PLANO DA BACIA HIDROGRÁFICA LITORÂNEA



PRODUTO 06: EVENTOS CRÍTICOS

Revisão Final
Agosto 2019

AGUASPARANÁ
Instituto das Águas do Paraná

cobrape

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO 6
1. INTRODUÇÃO 7
2. INUNDAÇÕES, ALAGAMENTOS E ENXURRADAS 8
2.1. Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 9
2.2. Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID) 13
2.3. Atlas de Vulnerabilidade a Inundações 14
2.4. Ação Emergencial para Reconhecimento de Áreas de Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massa, Enchente e Inundação 17
2.5. Defesas Civis do Paraná e Santa Catarina 20
2.6. SigRisco Paraná 26
2.7. Comparativo das Informações sobre Inundações, Alagamentos e Enxurradas 31
3. EROSÃO E ASSOREAMENTO 34
3.1. Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 35
3.2. Defesa Civil 35
3.3. Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro 35
4. MOVIMENTO DE MASSA 44
4.1. Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 46
4.2. Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID) 46
4.3. Defesa Civil 47
4.4. O evento “Águas de Março” 50
4.4.1. Prejuízos 51
4.4.2. Ações preventivas 52
4.5. SigRisco Paraná 53
5. CONCLUSÕES 55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 57
ANEXOS 61
Fichas municipais de áreas de risco 61

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Frequência anual de registros de desastres por inundações e alagamentos 9
Figura 2.2 – Número de Registros de Inundações e Alagamentos entre 1991 e 2012 11
Figura 2.3 – Número de Registros de Enxurradas entre 1991 e 2012 12
Figura 2.4 – Classificação da Vulnerabilidade a Inundação 14
Figura 2.5 – Vulnerabilidade a Inundações 16
Figura 2.6 – Exemplo de Prancha de Identificação de Áreas de Risco 18
Figura 2.7 – Classificação de Risco a Inundação pela CPRM 19
Figura 2.8 – Frequência anual de registros de inundações pelas Defesas Civis 20
Figura 2.9 – Frequência mensal de registros de inundações pelas Defesas Civis 21
Figura 2.10 – Frequência anual de registros de alagamentos pelas Defesas Civis 21
Figura 2.11 – Frequência mensal de registros de alagamentos pelas Defesas Civis .. 22
Figura 2.12 – Frequência anual de registros de enxurradas pelas Defesas Civis 22
Figura 2.13 – Frequência mensal de registros de enxurradas pelas Defesas Civis 23
Figura 2.14 – Inundações e Alagamentos Contabilizados pelas Defesas Civis 24
Figura 2.15 – Enxurradas Contabilizadas pelas Defesas Civis 25
Figura 2.16 – Número de Eventos de Enxurradas e Inundações na BHL 27
Figura 2.17 – Distribuição espacial de Inundações e Enxurradas na BHL 29
Figura 2.18 – Distribuição espacial de eventos de movimentos de massa na BHL 30
Figura 2.19 – Série Histórica de Inundações, Alagamentos e Enxurradas 31
Figura 2.20 – Série Histórica de Inundações, Alagamentos e Enxurradas 32
Figura 2.21 – Comparativo da Contabilização de Inundações e Alagamentos por Fonte 32
Figura 2.22 – Comparativo da Contabilização de Enxurradas por Fonte 33
Figura 3.1 – Classificação da costa de acordo com sua estabilidade 38
Figura 4.1 – Frequência anual de registros de Deslizamentos pelas Defesas Civis 47
Figura 4.2 – Frequência mensal de registros de Deslizamentos pelas Defesas Civis . 47
Figura 4.3 – Deslizamentos Contabilizados pelas Defesas Civis e Grau de Risco 49
Figura 4.4 – Residências afetadas por corrida de lama na localidade de Floresta 51
Figura 4.5 – Ponte danificada da BR-277 que liga Curitiba a Paranaguá 52
Figura 4.6 – Organização do Sistema Estadual de Proteção e Defesa Civil – SEPDEC 53
Figura 4.7 - Número de Eventos de Deslizamentos, Quedas de Blocos e Corridas de Massa na BHL 54

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Classificação dos graus de risco a inundação 17
Tabela 4.1 – Características dos principais tipos de escorregamento 45
Tabela 4.2 – Principais fatores deflagradores de movimentos de massa 46
Tabela 4.3 – Precipitação acumulada (mm) que desencadeou os eventos de 2011. .. 50

LISTA DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
BHL	Bacia Hidrográfica Litorânea
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
CENACID	Centro de Apoio Científico em Desastres
CENAD	Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres
CEPED	Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres
CEPRODEC	Conselho Estadual de Proteção e Defesa Civil
COBRADE	Codificação Brasileira de Desastres
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DEGET	Departamento de Gestão Territorial
DPDC	Divisão de Proteção e Defesa Civil
FGRD	Programa de Fortalecimento para a Gestão de Riscos e Desastres
IAGE	*International Association for Engineering Geology and the Enviromment*
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
MI	Ministério da Integração Nacional
Mineropar	Serviço Geológico do Paraná
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministérios de Minas e Energia
P2R2	Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos
PBHL	Plano da Bacia Hidrográfica Litorânea
PPA	Plano Plurianual
PR	Paraná
S2ID	Sistema Integrado de Informações sobre Desastres
SC	Santa Catarina
SEPDEC	Sistema Estadual de Proteção e Defesa Civil
SGM	Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

SIGRisco	Sistema Paranaense de Informações para Gestão de Riscos a Desastres Naturais
SIMEPAR	Sistema Meteorológico do Paraná
SISDC	Setor de Tecnologia da Informação
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNESPAR	Universidade Estadual do Paraná

APRESENTAÇÃO

O presente documento corresponde ao *Produto 06: Eventos Críticos* que visa consolidar as informações básicas para a elaboração do Plano da Bacia Hidrográfica Litorânea, relativo ao Contrato celebrado entre o AGUASPARANÁ e a Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos (COBRAPE).

O Termo de Referência, parte integrante do contrato, estabelece os seguintes produtos a serem desenvolvidos:

- *Produto 00: Plano de Trabalho Revisado;*
- *Produto 01: Caracterização Geral;*
- *Produto 02: Disponibilidades Hídricas e Definição das AEGs;*
- *Produto 03: Demandas;*
- *Produto 04: Balanço Hídrico Superficial e Subterrâneo ;*
- *Produto 05: Diagnóstico do Uso e Ocupação da Terra;*
- *Produto 06: Eventos Críticos;*
- *Produto 07: Cenários;*
- *Produto 08: Proposta de Enquadramento*;
- *Produto 09: Programa para Efetivação do Enquadramento;*
- *Produto 10: Rede de Monitoramento;*
- *Produto 11: Prioridades para Outorga;*
- *Produto 12: Diretrizes Institucionais;*
- *Produto 13: Indicadores de Avaliação do Plano de Bacia;*
- *Produto 14: Análise da Transposição Capivari – Cachoeira;*
- *Produto 15: Cobrança pelo Direito de Uso;*
- *Produto 16: Programas de Intervenções;*
- *Relatório sobre a Consulta Pública;*
- *Relatório Final;*
- *Relatório Executivo.*

O presente relatório sobre *Eventos Críticos* tem o objetivo de apresentar as informações relativas ao tema no âmbito da Bacia Hidrográfica Litorânea do Paraná, analisando os dados disponíveis para apontar locais de maior recorrência e vulnerabilidade de modo a embasar uma possível priorização quanto a ações futuras voltadas à ocorrência de eventos críticos.

1. INTRODUÇÃO

Por definição, são chamados de desastres naturais os danos e prejuízos causados a uma determinada sociedade, excedendo a sua capacidade de resiliência e convívio com tais impactos, ocasionados por fenômenos naturais. (INPE, 2008)

Em outras palavras, os desastres naturais acarretam impactos significativos sobre a sociedade e sua infraestrutura instalada, gerando prejuízos sociais, relativos às vidas perdidas ou afetadas, e prejuízos econômicos, quando a infraestrutura local é danificada pela ação do evento natural.

O impacto socioeconômico, efetivo ou potencial, que um evento natural pode causar em determinada localidade ou região é relativo à resiliência do sistema social afetado, ou seja, a capacidade da população a resistir ao desastre. Em suma, os desastres ocorrem quando os perigos se encontram com a vulnerabilidade.

Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), os desastres naturais podem ser classificados quanto às suas diferentes naturezas, podendo ser:

- Biológico: epidemias, infestações por insetos, ataques animais;
- Geofísico: terremotos, vulcões, movimento de massa sem água;
- Climatológico: secas, temperaturas extremas, incêndios;
- Hidrológico: inundações, movimento de massa com água; e
- Meteorológico: tempestades.

Do ponto de vista da segurança hídrica, este estudo tem por objetivo caracterizar e avaliar os eventos naturais de cunho climatológico, hidrológico e meteorológico, mais especificadamente as inundações, enxurradas e movimentos de massa ocorrentes na Bacia Litorânea do Estado do Paraná. Tais eventos têm se destacado no cenário nacional ao longo dos últimos anos, sendo dada grande ênfase nas regiões Sul e Sudeste. No Paraná a situação não é diferente, onde se percebem severos impactos socioeconômicos, como por exemplo, o número de pessoas desabrigadas por enchentes, ou ainda por deslizamentos de encostas.

Ainda sobre esta questão paira o advento das mudanças climáticas, cuja hipótese de ocorrência já é amplamente aceita no meio científico e tende a intensificar eventos críticos em todo o mundo, alterar temperaturas, precipitações e ciclos hidrológicos locais ou regionais, tornar algumas regiões mais secas e outras mais chuvosas, elevar o nível médio do mar, entre outras alterações climáticas com potenciais impactos ainda desconhecidos.

Portanto, a fim de dar um primeiro passo rumo à preparação e adaptação da Bacia Litorânea do Paraná aos diversos cenários que abrangem as questões hídricas, o PBHL busca em primeiro momento a caracterização e avaliação dos processos atualmente ocorrentes em seu território, para posteriormente projetar sobre essa avaliação algumas hipóteses que permeiam a segurança hídrica da bacia.

Ressalta-se que, embora não estejam sob a jurisdição paranaense, os municípios de Garuva e Itapoá constarão nas análises por contribuírem hidricamente para a bacia hidrográfica litorânea do Paraná (BHL), visto que a maior parte dos dados dessas análises é de âmbito municipal, não sendo possível desagregar as informações apenas para a área de contribuição hídrica.

2. INUNDAÇÕES, ALAGAMENTOS E ENXURRADAS

Muitas vezes confundidas com fenômenos semelhantes, as inundações possuem uma definição diferenciada de cheias, enchentes ou alagamentos. Segundo a 5ª edição do Glossário de Defesa Civil: Estudos de Riscos e Medicina de Desastres, as corretas definições para tais eventos são:

- **Alagamentos**: água acumulada no leito das ruas e no perímetro urbano por fortes precipitações pluviométricas, em cidades com sistemas de drenagem deficientes;
- **Cheias**: elevação temporária e móvel do nível das águas de um rio ou lago;
- **Enchentes**: elevação do nível de água de um rio, acima de sua vazão normal;
- **Enxurradas**: Volume de água que escoa na superfície do terreno, com grande velocidade, resultante de fortes chuvas; e
- **Inundações**: transbordamento de água da calha normal de rios, mares, lagos e açudes, ou acumulação de água por drenagem deficiente, em áreas não habitualmente submersas (DEFESA CIVIL, 2008).

As inundações, portanto, são os eventos onde a malha hidrográfica recebe uma vazão superior àquela que pode comportar em sua calha, extravasando água para suas áreas marginais, comumente conhecidas por planícies de inundação ou áreas de várzea.

Já os alagamentos não dependem de cursos de água para sua ocorrência, visto que significam um acúmulo de água em determinado ponto, geralmente urbano, onde a drenagem não consegue eliminar a água ali acumulada, e são usualmente ocasionados por precipitações intensas.

As enxurradas, por sua vez, são eventos de maior intensidade e pouca duração decorrentes de precipitações em pequenas bacias, que aliadas a uma significativa velocidade de escoamento causada pela declividade, podem acarretar em impactos marginais e até inundações com capacidade de arraste.

As cheias ou enchentes representam um aumento da vazão no rio, elevando o nível da água dentro da sua calha, contudo sem o transbordamento efetivo de água a partir de suas margens.

Assim, os eventos críticos que representam risco efetivo à população são as inundações, alagamentos e enxurradas. Enquanto as inundações são processos naturais que podem ser agravados por ações antrópicas e possuem maior extensão e duração, os alagamentos são ocasionados por deficiência da infraestrutura urbana, além de apresentarem menores áreas atingidas e menores tempos de duração.

Para estudar o comportamento desses fenômenos no território nacional, o governo federal desenvolve algumas frentes de estudos e obtenção de dados em parceria com a Defesa Civil federal e dos níveis estaduais, além de envolver outros órgãos voltados ao planejamento, infraestrutura, meio ambiente, entre outros. As principais ações são descritas a seguir.

2.1. Atlas Brasileiro de Desastres Naturais

O Centro Universitário de Estudos e Pesquisas Sobre Desastres da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) em parceria com o Ministério da Integração Nacional (MI) e a Secretaria Nacional de Defesa Civil, elaborou o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, que compilou as informações sobre eventos críticos em todo o território brasileiro para o período que compreende os anos entre 1991 e 2012, em sua primeira versão, e posteriormente (2013) expandiu sua base de informações expandindo o período analisado. O Atlas também foi subdividido por estados, sendo possível assim analisar o histórico dos municípios do litoral do Paraná individualmente.

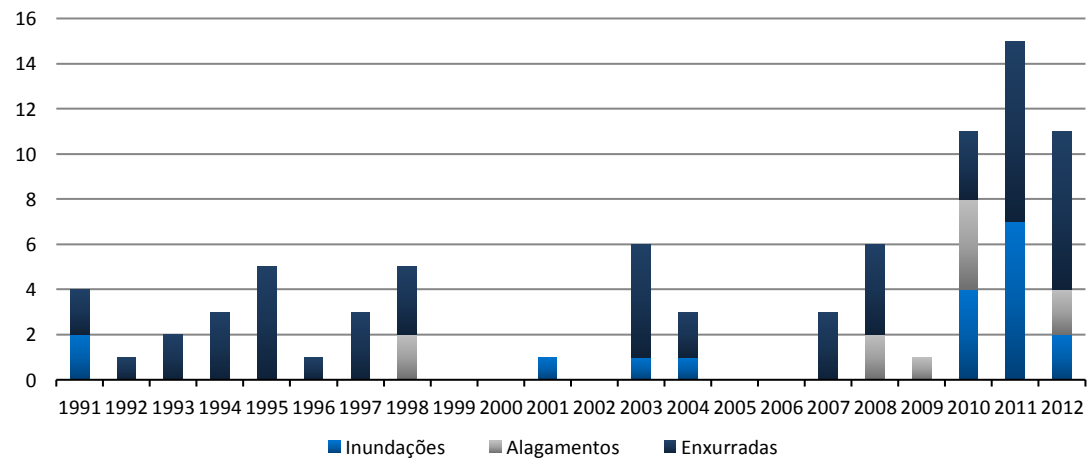
Segundo o Atlas, foram levantados para os municípios da bacia litorânea do Paraná apenas 8 registros oficiais de inundações excepcionais caracterizadas como desastre, entre os anos de 1991 e 2012, sendo que Paranaguá e Garuva foram os únicos que registraram esse tipo de ocorrência em duas oportunidades, para os demais constava apenas um evento.

Já os alagamentos ocorreram, ou foram registrados oficialmente, com maior frequência, totalizando 18 eventos ao longo do período levantado, principalmente em Piraquara, cuja série histórica soma 4 eventos. Quanto a esses dados, embora constem nas estatísticas, infere-se que sua maior ocorrência seja em áreas urbanas, portanto, em alguns casos como o de Piraquara, não podem ser considerados *ipsis litteris*, já que as áreas urbanizadas de alguns municípios estão localizadas fora da bacia.

Por fim, as enxurradas representam o maior número de ocorrências registradas no período levantado, totalizando 52 eventos, principalmente em Garuva (13), Morretes (6) e São José dos Pinhais (6). Neste caso, torna-se oportuno destacar o caso de Garuva devido à influência que o Rio São João pode exercer sobre a região central da cidade, provocando impactos decorrentes da enxurrada. Outro caso especial e que demanda atenção é o município de Morretes, estritamente inserido na BHL. Sua área urbana é cortada pela calha do rio Nhundiaquara, que historicamente apresenta recorrentes ocorrências de enxurradas.

A distribuição do total de ocorrências por município pode ser observada no gráfico a seguir.

Figura 2.1 - Frequência anual de registros de desastres por inundações e alagamentos



Fonte: UFSC, 2013.

A distribuição ao longo dos anos dos eventos catalogados demonstra um grande salto de ocorrências a partir do ano de 2010, quando, segundo a publicação, as precipitações chuvosas se apresentaram acima das médias históricas no período precedente.

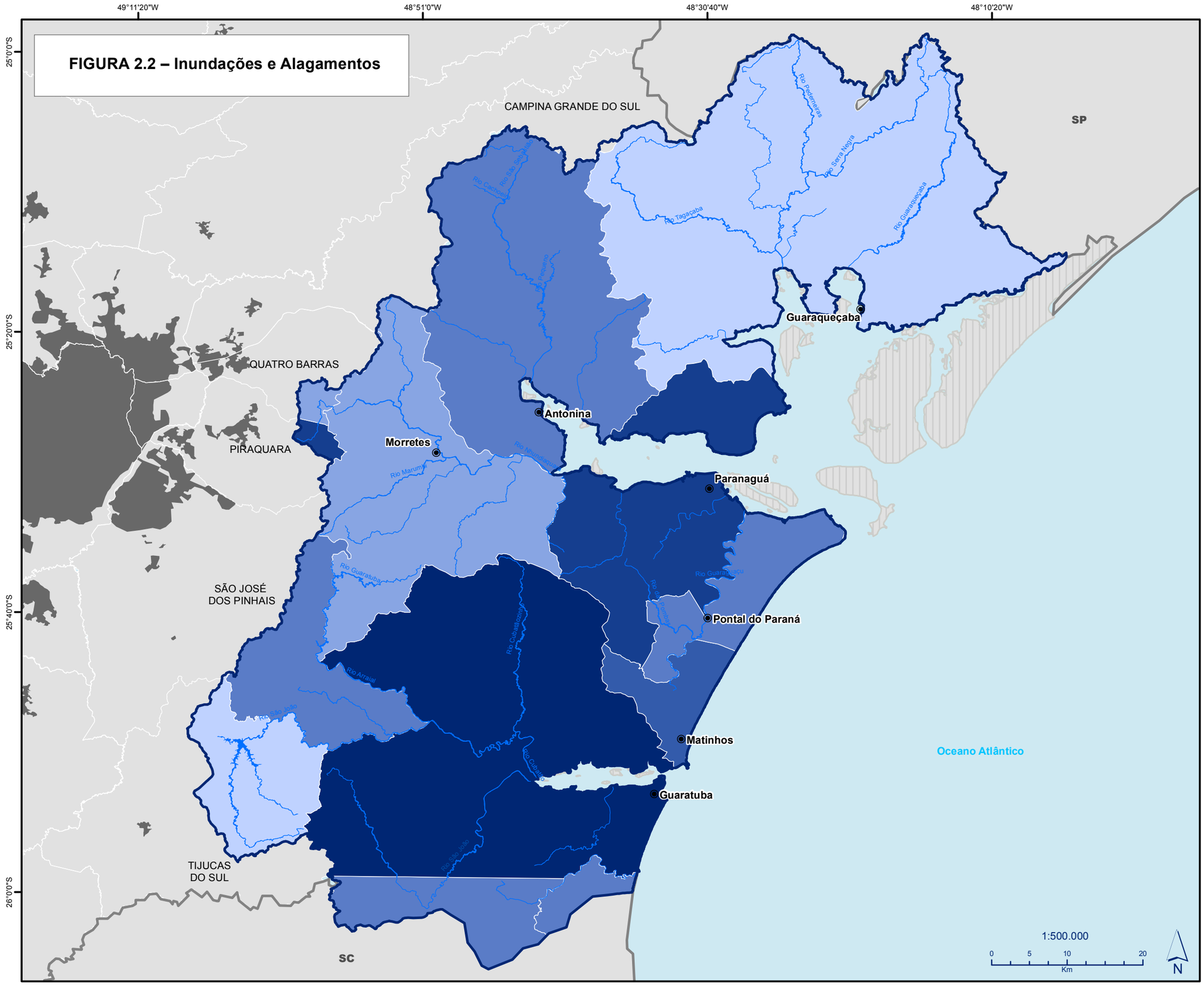
Segundo o Atlas, em Matinhos ocorreu a segunda maior inundação do Paraná de toda a série histórica observada, quando em janeiro de 2010 o nível da água de rios e córregos que cortam a área urbana do município se elevou de modo a afetar todos os bairros do município, inundando ruas, casas e estabelecimentos comerciais. Tal evento afetou 35.000 pessoas em todo o município, porém sem mortos ou desabrigados.

Em termos totais, o maior número de registros sobre inundações e alagamentos ocorreu em Guaratuba, somando seis eventos, sendo que cinco destes foram concentrados entre os anos de 2008 e 2011. Na sequência aparecem Paranaguá e Piraquara, ambos com quatro eventos, sendo que no primeiro município, os eventos ocorreram isoladamente em 2004, 2008, 2009 e 2012. No segundo caso, foram três registros apenas em 2010 e um em 2011. Entretanto, salienta-se que a Defesa Civil geralmente oficializa registros de inundações e alagamentos apenas em áreas urbanas, o que impossibilita a precisão destes dados para Piraquara e demais municípios parcialmente inseridos na BHL quanto à sua ocorrência dentro dos limites estudados ou não.

No que tange as informações sobre enxurradas, os municípios de Morretes e São José dos Pinhais são aqueles que mais registraram casos entre 1991 e 2012, sendo que cada um somou 6 ocorrências bem distribuídas no período, com exceção dos anos de 2010, quando Morretes registrou duas enxurradas, e 2007, quando houve dois eventos em São José dos Pinhais.

Sobre esse evento, cabe destacar também o número de registros em Garuva e Itapoá, em Santa Catarina, que somaram 13 e 8 eventos, respectivamente, no período. Essas estatísticas representam 40% do total da BHL se considerada a área de contribuição catarinense. Porém, do mesmo modo que ocorre no limite paranaense da bacia, não é possível se afirmar que todas ou parte das enxurradas registradas nestes municípios ocorreram de fato dentro da BHL, já que os valores são municipais, e estes não se encontram 100% inseridos na bacia de contribuição. Assim, para não se reduzir e prejudicar a percepção do grau de importância dos municípios paranaenses, os valores extremos catarinenses foram suprimidos da representação gráfica exibida na Figura 2.3, que apresenta o número de enxurradas ocorridas nos municípios da BHL. A Figura 2.2, a seguir demonstra as inundações e alagamentos.

FIGURA 2.2 – Inundações e Alagamentos



Legenda

Número de Eventos entre 1991 e 2012

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 6

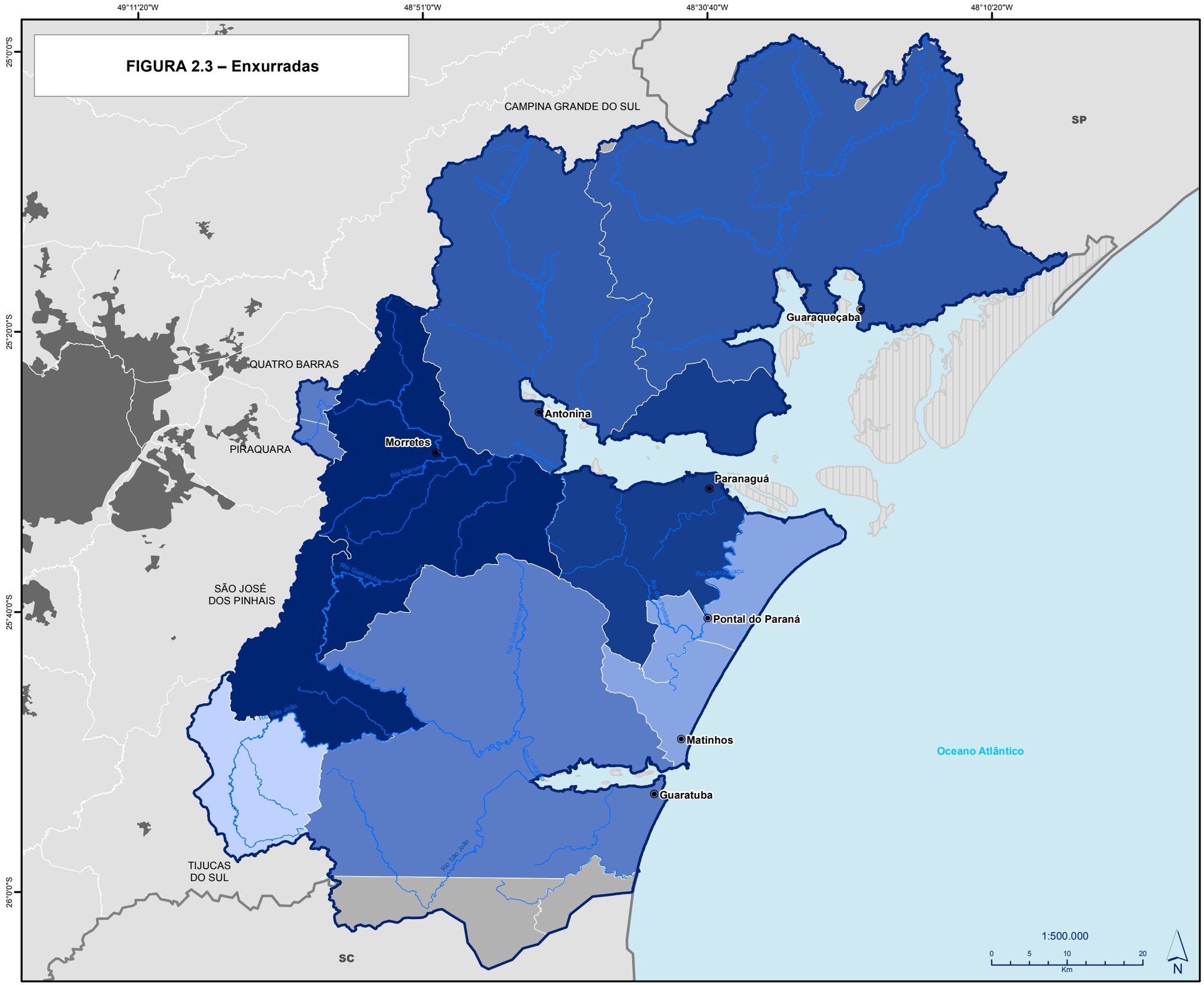
FONTE: Atlas Brasileiro de Desastre Naturais (2012).

Convenções Cartográficas

- Sedes Municipais
- Hidrografia Principal
- Áreas Estratégicas de Gestão (AEG)
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Limite Municipal
- Limite Estadual
- Rodovias
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.

FIGURA 2.3 – Enxurradas



Legenda

Número de eventos entre 1991 e 2012

- 0
- 1
- 2
- 3
- 5
- 6

FONTE: Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (2012).

Convenções Cartográficas

- Sedes Municipais
- Hidrografia Principal
- Áreas Estratégicas de Gestão (AEG)
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Limite Municipal
- Limite Estadual
- Rodovias
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.

