

PLANO DA BACIA HIDROGRÁFICA LITORÂNEA



PRODUTO 06: EVENTOS CRÍTICOS

Revisão 0
Julho 2017

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. INUNDAÇÕES, ALAGAMENTOS E ENXURRADAS	6
2.1. Atlas Brasileiro de Desastres Naturais	7
2.2. Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID)	12
2.3. Atlas de Vulnerabilidade a Inundações	13
2.4. Ação Emergencial para Reconhecimento de Áreas de Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massa, Enchente e Inundação	16
2.5. Defesas Civas do Paraná e Santa Catarina	19
2.6. Comparativo das Informações sobre Inundações, Alagamentos e Enxurradas	25
3. EROSIÃO E ASSOREAMENTO	28
3.1. Atlas Brasileiro de Desastres Naturais	29
3.2. Defesa Civil	29
3.3. Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro	29
4. MOVIMENTO DE MASSA	37
4.1. Atlas Brasileiro de Desastres Naturais	39
4.2. Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID)	39
4.3. Defesa Civil	40
4.4. O evento “Águas de Março”	43
4.4.1. Prejuízos	44
4.4.2. Ações preventivas	45
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Frequência anual de registros de desastres por inundações e alagamentos	8
Figura 2 – Número de Registros de Inundações e Alagamentos entre 1991 e 2012...	10
Figura 3 – Número de Registros de Enxurradas entre 1991 e 2012.....	11
Figura 4 – Classificação da Vulnerabilidade a Inundação	13
Figura 5 – Vulnerabilidade a Inundações	15
Figura 6 – Exemplo de Prancha de Identificação de Áreas de Risco	17
Figura 7 – Potencial de Inundações.....	18
Figura 8 – Frequência anual de registros de inundações pelas Defesas Civas	19
Figura 9 – Frequência mensal de registros de inundações pelas Defesas Civas	20
Figura 10 – Frequência anual de registros de alagamentos pelas Defesas Civas.....	20
Figura 11 – Frequência mensal de registros de alagamentos pelas Defesas Civas	21
Figura 12 – Frequência anual de registros de enxurradas pelas Defesas Civas	21
Figura 13 – Frequência mensal de registros de enxurradas pelas Defesas Civas.....	22
Figura 14 – Inundações e Alagamentos Contabilizados pelas Defesas Civas.....	23
Figura 15 – Enxurradas Contabilizadas pelas Defesas Civas	24
Figura 16 – Série Histórica de Inundações, Alagamentos e Enxurradas	25
Figura 17 – Série Histórica de Inundações, Alagamentos e Enxurradas	26
Figura 18 – Comparativo da Contabilização de Inundações e Alagamentos por Fonte	26
Figura 19 – Comparativo da Contabilização de Enxurradas por Fonte	27
Figura 20 – Classificação da costa de acordo com sua estabilidade.....	32
Figura 21 – Frequência anual de registros de Deslizamentos pelas Defesas Civas	40
Figura 22 – Frequência mensal de registros de Deslizamentos pelas Defesas Civas ..	40
Figura 23 – Deslizamentos Contabilizados pelas Defesas Civas e Grau de Risco.....	42
Figura 24 – Residências afetadas por corrida de lama na localidade de Floresta	44
Figura 25 – Ponte danificada da BR-277 que liga Curitiba a Paranaguá.....	45
Figura 26 – Organização do Sistema Estadual de Proteção e Defesa Civil – SEPDEC	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação dos graus de risco a inundação.....	16
Tabela 2 – Características dos principais tipos de escorregamento.....	38
Tabela 3 – Principais fatores deflagradores de movimento de massa.....	39
Tabela 4 – Precipitação acumulada em milímetros (mm) no litoral do Paraná que desencadeou os eventos de 2011.	43

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;*
- *Produto 03: Demandas e Balanço Hídrico Superficial e Subterrâneo;*
- *Produto 04: Definição das UEGs;*
- *Produto 05: Diagnóstico do Uso e Ocupação do Solo;*
- *Produto 06: Eventos Críticos;*
- *Produto 07: Cenários;*
- *Produto 08: Proposta de Enquadramento;*
- *Produto 09: Programa de Intervenções na Bacia;*
- *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: Programa 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 BHL do Paraná, 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 escoar 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 disseminar 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 e enxurradas 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 tempo de duração.

Para estudar o comportamento destes 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.

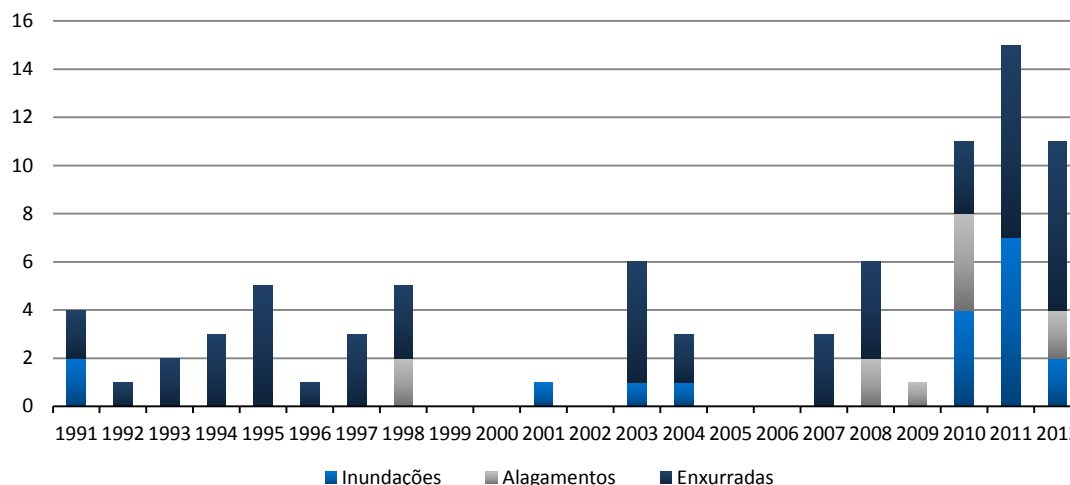
Segundo o Atlas, foram levantados para os municípios da bacia litorânea do Paraná apenas 8 registros oficiais de inundações excepcionais caracterizadas como desastre, entre os anos de 1991 e 2012, sendo que Paranaguá e Garuva foram os únicos que registraram esse tipo de ocorrência em duas oportunidades,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

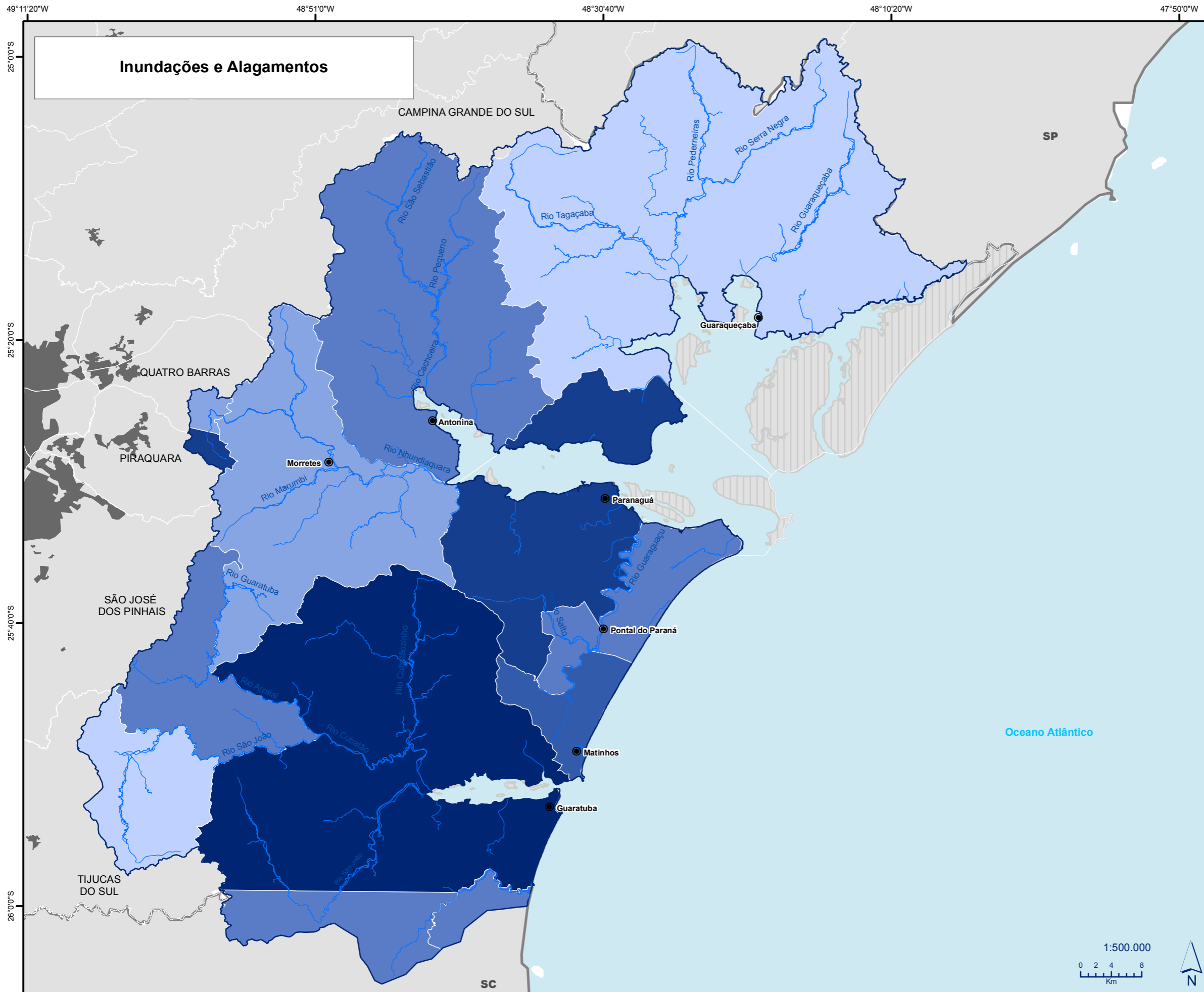
Segundo o Atlas, em Matinhos ocorreu a segunda maior inundação do Paraná de toda a série histórica observada, quando em janeiro de 2010 o nível da água de rios e córregos que cortam a área urbana do município se elevou de modo a afetar todos os bairros do município, inundando ruas, casas e estabelecimentos 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 3, que apresenta o número de enxurradas ocorridas nos municípios da BHL. A Figura 2, a seguir demonstra as inundações e alagamentos.



