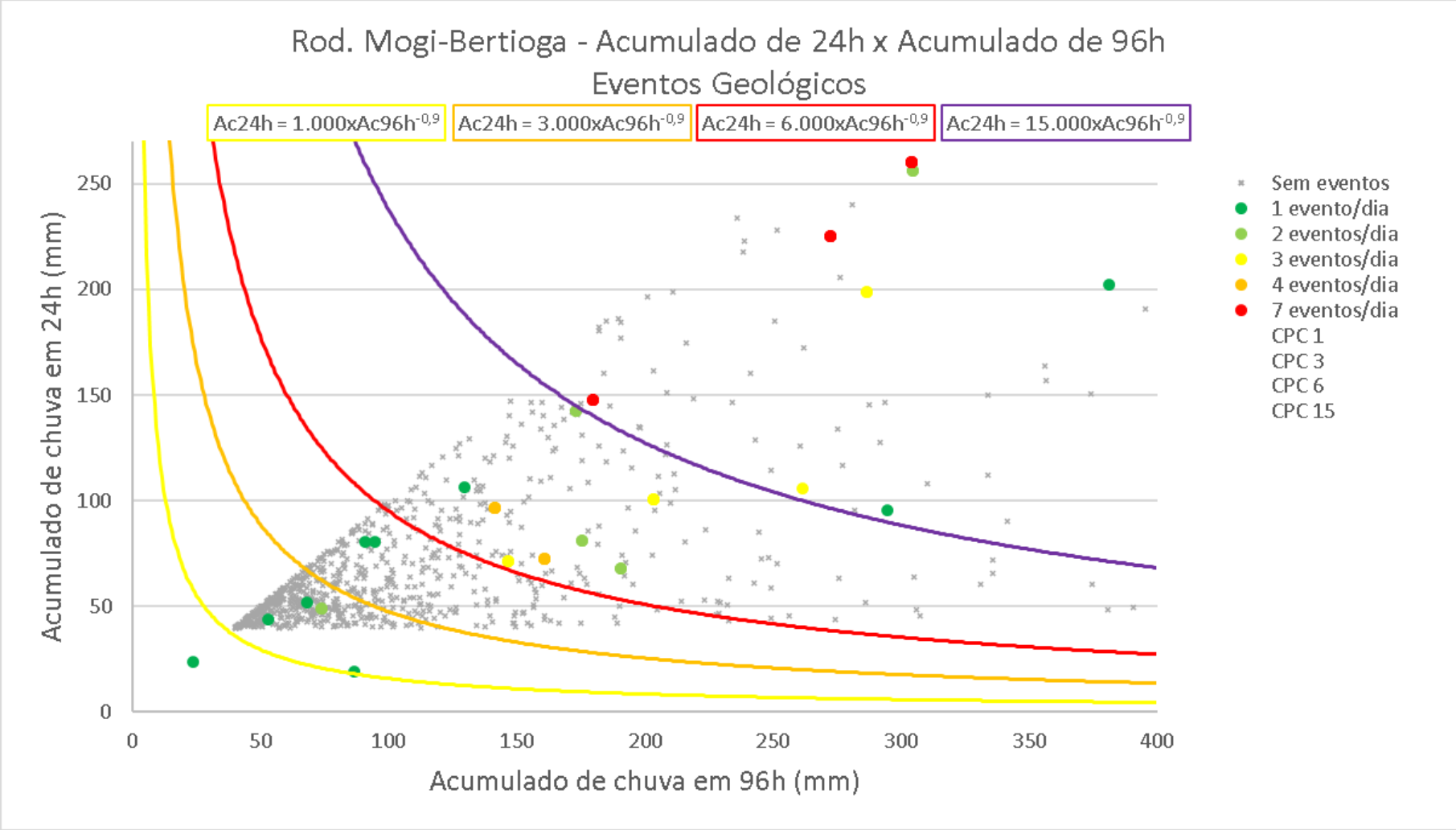


Figura 4.4.1-5. Distribuição das Faixas de Índice de Correlação com Chuvas (ICC) para dados de chuva acumulada de 24 h x chuva acumulada de 96h para a Região 01

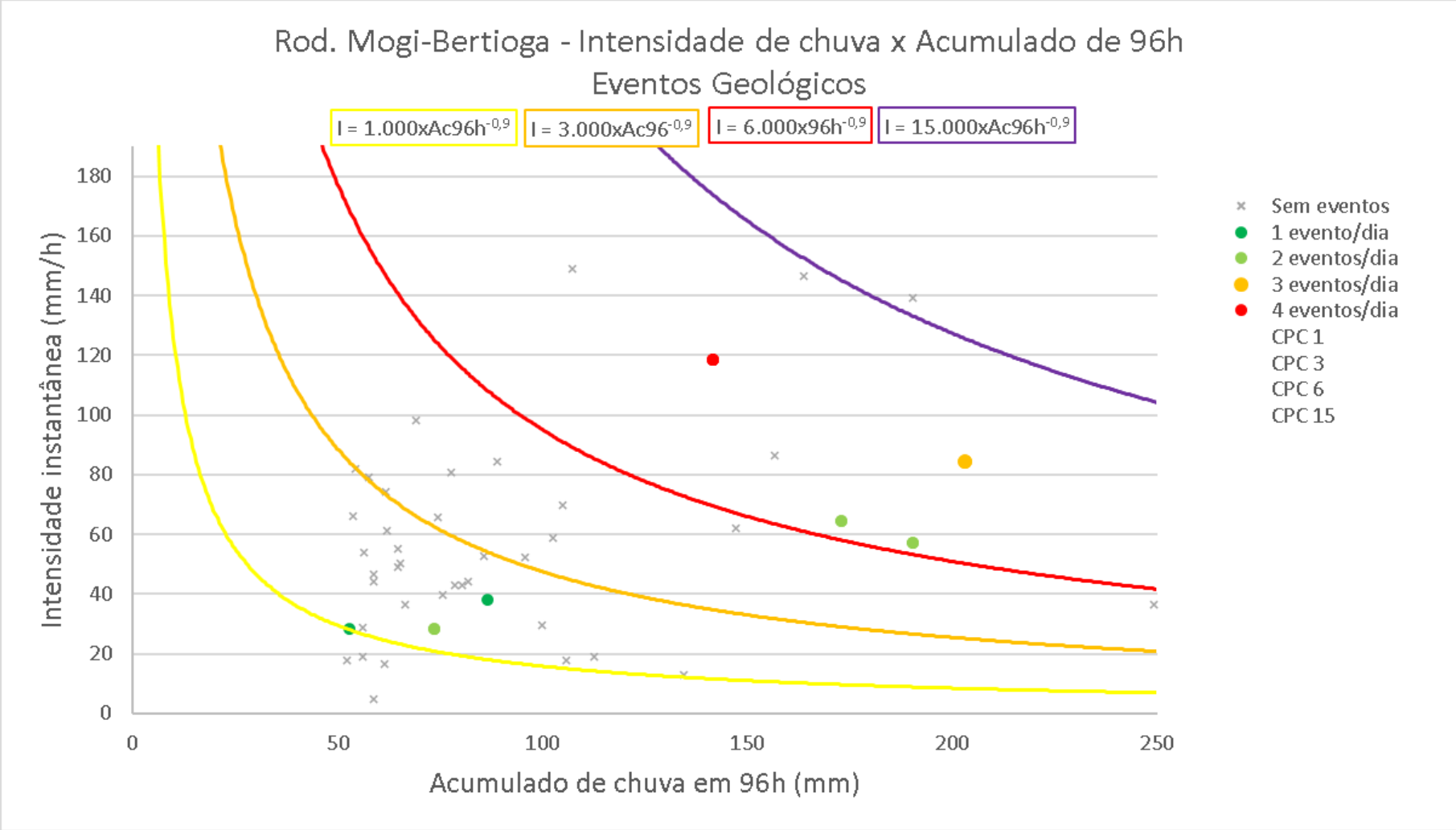


Figura 4.4.1-6. Distribuição das Faixas de Índice de Correlação com Chuvas (ICC) para dados intensidade de chuva x chuva acumulada de 96 h para a Região 01

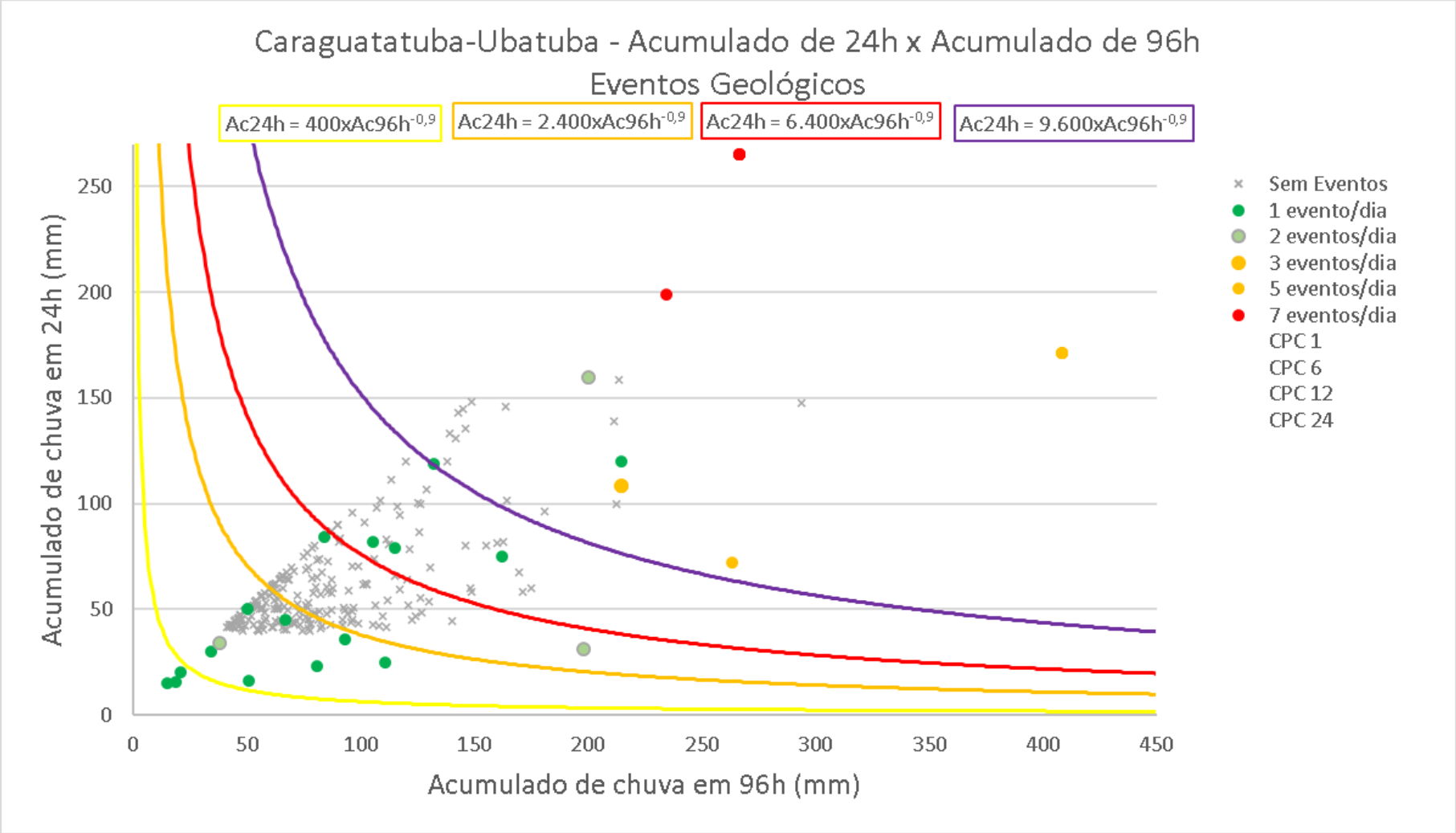


Figura 4.4.1-7. Distribuição das Faixas de Índice de Correlação com Chuvas (ICC) para dados de chuva acumulada de 24 h x chuva acumulada de 96 h para a Região 02

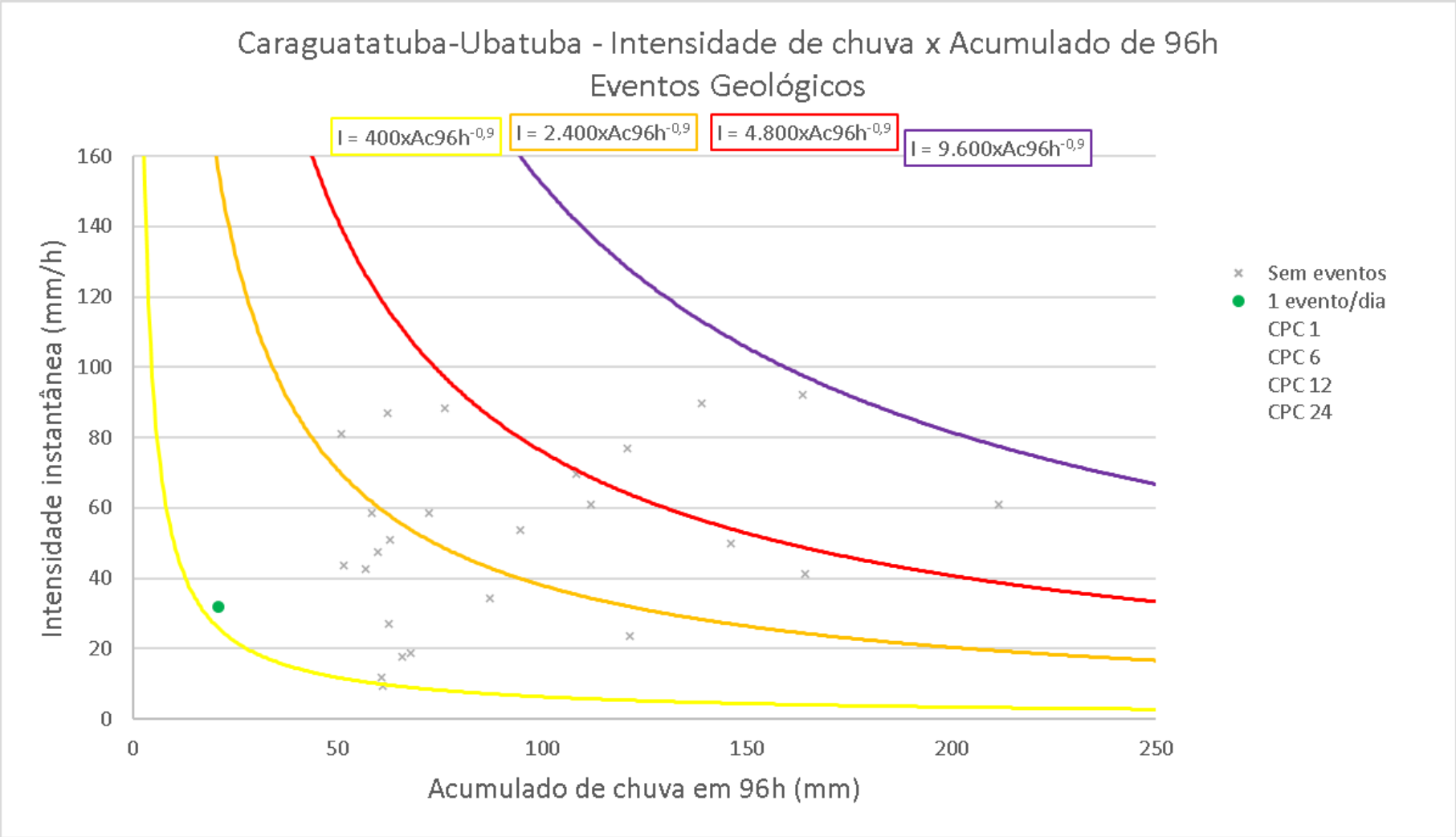


Figura 4.4.1-8. Distribuição das Faixas de Índice de Correlação com Chuvas (ICC) para dados intensidade de chuva x chuva acumulada de 96 h para a Região 02

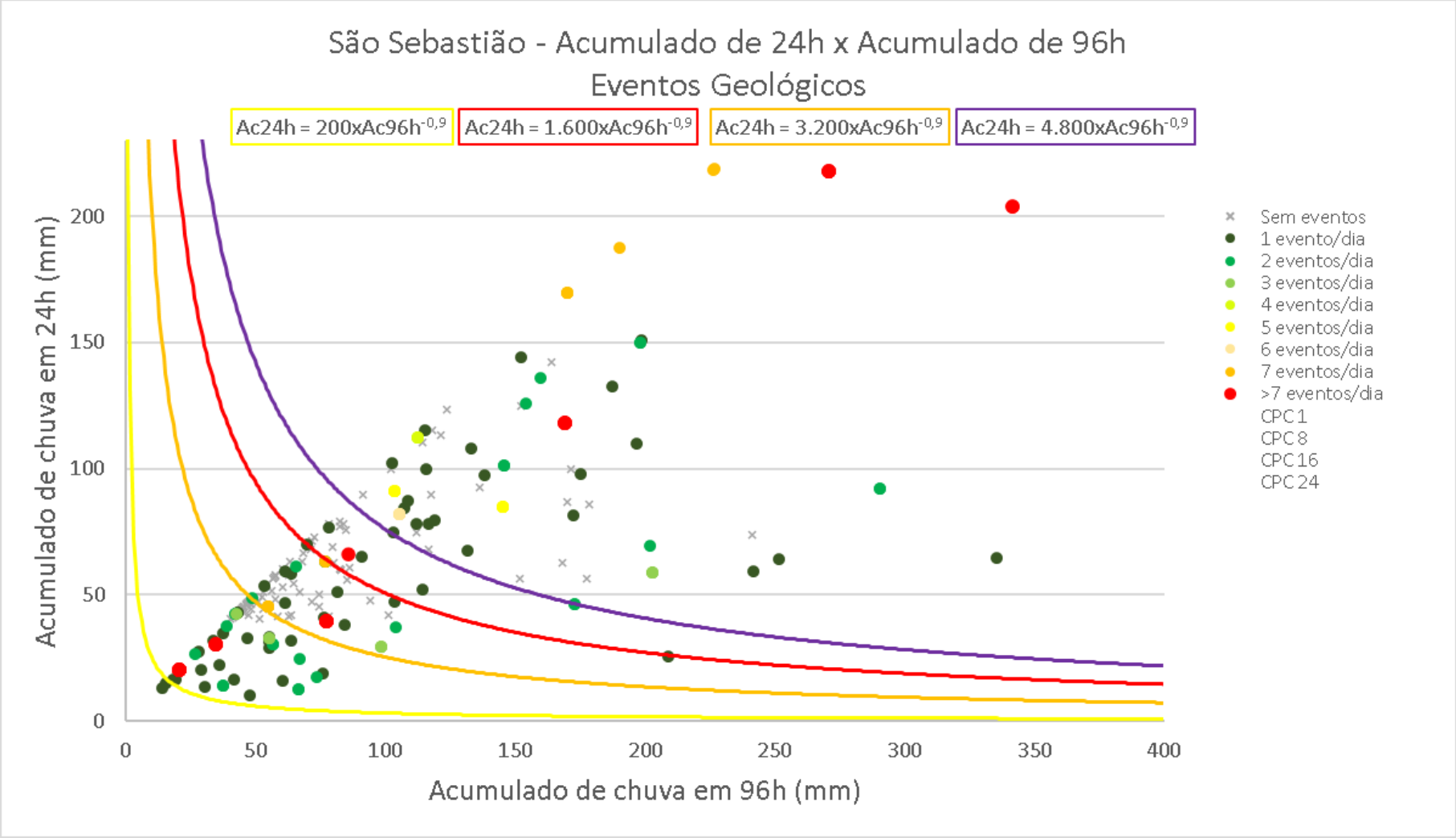


Figura 4.4.1-9. Distribuição das Faixas de Índice de Correlação com Chuvas (ICC) para dados de chuva acumulada de 24 h x chuva acumulada de 96 h para a Região 03

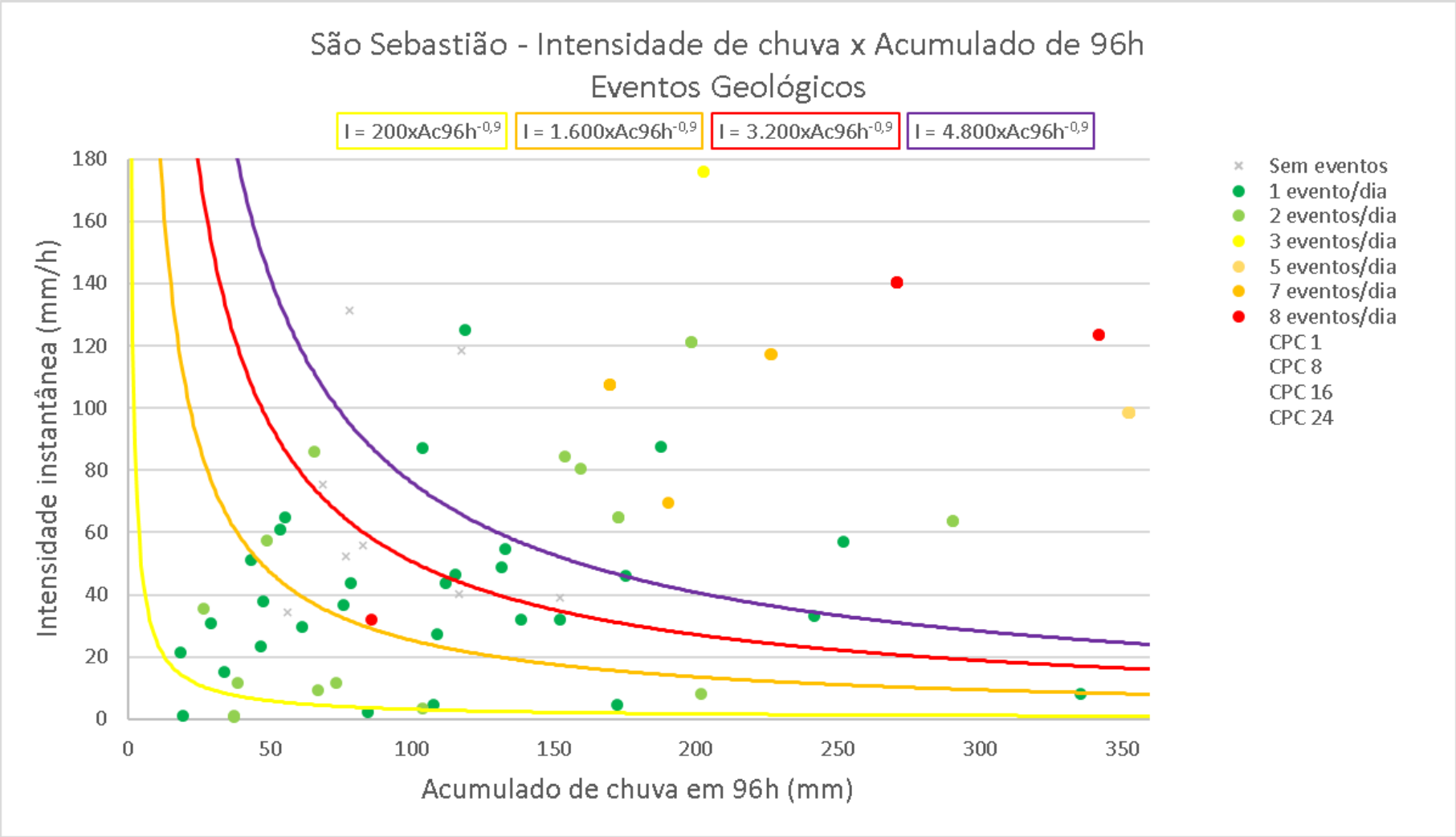


Figura 4.4.1-10. Distribuição das Faixas de Índice de Correlação com Chuvas (ICC) para dados intensidade de chuva x chuva acumulada de 96 h para a Região 03

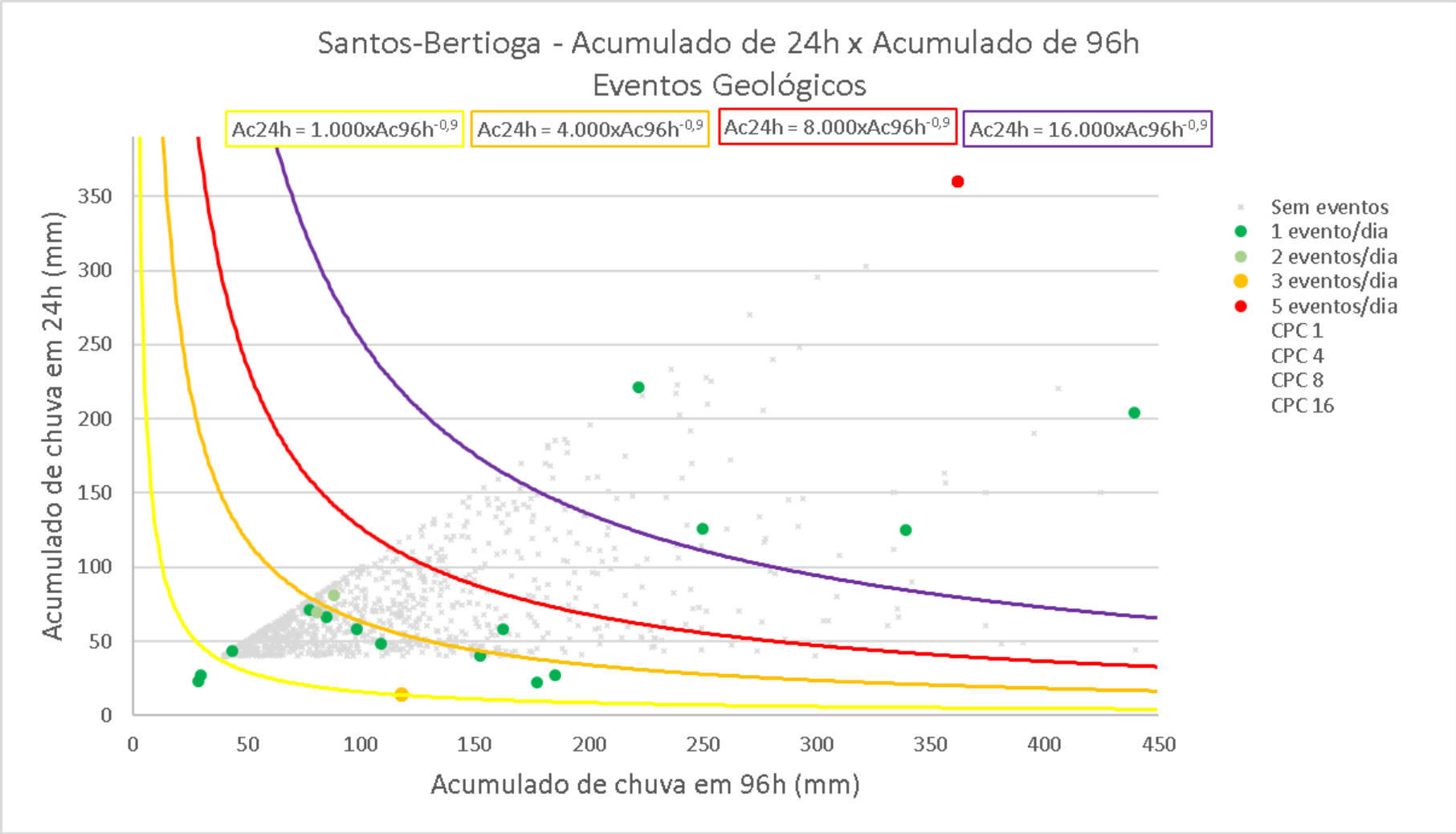


Figura 4.4.1-11. Distribuição das Faixas de Índice de Correlação com Chuvas (ICC) para dados de chuva acumulada de 24 h x chuva acumulada de 96 h para a Região 04

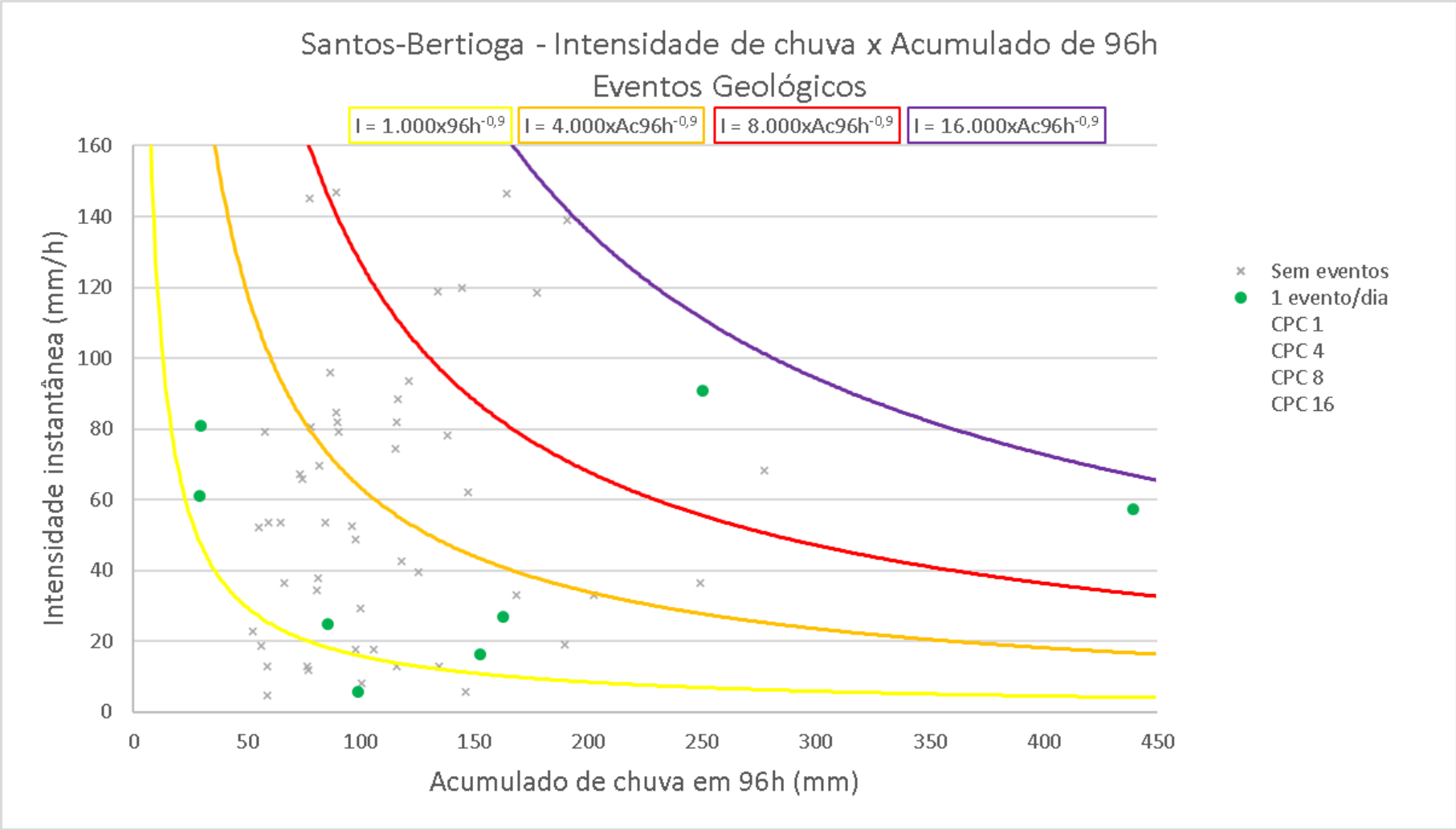


Figura 4.4.1-12. Distribuição das Faixas de Índice de Correlação com Chuvas (ICC) para dados intensidade de chuva x chuva acumulada de 96 h para a Região 04

5 PRODUTO 04 – ANÁLISE DE RISCO

Os Planos de Informações contendo os índices de Perigo, Vulnerabilidade, Dano Potencial e Risco, fornecidos como insumos pelo Contratante, foram calculados para as unidades de análise correspondentes às escalas 1:1.000 (Setores de Risco) e 1:10.000 e 1:25.000 (UTB – Unidades Territoriais Básicas), e seus dados foram disponibilizados em formatos vetoriais de unidades territoriais de análise e tabela de atributos. O Produto elaborado nesta Subetapa compreendeu a consolidação destes Planos de Informação, restritos ao trecho das rodovias compreendidos na área de estudo, a incorporação dos Planos de Informações resultantes do Modelo de Correlação entre Eventos Geodinâmicos e Chuvas do Produto 03 e, por fim, a elaboração da Análise de Risco, na escala de maior detalhe disponível, para os diversos trechos da área de estudo afetados pelos processos geodinâmicos de escorregamentos e movimentos de massa em geral, inundações e processos correlatos, e chuvas intensas.

A área de estudo foi contemplada, quase em sua totalidade, por mapeamentos de Risco em diferentes escalas, oriundos dos projetos de "Avaliação e Mapeamento de Risco (Escalas Regional e Local) de parte da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP – Trecho Leste/Sudeste) e da Baixada Santista", contrato DER nº 20.088-8 (DER & IG, 2020a) e de "Avaliação e Mapeamento de Risco (Escalas Regional e Local) de parte da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP – Trechos Norte/Oeste/Sudoeste/Sudeste) e do Litoral Norte", contrato DER nº 20.292-7 (DER & IG, 2020b). A partir destes mapeamentos, foi possível utilizar as Unidades de Análise na escala de maior detalhe disponível. A relação das 809 Unidades de Análise utilizadas e respectivos tipos, escalas de elaboração, quantidade de unidades e extensão de trecho rodoviário estão apresentadas na **Tabela 5-1**.

Tabela 5-1. Relação das Unidades de Análise utilizadas e respectivos tipos, escalas de elaboração, quantidade de unidades e extensão de trecho rodoviário.