O Atlas indica que os registros de ocorrência de desastres aumentaram na última década em relação à década passada. Contudo, os seus autores ressaltam que não se pode afirmar se houve um aumento de ocorrências de fenômenos naturais, a partir de 2001, na mesma proporção que houve um aumento do registro de desastres, indicando que o aumento destes registros pode estar relacionado com aperfeiçoamento na coleta de dados ao longo dos anos.

Os autores do Atlas afirmam ser importante registrar que, durante a análise dos dados coletados, foram identificadas algumas limitações da pesquisa e que estas não comprometeram o trabalho, mas contribuem muito para ampliar o “olhar” dos gestores públicos com relação às lacunas presentes no registro e no cuidado da informação sobre desastres. Destacam entre as limitações a clara observação de variações e de inconsistências no preenchimento de danos humanos, materiais e econômicos.

Os autores afirmam ainda que as inconsistências encontradas retratam certa fragilidade histórica do sistema nacional de defesa civil, principalmente pela ausência de profissionais especializados em âmbito municipal e pela falta de unidade e de padronização das informações declaradas pelos documentos de registros de desastres.

É afirmado, ainda, que, apesar de não poder assegurar a relação direta entre registros e ocorrências, o Atlas permite uma série de importantes análises, ao oferecer informações – nunca antes sistematizadas – que ampliam as discussões sobre as causas das ocorrências e intensidade dos desastres.

2.2. Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID)

A partir de 2013, para continuar o processo de catalogação e agilizar o processo de comunicação de eventos extremos, o Ministério da Integração Nacional (MI) organizou um portal eletrônico on-line denominado Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID), que visa informatizar o processo de transferência de recursos a grupos impactados por desastres naturais, dinamizando o processo de relato e organizando uma base de dados nacional sobre o tema.

Portanto, o processo de relato de ocorrência de eventos críticos e seus impactos passou a ser on-line a partir de 2013, possibilitando assim o complemento das informações dispostas no Atlas até o momento presente.

Segundo as informações dispostas no sistema, em 2013, dos municípios presentes na Bacia Litorânea do Paraná, nenhum deles apresentou algum tipo de informação referente ao número de pessoas afetadas por inundações e tampouco eventos de inundação foram registrados. Da mesma forma não houve registro de eventos de alagamento. Para enxurradas foram apresentados dois registros durante o período, um em 2014 e outro em 2015, sendo que o evento registrado em 2014 ocorreu na cidade de Garuva-SC, sem apresentar informações sobre o número de afetados. Já o evento de 2015 ocorreu no Município de Morretes-PR com 200 habitantes afetados pela enxurrada.

Ressalta-se que, para este levantamento, o número de afetados engloba mortos, feridos, enfermos, desabrigados, desalojados, desaparecidos e outros. Dos 200 habitantes afetados pela enxurrada de 2015, 20 foram classificados como desalojados e 180 como outras situações.

2.3. Atlas de Vulnerabilidade a Inundações

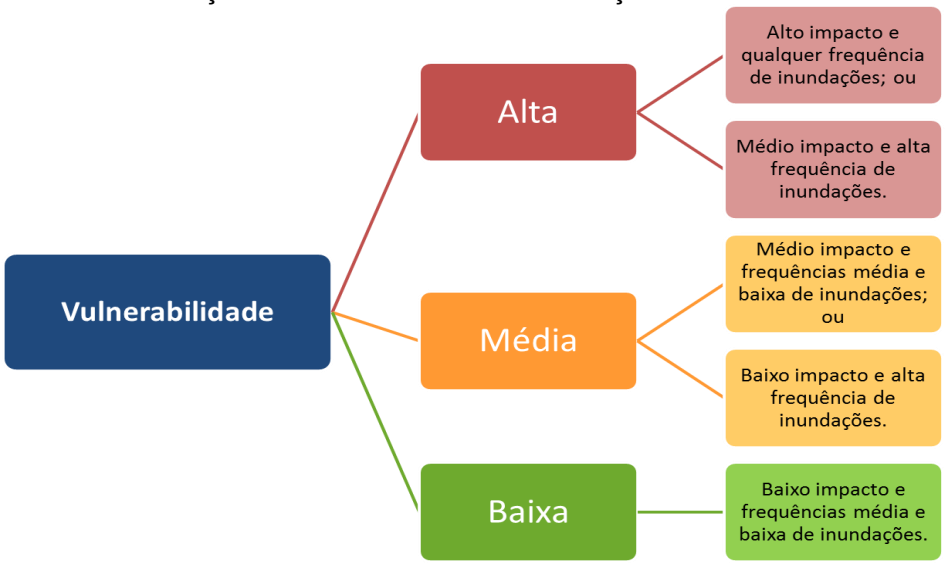
Em outra frente, o governo federal elaborou, por meio do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e da Agência Nacional de Águas (ANA), o Atlas de Vulnerabilidade a Inundações no ano de 2014. Este estudo identificou a ocorrência e os impactos das inundações graduais nos principais rios das bacias hidrográficas brasileiras, agrupando e consolidando em um único padrão, informações dos Estados, do Distrito Federal e da União.

A metodologia definida pelo estudo classifica os trechos de rios a partir de uma análise de vulnerabilidade. Essa, por sua vez, é composta por duas variáveis, impacto e ocorrência. O impacto das inundações foi considerado alto quando havia grande risco de dano à vida humana e danos significativos aos serviços essenciais, instalações e obras de infraestrutura pública e residências; médio quando os danos eram razoáveis aos serviços essenciais, instalações e obras de infraestrutura pública e residências; e baixo quando os prejuízos eram pequenos e pontuais.

Quanto à ocorrência, os critérios foram mais diretos, uma vez que foram classificados como de alto impacto nos trechos de rios onde as inundações ocorriam em intervalos de até 5 anos, médio impacto naqueles que se repetiam pelo menos a cada 10 anos, e baixo naqueles eventos acima desta frequência.

Por fim, a metodologia de categorização classifica cada trecho hidrográfico em alta, média ou baixa vulnerabilidade, segundo as considerações dispostas na Figura 2.4 a seguir:

Figura 2.4 – Classificação da Vulnerabilidade a Inundação



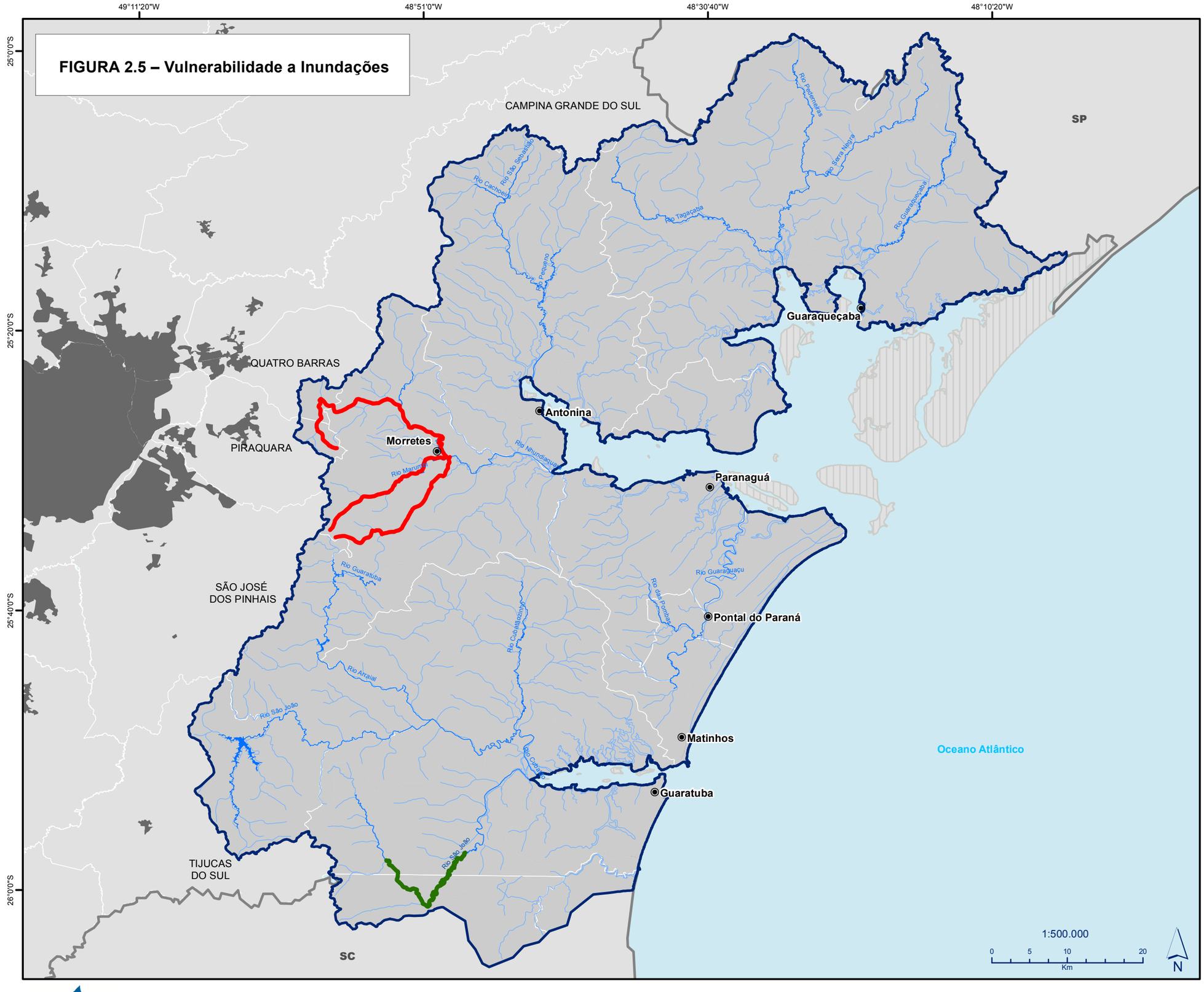
Fonte: ANA, 2014.

Como resultado, apresentado na Figura 2.5, o trabalho concluiu que apenas em duas regiões alguns trechos de rios apresentam certos graus de vulnerabilidade a inundações. A primeira se localiza nas redondezas de Morretes, mais precisamente no rio Nhundiaquara e em dois de seus principais afluentes da margem direita. Todos esses trechos selecionados foram classificados como de “Alta” vulnerabilidade, e estando a montante da área urbana municipal, desde suas nascentes.

Os três rios selecionados, denominados segundo o Atlas como Rio Nhundiaquara, Rio Marumbi e Rio do Pinto, nascem na Serra do Mar paranaense, sendo que os dois últimos são afluentes do primeiro, que corre até Antonina para desaguar na sua respectiva baía. Quando há precipitações na serra, especialmente nas chuvas intensas e concentradas do verão, o nível da água nesses cursos d'água aumenta rapidamente devido ao pequeno tamanho de suas bacias, à curta distância entre as nascentes e o centro de Morretes, além da acentuada declividade que aumenta significativamente a velocidade da água, causando enxurradas que têm o potencial de inundar e causar danos à área urbana e à população ali residente.

Ao sul, destaca-se o Rio São João, que nasce no Paraná, passa por Santa Catarina e retorna ao estado de origem, para a baía de Guaratuba. Este rio possui um longo trecho classificado como "Baixa" vulnerabilidade, alcançando a área urbana de Garuva, em Santa Catarina, conforme demonstrado na Figura 2.5 a seguir.

FIGURA 2.5 – Vulnerabilidade a Inundações



Legenda

Vulnerabilidade a Inundações

- Alta
- Média
- Baixa

FONTE: ANA (2014) e MMA (2014).

Convenções Cartográficas

- Sedes Municipais
- Hidrografia Principal
- Áreas Estratégicas de Gestão (AEG)
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Limite Municipal
- Limite Estadual
- Rodovias
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.

2.4. Ação Emergencial para Reconhecimento de Áreas de Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massa, Enchente e Inundação

Apresentada no PPA federal de 2012 a 2015, esta ação governamental integra o Programa Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres, desenvolvido pela parceria dos Ministérios de Minas e Energia (MME), da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e da Integração Nacional (MI), juntamente à Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral (SGM), ao Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e ao Departamento de Gestão Territorial (DEGET). O projeto de colaboração mútua executou, em 821 municípios brasileiros prioritários, o diagnóstico e mapeamento das áreas com potencial de risco alto a muito alto, denominado “Ação Emergencial para Reconhecimento de Áreas de Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massa, Enchente e Inundação”.

Para a caracterização das potenciais áreas de riscos aos processos de deslizamento, enxurradas, inundações e erosões nos municípios priorizados, foram inicialmente levantadas regiões de destaque por meio de visitas de campo em áreas com histórico ou de risco iminente, além do uso de imagens de satélite para identificar potenciais regiões vulneráveis. Posteriormente, as áreas levantadas foram classificadas conforme os critérios do Ministério das Cidades, e para aquelas com alto (R3) e muito alto (R4) graus de risco, foram confeccionadas pranchas de caracterização.

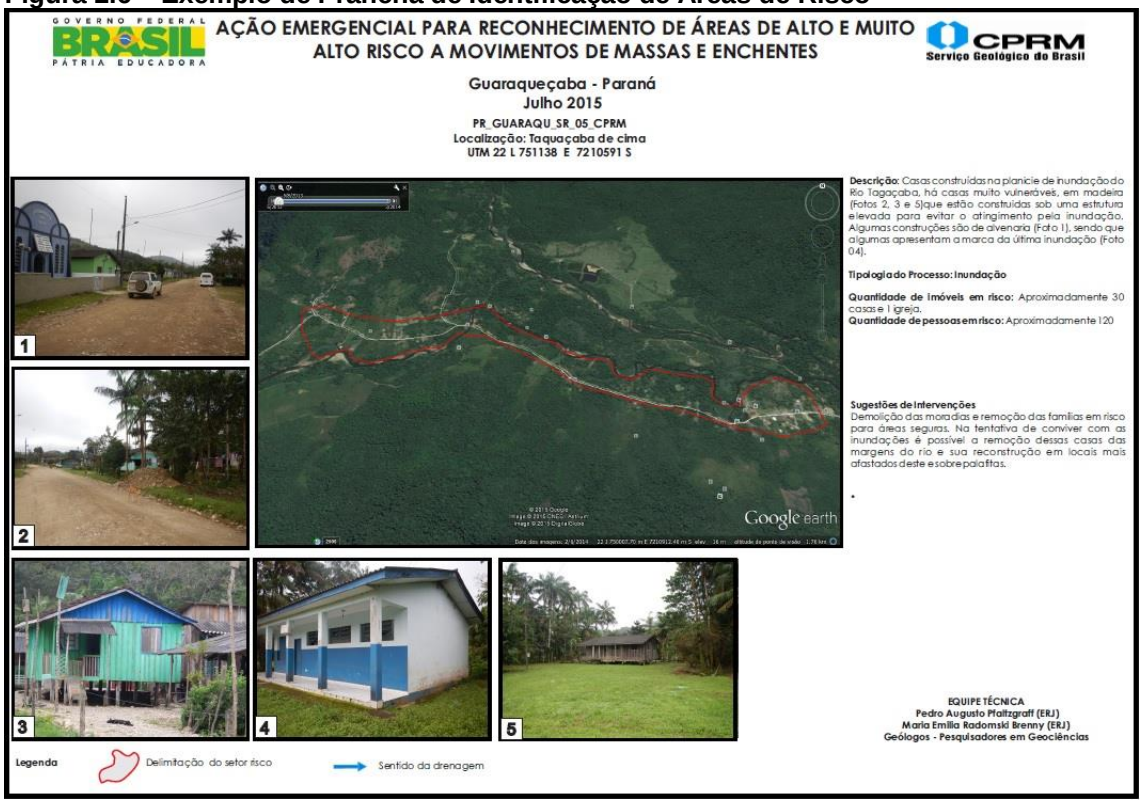
Tabela 2.1 – Classificação dos graus de risco a inundação

R1 BAIXO	Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com baixo potencial de causar danos e baixa frequência de ocorrência (sem registros de ocorrência nos últimos 5 anos).
R2 MÉDIO	Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com médio potencial de causar danos e média frequência de ocorrência (1 ocorrência significativa nos últimos 5 anos).
R3 ALTO	Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com médio potencial de causar danos e média frequência de ocorrência (1 ocorrência significativa nos últimos 5 anos), envolvendo moradias de alta vulnerabilidade.
R4 MUITO ALTO	Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com alto potencial de causar danos e alta frequência de ocorrência (pelo menos 3 ocorrências significativas nos últimos 5 anos), envolvendo moradias de alta vulnerabilidade.

Fonte: MME, 2015.

Assim, as áreas que apresentavam os graus de risco mencionados foram declaradas como ”áreas de risco”, com uma delimitação georreferenciada e uma ficha. Essa prancha é identificada por um código, possuindo uma breve descrição do setor, possui coordenadas e delimitação da área de risco sobre imagens de satélite, a tipologia do movimento de massa ou identificação de enchente ou inundação, o número aproximado de moradias e habitantes no interior do polígono delimitado, fotos tiradas nos locais de destaque, bem como sugestões de intervenções. O modelo da ficha pode ser visualizado a seguir.

Figura 2.6 – Exemplo de Prancha de Identificação de Áreas de Risco



Fonte: CPRM, 2017.

Nota-se que as áreas de risco apontadas pela CPRM são estritamente urbanas e que foram apontadas pela metodologia adotada como alto e muito alto risco a movimentos de massas e enchentes, não incorporando grandes regiões de estudo, mas sim localidades pontuais.

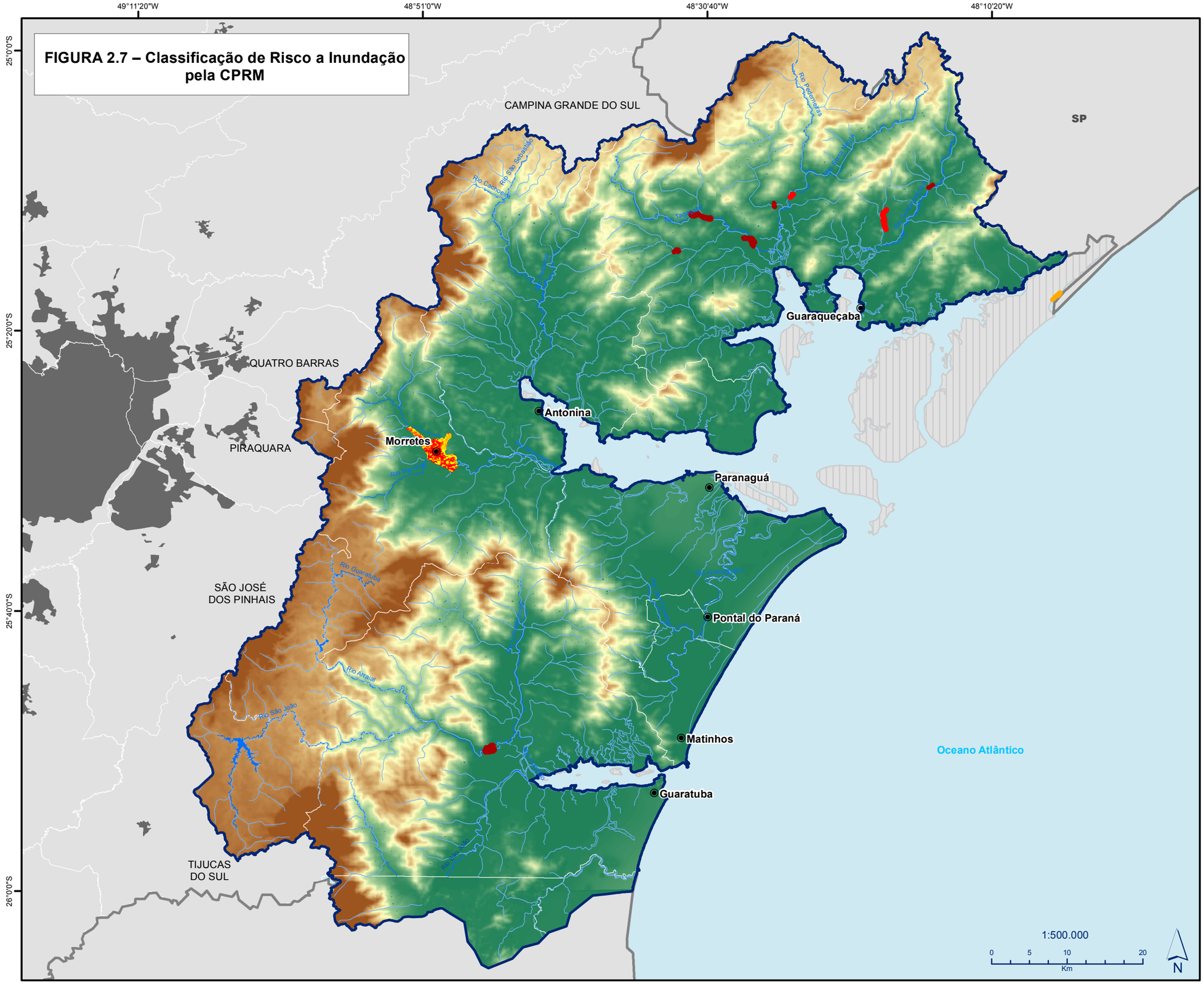
No Estado do Paraná foram analisados 41 municípios, sendo que 7 destes são contemplados pela BHL. Todas as informações produzidas e disponibilizadas ao Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) e ao Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD) estão contempladas na base de dados do PBHL para a análise do tema.

Conforme pode ser observado na Figura 2.7 a seguir, nem todos os municípios apresentam a ocorrência de áreas em alto e muito alto potencial de inundação, sendo que a maioria ficou concentrada em Guaraqueçaba. Em Guaratuba, foi identificado apenas um local caracterizado como área da várzea do rio Cubatão, inundada anualmente. Segundo os registros, a água dessas inundações pode atingir um metro dentro das casas dos moradores próximos.

Ainda, em Morretes, há uma grande região demarcada com Alto, Médio e Baixo risco, porém os arquivos da base de dados não discriminam a natureza do risco. A única menção ao tipo de risco está no relatório gerado para o município, seguido pelo mapa de risco final, que considera graus de risco para a população englobando tanto inundações quanto deslizamentos, não sendo possível a distinção da natureza destes riscos para Morretes.

A Figura 2.7 a seguir apresenta os polígonos delimitados pela CPRM com os potenciais de inundação, e para facilitar a visualização os polígonos foram ampliados de modo que suas concentrações fossem mais bem percebidas.

FIGURA 2.7 – Classificação de Risco a Inundação pela CPRM



Legenda

Grau de Risco

- Muito Alto
- Alto
- Médio
- Baixo

Hipsometria

High : 1788

Low : 0

FONTE: CPRM (2015) e MINEROPAR (2011).

Convenções Cartográficas

- Sedes Municipais
- Hidrografia Principal
- Áreas Estratégicas de Gestão (AEG)
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Limite Municipal
- Limite Estadual
- Rodovias
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.

2.5. Defesas Civis do Paraná e Santa Catarina

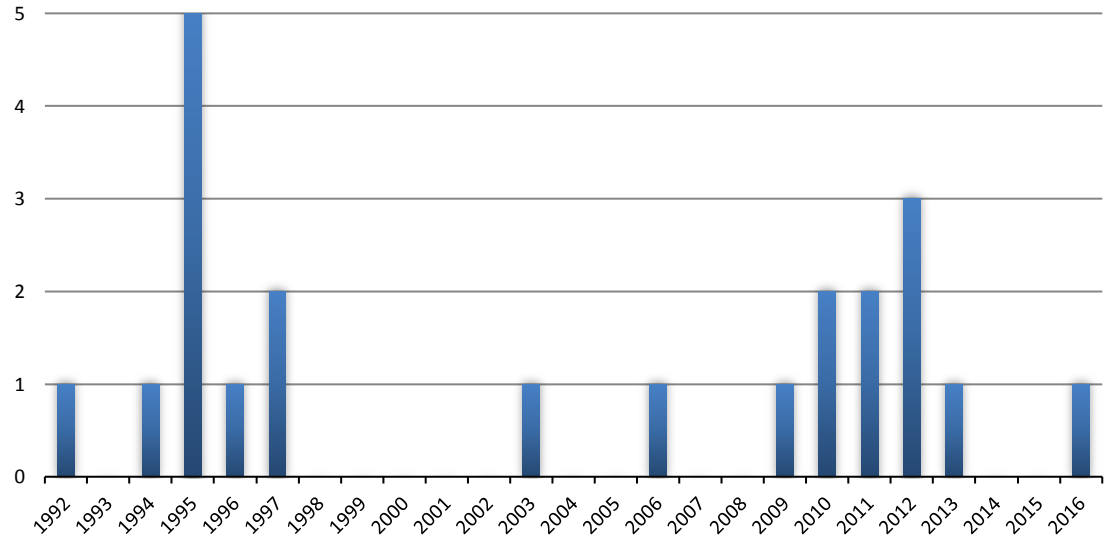
A Defesa Civil do Estado do Paraná e a Defesa Civil do Estado de Santa Catarina são os órgãos responsáveis pela prevenção e proteção contra desastres, além de registrar os eventos corridos durante os anos.

Segundo as informações que estão disponíveis no Mapa de Ocorrências da Defesa Civil do Estado do Paraná e através dos Relatórios dos Decretos disponíveis na Defesa Civil do Estado de Santa Catarina, a maior parte do total de eventos registrados se encontra dentro dos limites do estado do Paraná.

Com relação aos eventos de inundação, foram registradas 22 ocorrências em municípios paranaenses durante o período de 1992 a 2016, cujos maiores picos da série ocorreram em 1995 e 2012, com 5 e 3 eventos em cada ano, respectivamente. Também se observam algumas lacunas no referido histórico, geralmente abrangendo dois anos consecutivos, com exceção do período entre 1998 e 2002, quando não foram registrados quaisquer eventos dessa natureza em 5 anos consecutivos.

Os municípios de São José dos Pinhais com 7 ocorrências e Garaqueçaba com 4, são os que apresentaram as maiores recorrências dentro da série de dados disponível. Para os municípios de Antonina, Paranaguá, Garuva e Itapoá não existem registros de inundação, porém, ressalta-se que os dados para os municípios do estado de Santa Catarina são referentes ao período de 1998 a 2016.

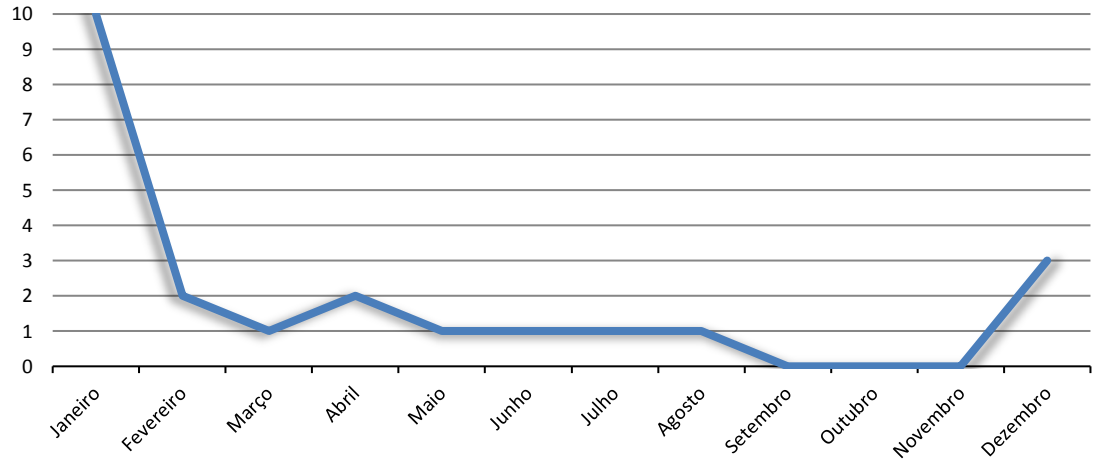
Figura 2.8 – Frequência anual de registros de inundações pelas Defesas Civis



Fonte: Adaptado de DEFESA CIVIL/PR e DEFESA CIVIL/SC.