Inundações e Alagamentos

Legenda

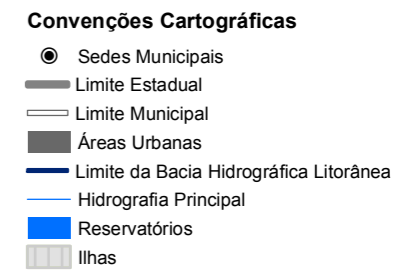
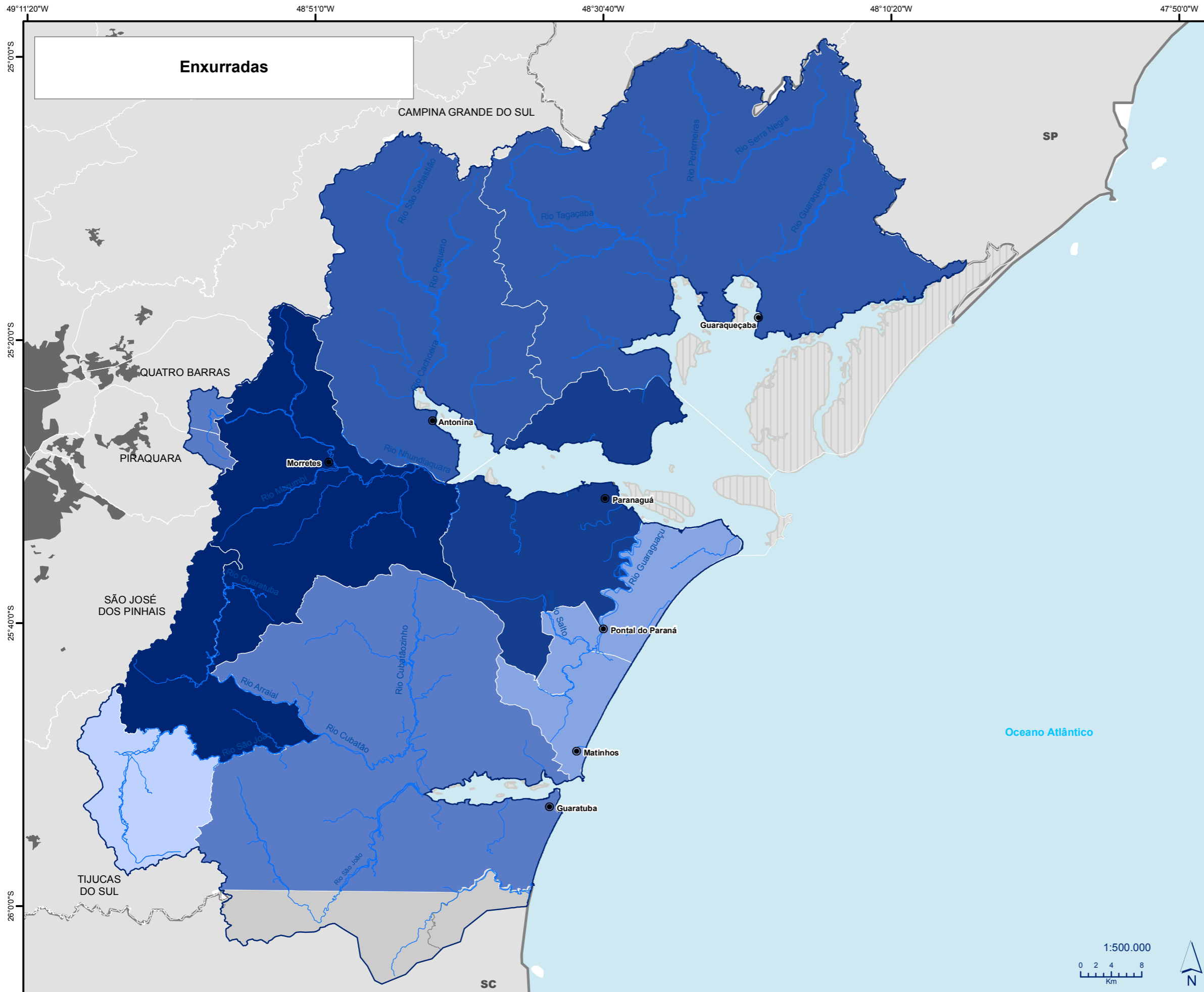
Número de Eventos entre 1991 e 2012

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

Convenções Cartográficas

- Sedes Municipais
- Limite Estadual
- Limite Municipal
- Áreas Urbanas
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Ilhas





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 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.

Considerando o intervalo de 4 anos de dados coletados, de 2013 a 2016, os municípios da bacia litorânea, registram apenas 2 eventos de enxurradas.

2.3. Atlas de Vulnerabilidade a Inundações

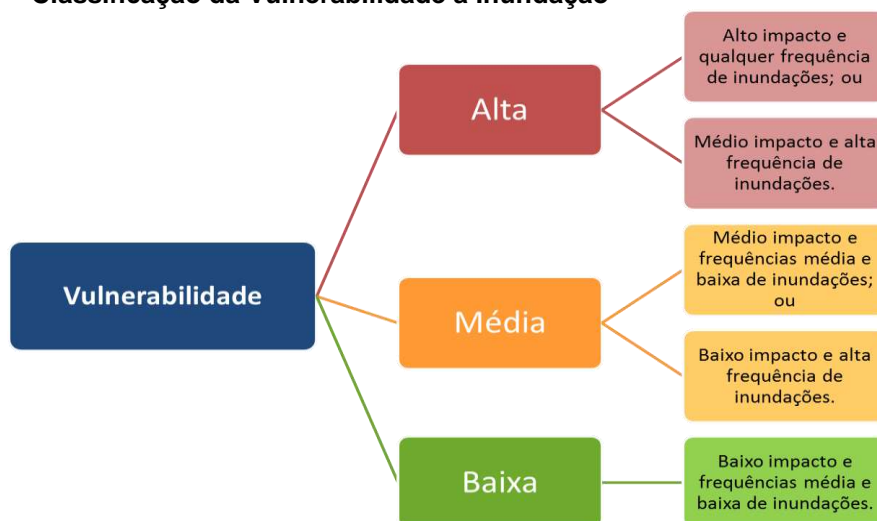
Em outra frente, o governo federal elaborou, através do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e da Agência Nacional de Águas (ANA), o Atlas de Vulnerabilidade a Inundações no ano de 2014. Este estudo identificou a ocorrência e os impactos das inundações graduais nos principais rios das bacias hidrográficas 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 a seguir:

Figura 4 – Classificação da Vulnerabilidade a Inundação

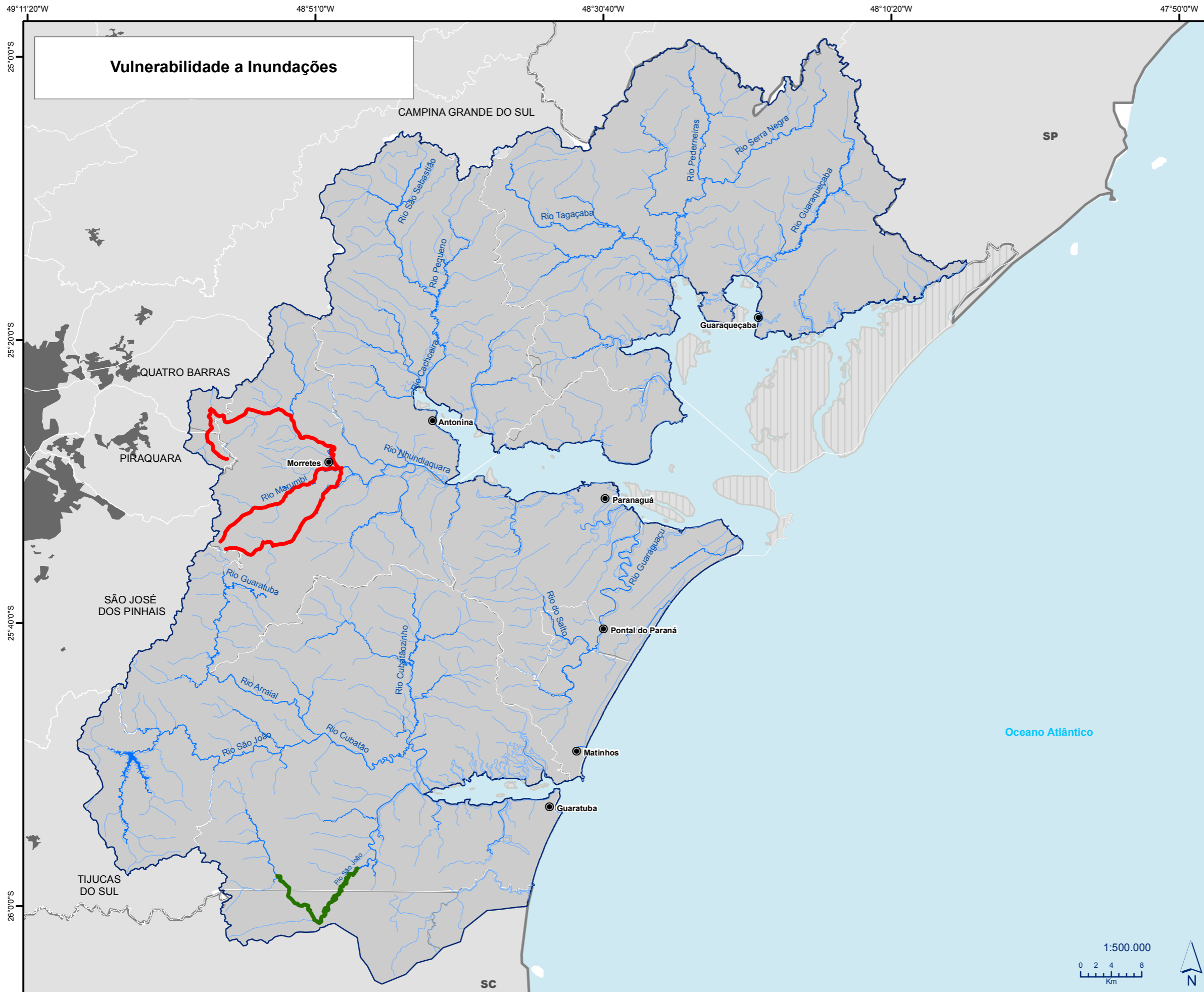


Fonte: ANA, 2014.

