

8

Cadernos de Educação Ambiental

DESASTRES NATURAIS

Autoras

Rosângela do Amaral

Mirian Ramos Gutjahr

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE,
INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
INSTITUTO DE PESQUISAS AMBIENTAIS

SÃO PAULO • 2023

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca IPA / Unidade Vila Mariana

A13 Amaral, Rosângela do; Gutjahr, Mirian Ramos
Desastres naturais / Rosângela do Amaral; Mirian Ramos Gutjahr.
-São Paulo : IPA / SEMIL, 2023. 5ª ed.
100 p. : il. color. : 30 cm. (Série Cadernos de Educação Ambiental, 8)

ISBN 978-85-86624-81-0

I. Desastres Naturais.

CDD 363.7

Governo do Estado de São Paulo
Governador

Tarcísio de Freitas

Secretaria do Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística
Secretária

Natália Resende

Subsecretaria do Meio Ambiente
Subsecretário

Jônatas Souza Trindade

Instituto de Pesquisas Ambientais
Coordenador

Marcelo Sodré



Sobre a série Cadernos de Educação Ambiental

A sociedade brasileira, crescentemente preocupada com as questões ecológicas, merece ser mais bem informada sobre a agenda ambiental. Afinal, o direito à informação pertence ao núcleo da democracia. Conhecimento é poder.

Cresce, assim, a importância da Educação Ambiental. A construção do amanhã exige novas atitudes da cidadania, embasadas nos ensinamentos da ecologia e do desenvolvimento sustentável. Com certeza, a melhor pedagogia se aplica às crianças, construtoras do futuro.

A Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística do Estado de São Paulo, preocupada em transmitir, de forma adequada, os conhecimentos adquiridos na labuta sobre a agenda ambiental, cria essa inovadora série de publicações intitulada “Cadernos de Educação Ambiental”. A linguagem escolhida, bem como o formato apresentado, visa atingir um público formado principalmente por Professores de Ensino Fundamental e Médio, ou seja, educadores de crianças e jovens.

Os “Cadernos de Educação Ambiental”, face à sua proposta pedagógica, certamente vão interessar ao público mais amplo, formado por técnicos, militantes ambientalistas, comunicadores e divulgadores, interessados na temática do meio ambiente. Seus títulos pretendem ser referências de informação, sempre precisas e didáticas.

Os produtores de conteúdo são técnicos, especialistas, pesquisadores e gerentes dos órgãos vinculados à Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística. Os “Cadernos de Educação Ambiental” representam uma proposta educadora, uma ferramenta facilitadora, nessa difícil caminhada rumo à sociedade sustentável.

Títulos Publicados

- As Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo
- Ecocidadão
- Unidades de Conservação da Natureza
- Biodiversidade
- Ecoturismo
- Resíduos Sólidos
- Matas Ciliares
- Desastres Naturais
- Habitação Sustentável
- Consumo Sustentável
- Etanol e Biodiesel
- Guia Pedagógico do Lixo
- Agricultura Sustentável
- Recursos Hídricos
- Mudanças Climáticas
- Gestão Ambiental
- Fauna Urbana - volume 1
- Fauna Urbana - volume 2

A informação como instrumento de educação ambiental

A melhoria dos indicadores ambientais do Estado de São Paulo é um trabalho de todos. Do governo, ao formular e executar políticas públicas; das empresas, ao gerir adequadamente seus impactos; e dos cidadãos, ao fazer sua parte, em casa, no trabalho e nos espaços coletivos.

A Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística, ao cumprir sua função, tem como prioridade a disseminação de conhecimento.

Neste volume, o tema é Desastres Naturais. Aqui apresentamos informações sobre a dinâmica externa do planeta e os tipos de desastres naturais que ocorrem no estado de São Paulo. Explicamos como o homem pode ser afetado e, ao mesmo tempo, contribuir para a intensificação dos eventos naturais perigosos, tais como deslizamentos e inundações. Além de informar e esclarecer questões essenciais sobre o tema, temos o objetivo de contribuir para a segurança e para a qualidade de vida dos cidadãos paulistas, por meio de informações relativas aos mecanismos de prevenção, à importância das atitudes individuais e às ações de defesa civil. A intensidade das mudanças climáticas têm contribuído para ocorrência de desastres, como, por exemplo, as fortes chuvas que atingiram o município de São Sebastião em fevereiro de 2023, causando perdas de vidas e prejuízos financeiros.

Esta publicação é voltada aos professores de ensino fundamental e médio, bem como aos demais disseminadores de informação, para que, de forma simples e didática, possam divulgar e trabalhar os conteúdos com seus alunos e sua comunidade. Com isso, esperamos que a sociedade seja cada vez mais atuante na preservação e conservação do meio ambiente.

JÔNATAS SOUZA DA TRINDADE

Subsecretário do Meio Ambiente do Estado de São Paulo



O Instituto de Pesquisas Ambientais (IPA), criado em 2021 a partir da fusão dos institutos de pesquisa do meio ambiente do Estado de São Paulo, incorporou as funções do antigo Instituto Geológico e sua atuação na prevenção de desastres naturais e no gerenciamento de riscos geológicos no Estado de São Paulo, exercida desde a sua inserção na Secretaria do Meio Ambiente (SMA), em 1987.

Em parceria com a Defesa Civil do Estado de São Paulo e outros órgãos estaduais, o IPA tem realizado estudos, pesquisas e atividades técnicas diretamente vinculadas à prevenção e à minimização das situações de risco à população, em particular associadas à ocorrência de deslizamentos, inundações, erosões e outros fenômenos que ocorrem na Terra.

Preocupados com a intensificação dos eventos naturais perigosos e com os impactos cada vez maiores à população, os pesquisadores do IPA que atuam no tema têm buscado produzir informações técnicas e complementares sobre o assunto. O objetivo é ampliar o nível de conhecimento de técnicos, agentes públicos e da sociedade em geral, de maneira a permitir o envolvimento de todos na resposta aos desastres e busca de soluções para o problema. Dessa maneira, além da atuação técnica do Instituto, tem sido realizado um esforço no sentido de se produzir livros, cartilhas, coleções de marcadores e outros materiais de divulgação que permitam ampliar o nível de informação e a percepção da sociedade sobre os riscos existentes no Estado e no País, e sobre ações preventivas para minimizar possíveis acidentes e desastres associados a fenômenos naturais, sejam eles induzidos ou não pela presença e pelas atividades humanas.

O presente caderno constitui mais uma contribuição do Instituto para ampliar o entendimento sobre os Desastres Naturais. Incluído como um volume da série Cadernos de Educação Ambiental da Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística do Estado de São Paulo, seu conteúdo objetiva passar a informação em linguagem simples e acessível para o público em geral e servir para orientar ações educativas na área de meio ambiente e de cidadania.

Esperamos que a leitura seja boa e contribua efetivamente para a minimização de acidentes e desastres de caráter geológico-geotécnico, e para a melhoria das interações entre os seres humanos e a natureza.

Marcelo Sodré

Coordenador do Instituto de Pesquisas Ambientais



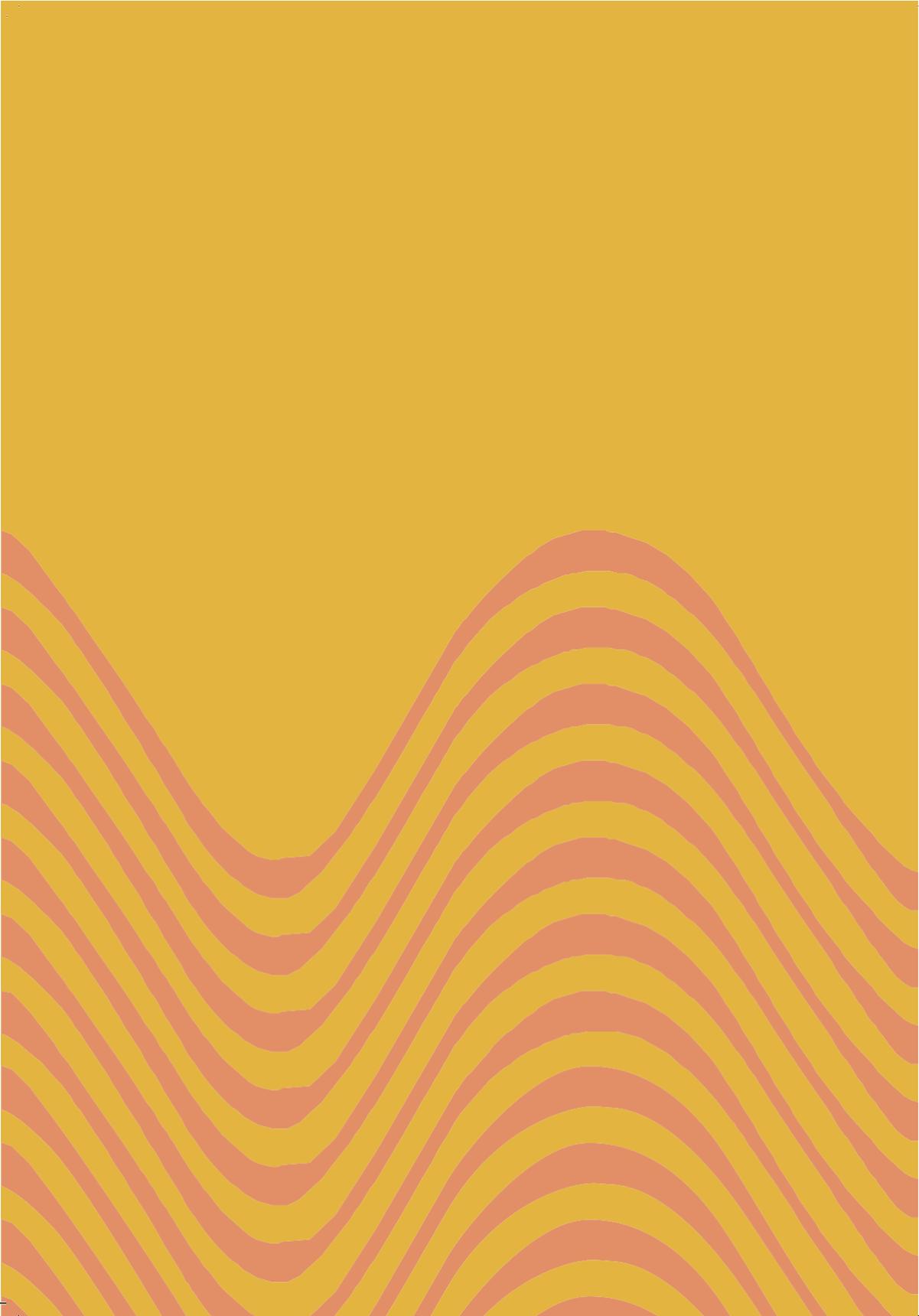
Morada atingida por inundação em Branquinha (AL). Foto: Acervo IG

SOB O TEMPORAL



*Levantei o meu barraco
Na encosta do morro
Veio o temporal
Levou tudo morro abaixo
E cuspiendo barro
Gritei por socorro
Sob o temporal
Êta vidinha danada
Essa da gente que é pobre
Sofrida, desamparada
Sem ouro, prata e nem cobre
Sem guarida e sem morada
Vai se virando como pode
Levantei o meu barraco
No vale, eu saí do morro
Veio o temporal
Encheu, transbordou o riacho
E cuspiendo barro
Gritei por socorro
Sob o temporal
Êta vida desgraçada
Da gente que nada tem
Sofrida, desamparada
Sem um mísero vintém
Sem guarida e sem morada
Só conta com Deus mais ninguém*

(composição de Selito SD)



SUMÁRIO

1. O Planeta Terra e os Fenômenos Naturais • 15
2. Os Desastres Naturais • 19
3. Os tipos de Desastres Naturais que ocorrem no Estado de São Paulo e as formas de se proteger • 27
4. A influência humana nos desastres naturais e suas consequências • 69
5. Conhecendo o Gerenciamento de Risco no Estado de São Paulo • 75
6. Conversando sobre Desastres Naturais • 83
7. Glossário • 87
8. Referências Bibliográficas • 91
9. Leitura recomendada • 95



O Planeta Terra e os Fenômenos Naturais



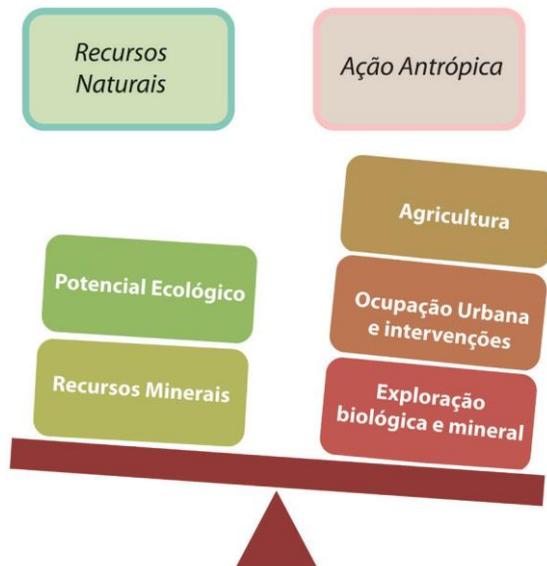
I. O Planeta Terra e os Fenômenos Naturais

O Planeta Terra é um sistema dinâmico, ou seja, está em constante modificação pela ocorrência dos fenômenos naturais.