Quanto à distribuição mensal da ocorrência de inundações, os dados apontam que Janeiro é o mês crítico na BHL, uma vez que 45% do total de eventos ocorrem nesse mês, e que o período de maior incidência está entre Dezembro a Abril, antes da estação seca, quando a série mostra estabilidade. Para Setembro, Outubro e Novembro o total de eventos é nulo.

Figura 2.9 – Frequência mensal de registros de inundações pelas Defesas Civis

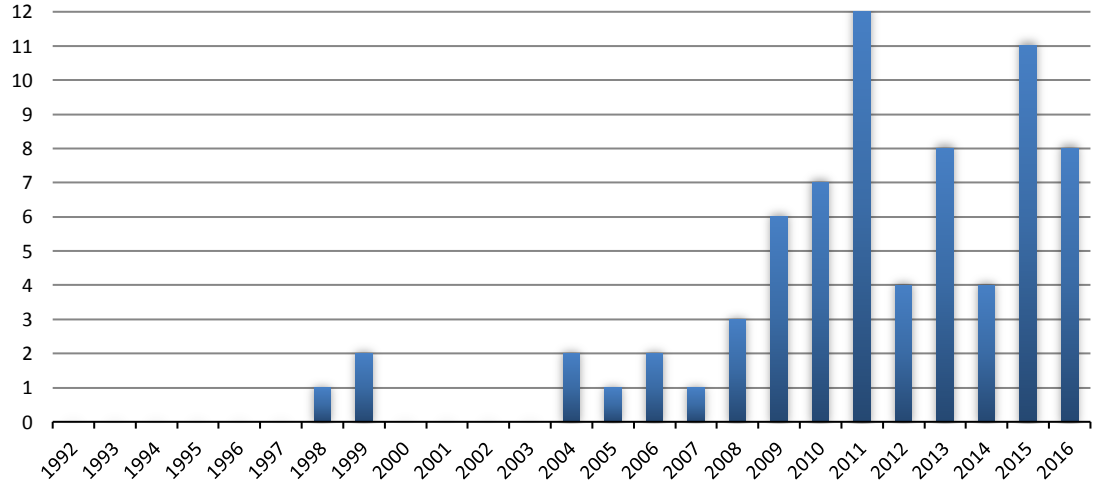


Fonte: Adaptado de DEFESA CIVIL/PR e DEFESA CIVIL/SC.

Com relação aos eventos de alagamento, nota-se um significativo aumento de episódios a partir de 2004, com ápice em 2011, quando foram contabilizados 12 registros. Antes desses acontecimentos, a série apresenta apenas três casos atendidos nos anos de 1998 e 1999.

Ao todo, os municípios paranaenses apresentaram 72 registros, onde os maiores impactados em número de ocorrências são: Paranaguá (17), São José dos Pinhais (12) e Guaratuba (11). O número de eventos ocorridos nesses três municípios representa aproximadamente 55% do total registrado para o período. Os municípios catarinenses novamente não apresentaram registros de alagamentos, assim como Guaraqueçaba.

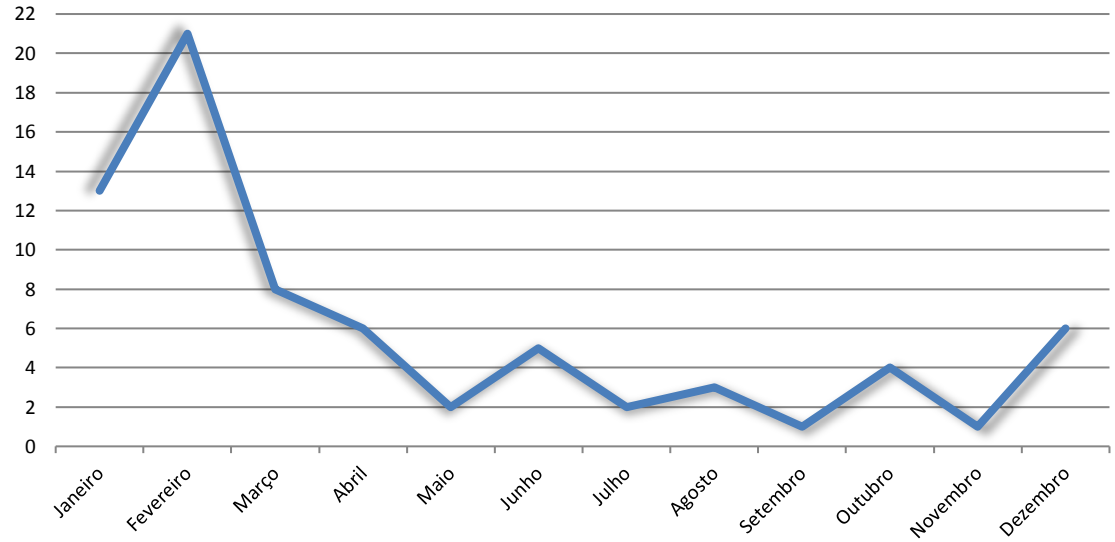
Figura 2.10 – Frequência anual de registros de alagamentos pelas Defesas Civis



Fonte: Adaptado de DEFESA CIVIL/PR e DEFESA CIVIL/SC.

Em termos mensais, a distribuição de alagamentos se assemelha ao padrão observado para inundações, onde há um crescente número de casos a partir de Dezembro até Abril, provocado pela estação chuvosa, mantendo um número baixo de eventos até o final do ano. Porém, diferentemente das inundações, o pico da série aponta Fevereiro como mês mais crítico, bastante superior a Janeiro e demais meses, conforme pode ser observado a seguir.

Figura 2.11 – Frequência mensal de registros de alagamentos pelas Defesas Civis

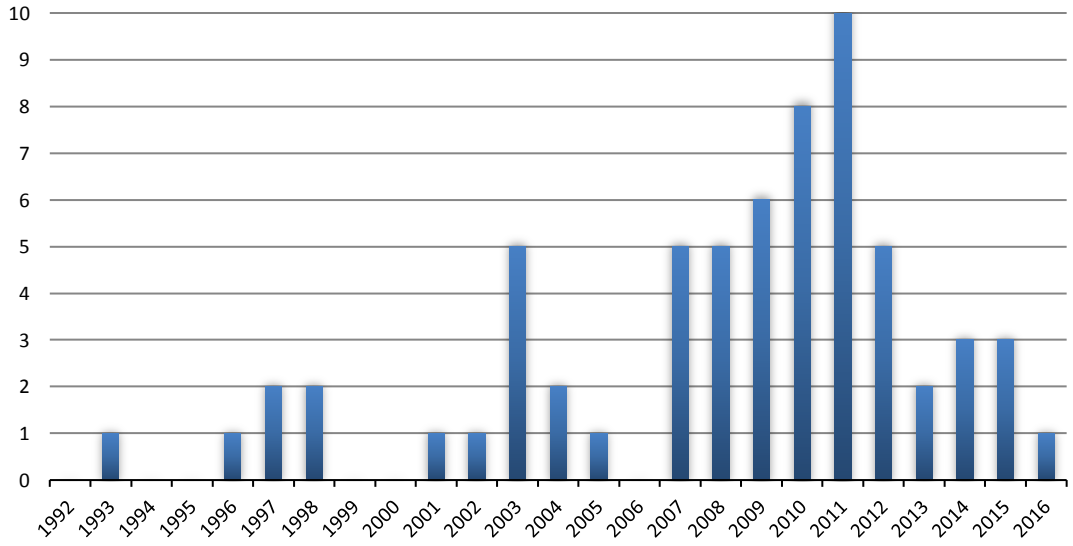


Fonte: Adaptado de DEFESA CIVIL/PR e DEFESA CIVIL/SC.

Para os eventos de enxurradas, foram catalogados 64 registros; destes, os municípios paranaenses apresentaram 49 (76,6% do total). O período de maior incidência foi entre 2007 e 2012, com pico de acontecimentos em 2011, quando ocorreram 10 enxurradas nos municípios da BHL. Os municípios que apresentaram a maior quantidade de registros foram São José dos Pinhais, com 13 registros, e Morretes, com 12. Os municípios catarinenses de Garuva e Itapoá, apresentaram 6 e 9 registros respectivamente, totalizando 15 eventos.

Os dados dos municípios paranaenses, referentes ao período de 1992 a 2016, e o os catarinenses, de 1998 a 2016, estão apresentados no gráfico a seguir.

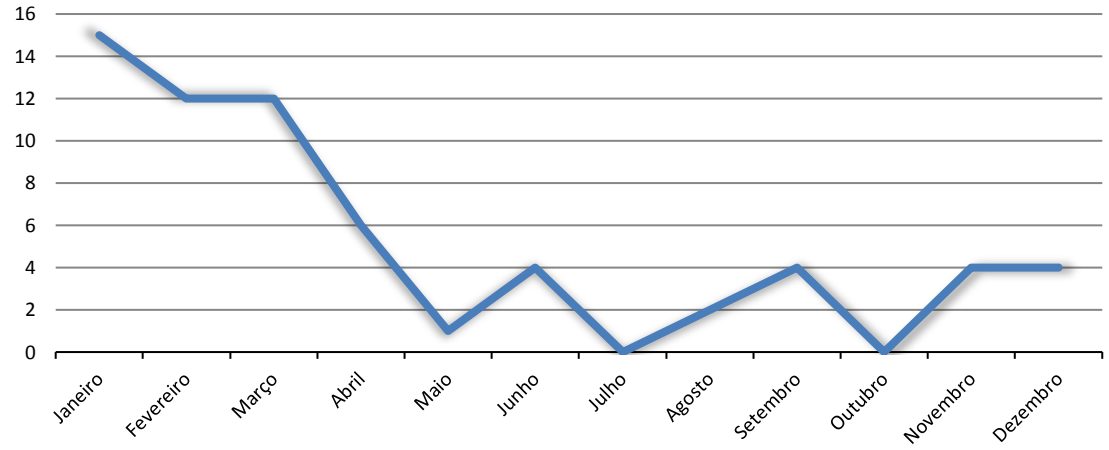
Figura 2.12 – Frequência anual de registros de enxurradas pelas Defesas Civis



Fonte: Adaptado de DEFESA CIVIL/PR e DEFESA CIVIL/SC.

Assim como para os demais eventos relacionados às precipitações, o maior número de enxurradas são registradas no período chuvoso, entre dezembro e abril, conforme pode ser observado a seguir.

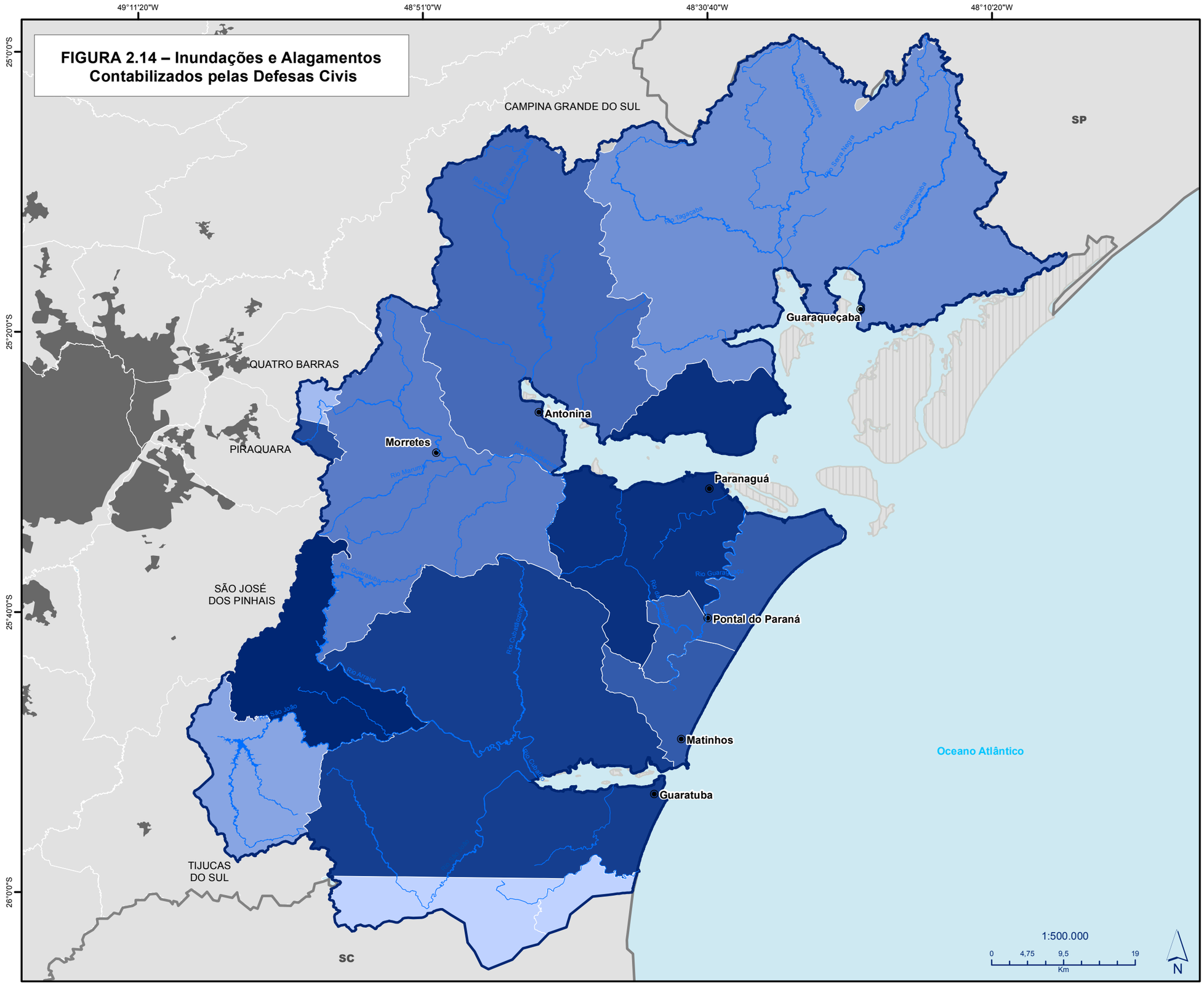
Figura 2.13 – Frequência mensal de registros de enxurradas pelas Defesas Civis



Fonte: Adaptado de DEFESA CIVIL/PR e DEFESA CIVIL/SC.

O mapeamento das informações municipais sobre inundações e alagamentos, bem como de enxurradas é apresentado nos mapas das figuras na sequência, e refletem espacialmente o acúmulo de eventos de ambas as naturezas registradas pelas Defesas Civis do Estado do Paraná e de Santa Catarina.

FIGURA 2.14 – Inundações e Alagamentos Contabilizados pelas Defesas Civis



Legenda

Número de Eventos

- 0
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 11
- 13
- 17
- 19

FONTE: Defesas Civis PR e SC (2016).

Convenções Cartográficas

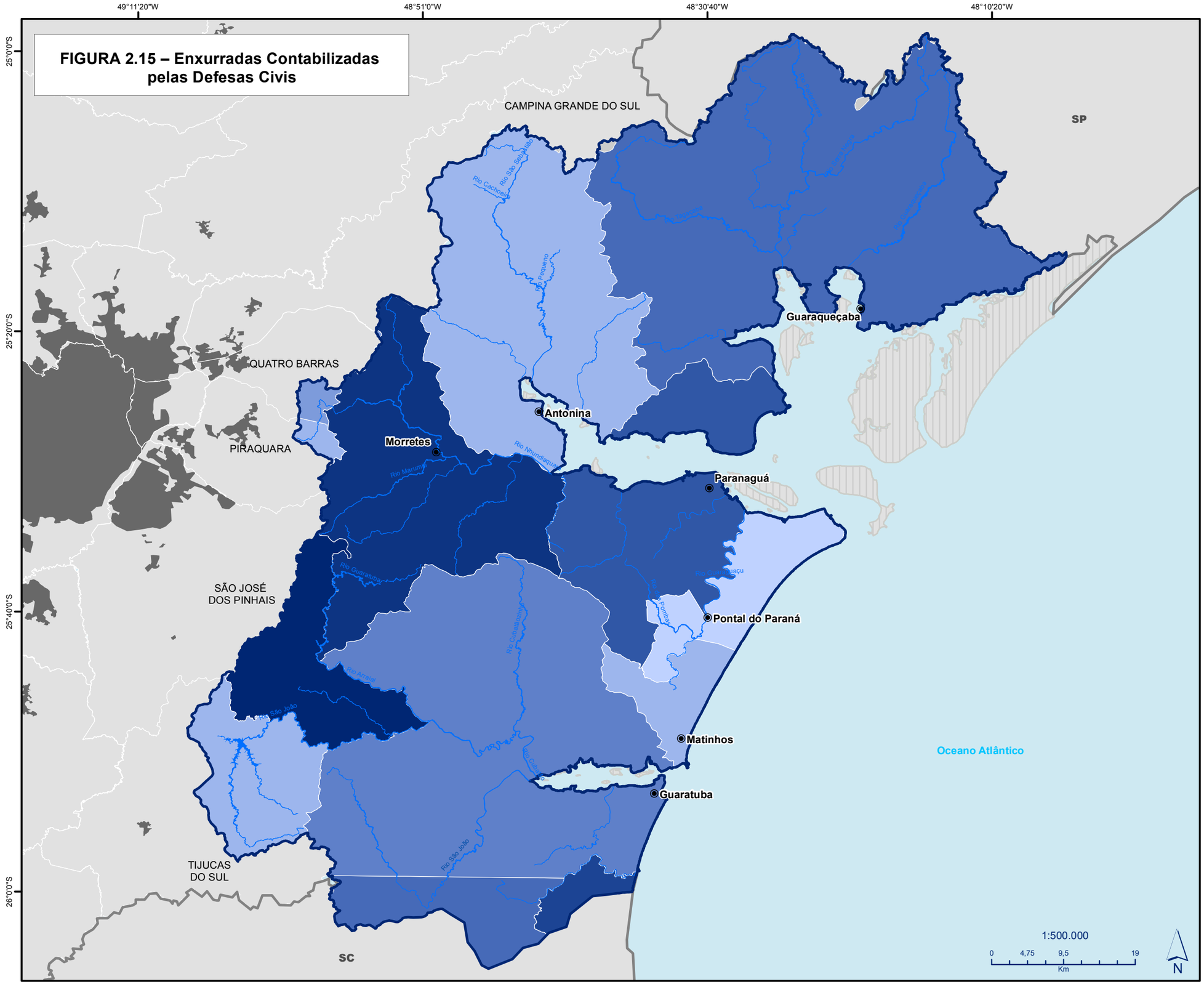
- Sedes Municipais
- Hidrografia Principal
- Áreas Estratégicas de Gestão (AEG)
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Limite Municipal
- Limite Estadual
- Rodovias
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.

AGUASPARANÁ
Instituto das Águas do Paraná

cobrape

FIGURA 2.15 – Enxurradas Contabilizadas pelas Defesas Civis



Legenda

- 0
- 1
- 3
- 4
- 6
- 7
- 9
- 12
- 13

FONTE: Defesas Civis PR e SC (2015).

Convenções Cartográficas

- Sedes Municipais
- Hidrografia Principal
- Áreas Estratégicas de Gestão (AEG)
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Limite Municipal
- Limite Estadual
- Rodovias
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.

2.6. SigRisco Paraná

Em janeiro de 2014 foi instituído, por meio do Decreto Estadual nº 9.941/14, o Sistema Paranaense de Informações para Gestão de Riscos a Desastres Naturais – SIGRisco Paraná. O SIGRisco faz parte do Sistema Estadual de Proteção e Defesa Civil e tem como finalidade fornecer uma estrutura integrada de planejamento, ordenação e análise de informações que possam ter relevância à prevenção e combate de desastres no Estado.

Uma das ferramentas utilizadas pelo SIGRisco é a página de internet do ViconSaga, site desenvolvido pelo Laboratório de Geoprocessamento da UFRJ (LAGEOP/UFRJ) em parceria com o Laboratório de Geoprocessamento Aplicado da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. A principal proposta desse trabalho é organizar o elevado número de dados relativos a catástrofes ambientais, eventos críticos, riscos iminentes e qualquer outra informação que venha a ser útil às entidades governamentais e civis. No Paraná, o Centro de Apoio Científico em Desastres – CENACID/UFPR é um dos parceiros que contribuem para a alimentação de dados.

Na página do SIGRisco (www.viconsaga.com.br/sigriscopr) estão disponíveis o histórico de eventos no Estado e os locais onde os mesmos ocorreram, além dos locais de coleta de dados do Simepar e da Agência Nacional de Águas - ANA distribuídos por todo o estado. Cada evento crítico possui um ícone que, quando acessado, contém informações como as características de um determinado incidente, quantidade de pessoas afetadas, danos materiais, entre outros. O sistema também permite o *download* das informações disponíveis em diversos formatos.

Entretanto, um ponto crucial do sistema é a permissão aos usuários para contribuir com o cadastro de novos eventos e alimentar o banco de dados. Por um lado, esse livre registro permite, potencialmente, um universo de informações maior do que a Defesa Civil teria capacidade de gerenciar, entretanto, a qualidade desses dados passa a ser questionável, uma vez que erros de intensidade, datas ou localização, gerados por usuários não capacitados, poderiam culminar em análises equivocadas quanto à situação real.

Outra dificuldade encontrada diz respeito à saída dos dados, que apresentam a data de criação e atualização no sistema, mas não há um campo especificando a data de ocorrência do evento, impossibilitando uma análise histórica dos eventos, apesar dessa informação ser apresentada quando um ponto é selecionado pela janela de informações do próprio sistema.

Contudo, apesar dos aspectos citados (inerentes a um novo sistema desse porte), o SigRisco Paraná dispõe uma satisfatória gama de informações, que por sua vez possibilita uma avaliação espacial relevante para o âmbito do atual estudo.

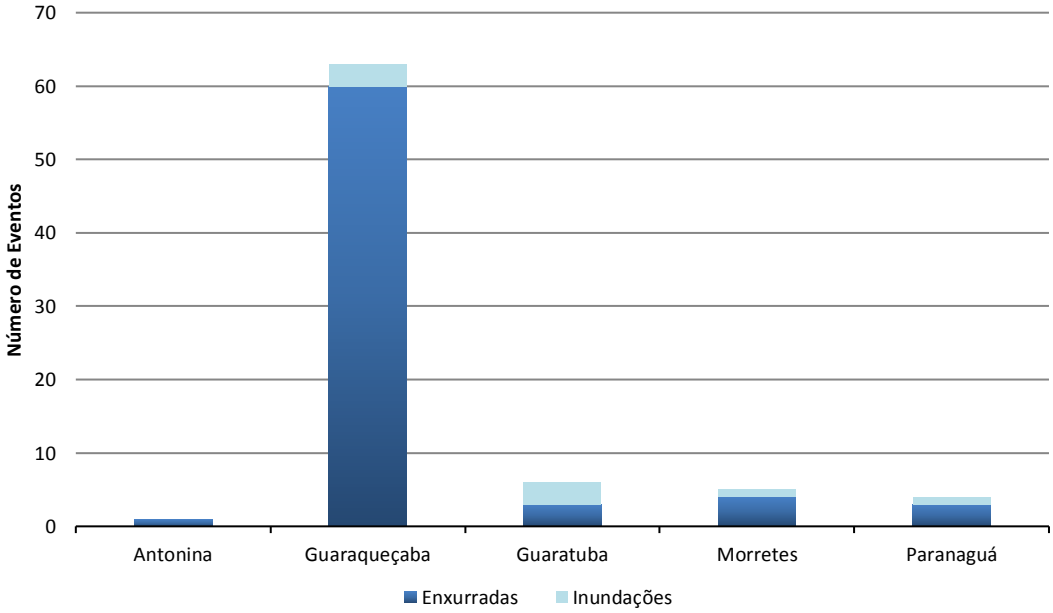
Na Bacia Hidrográfica Litorânea estão cadastrados 266 pontos atualmente, registrados entre 04/10/2017 e 19/12/2017. Entretanto, ressalta-se que dentre as categorias preconizadas no SigRisco, há uma classe denominada “Pontos de Atenção”, que representa 27,8% dos registros (74 pontos), sendo a maior dentre as demais. Essa classe não possui especificação clara sobre qual risco o alerta aborda no arquivo extraído do sistema, apenas no ponto visualizado pela janela de informações no próprio portal, no campo COBRADE, o que impossibilita uma análise dessa categoria.

No que tange os eventos relacionados a precipitações, a classe composta por enxurradas corresponde a 26,7% (71 pontos), sendo a segunda maior do universo cadastrado no sistema, e apenas 3% (oito pontos) se referem a inundações.

Do recorte municipal, percebe-se uma discrepância no número de enxurradas cadastradas em Guaraqueçaba, 60 ao todo, valor significativamente superior aos demais municípios que possuem ocorrências: Morretes (quatro), Guaratuba (três), Paranaguá (três) e Antonina (um).

Quanto às inundações, foram apontadas três ocorrências em cada um dos municípios de Guaraqueçaba e Guaratuba, além de um evento em Morretes e outro em Paranaguá, totalizando apenas oito casos, conforme apresentado na distribuição do gráfico a seguir.

Figura 2.16 – Número de Eventos de Enxurradas e Inundações na BHL



Fonte: Adaptado de CEPED, 2017.

Ressalta-se que o município de Antonina não apresentou apontamentos de inundações, além dos demais municípios da BHL não citados, que apresentam registros de eventos ora tratados.

A maior vantagem da análise dos dados do SigRisco Paraná é a capacidade de se elaborar uma avaliação espacial das informações obtidas, que podem ser cruzadas com outras camadas temáticas da região, como por exemplo, o uso do solo. O objetivo dessa sobreposição de temas é justamente evidenciar os locais e os tipos de ocupação de maior recorrência de tais eventos, de modo que possam ser priorizados em futuras ações de combate ao problema.