Como resultado, apresentado na Figura 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 a seguir.



Vulnerabilidade a Inundações

- Legenda**
- Vulnerabilidade a Inundações**
- Alta
 - Média
 - Baixa

- Convenções Cartográficas**
- Sedes Municipais
 - Limite Estadual
 - Limite Municipal
 - Áreas Urbanas
 - Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
 - Hidrografia Principal
 - Reservatórios
 - Ilhas



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.

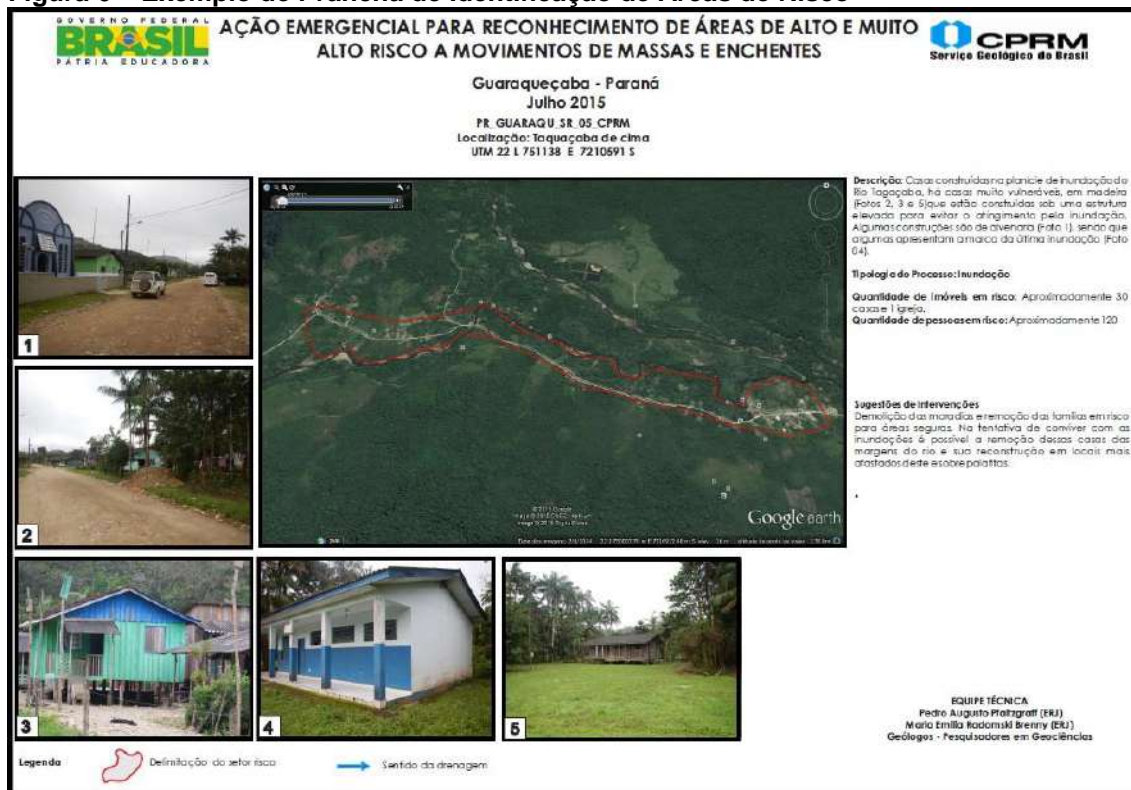
Tabela 1 – Classificação dos graus de risco a inundação

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 6 – Exemplo de Prancha de Identificação de Áreas de Risco



Fonte: CPRM, 2017.

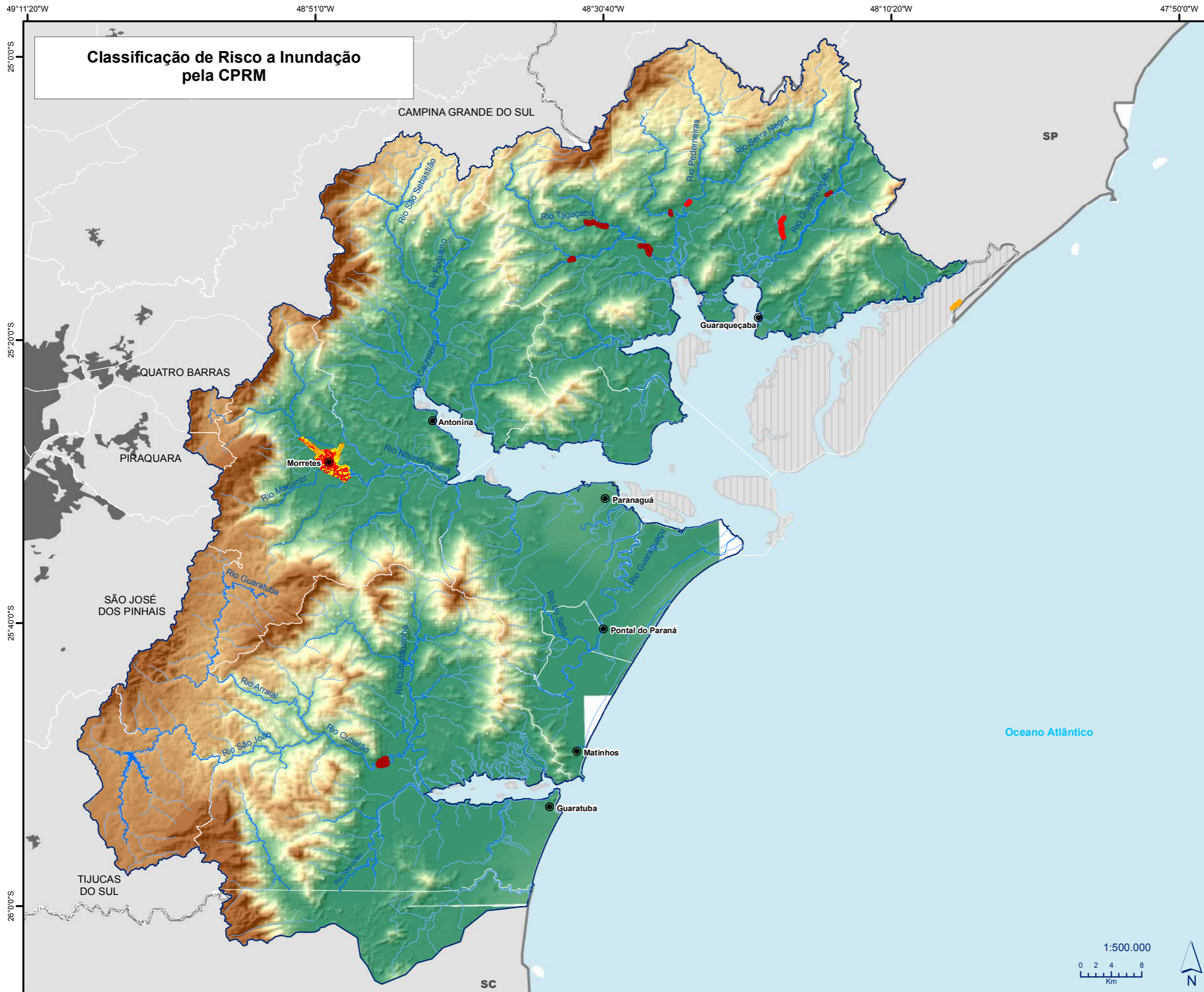
Nota-se que as áreas de risco apontadas pela CPRM são estritamente urbanas e que foram apontadas pela metodologia adotada como alto e muito alto risco a movimentos de massas e enchentes, não incorporando grandes regiões de estudo, mas sim localidades pontuais.

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 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 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.



Classificação de Risco a Inundação pela CPRM

- Legenda**
- Grau de Risco**
- Muito Alto
 - Alto
 - Médio
 - Baixo
- Hipsometria**
- High : 1788
 - Low : 0

- Convenções Cartográficas**
- Sedes Municipais
 - Limite Estadual
 - Limite Municipal
 - Áreas Urbanas
 - Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
 - Hidrografia Principal
 - Reservatórios
 - Ilhas



2.5. Defesas Cíveis do Paraná e Santa Catarina

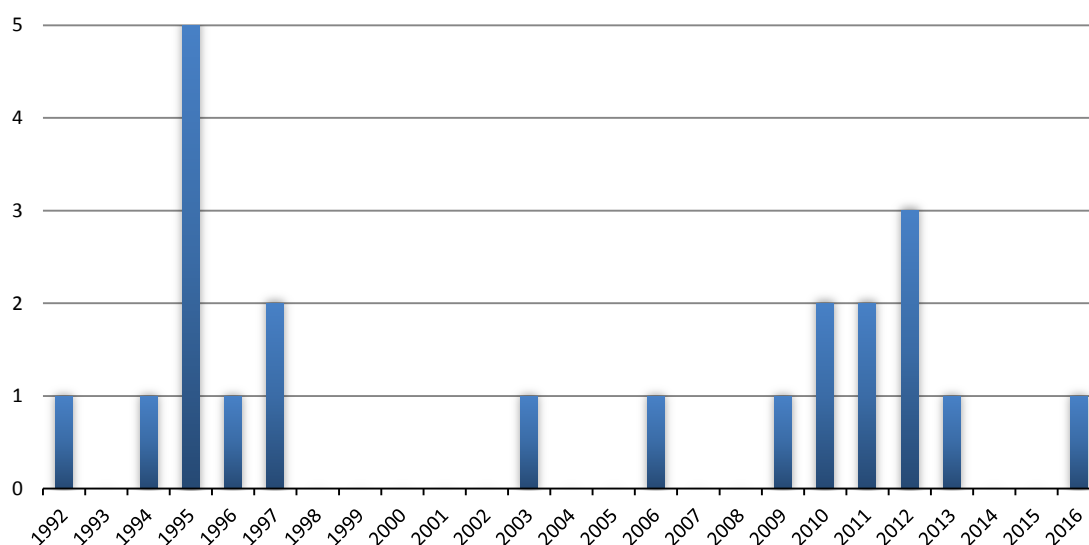
A Defesa Civil do Estado do Paraná e a Defesa Civil do Estado de Santa Catarina são os órgãos responsáveis pela prevenção e proteção contra desastres, além de registrar os eventos corridos durante os anos.

