

Controle de inundações repentinas

Emerson Luís Pawoski da Silva

Doutorando em Geografia, UFPR, Brasil.
em.pawoski@gmail.com

Maria Helena de Carvalho Rodrigues Silva

Doutoranda em Geografia, UERJ, Brasil.
mhcrsilva@gmail.com

Francisco de Assis Mendonça

Professor Doutor em Geografia, UFPR, Brasil.
chico@ufpr.br

RESUMO

As inundações repentinas estão entre os desastres hidrológicos que mais causam danos à vida e estruturas no Brasil. Devido ao cenário futuro de aumento da temperatura global provocando intensas precipitações, a frequência e impactos de inundações repentinas pode se tornar um problema cada vez maior. Através da literatura, esse estudo buscou: esclarecer como ocorrem inundações repentinas; apresentar políticas nacionais e dispositivos legais relacionados à gestão de riscos de desastres e que medidas/ ações são sugeridas para prevenção e resposta. As inundações repentinas são intensas movimentações hídricas superficiais não dependentes de cursos hídricos, mas, que ocorrem consoante clima quente e úmido, relevo acidentado e cobertura da terra com impermeabilização. Em todo planeta, medidas e ações são propostas para esses desastres e no Brasil, a Defesa Civil atua através de monitoramentos, diagnósticos, prognósticos e medidas estruturais, ou seja físicas, e não-estruturais, ou regulamentadoras. Para inundações repentinas, as medidas estruturais se concentram na cobertura da terra e principalmente pela vegetação, enquanto as não-estruturais pelo zoneamento de áreas de risco e assistência a populações atingidas. Essas medidas podem ser melhoradas com maior uso de dados sociais, como renda, e meteorológicas, como movimento de massas de ar, temperatura, umidade e nuvens. As informações sobre inundações repentinas, órgãos responsáveis e medidas podem ser utilizadas para auxílio na gestão de risco desses desastres.

PALAVRAS-CHAVE: Mudanças climáticas. Planejamento. Água.

1 INTRODUÇÃO

As mudanças nas paisagens interferem em seus componentes, beneficiando ou prejudicando. Essas transformações são comuns, porém, quando causam danos à humanidade, também são compreendidas como eventos perigosos. Importante ressaltar que nem todos os eventos naturais são causam danos, uma vez que isso ocorre quando sua magnitude está além do esperado e não há medidas de resistência e resiliência (MONTEIRO; MENDONÇA, 2011).

De difícil tradução, a expressão *Hazard*, é comumente adotada como sinônimo de perigo ou possibilidade de evento danoso. Nesse estudo o termo vulnerabilidade está associado a grupos sociais com algum tipo de exposição a um evento danoso e suscetibilidade está relacionada a aspectos ambientais favoráveis a evento danoso (BRASIL, 2007; NOBRE; MARENGO, 2017). A vulnerabilidade é influência pela renda e educação, aumentando dos centros urbanos para as áreas marginais (BUFFON, 2018). O risco é, portanto, a soma do grau de danos e a possibilidade de suas ocorrências. Quando o risco deixa de ser uma ameaça e se torna um evento real, é dito desastre ou acidente ambiental (SAUSEN; LACRUZ, 2015). As áreas de risco são, enfim, áreas habitadas onde eventos ambientais danosos podem se manifestar (BRASIL, 2007). Os danos, nesses locais, podem ser particulares ou do poder público, e de ambas as formas há grupos sociais específicos que são mais afetados (MONTEIRO; MENDONÇA, 2011).

Para Nobre e Marengo (2017), a organização espacial dos grupos sociais em um local determina como esses experimentam desastres ambientais, e comumente são os desfavorecidos, como servos, imigrantes e escravos, que sofrem mais (FREITAS, 2011). Mendoza (2010, p. 156) comenta:

[...] os riscos socioambientais urbanos dizem respeito aos fenômenos imbricados de contingências naturais e sociais que desestabilizam as condições de vida das sociedades urbanas; eles evidenciam elementos e fatores de ordem natural (ambiental) e social (cultural, política, econômica e tecnológica).

Apesar do surgimento de novas tecnologias e artefatos, com o crescimento da população e expansão de territórios, aumentaram os riscos de desastres naturais (FREITAS, 2011, MONTEIRO; MENDONÇA, 2011). Os centros urbanos são os locais que mais consomem bens e serviços, e consequentemente interferem nos processos ambientais (ADLER; TANNER,

Fórum Ambiental da Alta Paulista

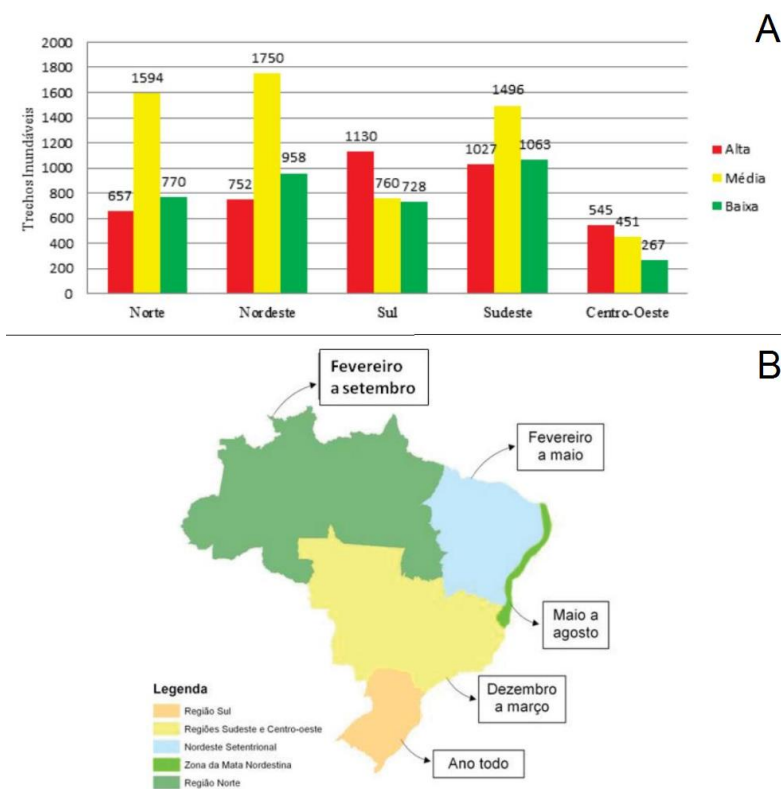
ISSN 1980-0827 – Volume 17, número 2, 2021

2015), contudo a questão de áreas marginais terem menor resiliência constitui quadros de injustiça ambiental. Entre as causas de desastres ambientais, citam-se: baixa renda, ausência de planejamento territorial, inexistência de dispositivos legais relacionados a áreas de risco e despreparo profissional. As resoluções se encontram entre as opções: adaptação, eliminação ou redução de risco (BRASIL, 2007).