Dos eventos de inundações e enxurradas, menos da metade foram registrados em áreas urbanas, que representam o maior grau de risco do ponto de vista socioeconômico. Das ocorrências de inundações, três estão localizadas em área urbana, duas em pastagens, e uma em cada uso de agricultura, vegetação campestre e floresta, totalizando os oito eventos da BHL. Já das 71 enxurradas, 32 estão em floresta, especialmente aquelas inseridas em Guaraqueçaba, 11 em pastagens, 10 em vegetação campestre, 2 em área de agricultura e 16 no uso urbano, que apesar de

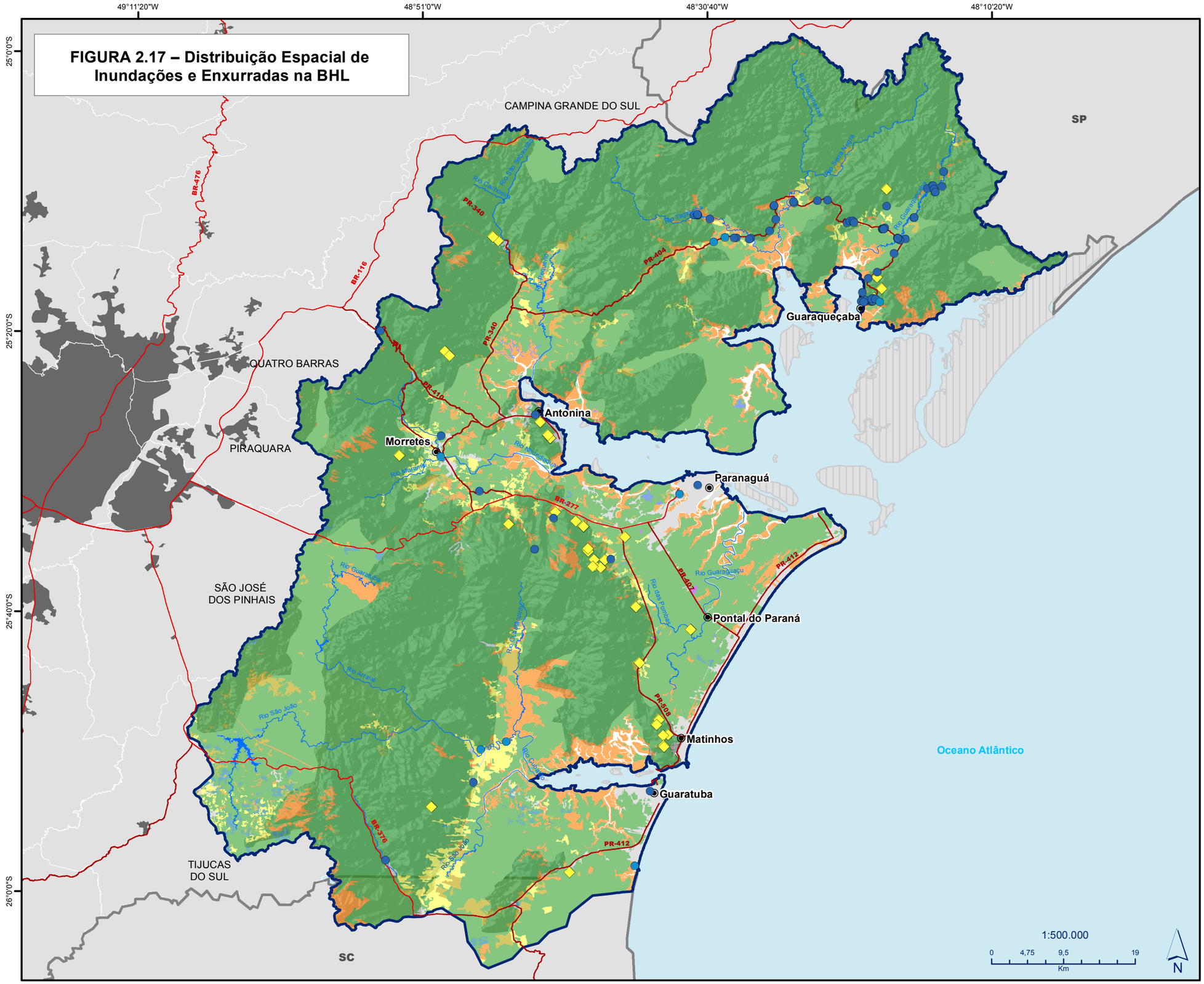
representar apenas 22,5% do total desses eventos, não deixa de ser significativo para as cidades atingidas.

Ainda, sabe-se dos impactos que tais eventos podem exercer sobre as captações de água para abastecimento público, podendo inclusive acarretar em interrupções do serviço, e uma avaliação desses acontecimentos seria importante no contexto da BHL. Contudo, de acordo com a disposição dos dados disponíveis, não é possível afirmar que eventos de enxurradas ou inundações sejam recorrentes em pontos de captação, umas vez que apenas em uma ocasião registrada havia uma enxurrada a 1200 metros a montante de uma captação da Companhia de Água e Esgotos de Paranaguá, na divisa com Morretes. Porém essa afirmação também pode ser questionada pelo fato da outorga desta captação estar vencida e, portanto, na teoria, não deveria estar em operação.

Ademais, ainda pode ser questionada a metodologia e critérios de alocação dos pontos de enxurradas, visto que esse evento não pode ser considerado localizado de modo a ser representado graficamente por um ponto. Assim, para uma análise mais conclusiva, seria necessário o entendimento dos critérios dessa representação, visto que existem pontos nas cabeceiras de rios, no meio de trechos que descem da serra e outros a jusante, que parecem representar melhor o ponto de impacto de enxurradas com estruturas humanas.

Apesar de uma interessante análise espacial, demonstrada no mapa a seguir, entende-se que a excelente iniciativa do sistema SigRisco Paraná ainda precisa avançar em termos qualitativos para que possa se tornar uma fonte segura que subsidie o processo de tomada de decisão no âmbito da BHL. Ressalta-se que o georreferenciamento dos eventos é primordial para uma atuação precisa da Defesa Civil e realização de ações de prevenção, e com o passar do tempo, certamente o sistema será aprimorado para responder satisfatoriamente a essas demandas.

FIGURA 2.17 – Distribuição Espacial de Inundações e Enxurradas na BHL



Legenda

- Captações

Eventos

- Enxurradas
- Inundações

Usos do Solo

- Agricultura
- Campestre
- Floresta
- Mineração
- Pastagem
- Rio
- Silvicultura
- Urbano

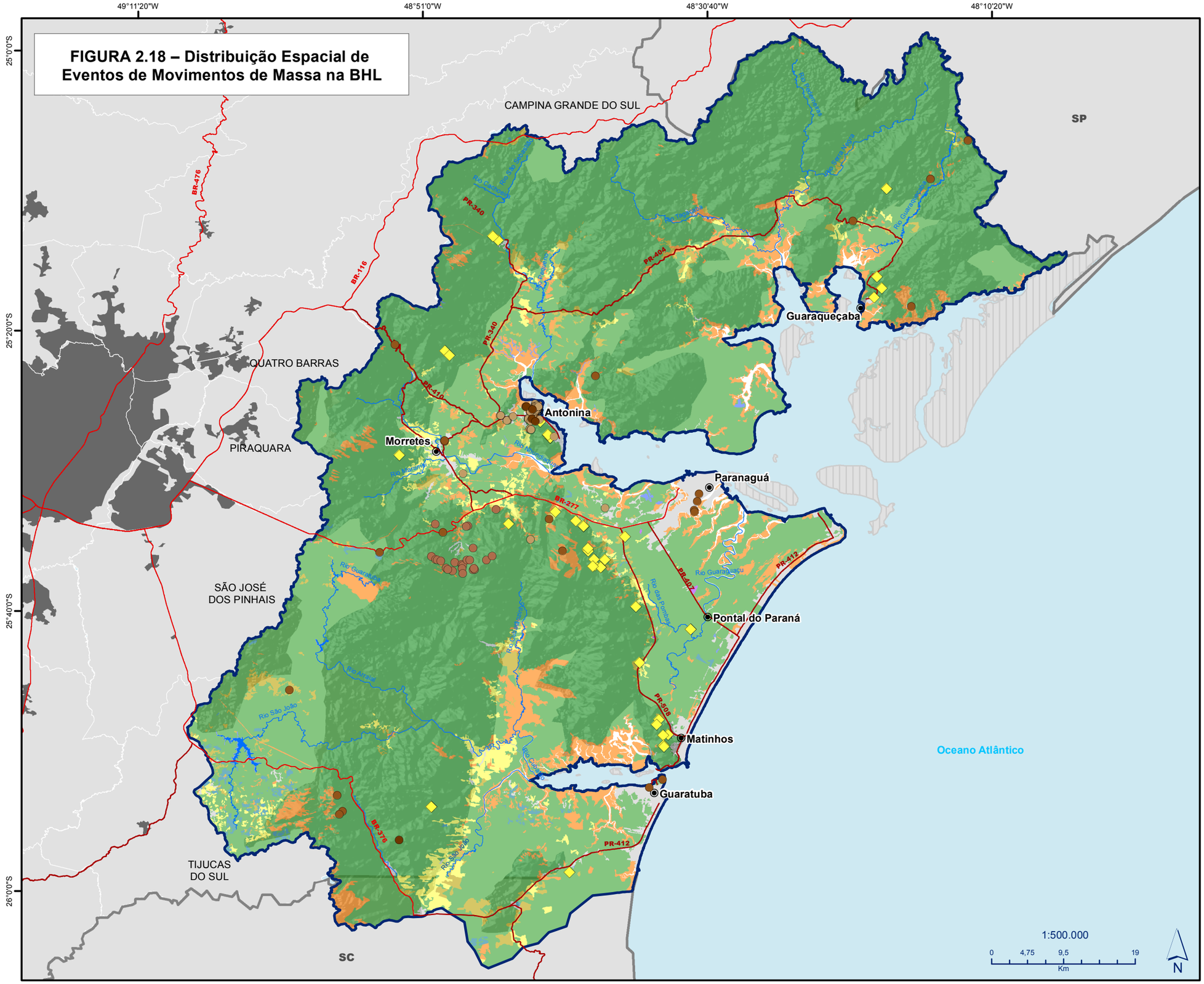
FONTE: AGUASPARANÁ (2018), SANEPAR (2018), Paranaguá Saneamento (2018), CEPED (2017), Elaboração Própria (2017).

Convenções Cartográficas

- Sedes Municipais
- Hidrografia Principal
- Áreas Estratégicas de Gestão (AEG)
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Limite Municipal
- Limite Estadual
- Rodovias
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.

FIGURA 2.18 – Distribuição Espacial de Eventos de Movimentos de Massa na BHL



Legenda

- Captações

Eventos

- Corridas de Massa
- Deslizamentos
- Deslizamentos na Bacia do Rio Sagrado
- Quedas de Blocos

Usos do Solo

- Agricultura
- Campestre
- Floresta
- Mineração
- Pastagem
- Rio
- Silvicultura
- Urbano

FONTE: AGUASPARANÁ (2018), SANEPAR (2018), Paranaguá Saneamento (2018), CEPED (2017), Elaboração Própria (2017).

Convenções Cartográficas

- Sedes Municipais
- Hidrografia Principal
- Áreas Estratégicas de Gestão (AEG)
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Limite Municipal
- Limite Estadual
- Rodovias
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

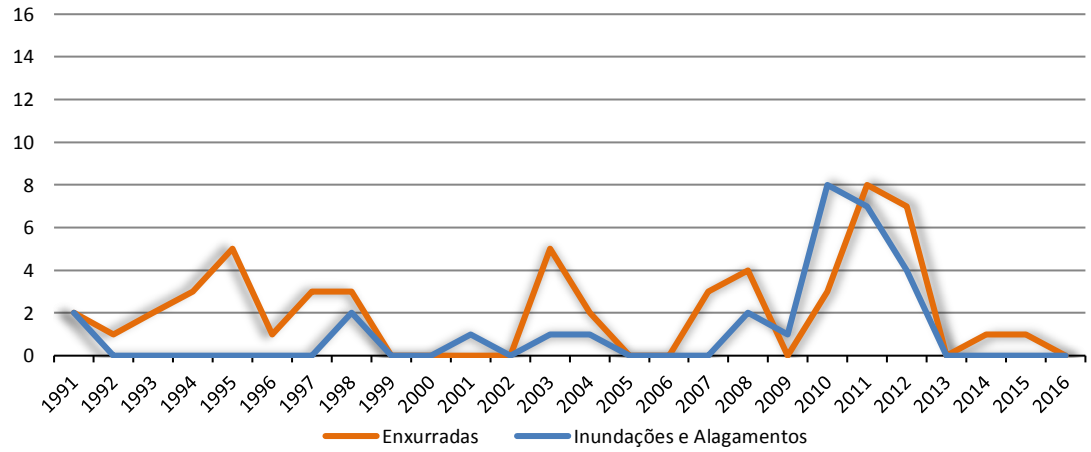
Datum: SIRGAS 2000.

2.7. Comparativo das Informações sobre Inundações, Alagamentos e Enxurradas

Por meio da coleta de dados sobre inundações, observou-se que não há uma significava gama de informações que dizem respeito ao assunto, sendo que aquelas disponíveis estão apresentadas em trabalhos e projetos em nível federal, mas alguns com detalhamento em nível estadual, e outros com atuações sobre os municípios integrantes da BHL. Para a realização de uma análise que integre os aspectos levantados, realizou-se uma visualização conjunta do arcabouço de dados disponíveis, buscando identificar os locais ou regiões que combinam, simultaneamente, as características levantadas mais propensas a inundações, alagamentos e enxurradas.

Para a representação histórica de ocorrências nos municípios, foi necessário realizar um ajuste nas informações do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, que contempla a série entre 1991 e 2012, e aquelas dispostas no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID). Para a composição de uma única informação de histórico de ocorrências, a série do Atlas foi complementada pela apresentada no S2ID, formando uma única sequência entre 1991 a 2016, conforme a figura a seguir.

Figura 2.19 – Série Histórica de Inundações, Alagamentos e Enxurradas

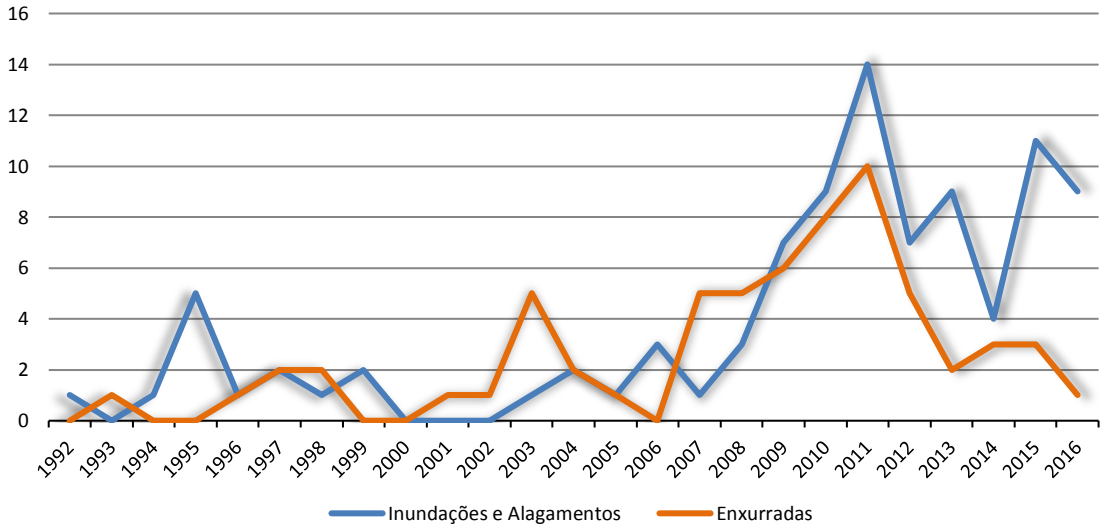


Fonte: Adaptado de UFSC, 2013 e MI, 2017.

A análise do gráfico acima infere que os eventos de enxurradas possuem alguma correlação com inundações e alagamentos na BHL, uma vez que ambos os eventos são derivados de precipitações intensas. Neste caso, ressalta-se que a provável causa de inundações na BHL sejam chuvas intensas, ao contrário do que acontece em grandes bacias hidrográficas, onde as maiores responsáveis por inundações são as chuvas de longa duração. Também, as chuvas intensas são responsáveis pelas enxurradas frequentemente ocorridas na Serra do Mar e entorno, bem como por alagamentos em áreas urbanas mais planas e com sistema de drenagem falho ou insuficiente.

Diferentemente dos dados nacionais, as séries das defesas civis estaduais sobre inundações, alagamentos e enxurradas estão menos discrepantes, quanto à magnitude do número de ocorrências ao longo dos anos, apresentando um padrão comportamental mais uniforme, conforme demonstrado na figura a seguir.

Figura 2.20 – Série Histórica de Inundações, Alagamentos e Enxurradas

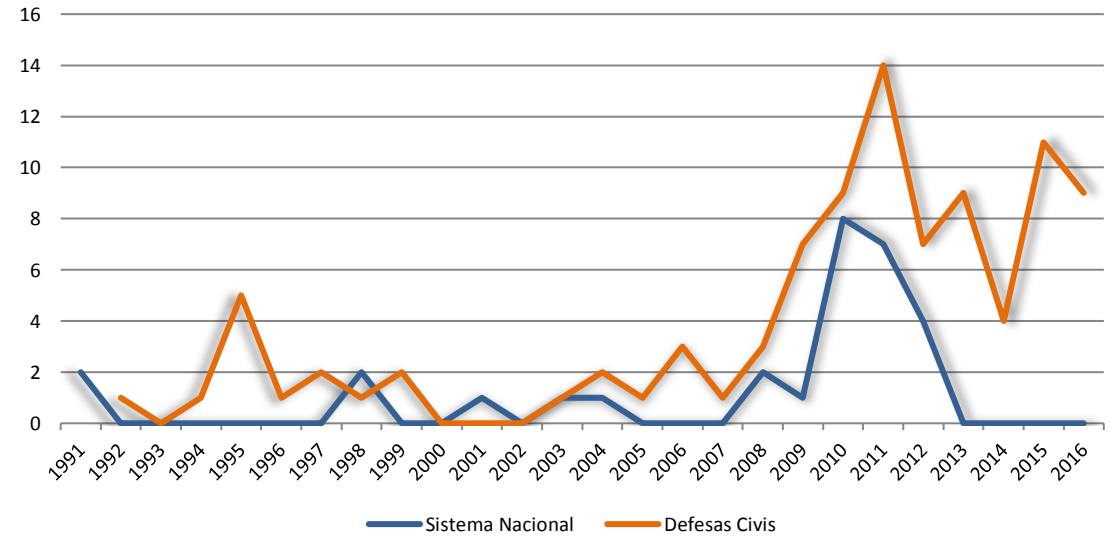


Fonte: Adaptado de DEFESA CIVIL/PR e DEFESA CIVIL/SC.

Neste caso, nota-se o aumento no número de eventos a partir dos anos de 2006 e 2007, sucedidos por uma queda depois de 2011. Antes desse período, a série aparenta maior conformidade no comparativo do número de eventos se contrastada com a série nacional supracitada.

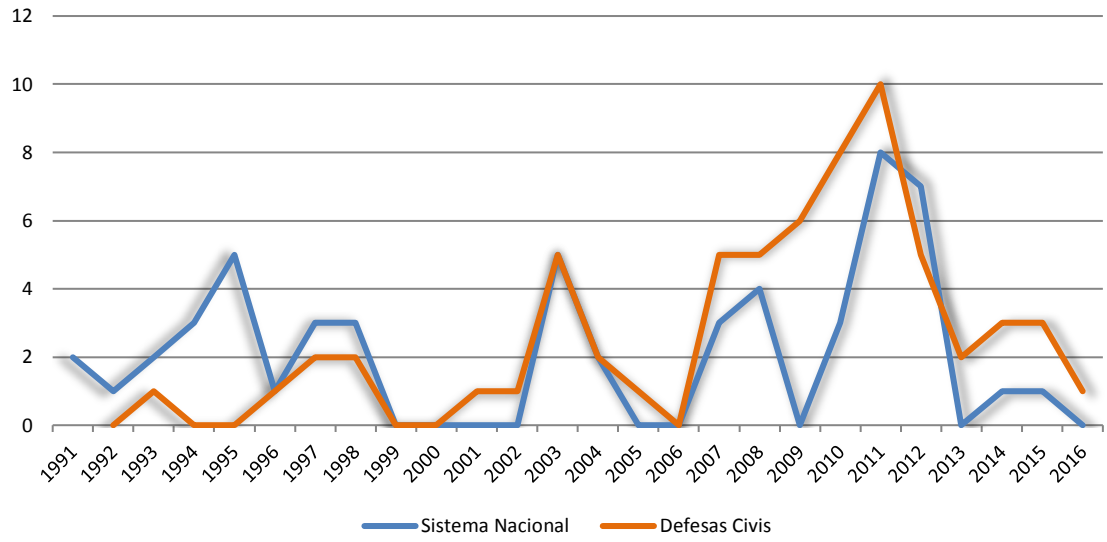
Comparando-se as séries históricas de nível nacional (Atlas Brasileiro de Desastres Naturais e S2ID) com as disponíveis pelas Defesas Civis dos Estados do Paraná e de Santa Catarina, constatou-se uma discrepância quantitativa e espacial entre as informações de inundações e alagamentos e uma maior convergência para os eventos de enxurradas. Os gráficos a seguir comparam as séries e evidenciam visualmente tais constatações.

Figura 2.21 – Comparativo da Contabilização de Inundações e Alagamentos por Fonte



Fonte: Adaptado de DEFESA CIVIL/PR e DEFESA CIVIL/SC, UFSC, 2013 e MI, 2017.

Figura 2.22 – Comparativo da Contabilização de Enxurradas por Fonte



Fonte: Adaptado de DEFESA CIVIL/PR e DEFESA CIVIL/SC, UFSC, 2013 e MI, 2017.

Assim, entende-se que as informações disponibilizadas pelas Defesas Civis Estaduais apresentam maior qualidade, devido a sua menor escala de trabalho, o que teoricamente confere uma fidelidade maior dos dados à realidade, bem como pelos seus números superiores em termos de quantidade de eventos registrados, o que sugere um "pior caso", principalmente nos últimos dez anos.

A sobreposição espacial das informações analisadas aponta à convergência de fatores naturais que induzem algumas regiões da BHL a uma maior potencialidade quanto à ocorrência de inundações e alagamentos, que corroborados pela série histórica de eventos, demonstram que a faixa litorânea possui maior propensão de ocorrências, enquanto que os casos de enxurradas são naturalmente mais frequentes principalmente na região do município de Morretes.

Evidentemente, todos os municípios inseridos na BHL devem estar devidamente preparados estruturalmente e institucionalmente para casos de inundações, alagamentos e enxurradas, a fim de evitar maiores danos à população e ao patrimônio material. Entretanto, em uma leitura geral, sugere-se que os locais destacados deveriam ser priorizados quanto a ações de prevenção e adaptação.

3. EROSÃO E ASSOREAMENTO

Na seção referente à erosão, o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais traz algumas definições que caracterizam o processo, dentre elas podem ser destacadas aquelas feitas pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT e por CARVALHO *et.al*.:

- Erosão é o processo de degradação e remoção de partículas de solo ou fragmentos e partículas de rocha pela ação combinada da gravidade com a água, vento, gelo e/ou organismos. (IPT, 1986)
- Conjunto de fenômenos naturais envolvendo a formação de materiais detríticos provenientes da decomposição e desagregação das rochas e solos das camadas mais superficiais da crosta terrestre. (CARVALHO *et al*., 2006)

Ademais, esse fenômeno de origem natural pode ser classificado de acordo com o agente ativo da erosão. Os agentes ativos que podem causar erosão são os seguintes:

- **Água –** Erosão hídrica
- **Gelo –** Erosão glacial
- **Neve –** Erosão nival
- **Vento –** Erosão eólica
- **Terra, detritos –** Erosão soligênica
- **Organismos –** Erosão organogênica

No território brasileiro, o tipo de erosão mais atuante é a erosão hídrica, que tem a água como principal agente ativo e causador do processo erosivo. A água promove esse processo através das precipitações de chuvas, dos canais de drenagem, dos rios e regiões costeiras, assim como da ação do mar. Os processos de erosão hídrica podem ser intensificados ou acelerados em relação à sua evolução natural, devido a intervenções antrópicas como a ocupação desordenada do solo pelo homem.

Dentro do escopo hídrico, portanto, existem subdivisões dos processos erosivos gerados pela ação da água dependendo da origem da ação, podendo ser pluviais, fluviais ou marinhos.

- **Erosão Pluvial**

A precipitação da água através da chuva provoca a desagregação, remoção e transporte das partículas do solo, por meio do escoamento superficial do volume de água precipitado. Esse volume de água precipitado também pode influenciar o fluxo de águas subsuperficiais, podendo gerar erosão interna e um processo erosivo conhecido por voçoroca.

O território brasileiro, que possui clima tropical, caracterizado por sua pluviosidade acentuada, é suscetível à ocorrência desse tipo de processo erosivo.

- **Erosão Fluvial**

É o processo erosivo que ocorre nas calhas dos rios geralmente de duas formas: lateral, que é o desgaste das margens gerando um alargamento da calha do rio, ou vertical, que é o aprofundamento do leito dos rios. Esse tipo de erosão ocorre através de quatro mecanismos gerais para desagregação do solo ou das rochas que formam a calha do rio: o primeiro mecanismo é a ação mecânica da água que pela força hidráulica faz o transporte de partículas sólidas. O segundo é a ação corrosiva dos

materiais suspensos no fluxo atritando sobre as superfícies da calha do rio. O terceiro é a ação abrasiva e a degradação do material em trânsito nos rios. Por fim, o quarto mecanismo é a diluição química, uma vez que a água dilui os sais solúveis liberados das rochas.

- **Erosão Marinha**

A erosão marinha atua sobre o relevo litorâneo onde a ação das ondas do mar e a movimentação das marés resulta em um processo de desagregação das rochas e do solo pela ação mecânica da água. As características geológicas e topográficas do relevo litorâneo estão relacionadas à intensidade do processo erosivo, assim como a proximidade da foz de rios e atividades antrópicas que contribuam para o desequilíbrio.

3.1. Atlas Brasileiro de Desastres Naturais

O registro histórico de eventos ocorridos oficializado pelo Atlas Brasileiro de Desastres Naturais para o período de 1991 a 2012 demonstra que nos municípios integrantes da Bacia Litorânea não há registros de eventos de erosão na porção paranaense. A base de dados aponta para a ocorrência de apenas um evento de erosão de margem fluvial no ano de 2000 em Itapoá.

Visto que o município em questão está no limite sul da BHL, parcialmente inserido na mesma, e a informação foi gerada em âmbito municipal, não é possível afirmar que tal processo erosivo ocorre na área de contribuição da BHL.

3.2. Defesa Civil

Segundo os dados da Defesa Civil do estado do Paraná, foram registrados apenas três eventos de erosão de margem fluvial, no período de 1992 a 2016, um na cidade de Guaraqueçaba, em 2015 e outros dois na cidade Piraquara, o primeiro no ano de 2010 e o segundo em 2011. Para os municípios catarinenses, a defesa civil do estado registrou apenas um evento de erosão durante o período de 1998 a 2016, em Itapoá no ano de 2013.

3.3. Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro

A ação das águas oceânicas sobre o relevo litorâneo gera a erosão marinha, processo que pode alterar o relevo de forma destrutiva ou devido ao acúmulo de material transportado pela movimentação da água, dando origem a praias, restingas, recifes e tômbolos. Estes fenômenos são conhecidos como Progradação e Retrogradação[1].

A degradação do relevo pela ação da água ocorre pelos mesmos mecanismos atuantes nas águas dos rios, pela ação hídrica (ação mecânica da água atuando sobre o relevo), ação corrosiva (desgaste do relevo em função do atrito com o material suspenso na água), ação abrasiva (desgaste dos fragmentos de rochas suspensos em função do atrito com as formações do relevo litorâneo) e a diluição química (diluição dos sais solúveis liberados das rochas).

O livro *Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro* realizou um estudo sistemático de toda a costa brasileira, mobilizou conceituados geógrafos, geólogos e oceanógrafos dos mais importantes centros de ensino e pesquisa para a elaboração de um diagnóstico da linha de costa brasileira. Este estudo é relevante instrumento para os

[1] Refere-se à erosão ou recuo (retrogradação) ou ganho/avanço da linha de costa (progradação)

gestores públicos e para os tomadores de decisão, em questões que envolvam as zonas costeiras.