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.

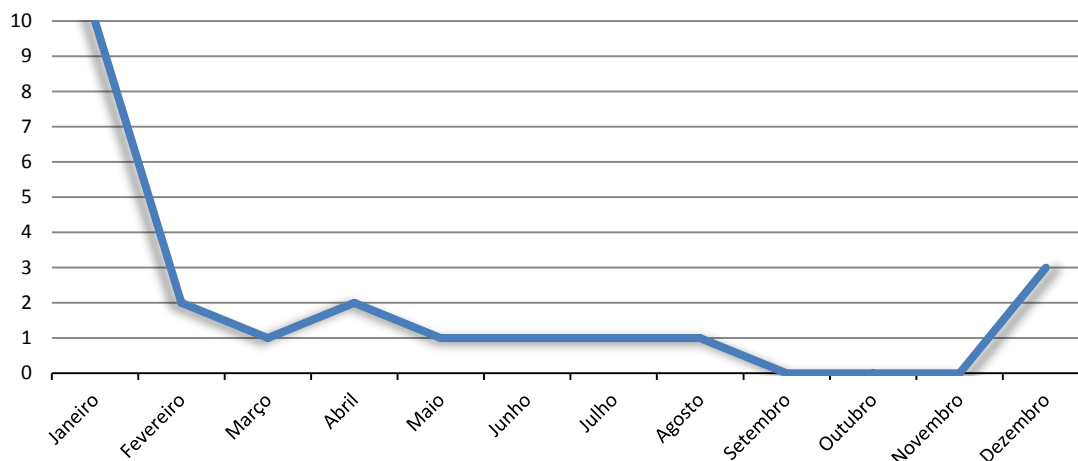
Figura 8 – Frequência anual de registros de inundações pelas Defesas Cíveis



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 9 – Frequência mensal de registros de inundações pelas Defesas Cívicas

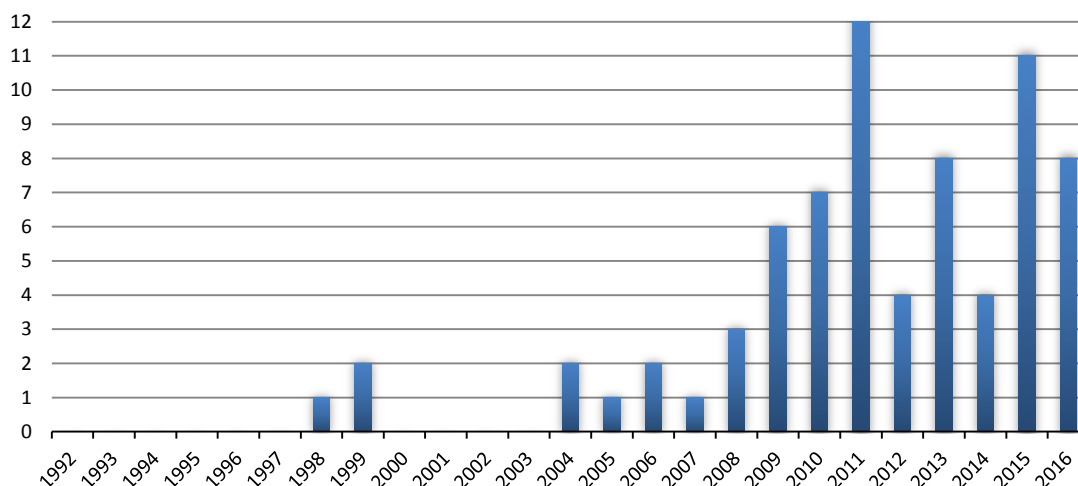


Fonte: Adaptado de DEFESA CIVIL/PR e DEFESA CIVIL/SC.

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.

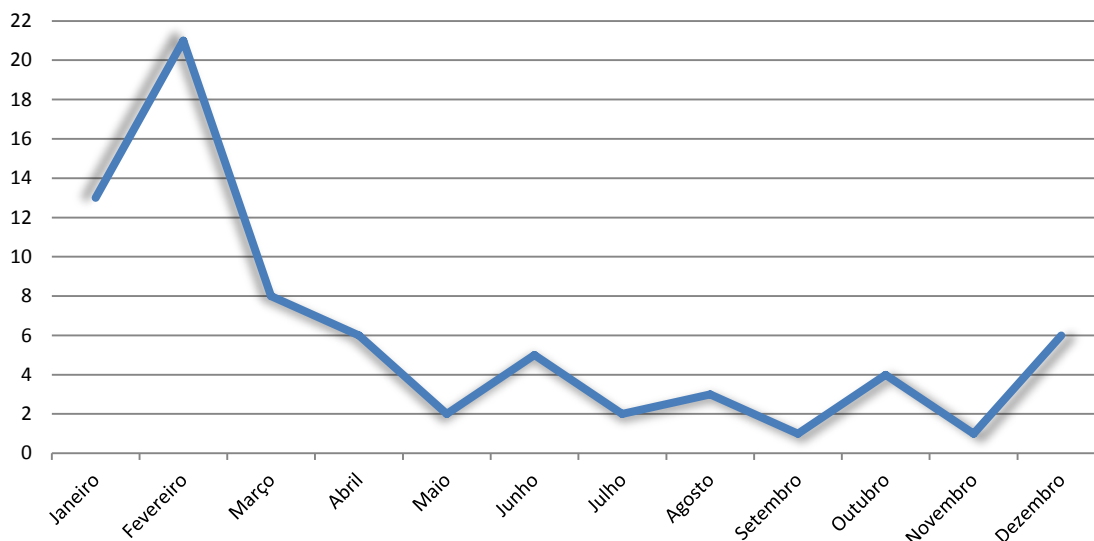
Figura 10 – Frequência anual de registros de alagamentos pelas Defesas Cívicas



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 11 – Frequência mensal de registros de alagamentos pelas Defesas Civis

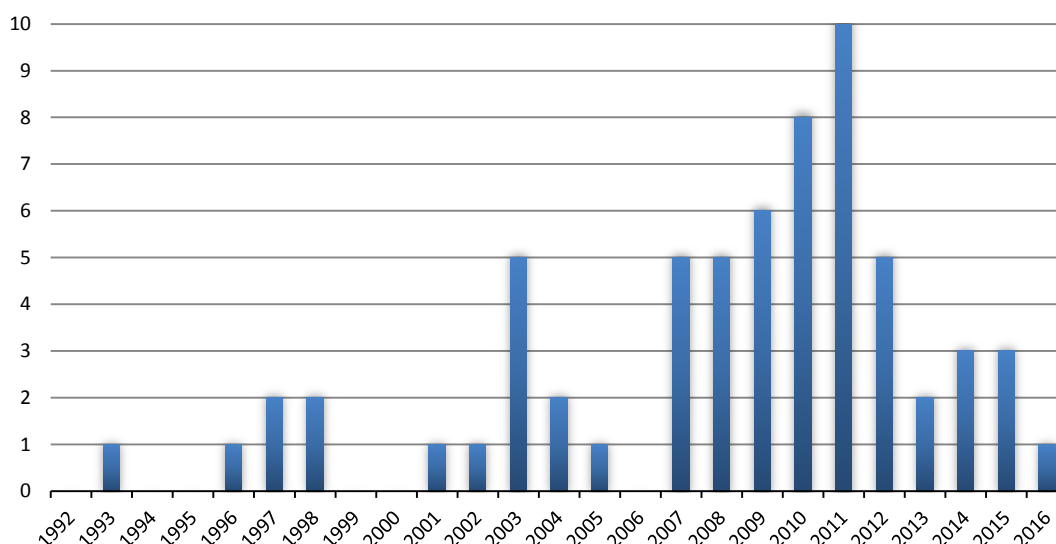


Fonte: Adaptado de DEFESA CIVIL/PR e DEFESA CIVIL/SC.

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.