Estando a umidade do ar e precipitação associados à temperatura, as mudanças do clima afetam as intensidades de chuvas (FREITAS, 2011, MONTEIRO; MENDONÇA, 2011). O IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change = Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) apresenta que os impactos das mudanças climáticas podem ser diretos (vidas e estruturas), ecológicos e patológicos. Certos patógenos, por exemplo, estão mais adaptados com temperaturas mais quentes e ambientes úmidos (FREITAS, 2011).

Entre os anos de 1995 e 2015, o Brasil foi considerado um dos 10 países mais afetados por desastres naturais (NOBRE; MARENGO, 2017), sendo 85 % ocasionados por excesso ou ausência de água (MONTEIRO; MENDONÇA, 2011; MARENGO et al., 2021). De 1970 a 2012 foram registrados 8.835 desastres naturais, relacionados a aproximadamente 2 milhões de mortes. No ano de 2011, ocorreram 302 desastres, dos quais 106 foram associados à precipitação intensa (enchentes, inundações repentinas e deslizamento) (NOBRE; MARENGO, 2017). Na região sul do país, por exemplo, vendavais e inundações, graduais e repentinas, são os desastres que mais causam óbitos (SAUSEN; LACRUZ, 2015). De acordo com a frequência (<5 anos; 5 a 10 anos; > 10 anos) e impactos (vida, estruturas e serviços essenciais), a Agência Nacional de Águas (ANA) classificou as regiões do Brasil de acordo com as vulnerabilidades às inundações (Figura 1).

Figura 1 – Classes de vulnerabilidade a desastres hidrológicos.



Fonte: ANA (2014).

MARENGO et al., (2021) fizeram projeções para 3 cenários de aumento da temperatura no Brasil, de 1,5; 2 e 4°C, observando o aumento gradativo na frequência e magnitude de inundações repentinas e graduais, e deslizamentos. Até 2100, as regiões mais afetadas serão sul e sudeste, principalmente em áreas montanhosas, contudo a região nordeste apresenta menores condições de lidar com esses desastres. Essas projeções corroboram estudos de reanálise, principalmente no sul (MENDONÇA, 2017, MARENGO et al., 2021).

Como exposto, há a hipótese da possibilidade do aumento do risco de desastres hidrológicos, em especial inundações repentinas, em razão de mudanças no clima e cobertura da terra no Brasil. Esse texto tem como objetivos: esclarecer como ocorrem inundações repentinas; apresentar políticas nacionais e dispositivos legais relacionados à gestão de riscos de desastres e que medidas/ ações são sugeridas para prevenção e resposta. Essas informações podem auxiliar pesquisas e ações para esses desastres.

2 METODOLOGIA

O presente estudo, de caráter bibliográfico, foi realizado pela busca das palavras-chave: inundação repentina; *flash-flood*; risco; *risk*; desastre; *disaster*; clima; *climate* nos indexadores Portal de Periódicos CAPES e WorldWideScience. Foram selecionados livros e artigos que trataram do tema inundações repentinas, conforme a concepção escoamento superficial com alta energia, apresentada por Brasil (2007), Ufsc/ Ceped, (2013) e Marengo et al., (2021) que é adotada pela Defesa Civil (BRASIL, 2017). Essas informações foram comparadas com documentos da Defesa Civil (BRASIL, 2007, 2017, 2021).

A revisão teórica apresentou, através, da literatura, o que são e como ocorrem inundações repentinas; como funciona a Defesa Civil na gestão de riscos de desastres naturais associados a mudanças climáticas; quais as ações e medidas sugeridas para prevenção e resposta a inundações repentinas, com destaque na cobertura da terra e sugestão de procedimentos.

3 RESULTADOS

3.1 Inundações repentinas e cobertura da terra

As regiões do Brasil são influenciadas por diferentes massas de ar da seguinte forma: norte e nordeste até o centro-sul com a MEA (Equatorial Atlântica); norte até o Estado do Rio Grande do Sul com MEC (Equatorial Continental); sudeste com MTA (Tropical Atlântica); sul com MPA (Polar Antártica); e sul até centro sul com MTC (Tropical Continental). A diferença entre as regiões ocorre por vários fatores, como a distância para com o Oceano Atlântico e extensão das áreas. Essa é configuração genérica, pois, as massas interagem entre si e com os fatores geográficos, criando subtipos (BORSATO; MASSOQUIM, 2020), como é apontado:

As massas de ar que atuam nos climas do Brasil têm seus centros de origem fora do território brasileiro, exceto a massa Equatorial continental. Na medida em que elas avançam, impõe suas características, por outro lado, assimilam as características por onde perpassam. Dessa forma, suas propriedades são frequentemente modificadas em seus atributos, que se alteram à medida que uma massa assimila traços da área por onde ela perpassa, assim, ela pode ganhar ou perder umidade ou calor, aumentar ou diminuir a pressão atmosférica (BORSATO; MASSOQUIM, 2020, p. 29).

Conforme é alterada a temperatura de determinada massa de ar, pode haver a condensação das moléculas com a formação de nuvens e precipitações (MONTEIRO; MENDONÇA, 2011). Considerando as nuvens como espaços de armazenamento e as diferentes intensidades de chuva chuvas como sistemas de transporte e movimento (Tabela 1), Bari et al., (2021), discutem que represas e reservatórios, quando liberam grandes quantidades de água, também causam inundações repentinas.

Tabela 1 – Precipitação e classe de chuvas.

Classificação de chuvas	Precipitação (mm ³ / dia)
Dia Seco	$P < 2,2$
Chuva Muito Fraca	$2,2 < P < 4,2$
Chuva Fraca	$4,2 < P < 8,4$
Chuva Moderada	$8,4 < P < 18,6$
Chuva Forte	$18,6 < P < 55,3$
Chuva Muito Forte	$P > 55,3$

Fonte: SOUZA; AZEVEDO; ARAÚJO, 2012.