Alguns desses fenômenos têm origem na dinâmica interna da Terra, como a movimentação de placas tectônicas que geram atividades vulcânicas, terremotos e tsunamis. Outros são de origem externa e tem como causa principal a dinâmica atmosférica, que pode causar furacões, tempestades, ressacas, vendavais, secas, inundações, estiagem, entre outros.

As intervenções humanas, como a exploração dos recursos naturais, o uso e a ocupação dos espaços naturais, também geram impactos. Parte deles pode ser absorvida, ou seja, os impactos ocorrem sem esgotar os recursos naturais; entretanto, outros são tão intensos que acabam desencadeando um desequilíbrio ambiental.

O peso da ação do homem sobre os espaços naturais



A resposta da natureza às nossas intervenções é a necessidade de atingir um novo equilíbrio, que se manifesta por meio de fenômenos naturais de origem externa. Entre os principais fenômenos naturais que podem ser induzidos ou potencializados pelo ser humano estão os escorregamentos, as inundações e enchentes, a erosão e os colapsos e subsidências de solo.

Em áreas onde não há ocupação ou interesse humano, os fenômenos naturais não resultam em desastres naturais.



Vista aérea de uma mineração em atividade em Cubatão. No lado direito, um escorregamento atinge a cava. (Dezembro de 2008). Foto: Acervo IG.



Os Desastres Naturais



2. Os Desastres Naturais

O que são os Desastres Naturais?

Denominamos de **Desastre Natural** a ocorrência de um fenômeno natural que modifica a superfície terrestre e atinge áreas ou regiões habitadas, causando danos materiais e humanos.

A ocupação e intervenção humana em áreas de perigo geológico potencializam a ocorrência de desastres.

O tipo de ocupação também é um fator que deve ser considerado: a resistência das construções (por exemplo, se são de madeira, alvenaria) e a existência de proteções da infraestrutura, como fundações adequadas. Conjuntamente, os fatores econômicos, sociais, políticos, ideológicos, culturais, educacionais, entre outros, definem a vulnerabilidade das comunidades em risco. A capacidade de enfrentar os perigos e de se recuperar dos desastres reduz a vulnerabilidade da comunidade. Por outro lado, o desconhecimento do perigo faz com que a vulnerabilidade seja maior. Quanto mais frágil for a comunidade, maior o impacto do desastre e maior o dano potencial.

O dano potencial é calculado pelo número de pessoas e pelo valor das propriedades e bens que estão em risco, bem como pela interrupção das atividades econômicas e pelos danos ambientais. É a expressão do desastre em valores e números (prejuízos econômicos, número de desabrigados, mortos e feridos).

A combinação de todos estes fatores representa o risco.

O risco pode ser definido pelas perdas que podem ocorrer (de vidas, ferimentos em pessoas, propriedades, rupturas das atividades econômicas ou danos ambientais), resultantes da interação de perigos naturais que podem ter sido induzidos ou não pelo homem, da vulnerabilidade e do dano potencial.

Para que uma ocorrência seja considerada um **desastre** é necessário que o fenômeno ou o perigo **atinja a população**, causando uma grave perturbação do funcionamento de uma comunidade, envolvendo perdas de

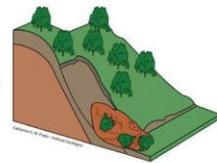
vidas, perdas materiais, econômicas ou ambientais de grande extensão, de forma que os impactos estejam além da capacidade dessa comunidade de se recuperar com seus próprios recursos.

O que caracteriza um desastre é a ocorrência de pelo menos um destes fatores: 10 ou mais óbitos; 100 ou mais pessoas afetadas; declaração de estado de emergência ou calamidade pública pelo município, estado ou país; pedido de auxílio internacional (critérios definidos por Scheuren et.al. 2008).

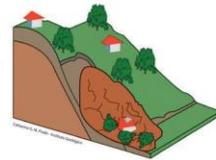
Quando o mesmo fenômeno ocorre em uma área sem moradias é denominado de **evento natural**; quando atinge uma área habitada, mas o número de óbitos ou pessoas afetadas não atinge o critério mencionado acima, é denominado **acidente**.



Evento Natural



Acidente



Desastre



Simulação da ocorrência de um escorregamento:

Evento Natural = Área sem moradias;

Acidente = Atinge área com poucas moradias;

Desastre = Atinge área com muitas moradias.

Os desastres naturais ocorrem, geralmente, inesperadamente, de várias maneiras e apresentam diferentes gravidades. Muitos desastres estão relacionados ao tempo atmosférico - se está fazendo sol, se está chovendo, se está ventando, etc. Alguns são previsíveis, como uma tempestade ou furacão. Outros são parcialmente previsíveis, como um escorregamento. Outros, ainda não aprendemos a prever, como um terremoto. É importante conhecermos os diferentes tipos de desastres e ficarmos alertas, principalmente se moramos em áreas onde eles podem ocorrer.



É importante estarmos alertas aos perigos que estão à nossa volta!

Por que os desastres naturais ocorrem?

A origem dos desastres pode ser relacionada à dinâmica interna da Terra, como os terremotos, tsunamis e vulcanismo e são denominados eventos geológicos. Também podem estar ligados à dinâmica externa, como as inundações, escorregamentos, erosão, colapsos, tornados, furacões, tempestades e estiagem, denominados eventos climáticos. Uma outra categoria é composta por desastres ligados à fatores biológicos, como pragas ou doenças infectocontagiosas, que são denominados eventos biológicos.

As inundações e as tempestades são os tipos de desastres que ocorrem com maior frequência no mundo, conforme figura a seguir. Entretanto, outros desastres que não ocorrem frequentemente, também causam danos de grandes proporções. Em 2022 ocorreram 386 desastres, e superou a média do período entre 2002 a 2021, de 370 eventos por ano (CRED, 2023).

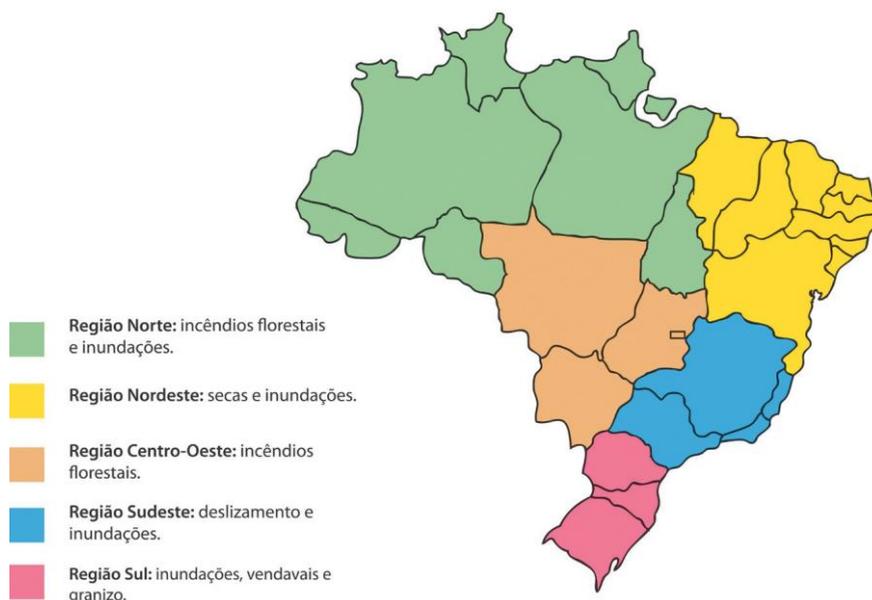


Ocorrências por tipo de desastre em 2022 no mundo, comparado com a média anual registrada entre 2002 e 2021. Fonte: CRED (2023)

No Brasil, as condições climáticas fazem com que a Região Centro-Oeste seja uma das mais afetadas por incêndios florestais. Na Região Nordeste, o desastre natural que mais atinge a população é a seca. A Região Sul é a área mais sujeita a vendavais e granizos, por ser a mais afetada pelas frentes frias.

Na Região Sudeste, principalmente pelas condições de relevo, ocorrem os escorregamentos nas áreas com alta declividade.

Em todo o país existem áreas sujeitas a inundações.



Principais desastres naturais por regiões no Brasil. Fonte: SEDEC, 2009.

Entretanto, essas ocorrências podem ser agravadas ou induzidas pela ação humana. Devido ao crescimento populacional, a urbanização tem se expandido no território, muitas vezes para áreas impróprias à ocupação, o que aumenta as situações de perigo e de risco aos desastres naturais.

A ocorrência de enchentes e inundações está muitas vezes ligada à impermeabilização do solo, à disposição inadequada de lixo, à ocupação das margens dos cursos d'água e ao desmatamento. Os escorregamentos muitas vezes são provocados por cortes e aterros em áreas de alta declividade, por exemplo.



Escorregamento ameaça estabilidade das moradias no topo e na base da encosta em São Bernardo do Campo (Janeiro de 2010). Foto: Acervo IG.

Todos estes casos refletem as deficiências do planejamento territorial e a prevenção de desastres é um elemento fundamental para diminuir a fragilidade das comunidades em risco.

A variabilidade climática atual está relacionada a um aumento de extremos climáticos. Nessa situação, os eventos de temporais, chuvas intensas, tornados ou estiagens severas, entre outros, podem tornar-se mais frequentes, aumentando a possibilidade de incidência de desastres naturais. Quanto a esses fenômenos, pouco se pode fazer para preveni-los; entretanto, são necessárias estratégias para minimizar suas consequências.



Inundação do Rio Paraitinga atinge moradias em São Luiz do Paraitinga (Janeiro de 2010). Foto: Acervo IG.



Os tipos de
Desastres Naturais
que ocorrem no
Estado de São Paulo
e as formas
de se proteger

3

3. Os tipos de Desastres Naturais que ocorrem no Estado de São Paulo e as formas de se proteger

Os desastres naturais no Estado de São Paulo estão associados predominantemente aos escorregamentos de encostas, inundações, erosão e temporais (ventanias, raios e granizo).

A porção central e oeste do Estado de São Paulo apresentam suscetibilidade à erosão e colapso de solos; na região leste e litoral predominam os processos de escorregamentos e inundações. As regiões do Vale do Ribeira, Vale do Paraíba e Litoral Sul são as mais atingidas por inundações, embora estas ocorram em todo o Estado.

No oeste do Estado de São Paulo, o desastre natural predominante é a erosão, devido à combinação entre os fatores naturais (solo, rochas, relevo e clima) e os fatores humanos (tipos de agricultura, atividades agropecuárias, urbanização, hábitos cotidianos). As regiões de Ilha Solteira, Pereira Barreto, São José do Rio Preto e Bauru também estão sujeitas a colapsos de solo.

Na área central do Estado também ocorrem os processos erosivos. A região de Indaiatuba é particularmente sujeita a tornados.

No leste do Estado, as áreas das Serras do Mar e Mantiqueira são sujeitas, principalmente, aos escorregamentos de encostas, enquanto que no Vale do Ribeira predominam as inundações e há áreas sujeitas a colapso de solo. A Região Metropolitana de São Paulo é campeã em incidência de raios e outros problemas induzidos por ação humana, como inundações.

O litoral é sujeito à erosão costeira, ressacas, recalques de solo ao longo da orla, além de vendavais.

Como reconhecer cada fenômeno?

Escorregamento

Escorregamentos são movimentos rápidos, de porções de terrenos (solos e rochas), que se deslocam por ação da gravidade, para baixo e para fora da encosta. O termo escorregamento tem diversos sinônimos de uso, e é mais generalizado na linguagem popular como deslizamento, queda de barreira, desbarrancamento e desmoronamento.