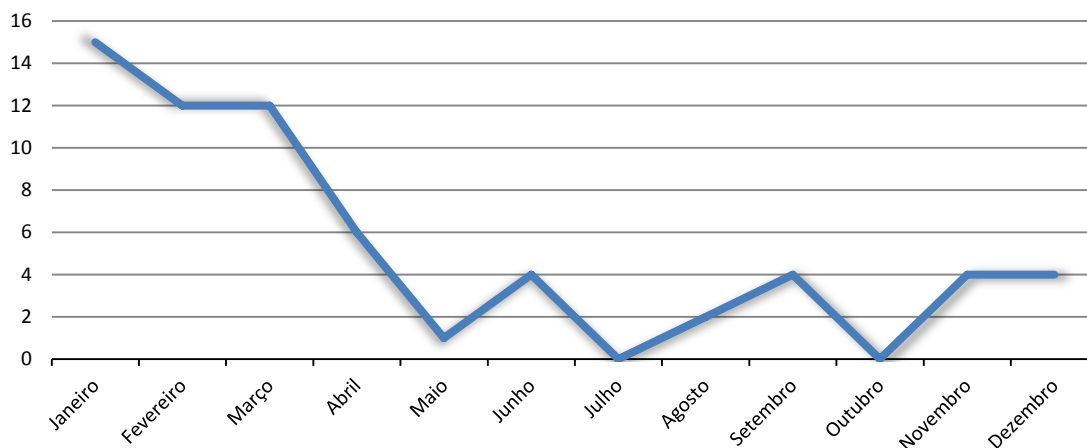
Figura 12 – Frequência anual de registros de enxurradas pelas Defesas Civis



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

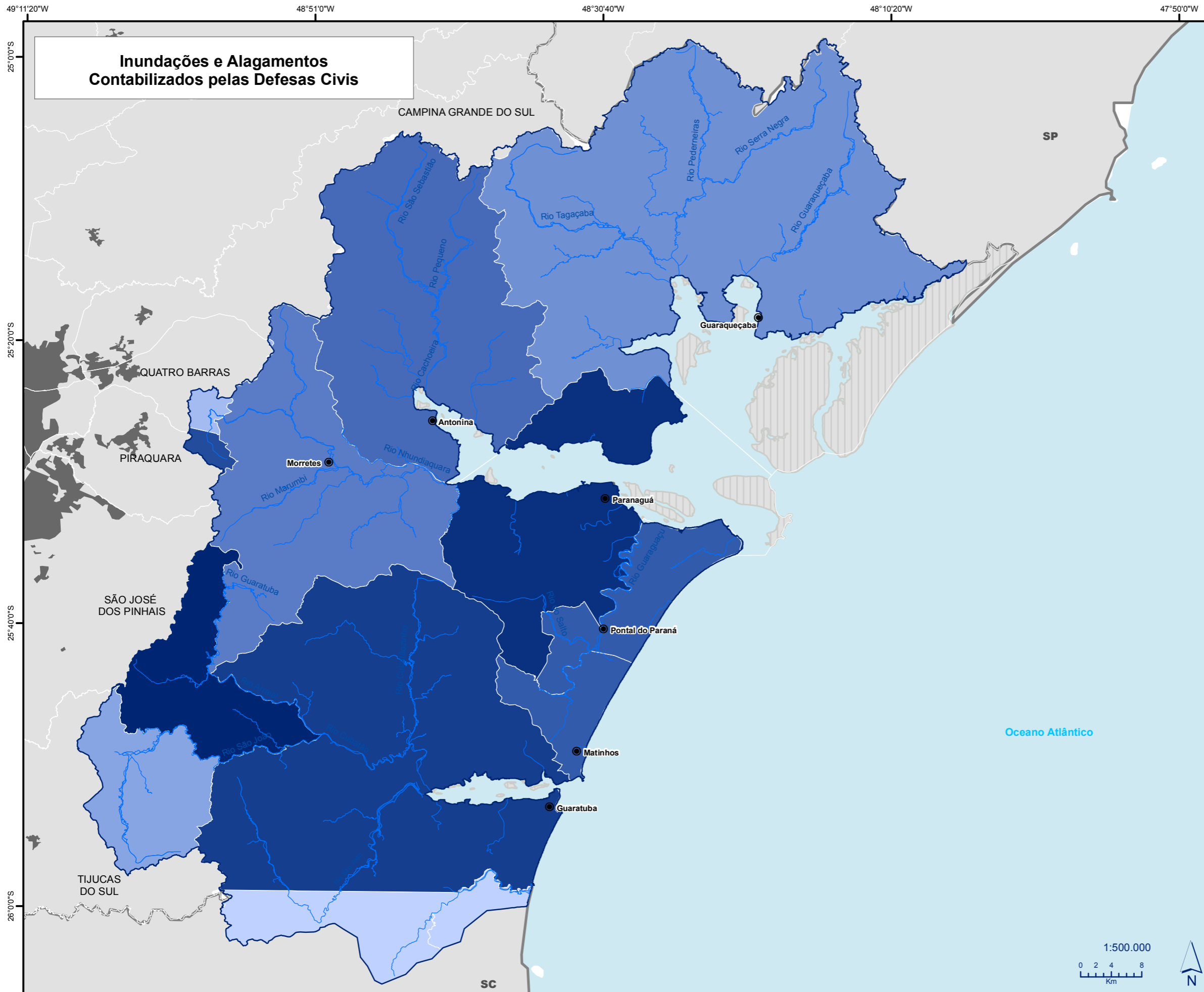
Assim como para os demais eventos relacionados às precipitações, o maior número de enxurradas são registradas no período chuvoso, entre dezembro e abril, conforme pode ser observado a seguir.

Figura 13 – Frequência mensal de registros de enxurradas pelas Defesas Civas

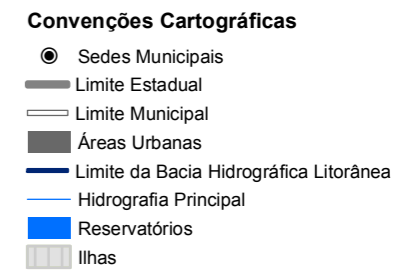


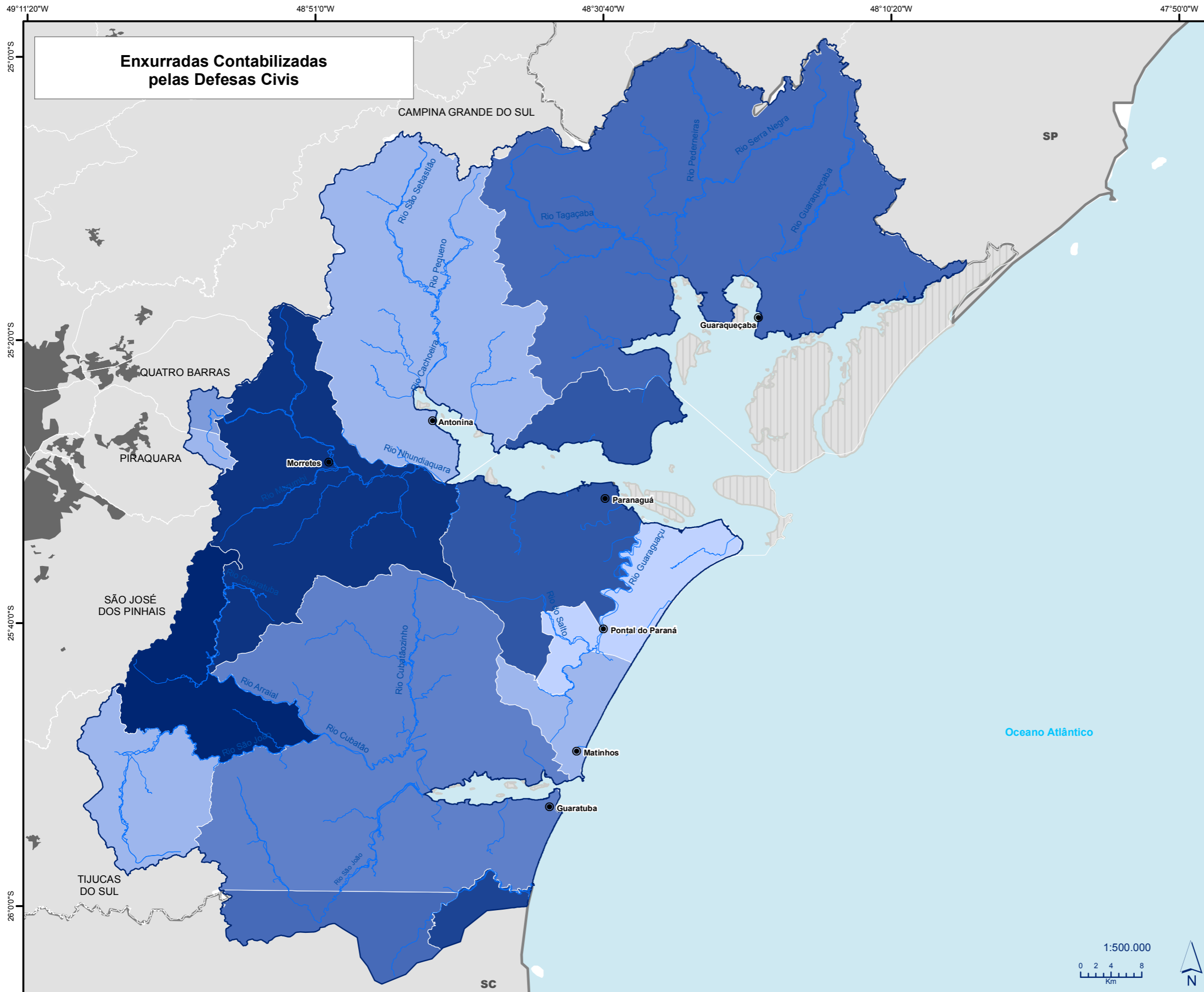
Fonte: Adaptado de DEFESA CIVIL/PR e DEFESA CIVIL/SC.

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 Civas do Estado do Paraná e de Santa Catarina.

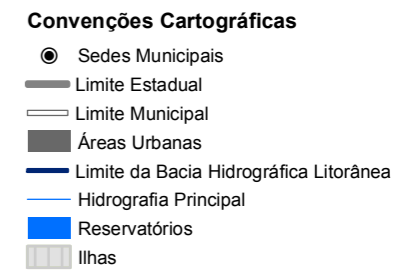


**Inundações e Alagamentos
Contabilizados pelas Defesas Cíveis**





Enxurradas Contabilizadas pelas Defesas Cívicas

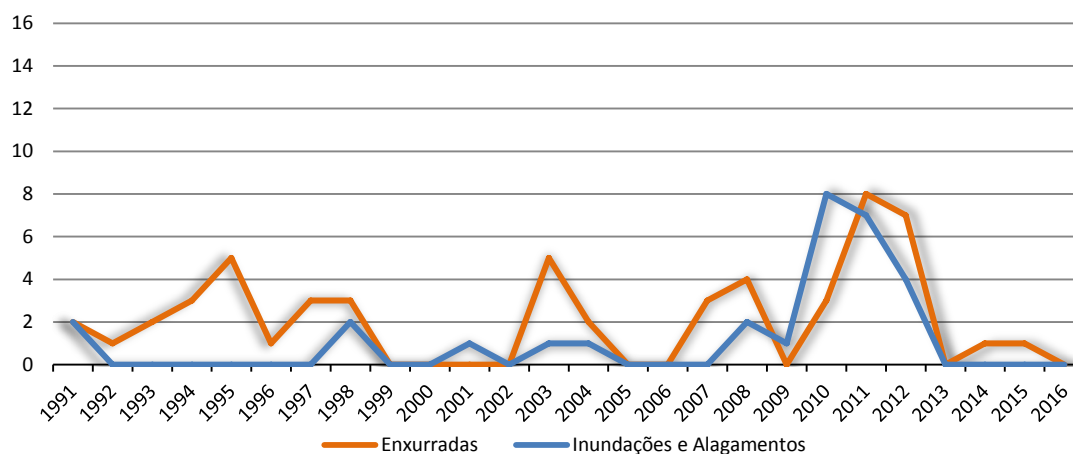


2.6. Comparativo das Informações sobre Inundações, Alagamentos e Enxurradas

Por meio da coleta de dados sobre inundações, observou-se que não há uma significativa 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 16.