Cada estado foi investigado individualmente e os resultados foram apresentados em capítulos específicos. O capitulo referente ao estado do Paraná, que foi elaborado pelo corpo acadêmico da Universidade Federal do Paraná, caracteriza toda a extensão do litoral paranaense.

A costa paranaense pode ser dividida em rochosa e sedimentar, de acordo com sua constituição geológica. A costa rochosa ocorre no encontro das águas costeiras com as rochas do embasamento cristalino, principalmente granitos e diques de diabásio, formando costões. As costas sedimentares ocorrem no encontro das águas costeiras com a planície costeira, formada principalmente por planícies com cordões litorâneos e planícies paleo-estuarinas. Associados a esse tipo de costa ocorrem praias e planícies de maré.

Segundo Angulo & Araújo (1996), dentre os 23 tipos de linhas identificados, os tipos a linha costeira podem ser agrupados em seis tipos principais:

- Linha de costa rochosa em contato com corpo aquoso;
- Rochosa em contato com planície de maré;
- Sedimentar com terraço em contato com corpo aquoso;
- Sedimentar com terraço em contato com planície de maré;
- Sedimentar com duna frontal em contato com praia.

Considerando as características fisiográficas e dinâmicas, Angulo & Araújo (1996), classificaram a costa paranaense em três tipos principais:

- Oceânicas ou de mar aberto;
- Estuarinas ou protegidas e, fazendo a ligação entre elas;
- Costas associadas às desembocaduras de estuários e complexos estuarinos.

A costa estuarina ocorre no interior das bacias de Paranaguá e Guaratuba, no mar do Ararapira e no rio Saí-Guaçu e tem comprimento aproximado de 1.317 km. As costas oceânicas sem influência direta das desembocaduras têm apenas 61 km de comprimento e as costas associadas a desembocaduras, 105 km. A costa paranaense é considerada a segunda menor do Brasil, já que a distância em linha reta entre seu limite norte e sul é inferior a 90 km, com comprimento em torno de 1.483 km, quando se consideram as ilhas e o recorte da costa estuarina.

No Paraná, a costa oceânica é retilínea com orientação aproximadamente nordeste e caracteriza-se pela presença de praias arenosas e em alguns lugares por costões rochosos. A partir da linha da costa, em direção ao continente, geralmente ocorrem dunas frontais. A costa estuarina se caracteriza pela presença de extensas planícies de maré recobertas principalmente por manguezais. Em alguns locais, canais de maré erodem terraços arenosos quaternários. Como os sedimentos que constituem estes terraços possuem certa coesão, devido ao enriquecimento epigenético[2] em matéria orgânica, formam-se falésias de até 10 m de altura com depósitos arenosos no sopé. Em locais onde as ondas possuem energia suficiente desenvolvem-se pequenas praias arenosas. As costas de desembocadura localizam-se na área de influência das

[2] Estrutura sedimentar secundária (como dobra, falha ou outro aspecto tectônico, ou certas concreções), formada após a deposição do sedimento.

desembocaduras do Mar do Ararapira, Baía de Paranaguá, canal do Superagüi, Baía de Guaratuba e rio Saí-Guaçu e caracterizam-se pela ocorrência de praias arenosas e, em locais protegidos, de pequenas planícies de maré.

Segundo Angulo & Araújo (1996), a classificação de costas envolve aspectos dinâmicos. Costas oceânicas possuem dinâmica dominada por efeitos das ondas e correntes de deriva litorânea. As costas estuarinas apresentam influência significativa na dinâmica das desembocaduras, sendo sua dinâmica dominada pelas marés. As costas de desembocaduras, podendo ser voltadas para o estuário ou para o mar aberto, possuem dinâmica mais complexa, e além de sofrer influência de ondas e correntes de deriva litorânea, também são influenciadas pelas correntes de maré. Os autores salientam a dificuldade em estabelecer limites precisos entre costas com ou sem influência de desembocaduras, pois estes limites podem variar temporal e espacialmente. Porém a influência da desembocadura pode ser inferida, a partir de mudanças significativas na orientação dos cordões litorâneos e na morfologia da planície contígua. Ao contrário das costas sem influência das desembocaduras, onde os cordões são paralelos entre si e os mais novos frequentemente truncam os mais antigos, denotando mudanças frequentes na configuração da costa.

Com base em fotografias aéreas, Angulo & Andrade (1981,1982) e Angulo (1993c), observaram mudanças na linha de costa paranaense. Mudanças que foram atribuídas à dinâmica natural das desembocaduras, dos estuários e das feições a elas associadas, principalmente os deltas de maré vazante (Angulo, 1999). De acordo com essa abordagem, Angulo (1993a) realizou a primeira tentativa de classificação da costa paranaense de acordo com sua estabilidade, analisando as costas oceânicas e com influência das desembocaduras.

De acordo com a variação observada nas fotografias aéreas do aerolevantamento realizado entre 1952 e 1955 e o de 1980, foram definidos três níveis de estabilidade:

- **Costas estáveis** – variação da linha de costa inferior a 10 metros;
- **Costas moderadamente instáveis** – variação da linha de costa de algumas dezenas de metros;
- **Costas instáveis** – variação da linha de costa de várias dezenas de metros até centenas de metros.

Em geral as costas oceânicas sem influência de desembocaduras são consideradas estáveis, e as costas com influência são consideradas moderadamente instáveis e instáveis. A classificação do litoral pode ser observada na figura a seguir. Ressalta-se que o interior das baías não foi classificado pelo estudo, e as ilhas e o litoral de Guaraqueçaba não fazem parte da área de contribuição da BHL. Por essa razão, o mapa a seguir foca apenas no trecho pertinente que possui informação. Também são apresentadas as densidades populacionais dos setores censitários do IBGE para posterior análise.

FIGURA 3.1 – Classificação da costa de acordo com sua estabilidade

48°50'0"W 48°40'0"W 48°30'0"W 48°20'0"W

25°40'0"S 25°50'0"S

MORRETES
PARANAGUÁ
PONTAL DO PARANÁ
MATINHOS
GUARATUBA
GARUVA
ITAPOÁ
SC

Rio Cubatãozinho
Rio das Pombas
Rio Guaraguaçu
Arraial
Rio Cubatão
Rio São João

30 (1999-2000)
6 (1954-1996)
57 (2000-2001)
115 (1997-1999)
160 (1999-2001)
12 (1954-1980)
15 (1980-1993)
0,7 (1954-1980)
0,5 (1954-1980)
0,9 (1981-1993)
2,9 (1981-1993)
1,6 (1980-1995)
7,7 (1954-1980)
2,8 (1954-1980)
1,3 (1999-2001)
2,8 (1954-1980)
2,9 (1999-2001)
0,4 (1999-2001)
0,3 (1999-2001)
0,2 (1999-2001)

Oceano Atlântico

1:200.000
0 2 4 8
Km
N

Legenda

Progradação
Retrogradação
Taxa de Variação m/ano (Período)

Estabilidade da Costa
Estável
Moderadamente Instável
Instável

Densidade Populacional (hab/ha)
180,8
0

FONTE: MMA (2012), IBGE (2010).

Convenções Cartográficas
Sedes Municipais
Hidrografia Principal
Áreas Estratégicas de Gestão (AEG)
Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
Limite Municipal
Limite Estadual
Rodovias
Reservatórios
Áreas Urbanas
Ilhas

AGUASPARANÁ Instituto das Águas do Paraná
cobrape

Segundo Angulo & Souza (2002), os fenômenos climáticos como *El Niño* e *La Niña*, podem originar intensos processos de erosão e sedimentação. Segundo Noernberg e Marone (2002), os processos de erosão e sedimentação nas praias próximas à desembocadura da baía de Paranaguá também são relacionados aos fenômenos *El Niño* e *La Niña*, através da modificação do padrão anual de ventos e por consequência a influência no estado de agitação do mar. Mudanças sazonais, como as mudanças de clima, de ondas e as relativas a eventos de modificações do perfil durante tempestades, referem-se principalmente às adaptações do perfil praial.

As praias de desembocaduras estão associadas às desembocaduras dos estuários e complexos estuarinos. As praias de desembocaduras do litoral paranaense que fazem parte da Bacia Litorânea são as praias de da Baía de Paranaguá, Baía de Guaratuba e Barra do Saí. Elas ocorrem tanto do lado oceânico quanto do lado interno, voltado para o estuário.

Já as praias oceânicas sem influência direta das desembocaduras no litoral paranaense que fazem parte da região comtemplada pela Bacia Litorânea são as seguintes: o arco praial Pontal do Sul – ponta de Matinhos, Praia Brava de Caiobá, Praia de Guaratuba e Praia de Brejatuba.

As praias associadas a desembocaduras são similares às praias oceânicas, morfologicamente e sedimentologicamente, porém possuem uma dinâmica mais complexa em função da influência das correntes de maré que fluem através das desembocaduras dos estuários.

De acordo com Angulo (1993c) comparando fotografias aéreas de 1954 e 1980 pode-se observar mudanças na linha de costa próximas às desembocaduras da Baía de Paranaguá, na ordem de centenas de metros.

Em Pontal do Sul foi verificada progradação de até 300 metros. Posteriormente, Soares et al.(1994) identificaram na mesma área progradação superior a 300 metros entre 1980 e 1993. Noernberg (2001) determinou que, entre 1985 e 1997, o avanço máximo da linha praial foi de 321 metros, e a partir de 1997 a praia de Pontal do Sul apresentou um padrão erosivo, ocorrendo recuos superiores a 200 metros entre os anos de 1997 e 2000.

Angulo (1993c, 1999) atribuiu as mudanças morfológicas da costa às variações na configuração das barras do delta de maré vazante, que alterariam o padrão de refração das ondas.

Entre Pontal do Sul e a Ponta do Poço, foi observado através de fotos aéreas de 1954, esporões arenosos que avançavam para o interior da baía. Posteriormente foi construído um canal cujo efeito hidráulico interceptou a deriva, provocando o desaparecimento dos esporões e intensa erosão a jusante e sedimentação a montante da deriva. O monitoramento da linha da costa no período de 1999 a 2001 evidenciaram taxas de até 160 m/ano de retrogradação e 57 m/ano de progradação em Pontal do Sul (APPA/CEM 2000,2002).

O arco praial de Pontal do Sul – Ponta de Matinhos se estende desde a desembocadura sul da Baía de Paranaguá até a Ponta de Matinhos, com orientação aproximadamente nordeste-sudoeste e comprimento em torno de 35 km. As praias

que formam este arco praial são do tipo intermediárias a dissipativas, com face praial larga, declividade entre 2° e 3° e geralmente com bermas e barras.

O extremo norte do arco praial é influenciado pela desembocadura sul da Baía de Paranaguá. Apenas o sul do balneário de Atami pode ser considerado sem influência direta da desembocadura, praias cuja extensão é em torno de 29 km (Angulo & Araújo 1996). Angulo (1993c) comparando as fotografias aéreas da parte oceânica da praia, de 1952 até 1980 e Angulo & Soares (1994) entre 1981 e 1993, não observaram variações da linha de costa superiores a 10 metros. Na parte sul do arco praial foi verificada progradação de 0,5 m/ano entre 1954 e 1980, na praia central de Matinhos, e retrogradação de 0,7 m/ano, no mesmo período, entre os balneários de Flamingo e Riviera. Neste setor a construção da avenida beira-mar nos anos de 1990 causou interferência na dinâmica costeira, que nos últimos anos vem apresentando processos erosivos nos balneários Flamingo e Rivieira. Diversos enrocamentos foram construídos na tentativa de conter a erosão. Na Praia Central de Matinhos também ocorreram problemas erosivos decorrentes da ocupação muito próxima à linha costeira, gerando um déficit de areia no sistema praial.

No Balneário de Atami, localizado ao sul de Pontal do Sul, ainda há influência da desembocadura da Baía de Paranaguá. Segundo Soares et al. (1996), Atami apresenta estágios intermediários, com predomínio de processos construtivos e formação de barras na zona de surfe no verão, e dissipativos com o domínio de processos erosivos em que as barras foram destruídas no inverno e outono.

A Praia Brava de Caiobá tem direção norte-nordeste, está limitada pelos pontais rochosos da ponta de Matinhos ao norte e pelo Morro de Caiobá ao Sul, possuindo uma extensão de 3,2 km. A parte central e a parte norte são do tipo oceânica sem influência direta de desembocadura, e a parte sul com influência do lobo frontal do delta de maré vazante da Baía de Guaratuba. Na parte sul em 1954 as barras frontais do delta localizavam-se nas proximidades do Morro do Caiobá, não afetando a configuração da praia. Já em 1965 as barras haviam sido deslocadas para o norte, configurando uma barra transversal à praia que se projetava até o início da praia, que provocava refração de ondas e sedimentação neste setor da praia. Em 1980 a barra transversal tinha avançado 300 metros para o norte, deslocando o setor de sedimentação. Ao norte do esporão as ondas atingiam a praia frontalmente, gerando uma zona de divergência que favorecia a erosão.

Segundo Angulo & Andrade (1981), o processo erosivo que existia na parte central da Praia Brava de Caiobá, no inicio da década de 1980, era decorrente da construção da avenida beira mar, realizada de maneira inadequada ocupando parte da praia e alterando sua curvatura natural. As obras posteriores demandaram a construção de esporões transversais à praia para conter a areia. A captação de areia pelos esporões provocou escassez de sedimentos e consequentemente erosão ao norte das obras. Isso demandou novas obras que provocaram erosão mais ao norte. Assim ocorreu até o fim da praia, num exemplo de retroalimentação positiva. Novas obras foram executadas, mas o problema erosivo no setor norte ainda não foi resolvido.

A praia Mansa de Caiobá é um arco praial voltado para sul-sudeste, limitada por dois pontais rochosos, com comprimento em torno de 1,6 km. Nesta praia ocorreu um intenso processo erosivo, onde a larga praia existente em 1953 havia praticamente desaparecido em 1980, quando a linha de costa recuou mais de 50 m nesse período.

O processo erosivo provavelmente teria continuado se não fossem realizadas obras de contenção. Um dos fatores que contribuíram para a erosão acelerada da praia é o afastamento de quase 300 metros das barras frontais do delta de maré (Angulo & Andrade 1982, Angulo 1999), que possibilitariam ação mais efetiva das ondas. Outro fator poderia ser a ocupação da parte alta da praia (Motta, 1976). A construção posterior de um muro vertical teria acelerado o processo erosivo (LNEC, 1977). Nas décadas seguintes houve várias tentativas de soluções para o controle da erosão, construção de enrocamentos, esporão e alimentação artificial, construção de soleiras e pequeno s esporões de gabiões. Levantamentos realizados após a estabilização em 1981 e 1993 (Angulo & Soares 1994) permitiram estimar uma taxa de progradação de 0,9 a 2,9 m/ano. A sedimentação na Praia Mansa de Caiobá no período pode ser atribuída às obras de contenção, sem descartar a forte influência da desembocadura da Baía de Guaratuba nas mudanças naturais nesta praia tenham contribuído pra deposição dos sedimentos.

A Baía de Guaratuba possui orientação leste-oeste, com comprimento aproximado de 16 km e largura máxima de 3 km, considerando a linha de maré baixa, e 10 km, considerando a planície de maré. A foz da baía é estrita, com aproximadamente 500 metros de largura, limitada entre dois pontais rochosos, o extremo meridional da Serra da Prata, ao norte, e o Morro de Guaratuba, ao sul. Na desembocadura ocorre um extremo delta de maré vazante, cujas variações têm provocado intensos processos erosivos e deposicionais nas praias próximas (Angulo & Andrade 1981, Angulo 1993c, 1999). Associadas à desembocadura da Baía de Guaratuba, Angulo (1999) identificou duas barras em pontal, que se projetam para leste a partir das praias das Caieiras e Prainha. Estas barras delimitam um canal com largura semelhante à foz da baía, que se alarga em direção ao mar. Oceano adentro foi identificado a existência de barras frontais que se estendiam até mais de 4 km da desembocadura. De acordo com as fotografias de 1965 e 1980, estas barras se prolongavam para o norte até constituírem uma barra transversal, na frente da Praia Brava de Caiobá, provocando a refração nas ondas e progradação da parte emersa da praia. Comparando a orientação das barras que margeiam o canal principal, em 1965 e 1980, observou-se um deslocamento que pode ser considerado uma rotação ao sul a partir dos afloramentos rochosos que delimita a desembocadura (Angulo, 1999). Estas modificações provocam erosão no extremo norte da Praia das Caieiras e sedimentação na Prainha, onde a linha de costa avançou mais de 200 m em alguns locais, durante o período (Angulo, 1984).

A Praia de Guaratuba é um arco praial com comprimento em torno de 2,5 km, localizado entre os pontais rochosos formados pelos morros das Caieiras e do Cristo. Segundo Angulo & Araújo (1996), 2,1 km desta praia são considerados oceânicos sem influência significativa de desembocadura, e os 400 metros da parte norte sofrem influência da desembocadura da Baía de Guaratuba. Comparando as fotografias aéreas de 1954 até 1980, não foram verificadas variações significativas da linha da costa (Angulo, 1993c).

A Prainha de Guaratuba é um arco praial voltado para sul-sudeste, limitado por dois pontais rochosos, com comprimento em torno de 1,1 km. A morfologia da praia é condicionado pelo Banco do Cantagalo que corresponde à barra longitudinal marginal ao canal principal de maré vazante do delta de maré associado à Baía de Guaratuba (Angulo 1999). Pequenas mudanças na configuração do canal podem originar intensos processos de progradação/retrogradação nesta praia. Em alguns locais a praia

progradou 200 metros, entre 1954 e 1980. A área emersa foi ocupada e posteriormente houve uma fase erosiva, confirmada pela construção de enrocamentos na época. Em 1982 os erocamentos construídos já estavam fora do alcance das ondas indicando nova fase de progradação (Angulo & Andrade 1982). Entre 1981 e 1993 foi verificado através de levantamentos do perfil praial uma progradação de 36 metros no período (Angulo & Soares 1994).

A Praia das Caieiras apresenta dois setores, um voltado para leste-oeste e outro voltado para noroeste-sudeste, e está limitada entre dois costões rochosos do Morro das Caieiras, possuindo comprimento de aproximadamente 1 km. A morfologia da praia está condicionada ao canal principal de maré vazante do delta de maré da Baía de Guaratuba. Modificações nos bancos de areia na parte sul do canal do delta original denotam processo de progradação/retrogradação nesta praia (Angulo 1984, 1999). No setor leste-oeste foi verificada taxa de retrogradação de 2,8 m/ano entre 1954 e 1980. No setor noroeste-sudeste foram verificadas taxas de 2,8 m/ano de progradação, entre 1954 e 1980 e 1,3 m/ano entre 1999 e 2001 (Angulo 1993c, Bessa Junior, em prep.).

A Praia de Brejatuba tem forma retilínea com direção norte-nordeste, se estende por 9,9 km entre o Morro do Cristo e a Barra do Saí, onde sofre influência da desembocadura do Rio Saí-Guaçu. Comparando fotografias de 1953 e 1980 Angulo (1993c) não detectou variações significativas na linha de costa. Quatro perfis praiais monitorados por Bessa Junior (em prep.) entre 1999 e 2002 evidenciaram 7,4 m de progradação no perfil mais ao norte e variações inferiores a um metro nos demais perfis.

A desembocadura do rio Saí-Guaçu constitui um pequeno estuário, que é a divisa entre os estados do Paraná e Santa Catarina. A comparação de fotografias aéreas revelou uma configuração variante da barra, com aumento e diminuição da sinuosidade do estuário e também com alargamento e estreitamento do esporão que separa o estuário do mar (Angulo, 1993c). A Ilha do Saí-Guaçu que fica próxima à desembocadura provoca a refração das ondas favorecendo o alargamento do esporão e a formação de um tômbolo. A ocupação muito próxima à linha da costa que ocorre no Balneário da Barra do Saí tem provocado problemas de erosão, devido às rápidas mudanças da linha de costa observadas na área.

No Paraná, os problemas costeiros são decorrentes principalmente em função de uma ocupação inadequada, muito próxima à linha costeira, por vezes invadindo a própria praia, além da destruição das dunas frontais que atuam como estoque de areia para as praias, onde não foi deixado espaço suficiente para ocorrência dos processos naturais que formam o ciclo de progradação/retrogradação.

Neste ponto entram a densidades populacionais e a ocupação antrópica da costa em dois sentidos, o de destruição do ambiente natural, e o impacto sofrido sobre a estrutura posicionada sobre a área de variação natural. Visivelmente concentrada na linha de costa, a ocupação antrópica, além de alterar a dinâmica natural da costa, sofre os impactos provocados pela variabilidade do litoral, sendo necessário o despendimento de recursos financeiros para corrigir ou adaptar determinada situação provocada pela ocupação inadequada.

Conclui-se assim, que os valores e distribuição da progradação e retrogradação observados na costa paranaense não apresentam uma tendência geral que possa ser atribuída às mudanças globais, mas que podem ser explicados em cada caso pela dinâmica natural local ou pela interferência antrópica.

4. MOVIMENTO DE MASSA

Na seção referente ao Movimento de Massa do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, esse tipo de evento é classificado como desastre natural do tipo geológico, de acordo com a COBRADE. Segundo Terzaghi (1952), esses movimentos estão associados a deslocamentos rápidos de solo e rocha de uma encosta onde o centro de gravidade deste material se desloca para fora e para baixo desta feição.

Os movimentos de massa estão relacionados a aspectos climáticos e hidrológicos, vegetação, ação do homem relativa às formas de uso e ocupação do solo, bem como a condicionantes geológicos e geomorfológicos (TOMINAGA, 2007). Estes últimos condicionantes são indicadores dos locais mais suscetíveis a esse tipo de evento, cujas principais associações em relação ao movimento de massa são:

- **Fraturas e Falhas** – afetam a dinâmica hidrológica, favorecem o intemperismo e podem também gerar uma barreira ao fluxo de água quando esses planos de fraqueza forem silicificados ou colmatados.
- **Foliações e Bandeamento** – são importantes em locais com afloramentos de rochas metamórficas e estas descontinuidades interceptam da encosta com uma atitude desfavorável.
- **Descontinuidades** – estão presentes nos solos residuais no horizonte saprolítico[3], também conhecido como horizonte residual jovem, tem como principal característica a estrutura reliquiar[4] herdada da rocha de origem e geralmente tem uma condutibilidade hidráulica maior, atuando muitas vezes como dreno para os horizontes mais superficiais (FERNANDES; AMARAL, 1996). Essas estruturas reliquiares são planos de fraqueza que podem condicionar o movimento.
- **Morfologia** – a geometria da encosta pode influenciar de forma direta ou indireta os movimentos de massa. Existe uma correlação direta entre a declividade e os locais de ocorrência, no entanto os escorregamentos não ocorrem necessariamente nas encostas mais íngremes. A influência indireta da morfologia está relacionada ao formato que determina a convergência ou divergência dos fluxos de águas subterrâneas e superficiais.
- **Depósitos** – depósitos de talús[5] e de colúvio[6] são heterogêneos e geralmente apresentam um lençol d'água suspenso. A desestabilização desses depósitos ocorre por intervenção humana por meio de desmatamento ou algum corte para execução de obras civis.

Os movimentos de massa são classificados levando-se em consideração diferentes critérios como a velocidade, o tipo de material e a geometria da massa mobilizada. Augusto Filho (1992) ajustou a classificação dos movimentos de massa proposta por Varnes (1978), definição adotada pela *International Association for Engineering*

[3] guarda características da rocha sã e tem basicamente os mesmos minerais, porém sua resistência já se encontra bastante reduzida pela alteração e fragmentação.
[4] estrutura própria da rocha original que ficou visivelmente preservada apesar das transformações sofridas pela rocha.
[5] fragmento rochoso de tamanho e forma variáveis, originado por efeito de gravidade e depositado na base de um morro ou encosta.
[6] material detrítico que se deposita no sopé das encostas dos morros.

Geology and the Enviromment (IAGE), à dinâmica ambiental brasileira conforme apresentado a seguir.

Tabela 4.1 – Características dos principais tipos de escorregamento

Processos	Características do movimento, material e geometria
Rastejo ou influência	Vários planos de deslocamento (internos) Velocidades muito baixas (cm/ano) a baixas e descendentes com a profundidade Movimentos Constantes, sazonais ou intermitentes Solo, depósitos, rocha, alterada/fraturada Geometria indefinida
Escorregamentos	Poucos planos de deslocamento (externos) Velocidades médias (km/h) a altas (m/s) Pequenos a grandes volumes de material Geometria e materiais variáveis Planares ou translacionais em solos pouco espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza Circulares em solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas Em cunha quando em solo e rochas com dois planos de fraqueza
Quedas	Sem planos de deslocamento Movimentos do tipo queda livre ou em plano inclinado Velocidades muito altas (vários metros por segundo) Material rochoso Pequenos a médios volumes Geometria variável: lascas, placas, blocos Rolamento de matacões Tombamento
Corridas	Muitas superfícies de deslocamento (internas e externas à massa em movimentação) Moimento semelhante ao de líquido viscoso Desenvolvimento ao longo de drenagens Velocidades de média a altas Mobilização de solo, rocha, detritos e água Grandes volumes de material Extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas

Fonte: AUGUSTO FILHO, 1992.

As causas dos movimentos de massa podem ser divididas em causa externas e internas. As externas são solicitações que provocam um aumento das tensões cisalhantes no maciço. Esse aumento pode estar relacionado ao aumento da declividade por processos erosivos ou escavações feitas pelo homem ou a deposição de material na parte superior das encostas (TERZAGHI,1952).

As internas estão relacionadas principalmente à presença de água que pode afetar a estabilidade da encosta. A água que se infiltra na encosta reduz as forças de contato entre as partículas de solo, e consequentemente provoca uma redução da resistência disponível no maciço.

A tabela a seguir apresenta a ação desses fatores associados aos fenômenos deflagradores do movimento de massa.

Tabela 4.2 – Principais fatores deflagradores de movimentos de massa

Ação	Fatores	Fenômenos geológicos/antrópicos
Aumento da solicitação	Remoção de massa (lateral ou da base)	Erosão, escorregamentos, cortes
	Sobrecarga	Peso da água da chuva, neve, granizo etc. Acúmulo natural de material (depósitos) Peso da vegetação Construção de estruturas, aterros etc.
	Solicitações dinâmicas	Terremotos, ondas, vulcões etc. Explosões, tráfego, sismos induzidos
	Pressões laterais	Água em trincas, congelamento, material expansivo
Redução da resistência	Características inerentes ao material (geometria, estruturas)	Características geomecânicas do material, tensões
	Mudanças ou fatores variáveis	Intemperismo – redução da coesão e atrito Elevação do nível d'água

Fonte: VARNES, 1978.

Na BHL, a ocorrência desse fenômeno está associada, principalmente, à influência das chuvas, que conjugada com a saturação do solo ao escoamento superficial e à declividade, eleva a probabilidade de ocorrência e o potencial impacto à população vulnerável, especialmente no entorno da Serra do Mar. Tais fatores foram agravados por intervenções realizadas pelo homem, como a ocupação desordenada, interferindo na drenagem dos terrenos inclinados, ocupando-se áreas naturalmente susceptíveis a deslizamentos.

4.1. Atlas Brasileiro de Desastres Naturais

Segundo o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, foram registrados quatro eventos de movimentação de massa nos municípios que formam a Bacia Litorânea, todos em municípios paranaenses. O município de São José dos Pinhais tem o maior numero de registros, dois no ano de 2010 e um em 2011, o quarto registro do período ocorreu em Guaratuba no ano de 2011.