Rodovia	Região	Município	Unidades de Análise Quantidade	Unidades de Análise Escala	Extensão (km)
SP-098	1 Rodovia Mogi-Bertioga	Bertioga	0	25K	0,00
			11	10K	5,68
			32	1K	5,54
		Subtotal Município	**43**	**-**	**11,21**
		Biritiba-Mirim	22	25K	8,51
			0	10K	0,00
			5	1K	0,66
		Subtotal Município	**27**	**-**	**9,16**
		Mogi das Cruzes	41	25K	14,28
			0	10K	0,00
			0	1K	0,00
		Subtotal Município	**41**	**-**	**14,28**
		Subtotal Região 1	**111**	**-**	**34,66**
SP-055	2 Caraguatatuba-Ubatuba	Caraguatatuba	0	25K	0,00
			68	10K	22,32
			30	1K	7,19
		Subtotal Município	**98**	**-**	**29,51**
		Ubatuba	0	25K	0,00
			30	10K	16,40
			60	1K	12,85
		Subtotal Município	**90**	**-**	**29,24**
		Subtotal Região 2	**188**	**-**	**58,76**
	3 São Sebastião	São Sebastião	0	25K	0,00
			103	10K	34,60
			252	1K	43,56
		Subtotal Município	**355**	**-**	**78,17**
		Subtotal Região 3	**355**	**-**	**78,17**
	4 Santos-Bertioga	Bertioga	0	25K	0,00
			87	10K	36,59
			16	1K	5,92

Tabela 5-1. Relação das Unidades de Análise utilizadas e respectivos tipos, escalas de elaboração, quantidade de unidades e extensão de trecho rodoviário.

Rodovia	Região	Município	Unidades de Análise Quantidade	Escala	Extensão (km)
		Subtotal Município	**103**	**-**	**42,51**
		Santos	0	25K	0,00
			36	10K	11,56
			16	1K	3,21
		Subtotal Município	**52**	**-**	**14,77**
		Subtotal Região 4	**155**	**-**	**57,29**

As Unidades de Análise utilizadas (**Figuras 5-1** a **5-5**) são:

- **Na escala 1:25.000 – Unidade Territorial Básica (UTB)** – definida no trabalho Sistema de Classificação "Unidades Territoriais Básicas" (UTB) e mapeamento de Risco de Áreas Urbanas de Uso Residencial/Comercial/Serviços à Eventos Geodinâmicos do Estado de São Paulo (IG, 2017b). A UTB é resultante da intersecção entre as UBC, definidos no trabalho Unidades Básicas de Compartimentação do Meio Físico (IG, 2014b), e as UHCT, definidas no trabalho Unidades Homogêneas de Uso e Ocupação do Solo Urbano (IG, 2016). Esta Unidade de Análise comporta as informações relacionadas ao Risco, resultante da intersecção do produto da análise do Perigo na UBC e da Vulnerabilidade e Dano Potencial na UHCT. No entanto, no trecho da SP-098 inserido nos municípios de Biritiba-Mirim e Mogi das Cruzes, as UTBs foram delimitadas, mas não tiveram o Risco analisado para as rodovias, que não eram objeto do mapeamento no trecho. Desta forma, as UTBs desta escala contêm apenas o resultado da análise da variável Perigo. Visando possibilitar a equivalência entre as classes de Risco para nas diferentes escalas das bases de dados, optou-se por considerar as variáveis Vulnerabilidade e Dano Potencial como constantes e homogêneas ao longo do trecho, resultando em classes de Risco iguais às classes do Perigo analisado;

- **Na escala 1:10.000 – Unidade Territorial Básica (UTB)** – As UTBs nesta escala recobrem os trechos em que não houve mapeamento de Risco em escala de detalhe (1:1.000) e não foram mapeadas no trecho da SP-098 de Biritiba-Mirim e Mogi das Cruzes para o qual há, somente, o mapeamento na escala 1:25.000. Para os trechos recobertos pelas Unidades de Análise UTB na escala 1:10.000, foram utilizadas as classes de Risco resultantes do mapeamento dos projetos dos contratos DER nº 20.088-8 e nº20.292-7 (DER & IG, 2020a e 2020b);

- **Na escala 1:1.000 – Setor de Risco (SR)** – resultante da delimitação de trechos de características homogêneas em relação aos processos geodinâmicos ao qual estão submetidos, como definido em IG (2015), e também em relação às condições que definem a Vulnerabilidade nas rodovias, definidas nos mapeamentos dos projetos dos contratos DER nº 20.088-8 e nº20.292-7 (DER & IG, 2020a e 2020b) supracitados. Os Setores de Risco foram mapeados para Áreas-Alvo previamente selecionadas durante o processo do mapeamento e, desta forma, não contemplam toda extensão da área de estudo.

Figura 5-1. Unidades de Análise para classificação do Risco, separadas por escala de origem do dado e Região analisada. Fonte: Elaborado pelo Consórcio 4X044 no âmbito do desenvolvimento dos serviços contratados.

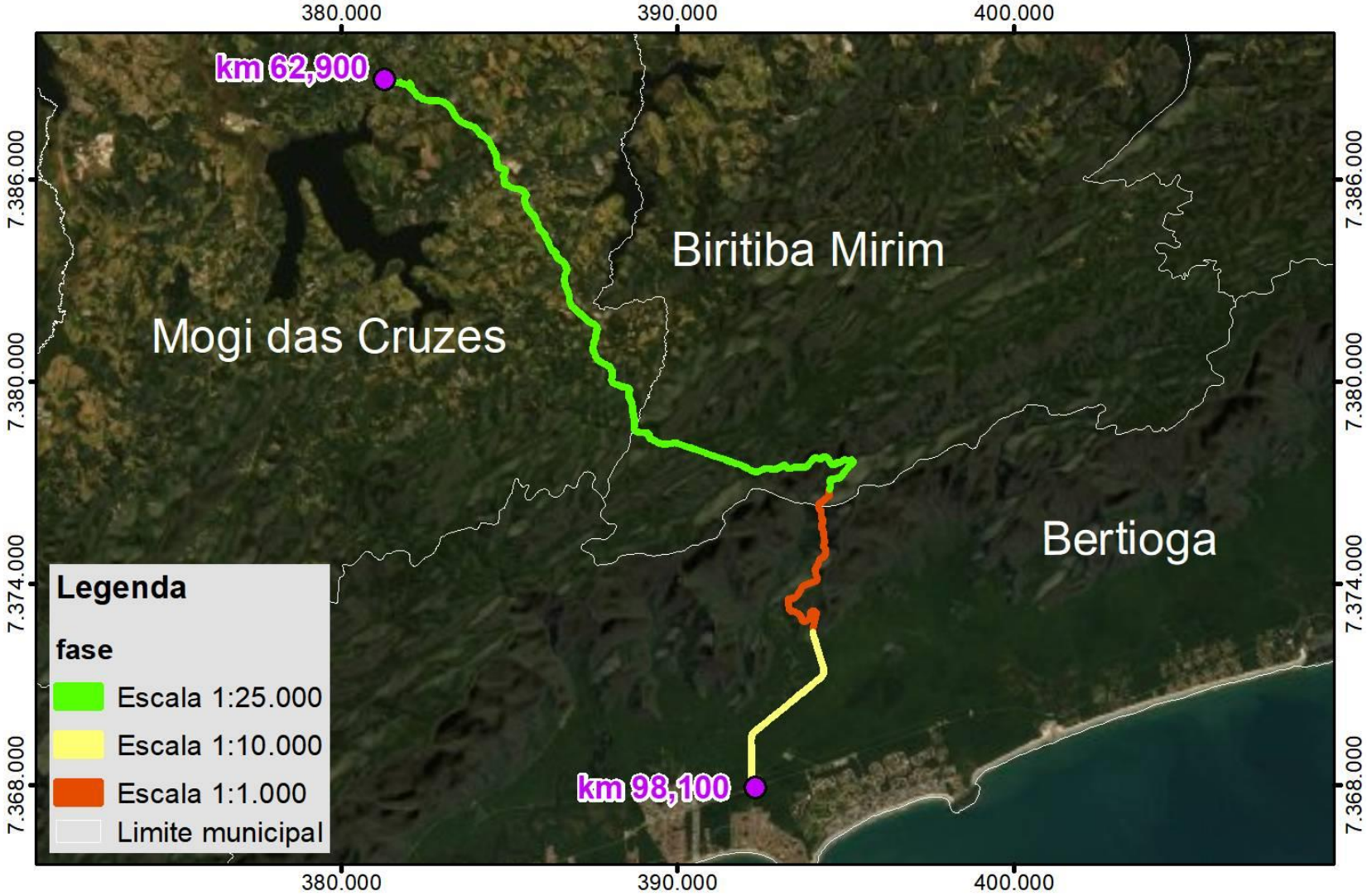


Figura 5-2. Unidades de Análise para classificação do Risco em detalhe da Região 1 – Rodovia Mogi-Bertioga, separadas por escala de origem do dado.
Fonte: Elaborado pelo Consórcio 4X044 no âmbito do desenvolvimento dos serviços contratados.

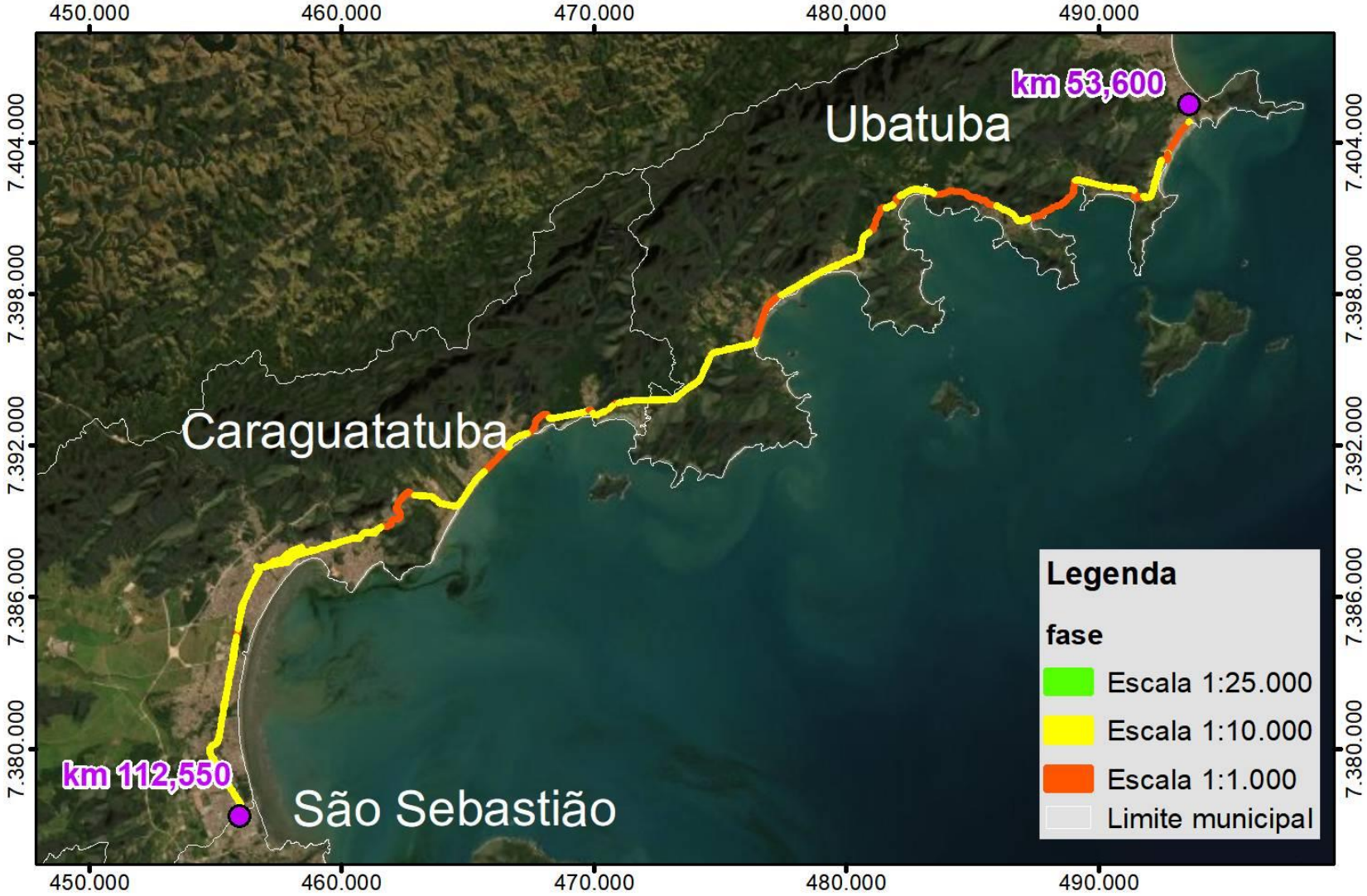


Figura 5-3. Unidades de Análise para classificação do Risco em detalhe da Região 2 – Caraguatatuba-Ubatuba, separadas por escala de origem do dado.
Fonte: Elaborado pelo Consórcio 4X044 no âmbito do desenvolvimento dos serviços contratados.

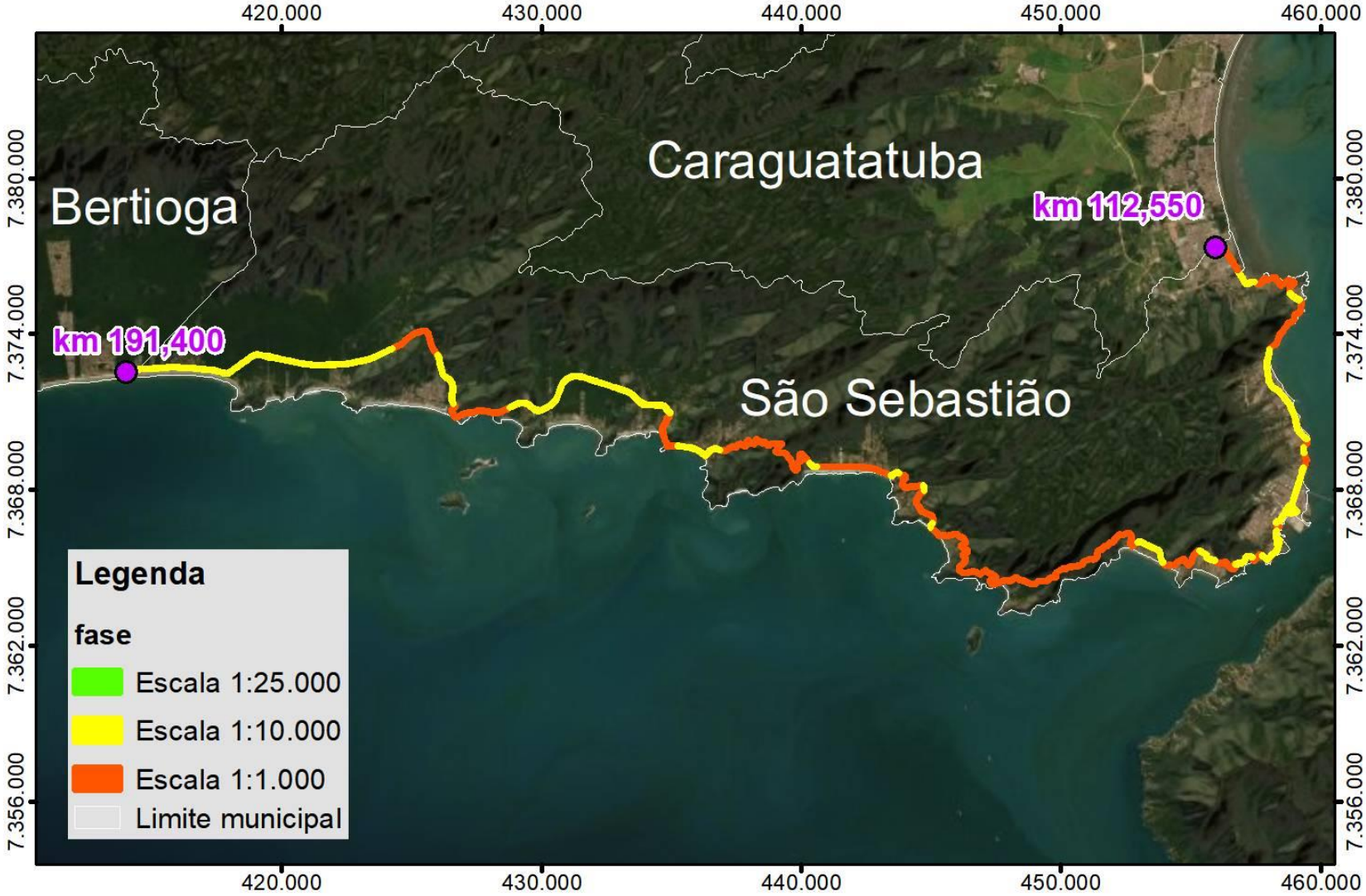


Figura 5-4. Unidades de Análise para classificação do Risco em detalhe da Região 3 – São Sebastião, separadas por escala de origem do dado. Fonte: Elaborado pelo Consórcio 4X044 no âmbito do desenvolvimento dos serviços contratados.

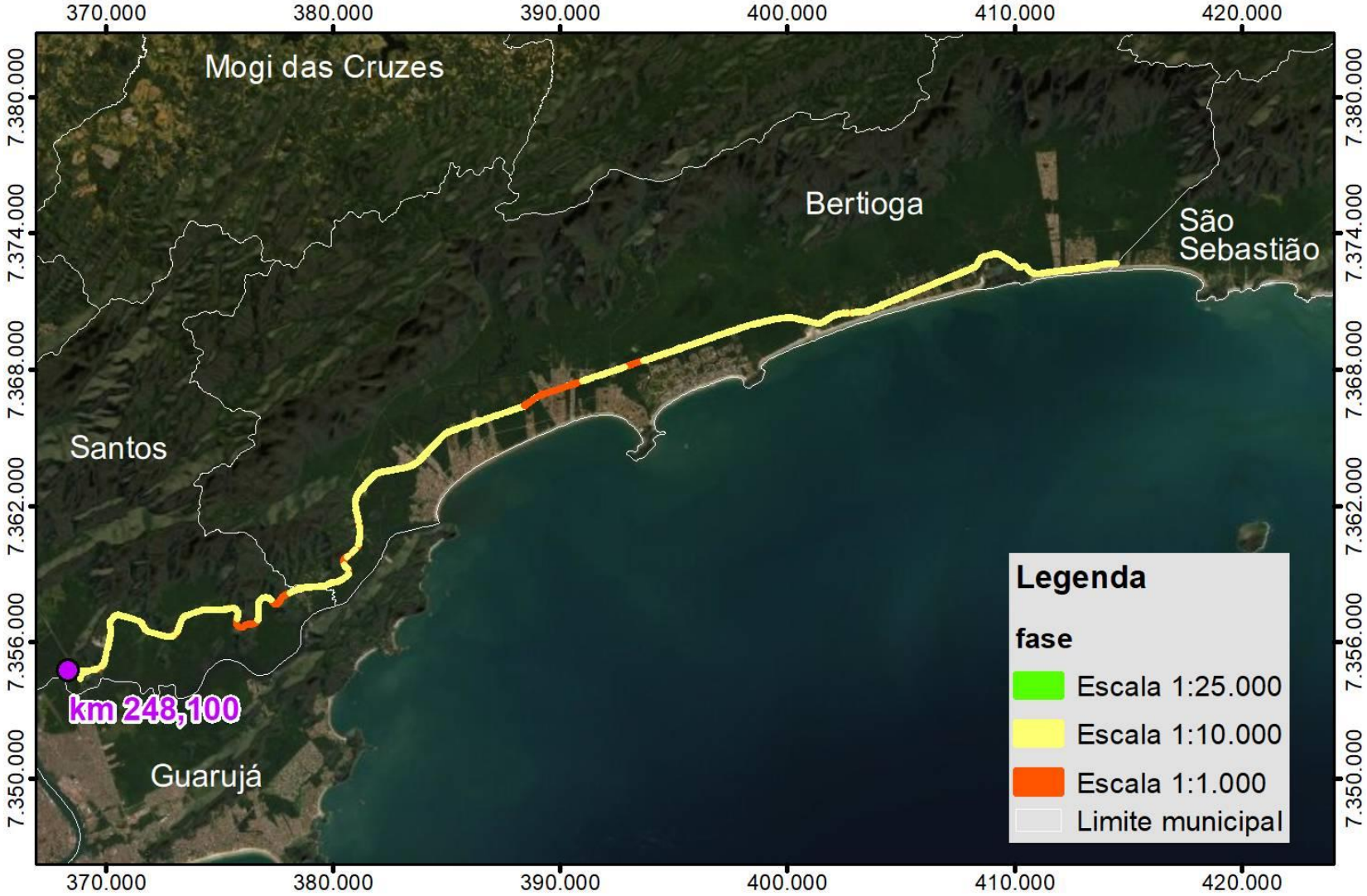


Figura 5-5. Unidades de Análise para classificação do Risco em detalhe da Região 4 – Santos-Bertioga, separadas por escala de origem do dado. Fonte: Elaborado pelo Consórcio 4X044 no âmbito do desenvolvimento dos serviços contratados.

5.1 DEFINIÇÃO DAS CLASSES DE RISCO NAS UNIDADES DE ANÁLISE

As variáveis Perigo e Risco estão relacionadas aos tipos de processos geodinâmicos para os quais as Unidades de Análise foram avaliadas e classificadas. Desta forma, para que a classificação de Risco fosse igual para todas as Unidades de Análise e adequada ao processo geodinâmico analisado, foi necessário realizar um processo de reclassificação, que visou homogeneizar a classificação do Risco nas 3 diferentes escalas de mapeamento que constituem a base de dados.

O processo de reclassificação para cada grupo de eventos geodinâmicos (geológicos ou hidrológicos) resultou em 5 níveis, e a variável de Risco resultante foi denominada Risco Analisado (RA), sendo:

- Risco Analisado Geológico (**RA_{GEO}**):
  - **$RA_{GEO}0$** – Risco Analisado Geológico Nulo a Quase Nulo
  - **$RA_{GEO}1$** – Risco Analisado Geológico Muito Baixo a Baixo
  - **$RA_{GEO}2$** – Risco Analisado Geológico Médio
  - **$RA_{GEO}3$** – Risco Analisado Geológico Alto
  - **$RA_{GEO}4$** – Risco Analisado Geológico Muito Alto
- Risco Analisado Hidrológico (RA_{HID}):
  - **$RA_{HID}0$** – Risco Analisado Hidrológico Nulo a Quase Nulo
  - **$RA_{HID}1$** – Risco Analisado Hidrológico Muito Baixo a Baixo
  - **$RA_{HID}2$** – Risco Analisado Hidrológico Médio
  - **$RA_{HID}3$** – Risco Analisado Hidrológico Alto
  - **$RA_{HID}4$** – Risco Analisado Hidrológico Muito Alto

O processo de reclassificação do Risco para homogeneização de classes, para cada grupo de processos geodinâmicos, está apresentado nos subitens a seguir.

O Risco Analisado resultante para cada grupo de evento geodinâmico, uma vez homogeneizado, possibilitou a análise da correlação entre o fenômeno e o as chuvas.

5.1.1 CLASSES DE RISCO DE EVENTOS GEOLÓGICOS NAS UNIDADES DE ANÁLISE

Para os eventos geológicos, o processo de homogeneização e reclassificação das variáveis de Risco, oriundas dos mapeamentos dos projetos dos contratos DER nº 20.088-8 e nº20.292-7, seguiu os seguintes procedimentos:

- Na escala 1:25.000 – O trecho da SP-098 que corresponde ao intervalo entre o km 62,900 e o km 86,100 foi mapeado apenas em escala 1:25.000, para a variável Perigo, nas Unidades de Análise UTB. Tal como explicado anteriormente, cada classe de Risco na Unidade de Análise desta escala é equivalente à classe de Perigo mapeada. Visando reduzir o número de classes de 6 para as 5 classes previstas, optou-se pela fusão das classes R1 – Risco Muito Baixo e R2 – Risco Baixo adequando, por fim, a classificação de Risco oriunda dos mapeamentos à classificação do Risco Analisado, como apresentado na **Tabela 5.1.1-1**;
- Na escala 1:10.000 – As Unidades de Análise e respectivas classes de Risco dos trechos das rodovias da área de estudo desta escala correspondem às UTBs dos trechos que não foram contemplados pela setorização de Risco na escala 1:1.000, bem como o trecho supracitado,

mapeado apenas na escala 1:25.000. Suas classes de Risco, tal como ocorreu para as Unidades de Análise da escala 1:25.000, tiveram seu número reduzido de 6 para as 5 classes previstas, com a fusão das classes R1 – Risco Muito Baixo e R2 – Risco Baixo e adequando a classificação de Risco oriunda dos mapeamentos à classificação do Risco Analisado (**Tabela 5.1.1-1**);

- Na escala 1:1.000 – O R_{ESC_MM} do Setor de Risco corresponde ao Risco aos processos de escorregamentos e movimentos de massa em geral, e foi reclassificado e adequado à classificação do Risco Analisado (**Tabela 5.1.1-1**), tal como ocorreu para as Unidades de Análise supracitadas.

Tabela 5.1.1-1. Sequência de homogeneização da classificação de Risco Analisado Geológico para as variáveis e classes oriundas dos mapeamentos de DER & IG (2020a e 2020b).

Origem do dado	Variável original	Variável de Risco	Variável de Risco Analisado
Mapeamento na escala 1:25.000	$P_{ESC}0$	$R_{ESC}0$	$RA_{GEO}0$
	$P_{ESC}1$	$R_{ESC}1$	$RA_{GEO}1$
	$P_{ESC}2$	$R_{ESC}2$	
	$P_{ESC}3$	$R_{ESC}2$	$RA_{GEO}2$
	$P_{ESC}4$	$R_{ESC}3$	$RA_{GEO}3$
	$P_{ESC}5$	$R_{ESC}4$	$RA_{GEO}4$
Mapeamento na escala 1:10.000	$R_{ESC}0$		$RA_{GEO}0$
	$R_{ESC}1$		$RA_{GEO}1$
	$R_{ESC}2$		
	$R_{ESC}3$		$RA_{GEO}2$
	$R_{ESC}4$		$RA_{GEO}3$
	$R_{ESC}5$		$RA_{GEO}4$
Mapeamento na escala 1:1.000	$R_{ESC\_MM}0$		$RA_{GEO}0$
	$R_{ESC\_MM}1$		$RA_{GEO}1$
	$R_{ESC\_MM}2$		$RA_{GEO}2$
	$R_{ESC\_MM}3$		$RA_{GEO}3$
	$R_{ESC\_MM}4$		$RA_{GEO}4$

A reclassificação do Risco nas Unidades de Análise em 5 classes permitiu que tais classes sejam interpretadas de maneira similar àquelas definidas por IG (2014a), como demonstrado na **Tabela 5.1.1-2**.

Tabela 5.1.1-2. Classes de Risco de escorregamento, erosão e solapamento de margens fluviais, correspondendo o Risco ao Risco Analisado (Adaptado de IG, 2014a).

RISCO	RISCO ANALISADO	CRITÉRIOS BÁSICOS E DESCRIÇÃO
-	**$RA_{GEO}0$ – NULO A QUASE NULO**	• Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor não têm potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos, erosão ou solapamento; • É a condição menos crítica; • O Perigo é nulo a quase nulo para eventos geológicos. Mantidas as condições existentes, não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período compreendido por uma estação chuvosa normal (no período de 1 ano).
R1 - BAIXO	**$RA_{GEO}1$ – BAIXO E MUITO BAIXO**	• Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de baixa potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos, erosão ou solapamento; • Não há evidência(s) de instabilidade de encostas ou indícios de desenvolvimento de processos erosivos ou de solapamento de margens de drenagens; • É a condição de baixa a muito baixa criticidade; • O Perigo é baixo e a Vulnerabilidade varia de baixa a média; Mantidas as condições existentes, não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período compreendido por uma estação chuvosa normal (no período de 1 ano).
R2 - MÉDIO	**$RA_{GEO}2$ - MÉDIO**	• Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de média potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos, erosão ou solapamento; • Observa-se incipiente presença de alguma(s) evidência(s) de instabilidade de encostas e/ou vertentes e de margens de drenagens. Os processos de instabilização estão em estágio inicial de desenvolvimento; • É a condição de mediana criticidade; • O Perigo é baixo e a Vulnerabilidade varia de alta a muito alta OU o Perigo é médio com a Vulnerabilidade variando de média a baixa OU o Perigo é alto com Vulnerabilidade baixa; Mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa normal (período de 1 ano).
R3 - ALTO	**$RA_{GEO}3$ - ALTO**	• Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos, erosão ou solapamento; • Observa-se a presença de significativa(s) evidência(s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, pequenas cicatrizes de escorregamentos, erosão laminar, sulcos em taludes e/ou vertentes, etc.); • Os processos de instabilização estão em pleno desenvolvimento, sendo necessário monitorar a sua evolução; • O Perigo é médio e a Vulnerabilidade varia de alta a muito alta OU o Perigo é alto com a Vulnerabilidade média OU o Perigo é muito alto com a Vulnerabilidade variando de média a baixa;

Tabela 5.1.1-2. Classes de Risco de escorregamento, erosão e solapamento de margens fluviais, correspondendo o Risco ao Risco Analisado (Adaptado de IG, 2014a).

RISCO	RISCO ANALISADO	CRITÉRIOS BÁSICOS E DESCRIÇÃO
		Mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa (período de 1 ano).
R4 - MUITO ALTO	**RA_{GEO}4 - MUITO ALTO**	• Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no local são de muito alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos, erosão ou solapamento; • As evidências de instabilidade (como trincas no solo e/ou em moradias ou em estruturas de contenção; degraus de abatimento em taludes ou terreno; trincas em moradias ou em muros de contenção; árvores ou postes inclinados; cicatrizes de escorregamento; feições de erosão laminar, sulcos em taludes e/ou vertentes; afloramento do lençol freático, com a presença de boçoroca; proximidade da(s) moradia(s) em relação aos processos e/ou em relação à margem de córregos, etc.) são expressivas e estão presentes em grande número ou magnitude; • Os processos de instabilização encontram-se em avançado estágio de desenvolvimento; • É a condição mais crítica, em muitos casos sendo impossível monitorar a evolução do processo, dado o seu elevado estágio de desenvolvimento; • O Perigo é muito alto a alto e a Vulnerabilidade varia entre muito alta a alta; Mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa (período de 1 ano).

5.1.2 CLASSES DE RISCO DE EVENTOS HIDROLÓGICOS NAS UNIDADES DE ANÁLISE

No processo de mapeamento dos eventos hidrológicos dos contratos DER nº 20.088-8 e nº20.292-7, a seleção das áreas-alvo para o mapeamento na escala 1:1.000 considerou os resultados do mapeamento nas escalas 1:25.000 e 1:10.000, associados à ocorrência ou recorrência de eventos, de acordo com os apontamentos da atualização do Cadastro de Eventos Geodinâmicos promovida para os projetos. Desta forma, os resultados do mapeamento na escala de detalhe apontam apenas a ocorrência do evento, expressa pela associação da classe de Risco R1 – Baixo, em um Setor de Risco. O Risco hidrológico nas escalas 1:25.000 e 1:10.000 está associado à análise dos fatores fisiográficos e de uso e ocupação que indicam uma maior predisposição ao Risco em uma Unidade de Análise sem, necessariamente, estar associado ao registro de ocorrência ou recorrência de eventos geodinâmicos em um local.

Procurando obter um melhor nível de equivalência entre as classes de Risco aos processos hidrológicos, a ocorrência ou recorrência de eventos em uma Unidade de Análise foi utilizada como variável auxiliar na reclassificação do Risco para estes processos. Desta maneira, foram adotados os seguintes procedimentos para a reclassificação e homogeneização do Risco das Unidades de Análise:

- Nas escalas 1:25.000 e 1:10.000 – O procedimento para a reclassificação do Risco nas Unidades de Análise destas escalas foi feito segundo os seguintes passos, ilustrados na **Tabela 5.1.2-1**:
    - 1º passo - Para as classes de Risco ou Perigo iguais ou superiores à $P_{INUG}1$ ou $R_{INUG}1$, oriunda do mapeamento nas escalas 1:25.000 e 1:10.000, o Risco é classificado como Baixo, visando associar apenas sua probabilidade de ocorrência na Unidade de Análise. Quando o Risco ou Perigo é igual à $P_{INUG}0$ ou $R_{INUG}0$, sua classificação é equivalente à $R_{INUG}0$;
    - 2º passo - Quando o Cadastro de Eventos Geodinâmicos (Produto 2) não apontar ocorrências na Unidade de Análise, o Risco é reclassificado para Risco Analisado Hidrológico $RA_{HID}1$;
    - 3º passo - Quando o Cadastro de Eventos Geodinâmicos (Produto 2) apontar 1 ocorrência ou recorrências na Unidade de Análise, o Risco é reclassificado para Risco Analisado Hidrológico $RA_{HID}2$;

- Na escala 1:1.000 – O R_{INU_PC} indica a ocorrência de eventos hidrológicos no Setor de Risco mapeado, verificada em campo. No processo de mapeamento, a seleção de área-alvo considerou a ocorrência ou recorrência de eventos, enquanto as vistorias em campo verificaram níveis de atingimento iguais ou inferiores a 0,40 m, correspondentes ao $R_{INU\_PC}1$ da metodologia de FERNANDES DA SILVA et al (2014). Desta forma, nas Unidades de Análise desta escala, para as quais há, minimamente, uma ocorrência verificada, o Risco foi reclassificado de $R_{INU\_PC}1$ para $RA_{HID}3$, correspondente a uma classe de Risco Analisado Hidrológico Alto, e indicando a necessidade de monitoramento em períodos chuvosos. Uma vez que a metodologia de FERNANDES DA SILVA et al (2014) não possibilita a existência de uma classe de Risco $R_{INU\_PC}0$ como resultado do processo de mapeamento, tal classe foi atribuída apenas para os Setores de Risco em que há ocorrência, apenas, de processos geológicos (**Tabela 5.1.2-1**).

Tabela 5.1.2-1. Sequência de homogeneização da classificação de Risco Analisado Hidrológico para as variáveis e classes oriundas dos mapeamentos de DER & IG (2020a e 2020b).