Figura 16 – Série Histórica de Inundações, Alagamentos e Enxurradas

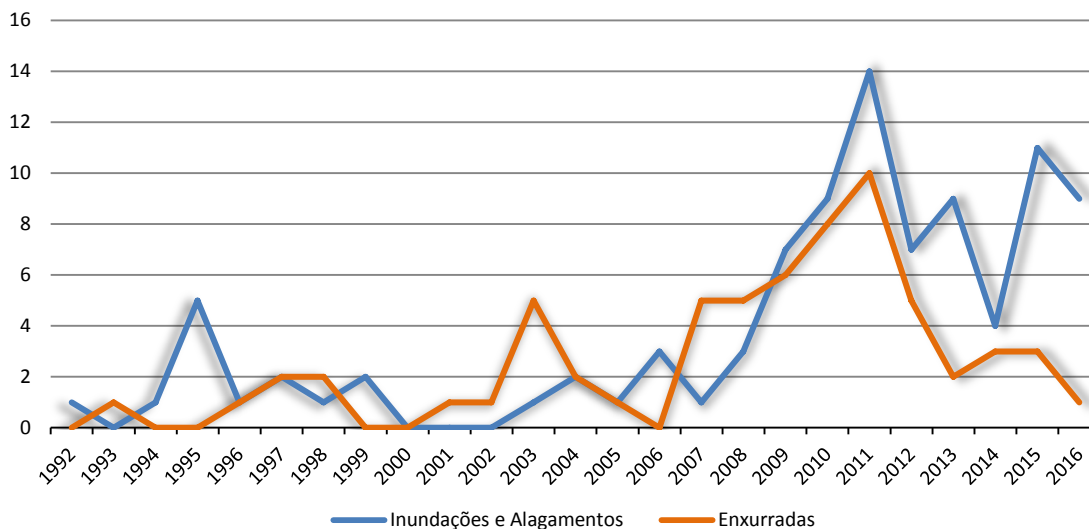


Fonte: Adaptado de UFSC, 2013 e MI, 2017.

A análise do gráfico acima infere que os eventos de enxurradas não possuem uma forte correlação com inundações e alagamentos na BHL, mesmo que ambos os eventos sejam derivados de precipitações intensas. Neste caso, ressalta-se que a provável causa de inundações na BHL sejam chuvas intensas devido ao tamanho e formato das sub-bacias, pequenas e mais alongadas (formato preponderante na região da Serra do Mar), 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 a seguir.

Figura 17 – Série Histórica de Inundações, Alagamentos e Enxurradas

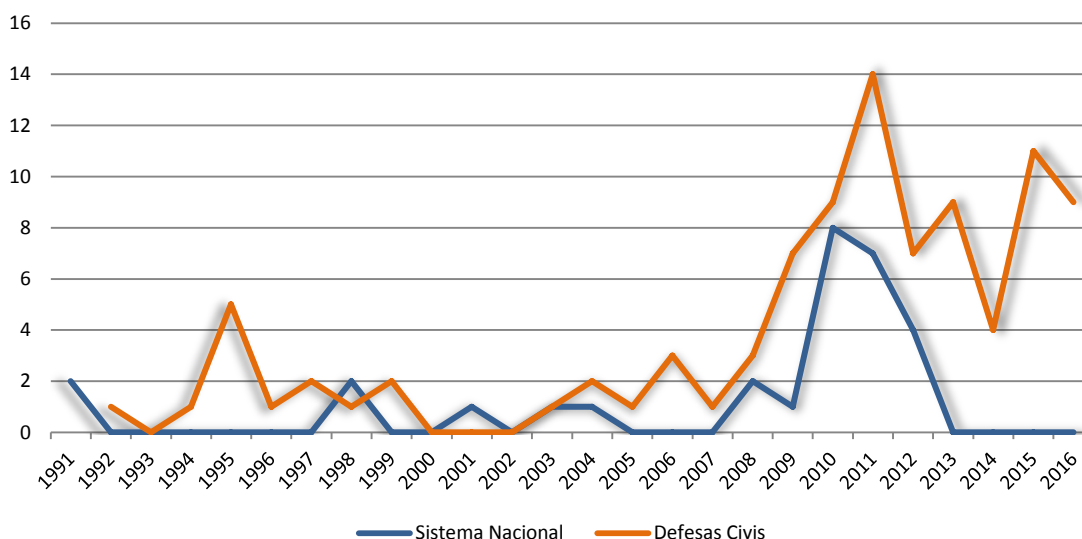


Fonte: Adaptado de DEFESA CIVIL/PR e DEFESA CIVIL/SC.

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.

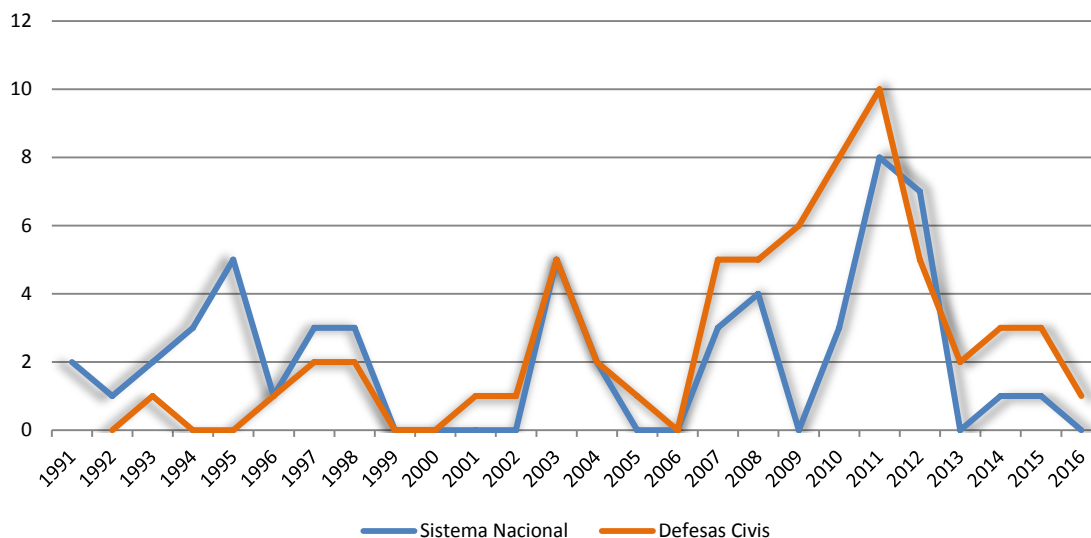
Comparando-se as séries históricas de nível nacional (Atlas Brasileiro de Desastres Naturais e S2ID) com as disponíveis pelas Defesas Cíveis dos Estados do Paraná e de Santa Catarina, constatou-se uma discrepância quantitativa e espacial entre as informações de inundações e alagamentos e uma maior convergência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

Figura 18 – 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 19 – 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 Cívicas 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 em 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 chamado de 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 Retrogradação¹.

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.

À medida que aumenta a ocupação do litoral, aumentam também os relatos sobre erosão, principalmente próximo a grandes cidades. Assim, baseado na necessidade de elaboração de um diagnóstico para cada situação específica, buscando identificar as causas, para que medidas mitigadoras e de gerenciamento possam ser tomadas, um grupo de consultores elaborou a versão capixaba do documento originalmente elaborado para o nível nacional.

Cada estado foi investigado individualmente e os resultados foram apresentados em capítulos específicos. O capítulo 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 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 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.