Freeze e Cherry (1979) apontam que, normalmente, 95 % da água de chuvas são convertidos em água subterrânea devido à dificuldade no transporte entre os grãos do solo, 3,5 % é revertido em escoamento superficial; e 1,5 % sofre adsorção com o solo. Esses espaços preenchidos pela água no solo são chamados de porção saturada e instaura. Sobre as águas e escoamento superficial:

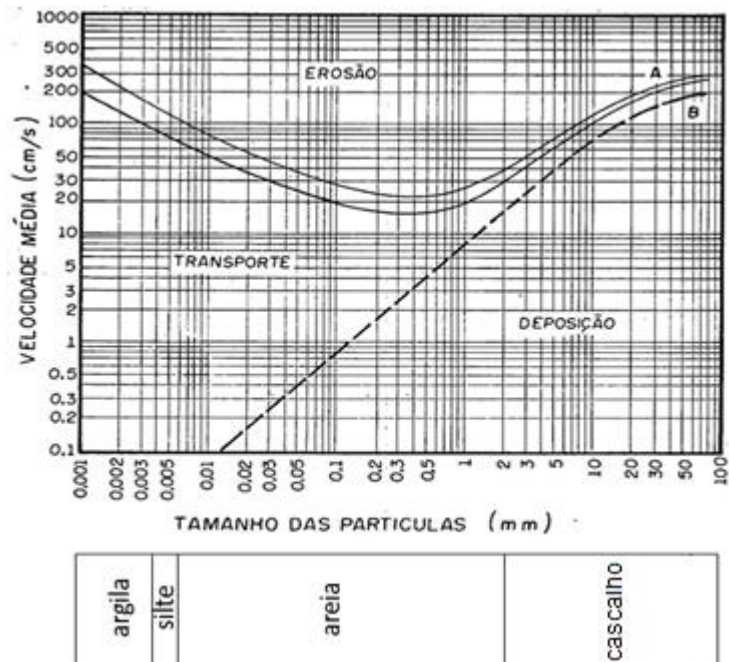
A conclusão dos estudos de campo mais recentes é que o fluxo superficial é de relativamente rara ocorrência no tempo e no espaço, especialmente em bacias úmidas e vegetadas. A maioria dos hidrogramas de fluxo superficial origina-se de pequenas porções da bacia hidrográfica que constituem não mais do que 10%, e muitas vezes tão pouco quanto 1-3%, da área da bacia, e mesmo em nessas áreas restritas apenas 10-30% das chuvas causam fluxo superficial (FREEZE; CHERRY, 1979, p. 219, *tradução nossa*).

A quantidade de dias consecutivos com chuvas, além da intensidade dessas, é um fator determinante para a ocorrência de alagamentos ou inundações repentinas (TUCCI, 2001, BRASIL, 2007, BUFFON; SOUSA, 2018):

O índice de máximo de dias úmidos consecutivos pode ser útil para identificar áreas sujeitas a inundações graduais. Quando esse índice é baixo (valores em torno de 7 dias) e coincide com índices extremos elevados como maior precipitação em cinco dias consecutivos, pode indicar fenômenos extremos de precipitação que ocorrem em um curto período de tempo, facilitando o desencadeamento de deslizamentos e inundações repentinas. (MARENGO et al., 2021, p. 4, *tradução nossa*).

Os grãos do solo de areia ou maiores permitem maior infiltração, enquanto silte e argila propiciam o escoamento (TUCCI, 2001). Solos mais finos, com exceção de argilosos, dada a coesão, são transportados mais facilmente em relação a grãos maiores como seixos e calhaus que são mais estáveis à erosão e que precisam de muita energia para ser movimentados. Dessa forma locais, como bacias hidrográficas com solos que permitem maior infiltração tem menor escoamento superficial. Considerando a energia para movimentação, o tipo de solo das bacias também pode indicar onde há maior impacto de inundações repentinas (Figura 2) (WENTWORTH, 1922, CRISTOFOLETTI, 1981).

Figura 2 – Granulometria e ação da água.



Fonte: WENTWORTH (1922), CHRISTOFOLETTI (1981).

Legenda: A – resistência à erosão; B – energia necessária para movimentação.

Bacias hidrográficas com mais de 500 m² são principalmente afetadas pelo encontro de massas de ar, enquanto aquelas com uma área menor são bastante impactadas por chuvas convectivas. Devido à extensão espacial, o escoamento de água é mais intenso nas pequenas bacias (TUCCI, 2001). Freeze e Cherry (1979) sugerem que, nesses espaços, nem toda precipitação está relacionada a toda vazão. Para esses autores existem áreas de contribuição parciais dentro de uma mesma bacia.

Monteiro e Mendonça (2011) apontam que muitos desses desastres ocorrem em declividades de 14° a 27°. Quando a variação de altitude é muito maior que a largura do sistema de transporte, a água apresenta um movimento mais rápido e com mais energia, propiciando inundações repentinas (TUCCI, 2001; BRASIL, 2007; MARENGO et al., 2021), que causam danos físicos (vidas, ferimentos, móveis e imóveis) e econômicos (custo de bens e serviços) (MONTEIRO; MENDONÇA, 2011; BARI; ALAM; ALAM; RAHMAN; PEREIRA, 2021).

Para Christofolletti (1981) é possível inferir a zona de impactos de uma inundação através do: (1) relevo da planície de inundação; (2) tipo de vegetação estabelecida contínua (KONDOLF; PIÉGAY, 2003); (3) relação entre largura e profundidade do canal; (4) declividade das margens; (5) IR {(intervalo de recorrência de enchentes) = (Quantidade de eventos +1) / (Ordem de magnitude do evento [ordenados do maior para o menor])} com valor acima de 1,58. Através do estudo do IR, é possível perceber que eventos mais extremos tendem a ser mais raros. Como exposto, as inundações repentinas são o movimento rápido e de alta energia de água em um determinado local, podendo ou não estar associadas a chuvas.

3.2 Gestão de riscos de desastres naturais associados a mudanças climáticas

O clima é formado pelos aspectos da superfície e da atmosfera, e dessa forma riscos e desastres naturais associados a mudanças climáticas, podem ser compreendidos em escalas de tempo e espaço (MENDONÇA, 2010). “Por mudanças climáticas se entende uma série de transformações no clima da Terra que impacta, significativamente, os ecossistemas, a vida em geral e a vida humana em particular” (FOLADORE; PIERRI, 2005, p. 17, *tradução nossa*). No entanto, as variações e mudanças climáticas são percebidas geralmente quando causam danos, como elevação do nível do mar, redução de áreas de cultivo (FOLADORE; PIERRI, 2005), aumento da temperatura, chuvas intensas e períodos de estiagem (MONTEIRO; MENDONÇA, 2011). O acúmulo de gases estufa decorrentes de queimadas e poluição tem intensificado o aquecimento global (FOLADORE; PIERRI, 2005, ZHANG et al., 2019). Além disso, a edificação inadequada tem substituído os elementos que mantinham esses ciclos de energia e matéria (GOUDARD; MENDONÇA, 2020).

O Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030 (PREVENTIONWEB, 2015, NOBRE; MARENGO, 2017), estabeleceu as 7 metas globais para gestão de riscos e desastre como redução da (a) mortalidade, (b) pessoas afetadas, (c) perdas econômicas e (d) danos a serviços essenciais; e incremento de (e) quantidade de países com gestão de riscos de desastres, (f) alianças internacionais para apoio e (g) monitoramento acessível de alertas. As 4 medidas e ações para atingir essas metas são: (1) pesquisas sobre riscos de desastres; (2) governança articulada; (3) investimento em resiliência e (4) remediação eficaz. Em relação à meta “monitoramento acessível de alertas”, Buffon e Sousa (2018) e Mendonça e Buffon, (2019) citam no Brasil a existência do Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná (Simepar) no Estado do Paraná e Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) em todo Brasil, que envia SMS (Short Message Service = Serviço de Mensagens Curtas ou mensagens de celular) gratuitamente para habitantes de áreas de risco na eminência de desastres e acompanhamento de *websites* de meteorologia como o do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Na plataforma S2ID, é possível conferir os registros de ocorrências de desastres e em todo Brasil, elaborados pela Defesa Civil. Para inundações repentinas, por exemplo, a plataforma apresenta local e danos (Figuras 3, 4 e 5) (BRASIL, 2021).

Figura 3 – Localização no Formulário de inundação repentina da Defesa Civil.

SISTEMA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL - SINPDEC

Formulário de Informações do Desastre - FIDE

1. IDENTIFICAÇÃO			
UF: PR	Município: Morretes	Código IBGE: 4116208	
População (habitantes)	PIB (Anual)	Orçamento (anual)	Arrecadação (anual)
15718	132.643,00	29.604.000,00	1.132.618,29
Receita corrente líquida (mensal)		Receita corrente líquida (anual)	
2.194.477,79		26.333.733,51	

PROTOCOLO Nº PR-F-4116208-12200-20151227

2. TIPIFICAÇÃO		3. DATA DA OCORRÊNCIA DO DESASTRE			
COBRADE	Denominação(Tipo ou Subtipo)	Dia	Mês	Ano	Horário
12200	Enxurradas	27	12	2015	18:30
4.3 Descrição das áreas afetadas					
Área Rurais: Mundo Novo do Saquarema,Passa Sete,Rio Sagrado,Estrada das Canavieiras,Capitua ,Comunidade da America de Cima. Área Urbanas: Barro Branco e Centro Historico					

5. CAUSAS E EFEITOS DO DESASTRE
123 milímetros de chuvas em 48 horas de acordo com o SIMEPAR/PR,ocasionando enxurradas ,deslizamentos e alagamentos.

Fonte: BRASIL (2021).

Legenda: Preto – cidade; Amarelo – locais atingidos; Verde – causas.

Figura 4 – Danos físicos no Formulário de inundação repentina da Defesa Civil.

6. DANOS HUMANOS, MATERIAIS OU AMBIENTAIS					
6.1 DANOS HUMANOS Pessoas afetadas pelo desastre, desde aquelas que não foram atingidas ou cujos bens materiais tenham sido danificados/destruídos.	Discriminação			Quantidade	
	Desalojados	Pessoas que, em decorrência dos efeitos diretos do desastre, desocuparam seus domicílios, mas não necessitam de abrigo público.		20	
	Outros afetados	Pessoas afetadas diretamente pelo desastre (excetuando as já informadas acima)		180	
TOTAL DE AFETADOS			200		
6.1.1 Descrição					
OUTROS: Prejudicadas pela falta de abastecimento de água potável,e pelas condições de varias estradas e pontes danificadas ,principalmente na estrada do capitua,pois ficaram sem acesso com o deslizamento do morro. DESALOJADOS: Foram 5 residencias afetadas pelo alagamento sendo 20 pessoas atingidas sem danos materiais,só bens de consumo e roupas e utensílios domésticos. em virtude das inundações do rio. Moradores retornaram as suas residencias apos o evento das águas do rio voltarem ao normal.					
6.2 DANOS MATERIAIS Danos materiais causados pelo desastre.	Discriminação		Quantidades danificadas	Quantidades destruídas	Valor (R\$)
	Obras de infraestrutura pública		6	2	7.821.210
6.2.1 Descrição					
DESILZAMENTO DA ESTRADA DO CAPITIVA,PONTE MOLHADA DO RIO MARUMBI COM DESALINHAMENTO ROLAMENTO E OBSTRUÇÃO POR MATÉRIAS CARREGADOS PELA NATUREZA.PONTE PÊNSIL ,CARREGADA E DESTRUÍDA INTEGRALMENTE PELO VOLUME E EVASÃO DA ÁGUA. EROÇÃO DA ESTRADA DO MOREIRA NA ESTRADA MARGINAL DA BR 277 SENTIDO RIO SAGRADO CANDONGA PONTE DE MADEIRA DA LOCALIDADE DO CANAVIEIRA,ESTRUTURA DE ACESSO DANIFICADO NA CABECEIRAS DA PONTE. BUEIRO DO SAQUAREMA,PELO VOLUME DE EVASÃO DA ÁGUA PROVOCOU DESALINHAMENTO E QUEBRA DOS TUBOS. DRENAGENS DAS ÁGUAS PLUVIAIS LOCALIZADAS NO CENTRO HISTÓRICO E BARRO BRANCO,SISTEMA DE DRENAGEM COMPROMETIDAS. ESTRADAS RURAIS E URBANAS: 162 KM FORAM EXTREMAMENTE PREJUDICADAS: SENDO ESTRADAS RURAIS 20 UNIDADES PERFAZENDO 130 KM . ESTRADAS URBANAS:65 UNIDADES PERFAZENDO 32 KM . ESTRADAS UTILIZADAS PARA TRANSPORTE DE PRODUTOS HORTIFRUTIGRANJEIROS DE ACESSO AOS MORADORES DA COMUNIDADES LINDEIRAS A ESTAS ESTRADAS COM AS FORTES CHUVAS OCASIONARAM: CORRUGAÇÕES ,ACUMULO DE MATERIAL DE ESPIGÃO,COMBINAÇÃO DO TRAFICO COM A LAVAGEM DO MATERIAL PELA ÁGUA: AREÕES DE BAIXADAS ,AREIA TRAZIDA PELAS ÁGUAS, BURACOS PLATAFORMAS MAL DRENADAS E PLANA, ACUMULO DE ÁGUA: AFLORAMENTO DE SEIXOS ROLADOS DE 100 MM A 150 MM ,EROSÃO COMBINADA COM A ÁGUA: EROÇÃO EM RAVINA,SUCOS LONGITUDINAIS, SOLO DE BAIXA RESISTÊNCIA A EROÇÃO DEFICIÊNCIA DE DRENAGEM E PLATAFORMA PLANA TRANSVERSAL E INCLINAÇÃO LONGITUDINAL,COMBINADO COM A ÁGUA. NECESSITANDO DE IMEDIATO DE REPAROS E RECOMPOSIÇÃO DO CONJUNTO DO GLEIDE PARA RESTABELECER COM SEGURANÇA O ACESSO TRAFEGO E ESCOAMENTO DE PRODUTOS AGRICOLAS.					