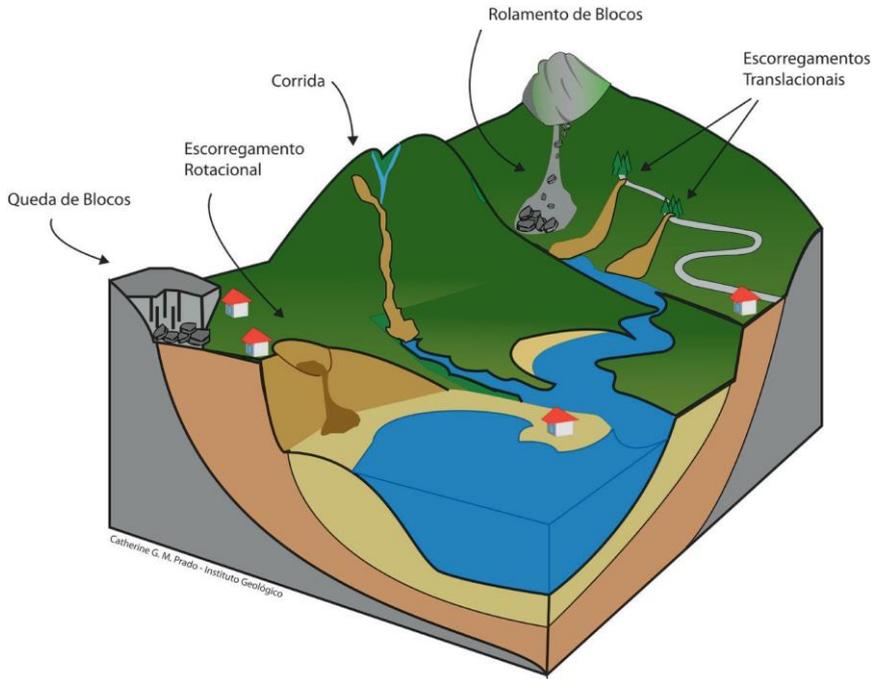
Existem diferentes tipos de escorregamento, que são definidos em relação à velocidade, tipo de material, tamanho e forma da massa movimentada:

a) Corrida: é um movimento semelhante ao de um líquido viscoso ou fluido, de velocidade média a alta, de grande volume de material (solo, rocha, detritos e água), com desenvolvimento ao longo dos cursos d'água. Tem extenso alcance, mesmo em áreas planas, e grande poder de destruição, pois devasta tudo o que está em seu trajeto.

b) Rotacional (ou circular): apresenta superfície de ruptura em forma curva, sem direção preferencial, com velocidades médias - metros por hora (m/h), a altas - metros por segundo (m/s). Geralmente, ocorre em locais com solos homogêneos, espessos e rochas muito fraturadas.

c) Translacional raso ou profundo: apresenta superfície de ruptura plana, com velocidades médias (m/h) a altas (m/s). Pode ocorrer em locais com solos pouco espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza;

d) Queda e rolamento de blocos de rocha: são movimentos do tipo queda livre de material rochoso com velocidades muito altas (vários m/s).

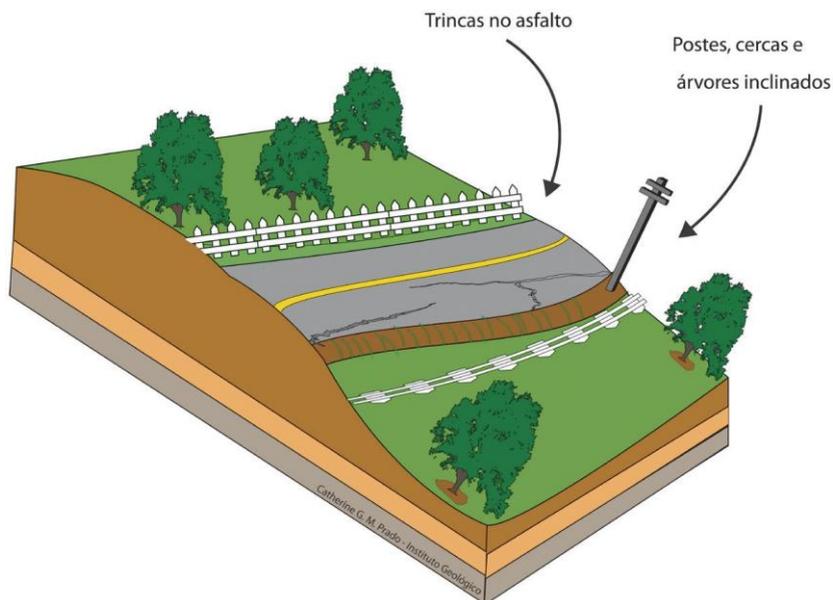


Escorregamento de solo e queda de blocos em Ubatuba (Dezembro de 2009). Foto: Acervo IG.



Escorregamento rotacional no km 24 da BR-060 (dezembro 2010).
Foto: Valter Campanato - Agencia Brasil.

e) Rastejo: movimento lento do solo ou rocha (cm/ano), constantes, sazonais ou intermitentes. O fenômeno é identificado pela mudança na verticalidade de postes, cercas e árvores.





Trincas no asfalto – Águas de Lindóia (Março de 2010). Foto: Acervo IG.

Reconhecendo os sinais no dia a dia

Muitas vezes, os sinais de movimentação da terra não são facilmente notados, e só podem ser percebidos nas pequenas mudanças em construções ou terrenos (trincas no terreno, piso ou muros, postes inclinados, rachaduras nas paredes, etc.), especialmente em períodos de chuvas fortes ou prolongadas.



Trinca no solo – Jandira (Setembro de 2009). Foto: Acervo IG.



Trinca em moradia em São Vicente (Abril de 2010). Foto: Acervo IG.



Árvores inclinadas em área de alta declividade em São Paulo (Agosto de 2009). Foto: Acervo IG.



Trinca em área externa de moradia em Guaratinguetá (Janeiro de 2010). Foto: Acervo IG.

Dicas de segurança

As recomendações previstas no planejamento territorial do município, no código de obras e edificações e nas legislações ambientais existem para que o cidadão more em segurança e todas as áreas construídas devem seguir essas recomendações.

A construção em áreas de declividade acentuada, com cortes de aterros de grandes proporções, abaixo ou muito próxima de blocos de rochas já é um indicativo de área de risco a escorregamentos. Quanto mais distante do corte na encosta, maior a segurança da sua casa.

É muito importante que cada associação de bairro informe aos moradores sobre ações preventivas e providências a serem tomadas, como verificar se a região ou o local se encontram em uma situação de risco.

Para as comunidades instaladas em áreas reconhecidas como “áreas de risco” pelo Poder Público, é fundamental a definição de alguns procedimentos para situações de emergência:

- O desenvolvimento de um plano de evacuação evita a confusão e a perda de tempo em situações críticas; todos os familiares e comunidade devem estar cientes do risco e saber os detalhes do plano;
- A comunidade deve prestar atenção às notícias no rádio e televisão, especialmente durante e depois de fortes chuvas;
- Quando há a suspeita de que um escorregamento ou queda / rolamento de bloco está prestes a ocorrer (reconhecimento dos sinais no terreno e nas moradias), toda a comunidade deve ser avisada e os moradores não devem hesitar em deixar suas casas e ir para um local seguro;
- Os moradores só devem retornar às moradias quando o órgão competente autorizar.

Fato ou ficção?

- Muitas pessoas acreditam que os escorregamentos só acontecem à noite.

Ficção. Os escorregamentos ocorrem em qualquer horário. Entretanto, quando acontecem à noite atingem um número maior de pessoas, porque estavam dormindo e não puderam identificar os sinais, como o barulho de árvores e paredes caindo, e não tiveram tempo para se organizar e deixar o local.

- Os escorregamentos são causados por atividades humanas.

Fato e Ficção. Muitas atividades humanas, como cortes e aterros, principalmente quando mal dimensionadas e sem atender critérios técnicos específicos, podem causar escorregamentos ou instabilidade em encostas. Entretanto, os escorregamentos também ocorrem em áreas sem ocupação humana, cobertas de vegetação, e fazem parte da dinâmica natural da superfície terrestre. Podem ser consequência de fortes chuvas, gravidade, terremotos, entre outros.



Escorregamento em Carapicuíba (Janeiro de 2010). Foto: Acervo IG.

Inundações e enchentes

Inundação representa o transbordamento das águas de um curso d'água, atingindo a planície de inundação, também conhecida como área de várzea. Este é o fenômeno natural mais comum em todo o mundo. No Brasil, pode acontecer em todos os estados, até naqueles considerados semiáridos.



Inundação do Rio Paraitinga, São Luiz do Paraitinga, (Janeiro de 2010). Foto: Acervo IG.

As enchentes ou cheias são definidas pela elevação do nível d'água do rio, devido ao aumento da vazão, atingindo a cota máxima do canal, porém, sem extravasar. Quando extravasam, as enchentes passam a ser chamadas de inundações e podem atingir as moradias construídas sobre as margens do rio e se transformar em um desastre natural.

A inunda o pode ser de apenas alguns centímetros, mas pode, também, cobrir o telhado de uma casa. Inunda es que acontecem rapidamente são chamadas de inunda es relâmpago ou inunda es bruscas.



Perfil esquemático de inunda o e enchente (Modificado de Ministério das Cidades/IPT, 2007).



Inunda o em Trizidela do Vale, Maranhão (Maio de 2009). Foto: Ant nio Cruz - Agência Brasil.

Alagamentos e enxurradas

Além dos fenômenos naturais de inundação e enchente, também há o alagamento e as enxurradas.

O alagamento é um acúmulo momentâneo de águas em determinados locais, por deficiência no sistema de drenagem urbana, como bueiros entupidos ou cursos d'água com acúmulo de lixo e entulho.

A enxurrada é o escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, que pode ou não estar associado a cursos d'água. Nas áreas urbanas, a enxurrada pode ocorrer em avenidas com córregos canalizados, pois são, em sua origem, áreas de várzea que continuam recebendo água do entorno pela sua posição “mais baixa” no relevo.



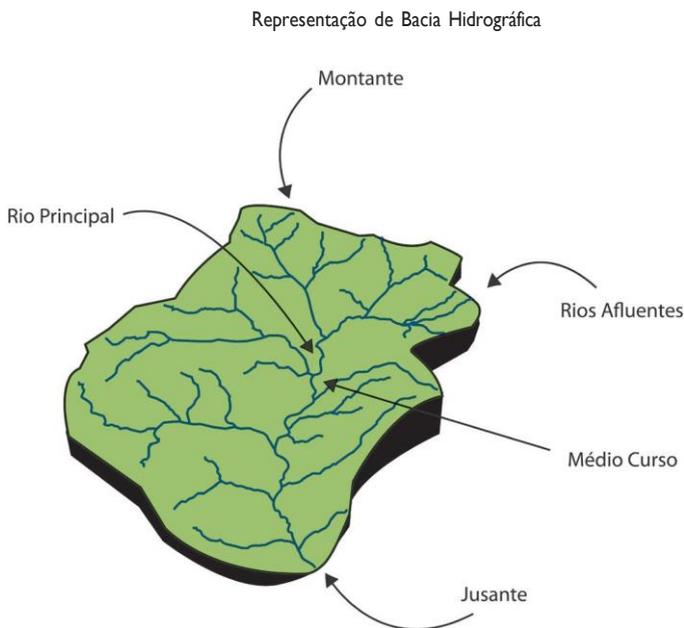
Enxurrada na Av. Alberto Andaló, São José do Rio Preto, SP (Outubro de 2009). Foto: Toninho Cury.

Reconhecendo os sinais no dia a dia

As moradias próximas aos cursos d'água estão sujeitas a serem atingidas pelas águas nos períodos de chuvas fortes e prolongadas. É importante que a comunidade ali instalada esteja atenta aos boletins em rádios e televisão, pois às vezes pode não estar chovendo naquele local, especificamente, mas a chuva atingiu outras áreas da bacia hidrográfica, à montante, ou seja, no local onde o curso d'água começa a se formar. Desta forma, as águas podem vir com força e velocidade pelo rio e atingir locais aparentemente seguros.

Uma das medidas é reconhecer a bacia hidrográfica do curso d'água que passa próximo ao local das moradias.

Em bacias com grande número de rios afluentes (contribuintes) ou com vales encaixados, o volume e a velocidade das águas podem se tornar muito grandes.



Quando a área ocupada está localizada à montante da bacia hidrográfica, o volume de água que passa pelo rio é relativamente pequeno, se comparado ao volume que se apresentará no médio curso. Este volume aumentará consideravelmente em direção à jusante.



Moradias instaladas em curso d'água com disposição de lixo.
Carapicuíba (Janeiro de 2010). Foto: Acervo IG.



Moradias instaladas em cabeceira de drenagem com alta declividade
em Franco da Rocha (Janeiro de 2010). Foto: Acervo IG.

Outra medida é observar nas áreas próximas se o rio, galerias ou os bueiros estão se tornando depósitos de lixo e entulho. Este descarte irregular faz com que a vazão da água seja prejudicada e ocorram inundações e alagamentos.

À medida que as cidades crescem, ocorre o desmatamento de áreas de mata nativa e nesse espaço se inicia a construção de casas, edifícios, ruas, avenidas e calçadas, que acabam por diminuir a permeabilidade do solo. Como resultado, menos água de chuva irá infiltrar no subsolo, sobrando mais água para escoar pelas ruas e avenidas.

As galerias de águas pluviais, que eram suficientes quando foram construídas, podem não conseguir drenar essa quantidade de água aumentada. Observa-se, então, a formação de enxurradas, as inundações relâmpago, os alagamentos de ruas e as enchentes de cursos d'água.



Município de Atalaia (AL) atingido por inundações (Julho de 2010). Foto: Acervo IG.

Dicas de segurança

Todas as áreas construídas devem seguir as recomendações previstas no planejamento territorial do município e legislações ambientais.

A construção em margens de cursos d'água já é um indicativo de área de risco a inundação.

A disposição de lixo em bueiros e cursos d'água deve ser denunciada e evitada.

É muito importante que cada associação de bairro informe aos moradores sobre ações preventivas a serem tomadas, como verificar se o local se encontra em uma situação de risco e tome providências caso isso se comprove.