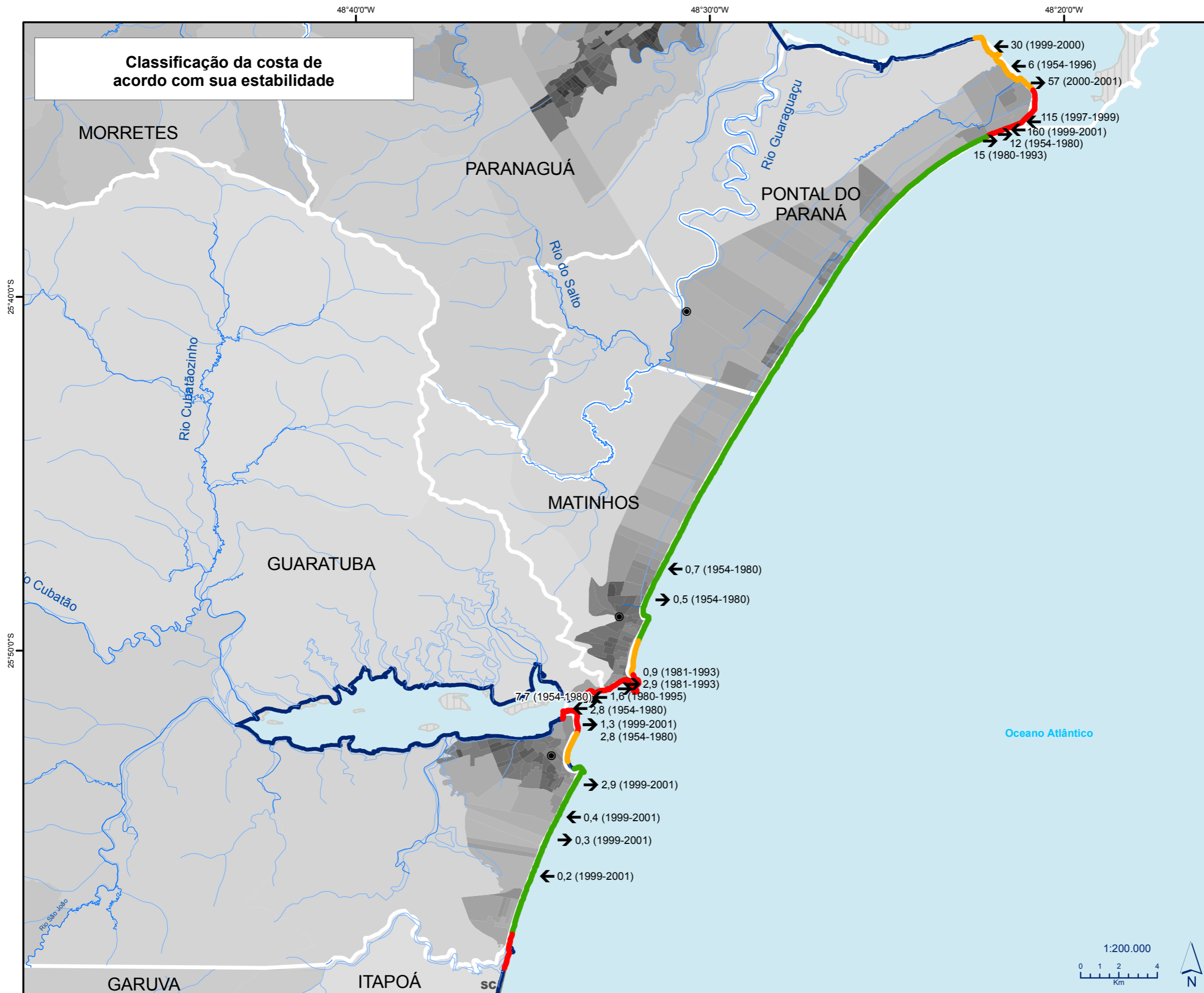
Segundo Angulo & Araújo (1996), a classificação de costas envolve aspectos dinâmicos. Costas oceânicas possuem dinâmica dominada por efeitos das ondas e correntes de deriva litorânea. As costas estuarianas apresentam influência significativa na dinâmica das desembocaduras, sendo sua dinâmica dominada pelas marés. As costas de desembocaduras, podendo ser voltadas para o estuário ou para o mar aberto, possuem dinâmica mais complexa além de sofrer influência de ondas e correntes de deriva litorânea também é influenciada 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 capturadas nas últimas décadas, 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 aerolevante realizado entre 1952 e 1955 e o de 1980, foram definidos três níveis de estabilidade:

- **Costas estáveis** – variação da linha de costa inferior a 10m;
- **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 foram classificadas 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 focará apenas no trecho pertinente que possui informação. Também são apresentadas as densidades populacionais dos setores censitários do IBGE para posterior análise.



Classificação da costa de acordo com sua estabilidade

- Legenda**
- ← Retrogradação
 - Progradação
 - Taxa de Variação m/ano (Período)
 - Estabilidade da Costa**
 - Estável
 - Moderadamente Instável
 - Instável
 - Densidade Populacional (hab/ha)**
 - 180,8
 - 0

- Convenções Cartográficas**
- Sedes Municipais
 - Limite Estadual
 - Limite Municipal
 - Áreas Urbanas
 - Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
 - Hidrografia Principal
 - Reservatórios
 - Ilhas



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 às mudanças de clima, de ondas e as relativas a eventos às modificações do perfil durante tempestades, referem-se principalmente às adaptações do perfil praias.

As praias de desembocaduras estão associadas às desembocaduras dos estuários e complexos estuarianos. As praias de desembocaduras do litoral paranaense que fazem parte da Bacia litorânea são as praias de da Baía de Paranaguá, Baía de Gauratuba 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 contemplada pela Bacia Litorânea são as seguintes, o arco praias 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 m. Posteriormente Soares et al.(1994) identificaram na mesma área progradação superior a 300 m entre 1980 e 1993. Noernberg (2001) determinou que, entre 1985 e 1997, o avanço máximo da linha praias foi de 321 m, e a partir de 1997 a praia de Pontal do Sul apresentou um padrão erosivo, ocorrendo recuos superiores a 200 m entre 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 199 a 2001 evidenciaram taxas de até 160 m/ano de retrogradação e 57 m/ano de progradação em Pontal do Sul (APPA/CEM 200,2002).

O arco praias 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 praias são do tipo intermediárias a dissipativas, com face praias 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 trono 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 m. Na parte sul do arco praial foi verificado progradação de 0,5 m/ano entre 1954 e 1980, na praia central de Matinhos e retrogradação de 0,7m/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 realizados 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 á influência da desembocadura da Baía de Paranaguá. Segundo Soares et al. (1996) Atami apresenta estágios intermediários, com predomínio de processo 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 rinha avançado 300 m 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 Barava de Caiobá, no início 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 a praia para conter a areia, a captação de areia pelos esporões provocou escassez de sedimentos e conseqüentemente erosão ao norte das obras. Isto 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 pra 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. Processo que 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 m 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 houveram várias tentativas de soluções para o controle da erosão, construção de enrocamentos, esporão e alimentação artificial, construção de soleiras e pequenos 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 para deposição dos sedimentos.

A Baía de Guaratuba possui orientação leste-oeste, com comprimento aproximado de 16 km e largura máxima de 3km, considerando a linha de maré baixa, e 10 km, considerando a planície de maré. A foz da baía é estreita, com aproximadamente 500 m 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 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 a foz da baía, que se alarga em direção ao mar. Oceano adentro foi identificada a existência de barras frontais que se estendem 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 praia 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 m da parte norte sofre 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 praiado voltado para sul-sudeste, limitado por dois pontais rochosos, com comprimento em torno de 1,1 km. A morfologia da praia é condicionada pelo Banco do Cantagalo que corresponde a barra longitudinal marginal ao canal principal de maré vazante do delta de maré associado a 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 m, 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 praiial uma progradação de 36 m 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 esta 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 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 praiiais 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 o estado 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 de 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 tómbolo. A ocupação muito próxima a linha da costa que ocorre no Balneário da Barra do Saí tem provocado problemas de erosão, devido as 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 desastres naturais 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, a ação do homem relativa às formas de uso e ocupação do solo, bem como a condicionantes geológicas e geomorfológicas (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, também conhecido como horizonte residual jovem, tem como principal característica a estrutura reliquiar 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 e de colúvio 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 Geology and the Environment* (IAGE), à dinâmica ambiental brasileira conforme apresentado a seguir.

Tabela 2 – 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 m/s) 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) Movimento 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 conseqüentemente provoca uma redução da resistência disponível no maciço.

A Tabela 3 a seguir apresenta a ação desses fatores associados aos fenômenos deflagradores do movimento de massa.

Tabela 3 – Principais fatores deflagradores de movimento 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 conjugando 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 número de registros, dois no ano de 2010 e um em 2011, o quarto registro do período ocorreu em Guaratuba no ano de 2011.

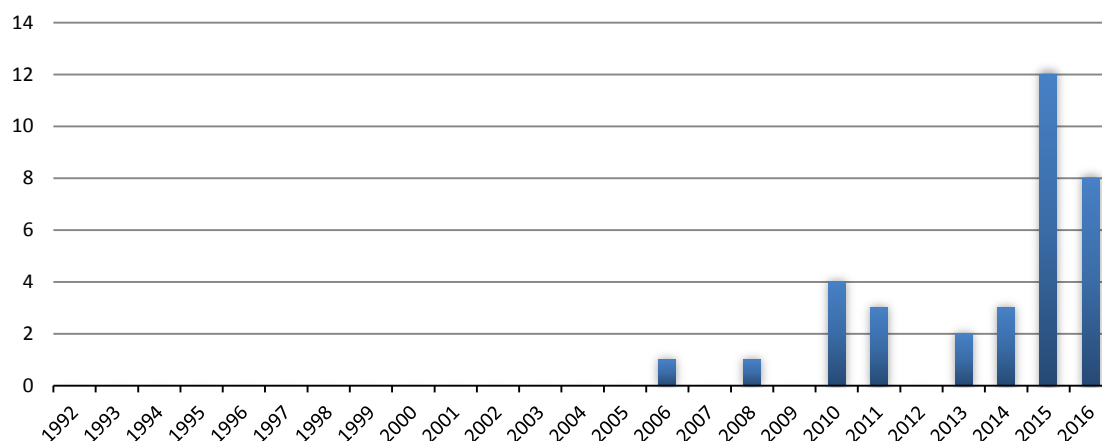
4.2. Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID)

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 no estado do Paraná, 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.

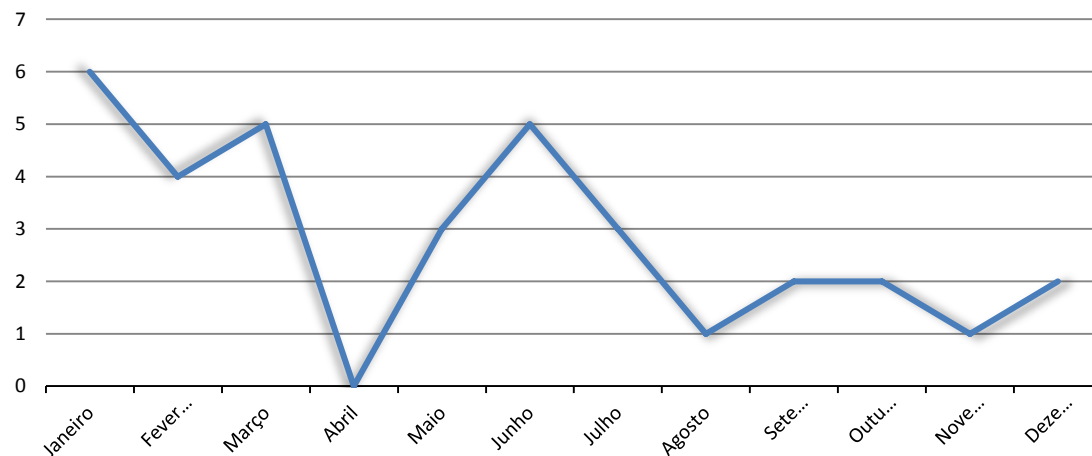
Figura 21 – Frequência anual de registros de Deslizamentos pelas Defesas Civas



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 22 – Frequência mensal de registros de Deslizamentos pelas Defesas Civas



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

Os dois municípios paranaenses que registram o maior número 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 registros (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.