Fonte: BRASIL (2021).

Legenda: Vermelho – danos a pessoal; Preto – danos a estruturas.

Figura 5 – Danos econômicos no Formulário de inundação repentina da Defesa Civil.

7. PREJUÍZOS ECONÔMICOS PÚBLICOS E PRIVADOS	
7.1 PREJUÍZOS ECONÔMICOS PÚBLICOS Informar o valor estimado de prejuízos econômicos públicos relacionados com os serviços essenciais prejudicados.	Valor total do prejuízo econômico (setor público) R\$ 7.821.210,00
Serviço essencial prejudicado Serviço essencial público prejudicado ou interrompido.	Valor do prejuízo (R\$)
Esgoto de águas pluviais e sistema de esgotos sanitários	601.880,00
Transportes locais, regionais e de longo curso	7.219.330,00
7.1.1 Descrição PONTE PÊNSIL TOTALMENTE DESTRUÍDAS SENDO NECESSÁRIO SUA RECONSTRUÇÃO ,EXTENSÃO 25 METROS. PONTE MOLHADA COM EXTENSÃO DE 52 METROS PARCIALMENTE DANIFICADAS NECESSITANDO DE REPAROS IMEDIATOS. PONTE DE MADEIRA DO CANAVEIRA,PARCIALMENTE DANIFICADAS. ESTRADA DO CAPITUVA:COM O EXCESSO DE CHUVAS OCASIONOU O COLAPSO EROSÃO DA PISTA DE ROLAMENTO DEVIDO O DESLIZAMENTO ,LOCAL INTERDITADO CONFORME LAUDO DA MINEROPAR/PR. EROSÃO NA ESTRADA DO MOREIRA:PRECISA DE IMEDIATO RECUPERAÇÃO . ESGOTO DE ÁGUA PLUVIAIS: BUEIRO DO MUNDO NOVO DO SAQUAREMA TOTALMENTE DESTRUÍDO DRENAGENS D'ÁGUA PLUVIAIS NO CENTRO HISTÓRICO DE MORRETES E BAIRRO DO BARRO BRANCO,QUE DEVIDO AO AUTO ÍNDICE PLUVIOMÉTRICOS NÃO PODEM SER ESCOADOS . FONTE: DIRETOR DE ARQUITETURA E INFRAESTRUTURA DO MUNICÍPIO DE MORRETES PREJUÍZOS EM ÁREAS RURAIS E URBANAS: COMPROMETENDO UMA EXTENSÃO DE 160 KM DE ESTRADAS ENTRE ELAS 20 ESTRADAS RURAIS NUM TOTAL DE 130 KM E URBANAS COM 65 UNIDADES PERFAZENDO 32 KM DE ESTRADAS EM ÁREA URBANAS. ESTRADAS UTILIZADAS PARA O TRANSPORTES DE PRODUTOS HORTIFRUTIGRANJEIROS E ACESSO DOS MORADORES NAS COMUNIDADES LINDEIRAS AS ESTRADAS. PRINCIPAIS DANOS: CORRUGAÇÕES,ACUMULO DE MATERIAL DESAGREGADA PELA ÁGUA ,SEGREGAÇÃO DE AGREGADOS,DESAGREGAÇÃO DO MATERIAL PELA ÁGUA ,AREÕES DE BAIXADAS,AREIA TRAZIDA PELAS ÁGUAS DOS TRECHOS ALTOS BURACOS PLATAFORMA MAL DRENADA E PLANA,ACUMULO DE ÁGUA AFLORAMENTO DE SEIXOS ROLADOS DE 100 mm A 150 mm .EROSÃO OU CONSTANTE PATROAMENTO COMBINADA COM A ÁGUA,NECESSITANDO DE IMEDIATO OS REPAROS E RECOMPOSIÇÃO DO GLEIDE PARA RESTABELECER COM SEGURANÇA O ACESSO,TRAFEGO E ESCOAMENTO DE PRODUTOS AGRÍCOLAS .	
7.2 PREJUÍZOS ECONÔMICOS PRIVADOS Valor das perdas nos setores da agricultura, pecuária, indústria, comércio e serviços ocorridas em decorrência direta dos efeitos do desastre.	Valor total do prejuízo econômico (setor privado) R\$ 650.000,00
Setores da economia	Valor do prejuízo (R\$)
Agricultura	650.000,00
7.2.1 Descrição PREJUDICADOS PRODUTORES RURAIS COM A FALTA DE ACESSO DA COMUNIDADE DO CAPITUVA COM O DESLIZAMENTO NÃO CONSEGUEM RETIRAR OS PRODUTOS DE SUAS SAFRAS. NÃO TEM OUTRAS ALTERNATIVAS DE ESCOAMENTO PARA RETIRAREM A SUA PRODUÇÃO. PRODUÇÃO PREJUDICADOS PELO EVENTO QUE ACONTECEU NA ESTRADA PRINCIPAL DE ACESSO DOS MORADORES E AGRICULTORES. FONTE: EMATER E CONSULTORIA AGRONÔMICA E AMBIENTAL - SECRETARIA MUNICIPAL DE AGRICULTURA DE MORRETES .LAUDOS CONFORME ANEXO NO FIDE.	

Fonte: BRASIL (2021).

Legenda: Roxo – Danos econômicos públicos; Azul – Danos econômicos particulares.

Embora dados projetados por essas plataformas digitais sejam acessíveis, Buffon e Sousa (2018) recomendam comparação entre várias fontes de dados, pois pode haver erros na inserção desses nos sistemas de gerenciamento. No Brasil:

[...] foi lançado em 2016, pelo governo federal, o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA), que contempla um conjunto de ações estruturantes para a agenda nacional de adaptação, além de diretrizes e recomendações para 11 temas, estes identificados como vulneráveis as mudanças climáticas, incluindo-se, entre eles, a gestão de risco de desastres (NOBRE; MARENGO, 2017, p. 55).