Origem do dado	Variável original	Variável de Risco	Registros de ocorrências / recorrências de eventos	Variável de Risco Analisado
Mapeamento na escala 1:25.000	$P_{INUG}0$	$R_{INUG}0$	-	$RA_{HID}0$
	$P_{INUG}1$	$R_{INUG}1$	0	$RA_{HID}1$
	$P_{INUG}2$			
	$P_{INUG}3$			
	$P_{INUG}4$			
	$P_{INUG}5$			
	$P_{INUG}0$	$R_{INUG}0$	-	$RA_{HID}0$
	$P_{INUG}1$	$R_{INUG}1$	≥ 1	$RA_{HID}2$
	$P_{INUG}2$			
	$P_{INUG}3$			
	$P_{INUG}4$			
	$P_{INUG}5$			
Mapeamento na escala 1:10.000	$R_{INUG}0$	$R_{INUG}0$	-	$RA_{HID}0$
	$R_{INUG}1$	$R_{INUG}1$	0	$RA_{HID}1$
	$R_{INUG}2$			
	$R_{INUG}3$			
	$R_{INUG}4$			
	$R_{INUG}5$			
	$R_{INUG}0$	$R_{INUG}0$	-	$RA_{HID}0$
	$R_{INUG}1$	$R_{INUG}1$	≥ 1	$RA_{HID}2$
	$R_{INUG}2$			
	$R_{INUG}3$			
	$R_{INUG}4$			
	$R_{INUG}5$			
Mapeamento na escala 1:1.000	-	-	-	$RA_{HID}0$
	$R_{INU\_PC}1$	$R_{INU\_PC}1$	≥ 1	$RA_{HID}3$
			Diversos, associados à observação de destruição do pavimento e infraestrutura	$RA_{HID}4$

Tal como ocorrido para o Risco aos eventos geológicos, a reclassificação do Risco nas Unidades de Análise em 5 classes permitiu interpretá-las com condições similares àquelas definidas em ANDRADE et al (2012) e adequadas para o contexto das rodovias, como demonstrado na **Tabela 5.1.2-2**.

Tabela 5.1.2-2. Classes de Risco Analisado de inundações e processos correlatos (adaptado de ANDRADE et al, 2012.

RISCO ANALISADO	CRITÉRIOS BÁSICOS E DESCRIÇÃO
$RA_{HID}0$ – NULO A QUASE NULO	• O setor não apresenta condições potenciais para o desenvolvimento inundações e processos correlatos; • Não há registro da ocorrência de pelo menos 1 (um) evento de inundações ou processos correlatos nos últimos 10 anos.
$RA_{HID}1$ – BAIXO E MUITO BAIXO	• O setor pode apresentar condições potenciais para o desenvolvimento de inundações e processos correlatos; • Os eventos de inundações ou processos correlatos são muito pouco frequentes, em geral, não tendo sido registrada a ocorrência de pelo menos 1 (um) evento nos últimos 10 anos.
$RA_{HID}2$ - MÉDIO	• O setor apresenta condições potenciais para o desenvolvimento de inundações e processos correlatos: localização em áreas de vale e de baixada (várzeas), proximidade das vias em relação aos cursos de água; • Os eventos de inundações ou processos correlatos são moderadamente frequentes, em geral, tendo sido registrada a ocorrência de 1 (um) ou mais eventos nos últimos 10 anos.
$RA_{HID}3$ - ALTO	• As condições verificadas no setor são favoráveis ao desenvolvimento de inundações e processos correlatos: localização em áreas de vale e de baixada (várzeas), proximidade das vias em relação aos cursos de água; • Ocorrência dos processos verificada em mapeamento de detalhe para Setorização de Risco; • Os eventos de inundações ou processos correlatos são frequentes, tendo sido registrada a ocorrência de 1 (um) ou mais eventos significativos nos últimos 10 anos.
$RA_{HID}4$ - MUITO ALTO	• As condições verificadas no setor são muito favoráveis ao desenvolvimento de inundações e processos correlatos: localização em áreas de vale e de baixada (várzeas), grande proximidade das vias em relação aos cursos de água; • Ocorrência dos processos verificada em mapeamento de detalhe para Setorização de Risco, tendo sido observada destruição do pavimento de infraestrutura da via; • A frequência dos eventos de inundações ou processos correlatos é elevada, tendo sido registrada a ocorrência de diversos eventos significativos nos últimos 10 anos.

5.2 CORRELAÇÃO ENTRE RISCO AOS EVENTOS GEODINÂMICOS ANALISADO E CHUVAS

Ao analisar a correlação entre o Risco Analisado (RA) aos eventos geológicos e hidrológicos e as ocorrências de chuvas ao longo da área de estudo, notou-se a necessidade de representar a variável de Risco resultante desta correlação. Desta forma, optou-se por denominar a variável resultante desta análise como Risco Dinâmico (RD), buscando traduzir a alternância entre classes resultante da variação dos índices de intensidade ou acumulação de chuvas e auxiliando na gestão dos níveis de alerta e de medidas de gestão ou de intervenção das UBAs nas rodovias.

A correlação entre as chuvas e os eventos geodinâmicos, apresentada no Produto 03, permite que os as ocorrências de chuvas deflagradoras sejam avaliadas em tempo real, possibilitando a adequação da classe de Risco de cada Unidade de Análise às chuvas incidentes ou previstas, elevando ou rebaixando a classe com base em patamares pré-estabelecidos para estas correlações, como, por exemplo, a acumulação e a intensidade das chuvas, cuja combinação compõem o CPC. O Risco variável resultante desta avaliação foi, então, denominado Risco Dinâmico (RD), que é entendido como resultante da **Equação 5.2-1**:

Equação 5.2-1

$$RD = RA \times ICC$$

da qual formam-se

$$RD_{GEO} = RA_{GEO} \times ICC_{GEO}$$

$$RD_{HID} = RA_{HID} \times ICC_{HID}$$

Onde:

- **RD** = Risco Dinâmico, sendo $\mathbf{RD_{GEO}}$ para os eventos geológicos e $\mathbf{RD_{HID}}$ para os eventos hidrológicos;
- **RA** = Risco Analisado, sendo $\mathbf{RA_{GEO}}$ para os eventos geológicos e $\mathbf{RA_{HID}}$ para os eventos hidrológicos;
- **ICC** = Índice de correlação com chuvas, sendo $\mathbf{ICC_{GEO}}$ para os eventos geológicos e $\mathbf{ICC_{HID}}$ para os eventos hidrológicos, onde:
  - Para o $\mathbf{ICC_{GEO}}$, corresponde à Faixa de CPC específica da região sob análise;
  - Para o $\mathbf{ICC_{HID}}$, corresponde à Faixa de Probabilidade de ocorrência de eventos hidrológicos na região sob análise.

Tal como ocorre para o Risco Analisado (RA), o Risco Dinâmico é classificado conforme relação a seguir:

- $\mathbf{RD_{GEO/HID}0}$ – Risco Dinâmico Nulo a Quase Nulo;
- $\mathbf{RD_{GEO/HID}1}$ – Risco Dinâmico Muito Baixo a Baixo;
- $\mathbf{RD_{GEO/HID}2}$ – Risco Dinâmico Médio;
- $\mathbf{RD_{GEO/HID}3}$ – Risco Dinâmico Alto;
- $\mathbf{RD_{GEO/HID}4}$ – Risco Dinâmico Muito Alto;

5.2.1 CORRELAÇÃO ENTRE O RISCO AOS EVENTOS GEOLÓGICOS ANALISADO E AS CHUVAS

A **Tabela 5.2.1-1** apresenta uma matriz de correlação para atribuir o Risco Dinâmico (RD_{GEO}) para cada Unidade de Análise avaliada, correspondendo o RA_{GEO} analisado à uma faixa de ICC_{GEO}, definida para cada Região de abrangência avaliada. Cada uma destas faixas é definida por um intervalo de CPC (Coeficiente de Precipitação Crítica), obtido a partir da equação que define a curva de correlação para uma pluviometria acumulada de 96 h e de intensidade de chuvas registrada por hora.

Assim, quando intensidade das chuvas e a pluviometria acumulada caracterizam um $ICC_{GEO}0$ (Faixa 0, que compreende valores de 0 a < 1) entende-se que os RA_{GEO} deve ser considerado Nulo ou Quase Nulo ($RD_{GEO}0$), uma vez que não há expectativa de índices de chuvas que atinjam os limiares necessários para a deflagração de eventos geológicos. Da mesma forma, quando as condições de chuvas em uma Região atingem a Faixa 1 ($ICC_{GEO}1$), o RD_{GEO} iguala-se ao RA_{GEO}, indicando que as chuvas registradas são suficientes para iniciar a deflagração de eventos geológicos isolados naquela região. Situações de intensidade de chuvas e pluviometrias acumuladas sejam extremas, em que são excedidos os limiares superiores do modelo ($ICC_{GEO}4$), entende-se que há a possibilidade de ocorrência de múltiplos eventos geológicos.

5.2.2 CORRELAÇÃO ENTRE O RISCO AOS EVENTOS HIDROLÓGICOS ANALISADO E AS CHUVAS

Para o Risco aos eventos hidrológicos, a melhor correlação obtida foi em relação à probabilidade de ocorrência (deflagração) de eventos em função dos índices de chuvas acumuladas em 24 h. A **Tabela 5.2.2-1** apresenta a matriz de correlação para obtenção do Risco Dinâmico (RD_{HID}) para cada Unidade de Análise avaliada, correspondendo o RA_{HID} analisado à uma faixa de ICC_{HID}, definida para cada Região de abrangência avaliada. Enquanto o Risco Dinâmico Geológico é decorrente da Faixa em que o CPC calculado se encontra, o Risco Dinâmico Hidrológico (RD_{HID}) é estabelecido pelos intervalos de probabilidade de ocorrência. Observando-se os dados disponíveis, foi definido que as chuvas acumuladas em 24 h cuja probabilidade de deflagração é inferior a 10% podem ser admitidas como chuvas em que a expectativa para a ocorrência de eventos é suficientemente pequena para que o Risco Dinâmico seja considerado Nulo ou Quase Nulo ($RD_{HID}0$). Em condições em que as chuvas atingem limiares em que a probabilidade de ocorrência de eventos é superior a 10%, entende-se que a expectativa de ocorrência de eventos é suficiente para que o RD_{HID} seja diferente de $RD_{HID}0$, gradando até seus limites superiores.

Tabela 5.2.1-1. Classes de Risco Dinâmico resultantes da correlação entre a classe de Risco Analisado (RA) e a Faixa de Índice de Correlação com Chuvas (ICC) para os eventos Geológicos.

Região	Coeficiente de Precipitação Crítica da Região (CPC)								
	Faixa 0 ($ICC_{GEO}0$)		Faixa 1 ($ICC_{GEO}1$)		Faixa 2 ($ICC_{GEO}2$)		Faixa 3 ($ICC_{GEO}3$)		Faixa 4 ($ICC_{GEO}4$)
	De	Até	De	Até	De	Até	De	Até	A partir de
1 SP-098 - Mogi-Bertioga	0	< 1	1	3	> 3	6	> 6	15	> 15
2 SP-055 - Caraguatatuba-Ubatuba	0	< 1	1	6	> 6	12	> 12	24	> 24
3 SP-055 - São Sebastião	0	< 1	1	8	> 8	16	> 16	24	> 24
4 SP-055 - Santos-Bertioga	0	< 1	1	4	> 4	8	> 8	16	> 16

Risco Analisado	Risco Dinâmico				
$RA_{GEO}0$	$RD_{GEO}0$	$RD_{GEO}0$	$RD_{GEO}0$	$RD_{GEO}0$	$RD_{GEO}0$
$RA_{GEO}1$	$RD_{GEO}0$	$RD_{GEO}1$	$RD_{GEO}2$	$RD_{GEO}3$	$RD_{GEO}4$
$RA_{GEO}2$	$RD_{GEO}0$	$RD_{GEO}2$	$RD_{GEO}3$	$RD_{GEO}4$	$RD_{GEO}4$
$RA_{GEO}3$	$RD_{GEO}0$	$RD_{GEO}3$	$RD_{GEO}4$	$RD_{GEO}4$	$RD_{GEO}4$
$RA_{GEO}4$	$RD_{GEO}0$	$RD_{GEO}4$	$RD_{GEO}4$	$RD_{GEO}4$	$RD_{GEO}4$

Tabela 5.2.2-1. Classes de Risco Dinâmico resultantes da correlação entre a classe de Risco Analisado (RA) e a Faixa de Índice de Correlação com Chuvas (ICC) para os eventos Hidrológicos.

Região	Probabilidade de Ocorrência de Eventos Hidrológicos								
	Faixa 0 ($ICC_{HID}0$) 0% a 10%		Faixa 1 ($ICC_{HID}1$) > 10% a 25%		Faixa 2 ($ICC_{HID}2$) > 25% a 50%		Faixa 3 ($ICC_{HID}3$) > 50% a 75%		Faixa 4 ($ICC_{HID}4$) > 75% a 100%
	Intensidade Pluviométrica (24h)								
	De	Até	De	Até	De	Até	De	Até	A partir de
1 SP-098 - Mogi-Bertioga	0	110	> 110	160	> 160	200	> 200	280	> 280
2 SP-055 - Caraguatatuba-Ubatuba	0	70	> 70	80	> 80	120	> 120	143	> 143
3 SP-055 - São Sebastião	0	60	> 60	85	>85	110	> 110	126	> 126
4 SP-055 - Santos-Bertioga	0	150	> 450	200	> 200	230	> 230	300	> 300

Risco Analisado	Risco Dinâmico				
$RA_{HID}0$	$RD_{HID}0$	$RD_{HID}0$	$RD_{HID}0$	$RD_{HID}0$	$RD_{HID}0$
$RA_{HID}1$	$RD_{HID}0$	$RD_{HID}1$	$RD_{HID}2$	$RD_{HID}3$	$RD_{HID}4$
$RA_{HID}2$	$RD_{HID}0$	$RD_{HID}2$	$RD_{HID}3$	$RD_{HID}4$	$RD_{HID}4$
$RA_{HID}3$	$RD_{HID}0$	$RD_{HID}3$	$RD_{HID}4$	$RD_{HID}4$	$RD_{HID}4$
$RA_{HID}4$	$RD_{HID}0$	$RD_{HID}4$	$RD_{HID}4$	$RD_{HID}4$	$RD_{HID}4$

5.3 RESULTADOS OBTIDOS – PRODUTO 04

A Análise do Risco elaborada para os eventos geológicos e hidrológicos foi resultante de dois processos: a reclassificação para homogeneização de classes de Risco para as Unidades de Análise; e a definição da correlação entre o Risco e a ocorrência de chuvas.

Os resultados obtidos para a reclassificação do Risco aos processos geológicos estão sintetizados na **Tabela 5.3-1**. A maior parte das Unidades de Análise foram classificadas como $RA_{GEO}1$ (48,95%), seguidas pelas Unidades de Análise de Risco $RA_{GEO}4$ (17,43%), $RA_{GEO}3$ (15,70%), $RA_{GEO}2$ (13,10%), e $RA_{GEO}0$ (4,82%), respectivamente. A Região que tem a maior quantidade de Unidade de Análise com Risco classificado como $RA_{GEO}4$ foi a de São Sebastião, com cerca de 10% do total.

Tabela 5.3-1. Síntese dos resultados obtidos para a reclassificação do Risco para Risco Analisado aos processos geológicos.

Escala e Unidade de Análise	Região	Classe do Risco Analisado	Unidades de Análise	
1:25.000 (UTB)	1 Rodovia Mogi-Bertioga	$RA_{GEO}0$ - Nulo ou Quase Nulo	19	2,35%
		$RA_{GEO}1$ - Muito Baixo e Baixo	11	1,36%
		$RA_{GEO}2$ - Médio	10	1,24%
		$RA_{GEO}3$ - Alto	4	0,49%
		$RA_{GEO}4$ - Muito Alto	19	2,35%
	Subtotal escala 1:25.000		**63**	**7,79%**
1:10.000 (UTB)	1 Rodovia Mogi-Bertioga	RA_{GEO} 1 - Muito Baixo e Baixo	11	1,36%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	RA_{GEO} 1 - Muito Baixo e Baixo	97	11,99%
		RA_{GEO} 2 - Médio	1	0,12%
	3 São Sebastião	RA_{GEO} 1 - Muito Baixo e Baixo	103	12,73%
	4 Santos-Bertioga	RA_{GEO} 1 - Muito Baixo e Baixo	123	15,20%
	Subtotal escala 1:10.000		**335**	**41,41%**
1:1.000 (SR)	1 Rodovia Mogi-Bertioga	RA_{GEO} 2 - Médio	16	1,98%
		RA_{GEO} 3 - Alto	14	1,73%
		RA_{GEO} 4 - Muito Alto	7	0,87%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	RA_{GEO} 0 - Nulo ou Quase Nulo	8	0,99%
		RA_{GEO} 1 - Muito Baixo e Baixo	10	1,24%
		RA_{GEO} 2 - Médio	11	1,36%
		RA_{GEO} 3 - Alto	28	3,46%
		RA_{GEO} 4 - Muito Alto	33	4,08%
	3 São Sebastião	RA_{GEO} 0 - Nulo ou Quase Nulo	7	0,87%
		RA_{GEO} 1 - Muito Baixo e Baixo	33	4,08%
		RA_{GEO} 2 - Médio	63	7,79%
		RA_{GEO} 3 - Alto	69	8,53%
		RA_{GEO} 4 - Muito Alto	80	9,89%
	4 Santos-Bertioga	RA_{GEO} 0 - Nulo ou Quase Nulo	5	0,62%
		RA_{GEO} 1 - Muito Baixo e Baixo	8	0,99%
		RA_{GEO} 2 - Médio	5	0,62%
		RA_{GEO} 3 - Alto	12	1,48%
		RA_{GEO} 4 - Muito Alto	2	0,25%
	Subtotal escala 1:1.000		**411**	**50,80%**
Total			**809**	**100,00%**

Para os processos hidrológicos, os resultados obtidos para a reclassificação do Risco estão sintetizados na **Tabela 5.3-2**. As Unidades de Análise de Risco Analisado $RA_{HID}0$ (54,51%) e $RA_{HID}1$ (41,41%), representam mais de 95% das unidades da área de estudo, sendo os cerca de

4% restantes classificados como $RA_{HID}2$ e $RA_{HID}3$, respectivamente. A Região que tem a maior quantidade de Unidade de Análise com Risco classificado como $RA_{HID}3$ é a de Caraguatatuba-Ubatuba, com menos de 1% do total. No entanto, a Região com o maior número de Unidades de Análise sujeita a alguma classe de Risco Analisado Hidrológico é a de Santos-Bertioga, com 127 Unidades de Análise (15,70% do total de Unidades de Análise), seguida por São Sebastião, com 107 (13,23%), Caraguatatuba-Ubatuba, com 104 (12,86%) e, por fim, Mogi-Bertioga, com 30 (3,71%). Como esperado, observa-se que as regiões em que a SP-055 está inserida estão mais sujeitas à ocorrência de eventos hidrológicos que a região que abrange a SP-098.

Tabela 5.3-2. Síntese dos resultados obtidos para a reclassificação do Risco para Risco Analisado aos processos hidrológicos.

Escala e Unidade de Análise	Região	Classe do Risco Analisado	Quantidade de Unidades de Análise	
1:25.000 (UTB)	1 Rodovia Mogi-Bertioga	$RA_{HID}0$ - Nulo ou Quase Nulo	44	5,44%
		RA_{HID} 1 - Muito Baixo e Baixo	19	2,35%
	Subtotal escala 1:25.000		**63**	**7,79%**
1:10.000 (UTB)	1 Rodovia Mogi-Bertioga	RA_{HID} 1 - Muito Baixo e Baixo	11	1,36%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	RA_{HID} 1 - Muito Baixo e Baixo	89	11,00%
		RA_{HID} 2 - Médio	9	1,11%
	3 São Sebastião	RA_{HID} 1 - Muito Baixo e Baixo	99	12,24%
		RA_{HID} 2 - Médio	4	0,49%
	4 Santos-Bertioga	RA_{HID} 1 - Muito Baixo e Baixo	117	14,46%
		RA_{HID} 2 - Médio	6	0,74%
	Subtotal escala 1:10.000		**335**	**41,41%**
1:1.000 (SR)	1 Rodovia Mogi-Bertioga	RA_{HID} 0 - Nulo ou Quase Nulo	37	4,57%
	2 Caraguatatuba-Ubatuba	RA_{HID} 0 - Nulo ou Quase Nulo	84	10,38%
		RA_{HID} 3 - Alto	6	0,74%
	3 São Sebastião	RA_{HID} 0 - Nulo ou Quase Nulo	248	30,66%
		RA_{HID} 3 - Alto	4	0,49%
	4 Santos-Bertioga	RA_{HID} 0 - Nulo ou Quase Nulo	28	3,46%
		RA_{HID} 3 - Alto	4	0,49%
	Subtotal escala 1:1.000		**411**	**50,80%**
Total			**809**	**100,00%**

Com a definição das classes de Risco Analisado para cada Unidade de Análise, é possível realizar a análise do Risco Dinâmico em cenários propostos, permitindo-se a observação da variação das classes de Risco, conforme definidos nas **Tabelas 5.2.1-1** e **5.2.2-1**.

Desta forma, para que fosse possível exemplificar como ocorre a variação do Risco Dinâmico, propôs-se, para os eventos geológicos, um cenário de chuvas com intensidade de 50 mm / h e pluviosidade acumulada de 150 mm / 96 h. O resultado deste cenário proposto está apresentado na **Tabela 5.3-3**, e sua variação desde o cenário de Risco Analisado ao Risco Dinâmico resultante está apresentado nas **Figuras 5.3-1** a **5.3-10**.

Para os eventos hidrológicos, a variação do Risco Dinâmico foi analisada em um cenário proposto de pluviosidade acumulada de 100 mm / 24 h. O resultado deste cenário proposto está apresentado na **Tabela 5.3-4**, e sua variação desde o cenário de Risco Analisado ao Risco Dinâmico resultante está apresentado nas **Figuras 5.3-11** a **5.3-20**.

Tabela 5.3-3. Classes de Risco Dinâmico para o cenário proposto, com chuvas de intensidade de 50 mm / h e pluviosidade acumulada de 150 mm / 96 h. As Faixas resultantes para o cenário proposto estão com as células assinaladas em azul.

Região	Coeficiente de Precipitação Crítica da Região (CPC)								
	Faixa 0 ($ICC_{GEO}0$)		Faixa 1 ($ICC_{GEO}1$)		Faixa 2 ($ICC_{GEO}2$)		Faixa 3 ($ICC_{GEO}3$)		Faixa 4 ($ICC_{GEO}4$)
	De	Até	De	Até	De	Até	De	Até	A partir de
1 SP-098 - Mogi-Bertioga	0	< 1	1	3	> 3	6	> 6	15	> 15
2 SP-055 - Caraguatatuba-Ubatuba	0	< 1	1	6	> 6	12	> 12	24	> 24
3 SP-055 - São Sebastião	0	< 1	1	8	> 8	16	> 16	24	> 24
4 SP-055 - Santos-Bertioga	0	< 1	1	4	> 4	8	> 8	16	> 16

Risco Analisado	Risco Dinâmico				
$RA_{GEO}0$	$RD_{GEO}0$	$RD_{GEO}0$	$RD_{GEO}0$	$RD_{GEO}0$	$RD_{GEO}0$
$RA_{GEO}1$	$RD_{GEO}0$	$RD_{GEO}1$	$RD_{GEO}2$	$RD_{GEO}3$	$RD_{GEO}4$
$RA_{GEO}2$	$RD_{GEO}0$	$RD_{GEO}2$	$RD_{GEO}3$	$RD_{GEO}4$	$RD_{GEO}4$
$RA_{GEO}3$	$RD_{GEO}0$	$RD_{GEO}3$	$RD_{GEO}4$	$RD_{GEO}4$	$RD_{GEO}4$
$RA_{GEO}4$	$RD_{GEO}0$	$RD_{GEO}4$	$RD_{GEO}4$	$RD_{GEO}4$	$RD_{GEO}4$

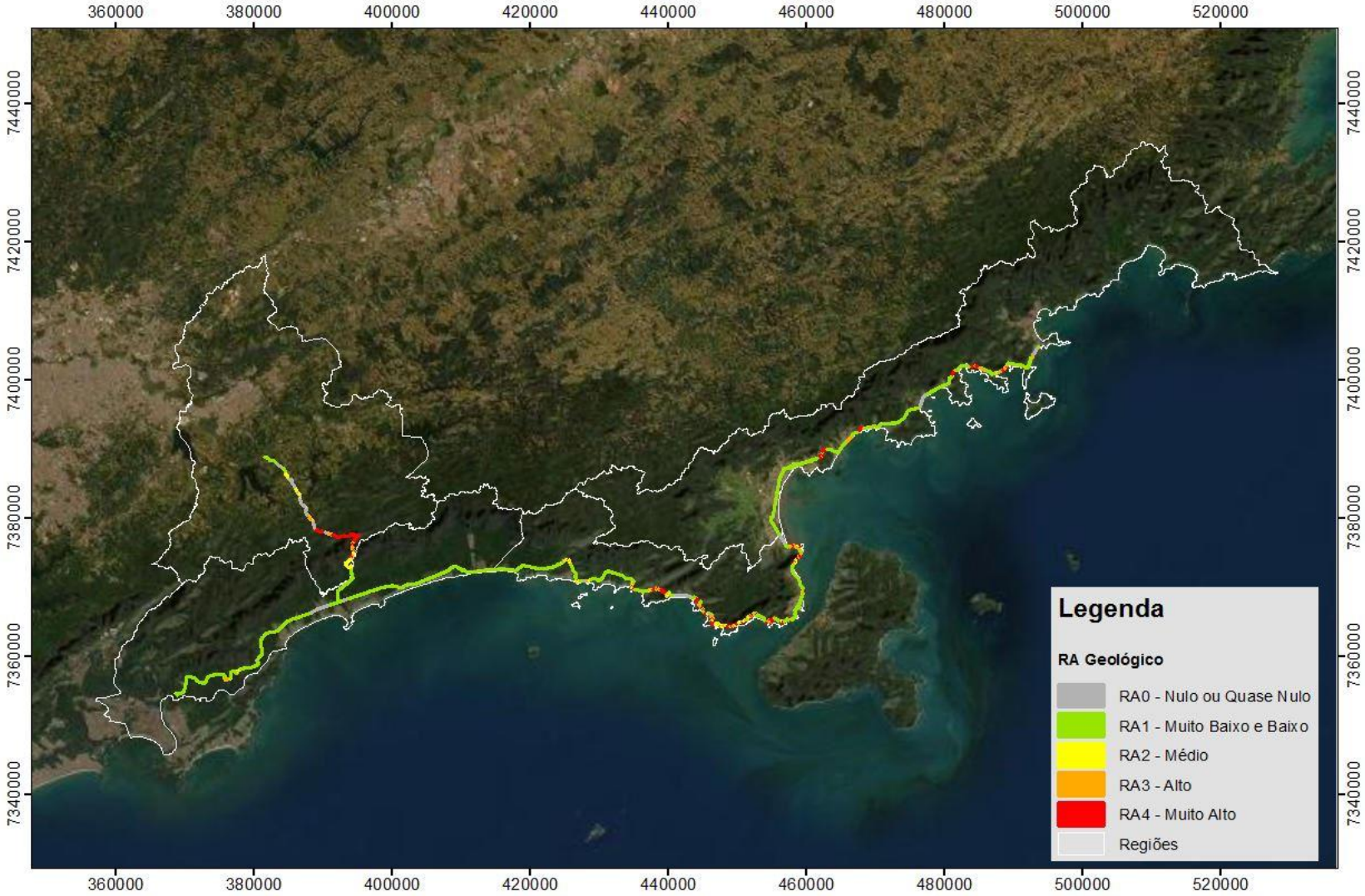


Figura 5.3-1. Situação do Risco Analisado (RA_{GEO}) nas Unidades de Análise na área de estudo, em cenário sem chuvas. Fonte: Elaborado pelo Consórcio 4X044 no âmbito do desenvolvimento dos serviços contratados.

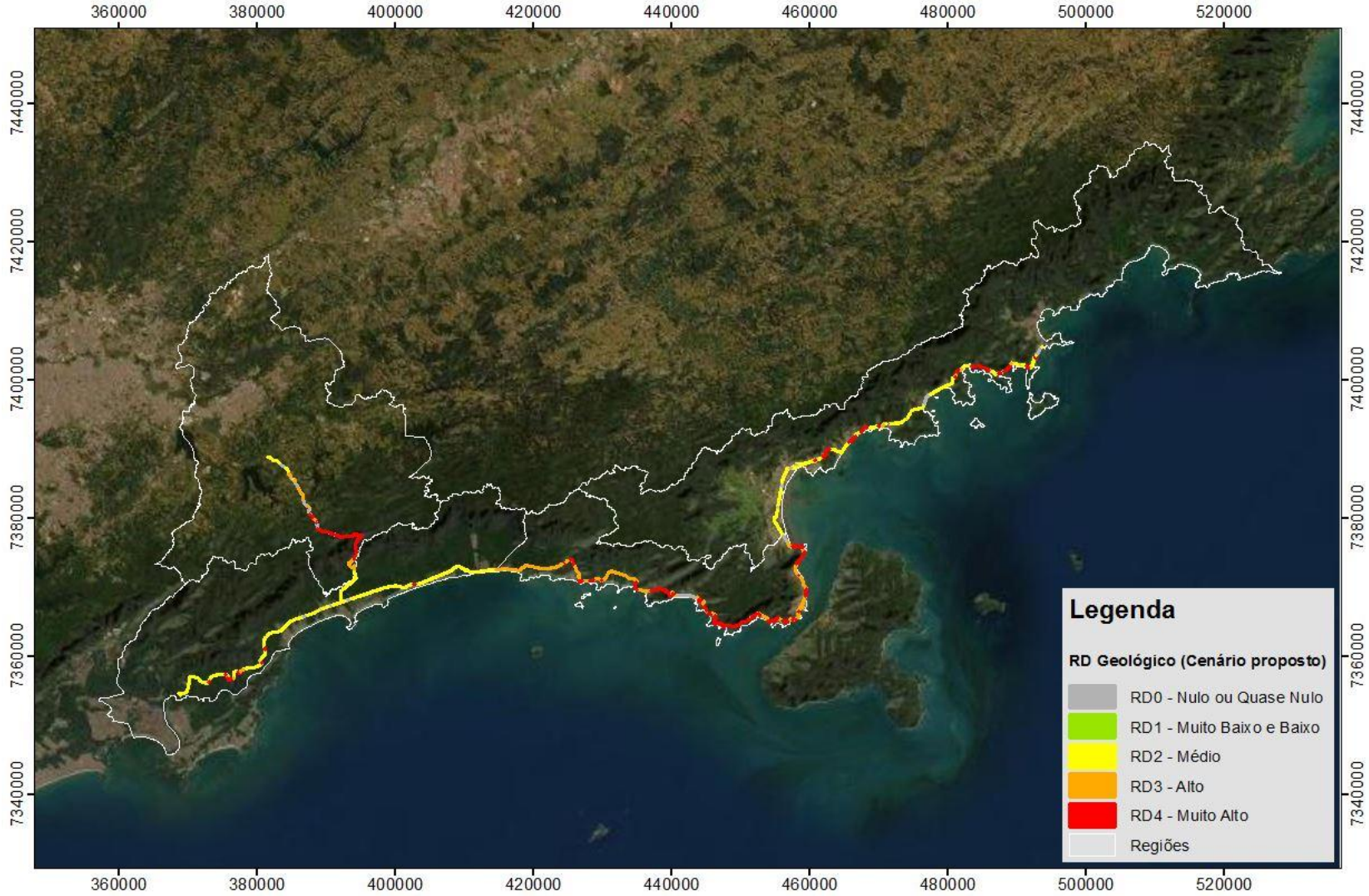


Figura 5.3-2. Situação do Risco Dinâmico (RD_{GEO}) nas Unidades de Análise na área de estudo, em cenário de chuvas com intensidade de 50 mm / h e pluviosidade acumulada de 150 mm / 96 h. Fonte: Elaborado pelo Consórcio 4X044 no âmbito do desenvolvimento dos serviços contratados.

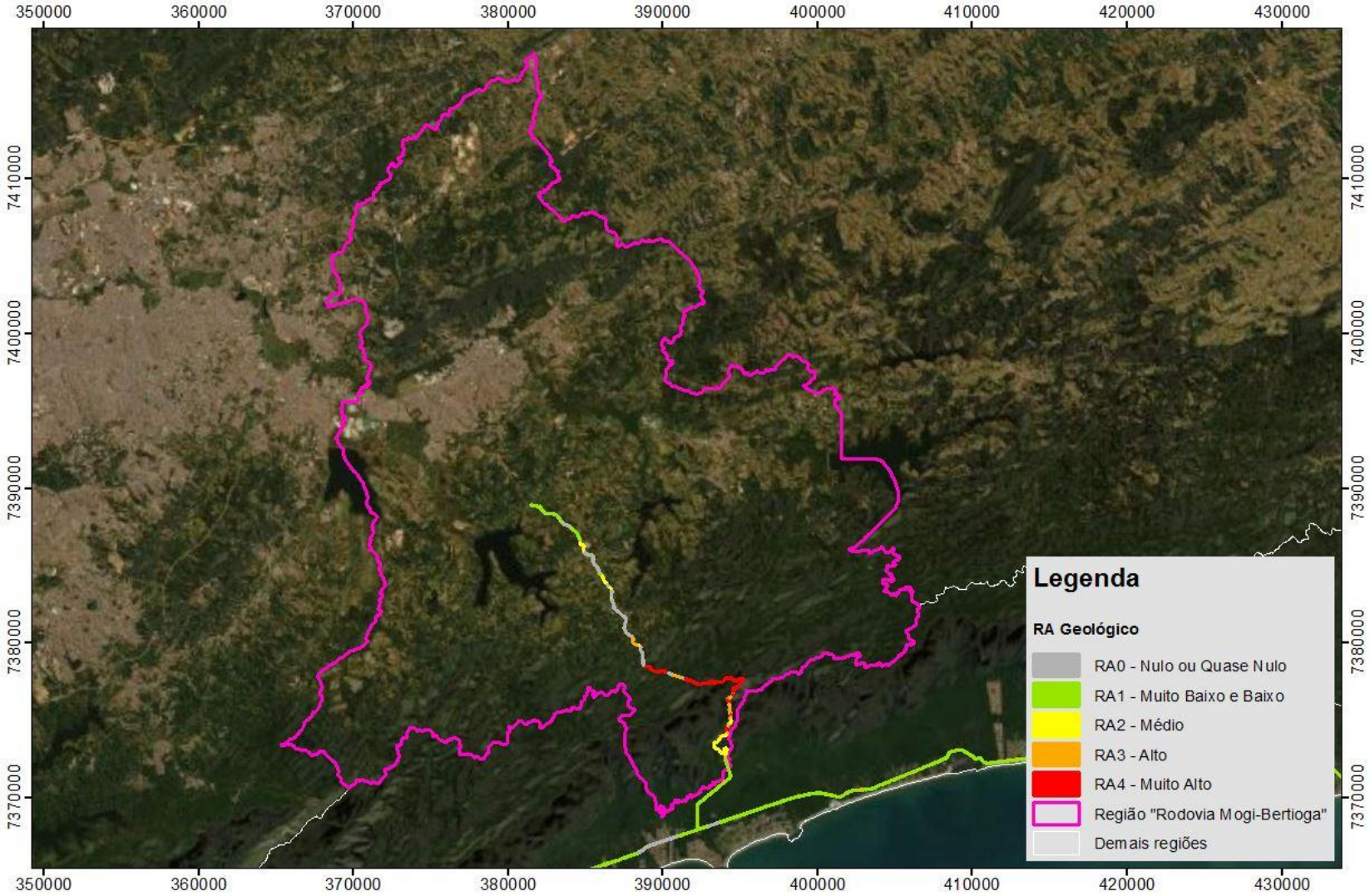


Figura 5.3-3. Situação do Risco Analisado (RA_{GEO}) nas Unidades de Análise na Região 1 da área de estudo, em cenário sem chuvas. Fonte: Elaborado pelo Consórcio 4X044 no âmbito do desenvolvimento dos serviços contratados.