Para as comunidades instaladas em áreas reconhecidas como “áreas de risco” pelo Poder Público, é fundamental a definição de alguns procedimentos para situações de emergência:

- Estar informado se o município possui algum tipo de sistema de alerta contra inundações e como funciona;
- O desenvolvimento de um plano de evacuação evita a confusão e a perda de tempo em situações críticas; todos os familiares e a comunidade devem estar cientes do risco e saber os detalhes do plano;
- A comunidade deve prestar atenção nas notícias do rádio e da televisão, especialmente durante e depois de fortes chuvas;
- Se houver tempo hábil, pode-se procurar mover os objetos essenciais para os locais mais altos da casa e desligar a energia elétrica;
- Quando há suspeita de que o nível do rio está subindo rapidamente, toda a comunidade deve ser avisada e os moradores devem deixar suas casas e ir para um local seguro;
- Durante a inundação não é recomendável se deslocar pelas áreas atingidas pelas águas. Há o risco de ser sugado por um bueiro destampado, levar um choque elétrico ou contrair doenças graves;
- Os moradores só devem retornar às moradias quando o órgão competente autorizar.

Fato ou ficção?

- Somente as casas instaladas nas margens dos cursos d'água estão sujeitas à inundação.

Ficção. As grandes inundações atingem toda a planície fluvial. Neste caso, moradias distantes alguns metros do rio podem ser atingidas também.

- Embora as autoridades afirmem que esta é uma área sujeita à inundação, nunca se soube se a água já atingiu este local.

Ficção. As grandes inundações têm tempos de retorno variáveis. Em alguns locais a planície fluvial só chega a ser inundada em sua totalidade em tempos de retorno que superam 30 ou 50 anos.

- As águas de inundação são contaminadas e não são potáveis.

Fato. As águas de inundação são contaminadas e podem causar diversas doenças. O contato corporal, o consumo da água de inundação ou o consumo de alimentos que tiveram contato com essa água podem causar a leptospirose, a febre tifóide, a hepatite e a cólera.

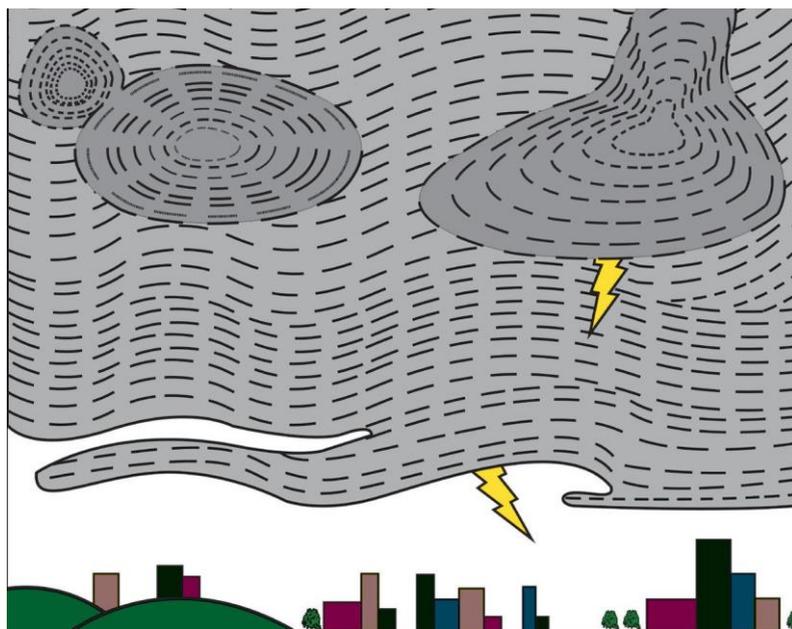
- As inundações e enchentes são os desastres naturais mais comuns.

Fato. As inundações e enchentes podem ocorrer em qualquer local próximo de cursos d'água e têm grande poder de destruição.

Temporais

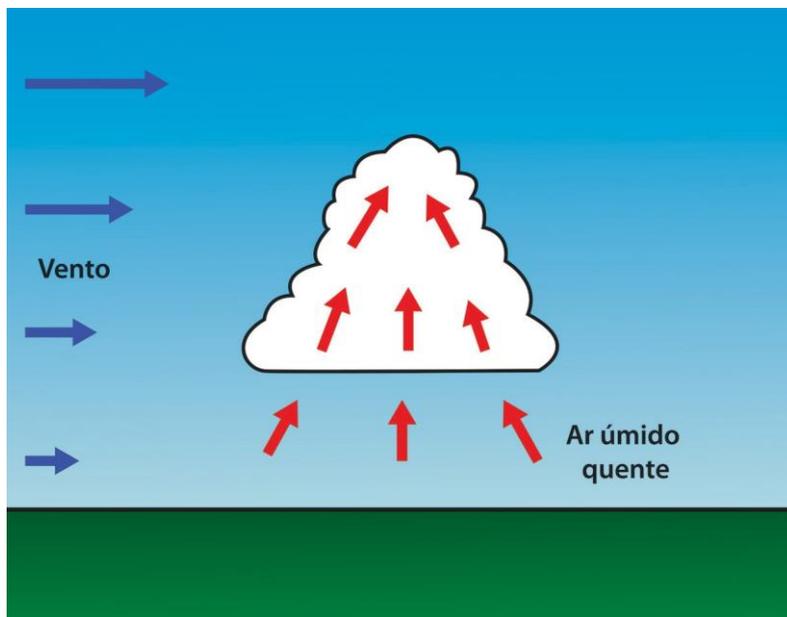
Temporal é o termo usado para designar a associação de fenômenos como chuvas intensas, granizo, trovoadas, raios e vendavais.

Uma tempestade, tormenta ou temporal é um fenômeno atmosférico marcado por rajadas de ventos fortes, trovoadas (som), relâmpagos (reflexos de luz), raios (descarga elétrica) e chuva forte. Pode, ainda, apresentar precipitações de granizo ou pequenos tornados.

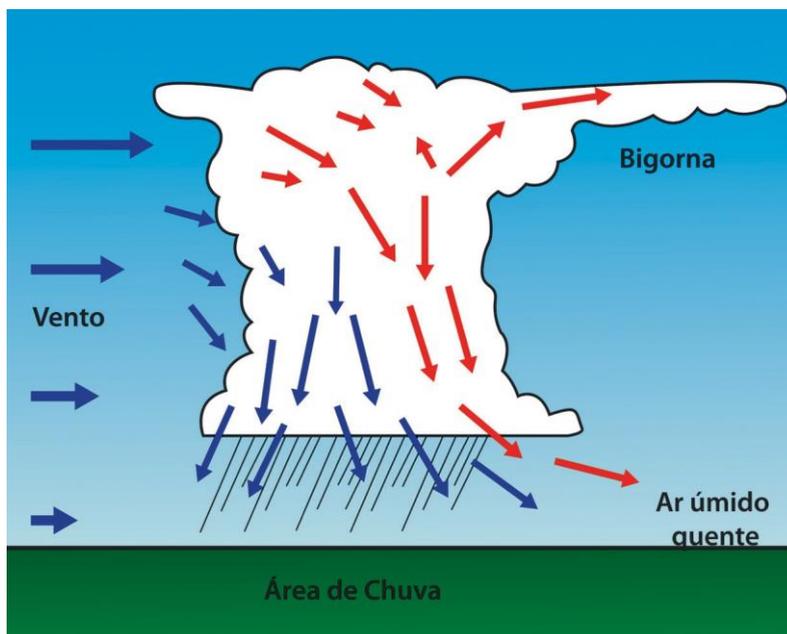


Formação de tempestade com ocorrência de raios sobre cidade.

Muitas regiões da Terra dependem quase totalmente das nuvens “cúmulos-nimbos” para precipitação de chuva. Embora sejam frequentemente destruidoras, elas também apresentam um papel importante no ciclo energético e na circulação global da atmosfera pelo seu eficiente transporte de umidade e calor para camadas superiores e inferiores da atmosfera. Além disso, influenciam a qualidade do ar e a química de precipitação.



Nuvem do tipo "Cúmulo-nimbo" em estágio inicial.



Nuvem do tipo "Cúmulo-nimbo" - nuvem de tempestade.



Formação de tempestade em Cerquillo (Julho de 2009). Foto: Acervo IG.



Chuva em Taubaté (Dezembro de 2009). Foto: Acervo IG.



Cúmulo-nimbo (Maio de 2005). Foto: Fir 0002.

Quem semeia vento, colhe tempestade...

Normalmente, as nuvens se formam a partir da condensação do vapor d'água existente na atmosfera, formando gotículas de água. As nuvens de tempestade distinguem-se das outras formas de nuvens pelo seu tamanho, pela sua grande extensão vertical, pela presença de gotículas de água super-resfriadas e por apresentarem fortes correntes verticais de ar.

Para ocorrer tempestades são necessários três fatores:

- Umidade: para formar nuvens e chuva.
- Ar instável: ar morno que pode se movimentar rapidamente e subir.
- Subida do ar: frentes, brisa marinha e montanhas podem ajudar o ar a subir e formar tempestades.

As tempestades geralmente ocorrem na primavera e no verão, durante a tarde ou final da tarde. Mas, podem acontecer, também, em menor quantidade, a qualquer hora do dia ou da noite e em outras estações do ano.

Ressacas do Mar e Marés Altas Anômalas

A passagem de uma tempestade muito forte, como ciclones e furacões, pelo litoral, provoca ventos muito fortes que empurram grande volume de água do mar em direção à costa e também geram ondas grandes e de alta energia. Por exemplo, ventos de 50 km por hora podem gerar ondas de 4 metros de altura (Ressaca) e fazer o nível do mar subir em 2 metros (Maré alta Anômala).

Esses eventos levam embora grande parte das areias da praia e das dunas (erosão costeira) e podem devastar a orla litorânea, destruindo muros e derrubando árvores, quiosques e casas, e alagando ruas e avenidas (inundação costeira), causando interrupção de trânsito local, serviços e comércio.

No Brasil esses eventos ocorrem, em geral, entre os meses de abril e setembro e, felizmente, podem ser previstos até cinco dias antes. No litoral de São Paulo os eventos mais fortes estão se tornando cada vez mais frequentes e intensos devido aos efeitos das mudanças climáticas.



Ressaca do mar e maré alta anômala na Praia de Mongaguá, Baixada Santista (2016). Foto: Acervo IG.

Ora, raios!

Raios são poderosas descargas elétricas, um dos fenômenos mais violentos da natureza. Podem ocorrer entre nuvens, das nuvens para o solo e do solo para as nuvens. Sua duração é de poucos segundos. É importante prestar atenção quando se ouve trovões. Enquanto trovões não causam danos, pois são apenas barulhentos, os raios podem ser muito sérios - podem causar incêndios e mortes. Trovoadas acontecem em todos os estados do Brasil e os raios podem atingir pessoas, animais e construções.



Raio na praia de Miramare di Rimini, Itália (Abril de 2008). Foto: Magica.

Tempestades com relâmpagos, trovões e raios afetam pequenas áreas de cada vez quando comparadas com chuvas de frentes. Junto aos raios observam-se relâmpagos, manifestações de luz e trovões, manifestações sonoras.

Apesar de seu tamanho pequeno, todas as tempestades são perigosas, porque produzem raios. Muitas pessoas são mortas todos os anos por raios. As chuvas pesadas podem levar a inundações relâmpago. Ventos fortes e granizo são perigos associados a tempestades. Primeiro se vê o relâmpago, depois se ouve o trovão.



Trovoada na Ilha da Madeira, Portugal (Novembro de 2006). Foto: Don Amaro.

É possível calcular a distância da tempestade contando o número de segundos entre o brilho do relâmpago e o barulho do trovão. Deve-se contar os segundos assim que se vê o relâmpago e parar quando se ouvir o som do trovão. Dividindo os segundos por 3, o resultado será o número de quilômetros. Por exemplo, se o tempo entre ouvir o trovão após um relâmpago, for de 30 segundos, significa que a tempestade está a 10km de distância. É importante repetir esse cálculo após alguns minutos. Se a distância for menor significa que a tempestade está se aproximando.



Posição recomendada para se proteger de raios em áreas abertas.

O Brasil é alvo de grande incidência de raios. Destacam-se Amazônia e Mato Grosso do Sul, este com 16 raios por km². No Sudeste, a Grande São Paulo é a região campeã de descargas elétricas. Segundo dados do GI, os municípios mais atingidos em 2022 foram São Paulo (Capital) com 18.860 raios, Juquitiba (5.376), São Bernardo do Campo (4.204), Cotia (3.727), Itapeverica da serra (2.406) e Carapicuíba (708).

Dicas de segurança

A primeira dica é reconhecer os sinais de um temporal, para procurar um abrigo seguro.

É importante estar ciente das condições meteorológicas. Sempre que for sair, confira a previsão do tempo em aplicativos de *internet*, jornais, estações e canais de rádio e televisão para estar preparado.