A PNMC-Política Nacional sobre Mudanças do Clima (Lei Federal n. 12.1873, de 2009) propõe ações e medidas em diferentes escalas e articuladas entre si para redução da contribuição antrópica nas mudanças climáticas, bem como mitigação e adaptação dos efeitos adversos danosos dessas. A PNPDEC-Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (Lei n. 12.608, de 2012) (BRASIL, 2016) é um dispositivo legal que tem como função (BRASIL, 2017, p. 39):

A PNPDEC deve se integrar integrar-se às políticas de ordenamento territorial, desenvolvimento urbano, saúde, meio ambiente, mudanças climáticas, gestão de recursos hídricos, geologia, infraestrutura, educação, ciência e tecnologia e às demais políticas setoriais, tendo em vista a promoção do desenvolvimento sustentável, dando indicações fundamentais das principais políticas que se relacionam com a Gestão de Riscos. Estabelece ainda uma abordagem sistêmica para a gestão de risco, dentro das ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação.

Essas ações da Defesa Civil ocorrem nos níveis federal, estadual e municipal. As responsabilidades no nível municipal, em relação a áreas de risco, são (BRASIL, 2017):

- Identificar e mapear
- Manter a população informada sobre áreas de risco
- Elaborar plano de contingência
- Realizar simulados
- Promover a fiscalização
- Vedar novas ocupações
- Vistoriar
- Quando for o caso, a intervenção preventiva e a evacuação
- Estabelecer de segurança contra desastres em escolas e hospitais situados em áreas de risco

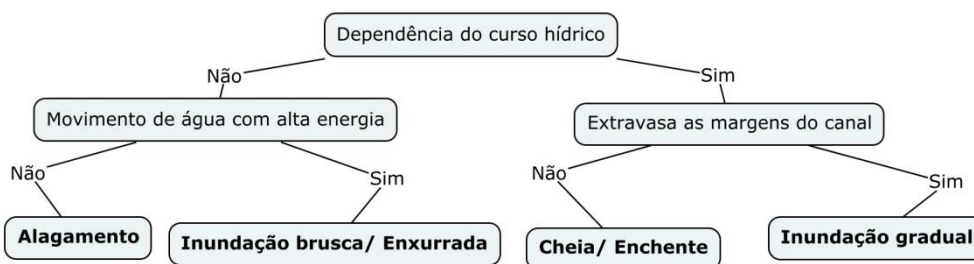
Em seu começo, esse planejamento preocupava-se mais com solução do que prevenção, e diante de evidências globais de gestão, isso tem mudado (SAUSEN; LACRUZ, 2015, BUFFON, 2018). As medidas de prevenção e resposta estão divididas em estruturais e não-estruturais, ou seja físicas e regulamentadoras, a depender dos casos (BRASIL, 2007). De forma geral, a partir de um diagnóstico, há a proposta de medidas/ ações.

3.3 Medidas/ ações para inundações repentinas

Carlos Tucci (2001) sugere medidas e ações estruturais e não-estruturais para desastres hídricos. As medidas estruturais incluem: existência de vegetação, cobertura da terra que reduza a perda do solo, diques e manutenção de canais hídricos. As medidas não-estruturais são: zoneamento de áreas de risco, infraestruturas resilientes, seguros financeiros após danos e monitoramento (MONTEIRO; MENDONÇA, 2011).

Embora enchentes, alagamentos e inundações se diferenciem pela dependência de curso hídrico (BUFFON; SOUSA, 2018), extravasamento de canal e intensidade (Figura 6) (UFSC/ CEPED, 2013, SAUSEN; LACRUZ, 2015), o reflorestamento é uma medida bastante em comum e frequente (COHEN-SHACHAM et al., 2019). É importante ressaltar que o reflorestamento é sempre preferível ser realizado com plantas nativas, por possuírem mais adaptações ao solo (SHIMAMOTO et al., 2018; GALOSKI et al., 2019).

Figura 6 – Desastres hidrológicos superficiais.



Fonte: BRASIL (2007).

A cobertura vegetal recebe destaque porque em um ambiente oferece os serviços: infiltração de água; redução do escoamento superficial; criação de habitats; sequestro de carbono; controle de erosão; e redução de temperatura (GRIMALDI et al., 2014; ADLER;

TANNER, 2015; ROSIN; BENINI, 2018). Por outro lado, o desmatamento e edificação facilitam a formação de ilhas de calor, perda de biodiversidade, fragilidade do ambiente para diversos tipos de intemperismo e escoamento superficial de água (ADLER; TANNER, 2015). As raízes e a deposição de matéria orgânica proveniente da vegetação promovem agregação do solo e mais diversos processos ecológicos com formação de poros que reduzem o escoamento superficial (GRIMALDI et al., 2014; GALOSKI et al., 2019). A cobertura vegetal tem demonstrado ser um dos principais redutores de inundações repentinas (TUCCI, 2001, GRIMALDI et al., 2014, ADLER, TANNER, 2015, NOBRE, MARENGO, 2017, , ROSIN; BENINI, 2018, COHEN-SHACHAM et al., 2019, GALOSKI et al., 2019).

A questão da vegetação e cobertura da terra reside na interceptação e infiltração da água das chuvas (TUCCI, 2001). Amaral, Guthahr e Ross (2021) observaram que a impermeabilização, e mudanças estruturais dos canais hídricos, de áreas de planície de rios onde ocorrem chuvas intensas, afetam a drenagem. Modos de cobertura da terra que levam a impermeabilização e/ ou reduzem a infiltração, como pavimentação e desmatamento estão entre os principais causadores dos desastres hidrológicos inundações repentinas e alagamentos. Atividades como a ocupação ilegal, adensamento populacional, exploração intensa de bens naturais pela agricultura, pecuária e mineração interferem no clima de uma região e logo, sobre os processos hídricos (SARKAR et al., 2020).

Monteiro e Mendonça (2011) e Santos e Ross, (2012) propõem que a inferência de unidades espaciais suscetíveis ocorra pela verificação de: dinâmicas naturais; cobertura e uso da terra; e zoneamento ecológico econômico (ZEE). Essas informações, coletadas de forma quantitativa, são transformadas em índices qualitativos para classificação das áreas. O planejamento territorial e zoneamento ecológico, na adoção de construções mais distantes de um corpo hídrico, são medidas bastante sugeridas (TUCCI, 2001, SANTOS; ROSS, 2012, AMARAL; GUTHAHR; ROSS, 2021). No Brasil, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) é semelhante ao sugerido pelo Código Florestal, na contrariedade ao desmatamento e ocupação das margens de corpos hídricos (FREITAS, 2011)

Nobre e Marengo, (2017) comentam a necessidade de estudos sociológicos para gestão de riscos de desastres, pois ocorrem menos que estudos físicos. No Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) é uma das principais fontes para essas pesquisas (BUFFON; SOUSA, 2018).