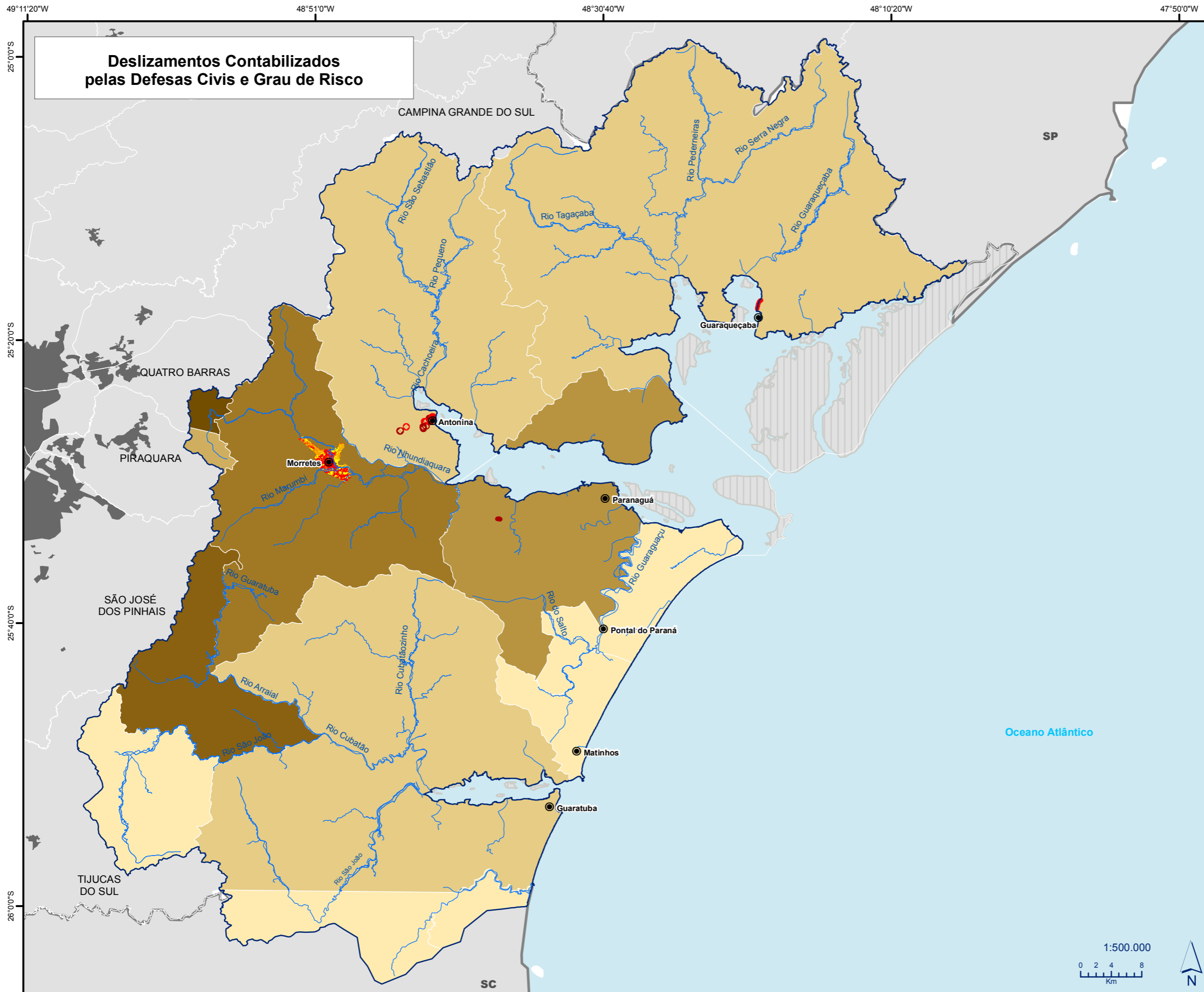
A CPRM, em sua ação emergencial para reconhecimento de áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massa, enchente e inundação, identificou um local de risco muito alto em Paranaguá, uma encosta com altura de 20 metros e inclinação de 50 a 80 graus, com blocos de rocha soltos e duas cicatrizes de 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.

Todas as informações analisadas estão especializadas e podem ser vistas no mapa da figura a seguir.



Deslizamentos Contabilizados pelas Defesas Civas e Grau de Risco

Legenda

Grau de Risco (CPRM)

- Muito Alto
- Alto
- Médio
- Baixo

Número de Eventos

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

Convenções Cartográficas

- Sedes Municipais
- Limite Estadual
- Limite Municipal
- Áreas Urbanas
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Ilhas

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 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”.

Tabela 4 – Precipitação acumulada em milímetros (mm) no litoral do Paraná 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
Km 48 - BR-277	809	482	227	205
Guaranica	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 feito pela Mineropar (2013) foi essa variação 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.

Figura 24 – 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 25 – Ponte danificada da BR-277 que liga Curitiba a Paranaguá

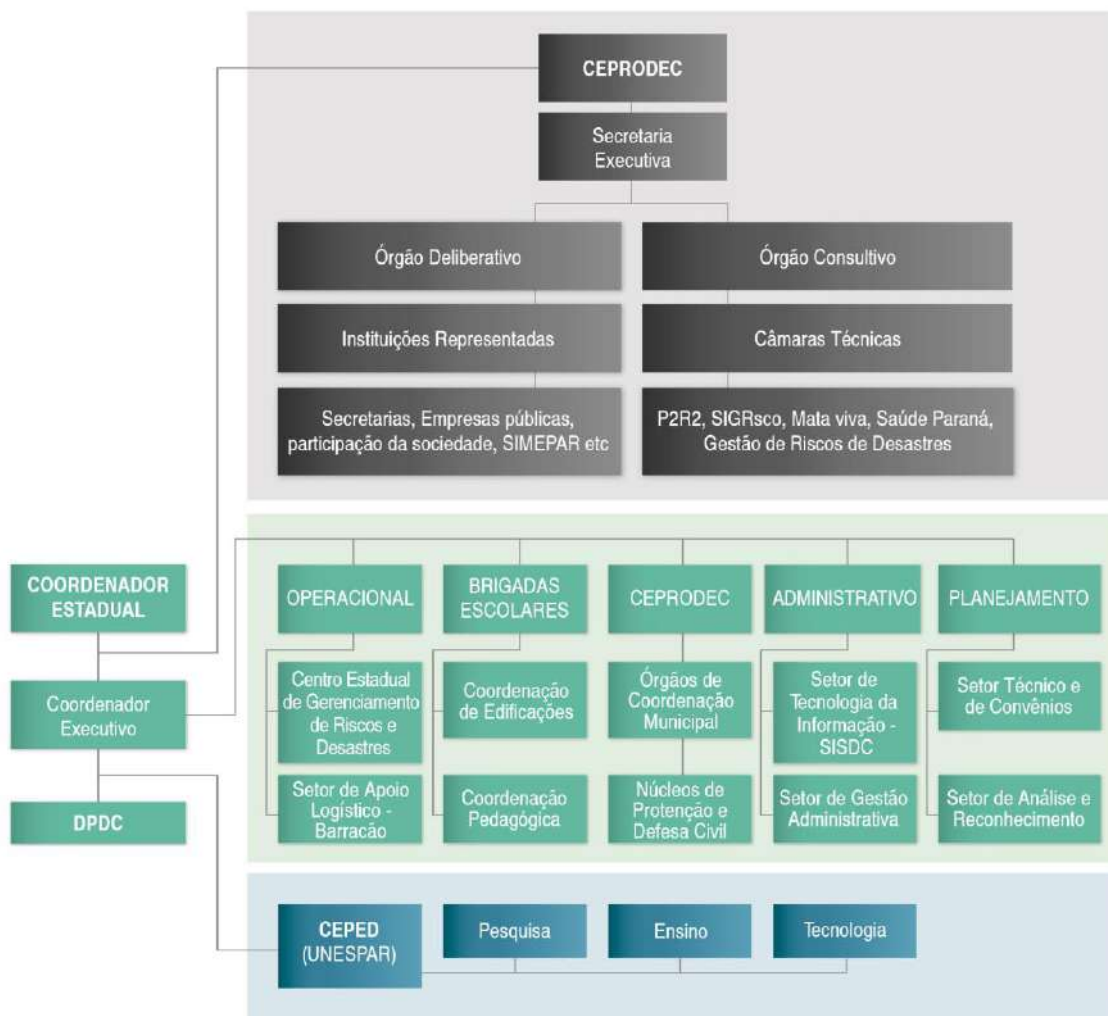


Foto: Orlando Kissner

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 de aumentar a resiliência dos municípios e trabalhar de forma conjunta em casos de acidentes ou catástrofes. A Figura 26 mostra como estão organizados os órgãos envolvidos com a Defesa Civil no estado do Paraná.

Figura 26 – Organização do Sistema Estadual de Proteção e Defesa Civil – SEPDEC



Fonte: DEFESA CIVIL/PR, 2017.

5. 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.

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/crectalc/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 Morfodinmicos no Complexo Estuarino de Paranaguá – Paraná – Brasil: Um Estudo a Partir de Dados in situ e Landsat – TM.** Curitiba. Programa de Pós-Graduao 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. **Variao 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 **Variao 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.** Traduo de Ernesto Pichler. São Paulo: Grmio Polcnico, 41 p.

TOMINAGA, L. K. 2007. **Avaliao de metodologia de análise de risco a escorregamento:** aplicao 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.