É fundamental a definição de alguns procedimentos para situações de emergência, como na aproximação de um temporal:

- O desenvolvimento de um plano de segurança, que não deve ser individual – é importante que seja feito junto com parceiros, vizinhos e familiares, de forma que todos entendam o plano e o sigam sempre;
- Reconhecer os locais de abrigo nos percursos rotineiros, como de ida ou volta do trabalho, da escola ou em passeios;
- Observar se há nuvens escuras e fofas; se há trovões ou raios; é importante buscar um lugar baixo para se proteger até a chuva passar;
- A sensação de prurido ou o cabelo da nuca eriçado significam que o potencial elétrico do seu corpo está se tornando carregado positivamente e atraindo a carga negativa do raio. Na percepção dessa sensação, é importante se tornar o objeto mais baixo na vizinhança imediata, ou você pode ser atingido pelo raio. A maioria dos atingidos por raios sofreu o acidente enquanto exerciam trabalho agropecuário;
- Caso não exista um lugar próximo para se abrigar, é recomendável ficar na posição de segurança: abaixado, com calcanhares juntos e mãos sobre as orelhas;
- Não ficar embaixo de uma árvore;

- Em caso de vendaval, é necessário estar atento para não ser atingido por árvores ou galhos, placas, projéteis ou postes e fiação elétrica.

Quando se está no mar, lago ou piscina, deve-se sair imediatamente, pois a água faz com que a corrente elétrica do raio atinja grandes distâncias.

Quando se está dentro de casa, algumas medidas também são importantes:

- Recomenda-se não se aproximar de objetos de metal (até a geladeira), pois a descarga elétrica pode vir pelos canos e fiação elétrica;
- Evitar ficar próximo a janelas;
- Evitar tomar banhos de chuveiro;
- Não usar o telefone durante a tempestade e também não atendê-lo se tocar. A fiação do telefone também pode conduzir descargas elétricas. Telefones celulares não têm fiação, mas um raio pode provocar um estouro que machuca os ouvidos.

Fato ou ficção?

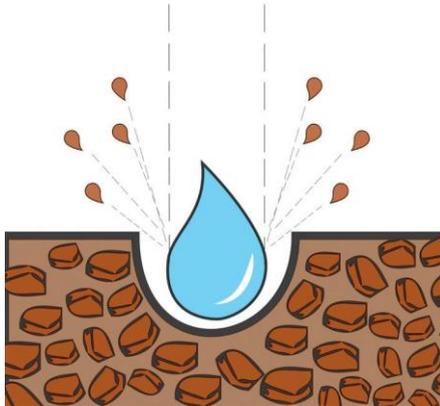
- Um raio nunca cai duas vezes no mesmo lugar.
Ficção. Os raios podem cair mais do que uma vez no mesmo local, até durante um mesmo temporal. São os locais “preferenciais”, como pontos mais altos de uma determinada localidade.
- Quando não está chovendo não há perigo de raio.
Ficção. Um raio pode alcançar até 16 km de distância do local do temporal.
- Uma pessoa atingida por um raio fica com carga elétrica e não pode ser tocada.
Ficção. A pessoa atingida por um raio não permanece com carga elétrica e deve ser atendida imediatamente.
- Dentro de casa ou do carro estou seguro de ser atingido por raios.
Ficção. Dos casos de morte registrados pelo INPE, em 2008, 17% das pessoas estavam dentro de casa, dos quais 4% estavam falando ao celular com o aparelho ligado à rede elétrica. Em relação ao carro, a estrutura de aço e o formato do veículo promovem uma maior segurança, desde que a pessoa não esteja em contato com partes metálicas ou com as janelas abertas.

Erosão

A erosão é definida pela desagregação, remoção e transporte de partículas do solo ou de rocha. O agente responsável por essa desagregação, que ocorre continuamente e em longo prazo, é o intemperismo, que é a ação combinada da gravidade com a água, vento, gelo, organismos (plantas e animais) e variação de temperatura.

Em geral, a erosão está mais relacionada com a perda de fertilidade das terras agricultáveis. Entretanto, alguns tipos de erosão podem ser responsáveis pela destruição de estradas, moradias e até comunidades inteiras.

A Desagregação do solo pelo impacto da gota de chuva



São diversas as proporções e tipos de erosão:

A erosão **laminar** acontece quando a água escoou pela superfície do terreno, transportando as partículas de solo, sem formar canais definidos. É como se fossem retiradas camadas do solo superficial a cada chuva. Esse fenômeno é evidenciado pelas enxurradas barrentas, que caracterizam que a água está transportando grandes quantidades de partículas de solo.



Áreas com solo exposto em Atibaia, afetadas por erosão laminar. (Janeiro de 2010). Foto: Acervo IG.

A erosão **linear** é aquela causada pela concentração do escoamento da água na superfície. São formados pequenos canais no terreno, que se tornam caminhos preferenciais da água da chuva. Ao longo do tempo e de acordo com a intensidade das chuvas, esses canais vão gradualmente se aprofundando.

A evolução da erosão linear é denominada de acordo com seu estágio: os sulcos são pequenos canais; as ravinas são canais mais largos e mais profundos; e as boçorocas são o estágio mais avançado, quando a erosão já se aprofundou tanto que atingiu o lençol freático.

Tanto a erosão laminar quanto a linear podem ocorrer em áreas urbanas e rurais.



Afloramento do lençol freático na área interna da boçoroca. Quando o processo erosivo atinge este estágio, torna-se mais difícil o seu controle e estabilização. São Pedro (Abril de 2007). Foto: Acervo IG.



Boçoroca em Avaré (Janeiro de 2010). Foto: Acervo IG.

Erosão e inundação costeira

A erosão costeira é um processo que atinge grande parte das praias do mundo e ocorre quando o balanço sedimentar da praia está negativo, ou seja, a praia está perdendo mais areia do que recebendo.

As causas para isso podem ser naturais, como a elevação do nível do mar devido ao aquecimento global, e devido a diferentes interferências humanas na costa, como a urbanização sobre a praia, a remoção das dunas frontais, a retirada de areias das praias, e ainda, a implantação de estruturas inadequadas para tentar diminuir a erosão costeira, tais como anteparos de pedras (enrocamentos), espigões de pedra e quebra-mares.

Quando a praia ou setores dela estão sofrendo erosão costeira crônica (por muitos anos ou décadas), elas serão mais fortemente afetadas pelas ressacas do mar e marés altas anômalas, que por sua vez provocam mais erosão (erosão costeira aguda) e inundação costeira.

De acordo com o Mapa de Riscos à Erosão Costeira e Inundação Costeira para São Paulo, atualizado em 2022, mais de 60% das praias do estado estão em riscos alto e muito alto.



Praia de Massaguaçu, Caraguatatuba (2020). A erosão começou em 2000, e se estendia por cerca de 100 m na rodovia BR-101. Em 2022, após sucessivas obras inadequadas, a erosão já se expandia por cerca de 2.700 m.

Foto: Acervo IG, gentilmente cedido por Cláudio Gomes.



Inundação costeira provocada por Maré alta anômala na Praia do Camaroeiro, Caraguatatuba (2016): as águas do mar invadiram o jardim público. Foto: Acervo IG.

Reconhecendo os sinais de erosão no dia a dia

Uma área desmatada, que permanece com solo exposto durante algum tempo, é um indicativo de uma área onde pode se iniciar um processo erosivo.

De acordo com a característica do solo, a mecanização na agricultura pode se tornar, também, um problema. A compactação do solo pelo peso do maquinário faz com que a água deixe de se infiltrar no solo, escoando pela superfície e causando a erosão laminar.

Outro fator que favorece o desenvolvimento de um processo erosivo é a concentração de água superficial, causada pela descarga de tubulações de águas de chuva ou servida, principalmente nas áreas em processo de urbanização.

É importante monitorar esses locais e avisar as autoridades locais, pois a velocidade de desenvolvimento da erosão linear é muito grande, principalmente em períodos chuvosos.

Nas praias, alguns fatores são indicativos de que está ocorrendo perda acentuada de material: árvores com raízes expostas ou caídas e a proximidade da água do mar às moradias ali instaladas. Em geral, a erosão costeira é um processo lento, mas que pode causar sérios danos econômicos e ambientais.

Dicas de segurança

É importante que todas as áreas construídas sigam as recomendações previstas no planejamento territorial do município e legislações ambientais.

Observe a desembocadura de tubulações de águas de chuva ou servidas, principalmente em áreas em processo de urbanização. Se houver o desenvolvimento de uma erosão, mesmo que em estágio inicial, avise as autoridades competentes.

Nas áreas rurais e nas áreas urbanas em expansão, ocorrem enxurradas barrentas em dias de chuva forte. É preciso investigar a origem dos sedimentos, ou seja, o local que está com solo exposto e sofrendo um processo erosivo laminar. Se o solo permanecer exposto por muito tempo, haverá o desenvolvimento da erosão laminar e conseqüentemente o assoreamento dos corpos d'água próximos e o entupimento de tubulações.

Todas as práticas conservacionistas e de manejo de solo são bem-vindas nas áreas rurais pois, além de conter a erosão, garantem a manutenção da camada fértil do solo.

A urbanização em áreas costeiras pode causar desequilíbrio e erosão das praias. A intervenção não causa necessariamente o desequilíbrio naquele local, mas pode causar erosão em outras praias vizinhas, por prejudicar o movimento natural da sedimentação. É importante denunciar a extração ilegal de areia das praias!

Fato ou ficção?

- Só existe erosão em áreas rurais.

Ficção. Nas áreas urbanas, principalmente em áreas não consolidadas, ou seja, com muitos terrenos desmatados e aguardando construção, a erosão também ocorre. O transporte desses sedimentos pode prejudicar a topografia do terreno e, ainda, assorear os cursos d'água.

- É possível preencher a boçoroca com terra e resíduos inertes (entulho) e recuperar a topografia para ocupar a área.

Ficção. Não basta preencher a boçoroca com qualquer material. São diversas as medidas que devem ser tomadas para o controle do processo erosivo, como o desvio da água que o atinge e conseqüentemente o alimenta, a estabilidade do fundo e das paredes (taludes), entre muitas outras que dependem da extensão do dano. O controle de uma boçoroca é um processo de alto custo e nem sempre eficaz.

- As mudanças climáticas contribuem para a erosão costeira e ressacas.

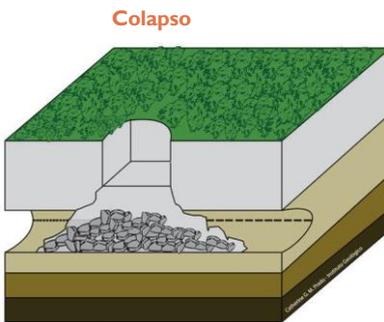
Fato. As mudanças climáticas têm como consequência o aumento do nível do mar e também a frequência e magnitude das tempestades severas, que resultam em ressacas e erosão da linha de costa.



Erosão em área urbana de São José dos Campos (Fevereiro de 2011). Foto: Acervo IG.

Colapso e subsidência

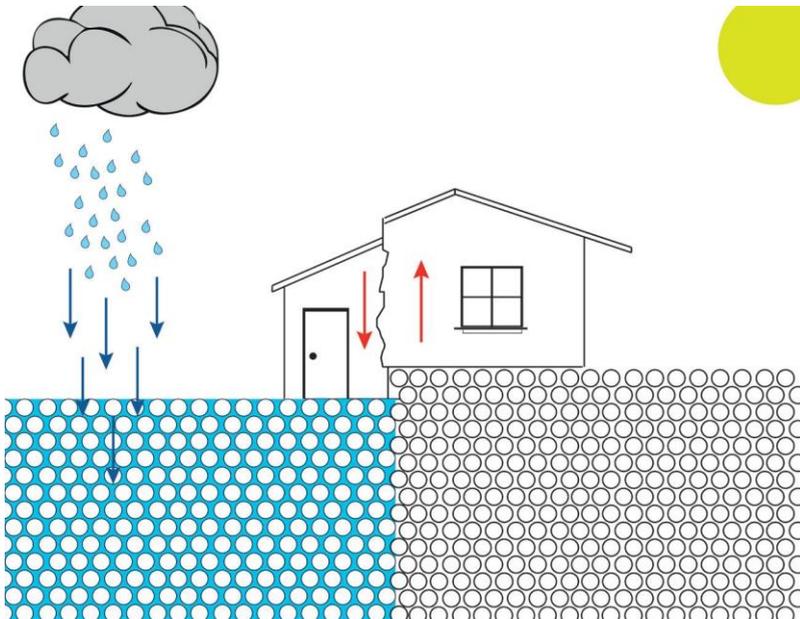
Um colapso pode ser traduzido por afundamento no terreno, que ocorre de forma rápida. Quando o mesmo processo ocorre de forma gradual é conhecido como subsidência. A formação de vazios na subsuperfície ou a deformação de alguns tipos específicos de solo constituem a causa destes fenômenos.



Subsidência em terreno cárstico em Bom Sucesso do Itararé (Junho de 2006). Foto: Acervo IG.

Ocorrem, principalmente, em áreas do interior paulista (Pereira Barreto, São José do Rio Preto, Ilha Solteira e Bauru) e no Vale do Ribeira.