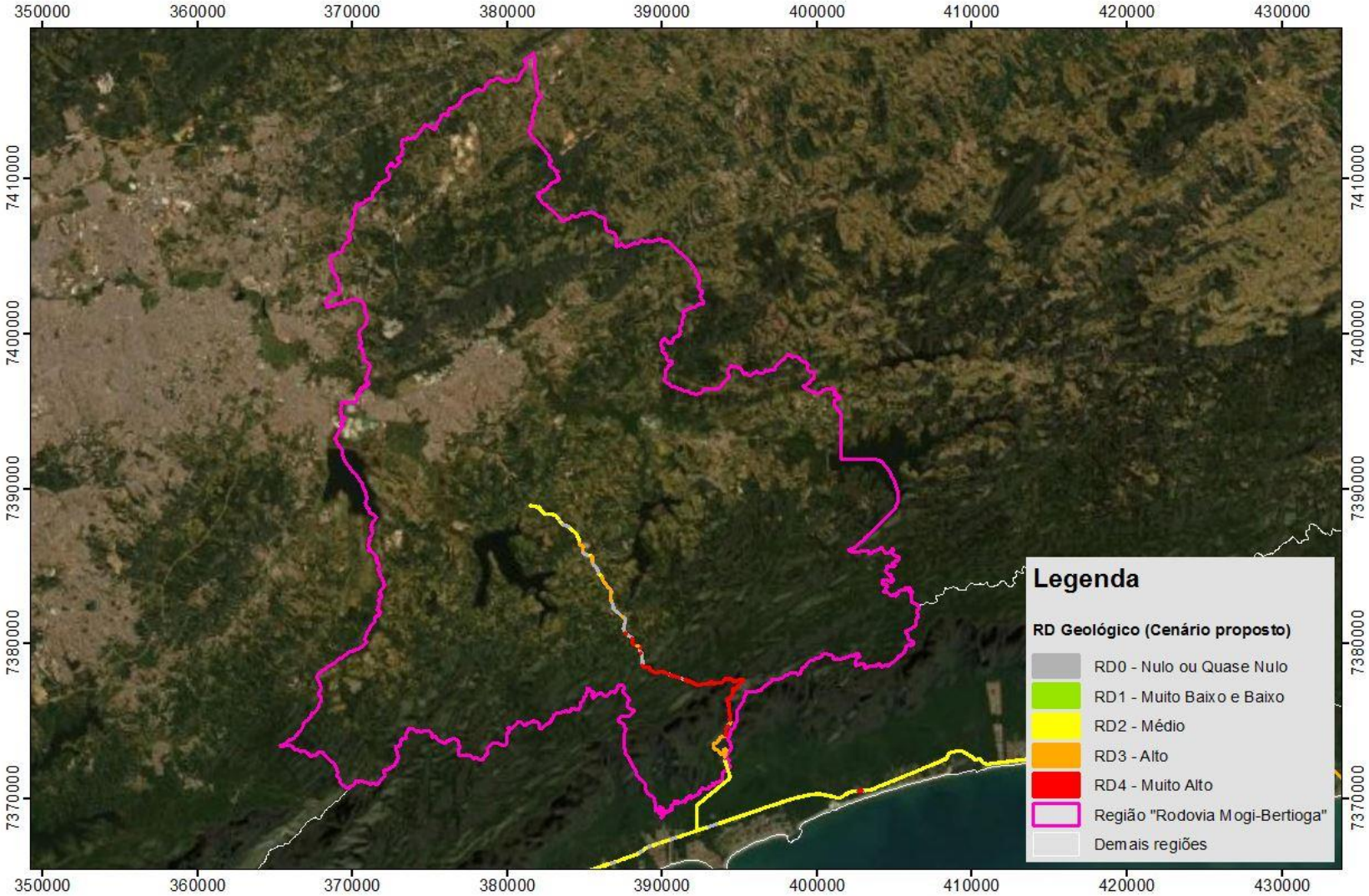


Figura 5.3-4. Situação do Risco Dinâmico (RD_{GEO}) nas Unidades de Análise na Região 1 da área de estudo, em cenário de chuvas com intensidade de 50 mm / h e pluviosidade acumulada de 150 mm / 96 h. Fonte: Elaborado pelo Consórcio 4X044 no âmbito do desenvolvimento dos serviços contratados.

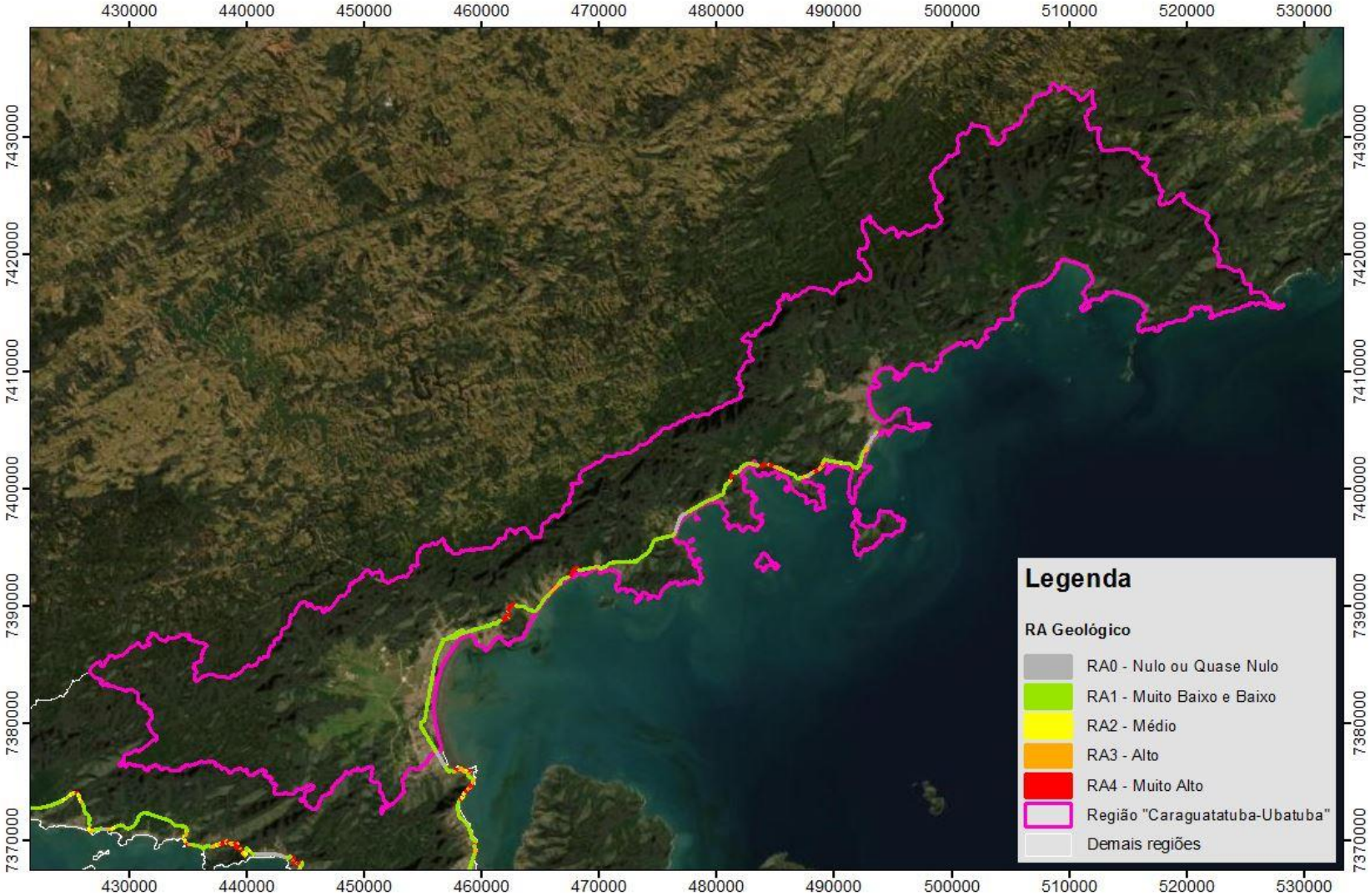


Figura 5.3-5. Situação do Risco Analisado (RA_{GEO}) nas Unidades de Análise na Região 2 da área de estudo, em cenário sem chuvas. Fonte: Elaborado pelo Consórcio 4X044 no âmbito do desenvolvimento dos serviços contratados.

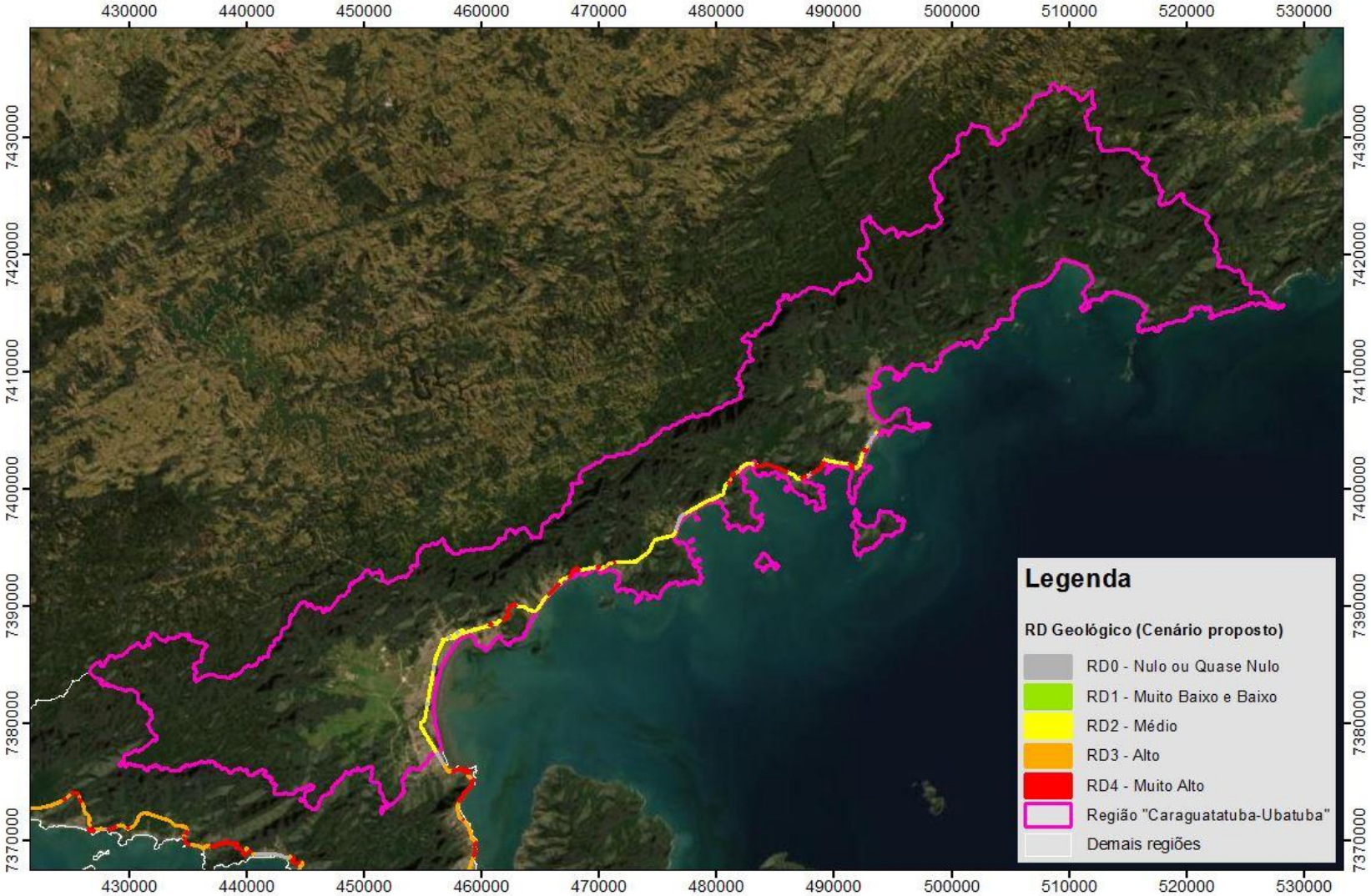


Figura 5.3-6. Situação do Risco Dinâmico (RD_{GEO}) nas Unidades de Análise na Região 2 da área de estudo, em cenário de chuvas com intensidade de 50 mm / h e pluviosidade acumulada de 150 mm / 96 h. Fonte: Elaborado pelo Consórcio 4X044 no âmbito do desenvolvimento dos serviços contratados.

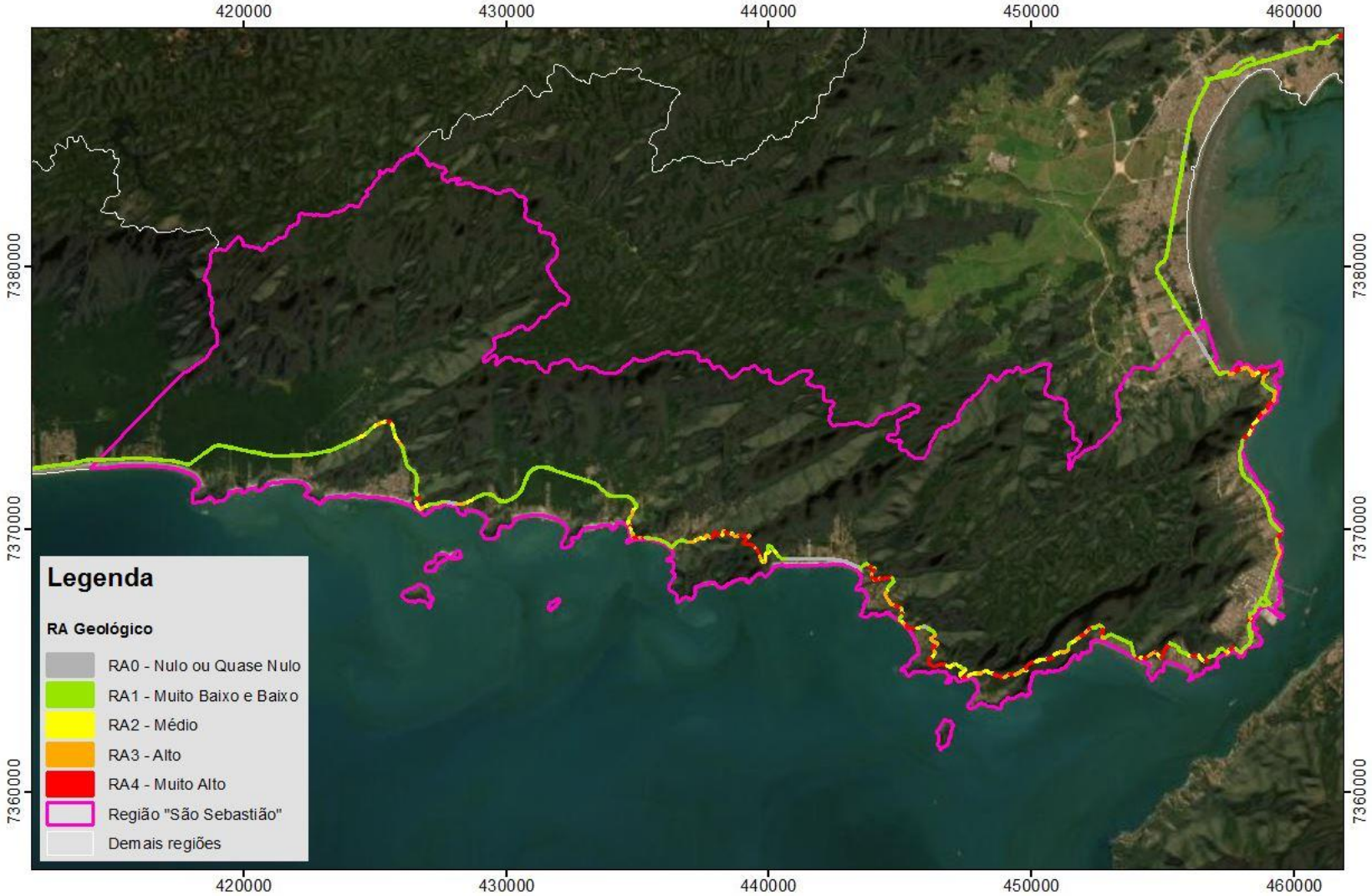


Figura 5.3-7. Situação do Risco Analisado (RA_{GEO}) nas Unidades de Análise na Região 3 da área de estudo, em cenário sem chuvas. Fonte: Elaborado pelo Consórcio 4X044 no âmbito do desenvolvimento dos serviços contratados.

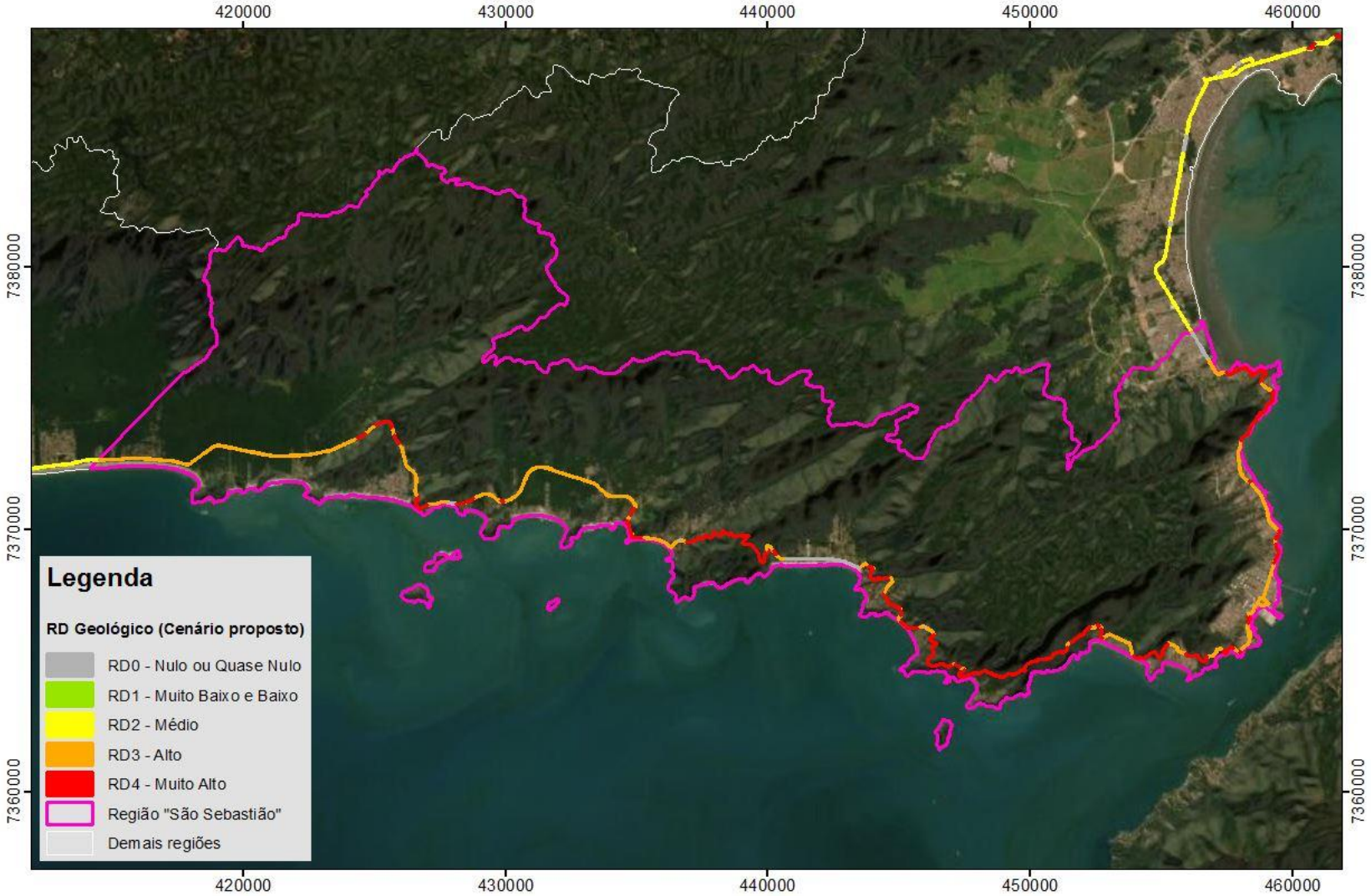


Figura 5.3-8. Situação do Risco Dinâmico (RD_{GEO}) nas Unidades de Análise na Região 3 da área de estudo, em cenário de chuvas com intensidade de 50 mm / h e pluviosidade acumulada de 150 mm / 96 h. Fonte: Elaborado pelo Consórcio 4X044 no âmbito do desenvolvimento dos serviços contratados.

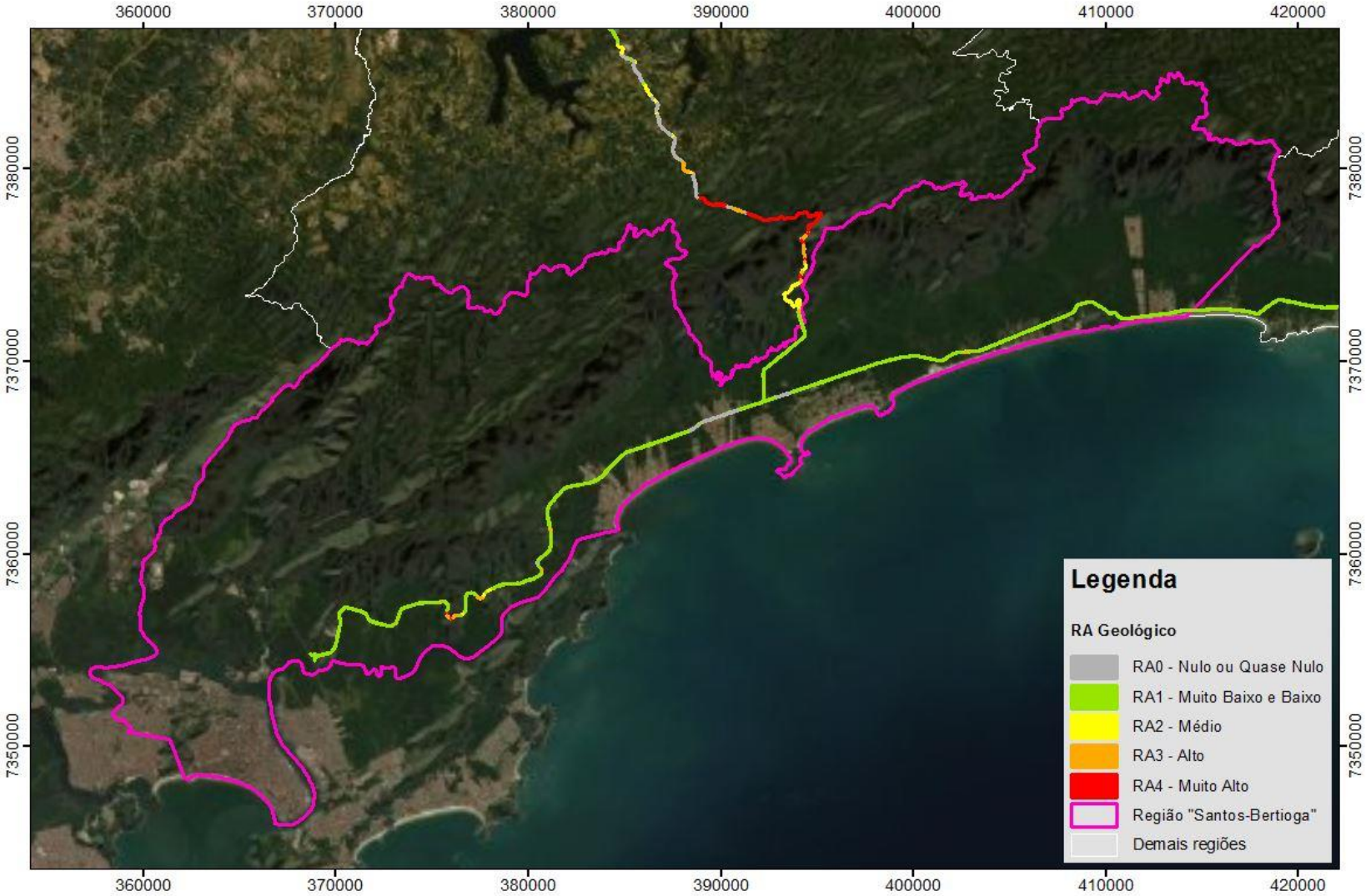


Figura 5.3-9. Situação do Risco Analisado (RA_{GEO}) nas Unidades de Análise na Região 4 da área de estudo, em cenário sem chuvas. Fonte: Elaborado pelo Consórcio 4X044 no âmbito do desenvolvimento dos serviços contratados.

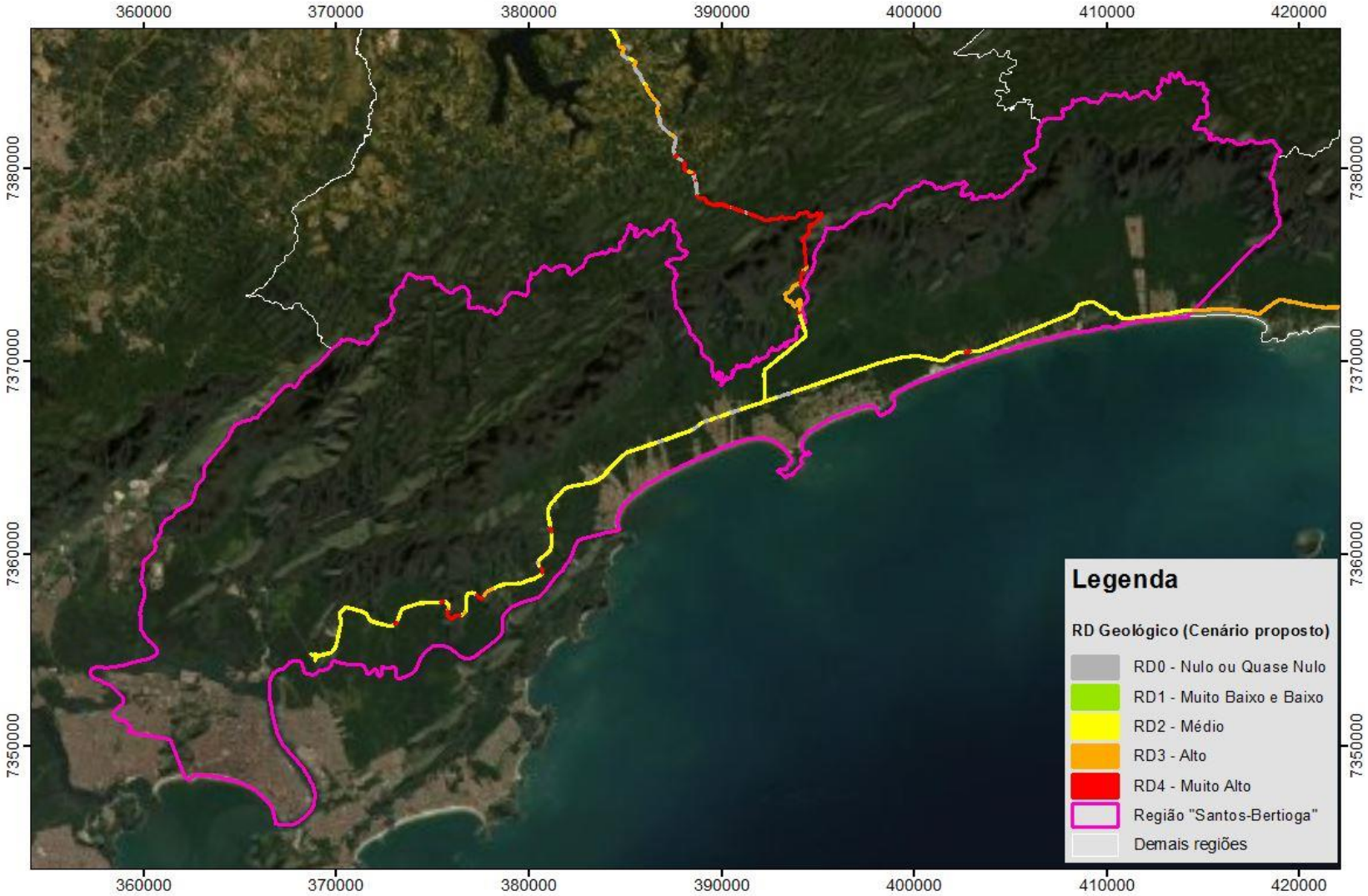


Figura 5.3-10. Situação do Risco Dinâmico (RD_{GEO}) nas Unidades de Análise na Região 4 da área de estudo, em cenário de chuvas com intensidade de 50 mm / h e pluviosidade acumulada de 150 mm / 96 h. Fonte: Elaborado pelo Consórcio 4X044 no âmbito do desenvolvimento dos serviços contratados.

Tabela 5.3-4. Classes de Risco Dinâmico para o cenário proposto, com pluviosidade acumulada de 100 mm / 24 h. As Faixas resultantes para o cenário proposto estão com as células assinaladas em azul.

Região	Probabilidade de Ocorrência de Eventos Hidrológicos								
	Faixa 0 ($ICC_{HID}0$) 0% a 10%		Faixa 1 ($ICC_{HID}1$) > 10% a 25%		Faixa 2 ($ICC_{HID}2$) > 25% a 50%		Faixa 3 ($ICC_{HID}3$) > 50% a 75%		Faixa 4 ($ICC_{HID}4$) > 75% a 100%
	Intensidade Pluviométrica (24h)								
	De	Até	De	Até	De	Até	De	Até	A partir de
1 SP-098 - Mogi-Bertioga	0	110	> 110	160	> 160	200	> 200	280	> 280
2 SP-055 - Caraguatatuba-Ubatuba	0	70	> 70	80	> 80	120	> 120	143	> 143
3 SP-055 - São Sebastião	0	60	> 60	85	>85	110	> 110	126	> 126
4 SP-055 - Santos-Bertioga	0	150	> 150	200	> 200	230	> 230	300	> 300

Risco Analisado	Risco Dinâmico				
$RA_{HID}0$	$RD_{HID}0$	$RD_{HID}0$	$RD_{HID}0$	$RD_{HID}0$	$RD_{HID}0$
$RA_{HID}1$	$RD_{HID}0$	$RD_{HID}1$	$RD_{HID}2$	$RD_{HID}3$	$RD_{HID}4$
$RA_{HID}2$	$RD_{HID}0$	$RD_{HID}2$	$RD_{HID}3$	$RD_{HID}4$	$RD_{HID}4$
$RA_{HID}3$	$RD_{HID}0$	$RD_{HID}3$	$RD_{HID}4$	$RD_{HID}4$	$RD_{HID}4$
$RA_{HID}4$	$RD_{HID}0$	$RD_{HID}4$	$RD_{HID}4$	$RD_{HID}4$	$RD_{HID}4$

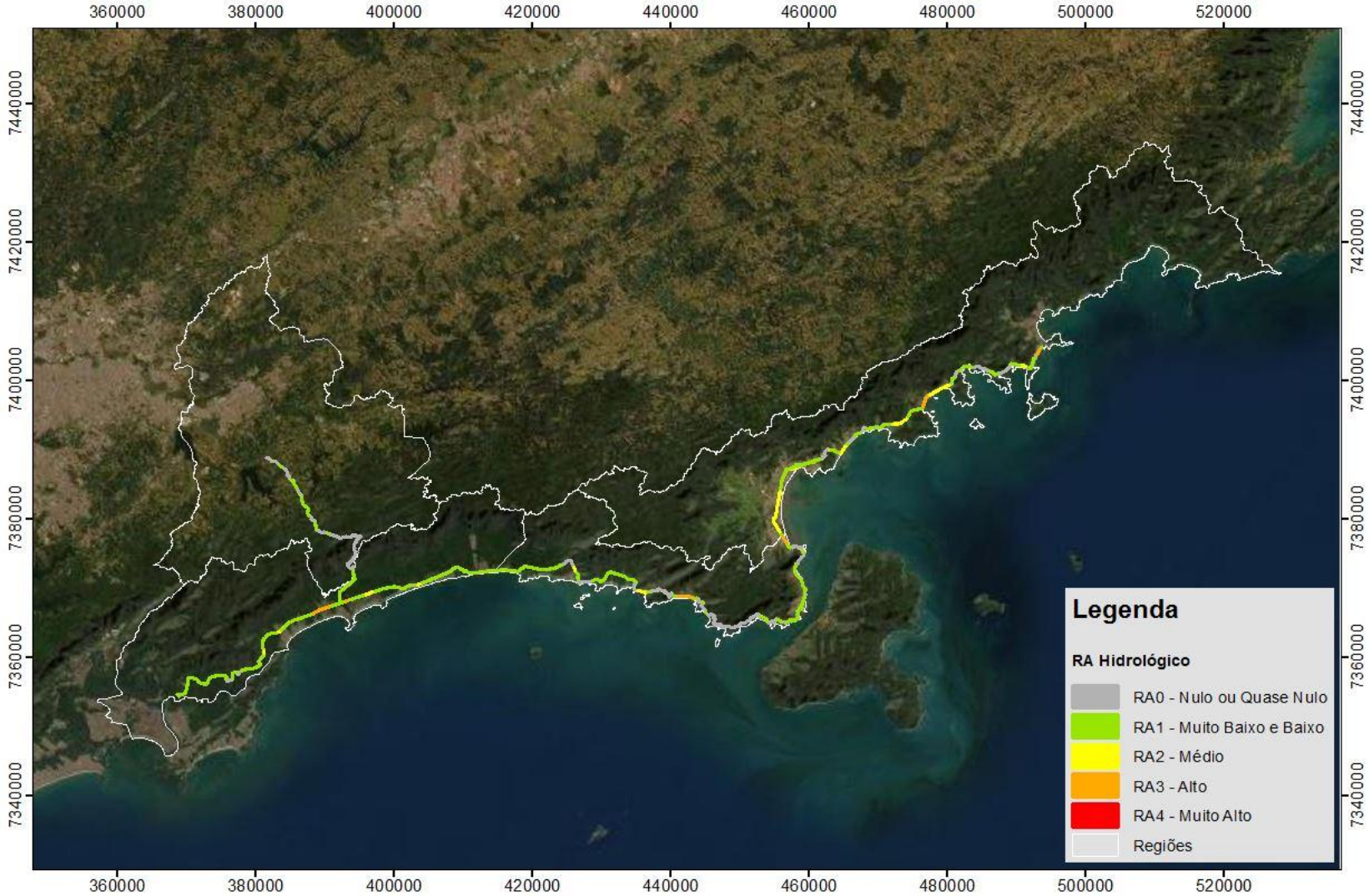


Figura 5.3-11. Situação do Risco Analisado (RA_{HID}) nas Unidades de Análise na área de estudo, em cenário sem chuvas. Fonte: Elaborado pelo Consórcio 4X044 no âmbito do desenvolvimento dos serviços contratados.