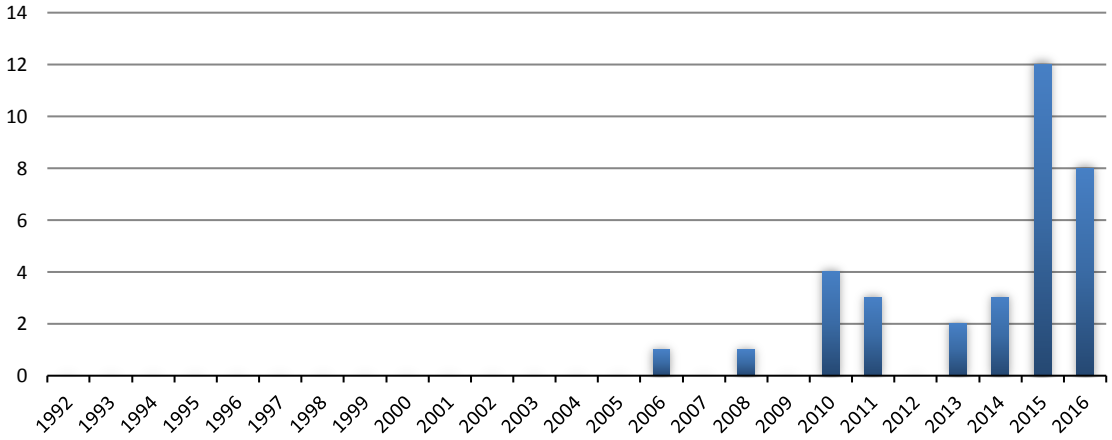
4.2. Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID)

Segundo as informações fornecidas pelo Sistema Integrado de Informações sobre Desastres, durante o período de 2013 a 2016, foi registrada apenas uma ocorrência de deslizamento, ocorrida em 2014 na cidade de Morretes. Os demais municípios que formam a Bacia Litorânea não apresentaram registros deste tipo de desastre.

4.3. Defesa Civil

Segundo as informações dispostas pela Defesa Civil do Estado do Paraná, no período entre 1992 e 2016, foram registradas 34 ocorrências de deslizamentos nos municípios que fazem parte da Bacia Litorânea. A partir de 2010, percebe-se um aumento no número de registros, o que pode ser explicado por alguns fatores como aumento da vulnerabilidade ocasionado pela expansão urbana sobre áreas de risco, aumento da pluviosidade, melhora da eficiência da Defesa Civil, criação ou melhora do banco de dados, entre outros.

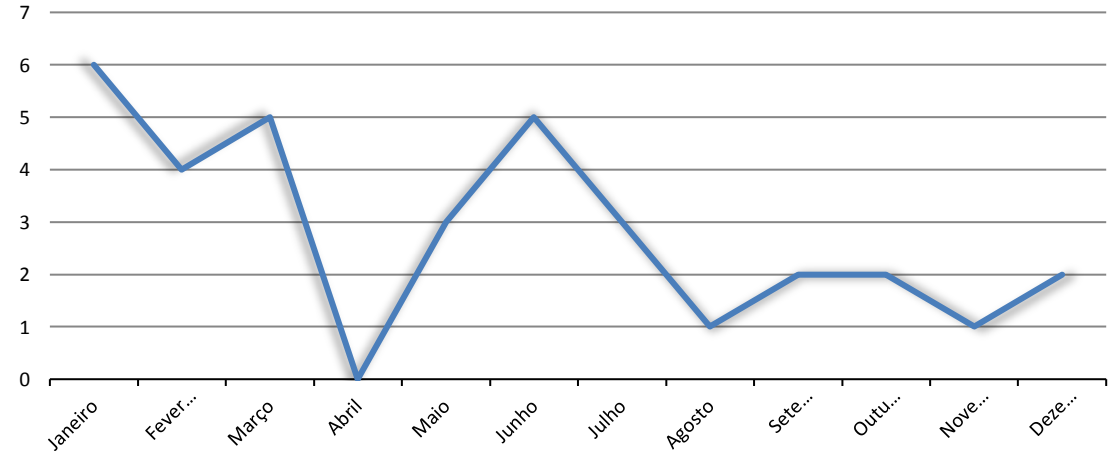
Figura 4.1 – Frequência anual de registros de Deslizamentos pelas Defesas Civis



Fonte: Adaptado de DEFESA CIVIL/PR e DEFESA CIVIL/SC.

Como os movimentos de massa, neste caso, estão mais relacionados ao encharcamento do solo ocasionado pelas precipitações ocorridas durante todo o ano, com maior acúmulo no período chuvoso, a ocorrência desses desastres se estende em alto número até meados de Julho, embora no mês de Abril não tenha sido registrado qualquer evento em toda a série histórica. Diferentemente de inundações, alagamentos e enxurradas, que na BHL dependem de chuvas mais intensas, os deslizamentos também são provocados por chuvas prolongadas, que vão acumulando água nos poros do solo e assim minando a coesão e estabilidade de locais com maiores graus de declividade, que vão se fragilizando ao longo do tempo, demorando mais tempo para que sequem e se estabilizem novamente.

Figura 4.2 – Frequência mensal de registros de Deslizamentos pelas Defesas Civis



Fonte: Adaptado de DEFESA CIVIL/PR e DEFESA CIVIL/SC.

Os dois municípios paranaenses que registram o maior numero de ocorrências foram Quatro Barras com 10 registros (1 em 2013, 1 em 2014, 4 em 2015 e 4 em 2016), e o município de São José dos Pinhais com 9 registos (1 em 2008, 2 em 2010, 1 em 2011, 3 em 2015 e 2 em 2016).

A defesa Civil do estado de Santa Catarina não registrou ocorrência de eventos relacionados a movimentação de massa para os municípios que fazem parte da Bacia Litorânea, no período de 1998 a 2016.

Os municípios de Quatro Barras e São José dos Pinhais, onde se constatou o maior número de eventos, estão no limite da BHL, com a maior parte de seus territórios fora da área de abrangência da bacia, inclusive seus perímetros urbanos, restando apenas as zonas consideradas rurais e pouco densas em termos de população na porção litorânea. Dada a escala municipal de produção da informação, não é possível afirmar que os movimentos de massa ocorreram na área de estudo, embora a região de relevo mais acidentado destes municípios está em boa parte na BHL.

Apartando esses casos da análise, verifica-se que Morretes e Paranaguá são os municípios com maior número de registros ao longo da série, com 5 e 4 eventos, respectivamente.

Em Paranaguá, há uma extensão de serra denominada Serra da Prata, que inclusive promove sua delimitação sudoeste com Guaratuba, e representa o maior morro e declividade do município, com algumas ocupações antrópicas em sua base que não representam grandes riscos. Outra elevação maciça do município está na parte ao norte da baía, na divisa com Antonina e Guaraqueçaba, porém essa região não apresenta ocupações humanas em sua base, apenas em lugares mais planos.

A CPRM, em sua ação emergencial para reconhecimento de áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massa, enchente e inundação, identificou um local de risco muito alto em Paranaguá, uma encosta com altura de 20 metros e inclinação de 50 a 80 graus, com blocos de rocha soltos e duas cicatrizes de deslizamento a 150 e 100 metros de distância de um conjunto de 27 casas, onde habitam 125 pessoas.

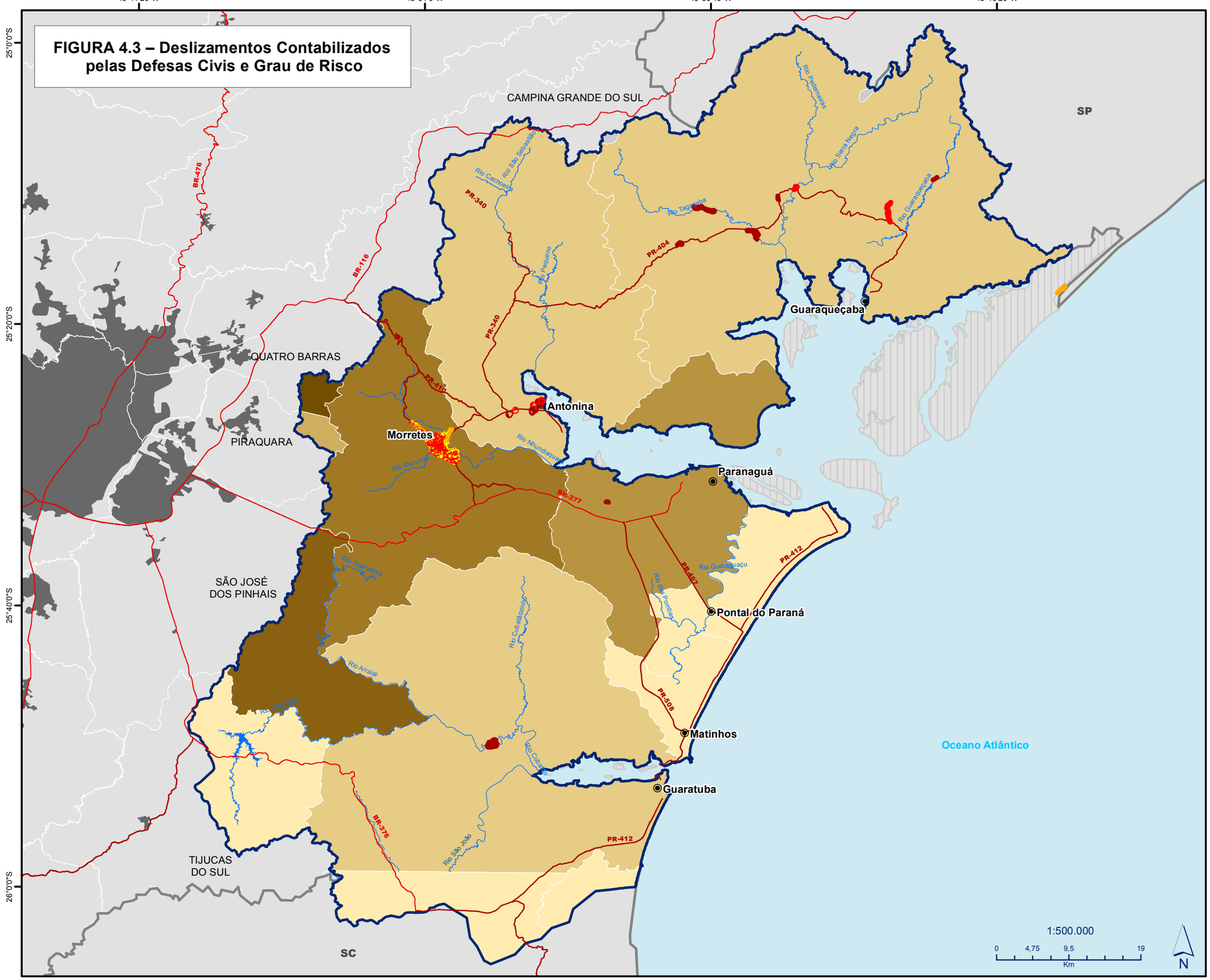
Em Morretes o trabalho da CPRM englobou as áreas de risco de deslizamentos às de inundações e alagamentos, gerando um grande polígono que varia de alto a baixo risco, abrangendo boa parte da área urbanizada do município. Fora desse perímetro, ainda são observadas muitas ocupações antrópicas até o pé da Serra do Mar, onde a declividade aumenta consideravelmente junto ao risco de movimentos de massa.

A ação da CPRM também identificou oito locais de risco em Antonina com potencial de atingir 56 moradias e 224 habitantes, sugerindo ações específicas nesses pontos, que vão da remoção de pessoas à obras de contenção.

Em Guaraqueçaba também foi identificado um local de alta declividade ocupado por 240 pessoas em 60 moradias, porém nesse caso a sugestão é um estudo específico para determinar a ação que deve ser tomada.

As informações analisadas podem ser vistas no mapa da figura a seguir.

FIGURA 4.3 – Deslizamentos Contabilizados pelas Defesas Civis e Grau de Risco



Legenda

Grau de Risco

- Muito alto
- Alto
- Médio
- Baixo

Número de Eventos

- 0
- 1
- 3
- 4
- 5
- 9
- 10

FONTE: Defesas Civis PR e SC (2015), CPRM (2015), MINEROPAR (2011).

Convenções Cartográficas

- Sedes Municipais
- Hidrografia Principal
- Áreas Estratégicas de Gestão (AEG)
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Limite Municipal
- Limite Estadual
- Rodovias
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.

4.4. O evento “Águas de Março”

Em março de 2011, o litoral paranaense passou por um período de precipitações atípicas que trouxeram consequências drásticas às comunidades da região. Entre os dias 11 e 13, chuvas torrenciais em toda a Serra do Mar desencadearam uma série de acidentes geológicos e hidrológicos de proporções elevadas – chegando a registrar mais de 2500 movimentos gravitacionais de massa – destacando-se: deslizamentos de grandes proporções, corridas de lama, inundações e erosões que modificaram a paisagem da região e causaram acidentes drásticos para os municípios próximos.

Esses desastres não estavam ligados necessariamente a ações antrópicas, embora essas, quando mal planejadas, sejam agravantes que potencializam a ocorrência e a intensidade dos mesmos. As consequências desses eventos naturais, batizado de “Águas de Março”, foram intensificadas pela vulnerabilidade à qual as comunidades estavam expostas, destacando-se a existência de habitações em planícies de inundação e também em encostas suscetíveis a escorregamentos.

Juntamente com esse uso indevido de solo para habitações, segundo estudo realizado pela Mineropar em parceria com a empresa Geoplanejamento, constatou-se que a região litorânea é “frágil e susceptível aos fenômenos naturais recorrentes de movimentos de massa e inundação”.

Como pode ser visto na tabela a seguir, a precipitação acumulada na primeira quinzena do referido mês foi muito significativa, acima dos padrões normais da região nesta época do ano.

Tabela 4.3 – Precipitação acumulada (mm) que desencadeou os eventos de 2011.

Estação	Chuva acumulada entre 10 e 13 de março	Chuva acumulada entre 1º e 15 de março	Média climatológica de março	Anomalia
Ilha do Mel	48,4	155,2	294	-188,8
Paranaguá	278,8	408,8	294	114,8
Marumbi	281,6	465,2	227	218,2
Antonina	177,2	307,8	334	-26,2
Morretes	398	480	227	253
km 15 - BR-277	388	461	227	234
km 41 - BR-277	394,8	489,4	227	271,4
Guaricana	118,4	187	230	107
Salto do Meio – BR-376	292,4	184,2	230	154,2
Vossoroca – BR- 376	148,4	228,8	230	-6,2
Guaratuba	187,8	276,4	294	-17,6

Fonte: CEPED (2016)

Segundo estudo realizado pela Mineropar (2013) , foi essa variação da pluviosidade além da média que fez com que o solo perdesse coesão e resistência ao cisalhamento devido à umidade, culminando em uma série de incidentes que afetaram os moradores da região. As fotos a seguir ilustram alguns momentos dramáticos do evento.

Figura 4.4 – Residências afetadas por corrida de lama na localidade de Floresta



Fonte: Gazeta do Povo

4.4.1. Prejuízos

Embora a Defesa Civil tenha desempenhado papel notável em alertar e evacuar moradores sob risco iminente, infelizmente, houveram três óbitos, além de elevadíssimas perdas materiais e milhares de pessoas desabrigadas.

As cidades mais afetadas na região litorânea foram Morretes, Antonina, Paranaguá e Guaratuba, sendo que os dois primeiros tiveram os quadros mais críticos, pois registraram perdas humanas. Englobando todos os municípios, os prejuízos financeiros foram elevadíssimos, ultrapassando a casa dos 200 milhões de reais e afetando setores de infraestrutura, transporte, social, ambiental e produtivo.

Como consequência das corridas de lama e enchentes, diversas pontes e estradas foram afetadas, algumas delas pertencentes à rodovia BR–277, principal via de ligação entre o litoral e o resto do estado, o que tornou o acesso terrestre ainda mais difícil.

Figura 4.5 – Ponte danificada da BR-277 que liga Curitiba a Paranaguá



Foto: Orlando Kissner

4.4.2. Ações preventivas

Mesmo que as perdas humanas e materiais das “Águas de Março” não sejam as maiores já registradas no Paraná, o evento significou um marco inicial para que o governo estadual mudasse sua política de prevenção e ação contra desastres.

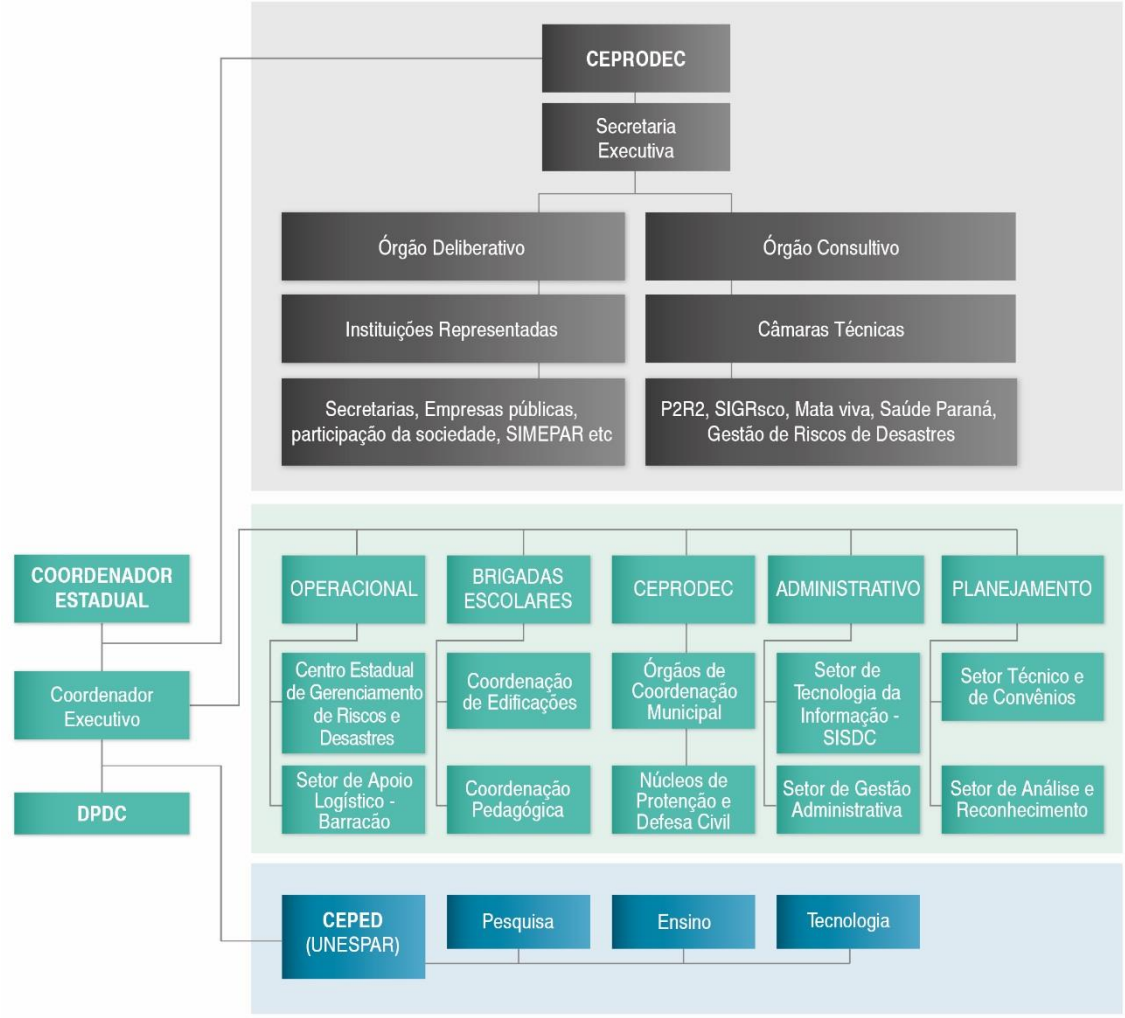
Desde 2011, com a ajuda do Banco Mundial, o Paraná começou a investir na infraestrutura de monitoramento e previsão meteorológica, mapeamento de áreas de risco e desenvolvimento de programas de gestão e redução de riscos de desastres.

Dentro do Projeto Multissetorial para o Desenvolvimento do Paraná, foi incluído o Programa de Fortalecimento para a Gestão de Riscos e Desastres – FGRD. Tal programa tem como objetivo prevenir desastres naturais ou antrópicos, que envolvam ameaças climáticas, biológicas ou industriais.

A iniciativa deu-se devido ao crescimento urbano acelerado, o uso e ocupação indevidos de solo, expansão de aglomerados industriais e aquecimento global. No processo de elaboração, houve um esforço multidisciplinar que envolveu diversos órgãos e instituições governamentais.

Por fim, um dos resultados desse esforço combinado foi a criação do Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil que busca colocar em prática um planejamento comum a todas as coordenadorias regionais do Estado. Essa iniciativa tem como meta aumentar a resiliência dos municípios e trabalhar de forma conjunta em casos de acidentes ou catástrofes. A figura a seguir mostra como estão organizados os órgãos envolvidos com a Defesa Civil no Estado do Paraná.

Figura 4.6 – Organização do Sistema Estadual de Proteção e Defesa Civil – SEPDEC



Fonte: DEFESA CIVIL/PR, 2017.

4.5. SigRisco Paraná

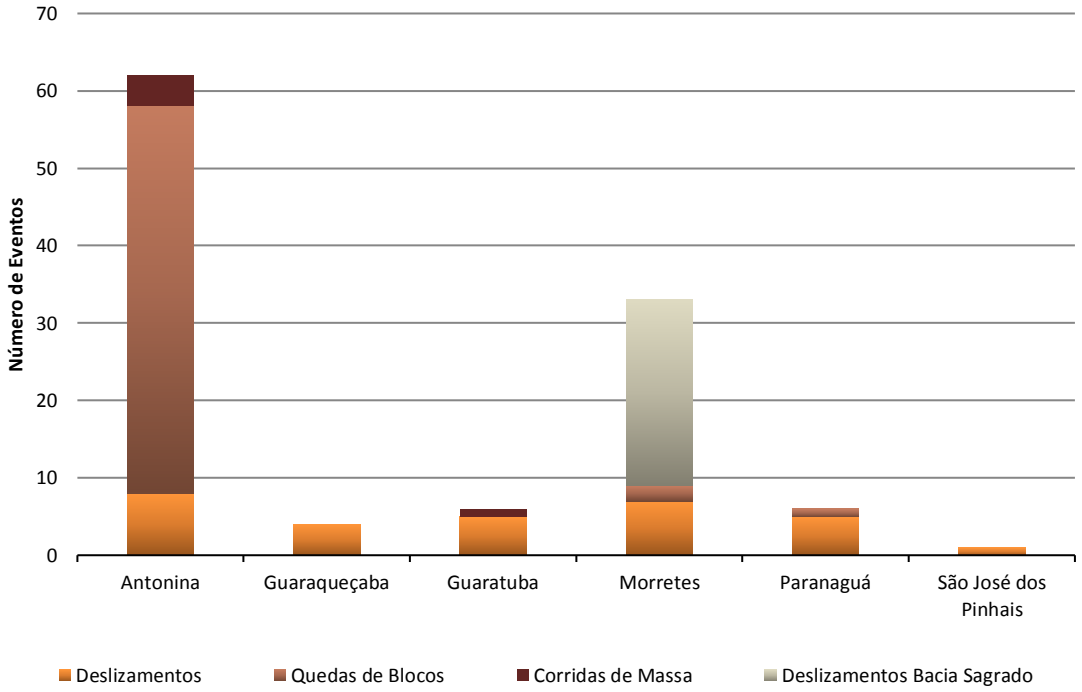
Os eventos de movimento de massa representam a maior parcela de ocorrências cadastradas no portal do SigRisco Paraná, cerca de 42% do total, ou ainda 58% se os pontos de atenção forem desconsiderados. Essa grande gama de pontos está distribuída em corridas de massa, deslizamentos e quedas de blocos. Ainda há outra categoria que contempla deslizamentos apenas na bacia do Rio Sagrado, em Morretes, sendo um trabalho mais específico e que parece ser resultado de um trabalho direcionado à região, fato que pode distorcer a escala de trabalho e aparentar um maior numero de casos na referida bacia e município.

O evento mais comum na BHL é o de quedas de blocos, com 53 anotações no portal, seguido por deslizamentos (30), deslizamentos na bacia do Rio Sagrado (24) e apenas 5 corridas de massa.

Apesar de não possuir indícios de um estudo específico, o município de Antonina apresentou o maior número de eventos, 62, dos quais 50 são referentes a quedas de blocos, que também possui o maior número de deslizamentos da bacia, oito ao todo, considerando os deslizamentos do Rio Sagrado uma categoria diferenciada, que por sua vez somam 24 eventos.

O gráfico a seguir permite uma comparação visual número dos números expressivos de Antonina e Morretes em relação aos demais municípios.

Figura 4.7 - Número de Eventos de Deslizamentos, Quedas de Blocos e Corridas de Massa na BHL



Fonte: Adaptado de CEPED, 2017.

Diferentemente das posições de ocorrência dos eventos cadastradas para inundações e enxurradas, as localizações de movimentos de massa estão mais atreladas às áreas urbanas, equilibrando o número de ocorrências com os demais usos.

Em área urbana, o evento mais comum é o de quedas de blocos, com 25 registros, estando a maioria localizada em Antonina, seguido por deslizamentos, com 15 acontecimentos, cuja maioria também se deu em Antonina. Já em áreas de florestas, as quedas de blocos também são as principais responsáveis pelo risco, sendo 27 registros, dos quais, 21 desses estão localizados no Morro da Pedra, englobado pela malha urbana de Antonina. Ainda destaca-se o número de registros de deslizamentos no Rio Sagrado, que somam 22 eventos apenas em uma pequena porção de Morretes, contudo todos em área florestal afastados do perímetro urbano.

Notadamente, conforme pode ser observado no mapa a seguir, os municípios de Antonina e Morretes apresentam o maior número de eventos cadastrados no SigRisco Paraná, porém, pode-se observar que em Antonina estão muito próximos, ou inseridos, na área urbana, o que eleva significativamente o risco de impactos socioeconômicos da população ali residente.

5. CONCLUSÕES

O objetivo principal do presente relatório é resumir e analisar as informações sobre eventos críticos e desastres naturais que já ocorreram e também que possuem potencial de risco de ocorrência, baseando-se nas fontes de dados oficiais disponíveis.

Como ponto em comum, nota-se que os estudos não possuem entre suas informações as localizações exatas das ocorrências, dado fundamental neste tipo de evento, onde inundações, enxurradas, alagamentos e movimentos de massa afetam locais específicos onde as características locais, tanto naturais como antrópicas, possuem influência direta no risco de ocorrência do desastre.

Esta dificuldade está sendo parcialmente atenuada pela disponibilidade do sistema de gerenciamento de desastres naturais SigRisco Paraná recentemente implementado, o qual possui uma estrutura de banco de dados projetada para armazenar de forma adequada os dados locais dos eventos críticos. Entretanto, conforme já foi mencionado no capítulo que descreve o sistema, não é possível atualmente atestar a confiabilidade das informações ali presentes, principalmente por ser um sistema aberto ao público, podendo eventualmente haver inconsistências em dados disponíveis no sistema. Ainda assim, o lançamento do SigRisco é um marco na gestão das informações de desastres naturais no Estado, e promete, se devidamente gerenciado, prover informações confiáveis e úteis para ações emergenciais e de prevenção.