Essas áreas com ocorrência de colapsos no interior de São Paulo apresentam as condições ideais para o desenvolvimento dos chamados “solos colapsíveis”, onde se alternam estações de relativa seca e de precipitações intensas. O colapso ocorre quando há uma carga sobre o solo, como, por exemplo, o peso das estruturas de um prédio ou residência. No Vale do Ribeira, esses colapsos são causados pela formação de vazios no subsolo em decorrência da formação de cavernas, por dissolução de rochas carbonáticas (calcário, dolomito e mármore) pela água que se infiltra no solo. Esses locais são denominados “terrenos cársticos”.



Solo úmido e compactado

Solo seco e não compactado

Subsidência em área urbana.



Trincas em moradia provocadas por subsidência de solo em terreno cárstico em Guapiara (Fevereiro de 2010).
Foto: Acervo IG.



Subsidência em rua do Município de Guapiara (Fevereiro de 2010). Foto: Acervo IG.

Recalque

O termo recalque significa o afundamento de parte das estruturas das edificações, originando, por exemplo, os “prédios inclinados” que podem ser vistos na orla de Santos. Este processo ocorre quando as construções são feitas sobre “solos compressíveis” ou solos argilosos, que não apresentam resistência satisfatória ou suficiente para comportar o peso das edificações.



Edifícios residenciais na orla de Santos/SP. O edifício na posição central está inclinado em função do recalque da superfície. Foto: Acervo IG.

Reconhecendo os sinais no dia a dia

O aparecimento de trincas e fissuras generalizadas nas alvenarias das construções podem ser um indicativo de colapso, subsidência ou recalque. Se existem cavernas próximas à sua comunidade e for percebido o aparecimento de buracos no solo é necessário comunicar à Defesa Civil ou autoridade competente, para tomar as providências necessárias.

Quando houver utilização de água subterrânea, como poços artesianos, deve haver um monitoramento contínuo do nível d'água para não haver um rebaixamento excessivo, o que aumenta o risco de colapso. Da mesma forma, a elevação do nível d'água, com a instalação de reservatórios ou barragens, altera os fluxos da água subterrânea e oferece os mesmos riscos.

Em áreas com presença de atividade minerária, o rebaixamento do nível da água, assim como o desmonte de rochas pelo uso de explosivos, pode desencadear subsidências ou colapsos.

Dicas de segurança

As regiões que apresentam a formação de cavernas, conhecidas como terrenos cársticos, são áreas naturalmente vulneráveis e sua ocupação deve ser precedida de estudos geológicos. Nem sempre é possível constatar a presença de cavernas observando a superfície. Muitas vezes, a formação de condutos (cavernas) ocorre em subsuperfície.

Essas cavernas formadas em subsuperfície podem sofrer desmoronamentos e, conseqüentemente, a superfície afunda. Nestes casos, o risco maior é o desconhecimento da presença destas rochas e a ocupação da superfície sujeita a colapsos e subsidências.

Da mesma forma, os recalques e colapsos que ocorrem em terrenos constituídos por “solos colapsíveis” do interior paulista ou “solos compressíveis”, presentes no litoral, causam danos estruturais muitas vezes irreparáveis em moradias, incompatíveis com o investimento econômico necessário. A presença destes solos também só pode ser constatada por meio de estudos geotécnicos e as construções devem atender aos critérios técnicos quanto à profundidade das fundações.

Portanto, é importante que todas as áreas construídas sigam as recomendações previstas no planejamento territorial do município e as legislações ambientais.

Fato ou ficção?

- Não é possível ocupar locais onde há ocorrência de solos colapsíveis.

Ficção. A construção é possível, desde que sejam feitos estudos geotécnicos prévios e utilizadas fundações profundas, que atinjam uma camada de solo mais resistente e que permitam garantir a estabilidade estrutural das edificações.

- Os colapsos são gerados por ação humana.

Fato e ficção. Os colapsos podem ser ocorrências naturais, resultados da dissolução das rochas, formando cavernas em subsuperfície e causando o desmoronamento da superfície acima destas. Entretanto, a ação humana, como o bombeamento excessivo de água e acréscimos de peso na superfície do terreno, como na construção de edificações, também pode causar colapsos.

A influência humana nos Desastres Naturais e suas consequências



4

4. A influência humana nos Desastres Naturais e suas consequências

Retomando as definições abordadas nos capítulos anteriores, os desastres podem ser relacionados à dinâmica interna ou externa da Terra e essas ocorrências podem ser agravadas pela ação humana (antrópica).

No último século, o Estado de São Paulo sofreu severas mudanças ambientais, intensificadas devido ao crescente desenvolvimento urbano, industrial e ao aumento populacional. O desmatamento, a poluição, a degradação dos solos e a exploração irrestrita dos recursos naturais têm trazido diversos impactos ao meio ambiente.



Intervenção antrópica em encosta no Taboão da Serra acentuando a declividade e causando escorregamento (Setembro de 2009). Foto: Acervo IG.

Ações humanas e suas consequências.

| Ação antrópica | Consequências |
|--|--|
| Desmatamento Solo exposto Agricultura sem prática conservacionista | Erosão dos solos Perda de fertilidade das terras agricultáveis Assoreamento em corpos d'água e reservatórios, causando diminuição da capacidade útil |
| Impermeabilização Adensamento urbano Deficiências no sistema de drenagem Bueiros e galerias entupidas | Escoamento superficial concentrado Inundações bruscas Alagamentos |
| Acúmulo de lixo/entulho | Inundações Escorregamentos |
| Ocupação de áreas com declividades acentuadas, com intervenções de cortes e aterros | Escorregamentos |
| Ocupação em margens de cursos d'água | Inundações |
| Emissão de gases poluentes | Chuvas ácidas |
| Bombeamento excessivo de água do lençol freático | Colapsos Subsidências |
| Urbanização em praias Retirada de areia em grandes volumes | Erosão costeira |



Escorregamento induzido por despejo de tubulação de água pluvial em Franco da Rocha (Janeiro de 2010).
Foto: Acervo IG.

De fato, a intervenção humana na natureza é inevitável, pois somente assim nos são proporcionadas as condições de moradia, alimentação, bem-estar e conforto. Entretanto, essas alterações ocorridas ao longo do tempo têm caráter definitivo, ou seja, a natureza jamais se recuperará a ponto de voltar à estabilidade de seu estado primário.

Os desastres nos causam prejuízos econômicos quando destroem bens e propriedades, mas, acima de tudo, causam mortos e feridos, além de desabrigados e desalojados.



Moradias instaladas em áreas com declividade acentuada em Taboão da Serra (Dezembro de 2009).
Foto: Acervo IG.

Normalmente, as ações humanas buscam o retorno técnico e econômico imediato, sem prognosticar as consequências passíveis de ocorrer em longo prazo.

Desta forma, é importante que as nossas intervenções sejam compatíveis com a potencialidade dos recursos naturais, mas também considerando a sua fragilidade e os efeitos que retornam para a comunidade.

Portanto, o desenvolvimento urbano e rural devem ter uma postura conservacionista, de acordo com a legislação e com o planejamento territorial de cada município.



Conhecendo o Gerenciamento de Risco no Estado de São Paulo



5

5. Conhecendo o Gerenciamento de Risco no Estado de São Paulo

Além de estarmos preparados no dia a dia para reconhecer os sinais de que um desastre pode vir a ocorrer, é bom saber que existem órgãos do Governo que são responsáveis por agir em todas as etapas do desastre: antes, durante e depois.

O gerenciamento de desastres é um dos instrumentos de gestão urbana, que, integrado a outras políticas públicas, tem finalidade de reduzir, prevenir e controlar, de forma permanente, o risco de desastres na sociedade.

A principal meta de se fazer um gerenciamento de desastres é entender os fenômenos naturais que ocorrem em determinada região e preparar as comunidades para enfrentar as consequências desses fenômenos.

Os institutos de pesquisa e as universidades, assim como alguns órgãos governamentais, são os responsáveis por estudar e divulgar o conhecimento sobre os fenômenos. Os governos federal, estaduais e municipais, as ONGs e associações comunitárias são responsáveis por prevenir, reduzir e minimizar as consequências do desastre e auxiliar nos trabalhos de recuperação, caso o desastre venha a ocorrer.

As etapas que compõem o gerenciamento dos desastres são: Prevenção, Mitigação, Preparação, Alerta, Resposta, Reabilitação, Reconstrução e Desenvolvimento.

Essas etapas correspondem ao esforço de prevenir a ocorrência do desastre, mitigar as perdas, preparar-se para as consequências, alertar as comunidades, responder às emergências e recuperar-se dos efeitos dos desastres. Estão presentes em três momentos: antes, durante e depois do desastre.

Gerenciamento de Risco



Cardona (1996) apud Tominaga et. al. (2009).

Antes do desastre

Prevenção: objetiva evitar que ocorra o evento.

Mitigação: pretende minimizar o impacto do desastre, reconhecendo que muitas vezes não é possível evitar sua ocorrência.

Preparação: estrutura a resposta (planejamento das ações emergenciais caso o desastre ocorra).

Alerta: corresponde à notificação formal de um perigo iminente.

Durante o desastre

Atividades de resposta ao desastre são aquelas que se desenvolvem no período de emergência ou imediatamente após ocorrido o evento. Nesse momento, são acionados imediatamente o Corpo de Bombeiros e a Defesa Civil. Podem envolver ações de evacuação, busca e resgate, de assistência e alívio à população afetada e ações que se realizam durante o período em que a comunidade se encontra desorganizada e os serviços básicos de infraestrutura não funcionam.

Depois do desastre

Reabilitação: período de transição que se inicia ao final da emergência e no qual se restabelecem os serviços vitais indispensáveis e os sistemas de abastecimento da comunidade afetada.

Reconstrução: caracteriza-se pelos esforços para reparar a infraestrutura danificada, restaurar o sistema de produção e revitalizar a economia.

Desenvolvimento: busca alcançar ou superar o nível de desenvolvimento prévio ao desastre.

No Estado de São Paulo, algumas medidas preventivas são desenvolvidas pelas Prefeituras Municipais em conjunto com a Defesa Civil Estadual e com apoio técnico de duas instituições de pesquisa, o Instituto de Pesquisas Ambientais (IPA) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT); e, também do Ministério das Cidades, por meio de: Plano Preventivo de Defesa Civil (PPDC), Mapeamento de Áreas de Risco e Plano Municipal de Redução de Risco (PMRR).

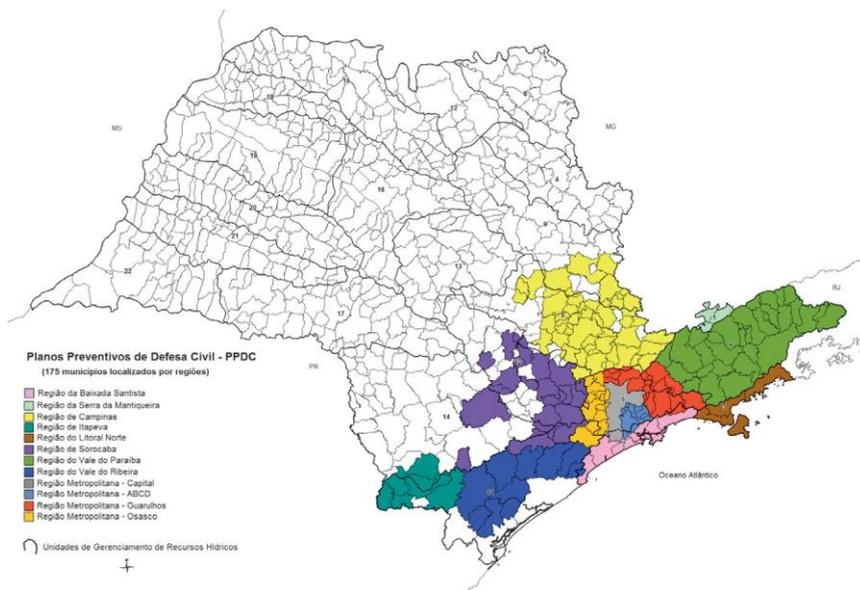


Medidas preventivas em período anterior a desastres que são desenvolvidas no Estado de São Paulo. Todas as ações devem ser coordenadas e são complementares.

Plano Preventivo de Defesa Civil (PPDC)

O PPDC (Plano Preventivo de Defesa Civil) entra em operação anualmente no período do verão, sob a coordenação da CEPDEC (Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil) e tem apoio do Instituto de Pesquisas Ambientais (IPA) e do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), em atendimento ao Decreto Estadual nº 42.565/97. O objetivo do PPDC é a prevenção dos riscos associados aos escorregamentos e inundações, para reduzir a possibilidade de perdas de vidas.

Atualmente, o PPDC está implantado em 175 municípios do Estado, distribuídos por 10 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHs).



Distribuição dos Municípios do Estado de São Paulo atendidos pelo PPDC ou Planos de Contingência.
Fonte: CEDEC (2016). Elaboração: IG-SMA (2018).

A operação do PPDC baseia-se no acompanhamento de 3 parâmetros:

- Índice pluviométrico (acumulado de chuvas em 72 horas, que no Estado de São Paulo varia de 80 a 120mm);
- Previsão meteorológica;
- Vistorias de campo, onde são avaliadas as evidências de movimentação no terreno e definido o grau de risco, de acordo com a Ficha de Vistoria Técnica - PPDC.