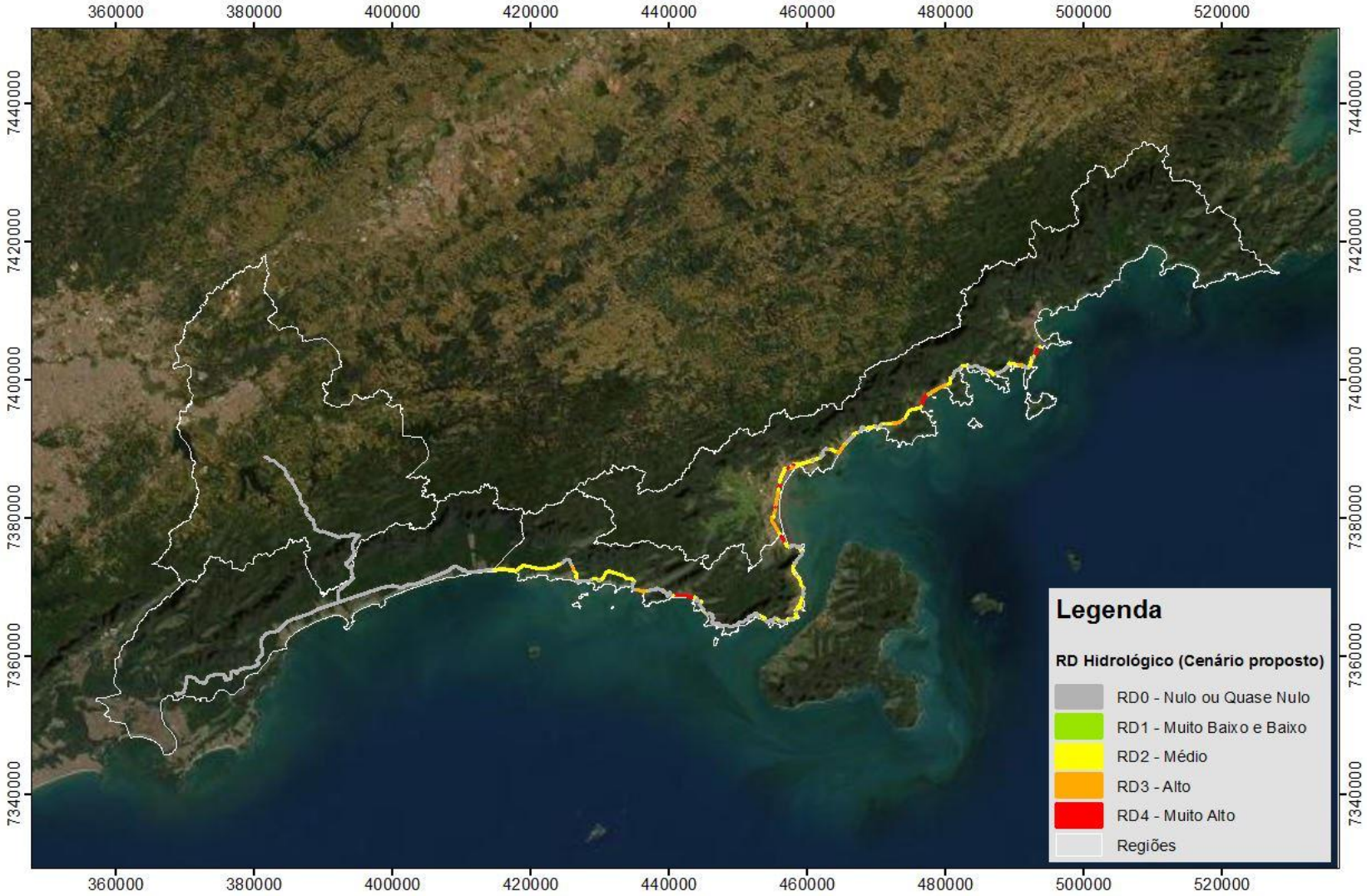


Figura 5.3-12. Situação do Risco Dinâmico (RD_{HID}) nas Unidades de Análise na área de estudo, em cenário com pluviosidade acumulada de 100 mm / 24 h. Fonte: Elaborado pelo Consórcio 4X044 no âmbito do desenvolvimento dos serviços contratados.

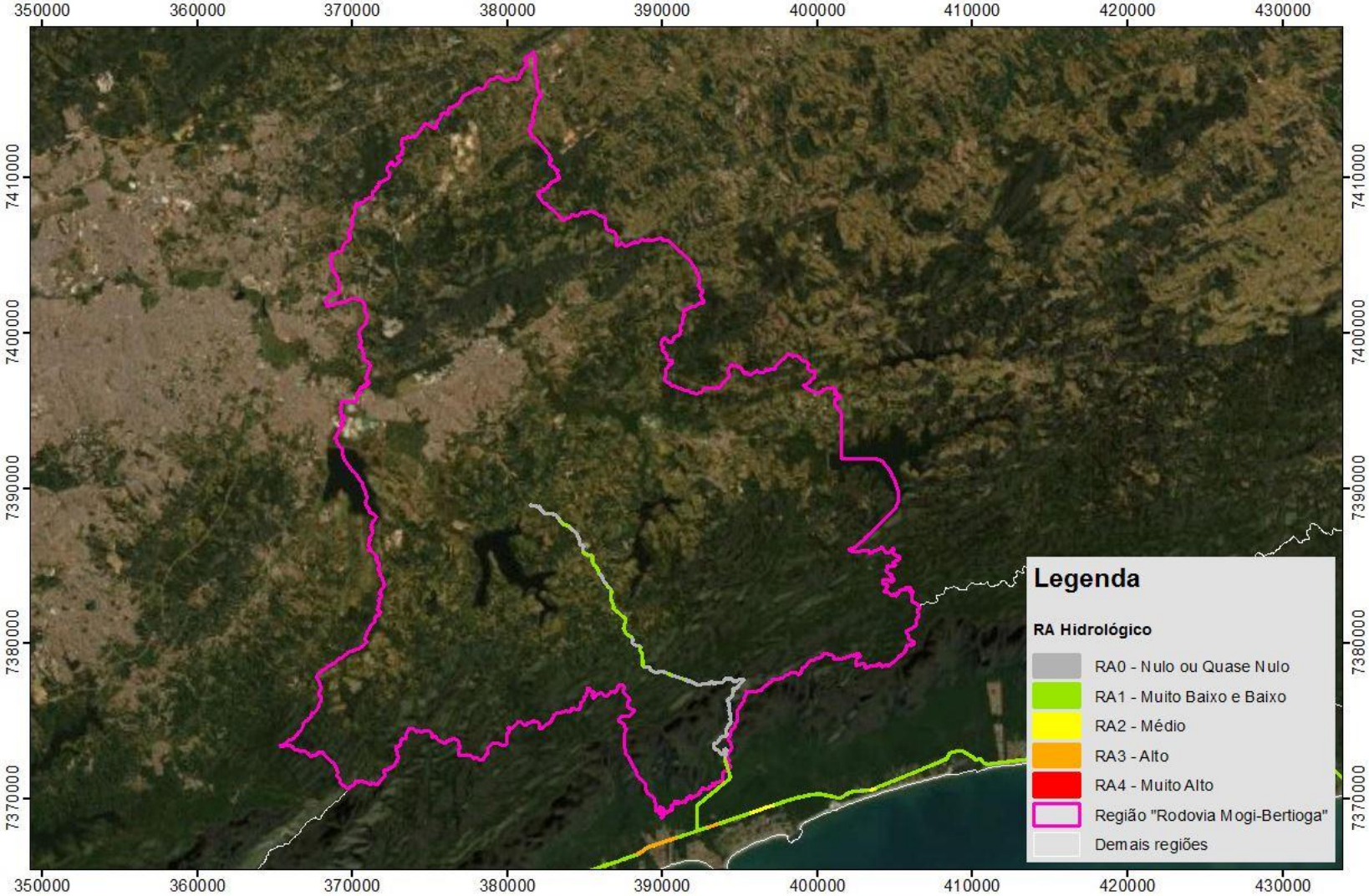


Figura 5.3-13. Situação do Risco Analisado (RA_{HID}) nas Unidades de Análise na Região 1 da área de estudo, em cenário sem chuvas. Fonte: Elaborado pelo Consórcio 4X044 no âmbito do desenvolvimento dos serviços contratados.

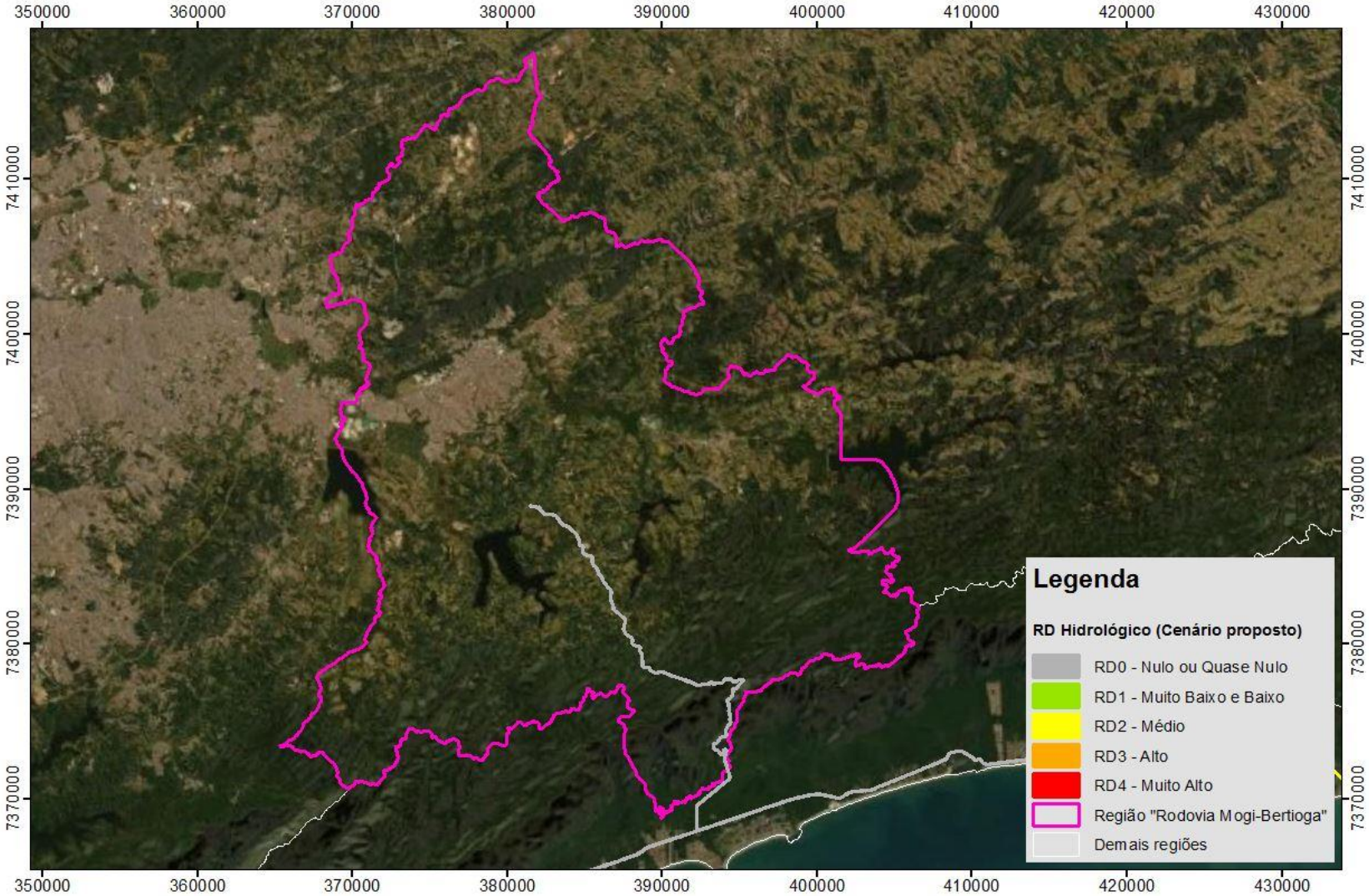


Figura 5.3-14. Situação do Risco Dinâmico (RD_{HID}) nas Unidades de Análise na Região 1 da área de estudo, em cenário com pluviosidade acumulada de 100 mm / 24 h. Fonte: Elaborado pelo Consórcio 4X044 no âmbito do desenvolvimento dos serviços contratados.

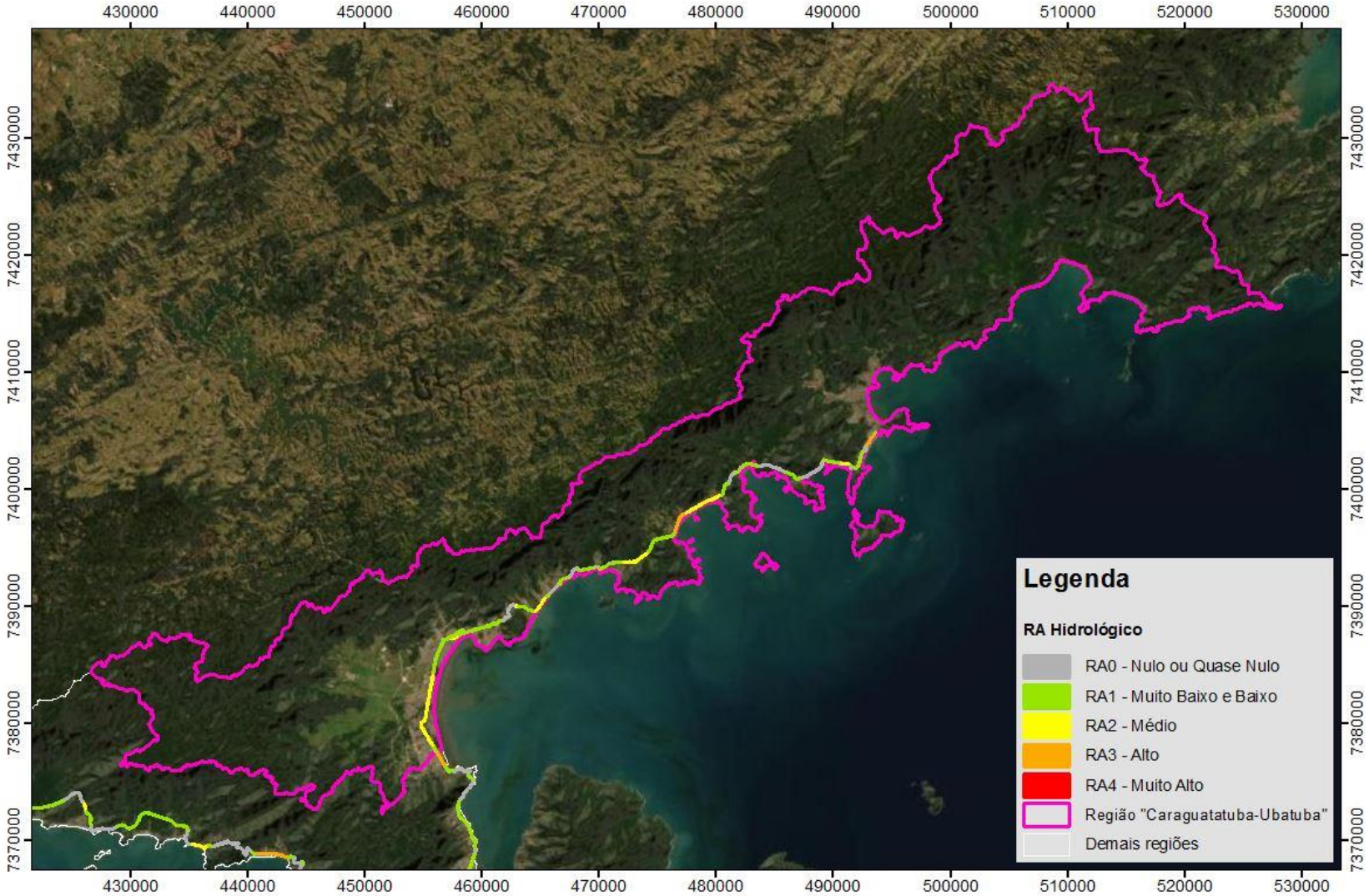


Figura 5.3-15. Situação do Risco Analisado (RA_{HID}) nas Unidades de Análise na Região 2 da área de estudo, em cenário sem chuvas. Fonte: Elaborado pelo Consórcio 4X044 no âmbito do desenvolvimento dos serviços contratados.

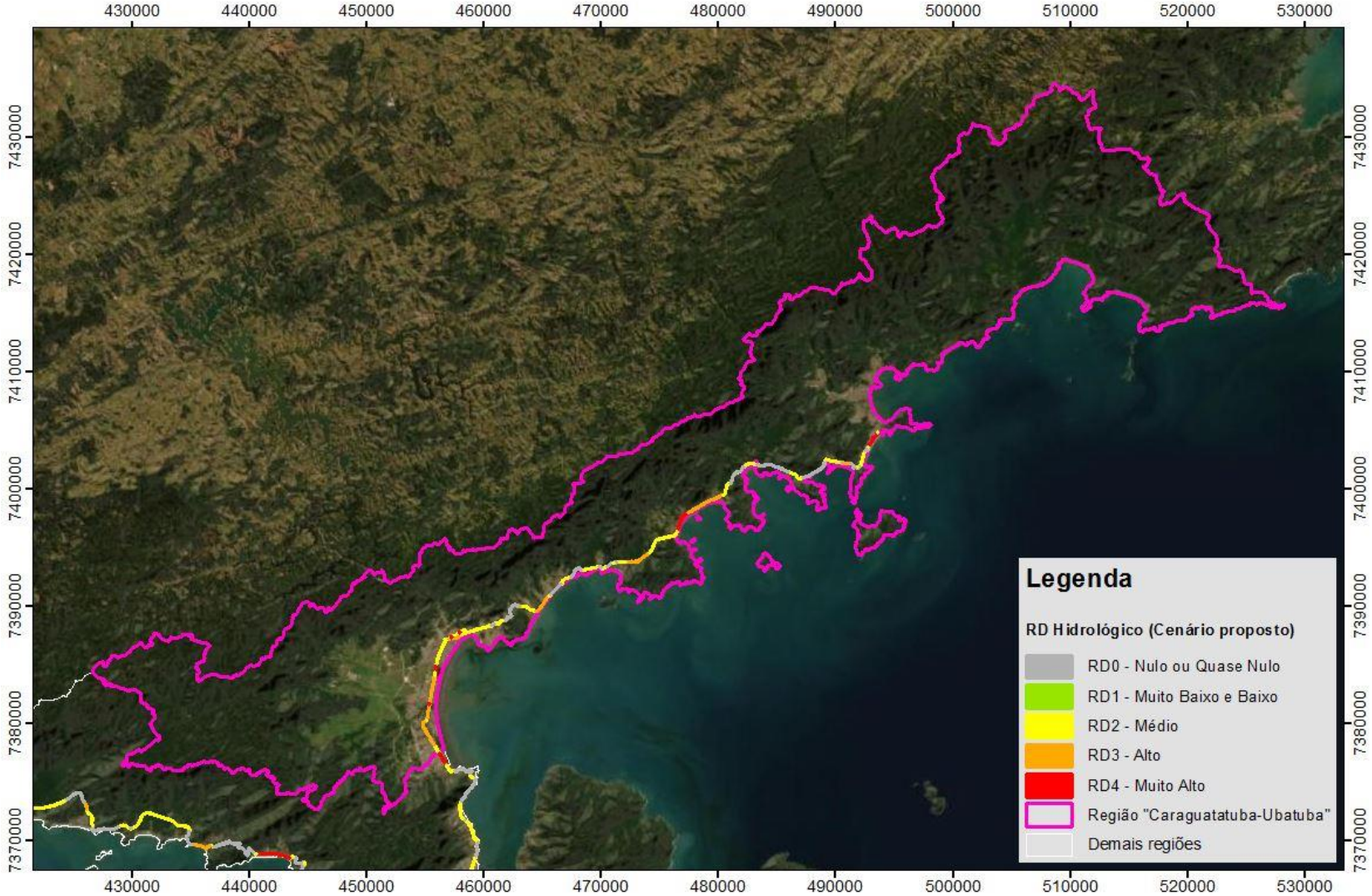


Figura 5.3-16. Situação do Risco Dinâmico (RD_{HID}) nas Unidades de Análise na Região 2 da área de estudo, em cenário com pluviosidade acumulada de 100 mm / 24 h. Fonte: Elaborado pelo Consórcio 4X044 no âmbito do desenvolvimento dos serviços contratados.

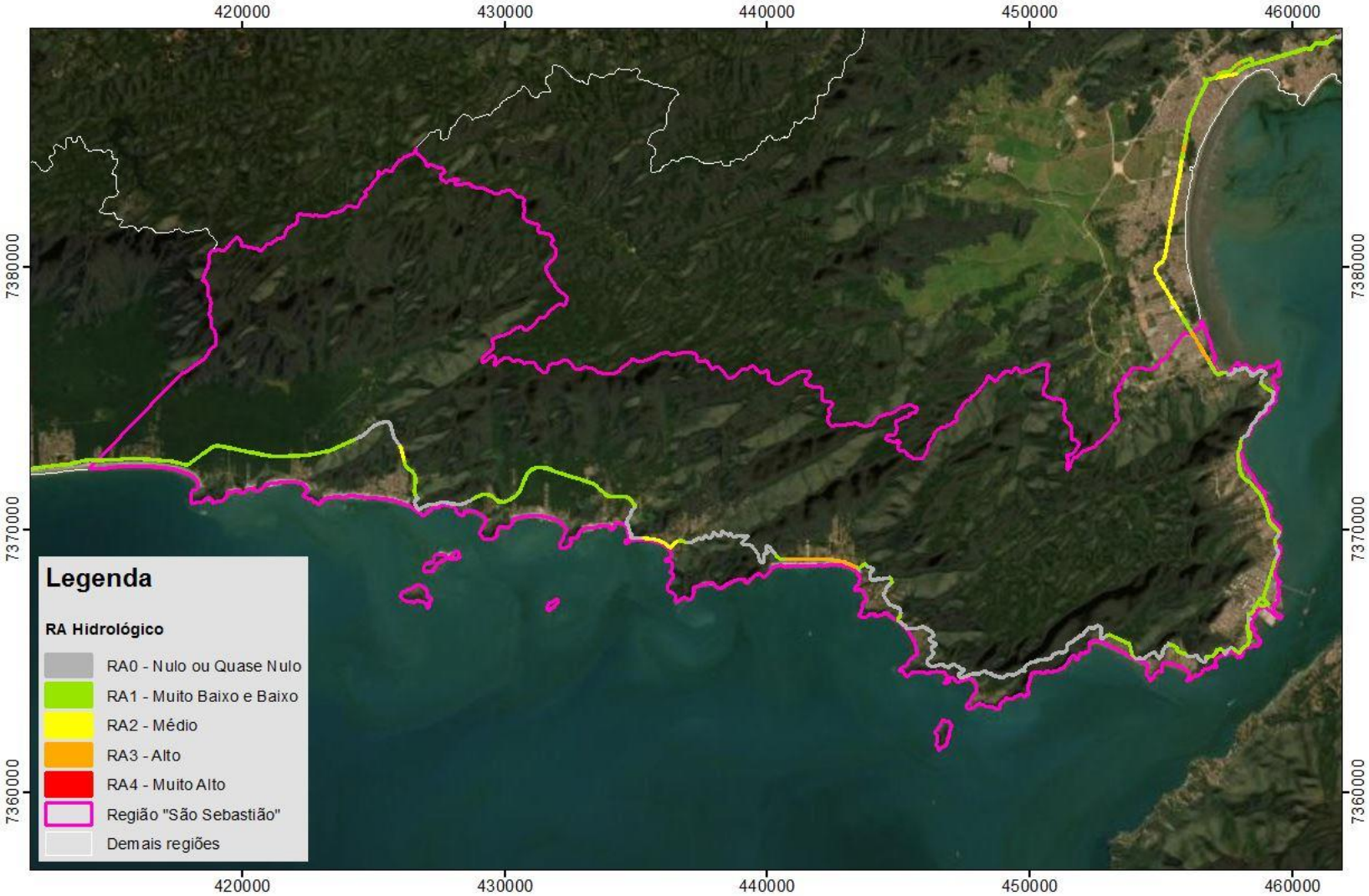


Figura 5.3-17. Situação do Risco Analisado (RA_{HID}) nas Unidades de Análise na Região 3 da área de estudo, em cenário sem chuvas. Fonte: Elaborado pelo Consórcio 4X044 no âmbito do desenvolvimento dos serviços contratados.

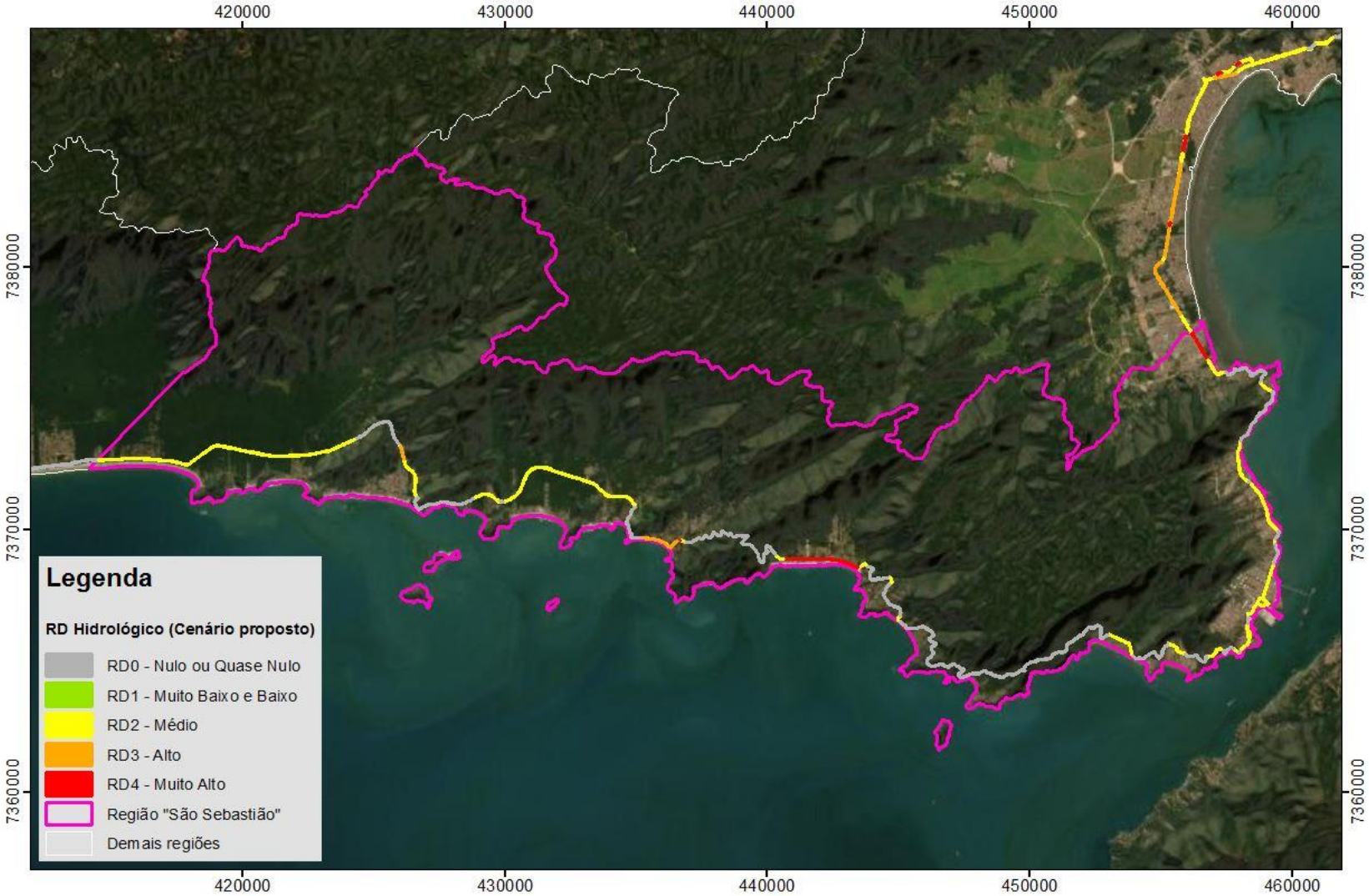


Figura 5.3-18. Situação do Risco Dinâmico (RD_{HID}) nas Unidades de Análise na Região 3 da área de estudo, em cenário com pluviosidade acumulada de 100 mm / 24 h. Fonte: Elaborado pelo Consórcio 4X044 no âmbito do desenvolvimento dos serviços contratados.

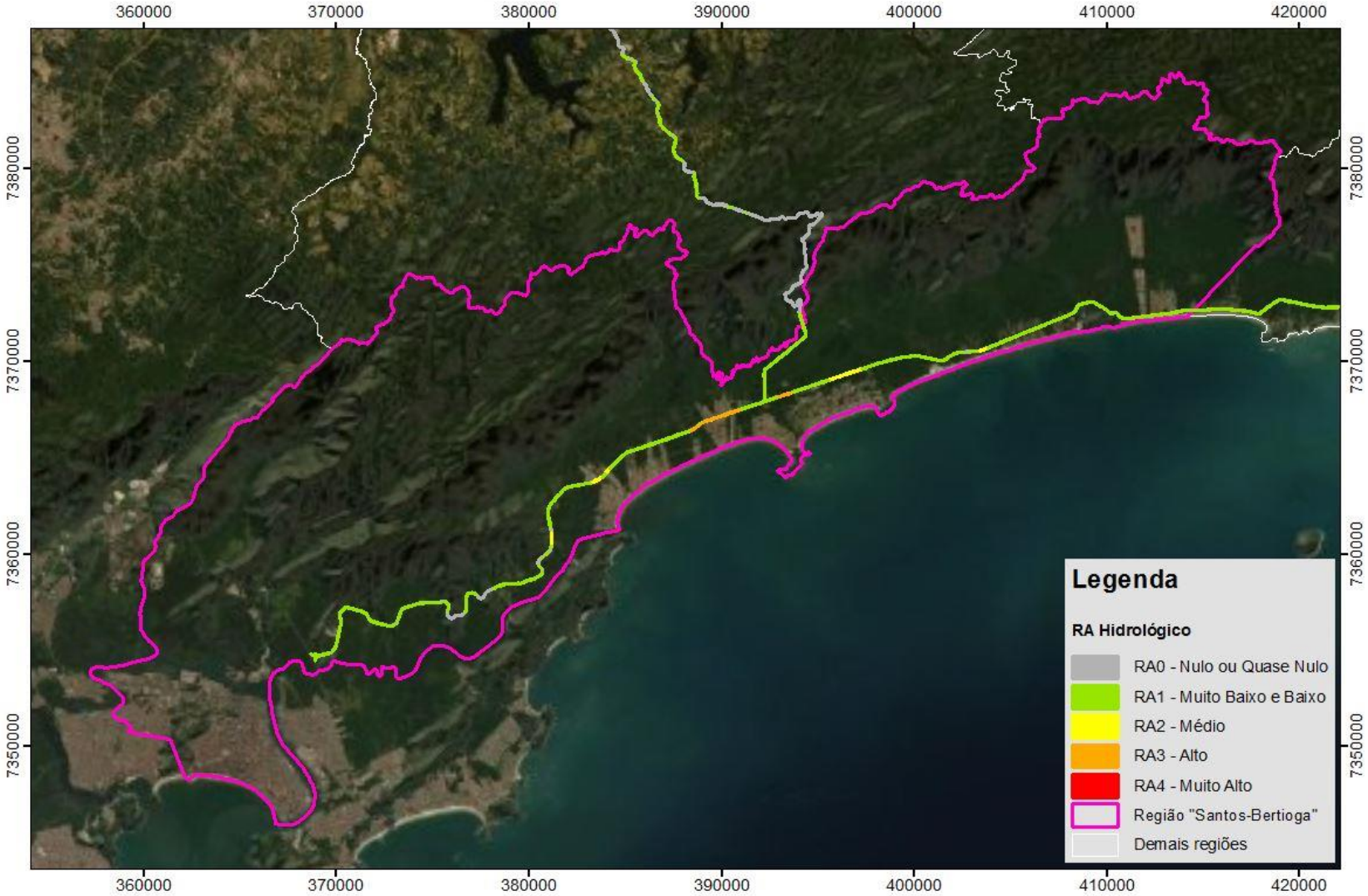


Figura 5.3-19. Situação do Risco Analisado (RA_{HID}) nas Unidades de Análise na Região 4 da área de estudo, em cenário sem chuvas. Fonte: Elaborado pelo Consórcio 4X044 no âmbito do desenvolvimento dos serviços contratados.