Com base nas questões acima mencionadas, não é possível atualmente elaborar um mapa de eventos críticos que seja suficientemente preciso para indicar pontualmente as áreas mais afetadas, juntamente com as classes de eventos (inundações, alagamentos, enxurradas e erosão/movimentos de massa) associadas ao local de ocorrência e os cruzamentos de informações correlacionadas, tais como: tipo e uso do solo, declividade, geologia, entre outros fatores causais. Esta seria a situação ideal a ser buscada como meta, em termos de uma base de dados a ser construída com o apoio de plataformas computacionais como o SigRisco.

Dos estudos relacionados nos capítulos anteriores, é possível concluir que a região do município de Morretes é, sem dúvida, a mais citada nos registros de eventos críticos, em inundações, enxurradas e movimentos de massa. O evento de Março de 2011, conhecido como “Águas de Março” demonstrou a grande fragilidade da região perante eventos extremos como os que ocorreram nessa data.

Por ter a maior população entre as cidades da Bacia Litorânea, Paranaguá e região aparecem em todas as classes de eventos, demonstrando ser um ponto de atenção relevante para as futuras ações de gestão de eventos críticos.

O município de Guaratuba possui grande extensão territorial, tendo o município de Garuva (SC) como limítrofe. Há referências aos dois municípios em vários estudos, para eventos de inundações, alagamentos e enxurradas.

Também são citadas como áreas de risco potencial alguns locais nos municípios de Antonina e Guaraqueçaba, correlacionados com eventos de movimento de massa. Para esta mesma classe de eventos, a região da Serra da Prata em Paranaguá é citada como de elevado risco.

O município de Guaraqueçaba, apesar de possuir baixa densidade populacional, é citado em todas as classes de eventos, inclusive apresentando em seu território uma alta concentração de pontos críticos inseridos no sistema SigRisco, porém, neste caso, valem as ressalvas feitas anteriormente sobre o banco de dados do sistema.

Com relação à erosão costeira, há estudos detalhados que indicam que não haveria, a princípio, uma influência de eventuais mudanças climáticas nos movimentos de retrogradação (erosão da costa) e progradação (avanço/sedimentação), sendo estes causados por dinâmicas naturais e ações antrópicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. Agência Nacional de Águas. **Atlas de Vulnerabilidade a Inundações**. 2014. Disponível em: http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/en/resources.get?id=243&fname=Atlas_de_Vulnerabilidade_a_Inundaes.pdf&access=private. Acesso em: 17/03/2017.

ANGULO R. J. 1984. As Praias do Parana - **Problemas Decorrentes de Uma Ocupação Inadequada**. Análise Conjuntural, Ipardes, Curitiba, 6(1):1-4. Curitiba.

ANGULO R. J. 1993a. **A ocupação Urbana do Litoral Paranaense e As Variações da Linha de Costa**. Boletim Paranaense de Geociências, Curitiba, 41:73-81.

ANGULO R. J. 1993c. **Variações na configuração da linha de costa no Paraná nas últimas quatro décadas**. Bol. Par Geoc. Curitiba. 41:52-72.

ANGULO R. J. 1999. **Morphological characterization of the tidal deltas on the coast of the State of Paraná**. Anais Academia Brasileira de Ciências. São Paulo 71(4-II):935-959.

ANGULO R.J. & ANDRADE J. J. 1981. **Viabilidade de controle de erosão nas praias de Caiobá e Guaratuba**. Ipardes, Curitiba, 65 p.

ANGULO R.J. & ANDRADE J. J. 1982. **Viabilidade de controle de erosão nas praias de Caiobá e Guaratuba**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2º, Brasília. Anais... Brasília, 681-693.

ANGULO R.J. & ARAÚJO A. D.1996. **Classificação da costa paranaense com base na sua dinâmica, como subsídio à ocupação da orla litorânea**. Bol. Par. Geoc. Curitiba. 44:7-17.

ANGULO R. J. & SOARES C. R. 1994. **Beach Profile Variations Between 1981 And 1993 In Southern Coast Of Parana State**. Boletim Paranaense de Geociências, Curitiba, 42:203-215.

ANGULO R. J. & SOUZA M. C. 2002. **Decadal and interannual variations of coastline and beach volumes in Itapoá (Santa Catarina, Brazil)**. Journal of Coastal Research, Flórida, 17:(no prelo).

APPA/CEM. 2000. **Atualização da posição da linha de costa na área de influência da desembocadura da Baía de Paranaguá**. Pontal do Paraná, Relatório Técnico 16/00, 12 p.

APPA/CEM. 2002. **Atualização da posição da linha de costa na desembocadura da Baía de Paranaguá**. Pontal do Paraná, Relatório Técnico 30/02, 5 p.

AUGUSTO FILHO, O. 1992. Escorregamentos em encostas naturais e ocupadas: análise e controle. **Apostila do curso de geologia de engenharia aplicada a problemas ambientais**. São Paulo: IPT, p. 96-115.

CARVALHO, José Camapum de. et al. **Processos erosivos no Centro Oeste Brasileiro**. Brasília, DF: Editora FINATEC, 2006. 464 p.

CEPED. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. **Construindo um Estado Resiliente: o modelo paranaense para a gestão do risco de desastres**. 2016. Disponível em: http://www.ceped.pr.gov.br/arquivos/File/ ContruindoEstadoResiliente.pdf. Acesso em: 28/06/2017.

_____. **Sistema Paranaense de Informações para Gestão de Riscos a Desastres Naturais – SIGRISCO**. 2017. Disponível em: https://www.viconsaga.com.br/sigriscopr. Acesso em: 03/01/2018.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Setorização de Riscos Geológicos - Ação Emergencial para Reconhecimento de Áreas de Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massa, Enchente e Inundação.** 2017. Disponível em: http://cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geologia-de-Engenharia-e-Riscos-Geologicos/Setorizacao-de-Riscos-Geologicos-4138.html. Acesso em: 23/07/2017.

DEFESA CIVIL/PR. Defesa Civil - Paraná. **Mapa de ocorrências**. 2017. Disponível em: http://www.geo.pr.gov.br/ms4/sisdc/publico/ocorrencias/geo.html. Acesso em: 06/06/2017.

_____. **Estrutura Estadual**. 2017. Disponível em: http://www.defesacivil.pr.gov.br/ modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=7. Acesso em: 28/06/2017.

DEFESA CIVIL/SC. Defesa Civil – Santa Catarina. **Decretação de SE e ECP**. 2017. Disponível em: http://www.defesacivil.sc.gov.br/index.php/municipios/decretacoes.html. Acesso em: 08/06/2017.

DEFESA CIVIL. **Glossário de Defesa Civil: Estudos de Riscos e Medicina de Desastres**. 5ª Edição. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Civil, 2008. Disponível em: http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=71458606-5f48-462e-8f03-4f61de3cd55f&groupId=10157. Acesso em: 22/03/2017.

FERNANDES, C. P., AMARAL, C. P. 1996. Movimento de massa: uma abordagem geológico-geomorfológica. In: GUERRA, Antonio José Teixeira. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil.

GAZETA DO POVO. **Chuvas causam três mortes no litoral. Desabamentos isolam cidades.** 2011. Disponível em: http://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/chuvas-causam-tres-mortes-no-litoral-desabamentos-isolam-cidades-475f96s0sq75wrsjwyv9nbmtq. Acesso em: 28/06/2017.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Desastres Naturais: conceitos básicos.** 2008. Disponível em: http://www.inpe.br/crs/crectealc/pdf/silvia_saito.pdf. Acesso em: 17/03/2017.

IPT. Instituto De Pesquisas Tecnológicas. **Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo, Bacia do Peixe – Paranapanema**. São Paulo, 1986. 6 v. (IPT. Relatório,24 739). (CP; ME).

LNEC - LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL. 1977. **Combate a erosão na praia de Caiobá, Paraná**. Relatório Técnico, Lisboa, 18 p. (inédito).

MI. Ministério da Integração Nacional. **Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID)**. 2017. Disponível em: https://s2id.mi.gov.br/. Acesso em: 29/03/2017.

MINEROPAR. Minerais do Paraná AS. **Avaliação geotécnica de vertentes na área urbana de Antonina**. Curitiba: Mineropar, 2013.

MME. Ministério de Minas e Energia. **Ação Emergencial para Reconhecimento de Áreas de Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massa, Enchente e Inundação**. 2015

MOROZ. Moroz Comunicação. **Chuva mata dois no paraná e causa transtornos no trânsito.** 2011. Disponível em: https://morozcomunicacao.com.br/2011/03/13/chuva-mata-dois-no-parana-e-causa-transtornos-no-transito/. Acesso em: 21/06/2017.

MOTTA V. F. 1976. **Parecer sobre erosão na praia Mansa de Caiobá, Paraná**. Relatório Técnico, Curitiba, 4 p. (inédito).

NOERNBERG M. A. 2001. **Processos Morfodinâmicos no Complexo Estuarino de Paranaguá – Paraná – Brasil: Um Estudo a Partir de Dados in situ e Landsat – TM**. Curitiba. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Tese de Doutorado, 180 p.

NOERNBERG M. A. & MARONE E. 2002. **Spatial-temporal monitoring of the Paranaguá Bay inlet margins using multispectral Landsat_TM images**. Journal of Coastal Research, Flórida, 17:(no prelo).

SOARES C. R., PARANHOS FILHO A. C., SOUZA M. C., BRANCO J. C., FABIANOVICZ R., PRAZERES FILHO H. J., KOGUT J. S. 1994. **Variações da linha de costa no Balneário Pontal do Sul (PR) no período de 1953-1993: Um balanço sedimentar**. Boletim Paranaense de Geociências, Curitiba, 42:161-171.

SOARES C. R., BORZONE C. A., SOUZA J. R. B. 1996 **Variação morfológica e sedimentológicas ao longo de um ciclo anual numa praia arenosa no sul do Brasil**. Oecologia Brasiliensis, Rio de Janeiro, III:245-258.

TERZAGHI, K. 1952. **Mecanismos de escorregamentos de terra**. Tradução de Ernesto Pichler. São Paulo: Grêmio Politécnico, 41 p.

TOMINAGA, L. K. 2007. **Avaliação de metodologia de análise de risco a escorregamento**: aplicação de um ensaio em Ubatuba, 2007. 220 p. Tese (Doutorado). Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo/SP. São Paulo.

UFSC. Universidade Federal de Santa Catarina. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2012**. 2013. Disponível em: https://s2id.mi.gov.br/paginas/atlas/index.xhtml. Acesso em: 23/03/2017.

VARNES, D. J. 1978.Slope moviment types and processes. In: SCHUSTER; KRIZEK (Ed.). Landslides: analysis and control. **Transportation Research Board Special Report**, Washington, n. 176, p. 11-33.

ANEXOS

Fichas municipais de áreas de risco

As fichas elaboradas pelo CPRM no diagnóstico e mapeamento das áreas com potencial de risco alto a muito alto, denominado “Ação Emergencial para Reconhecimento de Áreas de Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massa, Enchente e Inundação”, estão apresentadas a seguir.

Destaca-se que apenas os levantamentos realizados no interior da BHL estão aqui elencados, uma vez que os municípios de São José dos Pinhais e Piraquara possuem fichas de áreas de risco, porém fora da área de abrangência da BHL.

Ainda cabe ressaltar a diferença do mapa realizado para o município de Morretes em relação ao demais, onde foi aplicada uma metodologia que engloba o tipo de ocupação e a vulnerabilidade do terreno, gerando diferenciados graus de risco para a área urbana do município.

ANTONINA - PR
LARANJEIRAS

Setor 1 - 729943 / 7185659









Descrição: Encosta íngreme com cerca de 60º de inclinação e altura de 100 metros com cicatrizes de deslizamentos planares em espesso solo sobre rocha cristalina. Na meia encosta ocorrem casas em corte e aterro e vertentes ou pontos de surgência de água que contribuem para a ocorrência de deslizamentos. Na base, ocorrem casas que podem ser atingidas pelo material desprendido nos deslizamentos e corridas de lama e detritos.

Quantidade de imóveis em risco:08
.

Quantidade de pessoas em risco: 32

Sugestões de medidas de contenção:

- Remoção das moradias da encosta
- Obras de contenção de talude e disciplina das águas.

Legenda:

- Cicatriz de Escorregamento
- Delimitação do setor risco com a área de abrangência.
- Sentido do material mobilizado
- Sentido das águas pluviais

ANTONINA - LARANJEIRAS
Setor 1

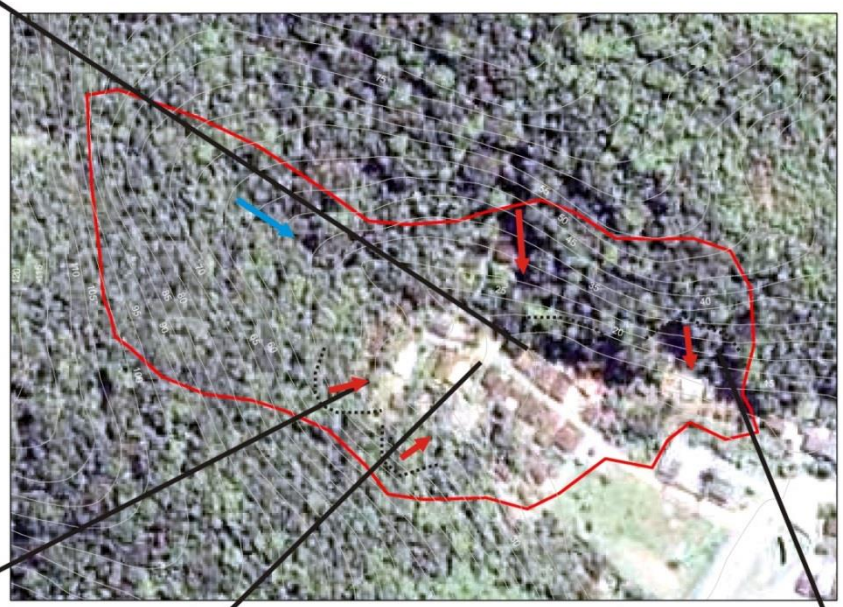
CPRM
Serviço Geológico do Brasil

ANTONINA - PR
LARANJEIRAS

Setor 2 - 729957 / 7185891











Descrição: Talvegue ou vale de drenagem intermitente com encostas íngremes com mais de 120 metros de altura. No fundo do vale ocorrem depósitos de talus acumulados por fluxos de alta energia (corridas de detritos). Nas encostas, com declives de até 70º, ocorrem cicatrizes de deslizamentos planares e pontos (fontes de encosta) de surgência de água. Recentes deslizamentos, que provocam uma vítima fatal e destruíram diversas moradias, geraram áreas de arranque que ainda mantém riscos remanescentes. Segundo técnicos da defesa civil as moradias restantes vão ser retiradas e no local será construído um parque.
Quantidade de imóveis em risco:03
.
Quantidade de pessoas em risco: 12

Sugestões de medidas de contenção:

- Remoção das moradias da encosta

Legenda:

- Cicatriz de Escorregamento
- Delimitação do setor risco com a área de abrangência.
- Sentido do material mobilizado
- Sentido das águas pluviais

ANTONINA - LARANJEIRAS
Setor 2

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

ANTONINA - PR
CAIXA D'AGUA

Setor 3 - 728991 / 7184889









Descrição: Talvegue ou vale de drenagem intermitente em encosta íngreme com cerca de 45º de inclinação, porém muito extensa formando uma longa rampa. No fundo do vale ocorrem depósitos de talus indicando a recorrência de corridas de detritos (material mobilizado) ou fluxos de alta energia . O último evento deste tipo provocou uma vítima de morte por soterramento.

Quantidade de imóveis em risco:09

.

Quantidade de pessoas em risco: 36

Sugestões de medidas de contenção:

- Remoção das moradias próximas ao talvegue.
- Obras de contenção de talude e disciplinamento das águas.

Legenda:

- Cicatriz de Escorregamento
- Delimitação do setor risco com a área de abrangência.
- Sentido do material mobilizado
- Sentido das águas pluviais

ANTONINA - CAIXA D'ÁGUA
Setor 3

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

ANTONINA - PR
BECO DAS VIÚVAS

Setor 4 - 729163 / 7185568







Descrição: Encosta de morro com taludes instáveis devido a cortes e pequenas obras de nivelamento para implantação moradias. No topo da encosta, a presença de tanques formados a partir do barramento da drenagem, encharcam o solo e geram sobrecarga. O rompimento da barragem aliado a intensas chuvas pode causar fluxos de alta energia (corridas de detritos).

Quantidade de imóveis em risco:06

.

Quantidade de pessoas em risco: 24

Sugestões de medidas de contenção:

- Eliminar o tanque(acumulação de água).
- Obras de disciplinamento das águas.

Legenda:

- Delimitação do setor risco com a área de abrangência.
- Sentido do material mobilizado
- Sentido das águas pluviais

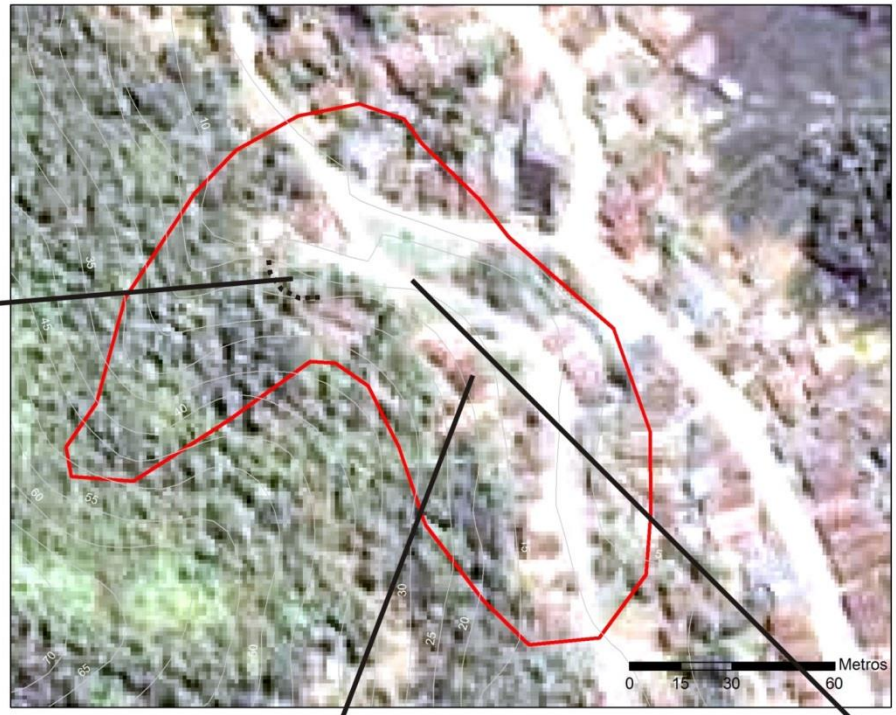
ANTONINA - BECO DAS VIÚVAS
Setor 4

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

ANTONINA - PR
PORTINHO

Setor 6 - 730148 / 7186194









Descrição: Encosta com cerca de 100 metros de altura e inclinação de aproximadamente 60º. A presença de cortes e aterros, na meia encosta, para a implantação de casas e a ausência de sistema de drenagem geram uma situação de risco alto para deslizamentos de solo. Casas situadas na base da encosta encontram-se sujeitas a soterramento. A área está em etapa de implantação do sistema de alerta para deslizamentos durante intensas chuvas.

Quantidade de imóveis em risco: 14
Quantidade de pessoas em risco: 56

.

Sugestões de medidas estruturais:

Obras de contenção talude e sistema de drenagem.
Treinamento da população ao novo sistema de alerta.

Legenda:

- Cicatriz de Escorregamento
- Delimitação do setor de risco com a área de abrangência
- Sentido do material mobilizado
- Sentido das águas pluviais

ANTONINA - PARANÁ
SETOR 6

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

ANTONINA - PR
CAIXA D'ÁGUA

Setor 7 - 729317 / 7185021











Descrição: Encosta íngreme com cortes artificiais formando taludes onde se observam cicatrizes de deslizamentos planares. Em partes da encosta aflora rocha sã (quartzito) com sistema de juntas ou fraturas que podem ocasionar deslizamentos em cunha e quedas de blocos. Casas atualmente habitadas encontram-se bastante próximas ao talude, portanto sujeitas a soterramento e serem atingidas por blocos de rochas desprendidos da encosta.

Quantidade de imóveis em risco: 5
Quantidade de pessoas em risco: 20

.

Sugestões de medidas estruturais:

Imediata remoção das moradias do local.
Retaludamento e obras de contenção da encosta.

Legenda:

- Cicatriz de Escorregamento
- Delimitação do setor de risco com a área de abrangência
- Sentido do material mobilizado
- Sentido das águas pluviais

ANTONINA - PARANÁ
SETOR 7

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

ANTONINA - PR
BARIGUI

Setor 8 - 726999 / 7184941



Descrição:
Encosta íngreme com cicatriz de deslizamento planar provocado por corte para instalação de moradia e ausência de sistema de drenagem. Moradia esta já atingida (parcialmente soterrada) por deslizamento de solo. Outra encontra-se em área de risco de soterramento.

Quantidade de imóveis em risco: 1
Quantidade de pessoas em risco: 4

Sugestões de medidas estruturais:

Retaludamento e obras de contenção da encosta.
Obras de controle de drenagem.

Legenda:

- Cicatriz de Escorregamento
- Delimitação do setor de risco com a área de abrangência
- Sentido do material mobilizado
- Sentido das águas pluviais

ANTONINA - PARANÁ
BARIGUI - SETOR 8







CPRM
Serviço Geológico do Brasil

ANTONINA - PR
SÃO JOÃO FELIZ

RUA VEREADOR JOÃO POLICARPO
Setor 9 - 726233 / 7184397













Descrição:
Encosta íngreme com cerca de 35º de inclinação formando uma longa rampa recoberta por espessa camada de solo e parcialmente desmatada. Cicatriz de deslizamento planar e diversos degraus de abatimento indicam que a movimentação de solo na encosta não cessou e que ainda existe risco remanescente de deslizamentos que poderão atingir casas situadas na base desta encosta.

Quantidade de imóveis em risco: 10
Quantidade de pessoas em risco: 40

Sugestões de medidas estruturais:

.
Remoção imediata das moradias em risco.
Retaludamento e obras de contenção da encosta.
Vegetação da encosta.

Degraus de abatimento
Cicatriz de Escorregamento
Delimitação do setor de risco com a área de abrangência
Sentido do material mobilizado
Sentido das águas pluviais

ANTONINA - PARANÁ
SÃO JOÃO FELIZ - SETOR 8

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

GOVERNO FEDERAL BRASIL PÁTRIA EDUCADORA

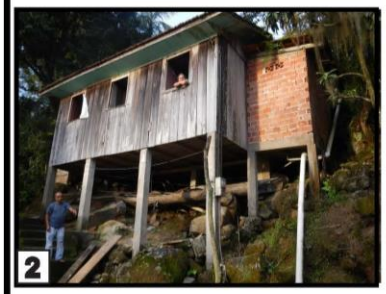
AÇÃO EMERGENCIAL PARA RECONHECIMENTO DE ÁREAS DE ALTO E MUITO ALTO RISCO A MOVIMENTOS DE MASSAS E ENCHENTES

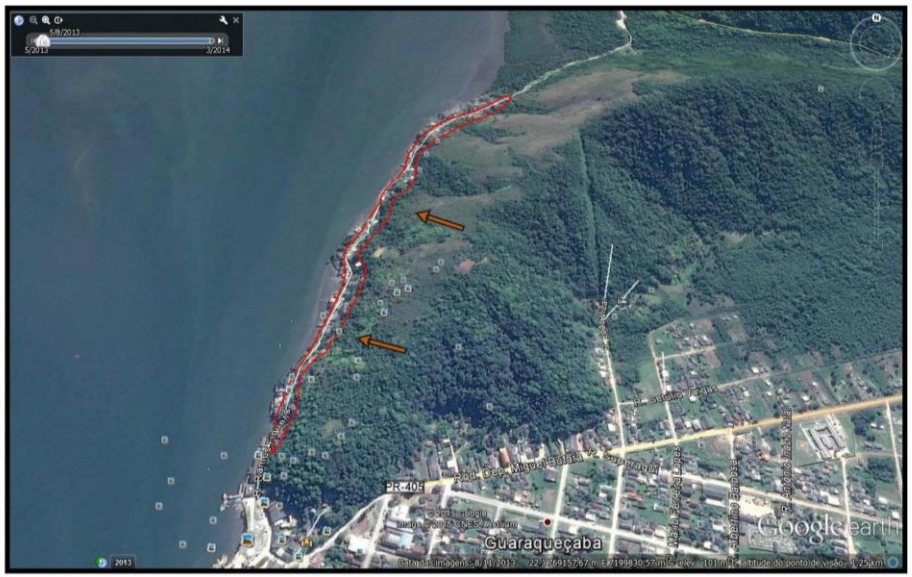
CPRM Serviço Geológico do Brasil

Guaraqueçaba - Paraná
Julho 2015

PR_GUARAQU_SR_01_CPRM
Localização: Rua Ramos Figueira - Costão
UTM 22 L 768829 E 7199682 S













Descrição: Casas construídas a beira de uma encosta com aproximadamente 40 metros de altura e 45 graus de inclinação. Nesta encosta há ocorrência pontual de camadas pouco espessas de solo e áreas onde afloram rocha ou blocos. Foram visualizadas cicatrizes de deslizamento com registros de danos à edificações. A maioria das casas construídas nesta região, estão no sistema corte e aterro ou construídas sobre os blocos de rocha. Existem evidencias de movimento do terreno, árvores inclinadas e trincas no asfalto .

Tipologia do Processo: Deslizamento

Quantidade de imóveis em risco: Aproximadamente 30
Quantidade de pessoas em risco: Aproximadamente 120

Sugestões de Intervenções: Obras de drenagem e de instalação de esgoto sanitário na encosta. Proibição do do uso do método de corte e aterro no talude, remoção das casas já identificadas para remoção pela defesa civil do município.

•

EQUIPE TÉCNICA
Pedro Augusto Pfaltzgraff (ERJ)
Maria Emilia Radomski Brenny (ERJ)
Geólogos - Pesquisadores em Geociências

Legenda

Delimitação do setor risco

Sentido do movimento de massa

GOVERNO FEDERAL BRASIL PÁTRIA EDUCADORA

AÇÃO EMERGENCIAL PARA RECONHECIMENTO DE ÁREAS DE ALTO E MUITO ALTO RISCO A MOVIMENTOS DE MASSAS E ENCHENTES

CPRM Serviço Geológico do Brasil

Guaraqueçaba - Paraná
Julho 2015

PR_GUARAQU_SR_02_CPRM
Localização: Rio Verde
UTM 22 L 777858 E 7214557 S













Descrição: Casas de alta vulnerabilidade construídas na planicie de inundação do Rio Verde (fotos 01 a 05). Em épocas de cheia do rio a água a atingir em média meio metro dentro das casas (Foto 04).

Tipologia do Processo: Inundação

Quantidade de imóveis em risco: 12 casas, 1 escola e 1 posto de saúde.
Quantidade de pessoas em risco: aproximadamente 50

Sugestões de Intervenções

Demolição das moradias e remoção das famílias em risco para áreas seguras. Em casos extremos pode tentar a convivência com as inundações construindo as casas sobre palafitas em áreas mais afastadas do rio.