Além da cobertura da terra e demais estudos da superfície, pesquisas sobre a atmosfera também são úteis na gestão desses riscos (MENDONÇA, 2010; MONTEIRO; MENDONÇA, 2011; NEVES; MACHADO; CAMARGO, 2017). Mendonça e Buffon (2019), estudando inundações da cidade de Curitiba do Paraná, relacionaram eventos hidrológicos danosos eventos com a Massa Tropical Atlântica (Mta) e Frentes Frias (FF) com dados de mais de uma estação meteorológica porque se notou a existência de zonas de cobertura para diferentes registros (BUFFON; SOUSA, 2018). Alguns *softwares* de modelagem como *EDDA-Chuva* (NOBRE; MARENGO, 2017) ou mesmo produtos de modelagem (INMET, 2021, WORLDCLIM, 2021) podem ser usados para estimar chuvas. Esses estudos atmosféricos em conjunto com a geomorfologia podem demonstrar proposição de ações e medidas mais eficazes (MENDONÇA, 2010, MONTEIRO; MENDONÇA, 2011).

Em síntese, as principais medidas/ ações da Defesa Civil com inundações repentinas são monitoramento das áreas de risco e a resposta a danos, sendo preciso o planejamento territorial, com auxílio de dados sociais e meteorológicos para prevenção a esses desastres.

4 CONCLUSÃO

As medidas/ ações no Brasil, apresentadas pela Defesa Civil, para gestão do risco do desastre hidrológico inundação repentina estão relativamente de acordo às normativas internacionais. Elas incluem identificação, monitoramento e planejamento de áreas de risco e respostas estruturais e não-estruturais adequadas a cada evento. Essas medidas estão fundamentadas por pesquisas científicas dos campos da geografia, sociologia, geologia, meteorologia e outros, embora seja preciso maior aplicação dessas áreas do conhecimento.

Esse texto buscou apresentar o que são e como lidar com inundações repentinas, com destaque no Brasil. São necessários outros estudos para verificar a prática dessas medidas ao longo do tempo em boletins, atas e demais documentos municipais, estaduais e federais. Esse acompanhamento dos registros da Defesa Civil pode indicar resultados sobre tempo de resposta, equipamentos, equipes técnicas, investimento, etc. Sugere-se a análise de alagamentos, enchentes e inundações para maior compreensão dos cenários futuros de desastres hidrológicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADLER, F. R.; TANNER, C. J. **Ecosistemas urbanos**: princípios ecológicos para o ambiente construído. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Atlas de Vulnerabilidade a Inundações**. Brasília: ANA, 2014.

AMARAL, R.; GUTHAHR, M.R.; ROSS, J.L.S. THE OCCURRENCE OF FLOODS IN SÃO PAULO, BRAZIL: THE IPIRANGA STREAM BASIN CASE STUDY. **International Journal of Water Management and Diplomacy**. v., n.2, p.5-22, 2021.

BARI, M.A.; ALAM, L.; ALAM, M.D.; RAHMAN, L.F.; PEREIRA, J.J. Estimation of losses and damages caused by flash floods in the commercial area of Kajang, Selangor, Malaysia. **Arabian Journal of Geosciences**, v.14, 195, 2021.

BORSATO, V.A.; MASSOQUIM, N. G. Os movimentos, as áreas de atuação e as propriedades das massas de ar no Brasil. **Geomae**, v.11, n.1, p.27-56, 2020.

BRASIL. Ministério das Cidades. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios**. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2007.

BRASIL. **Modelagem Climática e Vulnerabilidades Setoriais à Mudança do Clima no Brasil**. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2016.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Departamento de Prevenção e Preparação. **Módulo de formação**: noções básicas em proteção e defesa civil e em gestão de riscos: livro base. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2017.

BRASIL. **S2ID - Sistema Integrado de Informações sobre Desastres**. 2021. Disponível em: <https://s2idsearch.labtrans.ufsc.br/>. Acesso em: 18 jun. 2021.

BUFFON, E.A.M. Vulnerabilidade socioambiental à leptospirose humana no aglomerado urbano metropolitano de Curitiba, Paraná, Brasil: proposta metodológica a partir da análise multicritério e álgebra de mapas. **Saúde e Sociedade**. São Paulo, v.27, n.2, p.588-604, 2018.

BUFFON, E.A.M.; SOUSA, M.S. Proposta metodológica para avaliação dos registros secundários de alagamentos: uma abordagem a partir de Curitiba-Paraná, Brasil. **Caminhos de Geografia Uberlândia**, v.19, n.67, p. 188–204, 2018.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Edgard Blucher, 1981.

Fórum Ambiental da Alta Paulista

ISSN 1980-0827 – Volume 17, número 2, 2021

COHEN-SHACHAMA, E.; ANDRADE, A.; DALTON, J.; DUDLEY, N.; JONES, M.; KUMAR, C.; MAGINNIS, S.; MAYNARD, S.; NELSON, C.R.; RENAUD, F.G.; WELLING, R.; WALTER, G. Core principles for successfully implementing and upscaling Nature-based Solutions. **Environmental Science and Policy**, v.98, p.20-29, 2019.

FOLADORE, G.; PIERRI, N. (Orgs). **Sustentabilidad?** Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable. Migeul Angel Porrúa: Universidade Autônoma de Zacatecas, 2005.

FREEZE, R.A.; CHERRY, J.A. **Groundwater**. New Jersey: Prentice-Hall Inc., 1979.

FREITAS, C.M. **Um equilíbrio delicado: crise ambiental e a saúde no planeta**. Rio de Janeiro: Garamond, 2011.

PINHEIRO, L.S.; GORAYEB, A. (Orgs.). **Geografia Física e as Mudanças Globais**. Fortaleza: Editora UFC, 2019.

GADDA, T.M.C.; VELLOZO, L.D.; STÖBERL, A.P.M.; DIAZ, L.T. Trajetória do conceito soluções baseadas na natureza e a relação com o Brasil: Uma análise bibliográfica. In: SANTOS, F. (Org.). **Geografia no Século XXI - Volume 5**. Belo Horizonte: Editora Poisson, 2019, p.61-72.