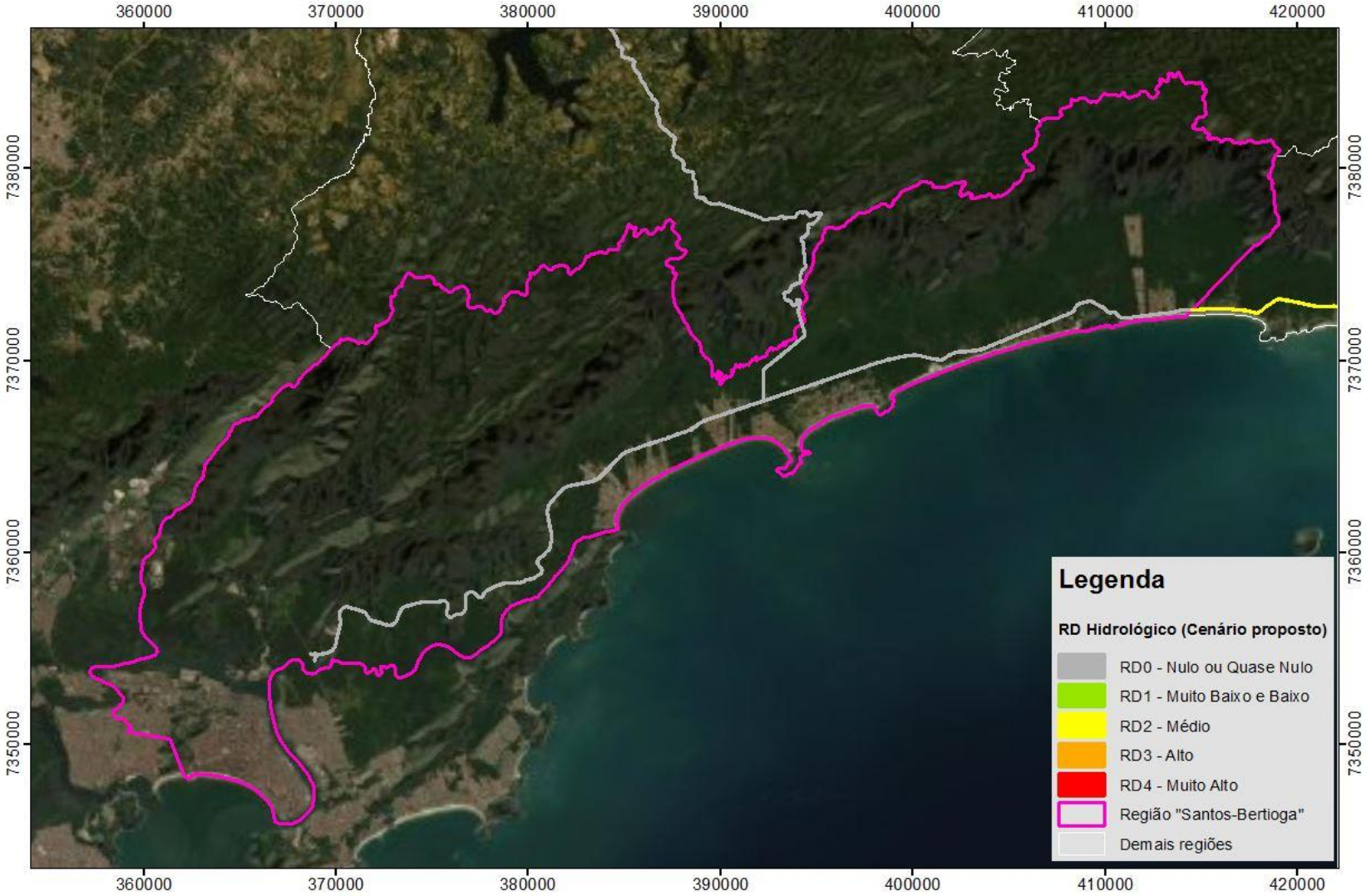


Figura 5.3-20. Situação do Risco Dinâmico (RD_{HID}) nas Unidades de Análise na Região 4 da área de estudo, em cenário com pluviosidade acumulada de 100 mm / 24 h. Fonte: Elaborado pelo Consórcio 4X044 no âmbito do desenvolvimento dos serviços contratados.

6 PRODUTO 05 – ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO DAS UBAS

O Produto 05 é constituído pelos resultados obtidos no levantamento da estrutura organizacional e dos recursos humanos e materiais disponíveis em cada uma das UBAs analisadas. Além de obter um diagnóstico do contexto institucional das UBAs, este produto será utilizado como subsídio para a elaboração do Produto 07 – Plano de Contingência.

6.1 BENCHMARK E ELABORAÇÃO DE CRITÉRIOS E INDICADORES PARA ANÁLISE DA CAPACIDADE INSTITUCIONAL DAS UBAS

Para auxiliar na definição dos critérios e indicadores que foram observados na análise da capacidade institucional, foram consultadas bibliografias que permitiram melhor direcionamento na elaboração dos questionários, bem como no levantamento dos dados complementares aos questionários.

Como exposto no Plano de Trabalho (Relatório Consórcio 4X044 nº 2053-R01-20), os múltiplos conceitos sobre capacidade institucional definidos por autores como CARMO & NERI (2017), MARTINS et al (2013) e IIPE-UNESCO (2012) não são consensuais sobre o conceito de capacidade institucional. Desta forma, observando-se os conceitos definidos pelos autores supracitados, é possível assumir que a avaliação da capacidade institucional deve considerar a aptidão dessas instituições para desempenhar a implantação, operação, avaliação e desenvolvimento de planos de contingência voltados aos eventos geodinâmicos listados no TDR com eficiência, eficácia e efetividade.

A proposta de critérios e indicadores de capacidade institucional aqui apresentada foi elaborada com base nos conceitos das bibliografias já citadas, bem como nos conceitos apresentados em diversas publicações relacionadas à elaboração de Planos de Contingência e Planos Preventivos de Defesa Civil (PPDC) em municípios e/ou rodovias. Dentre estas publicações, destacam-se:

- O documento “Atuação das UBA’s em Eventos de Desastres Naturais”, publicado pelo DER/SP (2017). Este documento apresenta o diagnóstico preliminar de situação e caracterização das UBAs de São Vicente, Caraguatatuba e de Mogi das Cruzes, que são objeto deste contrato, bem como um Plano Preventivo para atuação do DER/SP em casos de ocorrências de chuvas intensas e deflagração de eventos geodinâmicos;

- O “Manual de Planos de Contingência para Desastres de Movimentos de Massa”, publicado pelo MIN/SEDEC (2018), elaborado pelo Projeto GIDES – Fortalecimento da Estratégia Nacional de Gestão Integrada de Riscos de Desastre. Esta publicação apresenta as definições de um Plano de Contingência voltado para a atuação dos municípios frente aos desastres oriundos de chuvas intensas e ocorrência de eventos geodinâmicos, compreendendo as atividades necessárias à cada uma das etapas da elaboração deste Plano;

- O artigo “Plano Preventivo de Defesa Civil (PPDC) para Deslizamentos, Estado de São Paulo, Brasil”, de MACEDO et al (2004), que apresenta o Plano Preventivo de Defesa Civil para escorregamentos, operado nos municípios localizados na Baixada Santista, Litoral Norte e Vale do Paraíba, dentre outros. O artigo apresenta uma síntese da metodologia e estratégia para implantação, bem como explana o funcionamento deste PPDC, índices críticos de chuvas definidos e ações deflagradas em cada nível de operação;

- A “Metodologia de Avaliação e Tratamento de Riscos”, elaborada pela ANTT (2018), que orienta os procedimentos para levantamento, identificação, mensuração e medidas de

tratamento de riscos existentes e residuais, bem como a identificação dos controles existentes na gestão do risco, seja ele de origem natural ou antrópica;

- O "Relatório da Operação dos Planos Preventivos de Defesa Civil – PPDC / Operação Verão 2016-2017", elaborado pelo IG – Instituto Geológico em 2017. O relatório apresenta a contextualização histórica da implantação e operação do PPDC em 175 municípios do Estado de São Paulo, bem como o embasamento técnico da operação do PPDC, as atividades desenvolvidas no período chuvoso de 2016-2017, avaliação desta operação e recomendações pretendendo a melhoria e manutenção dos PPDCs futuros;

- O documento "Plano de Contingência", elaborado pela Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil de Minas Gerais, publicado em 2019. O documento apresenta um guia de elaboração, implantação e operação do PPDC para os municípios do estado;

- O Decreto Estadual nº 30.860 de 04 de dezembro de 1989, que "Dispõe sobre a aprovação e implantação do Plano Preventivo de Defesa Civil Específico para Escorregamentos nas Encostas do Mar", instituindo a necessidade elaboração, implantação e operação do PPDC na região da Serra do Mar no Estado de São Paulo e seu período de vigência, compreendido entre 01 de dezembro de cada ano e 31 de março do ano seguinte;

- O Decreto Estadual nº 42.565 de 01 de dezembro de 1997, que "Redefine o Plano Preventivo de Defesa Civil - PPDC específico para Escorregamentos nas Encostas da Serra do Mar, e dá outras providências", atualizando as composições e atribuições dos atores envolvidos na implantação e operação do PPDC durante seu período de vigência, que permaneceu compreendido entre 01 de dezembro de cada ano e 31 de março do ano seguinte;

- A Resolução da Casa Militar CMIL 17.610, emitida pela CEDEC em 28 de novembro de 2016, que "Edita o Plano Preventivo de Defesa Civil para erosão costeira, inundações costeiras e enchentes/alagamentos causados por eventos meteorológicos-oceanográficos extremos como ressacas do mar e marés altas", incluindo os eventos citados no *caput* da resolução, bem como define sua abrangência às Coordenadorias Regionais de Defesa Civil de Registro (REDEC/I-1), de Baixada Santista (REDEC/I-2), e de São José dos Campos e Litoral Norte (REDEC/I-3). A Resolução atualiza, ainda, as composições e atribuições dos atores envolvidos na implantação e operação do PPDC durante seu período de vigência, que permaneceu compreendido entre 01 de dezembro de cada ano e 31 de março do ano seguinte.

Com base na bibliografia consultada e sob a orientação da Equipe Técnica do Contratante, foi elaborado um primeiro questionário, apresentado abaixo, para o levantamento das informações pertinentes à análise da capacidade institucional das UBAs responsáveis pela administração e conservação das rodovias na área de estudo.

- **<u>1º Questionário para Análise de Contexto Institucional</u>**

1. IDENTIFICAÇÃO

1.1. UBA – UNIDADE BÁSICA DE ATENDIMENTO

a. Código;

b. Denominação;

c. Endereço;

d. Interlocutor (nome, e-mail e telefone para contato);

e. Municípios abrangidos;

f. Rodovias sob jurisdição da UBA.

1.2. DR – Divisão Regional

a. Código;

b. Denominação;

c. Endereço;

d. Interlocutor (nome, e-mail e telefone para contato);

e. UBAs abrangidas;

f. Municípios abrangidos;

g. Rodovias sob jurisdição da DR.

2. INFRAESTRUTURA DA UBA

a. A UBA possui algum tipo de Plano Preventivo ou de Contingência para situações relacionadas a eventos geodinâmicos como deslizamentos, inundações, alagamentos? Caso possua, por favor, especifique quais são e suas respectivas datas de elaboração;

b. Quais são os veículos, equipamentos e recursos materiais disponíveis?

Neste item, foram relacionados os tipos e quantidades de veículos leves, veículos pesados, equipamentos diversos e recursos materiais disponíveis na UBA;

c. Quais equipamentos e recursos materiais são direcionados ao atendimento de emergências, como acidentes e socorro aos usuários em casos de ocorrências de eventos geodinâmicos?

Neste item, foram relacionados os tipos e quantidades de veículos de resgate, equipamentos de resgate e equipamentos de sinalização de emergência disponíveis na UBA;

d. Quais são os recursos humanos e quantidade de pessoal em campo por turno?

Neste item, foram relacionadas as funções e respectiva quantidade de pessoal total, por turno diurno, por turno noturno e durante o verão (período chuvoso), em cada uma destas funções disponíveis na UBA;

e. Quais são os recursos humanos e quantidade de pessoal em campo, por turno, direcionados ao atendimento de emergências, como acidentes e socorro aos usuários em casos de ocorrências de eventos geodinâmicos?

Neste item, foram relacionadas as funções e respectiva quantidade de pessoal total, por turno diurno, por turno noturno e durante o verão (período chuvoso), em cada uma destas funções disponíveis na UBA e direcionados ao atendimento de emergências;

f. Há equipamentos de aquisição de dados remotos como, por exemplo, equipamentos de medição de controle de fluxo, ao longo das rodovias SP-098 e SP-055 (BR-101), nos trechos gerenciados pela sua UBA? Se sim, quantos e quais suas localizações?

g. Há demandas operacionais no momento ou pretéritas? Quais?

3. COMUNICAÇÃO DE OCORRÊNCIAS

a. Como é feita a comunicação entre o pessoal de campo e a Sede da UBA?

b. Como é feita a comunicação entre o pessoal da UBA e o pessoal da DR em situações de atendimento de emergências, como acidentes e socorro aos usuários em casos de ocorrências de eventos geodinâmicos?

c. Como é feita a comunicação entre o pessoal da UBA e a Polícia Rodoviária das rodovias SP-098 e SP-055 (BR-101), nos trechos gerenciados pela sua UBA, em situações de atendimento de emergências, como acidentes e socorro aos usuários em casos de ocorrências de eventos geodinâmicos?

d. Como é o sinal de celular ao longo das rodovias SP-098 e SP-055 (BR-101), nos trechos gerenciados pela sua UBA?

e. Há telefones de emergência ao longo das rodovias SP-098 e SP-055 (BR-101), nos trechos gerenciados pela sua UBA?

f. Há sistemas de câmeras de monitoramento ao longo das rodovias SP-098 e SP-055 (BR-101), nos trechos gerenciados pela sua UBA? Se sim, quantas e quais suas localizações?

g. Caso haja sistemas de câmeras de monitoramento ao longo das rodovias SP-098 e SP-055 (BR-101), nos trechos gerenciados pela sua UBA, quais as condições de operação e manutenção dos equipamentos?

4. AUXÍLIO EXTERNO

a. Os municípios inseridos no contexto de sua UBA participam de ações em situações de emergências, como acidentes e socorro aos usuários em casos de ocorrências de eventos geodinâmicos?

b. Como é solicitado o apoio às administrações, Defesas Civis, SAMU e Bombeiros dos municípios abrangidos em situações de atendimento de emergências, como acidentes e socorro aos usuários em casos de ocorrências de eventos geodinâmicos?

c. Os municípios inseridos no contexto de sua UBA possuem estrutura de abrigamento e/ou de atendimento hospitalar para os quais podem ser direcionadas as pessoas vitimadas por acidentes ou afetadas por ocorrências de eventos geodinâmicos?

d. Caso haja estruturas de abrigamento e/ou de atendimento hospitalar, quantos são os leitos disponíveis em cada uma destas estruturas?

5. OCORRÊNCIAS DE EVENRTOS GEODINÂMICOS NA UBA

a. Quais são os locais com ocorrência de queda de barreiras ou escorregamentos?

b. Quais são os locais críticos de alagamentos e/ou inundações?

c. Há ocorrência de algum outro tipo de evento geodinâmico ao longo das rodovias SP-098 e SP-055 (BR-101), nos trechos gerenciados pela sua UBA, como corridas de massa ou enxurradas?

d. Há registros das informações das ocorrências dos eventos geodinâmicos supradescritos? Estes registros têm informações de localização e horário das ocorrências?

e. Há registros das informações das interdições das vias em decorrência de eventos geodinâmicos? Estes registros têm informações de localização e horário das ocorrências?

f. Estes registros estão disponíveis? Como podem ser acessados ou disponibilizados?

Após o recebimento do 1º Questionário para Análise de Contexto Institucional respondidos pelos interlocutores responsáveis das UBAs, foi elaborado um segundo questionário, complementar em relação ao primeiro, apresentado a seguir.

- **2º Questionário para Análise de Contexto Institucional**

1. **Dentre os profissionais relacionados no primeiro questionário, quais as atribuições de cada uma destas funções?**

   a. Engenheiro

   b. Inspetores da UBA

   c. Encarregado

   d. Encarregado de turma

   e. Serviços Gerais

   f. Ajudantes

   g. Operadores de máquinas

2. **Orçamento e recursos materiais:**

   a. A UBA tem dotação orçamentária própria?

   b. Existe uma espécie de fundo destinado a situações emergenciais que facilite a mobilização de recursos?

   c. A UBA possui suficientes recursos de informática?

3. **Ações de prevenção e mitigação de riscos relacionados a eventos geodinâmicos:**

   a. Existem protocolos ou diretivas de procedimentos da UBA para casos de eventos geodinâmicos?

   b. Existe algum treinamento ou realização de simulados para os funcionários da UBA em casos de eventos geodinâmicos?

   c. Se negativo, os funcionários sabem o que fazer em casos de eventos geodinâmicos?

   d. A UBA tem conexão com o CEMADEN - Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais?

e. A UBA faz acompanhamento das previsões meteorológicas? De quais canais de previsão?

f. No caso positivo, diante de previsões críticas há procedimentos específicos?

As respostas obtidas para estes questionários forneceram os dados necessários para a elaboração da análise e diagnósticos da estrutura e organização das UBAs que constitui o Produto 05 da Etapa 1 deste projeto. Os questionários respondidos estão apresentados no **ANEXO B – Arquivos digitais dos Produtos 02, 03, 04 e 05**.

6.2 ANÁLISE DA ESTRUTURA INSTITUCIONAL DAS UBAS

A análise da estrutura institucional foi realizada com base nas informações oriundas dos questionários enviados às UBAs. Em decorrência das restrições sanitárias estabelecidas pelo Governo Estadual para prevenção contra a pandemia de COVID-19, as entrevistas e visitas às UBAs previstas para a elaboração deste Produto restringiram-se aos questionários de levantamento de dados da estrutura e contexto organizacional, RH e materiais das UBAs, remetidos via e-mail.

Os questionários foram remetidos por e-mail aos técnicos interlocutores responsáveis pelo fornecimento dos dados de cada uma das UBAs analisadas, que foram identificados após reunião online realizada nos dias 01 e 04 de setembro de 2020, atendendo ao e-mail de agendamento enviado em 27 de agosto de 2020.

O primeiro questionário foi remetido por e-mail em 14 de setembro de 2020 e respondido entre a data de envio e o dia 22 de setembro de 2020. O segundo questionário, complementar ao primeiro, foi remetido por e-mail em 30 de setembro de 2020 e respondido entre a data de envio e o dia 01 de outubro de 2020.

A análise da estrutura institucional das UBAs, realizada a partir dos dados obtidos nos questionários, está apresentada nos subitens a seguir.

6.2.1 DISPONIBILIDADE DE RECURSOS FÍSICOS, HUMANOS E FINANCEIROS

O levantamento de dados através dos questionários auxiliou na obtenção dos dados referentes à disponibilidade de recursos nas UBAs, permitindo estabelecer o panorama de situação dos recursos físicos, humanos e financeiros.

Em relação ao pessoal disponível para operação e apoio das UBAs de Caraguatatuba, Mogi das Cruzes e de São Vicente, os dados disponibilizados nas respostas aos questionários demonstram que a UBA de São Vicente detém o maior contingente, seguida pela UBA de Caraguatatuba e de Mogi das Cruzes, que são, respectivamente, de 43, 15 e 12 pessoas no total. O número de pessoas disponíveis em turnos diurnos, noturnos ou durante as operações de verão na UBA de São Vicente também é o maior disponibilizado, seguido pela UBA de Mogi das Cruzes e de Caraguatatuba, respectivamente. O pessoal disponível em cada uma das UBAs, em sua totalidade, bem como separados por turnos diurno, noturno ou de operação no período chuvoso (verão) e, ainda, por tipos de operação (normal ou de atendimento emergencial), está relacionado na **Tabela 6.2.1-1**. A **Tabela 6.2.1-2** apresenta um sumário das atribuições de cada uma das funções exercidas pelo pessoal em atividade nas UBAs, e foi elaborada com base nas

respostas ao “2º Questionário para Análise de Contexto Institucional” fornecidas pela UBA RC 05.04 (São Vicente).

Dentre os veículos e equipamentos disponíveis para atendimentos e operação das rodovias, a UBA de São Vicente detém a maior quantidade disponível de veículos leves (para inspeção e apoio) e de equipamentos pesados (retroescavadeira e trator agrícola), sendo 9 e 2, respectivamente, enquanto a UBA de Mogi das Cruzes detém a maior quantidade de veículos pesados, com uma frota de 5 guinchos. A UBA de Caraguatatuba dispõe de 3 veículos leves. Os veículos e equipamentos disponíveis para operação das UBAs nas Rodovias, discriminados por tipo, estão relacionados na **Tabela 6.2.1-3**.

Os demais recursos materiais disponíveis para sinalização e desvios, tanto sob condições de operação normal quanto de operação de emergência, foram apresentados em DER/SP (2017), e sua situação foi atualizada com base nos dados disponibilizados nos questionários. Comparando-se os dados relativos à quantidade destes equipamentos em 2017 e de sua quantidade em 2020, houve, nas UBAs de São Vicente e de Caraguatatuba, redução da quantidade de equipamentos. Como os dados disponibilizados pela UBA de Mogi das Cruzes indicam apenas a existência do recurso, mas não especificam sua quantidade em 2020, foi possível constatar apenas a existência de equipamentos como painéis de mensagens variáveis, bombonas e cones, além da disponibilização de pessoal para sinalização com bandeirinhas. A quantidade de recursos materiais existentes em 2017 e em 2020, discriminados por sua disponibilidade em situações de operação normal e de atendimentos emergenciais, está apresentada na **Tabela 6.2.1-4**.

De acordo com as respostas ao “2º Questionário para Análise de Contexto Institucional” fornecidas pela UBA RC 05.04 (São Vicente), as UBAs não possuem dotação orçamentária própria, bem como não possuem fundos específicos destinados ao atendimento de situações emergenciais, visando a mobilização de recursos.

Tabela 6.2.1-1. Disponibilidade de pessoal das UBAs, separados pelos respectivos turnos e tipos de operação.

Função	UBA RC 05.04-SVC						
	Pessoal Total Operação Normal e Atendimento Emergencial	Turno Diurno		Turno Noturno		Operação Verão	
		Operação Normal	Atendimento Emergencial	Operação Normal	Atendimento Emergencial	Operação Normal	Atendimento Emergencial
Supervisores	0	0	0	0	0	0	0
Inspetores de tráfego	0	0	0	0	0	0	0
Inspetores da UBA	9	9	9	6	9	9	9
Engenheiro (contratada de conservação)	1	1	1	1	1	1	1
Encarregado (contratada de conservação)	1	1	1	1	1	1	1
Encarregado de turma (contratada de conservação)	13	13	13	1	13	13	13
Serviços Gerais (contratada de conservação)	5	5	5	0	5	5	5
Ajudante (contratada de conservação)	10	10	10	6	10	10	10
Operador de Máquina (contratada de conservação)	4	4	4	1	4	4	4
Pessoal n/e*	0	0	0	0	0	0	0
Pessoal ADM do escritório	0	0	0	0	0	0	0
Pessoal de apoio da UBA Especial (ligada à Sede do DER)	0	0	0	0	0	0	0
Turmas de Conservação de Rotina	0	0	0	0	0	0	0
Policiais Rodoviários	0	0	0	0	0	0	0
Total	**43**	**43**	**43**	**16**	**43**	**43**	**43**

Função	UBA RC 06.04-CGT						
	Pessoal Total Operação Normal e Atendimento Emergencial	Turno Diurno		Turno Noturno		Operação Verão	
		Operação Normal	Atendimento Emergencial	Operação Normal	Atendimento Emergencial	Operação Normal	Atendimento Emergencial
Supervisores	2	1	1	0	0	1	1
Inspetores de tráfego	13	3	3	3	3	3	3
Inspetores da UBA	0	0	0	0	0	0	0
Engenheiro (contratada de conservação)	0	0	0	0	0	0	0
Encarregado (contratada de conservação)	0	0	0	0	0	0	0
Encarregado de turma (contratada de conservação)	0	0	0	0	0	0	0
Serviços Gerais (contratada de conservação)	0	0	0	0	0	0	0
Ajudante (contratada de conservação)	0	0	0	0	0	0	0
Operador de Máquina (contratada de conservação)	0	0	0	0	0	0	0
Pessoal n/e*	0	0	0	0	0	0	0
Pessoal ADM do escritório	0	0	0	0	0	0	0
Pessoal de apoio da UBA Especial (ligada à Sede do DER)	0	0	0	0	0	0	0
Turmas de Conservação de Rotina	0	0	0	0	0	0	0
Policiais Rodoviários	0	0	0	0	0	0	0
Total	**15**	**4**	**4**	**3**	**3**	**4**	**4**

Tabela 6.2.1-1. Disponibilidade de pessoal das UBAs, separados pelos respectivos turnos e tipos de operação.

Função	UBA RC 10.04-MCZ						
	Pessoal Total Operação Normal e Atendimento Emergencial	Turno Diurno		Turno Noturno		Operação Verão	
		Operação Normal	Atendimento Emergencial	Operação Normal	Atendimento Emergencial	Operação Normal	Atendimento Emergencial
Supervisores	0	0	0	0	0	0	0
Inspetores de tráfego	0	0	0	0	0	0	0
Inspetores da UBA	0	0	0	0	0	0	0
Engenheiro (contratada de conservação)	0	0	0	0	0	0	0
Encarregado (contratada de conservação)	0	0	0	0	0	0	0
Encarregado de turma (contratada de conservação)	0	0	0	0	0	0	0
Serviços Gerais (contratada de conservação)	0	0	0	0	0	0	0
Ajudante (contratada de conservação)	0	0	0	0	0	0	0
Operador de Máquina (contratada de conservação)	0	0	0	0	0	0	0
Pessoal n/e*	12	12	12	12	12	12	12
Pessoal ADM do escritório	0	n/e*	n/e*	0	0	0	0
Pessoal de apoio da UBA Especial (ligada à Sede do DER)	0	0	0	0	0	n/e*	n/e*
Turmas de Conservação de Rotina	n/e*	n/e*	n/e*	n/e*	n/e*	n/e*	n/e*
Policiais Rodoviários	n/e*	n/e*	n/e*	n/e*	n/e*	n/e*	n/e*
Total	**12**	**12**	**12**	**12**	**12**	**12**	**12**

n/e* - Não especificado

Tabela 6.2.1-2. Descrição das funções e sumários dos respectivos cargos do pessoal relacionado nas estruturas das UBAs.

Função	Sumário do Cargo
Engenheiro Sênior	• Atuar no estabelecimento das demandas, com avaliação dos recursos a serem alocados para cada evento, e apoiando o DER nas interfaces com outras áreas afins tais como: Polícia Militar Rodoviária, Prefeituras, Secretarias de Estado etc.; • Atuar nos serviços técnicos de apoio e controle de engenharia de tráfego, para aperfeiçoamento das operações de campo, visando a segurança e/ou fluidez do tráfego elaborando relatórios técnicos sobre as condições operacionais da rodovia, subsidiando o DER com propostas de melhoria na operação rodoviária; • Apoiar o DER em assuntos específicos que envolvam a operação do tráfego e sistemas de atendimento aos usuários.
Engenheiro Júnior	• Auxiliar a coordenação das atividades de campo, e controle dos serviços de operação de tráfego viário, atuando diretamente na inspeção das rodovias e apoiando na operação do tráfego, de acordo com as rotinas estabelecidas pelo DER. Elaborar relatórios técnicos sobre as condições operacionais da rodovia, subsidiando o DER com propostas de melhoria na operação rodoviária; • Atender as ocorrências nas rodovias e operar os postos de informações fixos ou móveis, através de equipes especialmente treinadas para o trato com o público.
Inspetor de Tráfego	• Fazer a inspeção da rodovia, e tomar as providências para corrigir as anomalias encontradas em sua faixa de domínio e faixa não edificante, como, obstruções da pista, serviços e obras irregulares, ocupações não autorizadas etc.; • Fiscalizar e orientar as equipes para a correta sinalização de obras e emergencial ao longo das rodovias; • Apontar à supervisão todas as irregularidades / anomalias encontradas na faixa de domínio (faixas de rolamento, acostamento e canteiros central ou lateral); • Prestar atendimento aos usuários da rodovia, dando informações ou providenciando o atendimento mecânico ou de remoção, através do cambão, aos veículos em pane ou acidentados; • Providenciar a rápida sinalização da pista em ocorrências que comprometam a segurança do tráfego; • Operar o tráfego da rodovia, providenciando desvios de tráfego, e operações pare / siga etc. Obs.: Estas tarefas serão feitas em conjunto com o Inspetor de Tráfego do DER quando este estiver compondo a Equipe de Inspeção.
Auxiliar Técnico de Inspeção Rodoviária	• Auxiliar o Inspetor de Tráfego na inspeção da rodovia, e nas providências para corrigir as anomalias encontradas em sua faixa de domínio e faixa não edificante, como, obstruções da pista, serviços e obras irregulares, ocupações não autorizadas etc.; • Auxiliar na fiscalização e orientação das equipes para a correta sinalização de obras e em situações emergenciais ao longo das rodovias; • Apontar à supervisão todas as irregularidades / anomalias encontradas na faixa de domínio (faixas de rolamento, acostamento e canteiros central ou lateral); • Prestar atendimento aos usuários da rodovia, dando informações ou providenciando o atendimento mecânico ou de remoção, através do cambão, aos veículos em pane ou acidentados; • Providenciar a rápida sinalização da pista em ocorrências que comprometam a segurança do tráfego; • Operar o tráfego da rodovia, providenciando desvios de tráfego, e operações pare / siga etc. Obs.: Estas tarefas serão feitas em conjunto com o Inspetor de Tráfego quando a equipe não contar com o funcionário do DER.
Encarregado	• Responsável pela distribuição das frentes de serviços e acompanhamento das atividades.
Encarregado de turma	• Responsável direto pelas equipes.
Serviços Gerais	• Acompanha os serviços de limpeza, verifica se as equipes estão dimensionadas para o volume de atividades, controlando assiduidade, pontualidade e reposição de quadros. Controla estoque de equipamentos, uniformes e insumos.
Ajudantes	• Executa o trabalho braçal, limpeza organização e sinalização.
Operadores de máquinas	• São responsáveis por operar as maquinas rodoviárias de remoção de barreiras.

Tabela 6.2.1-3. Tipos de veículos e equipamentos disponíveis para operação das UBAs da área de estudo.

Tipo de veículo / equipamento	UBA RC 05.04-SVC	UBA RC 06.04-CGT	UBA RC 10.04-MCZ
Elba (contratada de conservação)	1	0	0
Gol	1	0	0
Ônix (contratada de conservação)	1	0	0
Parati	1	0	0
Pick-up cabine dupla	1	0	0
Pick-up cabine simples	1	0	0
Pick-up pequena	0	0	1
Pick-up (n/e*)	0	2	2
Pick-up Peugeot/Hyundai	2	0	0
Saveiro	1	0	0
Veículo leve (n/e*)	0	1	3
Subtotal veículos leves	**9**	**3**	**6**
Guincho Pesado	1	0	1
Guincho Leve	1	0	4
Caminhão Basculante (contratada de conservação)	1	0	0
Subtotal veículos pesados	**3**	**0**	**5**
Retroescavadeira	1	0	0
Trator Agrícola	1	0	0
Subtotal equipamentos	**2**	**0**	**0**
Total	**14**	**3**	**11**

Tabela 6.2.1-4. Situação dos recursos materiais das UBAs, voltados para sinalização e desvios, em 2017 e em 2020.

Equipamento	UBA RC 05.04-SVC		
	2017	2020	
		Operação Normal	Atendimento Emergencial
Cones de plástico ou borracha, incluindo: cones refletivos, cones do tipo barril, bombonas e balizadores tubulares cilíndricos	130	106	50
Cones de plástico ou borracha, incluindo: cones refletivos, cones do tipo barril, bombonas e balizadores tubulares cilíndricos (contratada de conservação)	-	50	50
Sinalizadores de cones (solar)	30	-	-
Barreira de plástico de 1,20 m e/ou cavaletes de régua plástica	70	-	-
Painéis de mensagens variáveis, cavaletes com placas anexadas, placas de sinalização rodoviária	0	n/e*	n/e*
Rolo de fitas zebradas	0	0	-

Equipamento	UBA RC 06.04-CGT		
	2017	2020	
		Operação Normal	Atendimento Emergencial
Cones de plástico ou borracha, incluindo: cones refletivos, cones do tipo barril, bombonas e balizadores tubulares cilíndricos	260	0	50
Cones de plástico ou borracha, incluindo: cones refletivos, cones do tipo barril, bombonas e balizadores tubulares cilíndricos (contratada de conservação)	-	0	0
Sinalizadores de cones (solar)	0	0	-
Barreira de plástico de 1,20 m e/ou cavaletes de régua plástica	70	0	-
Painéis de mensagens variáveis, cavaletes com placas anexadas, placas de sinalização rodoviária	0	0	0
Rolo de fitas zebradas	0	0	-

Tabela 6.2.1-4. Situação dos recursos materiais das UBAs, voltados para sinalização e desvios, em 2017 e em 2020.