O Plano Preventivo de Defesa Civil tem quatro níveis de operação:

Observação: Todos os municípios iniciam o verão neste nível. As ações desempenhadas pelas COMPDECs (Comissões Municipais de Proteção e Defesa Civil) consistem em conscientizar a população residente em áreas de risco e fazer o monitoramento do acumulado de chuva.

Atenção: Ocorre quando o acumulado de chuvas ultrapassa o valor de referência da região. Neste caso, as COMPDECs realizam vistorias nas áreas de risco para verificar a ocorrência de escorregamentos ou evidências de movimentação, como trinças, degraus de abatimento, muros embarrigados, árvores e postes inclinados.

Alerta: É acionado quando ocorrem escorregamentos pontuais ou constatadas evidências de movimentação. Neste caso, pode ser necessária a remoção de moradores de áreas de risco iminente.

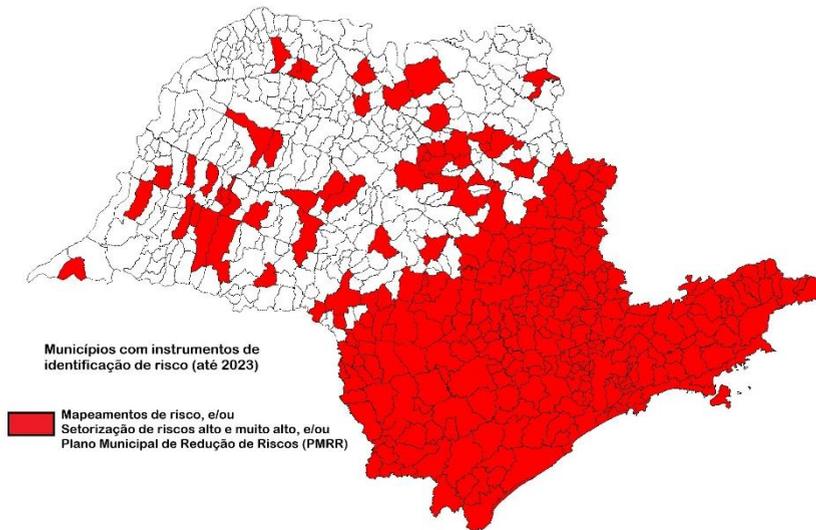
Alerta Máximo: Só é acionado quando ocorrem escorregamentos generalizados pelo município. É necessária a remoção de moradores de áreas de risco iminente e demais áreas que apresentem evidências de movimentação.

Mapeamento de Áreas de Risco Geológico e Hidrológico

Até 2023 o Instituto Geológico, atual IPA, por meio de cooperação técnica com a Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil do Estado de São Paulo (CEPDEC), executou o mapeamento de áreas de riscos geológicos e hidrológicos de 82 municípios no Estado de São Paulo a atualizou informações de 14 municípios.

Outros órgãos técnicos (IPT, CPRM, Comitês de Bacias Hidrográficas, entre outros) também elaboraram estudos de avaliação em áreas de risco. No total existem no Estado de São Paulo 314 municípios estudados até 2023.

Estes estudos subsidiam ações articuladas pela CEPDEC na identificação e gerenciamento das situações de riscos associados a escorregamentos, inundação e erosão, com vistas à minimização e à prevenção de acidentes e danos aos cidadãos moradores dessas áreas críticas. O objetivo é a rápida implementação de ações de prevenção e mitigação nas áreas prioritárias por parte do município.



Distribuição dos Municípios do Estado de São Paulo com instrumentos de identificação de risco.
Fonte: CEPDEC (2023). Elaboração: IPA (2023).

Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR)

O Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR) é uma ação incentivada pelo Ministério das Cidades para auxiliar os municípios a fazerem seus diagnósticos das áreas de risco e envolve:

- a) o treinamento das equipes municipais para elaboração do diagnóstico, prevenção e gerenciamento de riscos;
- b) apoio financeiro para elaboração, pelo município, do Plano de Redução de Risco, instrumento de planejamento que contempla o diagnóstico de risco, as medidas de segurança necessárias, a estimativa de recursos necessários, o estabelecimento de prioridades e a compatibilização com os programas de urbanização de favelas e regularização fundiária; e,
- c) apoio financeiro para elaboração de projetos de contenção de encostas em áreas de risco, consideradas prioritárias nos Planos Municipais de Redução de Riscos.

Conversando sobre Desastres Naturais



6

6. Conversando sobre Desastres Naturais

A forma mais importante de como sobreviver aos desastres é saber sobre eles, reconhecer os sinais de que algo está para acontecer e, principalmente, saber o que fazer caso o desastre aconteça.

Para isso, é necessário **divulgar para a comunidade todo o conhecimento sobre o assunto**, conversando com todas as pessoas, adultos, idosos e crianças. **Esta atitude pode salvar muitas vidas!**

Qualquer mudança no terreno ou na casa deve ser comentada com moradores próximos para verificar se ocorreu em outros locais também e informá-los sobre o assunto.

Constatada qualquer situação incomum, é importante comunicar à Defesa Civil, que fará vistoria e tomará as providências necessárias.

É interessante que todos da família tenham em mente um local para se encontrar caso ocorra um desastre e seja necessário deixar a área rapidamente. Este local pode ser a casa de um amigo ou parente, uma escola, ginásio ou quadra do bairro, desde que seja um local seguro e de fácil acesso. Isso diminui a ansiedade e faz com que as chances de êxito de agir rapidamente sejam maiores.

Recomenda-se estar sempre atento às notícias no rádio ou televisão.

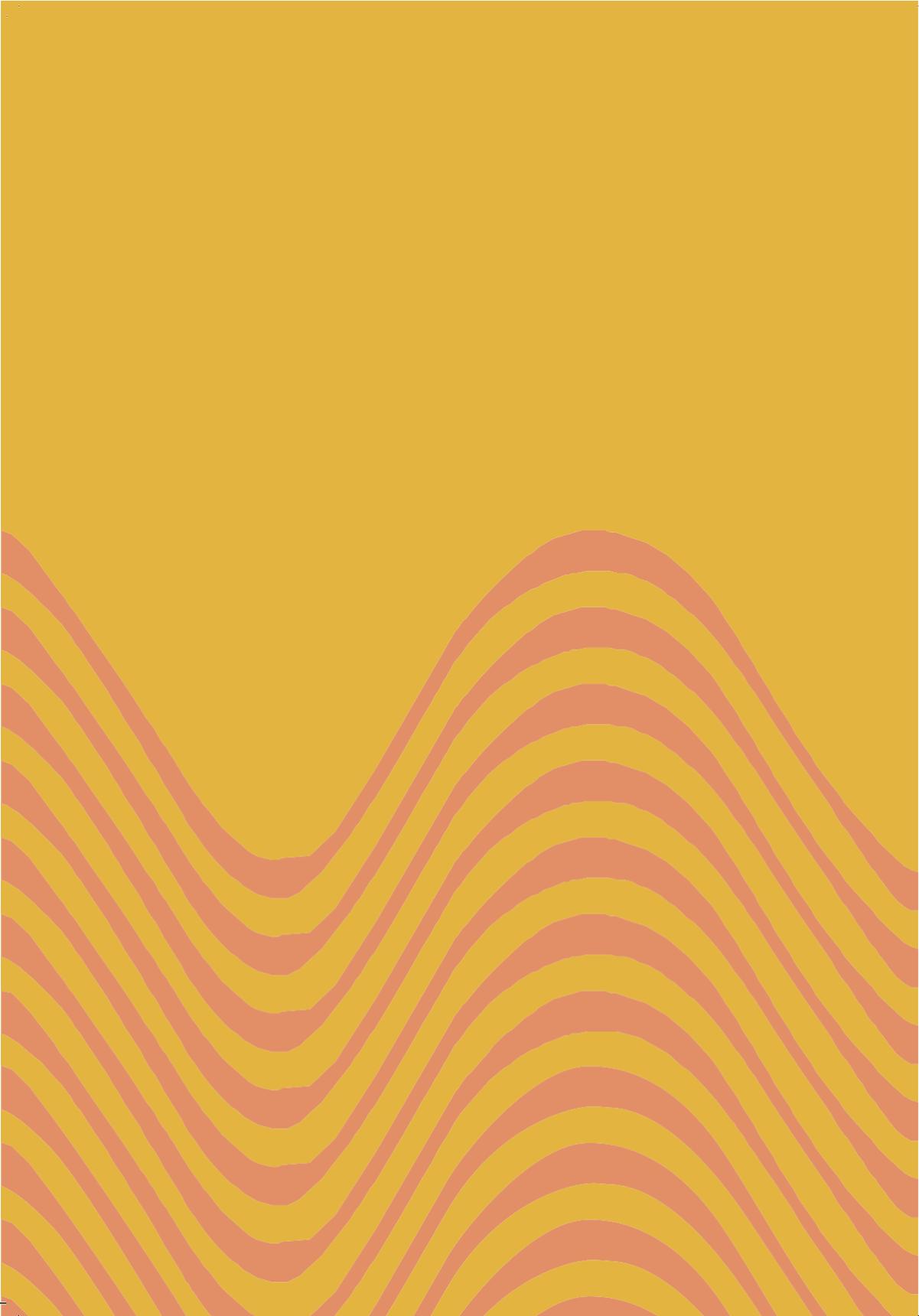
Tenha anotado alguns telefones importantes:

- **Corpo de Bombeiros - 193**
- **Defesa Civil - 199**
- **Ambulância - 192**
- **Polícia Militar - 190**

Para a sua segurança e de seus familiares, sempre atenda o que foi recomendado pelas autoridades: não hesitar em deixar o local caso sejam verificados indicativos de um desastre iminente e somente retornar quando for autorizado.



Escorregamento atinge base de edifício, construído próximo a talude de corte de alta declividade em Taboão da Serra (Janeiro de 2011). Foto: Acervo IG.



Glossário



GLOSSÁRIO

Ação antrópica – alterações promovidas pelo ser humano na natureza.

Água servida - qualquer despejo ou resíduo líquido com potencialidade de causar poluição ou contaminação. Esgoto.

Cursos d'água – rios, córregos, ribeirões.

Dinâmica natural – interação entre as rochas, o relevo, os solos, a vegetação e o clima em uma condição de equilíbrio. A alteração em um destes fatores pode alterar também os demais, até uma nova condição de equilíbrio ser atingida.

Encosta – declive dos morros, colinas ou serras.

Intermitente – que não é contínuo. Que para por intervalos e recomeça.

Jusante – local que concentra todo o volume de água da bacia hidrográfica. É onde o rio “deságua”, a foz.

Mitigação – minimização, atenuação, diminuição.

Montante – local das nascentes de um rio.

Perigo geológico – evento ou fenômeno geológico potencialmente danoso, o qual pode causar a perda de vidas e ferimentos a pessoas, danos a propriedades, interrupções de atividades sociais e econômicas ou degradação ambiental.

Placas tectônicas – são placas rígidas, que formam a litosfera, a superfície sólida do planeta, com espessuras entre 100 e 200 km, que se movimentam em várias direções, com velocidades muito lentas e variadas, podendo se chocar umas contra as outras. O choque entre as placas pode causar terremotos e vulcanismo.

Plano de fraqueza (Rocha) - superfície que separa os estratos, originada por mudança de granulação do material depositado, composição mineralógica, tamanho dos grãos, ou orientação das partículas. É frequentemente observado pelas diferenças de coloração entre os estratos ou pela facilidade da rocha em se partir segundo essas superfícies.