GALOSKI, C.E.; MARTINEZ, A.E.; SCHULTZ, G.B.; SANTOS, I.; FROEHNER, S. Use of n-alkanes to trace erosion and main sources of sediments in a watershed in southern Brazil. **Science of the Total Environment**, v. 682, p. 477-456, 2019.

GOUDARD, G.; MENDONÇA, F.A. Eventos e episódios pluviais extremos: a configuração de riscos hidrometeorológicos em Curitiba (Paraná - Brasil). **IdeAs**, v. 15, p. 1-17, 2020.

GRIMALDI, M.; OSZWALD, J.; DOLÉDEC, S.; HURTADO, M.; MIRANDA, I.; SARTRE, X. A.; ASSIS, W. S.; CASTAÑEDA, E.; DESJARDINS, T.; DUBS, F.; GUEVARA, E.; GOND, V.; LIMA, T. T. S.; MARICHAL, R.; FERNANDO, M.; MITJA, D.; NORONHA, N.C.; OLIVEIRA, M.N.D.; RAMIREZ, B.; RODRIGUEZ, G.; SARRAZIN, M.; JUNIOR, M. L. S.; COSTA, L. G. S.; SOUZA, S. L.; VEIGA, I.; VELASQUEZ, E.; LAVELLE, P. Ecosystem services of regulation and support in Amazonian pioneer fronts?: searching for landscape drivers. **Landscape Ecology**, v. 29, p. 311–328, 2014.

GUERRA, A.; REIS, L.K.; BORGES, F.L.G.; OJEDA, P.T.A.; ARMANDO, D.; PINEDA, M.; MIRANDA, C.O.; MAIDANA, D.P.F.L.; SANTOS, T.M.R.; SHIBUYA, P.S.; MARQUES, M.C.M.; LAURANCE, S.G.W.; GARCIA, L.C. Ecological restoration in Brazilian biomes: Identifying advances and gaps. **Forest Ecology and Management**, v.458, 117802, 2020.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Prognóstico de Precipitação**. 2021. Disponível em: <https://clima.inmet.gov.br/progp/0>. Acesso em: 12.5.2021.

KONDOLF G.M.; PIÉGAY, H. (Eds). **Tools in Fluvial Geomorphology**. Chichester, John Wiley & Sons, 2003.

MARENGO, J.A.; CAMARINHA, P.I.; ALVES, L.M.; DINIZ, F.; BETTS, R.A. Extreme Rainfall and Hydro-Geo-Meteorological Disaster Risk in 1.5, 2.0, and 4.0°C Global Warming Scenarios: An Analysis for Brazil. **Frontiers in Climate**, v.3, 610433, 2021.

MONTEIRO, C.A.F.; MENDONÇA, F.A. (Orgs). **Clima urbano**. 2 ed. São Paulo: Contexto, 2011.

MENDONÇA, F.A. RISCOS E VULNERABILIDADES SOCIOAMBIENTAIS URBANOS a contingência climática. **Mercator**, v.9, n.1, p.153-163, 2010.

MENDONÇA, F. (Org). **Os Climas do Sul**: Em Tempos de Mudanças Climáticas Globais. Jundiaí: Paco Editorial, 2017.

MENDONÇA, F.A.; BUFFON, E.A.M. APLICAÇÃO DA ESCALA TEMPORO-ESPACIAL FINA EM ESTUDO DE INUNDAÇÕES URBANAS: PAINÉIS PARA CURITIBA-PR, BRASIL. **Geo UERJ**, n. 34, e, 40943, 2019.

NEVES, C.E.; MACHADO, G.; CAMARGO, K.C. Subsídio do sistema GTP (Geossistema- Território-Paisagem) na percepção de riscos ambientais: esboço metodológico. **Geografia**, v.26, n.1, p.76–91, 2017.

NOBRE, C.A.; MARENGO, J.A. (Orgs). **Mudanças climáticas em rede: um olhar interdisciplinar**. São José dos Campos: INCT, 2017.

PINHEIRO, L.S.; GORAYEB, A.. (Org.). **Geografia Física e as Mudanças Globais**. Fortaleza: Editora UFC, 2019.

Fórum Ambiental da Alta Paulista

ISSN 1980-0827 – Volume 17, número 2, 2021

PREVENTIONWEB. **Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030**. 2015. Disponível em: <https://www.preventionweb.net/publications/view/43291>. Acesso em: 11 jun. 2021.

ROSIN, J.A.R.G.; BENINI, S.M. (org). **Cidade sustentável: um conceito em construção**. Tupã: Associação Amigos da Natureza da Alta Paulista, 2018.

SANTOS, J.O.; ROSS, J.L.S. FRAGILIDADE AMBIENTAL URBANA. **Revista da ANPEGE**, v. 8, p. 127-144, 2012.

SARKAR, P., SALAMI, M., GITHIORA, Y., VIEIRA, R., NAVARRO, A., CLAVIJO, D., PADGURSCHI, M. A conceptual model to understand the drivers of change in tropical wetlands: a comparative assessment in India and Brazil. **Biota Neotropica**, 20(suppl. 1): e20190913, 2020.

SAUSEN, T.M.; LACRUZ, M.S.P. **Sensoriamento Remoto para desastres**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

SHIMAMOTO, C.Y., PADIAL, A.A., ROSA, C.M., MARQUES, M.C.M. Restoration of ecosystem services in tropical forests: A global meta-analysis. **PLoS ONE**, v.13, n.12, e0208523, 2018.

SOUZA, W.M.; AZEVEDO, P.V.; ARAÚJO, L.E. Classificação da precipitação diária e impactos decorrentes dos desastres associados às chuvas na cidade do Recife-PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.5, n.2, p.250-268, 2012.

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2 ed. Porto Alegre: UFRGS, 2001.

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina. CEPED - Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 a 2012**. 2. ed. Florianópolis: CEPED UFSC, 2013.

WENTWORTH, K. A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments. **Journal of Geology**, v.30, n.5, p. 377-392, 1922.

WOHLLEBEN, P. **THE HIDDEN LIFE OF TREES: The Illustrated Edition**. Vancouver: Greystone Books, 2018.

WORLDCLIM. **Future climate, 2.5 minutes spatial resolution**. 2021. Disponível em: https://www.worldclim.org/data/cmip6/cmip6_clim2.5m.html. Acesso em: 08.6.2021.

ZHANG, Y.; WANG, Y.; CHEN, Y.; LIANG, F.; LIU, H. Assessment of future flash flood inundations in coastal regions under climate change scenarios—A case study of Hadahe River basin in northeastern China. **Science of the Total Environment**, v.693, p.133550-133550, 2019.