Equipamento	UBA RC 10.04-MCZ		
	2017	2020	
		Operação Normal	Atendimento Emergencial
Cones de plástico ou borracha, incluindo: cones refletivos, cones do tipo barril, bombonas e balizadores tubulares cilíndricos	100	n/e*	n/e*
Cones de plástico ou borracha, incluindo: cones refletivos, cones do tipo barril, bombonas e balizadores tubulares cilíndricos (contratada de conservação)	-	0	0
Sinalizadores de cones (solar)	100	0	-
Barreira de plástico de 1,20 m e/ou cavaletes de régua plástica	50	0	-
Painéis de mensagens variáveis, cavaletes com placas anexadas, placas de sinalização rodoviária	20	n/e*	n/e*
Rolo de fitas zebradas	20	0	-

n/e* - Não especificado

Para o monitoramento e fiscalização do fluxo de veículos nas rodovias, as UBAs contam com infraestrutura de câmeras de CFTV (circuito fechado de TV), radares fixos, lombadas eletrônicas, e analisadores de tráfego (contadores de veículos) para acompanhamento e registro das condições de tráfego e fluxo de veículos. Não há telefones de emergência nas rodovias da área de estudo. A comunicação de emergências pelos usuários aos Centros de Operações é feita pelo uso de telefones fixos ou de celulares. A comunicação entre os agentes operacionais e gerências das UBAs é feita pelo uso de telefones celulares ou, ainda, por rádio VHF. A comunicação entre as UBAs e os Centros de Operações feita pelo uso de telefones fixos ou celulares, ou por e-mail.

Desta estrutura de equipamentos para o monitoramento e fiscalização das rodovias, destaca-se a importância das câmeras de CFTV (circuito fechado de TV), que permitem o acompanhamento em tempo real dos trechos das rodovias monitorados. A SP-055, na área de estudo, é monitorada por 10 câmeras, sendo 2 no trecho sob conservação da UBA de Caraguatatuba e 8 no trecho sob conservação da UBA de São Vicente. A SP-098 é monitorada por 4 câmeras, todas no trecho sob conservação da UBA de Mogi das Cruzes. No entanto, deve-se ressaltar que o espaçamento médio entre estes equipamentos, na UBA de Mogi das Cruzes, é de apenas 8,800 quilômetros, enquanto este espaçamento passa a ser de 15,040 quilômetros e de 37,100 quilômetros, respectivamente, nas UBAs de São Vicente e de Caraguatatuba. O menor espaçamento entre estes equipamentos permite uma melhor cobertura do sistema de monitoramento e fiscalização das rodovias.

Em complementação às câmeras de CFTV as rodovias contam, ainda, com sistema de analisadores de tráfego para o monitoramento e contagem de veículos. A SP-055, na área de estudo, é monitorada por 6 analisadores, sendo 2 no trecho sob conservação da UBA de Caraguatatuba e 4 no trecho sob conservação da UBA de São Vicente. A SP-098, no trecho sob conservação da UBA de Mogi das Cruzes, é monitorada por 3 analisadores. Os analisadores situados no km 214,000 da SP-055 e no km 63,000 da SP-098 monitoram os trechos de menor extensão, com 9,097 quilômetros e 9,900 quilômetros, respectivamente. Os analisadores situados no km 211,000 e no km 94,000 da SP-055 monitoram os trechos de maior extensão, com 57,255 quilômetros e 48,700 quilômetros, respectivamente. O espaçamento médio entre estes equipamentos, considerando-se os trechos monitorados, é menor na UBA de Mogi das Cruzes, seguido pelas UBAs de São Vicente e de Caraguatatuba, sendo de 11,730 quilômetros, 30,080 quilômetros e 37,100 quilômetros, respectivamente.

A **Tabela 6.2.1-5** apresenta a localização e quantidade de câmeras do CFTV, e a **Tabela 6.2.1-6** apresenta a localização e o trecho monitorado pelo sistema de monitoramento e contagem de veículos.

Tabela 6.2.1-5. Localização e quantidade de câmeras do CFTV nas rodovias SP-055 e SP-098, separados de acordo com a UBA/DR responsável pela conservação.

Rodovia	UBA	Local (km)	Quantidade
SP-055	**UBA RC 06.04**	112, L 112, O	**2**
	UBA RC 05.04	136 168 193 211, L 211, O 214 223 246	**8**
SP-098	**UBA RC 10.04**	63 77 90 98	**4**

Tabela 6.2.1-6. Localização e quantidade de analisadores de tráfego nas rodovias SP-055 e SP-098, separados de acordo com a UBA/DR responsável pela conservação.

POSTO	LOCALIZAÇÃO						
	SP	DESCRIÇÃO DO TRECHO	Km	TRECHO			ADM. DO TRECHO
				INÍCIO	FIM	EXTENSÃO	
019	**SP-055**	SP-125 (Ubatuba) - SP-099 (Caraguatatuba)	94,000	53,600	102,300	48,700	DER-DR.06
020		SP-099 (Caraguatatuba) – São Sebastião	117,000	102,300	124,350	22,050	DER-DR.06
624	**SP-055**	São Sebastião - Maresias	136,000	130,800	154,020	23,220	DER-DR.05
623		Maresias – Riviera de São Lourenço	211,000	154,015	211,270	57,255	DER-DR.05
641		Riviera de São Lourenço - Bertioga	214,000	211,170	220,267	9,097	DER-DR.05
982		Santos - Bertioga	246,000	225,000	248,100	23,100	DER-DR.05
054	**SP-098**	Mogi das Cruzes - SP 102 (Distrito de Biritiba-Ussu)	63,000	53,000	62,900	9,900	DER-DR.10
055	**SP-098**	SP 102 (Distrito de Biritiba-Ussu) - Esplanada	75,000	62,900	82,400	19,500	DER-DR.10
041	**SP-098**	Esplanada - SP 055 (Bertioga)	98,000	82,400	98,100	15,700	DER-DR.10

A localização e quantidade dos radares fixos está relacionada na **Tabela 6.2.1-7**. Cada um dos locais relacionados tem equipamentos fiscalizando os sentidos Leste e Oeste (SP-055) ou Norte e Sul (SP-098), com exceção feita ao radar fixo localizado no km 104,900 da rodovia SP-055, que fiscaliza apenas a pista no sentido Oeste. A distância entre radares fixos varia de 0,250 quilômetros a 37,450 quilômetros na SP-055, e é de 21,100 quilômetros na SP-098.

Na área de estudo, apenas a SP-055 é equipada com lombadas eletrônicas, e sua localização e quantidade está relacionada na **Tabela 6.2.1-8**. A distância entre um equipamento e outro nesta rodovia varia de 0,350 quilômetros a 39,240 quilômetros.

Tabela 6.2.1-7. Localização e quantidade de radares fixos nas rodovias SP-055 e SP-098, separados de acordo com a UBA/DR responsável pela conservação.

Rodovia	Administração do Trecho	Local (km)	Quantidade
SP 055	DER-DR.06	73,150	2
		78,300	2
		80,800	2
		104,900	1
		107,250	2
		108,500	2
		110,800	2
		112,000	2
		117,400	2
	DER-DR.05	150,800	2
		152,800	2
		153,050	2
		155,900	2
		156,200	2
		156,970	2
		162,500	2
		165,150	2
		188,500	2
		225,950	2
	SUBTOTAL		**37**
SP 098	DER-DR.10	73,200	2
		94,300	2
SUBTOTAL			**4**
TOTAL			**41**

Tabela 6.2.1-8. Localização e quantidade de lombadas eletrônicas nas rodovias SP-055 e SP-098, separados de acordo com a UBA/DR responsável pela conservação.

Rodovia	Administração do Trecho	Local (km)	Quantidade
SP 055	DER-DR.06	59,500	2
		89,100	2
		98,500	2
		99,270	2
		102,750	2
		106,400	2
		113,200	2
		114,260	2
	DER-DR.05	153,500	2
		154,200	2
		155,050	2
		163,400	2
		163,800	2
		165,900	2
		172,520	2
		177,220	2
		178,100	2
		189,500	2
		190,420	2
		192,000	2
		215,750	2
		217,000	2
		217,350	2
		217,850	2
		220,400	2
		224,500	2
TOTAL			**52**

6.2.2 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

Para análise da estrutura organizacional das UBAs e DRs, os dados preliminares obtidos da publicação "Atuação das UBAs em Eventos de Desastres Naturais" (DER/SP, 2017) foram revisados com base em levantamentos feitos pela Contratada, bem como utilizando os dados adquiridos a partir dos questionários enviados às UBAs, resultando na atualização de suas informações, apresentada na **Tabela 6.2.2-1**.

Tabela 6.2.2-1. Estrutura de operação e de apoio às UBAs de Caraguatatuba, Mogi das Cruzes e de São Vicente e seus respectivos endereços, responsáveis e telefones de contato, nos anos de 2017 e de 2020.

ANO	UNIDADES DO DER/SP	ENDEREÇO	RESPONSÁVEL	TELEFONE
2017	Central de Operações e Informações (COI)	Avenida do Estado, 777 – São Paulo / SP	Engº Reinaldo A. Fré	0800 055 55 10
2020		Avenida do Estado, 777 – São Paulo / SP	Engº Reinaldo A. Fré	0800 055 55 10
2017	DR.05 - Cubatão	Avenida Dr. Fernando Costa, 155, Cubatão, SP	Engº Orlando Arantes	(13) 3361-1355 (11) 3362-6607
2020		Avenida Dr. Fernando Costa, 155, Cubatão, SP	Engº Orlando Arantes	(13) 3361-1355
2017	Centro de Controle Operacional – CCO da DR.05	Avenida Dr. Fernando Costa, 155, Cubatão, SP	-	(13) 3372-2324
2020		Avenida Dr. Fernando Costa, 155, Cubatão, SP	-	(13) 3372-2324
2017	Residência de Conservação de São Vicente – RC.05.04	Avenida Dr. Fernando Costa, 155, Cubatão, SP	Engº Fernando Rodrigues Meletti	(13) 3362-6623
2020		Avenida Dr. Fernando Costa, 155, Cubatão, SP	Engº Fernando Rodrigues Meletti	(13) 3362-6623
2017	DR.06 – Caraguatatuba	Rua Armando de Moura, 41, Jardim Silvia Maria, Taubaté, SP	Engº Antônio Moreira Júnior	(12) 3633-3811 (11) 3634-6300
2020		Rua Armando de Moura, 41, Jardim Silvia Maria, Taubaté, SP	Engº Antônio Moreira Júnior	(12) 3634-6900 (12) 3633-3811
2017	Centro de Controle Operacional – CCO da DR.06	Rua Armando de Moura, 41, Jardim Silvia Maria, Taubaté, SP	-	(12) 3634-6940
2020		Rua Armando de Moura, 41, Jardim Silvia Maria, Taubaté, SP	-	(12) 3634-6940
2017	Residência de Conservação de Caraguatatuba – RC.06.04	Rua Lorena, 2000 – Caraguatatuba / SP	Engº Luiz Fernando Sampaio	(12) 3882-1255
2020		Rua Cruzeiro, 201, Sumaré, Caraguatatuba, SP	Engº Flávio Carneiro Cesare	(12) 3882-1444
2017	DR.10 – São Paulo	Rua Joaquim Távora, 651, Vila Mariana, São Paulo, SP	Engº Mauro Flávio Cardoso	(11) 5056-8534 (11) 5056-8510
2020		Rua Joaquim Távora, 651, Vila Mariana, São Paulo, SP	Engº Mauro Flávio Cardoso	(11) 5056-8533 (11) 5056-8534 (11) 5056-8510
2017	Centro de Controle Operacional – CCO da DR.10	Rua Joaquim Távora, 651, Vila Mariana, São Paulo, SP	-	(11) 5046-8545
2020		Rua Joaquim Távora, 651, Vila Mariana, São Paulo, SP	-	(11) 5046-8545
2017	Residência de Conservação de Mogi das Cruzes – RC.10.04	Avenida Engenheiro Miguel Gemma, 1051, Jardim Armênia, Mogi das Cruzes, SP	Engº Fernando Sato Nunes de Moraes	(11) 4723-0333
2020		Avenida Engenheiro Miguel Gemma, 1051, Jardim Armênia, Mogi das Cruzes, SP	Engº Fernando Satto Nunes de Moraes	(11) 4723-5460

Nota-se a seguinte mudança de status das UBAs:

- **Local** – Houve mudança de endereço apenas da Residência de Conservação de Caraguatatuba – RC.06.04;
- **Telefone de contato** – Houve mudança nos seguintes contatos:

- DR.06 – Caraguatatuba;
- Residência de Conservação de Caraguatatuba – RC.06.04;
- DR.10 – São Paulo;
- Residência de Conservação de Mogi das Cruzes – RC.10.04.

A hierarquia para o acionamento de atendimentos de emergências relacionadas a desastres naturais na rodovia deve manter a estrutura definida na publicação supracitada do DER/SP (2017). Em síntese, o acionamento é feito a partir do monitoramento realizado pelo COI – Centro de Operações e Informações, que emite os alertas e repassa as informações necessárias para o atendimento ao CCO – Centro de Controle Operacional da DR responsável pelo trecho de rodovia afetado. O CCO deverá comunicar o corpo de gerência da UBA responsável pela gestão e pela conservação, que tomará as medidas cabíveis para realizar o atendimento da emergência, como vistorias para definir a situação de risco e realizar os informes necessários ao CCO para definição de quais agentes externos, como Prefeituras Municipais, Polícia Militar Rodoviária e Corpo de Bombeiros, deverão ser acionados para prestar auxílio no atendimento, como o manejo do tráfego no local afetado e o socorro a eventuais vítimas. A **Figura 6.2.2-1** apresenta o fluxograma simplificado para o acionamento de atendimentos de emergências relacionadas a desastres naturais na rodovia.

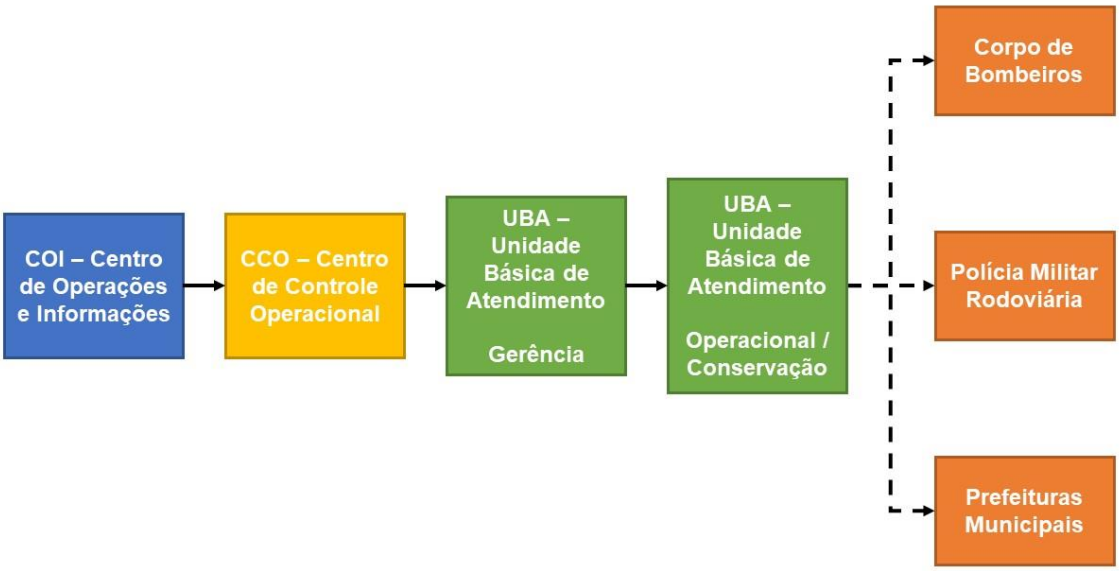


Tabela 6.2.2-1. Fluxograma simplificado para o acionamento de atendimentos de emergências relacionadas a desastres naturais na rodovia. Fonte: Elaborado pelo Consórcio 4X044 no âmbito do desenvolvimento dos serviços contratados.

Após a conclusão do atendimento à emergência relacionada a desastres naturais, cabe ao pessoal da UBA realizar a comunicação ao CCO para que, por sua vez, este comunique o encerramento do atendimento e as ações tomadas, bem como solicite eventuais providências complementares ao COI como, por exemplo, a necessidade de realização de obras.

6.2.3 INSTRUMENTOS DE GESTÃO

Consideram-se instrumentos de gestão os mecanismos ou ferramentas que garantam o funcionamento efetivo de uma organização, orientando suas atividades para a consecução de seus objetivos e simultaneamente pautando a gestão dos recursos que tem à disposição.

Assim, outro aspecto a ser considerado na análise da capacidade institucional são esses instrumentos de gestão à disposição da agência em estudo. Tais instrumentos podem ser:

a) Instrumentos jurídicos - possibilidade de aplicação da legislação (municipal, estadual e federal) para dar suporte às medidas de gestão;

b) Instrumentos de planejamento - disponibilidade de planos e projetos para ação das UBAs;

c) Instrumentos financeiros - habilidade para captar e mobilizar recursos para a Unidade;

d) Instrumentos administrativos - possibilidade de aplicar normas, procedimentos e institutos jurídicos como a requisição administrativa, etc.

No caso das UBAs analisadas, por sua especificidade funcional e o consequente elenco limitado de atribuições, a disponibilidade de instrumentos de gestão é reduzida.

Quanto aos instrumentos jurídicos, a legislação relativa ao tema é ampla, havendo possibilidade de suporte legal nas três esferas: municipal, estadual e federal. Dessa maneira, as UBAs estão relativamente confortáveis em relação à possibilidade de lançar mão desses instrumentos para amparar suas ações emergenciais.

Sobre os instrumentos de planejamento, existem diversas publicações relacionadas no subitem 6.1 que apresentam o planejamento das atribuições e atividades de contingência em caso de desastres relacionados a processos geológico-geotécnicos e hidrológicos. Também neste quesito, a posição da UBAs é positiva, pois é alta a possibilidade de poder contar com tais instrumentos, adequando as recomendações e experiências que gozaram de sucesso às condições das UBAs e aplicação em trechos rodoviários.

No entanto, devido suas características orgânicas e funcionais, as UBAs não dispõem de instrumentos financeiros próprios. O mesmo se aplica aos instrumentos administrativos, com a alternativa de que os municípios e o estado que dispõem desses instrumentos, em geral contemplem parcialmente as eventuais atividades das UBAs em situações contingenciais.

6.3 DIAGNÓSTICO DA CAPACIDADE INSTITUCIONAL

A avaliação da capacidade institucional das UBAs depende das atribuições que lhes serão destinadas no Plano de Contingência. Cabe ressaltar que capacidade institucional e definição / distribuição das ações de contingência devem guardar relação de reciprocidade. Assim, em tese, não se deve definir ações ou procedimentos que exigem recursos não disponíveis no cadastro elaborado pelas UBAs.

A partir das considerações apresentadas nos subitens 6.1 e 6.2, é possível traçar um diagnóstico sobre a capacidade institucional das UBAs para implantar, operar, avaliar e atualizar / revisar Planos de Contingência relacionados a processos geológico-geotécnicos e hidrológicos. Será possível, ainda, apontar as potencialidades e limitações das UBAs, com diagnóstico preciso e

passível de aplicação visando à mitigação ou supressão destas limitações, bem como melhorias nos sistemas existentes.

O já mencionado documento publicado pelo DER/SP (2017) é fundamental, por agregar informações indispensáveis, diretrizes operacionais e atribuições de ações para as UBAs em caso de chuvas intensas e deflagração de eventos geodinâmicos. Esse documento, na prática, confere às UBAs um significativo incremento na sua capacidade institucional de manejar planos de contingência.

Por questão de operacionalidade o diagnóstico da capacidade institucional será efetuado em relação a cada uma das atividades abaixo:

- **Implantação** do Plano de Contingência é o processo pelo qual cada UBA se insere no plano, assimilando as informações essenciais, detalhando suas atribuições, atribuindo responsabilidades, realizando treinamentos e participando de exercícios simulados realizados nos municípios;

- **Operação** é a execução propriamente dita do Plano de Contingência, acionado pela ocorrência de um desastre;

- **Avaliação** do Plano de Contingência é o processo pelo qual a UBA analisa os aspectos positivos e negativos do plano, especialmente no âmbito da unidade administrativa, possibilitando "redefinir estratégias utilizadas, reavaliar o plano de contingência local, subsidiar as ações executadas pelas agências envolvidas, entre outros aspectos relevantes." (PROJETO GIDES, p.54);

- **Atualização / Revisão** do Plano de Contingência tratam da incorporação das mudanças derivadas do processo de avaliação realizado pela UBA e que devem constar do texto deste plano.

6.3.1 DIAGNÓSTICO DA CAPACIDADE INSTITUCIONAL DE IMPLANTAÇÃO DO PLANO DE CONTINGÊNCIA

- **UBA RC 05.04-SVC**

Embasado no documento do DER/SP (2017) e contando com a participação profissional de um engenheiro (**Tabela 6.2.1-1**) essa UBA pode ser considerada capacitada para implantar um plano de contingência para eventos geológico-geotécnicos e hidrológicos.

- **UBA RC 06.04-CGT**

A UBA de Caraguatatuba conta com 12 Inspetores de Tráfego como recursos humanos (**Tabela 6.2.1-1**) que podem, apoiados na publicação do DER/SP (2017) e orientados pela assistência técnica por parte das instâncias superiores à UBA, auxiliar na implantação de um Plano de Contingência para eventos geológico-geotécnicos e hidrológicos.

- **UBA RC 10.04-MCZ**

A UBA de Mogi das Cruzes dispõe, como recursos humanos, de 12 trabalhadores de função não especificada (**Tabela 6.2.1-1**), o que, embasando-se em DER/SP (2017), configura incapacidade de implantar um plano de contingência para eventos geológico-geotécnicos e hidrológicos.

6.3.2 DIAGNÓSTICO DA CAPACIDADE INSTITUCIONAL DE OPERAÇÃO DO PLANO DE CONTINGÊNCIA

- **UBA RC 05.04-SVC**

Considerando sua estrutura organizacional, cadastro de recursos disponíveis e instrumentos de gestão, a UBA de São Vicente pode ser considerada capaz de operar o Plano de Contingência para eventos geológico-geotécnicos e hidrológicos. Recomenda-se a reposição de recursos materiais para sinalização e desvios, bem como o aumento do número de câmeras CFTV, proporcionando um menor espaçamento entre esses equipamentos e, por consequência, um monitoramento mais eficiente da rodovia no trecho administrado e conservado.

- **UBA RC 06.04-CGT**

Considerando seu reduzido quadro de pessoal, a insuficiente frota de veículos, seu pequeno estoque de recursos materiais e a extensão das rodovias sob sua operação, considera-se que a UBA de Caraguatatuba não dispõe de capacidade institucional para operar o Plano de Contingência para eventos geológico-geotécnicos e hidrológicos, necessitando de complementação de pessoal, veículos e recursos materiais, a fim de possibilitar a operação do plano após sua implantação.

- **UBA RC 10.04-MCZ**

UBA de Mogi das Cruzes, de maneira similar à UBA RC 06.04-CGT, de Caraguatatuba, também não dispõe de capacidade institucional para operar o Plano de Contingência para eventos geológico-geotécnicos e hidrológicos, e também necessita de complementação de pessoal, veículos e recursos materiais, com o intuito de viabilizar a operação do plano após sua implantação.

6.3.3 DIAGNÓSTICO DA CAPACIDADE INSTITUCIONAL DE AVALIAÇÃO DO PLANO DE CONTINGÊNCIA

- **UBA RC 05.04-SVC**

Considerando seu corpo técnico, a UBA de São Vicente pode ser considerada capaz de avaliar o Plano de Contingência para eventos geológico-geotécnicos e hidrológicos.

- **UBA RC 06.04-CGT**

A UBA de Caraguatatuba, se assistida por instâncias técnicas superiores, pode executar a avaliação do Plano de Contingência para eventos geológico-geotécnicos e hidrológicos. A UBA poderá fazer esta avaliação de maneira independente, caso tenha seu quadro técnico complementado.

- **UBA RC 10.04-MCZ**

Pelas características do seu quadro de pessoal a UBA de Mogi das Cruzes não tem capacidade de avaliar o plano de contingência para eventos geológico-geotécnicos e hidrológicos. Tal como

ocorre para a UBA RC 06.04-CGT, de Caraguatatuba, futuramente esta UBA poderá fazer a avaliação de maneira independente, caso tenha seu quadro técnico complementado.

6.3.4 DIAGNÓSTICO DA CAPACIDADE INSTITUCIONAL DE ATUALIZAÇÃO / REVISÃO DO PLANO DE CONTINGÊNCIA

Pelas circunstâncias relatadas acima no subitem 6.3.3, apenas a UBA de São Vicente (RC 05.04-SVC) apresenta capacidade institucional para realizar a Atualização / Revisão do Plano de Contingência para eventos geológico-geotécnicos e hidrológicos.

Entre as principais fragilidades que se destacam na avaliação das UBAs em relação a sua capacidade de manejar Planos de Contingência, pôde-se elencar:

- Quadro de funcionários limitado e o precário nível de capacitação técnica da maior parte do pessoal em operação nas UBAs;
- Reduzido estoque de recursos materiais (veículos, equipamentos de sinalização, etc.);
- Número de equipamentos para monitoramento remoto (câmeras, analisadores e telefones de emergência) insuficiente para toda a extensão dos trechos administrados ou conservados.

Quanto aos aspectos positivos avaliados destacam-se

- As UBAs contam com importantes informações técnicas sobre sua área de atuação: como áreas mais suscetíveis a desastre naturais, pluviometria e índices críticos, etc., como diagnosticado nos resultados dos Produtos desta Etapa, atualizando e complementando as informações da publicação DER/SP (2017).
- As UBAs contam com uma detalhada relação de contatos e órgãos a serem acionados, envolvendo entidades privadas e públicas das três esferas de governo. Essa relação representa um notável instrumento para o Plano de Contingência.

7 CRONOGRAMA DE ATIVIDADES E PRÓXIMAS ETAPAS

O cronograma com as atividades previstas está apresentado na **Figura 7-1**. Observa-se que as entregas previstas para os relatórios de cada uma das três Etapas seguem como previsto no Contrato nº 20.595-3, com datas contadas a partir da assinatura da Nota de Serviço, em 03 de agosto de 2020, conforme relação a seguir:

- Etapa 1 – 4 meses após a emissão da Ordem de Serviço;
- Etapa 2 – 6 meses após a emissão da Ordem de Serviço;
- Etapa 3 – 8 meses após a emissão da Ordem de Serviço;

Tabela 7-1. Cronograma simplificado das atividades previstas para execução dos produtos.

Etapa	Produtos	Meses																																						Data de conclusão prevista
		1				2				3					4				5				6					7				8				9					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	
D-0	**Etapa Preparatória - Plano de Trabalho Detalhado**																																								**13/08/2020**
D-0.1.a	Reuniões Técnicas, Oficinas e Treinamentos																																								06/08/2020
D-0.1	Produto 1 - Elaboração do plano de trabalho detalhado																																								13/08/2020
D-0.1.e	Submissão do Plano de Trabalho do projeto à Área Técnica do Contratante para avaliação de qualidade																																								13/08/2020
D-0.1.f	Análise dos produtos pelo Contratante																																								27/08/2020
D-0.1.g	Apresentação e discussão dos produtos da Etapa Preparatória																																								27/08/2020
D-0.1.h	Realização de ajustes nos produtos da Etapa Preparatória																																								11/09/2020
D-0.1.i	Apresentação da versão final dos produtos da Etapa Preparatória																																								11/09/2020
D-1	**Etapa 1 - Histórico de Eventos e Desastres, Índices Meteorológicos Críticos, Análise de Risco e Capacidade Institucional**																																								**03/12/2020**
D-1.5.a	Reuniões Técnicas, Oficinas e Treinamentos																																								07/08/2020
D-1.1	Produto 2 - Cadastro de ocorrências de eventos geodinâmicos e desastres																																								18/09/2020
D-1.2	Produto 3 - Modelo de correlação entre eventos e chuvas																																								25/09/2020
D-1.3	Produto 4 - Análise de risco																																								09/10/2020
D-1.4	Produto 5 - Análise do contexto institucional																																								30/10/2020
D-1.5	Elaboração do relatório consolidado da Etapa 1, abrangendo os Produtos 2, 3, 4 e 5																																								03/12/2020
D-1.5.e	Submissão do Relatório Consolidado da Etapa 1 do projeto à Área Técnica do Contratante para avaliação de qualidade																																								03/12/2020
D-1.5.f	Análise dos produtos pelo Contratante																																								17/12/2020
D-1.5.g	Apresentação e discussão dos produtos da Etapa 1																																								17/12/2020
D-1.5.h	Realização de ajustes nos produtos da Etapa 1																																								01/01/2021
D-1.5.i	Apresentação da versão final dos produtos da Etapa 1																																								01/01/2021
D-2	**Etapa 2 - Implantação do Sistema Automatizado de Análise, Monitoramento e Alerta**																																								**03/02/2021**
D-2.2.a	Reuniões Técnicas, Oficinas e Treinamentos																																								06/11/2020
D-2.1	Produto 6 - Sistema automatizado de análise, monitoramento e alerta de risco																																								29/01/2021
D-2.2	Elaboração do relatório consolidado da Etapa 2, abrangendo o Produto 6																																								03/02/2021
D-2.2.e	Submissão do Relatório Consolidado da Etapa 2 do projeto à Área Técnica do Contratante para avaliação de qualidade																																								03/02/2021
D-2.2.f	Análise dos produtos pelo Contratante																																								18/02/2021
D-2.2.g	Apresentação e discussão dos produtos da Etapa 2																																								18/02/2021
D-2.2.h	Realização de ajustes nos produtos da Etapa 2																																								05/03/2021
D-2.2.i	Apresentação da versão final dos produtos da Etapa 2																																								05/03/2021
D-3	**Etapa 3 - Plano de Contingência**																																								**03/04/2021**
D-3.2.a	Reuniões Técnicas, Oficinas e Treinamentos																																								01/01/2021
D-3.1	Produto 7 - Plano de contingência frente a riscos de eventos geodinâmicos (deslizamentos e movimentos de massa em geral, inundações e processos correlatos e chuvas intensas) em trechos rodoviários																																								19/03/2021
D-3.2	Elaboração do relatório consolidado da Etapa 3, abrangendo o Produto 7																																								05/04/2021
D-3.2.e	Submissão do Relatório Consolidado da Etapa 3 do projeto à Área Técnica do Contratante para avaliação de qualidade																																								03/04/2021
D-3.2.f	Análise dos produtos pelo Contratante																																								16/04/2021
D-3.2.g	Apresentação e discussão dos produtos da Etapa 3																																								16/04/2021
D-3.2.h	Realização de ajustes nos produtos da Etapa 3																																								21/04/2021
D-3.2.i	Apresentação da versão final dos produtos da Etapa 3																																								21/04/2021
D-4	**Procedimentos de encerramento do contrato**																																								**21/04/2021**
D-4.1	Procedimentos de encerramento do contrato																																								21/04/2021

Atividade conjunta realizada por Contratada e Contratante

Entrega de produto

Atividade realizada pela Contratada

Atividade realizada pelo Contratante

Obs.: O cronograma está dividido em semanas. Desta forma, para que fosse possível o ajuste em relação às 52 semanas que compõem um ano. Os meses se repetem da seguinte maneira: os meses múltiplos de 3 (3, 6, 9) possuem 5 semanas, com os demais meses com 4 semanas cada.

As Etapas e Produtos seguintes do projeto estão sintetizadas a seguir:

- Elaboração do **Produto 06 – Sistema automatizado de análise, monitoramento e alerta de risco de eventos geodinâmicos**, que constitui a Etapa 2. A elaboração do Produto previsto para esta etapa foi iniciada em concomitância aos Produtos da Etapa 1. A preparação do Produto 06 prevê o desenvolvimento das operações e funcionalidades da Plataforma, visando o funcionamento dos Serviços de Coleta de Dados, Análises, Visualização e Alerta, bem como a operação dos Módulos de Configuração, Administração e de Alerta. Estes Serviços previstos devem interagir, apresentando lógicas de relacionamentos com: i) As bases de acesso em tempo real a dados geoambientais da plataforma (meteorológicos, climáticos, atmosféricos, hidrológicos, geotécnicos, sociodemográficos, etc.); ii) Servidores das instituições do projeto; iii) Servidores de mapas; iv) Interações com e-mails, SMS, e outras plataformas de comunicação.

  As etapas metodológicas para este Produto, previstas no Plano de Trabalho, estão listadas a seguir:

  - Análise de requisitos gerais do sistema com acompanhamento do Cliente;
  - Definição da arquitetura física;
  - Definição de arquitetura de sistemas, softwares e tecnologias a serem utilizados como Sistema Operacional, Sistema Gerenciador de Banco de Dados, Virtualizadores (Ex.: Citrix), Containers (servidores de aplicações) WEB, Servidores Geoespaciais, Linguagem de programação (preferencialmente Python), entre outros;
  - Definição das divisões em camadas para cada item apresentado;
  - Detalhamento das camadas;
  - Definição e detalhamento da arquitetura do sistema;
  - Relatório final com Proposição da Arquitetura do Sistema.

- Elaboração do **Produto 07 – Plano de Contingência de Riscos de Eventos Geodinâmicos**, que constitui a Etapa 3, conclusiva do projeto. O Plano de Contingência deverá contemplar, minimamente, os processos de escorregamentos de encostas e os processos de inundações e alagamentos. A metodologia para elaboração o Plano de Contingência, como exposto no Plano de Trabalho, deverá contemplar as seguintes fases:

  - Revisão bibliográfica / Análise comparativa;
  - Definição de um modelo geológico;
  - Definição dos cenários de Risco;
  - Definição das instituições envolvidas;
  - Sistema de monitoramento, alerta e alarme;
  - Sistema de comunicação;
  - Definição de ações e procedimentos;
  - Definição de funções e atribuição de responsabilidades;
  - Articulação do Plano de Contingência com outros planos existentes;
  - Evento-teste e revisão do Plano;
  - Redação final do documento;
  - Procedimentos formais de aprovação, validação e divulgação do Plano de Contingência.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, AZIZ NACIB. Os domínios morfoclimáticos na América do Sul. Geomorfologia, São Paulo, n. 52, p. 1-22, 1977.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ISO 31000 Gestão de riscos — Princípios e diretrizes (*Risk management – Principles and guidelines*). 2009.

ACSELRAD, H. Vulnerabilidade Ambiental, processos e relações. Comunicação ao II Encontro Nacional de Produtores e Usuários de Informações Sociais, Econômicas e Territoriais, FIBGE, Rio de Janeiro, 2006.

ALESP – ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO. Decreto nº 30860, de 04 de dezembro de 1989. Dispõe sobre a aprovação e implantação do Plano Preventivo de Defesa Civil Específico para Escorregamentos nas Encostas do Mar. São Paulo. 1989. Disponível em <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1989/decreto-30860-04.12.1989.html>. Acesso em outubro de 2020.