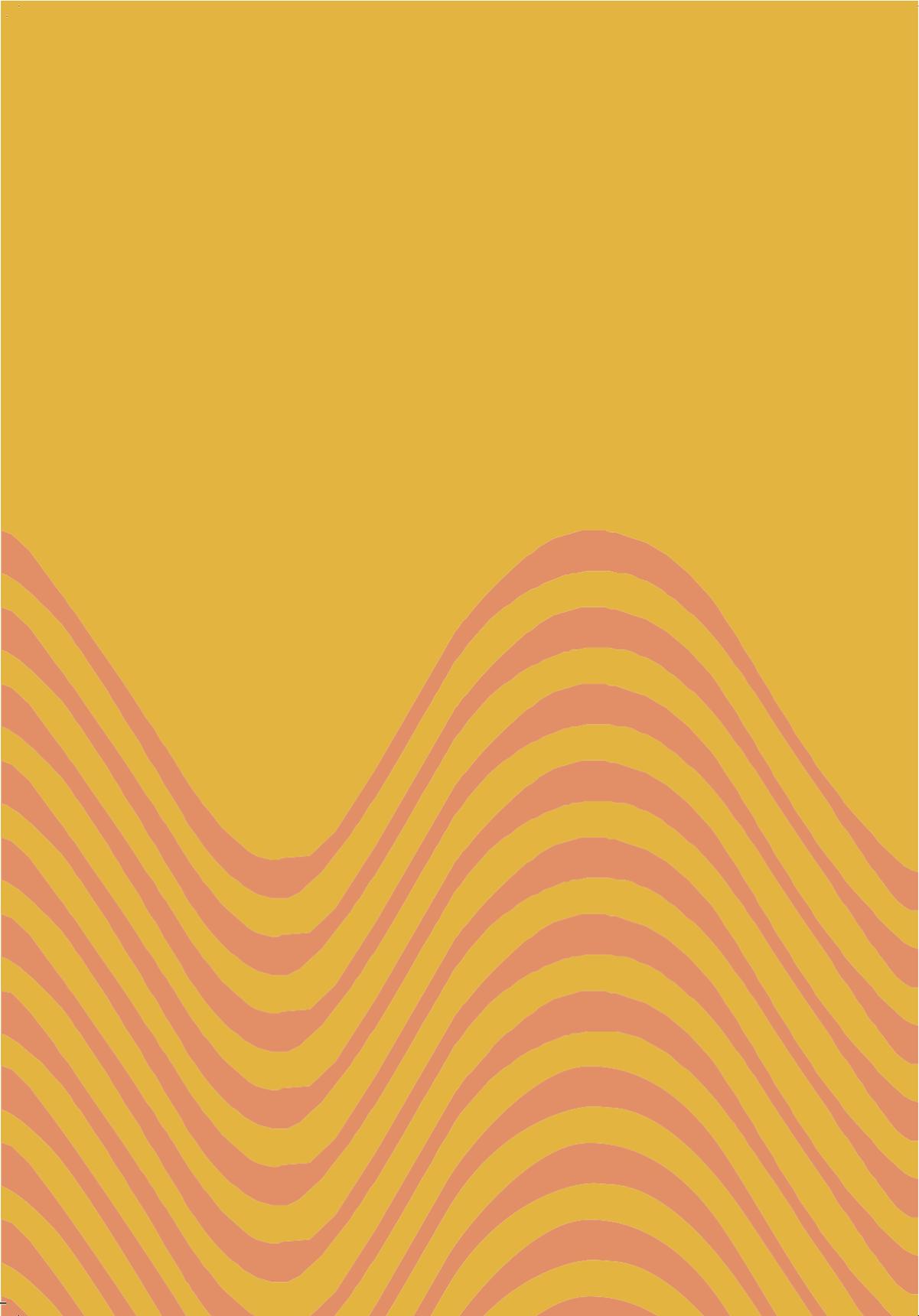
Rochas fraturadas – a fratura é uma descontinuidade que aparece isoladamente em uma massa rochosa, semelhante a trincas ou rachaduras.

Sazonal – que ocorre em algumas estações do ano.

Superfície de ruptura - plano de descontinuidade de um maciço de solo ou rocha.

Suscetibilidade – sensibilidade, fragilidade, que sofre alterações e mudanças com facilidade.

Vales encaixados – locais que não possuem uma área plana no entorno do rio para ser ocupada pelas águas quando o volume é grande; há um grande desnível do relevo próximo às margens do rio.



Referências Bibliográficas



REFERÊNCIAS

American RedCross. **Talking About Disaster: Guide for Standard Messages**. Disponível em: https://www.weather.gov/media/bis/AmericanRedCross_TalkingAboutDisaster.pdf . Acesso em jun. 2023.

BROLLO, M.J. (Org.). 2009. **O Instituto Geológico na Prevenção de Desastres Naturais**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. 100 p. : il. color. ; 28 cm. ISBN 978-85-87235-08-4. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutogeologico/publicacoes/livros-e-colecoes/livros-e-audiolivros/> . Acesso em jun. 2023.

CoastCare - **Living With Coastal Erosion In Kwazulu-Natal**. Disponível em: https://www.coastkzn.co.za/wp-content/uploads/2019/03/Erosion_Strategy_Doc.pdf. Acesso em jun. 2023

CRED. **2022 Disasters in numbers**. Brussels: CRED; 2023. Disponível em: https://cred.be/sites/default/files/2022_EMDAT_report.pdf , Acesso em jun. 2023.

Federal Emergency Management Agent – **FEMA for Kids**. . Disponível em: <https://www.fema.gov/blog/fema-kids> . Acesso em jun. 2023.

G1 SP. Número de raios na Grande SP aumenta 24% em 2022 e chega a 50,3 mil, diz levantamento. **G1 globo.com**, São Paulo, 07.02.2023. G1 SP. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2023/02/07/numero-de-raios-na-grande-sp-aumenta-24percent-em-2022-e-chega-a-503-mil-diz-levantamento.ghtml> . Acesso em: jun. 2023.

Geology For Kids, **The Study of Our Earth**. Disponível em:

<https://www.education.com/> . Acesso em jun. 2023.

GUERRA, A.T.; GUERRA, A.J.T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 652p.

KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D.A.; MARCELINO, I.P.V.O.; MARCELINO, E.V.; GONÇALVES, E.F.; BRAZETTI, L.L.P.; GOERL, R.F.; MOLLERI, G.; RUDORFF, F. **Prevenção de desastres naturais: Conceitos básicos**. Curitiba: Organic Trading, 2006. 109 p. Disponível em: <http://www.labhidro.ufsc.br/pt/livros>. Acesso em: jun. 2023

LEINZ, V.; LEONARDOS, O.H. **Glossário Geológico**. São Paulo: Editora Nacional e EDUSP, 1970. 236p.

Michaelis – **Moderno Dicionário da Língua Portuguesa**. Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/> Acesso em ago. 2010.

Portal São Francisco. **Tempestade tropical**. Disponível em: <https://www.portalsaofrancisco.com.br/geografia/tempestade-tropical>. Acesso em jun. 2023.

ROSS, J.L.S. **Geomorfologia - Ambiente e Planejamento**. São Paulo: Contexto, 2001. 88p.

Save The Children. **Reducing risks, saving lives**. 2009. Disponível em <https://www.savethechildren.net/research-reports/search?page=2&theme=emergencies>. Acesso em jun. 2023.

SCHEUREN, J.M.; POLAIN, O.; BELOW, R.; GUHA-SAPIR, D.; PONSERRE, S. 2008. **Annual Disaster Statistical Review - The Numbers and Trends 2007**. CRED – Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. 2008, Université Catholique de Louvain, Brussels, Belgium. Disponível em: <http://www.emdat.be/Documents/Publications>. Acesso em ago. 2009.

TOMINAGA, L.K.; SANTORO, J. AMARAL, R. (Org.) **Desastres Naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. Disponível <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutogeologico/publicacoes/livros-e-colecoes/livros-e-audiolivros/>, Acesso em mai. 2010.

TOMINAGA, L.K.; FERREIRA, C.J.; VEDOVELLO, R.; TAVARES, R.; SANTORO, J. ;SOUZA, C.R. de G. 2004. **Cartas de perigo a escorregamentos e de risco a pessoas e bens do Litoral Norte de São Paulo: conceitos e técnicas**. In: PEJON, O.; ZUQUETTE, L. (eds.) Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental, 5º, São Carlos (SP), 16-18/11/2004, ABGE. Anais..., p. 205-216 (CD-ROM).

Leitura Recomendada





LEITURA RECOMENDADA

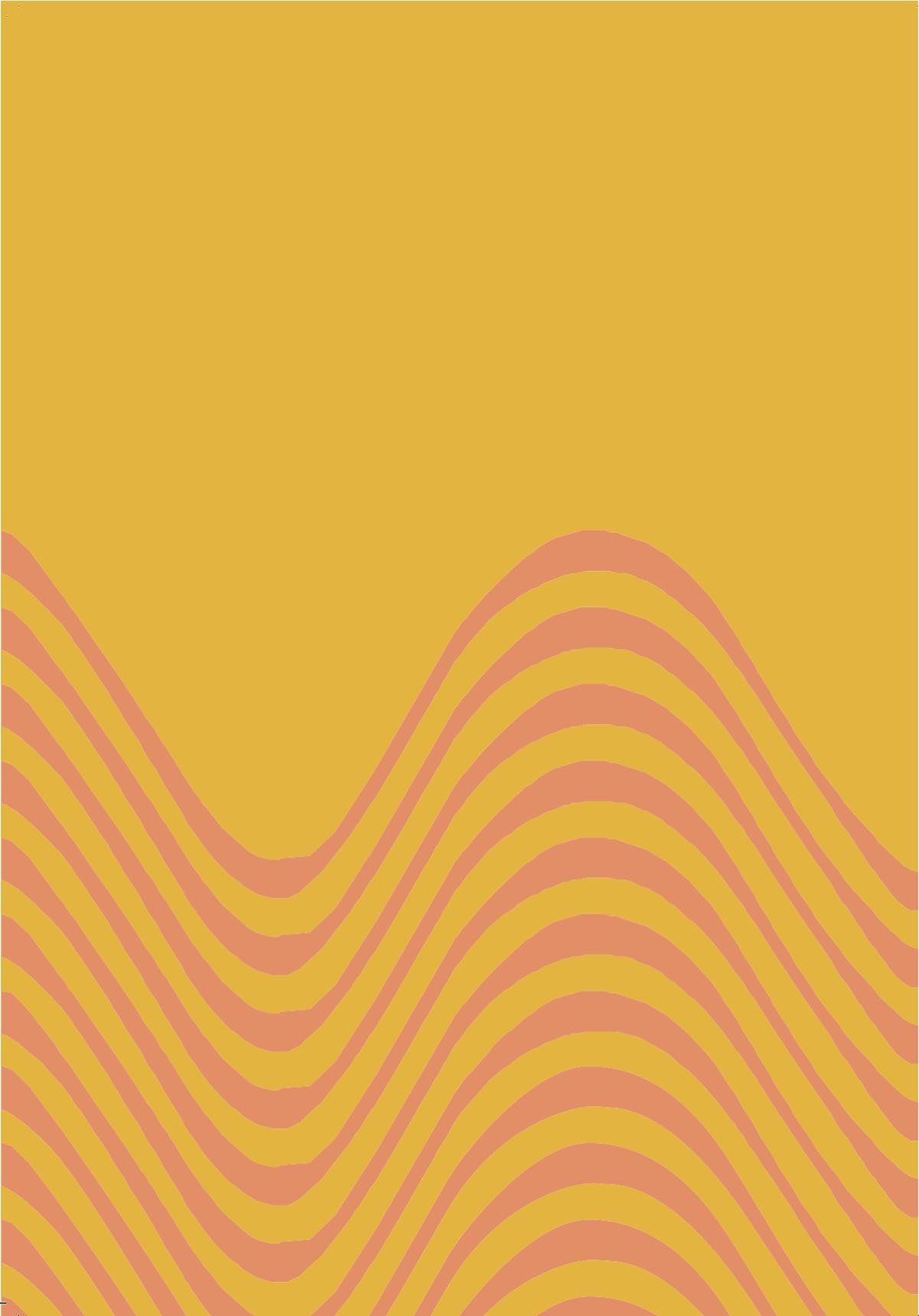
TOMINAGA, L.K.; SANTORO, J. AMARAL, R. (Org.) **Desastres Naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. Disponível em:

<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutogeologico/publicacoes/livros-e-colecoes/livros-e-audiolivros/> , Acesso em mai. 2010.

KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D.A.; MARCELINO, I.P.V.O.; MARCELINO, E.V.; GONÇALVES, E.F.; BRAZETTI, L.L.P.; GOERL, R.F.; MOLLERI, G.; RUDORFF, F. **Prevenção de desastres naturais: Conceitos básicos**. Curitiba: Organic Trading, 2006. 109 p. Disponível em <http://www.labhidro.ufsc.br/pt/livros>, Acesso em: jun. 2023

UNDRR United Nations Office for Disaster Risk Reduction **UNDRR Publications**. Disponível em: <https://www.undrr.org/publications>, Acesso em: jun. 2023

Our World in Data **Natural Disasters - Mapas interativos**. Disponível em: <https://ourworldindata.org/natural-disasters> , Acesso em ju. 2023



FICHA TÉCNICA

Cadernos de Educação Ambiental

Coordenação Geral

Silvana Augusto

Caderno Desastres Naturais

Autoria

Rosângela do Amaral

Mirian Ramos Gutjahr

Colaboração Técnica

Rodolfo Moreda Mendes

Maria Luiza Emi Nagai

Celia Regina de Gouveia Souza

Revisão Técnica

Maria José Brollo

Lídia Keiko Tominaga

Revisão do Texto

Denise Scabin Pereira

Produção Editorial

Sandra Moni

Figuras

Catherine G. M. Prado

Márcia Vieira Silva

Projeto Gráfico

Vera Severo

Diagramação

QUATRO ARQUITETOS

Impressão e Acabamento

Imprensa Oficial do Estado S/A – IMESP

Agradecimentos

Poema “Sob o temporal” – Selito SD

Foto cedida pg. 40 - Acervo Antonio José Cury

Foto cedida pg. 59 – Acervo de Cláudio Gomes

Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística

Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 São Paulo SP

05459-900

Tel.: 11 3133 3000

semil.sp.gov.br

Instituto de Pesquisas Ambientais

Núcleo de Geociências, Gestão de Risco e Monitoramento Ambiental (NGGRMA)

Rua Joaquim Távora, 822

São Paulo SP 04015-011

Tel.: 11 5073-5511

infraestruturameioambiente.sp.gov.br/ipa



GOVERNO DO ESTADO
DE SÃO PAULO