•

EQUIPE TÉCNICA
Pedro Augusto Pfaltzgraff (ERJ)
Maria Emilia Radomski Brenny (ERJ)
Geólogos - Pesquisadores em Geociências

Legenda Delimitação do setor risco — Sentido da drenagem

GOVERNO FEDERAL BRASIL PÁTRIA EDUCADORA

AÇÃO EMERGENCIAL PARA RECONHECIMENTO DE ÁREAS DE ALTO E MUITO ALTO RISCO A MOVIMENTOS DE MASSAS E ENCHENTES

CPRM Serviço Geológico do Brasil

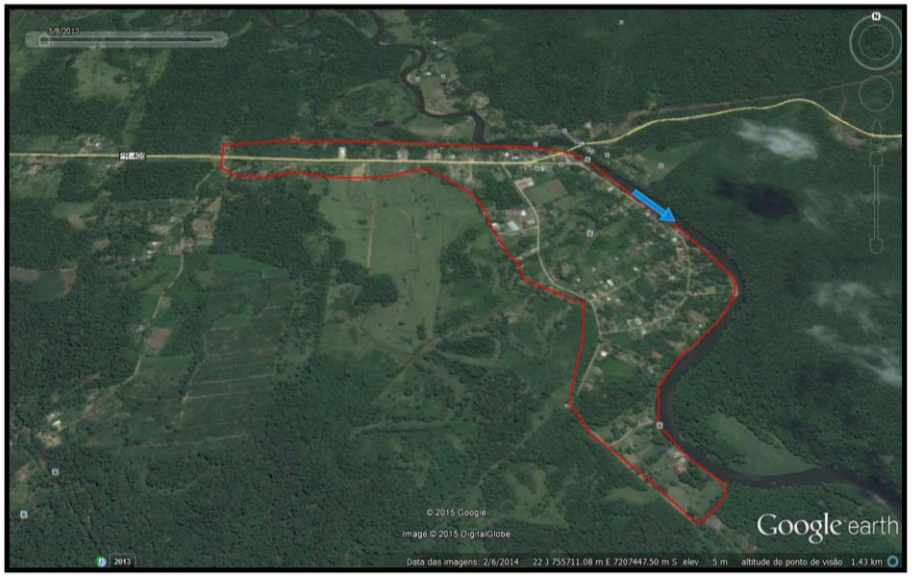
Guaraqueçaba - Paraná
Julho 2015

PR_GUA_SR_03_CPRM

Localização: Rodovia que liga Antonina a Guaraqueçaba na altura do Rio Taguaçaba
UTM 22 L 756135 E 7207989 S













Descrição: casas construídas na planície de inundação do Rio Tagaçaba. Em épocas de cheia o rio invade as casas em até meio metro de altura. As inundações costumam ocorrer duas vezes ao ano

Tipologia do Processo: Inundação e enxurrada
Quantidade de imóveis em risco: Aproximadamente 50
Quantidade de pessoas em risco: Aproximadamente 200

Sugestões de Intervenções
Demolição das moradias e remoção das famílias em risco para áreas seguras. Em casos extremos para convivência com as cheias, construir as casas sobre palafitas em locais mais distantes do rio.

•

EQUIPE TÉCNICA
Pedro Augusto Pfaltzgraff (ERJ)
Maria Emilia Radomski Brenny (ERJ)
Geólogos - Pesquisadoras em Geociências

Legenda Delimitação do setor risco → Sentido da drenagem

GOVERNO FEDERAL BRASIL PÁTRIA EDUCADORA

AÇÃO EMERGENCIAL PARA RECONHECIMENTO DE ÁREAS DE ALTO E MUITO ALTO RISCO A MOVIMENTOS DE MASSAS E ENCHENTES

CPRM Serviço Geológico do Brasil

Guaraqueçaba - Paraná
Julho 2015

PR_GUARAQU_SR_04_CPRM
Localização: Potinga
UTM 22 L 746658 E 71206284 S













Descrição: Casas construídas na planície de inundação do Rio Bromado. Grande parte das casas são de madeira e tem vulnerabilidade alta. As águas das enchentes atingem aproximadamente meio metro de altura dentro das casas.

Tipologia do Processo: Inundação

Quantidade de imóveis em risco: Aproximadamente 20 casas e 1 escola.
Quantidade de pessoas em risco: Aproximadamente 80

Sugestões de Intervenções
Demolição das moradias e remoção das famílias em risco para áreas seguras. Em casos extremos, é possível conviver com as inundações removendo as casas e as reconstruindo sobre palafitas em áreas mais distantes do rio.

•

EQUIPE TÉCNICA
Pedro Augusto Pfaltzgraff (ERJ)
Maria Emília Radomski Brenny (ERJ)
Geólogos - Pesquisadores em Geociências

Legenda Delimitação do setor risco → Sentido da drenagem

GOVERNO FEDERAL BRASIL PÁTRIA EDUCADORA

AÇÃO EMERGENCIAL PARA RECONHECIMENTO DE ÁREAS DE ALTO E MUITO ALTO RISCO A MOVIMENTOS DE MASSAS E ENCHENTES

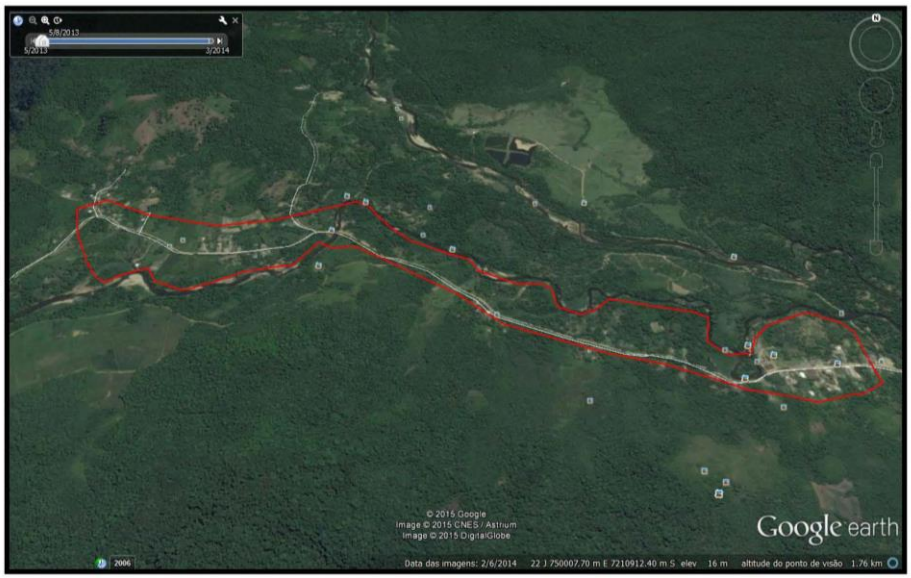
CPRM Serviço Geológico do Brasil

Guaraqueçaba - Paraná
Julho 2015

PR_GUARAQU_SR_05_CPRM
Localização: Taquaçaba de cima
UTM 22 L 751138 E 7210591 S













Descrição: Casas construídas na planície de inundação do Rio Tagaçaba, há casas muito vulneráveis, em madeira (Fotos 2, 3 e 5)que estão construídas sob uma estrutura elevada para evitar o atingimento pela inundação. Algumas construções são de alvenaria (Foto 1), sendo que algumas apresentam a marca da última inundação (Foto 04).

Tipologia do Processo: Inundação

Quantidade de imóveis em risco: Aproximadamente 30 casas e 1 igreja.
Quantidade de pessoas em risco: Aproximadamente 120

Sugestões de Intervenções
Demolição das moradias e remoção das famílias em risco para áreas seguras. Na tentativa de conviver com as inundações é possível a remoção dessas casas das margens do rio e sua reconstrução em locais mais afastados deste e sobre palafitas.

•

EQUIPE TÉCNICA
Pedro Augusto Pfaltzgraff (ERJ)
Maria Emília Radomski Brenny (ERJ)
Geólogos - Pesquisadores em Geociências

Legenda Delimitação do setor risco — Sentido da drenagem

GOVERNO FEDERAL BRASIL PÁTRIA EDUCADORA

AÇÃO EMERGENCIAL PARA RECONHECIMENTO DE ÁREAS DE ALTO E MUITO ALTO RISCO A MOVIMENTOS DE MASSAS E ENCHENTES

CPRM Serviço Geológico do Brasil

Guaraqueçaba - Paraná
Julho 2015

PR_GUARAQU_SR_06_CPRM
Localização: PR 405 Rodovia Deputado Miguel Bufara
UTM 22 L 758831 E 7211990 S













Descrição: Casas construídas na planície de inundação do Rio Açungui. As casas são de vulnerabilidade alta e muitas delas estão construídas sob uma base elevada para evitar que a água atinja o interior das mesmas durante as inundações (Fotos 1 a 5). A água do rio, em épocas de cheia chega a atingir mais de um metro dentro das casas.

Tipologia do Processo: Inundação

Quantidade de imóveis em risco: 20 casas e 1 Igreja
Quantidade de pessoas em risco: 80 pessoas

Sugestões de Intervenções

Demolição das moradias e remoção das famílias em risco para áreas seguras. Em casos extremos de convivência com as inundações, é possível remover as casas das margens do rio e relocalas em pontos mais distantes sobre palafitas.

•

EQUIPE TÉCNICA
Pedro Augusto Pfaltzgraff (ERJ)
Maria Emilia Radomski Brenny (ERJ)
Geólogos - Pesquisadores em Geociências

Legenda

Delimitação do setor risco

Sentido da drenagem

GOVERNO FEDERAL BRASIL PÁTRIA EDUCADORA

AÇÃO EMERGENCIAL PARA RECONHECIMENTO DE ÁREAS DE ALTO E MUITO ALTO RISCO A MOVIMENTOS DE MASSAS E ENCHENTES

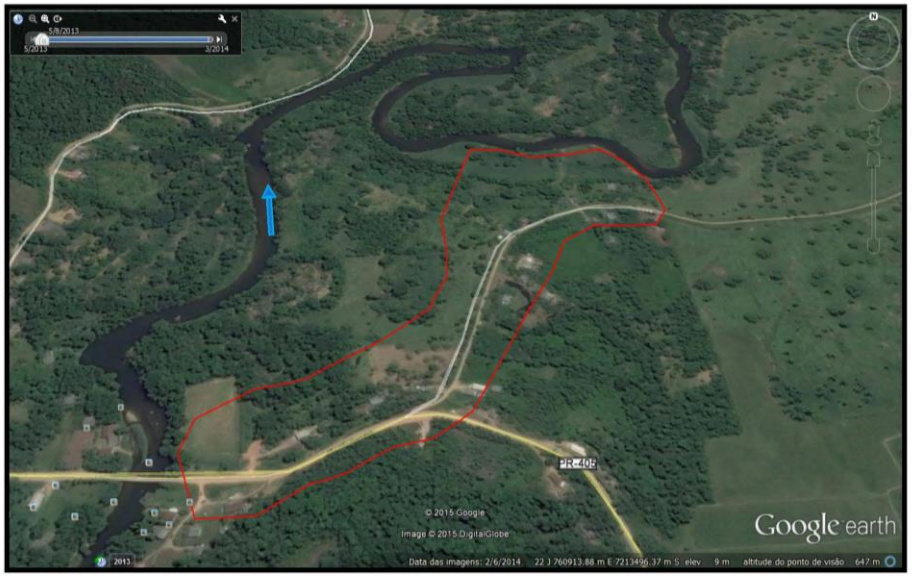
CPRM Serviço Geológico do Brasil

Guaraqueçaba - Paraná
Julho 2015

PR_GUARAQU_SR_07_CPRM
Localização: PR 405 Serra Negra
UTM 22 L 761164 E 7213616 S













Descrição: Casas construídas na planície de inundação do Rio Serra Negra. As casas apresentam alta vulnerabilidade por serem de madeira. A maioria das casas foram construídas sobre vigas de alvenaria de aproximadamente 1,0m de altura para evitar que as águas do Rio Serra Negra invadam as casas em época de cheias.

Tipologia do Processo: Inundação

Quantidade de imóveis em risco: Aproximadamente 10 casas, 1 igreja, 1 bar e 1 posto de saúde.
Quantidade de pessoas em risco: Aproximadamente 40

Sugestões de Intervenções
Demolição das moradias e remoção das famílias em risco para áreas seguras.

•

EQUIPE TÉCNICA
Pedro Augusto Pfaltzgraff (ERJ)
Maria Emilia Radomski Brenny (ERJ)
Geólogos - Pesquisadores em Geociências

Legenda Delimitação do setor risco → Sentido da drenagem

GOVERNO FEDERAL BRASIL PÁTRIA EDUCADORA

AÇÃO EMERGENCIAL PARA RECONHECIMENTO DE ÁREAS DE ALTO E MUITO ALTO RISCO A MOVIMENTOS DE MASSAS E ENCHENTES

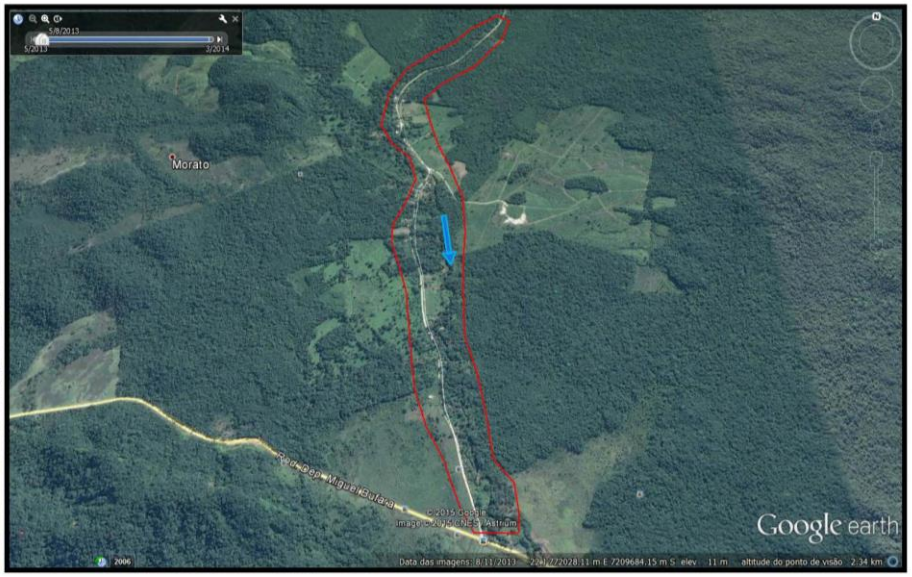
CPRM Serviço Geológico do Brasil

Guaraqueçaba - Paraná
Julho 2015

PR_GUARAQU_SR_08_CPRM
Localização: Estrada para Salto Morato
UTM 22 L 772098 E 7208754 S













Descrição: Casas construídas em área de relevo rebaixado, próximo a drenagem. As casas tem alta vulnerabilidade (Fotos 1 a 5).

Tipologia do Processo: Inundação

Quantidade de imóveis em risco: aproximadamente 72
Quantidade de pessoas em risco: aproximadamente 284

Sugestões de Intervenções
Demolição das moradias e remoção das famílias em risco para áreas seguras.

•

EQUIPE TÉCNICA
Pedro Augusto Pfaltzgraff (ERJ)
Maria Emilia Radomski Brenny (ERJ)
Geólogos - Pesquisadores em Geociências

Legenda Delimitação do setor risco → Sentido da drenagem

GOVERNO FEDERAL BRASIL PÁTRIA EDUCADORA

AÇÃO EMERGENCIAL PARA RECONHECIMENTO DE ÁREAS DE ALTO E MUITO ALTO RISCO A MOVIMENTOS DE MASSAS E ENCHENTES

CPRM Serviço Geológico do Brasil

Guaraqueçaba - Paraná
Julho 2015

PR_GUARAQU_SR_09_CPRM
Localização: Barra do Ararapira
UTM 22 L 792733 E 7199618 S













Descrição: Linha de costa em recuo devido a processos erosivos em área próxima a encontro de águas de rio e mar. A região erodida é ocupada por pescadores. Os moradores locais construíram muros de contenção para evitar a destruição da linha de costa. O rio avançou alguns metros em direção ao continente, destruindo muros, derrubando árvores e edificações (Fotos 01 a 05) Algumas casas apresentam erosão na base e trincas no piso. Os moradores locais estão migrando para dentro do continente para evitar perdas materiais, já que a erosão progride de forma lenta. Grau de risco Moderado.

Tipologia do Processo: Erosão
Quantidade de imóveis em risco: 40 aproximadamente
Quantidade de pessoas em risco: 320 aproximadamente

Sugestões de Intervenções
Acompanhamento do processo erosivo e, em caso de agravamento da erosão, demolição das moradias e remoção das famílias em risco para áreas seguras

EQUIPE TÉCNICA
Pedro Augusto Pfaltzgraff (ERJ)
Maria Emilia Radomski Brenny (ERJ)
Geólogos - Pesquisadores em Geociências

Legenda Delimitação do setor risco — Sentido da drenagem

GOVERNO FEDERAL BRASIL PÁTRIA EDUCADORA

AÇÃO EMERGENCIAL PARA RECONHECIMENTO DE ÁREAS DE ALTO E MUITO ALTO RISCO A MOVIMENTOS DE MASSAS E ENCHENTES

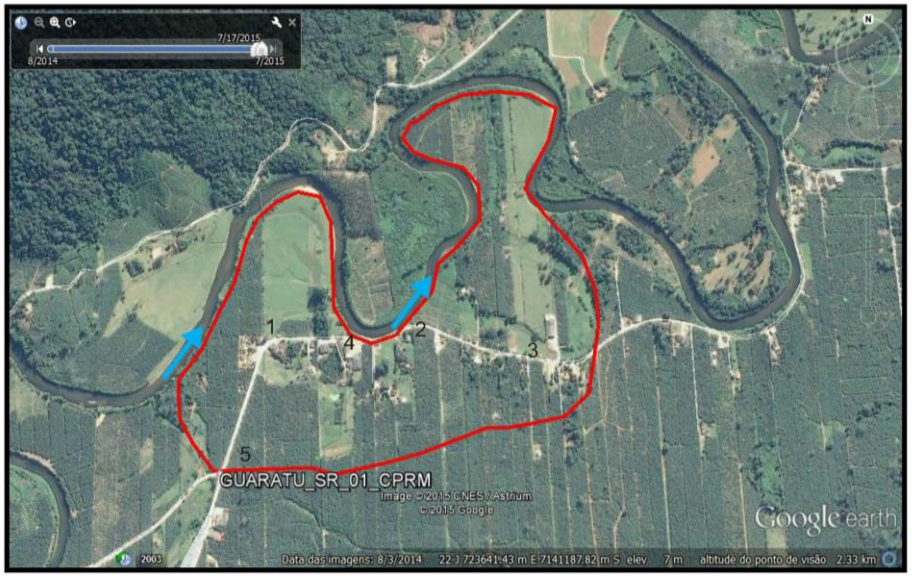
CPRM Serviço Geológico do Brasil

Guaratuba - Paraná
Julho 2015

PR_Guaratu_SR_01_CPRM
Localização: Cubatão
UTM 22 J 722945 E 7140688 S













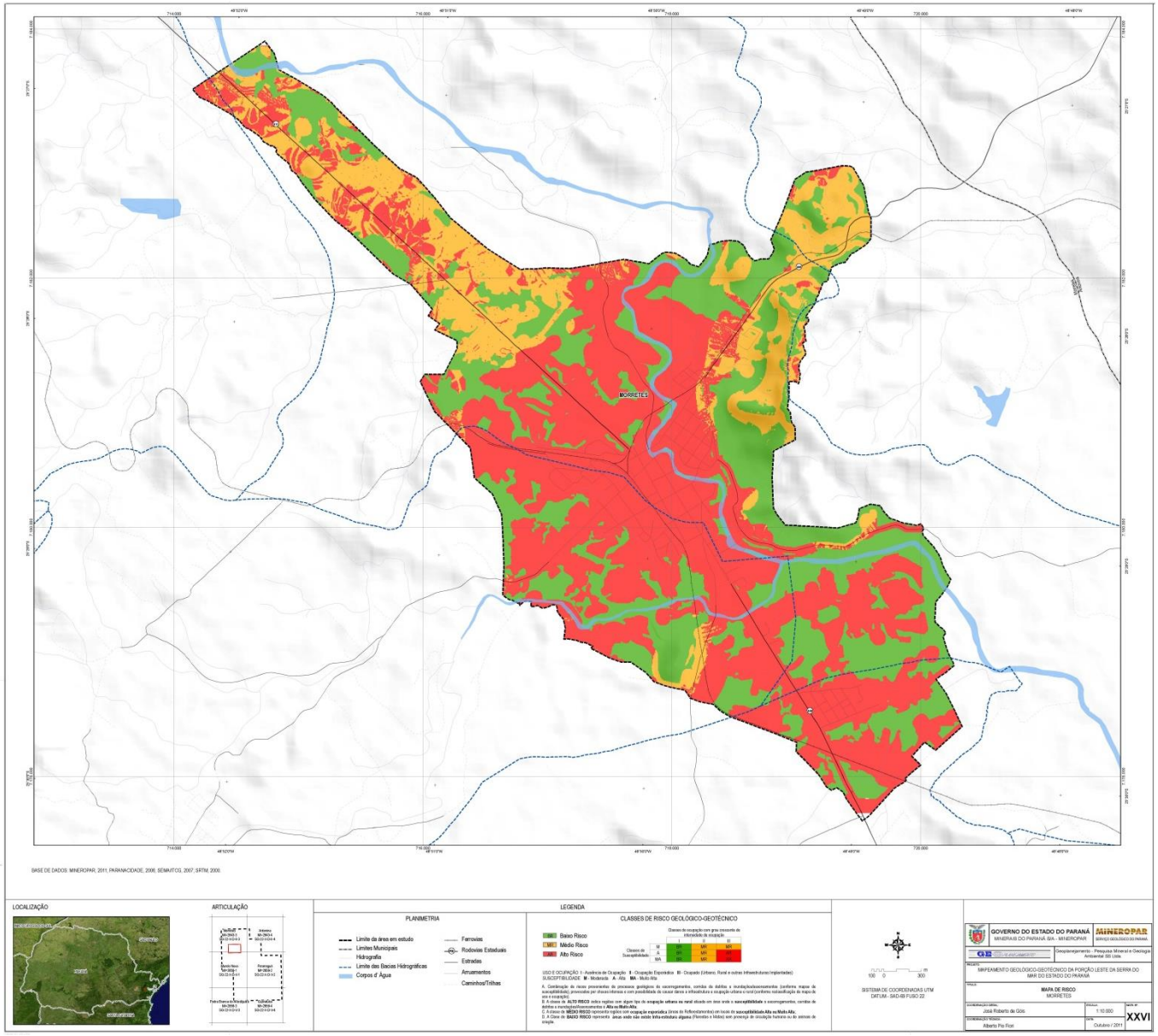
Tipologia do Processo: Inundação
Descrição: Área rural com relevo rebaixado, margens desmatadas e risco muito alto de inundação (Foto 01 a 05). As casas foram construídas na planície de inundação do Rio Cubatão, e algumas delas situadas nas margens deste rio (Fotos 02,04), anualmente sofrem danos com as enchentes . O grau de vulnerabilidade das moradias varia de médio a alto, pois existem varias casas de madeira (alta vulnerabilidade) e algumas construções em alvenaria (media a baixa vulnerabilidade), como a igreja local que já foi algumas vezes atingida pelas enchentes do Rio Cubatão (fotos 01 a 05).

Quantidade de imóveis em risco: 62, 1 Igreja, 1 Escola e 1 Posto de saúde.
Quantidade de pessoas em risco: 228

Sugestões de Intervenções:
Respeitar as leis de APP (Área de preservação permanente), que exige que a mata nativa ao redor da drenagem deve ser preservada e haja uma distância mínima da margem para edificações. Instalação de reguá linimétrica para acompanhar o nível de água do rio e auxiliar a tomada de decisões pela defesa civil sobre o momento mais oportuno para retirar os moradores da área de inundação, implementação de sistema de alerta de cheias na bacia do rio Cubatão , remoção e relocação das casas mais próximas do leito do rio para áreas mais afastadas deste.

Legenda — Delimitação do setor risco — Sentido da drenagem

EQUIPE TÉCNICA
Pedro Augusto Pfaltzgraff (ERJ)
Maria Emilia Radomski Brenny (ERJ)
Geólogos - Pesquisadoras em Geociências


MORRETES
BASE DE DADOS: MINEROPAR, 2011; PARANACIDADE, 2006; SEMA/IT/CG, 2007; SRTM, 2006.
LOCALIZAÇÃO
ARTICULAÇÃO
PLANIMETRIA
Limite da área em estudo
Limites Municipais
Hidrografia
Limite das Bacias Hidrográficas
Corpos d' Água
Ferrovias
Rodovias Estaduais
Estradas
Arruamentos
Caminhos/Trilhas
LEGENDA
CLASSES DE RISCO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO
Baixo Risco
Médio Risco
Alto Risco
Classes de suscetibilidade
Classes de ocupação com grau crescente de intensidade de ocupação
SISTEMA DE COORDENADAS UTM
DATUM - SAD 69 FUSO 22
GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ
MINERAIS DO PARANÁ S/A - MINEROPAR
MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ
Geoplanejamento - Pesquisa Mineral e Geologia Ambiental SS Ltda.
PROJETO
MAPEAMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DA PORÇÃO LESTE DA SERRA DO MAR DO ESTADO DO PARANÁ
TÍTULO
MAPA DE RISCO
MORRETES
COORDENAÇÃO LOCAL
José Roberto de Góis
ESCALA
1:10.000
MAPA Nº
XXVI
COORDENAÇÃO TÉCNICA
Alberto Pio Fiori
DATA
Outubro / 2011

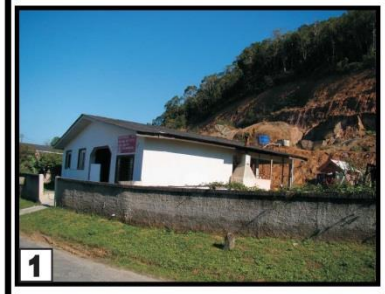
CPRM
Serviço Geológico do Brasil

AÇÃO EMERGENCIAL PARA RECONHECIMENTO DE ÁREAS DE ALTO E MUITO ALTO RISCO A MOVIMENTOS DE MASSAS E ENCHENTES

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Paranaguá - Paraná
Agosto 2014

PR_PGUA_SR_01_CPRM
Localização: Rua Savino Tripodi, Alexandra
UTM 22 J 0737762 E 7172730 S













Descrição: Talude de corte com cicatriz de deslizamento, com aproximadamente 20 a 25 metros de altura e inclinação vaiando de 50 a 80 graus, constituído por camada de solo residual (com aproximadamennte 10 metros de espessura) e saprólito(Fotos 1 e 2). Presença de blocos com dimensões métricas deslocados durante o evento de chuvas de 2011 e outros blocos ainda envoltos por solo .As casas foram construídas próximas a base do talude (Fotos 01 e 04). Partes do corte apresentam processos erosivos (Foto 03) e na parte vegetada na crista do talude , são observadas árvores inclinadas, algumas prestes a cair (Foto 05)

Tipologia do processo: Deslizamento planar (instalado)

Grau de Risco: Muito Alto

Quantidade de imóveis em risco: 27.

Quantidade de pessoas em risco: 125

Sugestões de Intervenções : Obras de drenagem e contenção da encosta.

Legenda: Delimitação do setor risco → Sentido da drenagem Cicatriz de deslizamento

EQUIPE TÉCNICA
Pedro Augusto Pfaltzgraff (ERJ)
Maria Emilia Radomski Brenny (ERJ)
Geólogos - Pesquisadoras em Geociências