ALESP – ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO. Decreto nº 42565, de 01 de dezembro de 1997. Redefine o Plano Preventivo de Defesa Civil - PPDC específico para Escorregamentos nas Encostas da Serra do Mar, e dá outras providências. São Paulo. 1997. Disponível em <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1997/decreto-42565-01.12.1997.html>. Acesso em outubro de 2020.

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.

ÁLVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. *Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728(18), dezembro de 2013. E. *Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung*. DOI: https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507.

ALVES, F.M., FLORES, M., IWASA, O.Y., ALVES, C.F.C., FERNANDES, G.N., SILVA, L.H., GOTO de PAULA, CMM, MAGRO, S.A., BONGIOVANNI, L.A. Plano municipal de redução de riscos do Município de Diadema. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 13, Rio de Janeiro - RJ, Anais..., São Paulo: ABGE, 2013, CD-ROM.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Base Hidrográfica Ottocodificada da Bacia do Rio Tietê [Brasília], 2015.1: 50.000.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Base Hidrográfica Ottocodificada do Rio Paraíba do Sul. [Brasília], 2017 1:50.000.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Base Hidrográfica Ottocodificada Litorâneas SP-RJ. [Brasília], 2017 1:50.000.

ANDRADE, E.; DANNA, L.C.; FERNANDES DA SILVA, P.C. Mapeamento de perigos e riscos de inundação no Município de Aparecida (São Paulo). Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ. ISSN 0101-9759 e-ISSN 1982-3908 - Vol. 35 - 2 / 2012 p.28-42. 2012.

ANDRADE, E.; DANNA, L.C.; SANTOS, M.L.; FERNANDES DA SILVA, P.C. 2010. Levantamento de ocorrências de inundação em registros de jornais como subsídio ao planejamento regional e ao mapeamento de risco. In: ABGE, Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica, 7, Maringá-PR, 8 a 11 de agosto de 2010, Anais..., CD-ROOM.

ANTT - Agência Nacional de Transportes Terrestres. AGEST - Assessoria de Gestão Estratégica e Inovação. Metodologia de Avaliação e Tratamento de Riscos. Brasília, 2018. Disponível em <http://anexosportal.datalegis.inf.br/arquivos/1310858.pdf>. Acesso em outubro de 2020.

ARMANI, G.; TAVARES, R.; BRIGATTI, N. Climatologia. In: FERREIRA C.J. [coord]. Diretrizes para a regeneração socioambiental de áreas degradadas por mineração de saibro (caixas de empréstimo), Ubatuba, SP. Relatório Técnico 3, FAPESP (processo FAPESP 03/07182-5) inédito, p. 119-142, 2007.

BIRKMANN, J. *Measuring vulnerability to promote disaster-resilient societies: Conceptual frameworks and definitions*. In: BIRKMANN, J. (ed): *Measuring vulnerability to Natural Hazards. Towards Disaster Resilient Societies. New Delhi*: TERI Press, United Nations University Press, 2006. p. 9-56.

BONGIOVANNI, L. A.; FREITAS, J. O.; ALVES, F. M. Desenvolvimento sustentável e gestão de risco de desastres naturais. III Congresso da Sociedade de Análise de Risco Latino Americana, São Paulo, 2016.

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 (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES). Manual para implementação de planos de ação de emergência para atendimento a sinistros envolvendo o transporte rodoviário de produtos perigosos. 2005. 142p. (IPR. Publ., 716). Disponível em: <https://goo.gl/sFGxPg>.

BRASIL (MCIDADES – MINISTÉRIO DAS CIDADES, IPT – 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. (orgs.), Brasília, 2007.

BRASIL (MI – MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, SEDEC – SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA CIVIL). Glossário de Defesa Civil, estudos de riscos e medicina de desastres. 3. ed. Brasília, DF: MI 2009.

BRASIL (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL). Manual de orientações para a produção do plano municipal de contingência - PLAMCON. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Brasília, DF: MI, 2012. Disponível em: <https://goo.gl/Eu8acH>.

BRASIL (MI – MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL). Instrução Normativa n 02, de 02 de dezembro de 2016. Estabelece procedimentos e critérios para a decretação de situação de emergência ou estado de calamidade pública pelos Municípios, Estados e pelo Distrito Federal, e para o reconhecimento federal das situações de anormalidade decretadas pelos entes federativos e dá outras providências. Brasília, DF: MI, 2016. Disponível em: <https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/24789597/do1-2016-12-22-instrucao-normativa-n-2-de-20-de-dezembro-de-2016--24789506>.

BRASIL (MINISTÉRIO DA SAÚDE). Secretaria Executiva. Sistema Único de Saúde (SUS): instrumentos de gestão em saúde / Ministério da Saúde, Secretaria Executiva. Brasília, Ministério da Saúde, 2002.

BRASIL (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL). Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. PROJETO GIDES: Manual de Planos de Contingência para Desastres de Movimento de Massa. Brasília, MI/SEDEC, 2018.

BRITO, M.M.; EVERS, M.; ALMORADIE, A.D.S. 2018. *Participatory flood vulnerability assessment: a multi-criteria approach. Hydrology and Earth System Sciences*. 22:373-390, 2018.

CANIL, K.; MACEDO, E.S.; GRAMANI, M.F.; ALMEIDA FILHO, G.S.; YOSHIKAWA, N.K.; MIRANDOLA, F.A.; VIEIRA, B.C.; BAIDA, L.M.A.; AUGUSTO FILHO, O.; SHINOHARA, E.J. Mapeamento de risco em assentamentos precários nas zonas sul e parte do oeste no município de São Paulo (SP). In: Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental, 5, 2004, São Carlos. Anais... São Paulo: ABGE, 2004, p.193-204.

CARDONA, O.D. *La necesidad de repensar de manera holistica los conceptos de vulnerabilidad y riesgo: uma crítica y una revisión necessaria para la gestión*. In: *INTERNATIONAL WORK-CONFERENCE ON VULNERABILITY IN DISASTER THEORY AND PRACTICE*, 2001, Disaster Studies of Wageningen University and Research Centre, Wageninger, Holanda. 18 p. 2001.

CARDOSO, D.; RIEDEL, P.S.; VEDOVELLO, R.; BROLLO, M.J.; TOMINAGA, L.K. Compartimentação fisiográfica do município de Peruíbe, litoral de São Paulo - uma abordagem metodológica como subsídio à avaliação geotécnica de terrenos. Pesquisas em Geociências, v.36, n.3, p.251-262, 2009. Disponível em: http://www.ufrgs.br/igeo/pesquisas/3603/02-3603.pdf

CARMO, H.M.G. & NERI, A.S.C. Capacidades Institucionais: Do conceito à aplicação. In: VI SINGEP - SIMPOSIO INTERNACIONAL de GESTÃO de PROJETOS, INOVAÇÃO e SUSTENTABILIDADE. São Paulo, Anais do VI SINGEP, 2017.

CASA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. Resolução CMIL 17-610 - Cedec, de 28 de novembro de 2016. Edita o Plano Preventivo de Defesa Civil para erosão costeira, inundações costeiras e enchentes / alagamentos causados por eventos meteorológicos-oceanográficos extremos como ressacas do mar e marés altas. São Paulo. 2016. Disponível em <http://dobuscadireta.imprensaoficial.com.br/default.aspx?DataPublicacao=20161129&Caderno=DOE-I&NumeroPagina=3>. Acesso em outubro de 2020.

CASTRO, J.M. Pluviosidade e movimentos de massa nas encostas de Ouro Preto. 2006. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2006.

CEDEC/MG - Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Estado de Minas Gerais. Proposta de Plano de Contingência. Minas Gerais, 2019. Disponível em <http://www.defesacivil.mg.gov.br/images/defesacivil/PLANO_DE_CONTINGENCIA.pdf>. Acesso em outubro de 2020.

CERRI, L.E.S. 1993. Riscos geológicos associados a escorregamentos: uma proposta para a prevenção de acidentes. Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP.

CERRI, L.E.S.; MACEDO, E.S.; OGURA, A.T.; NUNES, C.M.; CARNEIRO, S.R.; MODESTO, R.P. 1990. Plano preventivo de defesa Civil para a minimização das consequências de escorregamentos em municípios da Baixada Santista e Litoral Norte do Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO SOBRE RISCO GEOLÓGICO URBANO, 1, São Paulo. Anais... São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1: 396-408.

CHOW, V.T.; MAIDMENT, D.R.; MAYS, L.W. *Applied Hydrology*. McGraw Hill, New York. 572 p. 1988.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. PROJETO INTEGRAÇÃO GEOLÓGICO-METALOGENÉTICA. Carta Geológica do Estado de São Paulo, Folha SF.23-Y-C. 1:250.000. 1999.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL e IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações, 1:25.000. 2015.

CARDOZA, C. *Spreading Scrum through the enterprise*. Disponível em: <https://sdtimes.com/agile/spreading-scrum-enterprise/>. Acesso em 23 de julho de 2020.

CROSTA, A.P. Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto. Instituto de geociências. Departamento de Metalogênese e Geoquímica. IG/UNICAMP. Campinas. 1992.

DAEE – DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. CTH – CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS. Precipitações intensas no Estado de São Paulo. MARTINEZ Jr., F. DAEE/CTH. (Org). 2018.

DAEE – DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. CTH – CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS. Rede Hidrológica Básica do Estado de São Paulo. Disponível em: < http://www.daee.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=72%3Ahidrometeorologia&catid=43%3Ahidrometeorologia&Itemid=30>. Acesso em outubro de 2020.

DAEE – DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. CTH – CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS. Séries Históricas de Estações. Disponível em: < http://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>. Acesso em outubro de 2020.

DER/SP - DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO. Atuação das UBA's em Eventos de Desastres Naturais. São Paulo, emitido em novembro de 2017. Disponível em <http://www.der.sp.gov.br/WebSite/Arquivos/BancoMundial/Plano_Contingencia/PlanoContingncia.pdf>. Acesso em outubro de 2020.

DER/SP - DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO. Classificação e Codificação das Rodovias do Estado de São Paulo. Disponível em <http://www.der.sp.gov.br/WebSite/Arquivos/MalhaRodoviaria/codificacao.pdf>. Acesso em outubro de 2020.

DER/SP - DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO. Edital de Solicitação de Propostas SDP nº 064/2019. Seleção de Serviços de Consultoria para Prestação de Serviços Técnicos para Elaboração de Planos de Contingência frente a riscos de eventos geodinâmicos em trechos rodoviários selecionados das Unidades Básicas de Atendimento (UBA) do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo (DER/SP) de Caraguatatuba, Mogi das Cruzes e São Vicente. São Paulo, emitido em 17 de dezembro de 2019.

DER/SP - DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO. Volume Diário Médio das Rodovias (VDM). Disponível em <http://www.der.sp.gov.br/WebSite/MalhaRodoviaria/VolumeDiario.aspx>. Acesso em outubro de 2020.

DER/SP - DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO. WEBROTAS. Disponível em <http://www.der.sp.gov.br/WebSite/Servicos/ServicosOnline/WebRotas.aspx#>. Acesso em outubro de 2020.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Custo Médio Gerencial. Brasília: DNIT, 2017.

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.

DRM – Serviço Geológico do Estado do Rio de Janeiro. 2015. Correlação chuvas x escorregamentos no Estado do Rio de Janeiro no mês de março de 2015. Relatório Técnico. Disponível em: https://goo.gl/vyDp8U.

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.

EMPLASA - EMPRESA PAULISTA DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO S.A. Carta Geológica da Região Metropolitana da Grande São Paulo. São Paulo. 1:50.000. 1980.

EMPLASA - EMPRESA PAULISTA DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO S.A. Ortofotos do Estado de São Paulo (Projeto Mapeia São Paulo). São Paulo. 1:25.000. 2010/2011.

ESRI. *About geocoding a table of addresses*. Disponível em: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/guide-books/geocoding/geocoding-a-table-of-addresses-about.htm>. Acesso em 23 de julho de 2020.

FERNANDES DA SILVA, P.C.; ANDRADE, E.; DANNA, L.C. Mapeamento de risco à inundação/ em municípios do Vale do Paraíba (SP): abordagem metodológica para delimitação e caracterização de setores de perigo. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 13, São Paulo-SP, 2 a 6 de novembro de 2011, Anais..., São Paulo: ABGE, 2011, CD-ROM.

FERNANDES DA SILVA, P.C.; ANDRADE, E.; ROSSINI-PENTEADO, D. Mapeamento de perigos e riscos de inundação: uma abordagem semiquantitativa. Revista do Instituto Geológico, São Paulo, 35 (2), 13-38, 2014.

FERNANDES DA SILVA, P.C.; VEDOVELLO, R.; FERREIRA, C. J.; BROLLO, M. J.; FERNANDES, A.J.; CRIPPS, J.C. *Geo-environmental mapping using physiographic analysis: constraints on the evaluation of land instability and groundwater pollution hazards in the Metropolitan District of Campinas, Brazil*. Environmental Earth Sciences, v. 59, p. 124, 2010. Disponível em: http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12665-010-0480-z

FERNANDES DA SILVA, P.C.; ANDRADE, E.; DANNA, L.C. Mapeamento de risco à inundação em municípios do Vale do Paraíba (SP): abordagem metodológica para delimitação e caracterização de setores de perigo. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 13, São Paulo - SP, 2 a 6 de novembro de 2011, Anais..., São Paulo: ABGE, 2011, CD-ROM. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/271133102_MAPEAMENTO_DE_RISCO__INUNDAO_EM_MUNICPIOS_DO_VALE_DO_PARABA_(SP)_ABORDAGEM_METODOLGICA_PARA_DELIMITAO_E_CARATERIZAO_DE_SETORES_DE_PERIGO

FERNANDEZ, G. N. Determinação de limiares críticos de chuva deflagradores de movimentos gravitacionais de massa, município de São Bernardo do Campo, SP. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

FERNANDEZ, G. N.; ALVES, F. M.; MODESTO, A. A. L., PISSATO, E. Análise espacial e temporal de escorregamentos em São Bernardo do Campo, SP (1993 – 2016). In: 18º CBGE Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2018, São Paulo, SP.

FERREIRA, C.J. ROSSINI-PENTEADO, D.; SOUZA, C.R.G.; ROCHA, G.A. SOUZA, L., GUEDES, A.C.M. 2015. Integração de mapeamento de risco e índices pluviométricos no monitoramento e alerta de risco de escorregamentos planares no Litoral Norte do Estado de São Paulo. Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, v.5 (1): 37-53. Disponível em: https://goo.gl/mqv6QG. Acesso em julho de 2020.

FERREIRA, C.J.; ROSSINI-PENTEADO, D. Mapeamento de risco a escorregamento e inundação por meio da abordagem quantitativa da paisagem em escala regional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 11, 2011, São

Paulo. Anais... São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2011. CD-ROM.

FERREIRA, C.J.; ROSSINI-PENTEADO, D.; GUEDES, A.C.M. O uso de sistemas de informações geográficas na análise e mapeamento de risco a eventos geodinâmicos. In: FREITAS, M.I.C & LOMBARDO, M.A.: Riscos e Vulnerabilidades: Teoria e prática no contexto Luso-Brasileiro. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2013.

FERREIRA, C. J.; ALVES, F. M.; RAFFAELLI, C. B. S.; SOUSA, C. A. Causas da Redução do Risco de Escorregamentos e de Inundações em Núcleos Residenciais do Município de Poá, SP, no Período 2006-2015. In: III Congresso da Sociedade de Análise de Risco Latino Americana, 2016, São Paulo. Anais do III Congresso da Sociedade de Análise de Risco Latino Americana, 2016.

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.

GRAMANI, M.F. 2001 Caracterização geológico-geotécnica das corridas de detritos ("*debris flows*") no Brasil e comparação com os casos internacionais. Dissertação de Mestrado, Departamento de Estruturas e Fundações, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 385 p.

GRAMANI, M.F. & AUGUSTO FILHO, O. 2004. *Analysis of the triggering of debris flow potentiality and the run-out reach estimative: an application essay in the Serra do Mar mountain range. In: International Symposium on Landslides*, 9, Rio de Janeiro. Proceedings... Londres: Balkema, v. 2. p. 1477-1483.

GRAMANI, M.F. & KANJI M.A. 2001. Inventário e análise das corridas de detritos no Brasil. In*:* III Conferência Brasileira de Estabilidade de Encostas - COBRAE, 3, Rio de Janeiro, Anais,Rio de Janeiro: ABMS - NRRJ.

GOMES, J. V. P. & SILVA de BARROS, R. (2011). A importância das Ottobacias para gestão de recursos hídricos. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, Anais, Curitiba pp.: 1287-1294.

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

HOEK, E. & BRAY, J. 1974. *Rock Slope Engineering. Londres, Institution of Mining and Metallurgy*, 309 p.

HORTON, R. E. *The role of infiltration in the hydrologic cycle*. Transactions, American Geophysical Union, V. 14, ed. 1, p. 446-460. 1933.

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.

IG - INSTITUTO GEOLÓGICO DA SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. Mapeamento de riscos associados a escorregamentos, inundações, erosão, solapamento, colapso e subsidência - Município de Aparecida - SP. São Paulo: Instituto Geológico. Relatório Técnico, 3 volumes. 2011. Disponível em: <http://www.defesacivil.sp.gov.br/instrumentos-de-identificacao-de-riscos/>. Acesso em agosto de 2020.

IG - INSTITUTO GEOLÓGICO DA SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. Mapeamento de riscos associados a escorregamentos, inundações, erosão e solapamento de margens de drenagens - Município de Campos do Jordão - SP. São Paulo: Instituto Geológico. Relatório Técnico, 4 volumes. 2014a. <http://www.defesacivil.sp.gov.br/instrumentos-de-identificacao-de-riscos/>. Acesso em agosto de 2020.

IG - INSTITUTO GEOLÓGICO DA SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. Unidades básicas de compartimentação do meio físico (UBC). São Paulo, 2014b. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/233/2017/02/Ficha_Tecnica_Unidades_Basicas_Compartimentacao_Meio_Fisico_UBC.pdf>. Acesso em agosto de 2020.

IG - INSTITUTO GEOLÓGICO DA SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. Mapeamento de riscos associados a escorregamentos, inundações e corridas de massa - Município de Itaóca, SP. São Paulo: Instituto Geológico, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Relatório Técnico, 2015. 3 volumes. Boletim do Instituto Geológico nº 64. ISSN 0100-431X. Disponível em: <http://www.defesacivil.sp.gov.br/instrumentos-de-identificacao-de-riscos/>. Acesso em agosto de 2020.

IG - INSTITUTO GEOLÓGICO DA SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. Unidades homogêneas de uso e ocupação do solo urbano (UHCT). São Paulo, 2016. Disponível em: <http://s.ambiente.sp.gov.br/cpla/Ficha_Tecnica_UHCT.pdf>. Acesso em agosto de 2020.

IG - INSTITUTO GEOLÓGICO DA SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. Cadastro Georreferenciado de Eventos Geodinâmicos: 50 Municípios da Região Metropolitana de São Paulo, Baixada Santista e Litoral Norte. Projeto Transporte Sustentável de São Paulo (P127723). São Paulo, 2017a. Disponível em: < https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutogeologico/2017/12/instituto-geologico-lanca-sistema-de-classificacao-unidades-territoriais-basicas-mapas-de-perigo-vulnerabilidade-e-risco-do-estado-de-sao-paulo-e-cadastro-de-eventos-geodinamicos-acidentes-e-desast/ >. Acesso em agosto de 2020.

IG - INSTITUTO GEOLÓGICO DA SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. Sistema de classificação “Unidades Territoriais Básicas” (UTB) e mapeamento de risco de áreas urbanas de uso residencial/comercial/serviços à eventos geodinâmicos do Estado de São Paulo. São Paulo, 2017b. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutogeologico/wp-content/uploads/sites/233/2017/12/Ficha_Tecnica_UTB_SP_IG.pdf>. Acesso em agosto de 2020.

IG - INSTITUTO GEOLÓGICO DA SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório da Operação dos Planos Preventivos de Defesa Civil-PPDC-Operação Verão 2016-2017. São Paulo. 2017c. Disponível em <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/233/2017/11/RELAT_PPDC_2016-2017_FINAL.pdf>. Acesso em outubro de 2020.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. TerraMA² - Monitoramento, Análise e Alerta – Manual do Usuário. 2018. 191 p. Disponível em: < http://www.terrama2.dpi.inpe.br/manuais>. Acesso em 23 de julho de 2020.

IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO; CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de

massa e inundações: 1:25.000: nota técnica explicativa. Coordenação Omar Yazbek Bittar. São Paulo, SP / Brasília, DF. 2014

IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Diagnóstico da situação dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do Litoral Norte – UGRHI-03. São Paulo: IPT, 2001.

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

IWASA, O.Y.; ASSANO, V. Y.; ALVES, F.M.; ALVES, C.F.C.; MAGRO, S.A.; FAGUNDES, M.G.; BONGIOVANNI, L.A.; MOREIRA, M.R.; PEIXOTO FILHO, G.E.C.; SCHADECK, R. Vulnerabilidade da ocupação em setores de risco a movimentos gravitacionais de massa e inundação no município de Luiz Alves, Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, Rio de Janeiro - RJ. Anais... São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2013. CD-ROM.

JICA - JAPANESE INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY. *Guide to landslide inspection form records*. In: *Project of Strengthening the National Strategy about the Risk Management of the Natural Disaster* (GIDES). 2015.

JICA - JAPANESE INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY. Projeto GIDES – Fortalecimento da Estratégia Nacional da Gestão Integrada de Riscos de Desastres. Manual de Planos de Contingência para Desastres de Movimentos de Massa, v.3. 2018. Brasília, DF. Disponível em <https://www.jica.go.jp/brazil/portuguese/office/publications/c8h0vm000001w9k8-att/volume3.pdf>. Acesso em outubro de 2020.

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

LOMBARDO, M. A. & FREITAS, M. I. C. Riscos e vulnerabilidades [recurso eletrônico]: teoria e prática no contexto luso-brasileiro. 1. ed. – São Paulo: Cultura Acadêmica, 2013

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

MACEDO, E.S.; OGURA, A.T.; CANIL, K.; ALMEIDA FILHO, G.S.; GRAMANI, M.F.; SILVA, F.C.; CORSI, A.C.; MIRANDOLA, F.A. Modelos de fichas descritivas para áreas de risco de escorregamento, inundação e erosão. In: Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais, 1, 2004, Florianópolis. Anais... Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004b, p. 892-907, CD-ROM. 2004.

MACEDO, E.S.; OGURA, A.T., SANTORO J. Defesa Civil e escorregamentos: o plano preventivo do litoral paulista. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E ENGENHARIA, 9, São Pedro. Anais... São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental. 1999.

MACEDO, E.S.; SANTORO J., ARAÚJO, R.E. Plano Preventivo de Defesa Civil (PPDC) para Deslizamentos, Estado de São Paulo, Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1., 2004, Florianópolis. Anais... Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. p. 908-919. (CD-ROM). Disponível em <http://www.sidec.sp.gov.br/defesacivil/media/OSDownloads/1398369924_Artigo%20PPDC.pdf>. Acesso em outubro de 2020.

MANSO, A. P.; BARROS, M. S.S.; OLIVEIRA, M. L. N. Determinação de zonas homogêneas através de sensoriamento remoto. São José dos Campos, INPE. 1978.

MARTINS, A. M., PIMENTA, C.O., FERNANDES, F. S., NOVAES, G. T. F., LOPES, V. V. A capacidade institucional de municípios paulistas: uma análise de políticas educacionais em

regiões metropolitanas. Cadernos de Pesquisa (Fundação Carlos Chagas.), 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/cp/v43n150/05.pdf. Acesso em outubro de 2020.

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.

OLIVEIRA, T.A.; RIEDEL, P. S.; VEDOVELLO, R.; SOUZA, C. R. G.; BROLLO, M. J. Utilização de técnicas de fotointerpretação na compartimentação fisiográfica do município de Cananéia, SP: apoio ao planejamento territorial e urbano. Geociências (São Paulo), v. 26, p. 55-65, 2007. Disponível em: http://www.revistageociencias.com.br/26_1/Art%206%20Thomaz.pdf

ONU-ISDR. *Terminology in disaster risk reduction*. 2017. Disponível em: <https://goo.gl/a2CMDE>.

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. 2010. Correlações entre chuvas e movimentos de massa no município de Belo Horizonte, MG. Geografias (UFMG), 6(2): 49- 68.

PIERSON, L.A. *The Rockfall Hazard Rating System*. Report FHWA-OR-GT-92-05. Oregon Department of Transportation. 1991.

PFAFSTETTER, O. Classificação de Bacias Hidrográficas – Metodologia de Codificação. Rio de Janeiro, RJ: DNOS, 1989.

PINTO, H.S.; ORTOLANI, A.A.; ALFONSI, R.R. Estimativa das temperaturas médias mensais do Estado de São Paulo em função da altitude e latitude. São Paulo: USP, 1972. 20p.

PORTO, M.F.A.; PORTO, R.L.L. Gestão de bacias hidrográficas. Estud. av., São Paulo, v. 22, n. 63, p. 43-60, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 15 de junho de 2020. http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142008000200004.

PNUD - PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. Atlas do desenvolvimento humano no Brasil, 2014. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/>. Acesso em: 03 de junho de 2020.

PRESENTATION PROCESS. Create stunning circular flow diagram easily. 2020. Disponível em: <https://www.presentation-process.com/circular-flow-diagram.html>. Acesso em 23 de julho de 2020

RENNÓ, C.D.; NOBRE, A.D.; CUARTAS, L.A.; SOARES, J.V.; HODNETT, M.G.; TOMASELLA, J; WATERLOO, M.J. *HAND, a new terrain descriptor using SRTM-DEM: Mapping terra-firme rainforest environments,* in *Amazonia. Remote Sensing of Environment*. New York, v.112, n.9, p.3469-3481, 2008.

ROLIM, GLAUCO DE SOUZA, et al. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o Estado de São Paulo. Bragantia, Campinas, v. 66, n. 4, p. 711-720, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052007000400022&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 19 de outubro de 2020. DOI: https://doi.org/10.1590/S0006-87052007000400022.

ROSS, J. L S. Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental. Oficina de Textos. São Paulo, 2006.

ROSS, J. L. S; MOROZ, I. C. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. São Paulo, DG-FFLCH-USP, IPT, FAPESP, 1997.

ROSSI, M. Mapa Pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado. São Paulo: Instituto Florestal, 2017. Disponível em: https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutoflorestal/2017/09/mapa-pedologico-do-estado-de-sao-paulo-revisado-e-ampliado/

ROSSINI-PENTEADO, D.; FERREIRA, C.J.; GIBERTI, P.P.C. Quantificação da vulnerabilidade e dano aplicados ao mapeamento e análise de risco, escala 1:10.000, Ubatuba-SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS E TECNOLÓGICOS, 2, 2007, Santos SP. Anais... São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2007. CD-ROM.

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.

SÃO PAULO (Estado). Plano Preventivo de Defesa Civil - PPDC específico para Escorregamentos nas Encostas da Serra do Mar. DECRETO N. 42.565, DE 1 DE DEZEMBRO DE 1997. Disponível em: <https://goo.gl/Ypkdgl>.

SENTELHAS, P.C.; SANTOS, D.L. dos; MACHADO, R.E. *Water deficit and water surplus maps for Brazil, based on FAO Penman-Monteith potential evapotranspiration*. Revista Ambiente e Água, v.3, p.28-42, 2008.

SCS – SOIL CONSERVATION SERVICE. *A Method for Estimating Volume and Rate of Runoff in Small Watersheds*. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1973.

SCS – SOIL CONSERVATION SERVICE. *National engineering handbook*. Washington D.C.: U.S. Department of Agriculture, sec. 4. 1972.

SILVA, A.M. & ALVARES, C.A. Levantamento de informações e estruturação de um banco de dados sobre a erodibilidade de classes de solos no Estado de São Paulo. Revista Geociências, UNESP, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 33-41, 2005.

SINDUSCON – SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Custo Unitário Básico da Construção Civil. 2018. Consultado em outubro de 2018. Disponível em: https://www.sindusconsp.com.br/cub/ e https://www.sindusconsp.com.br/wp-content/uploads/2018/11/10-Outubro-2018-Desonerado.pdf.

SOARES E.P. 2006. Caracterização da precipitação na região de Angra dos Reis e a sua relação com a ocorrência de deslizamentos de encostas. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 145p.

SOARES E.P. & MARTON E. 2006. Relação entre precipitação e deslizamentos de encostas na região de Angra dos Reis. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14, Florianópolis. Anais... Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia. Disponível em: https://goo.gl/BHHFnk. Acessado em: 29 jun. 2015.

TATIZANA C., OGURA A.T., CERRI L.E.S., ROCHA M.C.M. 1987a. Análise de Correlação entre Chuvas e Deslizamentos – Serra do Mar – Município de Cubatão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E ENGENHARIA, 5, São Paulo. Anais... São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2: 225-236.

TATIZANA, C., OGURA, A.T., CERRI, L.E.S., ROCHA M.C.M. 1987b. Modelamento Numérico da Análise de Correlação entre Chuvas e Deslizamentos aplicados à Encosta da Serra do Mar.

In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E ENGENHARIA,5, São Paulo.Anais… São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2: 237-248.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. *The water balance*. New Jersey: Centerton, 1955. 104p. (Publications in Climatology, v.8, n.1).

TOMINAGA, L.K.; FERREIRA, C.J.; VEDOVELLO, R.; TAVARES, R.; SANTORO, J. & SOUZA, C.R. de G. Cartas de perigo a escorregamentos e de risco a pessoas e bens do Litoral Norte de São Paulo: conceitos e técnicas. In: PEJON, O.; ZUQUETTE, L. (eds.): SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA E GEOAMBIENTAL, 5, 2004, São Carlos. Anais... São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2004. CD-ROM, p. 205-216.

TOMINAGA, L; ROSSINI-PENTEADO, D; FERREIRA, CJ; VEDOVELLO, R. Mapeamento de Risco a Escorregamentos na Escala 1:10.000: Abordagem Metodológica Aplicada em Ubatuba, SP. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia, VII, e Encontro Latino-Americano de Geomorfologia**,** 2, Belo Horizonte, 01 a 08 de agosto de 2008. Anais..., Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

TURCOTTE, R.; FORTIN, J.P.; ROUSSEAU, A.N.; MASSICOTTE, S.; VILLENEUVE, J.P. *Determination of the drainage structure of a watershed using a digital elevation model and a digital river and lake network*. Journal of Hydrology, Amsterdam, v.240, n.3, p.225-242, 2001.

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

UNDRO - UNITED NATIONS DISASTER RELIEF ORGANIZATION. *Mitigation natural disasters: phenomena, effects and options. A manual for policy makers and planners*. Office of the United Nations Disaster Relief Coordinator, Geneva. 1991.

UNESCO - INSTITUTO INTERNACIONAL DE PLANEJAMENTO DA EDUCAÇÃO. Avaliação da capacidade institucional para a melhoria da qualidade educativa: materiais de apoio à formação em competências de inspetores da educação em Angola. IIPE-UNESO, Buenos Aires, 2012.

UN-ISDR – UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION. *International Strategy for Disaster Reduction. 2009. Terminology on Disaster Risk Reduction*. Disponível em <http://www.unisdr.org/we/inform/terminology>. Acesso em julho de 2020.

UN-ISDR – UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION. *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction - 2015 - 2030*. Geneva. 2015.

UN-SPIDER – SPACE-BASED INFORMATION FOR DISASTER MANAGEMENT AND EMERGENCY RESPONSE. *Disaster Risk Management*. Disponível em http://www.un-spider.org/risks-and-disasters/disaster-risk-management.

VALENCIO, N.; SIENA, M.; MARCHEZINI, V.; GONÇALVES, J. C. Sociologia dos desastres – Construção, interfaces e perspectivas no Brasil. São Carlos: RiMa Editora, 2009.

VALERIANO, M.M. Dados topográficos. In: FLORENZANO, T.G. (Org.). Geomorfologia, conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 72-104.

VASCONCELLOS, P. FAN - Formação de Analistas de Negócios. 2019.

VEDOVELLO, R. Modelagem e Arquitetura de um Sistema Gerenciador de Informações Geoambientais (SGIG) como Produto de Avaliações Geológico-geotécnicas. In: 10º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2002, Ouro Preto, MG.

VEDOVELLO, R. Zoneamento geotécnicos aplicados à gestão ambiental, a partir de Unidades Básicas de Compartimentação - UBSs. Rio Claro (SP); 2000. [Tese de Doutoramento - Instituto de Geociências e Ciências Exatas da UNESP]. 154p.

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.

VILA D. A.; SCOFIELD R. A.; KULIGOWSKI R.J.; DAVENPORT J. C.; *Satellite rainfall estimation over South America: Evaluation of two major events*. NOAA Technical Reports n. 114, US Department of Commerce, Washington, D.C, June 2003.

WATT, W.E., & CHOW, K.C. (1985). *A general expression for basin lag time*. Canadian Journal of Civil Engineering, 12, 294-300.

WORLD BANK. Melhoria da Resiliência Climática da Malha Rodoviária Federal Brasileira, maio de 2019. 2019.

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.

9 EQUIPE TÉCNICA

Os documentos referentes à “Anotação de Responsabilidade Técnica - ART”, para execução deste projeto são apresentados no **ANEXO A**.

Geólogo Dr. Fernando Facciolla Kertzman

Geólogo MSc. Fernando Machado Alves

Engenheiro Civil Dr. José Mauro Marquez

Analista de Sistema Bruno Alexandre Araújo

Analista de Sistema Brunno Pirani Bassan

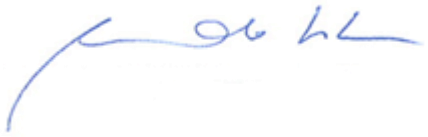
Geólogo MSc. Guilherme Nunes Fernandez

Geólogo Pedro Machado Simões

Geógrafo Esp. Adão Aparecido Lanzieri Modesto

Engenheiro Cartógrafo MSc. Tobias Rehder da Cunha Patuci

Analista de Sistema Diego dos Santos Rodrigues



Geólogo Dr. Fernando Facciolla Kertzman

CREA 0601488426

Coordenador do Projeto

ANEXOS

ANEXO A

Anotação de Responsabilidade Técnica – ART

ANEXO B

Arquivos digitais dos Produtos 02, 03, 04 e 05

https://bit.ly/NKREGEA_CONTINGENCIA