



Panorama dos danos humanos provocados por secas e cheias no Brasil e uma proposta de regionalização de investimentos na gestão de riscos

Overview of human damages caused by droughts and floods in Brazil and a proposal for regionalization of investments in risk management

Fernanda Abreu Oliveira de SOUZA^{1*}, Mauro Márcio OLIVEIRA²

¹ Agência Nacional de Águas, Brasília, DF, Brasil.

² MMO Consultorias, Brasília, DF, Brasil.

* E-mail de contato: abreu.fernanda@uol.com.br

Artigo recebido em 5 de junho de 2018, versão final aceita em 9 de maio de 2019.

RESUMO: Entre 1991 e 2012 foram registrados quase 39 mil desastres naturais no Brasil, afetando, aproximadamente, 127 milhões de pessoas e causando perdas de R\$ 182,7 bilhões. Desses desastres, 84% estão associados à água, seja falta, seja excesso. Além de compor um panorama dos danos humanos causados por desastres naturais ocorridos no Brasil relacionados ao excesso e à falta de água, o presente estudo propõe uma regionalização com base no conceito de suscetibilidade à seca e a cheia, com vistas a oferecer um indicativo de priorização de investimento no Brasil na área de gestão de risco. Os resultados do presente estudo estão assentados sobre a série 2013/16, uma vez que o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais disponibiliza dados até 2012. Somente a seca afetou 66,1 milhões de pessoas no período 2013/16. Considerando apenas secas e cheias, os desastres mais impactantes no Brasil, coexistem no território nacional quatro Brasis, sendo predominante o ‘Brasil imune a seca e cheia’ (46% dos municípios), acompanhado na sequência pelo ‘Brasil das secas’ (29% dos municípios), ‘Brasil das cheias’ (13% dos municípios) e o ‘Brasil das secas e cheias simultâneas’ (12%). Para aprimorar a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, sugere-se que a regionalização definida neste estudo seja utilizada como ferramenta para priorizar investimentos.

Palavras-chave: secas; cheias; desastres naturais; impactos; regionalização.

ABSTRACT: Between 1991 and 2012, almost 39,000 natural disasters were registered in Brazil, affecting approximately 127 million people and causing losses of R\$ 182,7 billion. 84% of these disasters are associated with excess and lack of water. In addition to compiling an overview of the human damages caused by natural disasters in

Brazil related to excess and lack of water, the present study proposes a regionalization based on the concept of susceptibility to drought and flood, in order to provide an indicative of prioritization of investment in Brazil in the area of risk management. The results of this study are based on the 2013/16 series, since the Brazilian Atlas of Natural Disasters provides data until 2012. Only drought affected 66.1 million people in the period 2013/16. Considering only droughts and floods, the most striking disasters in Brazil, four 'Brazils' coexist in the national territory, being predominantly 'Brazil immune to drought and flood' (46% of municipalities), followed by 'drough Brazil' (29% of the municipalities), 'flood Brazil' (13% of municipalities) and 'Brazil of simultaneous droughts and floods' (12%). In order to improve the National Civil Protection and Defense Policy, it is suggested that the regionalization defined in this study be used as a tool to prioritize investments.

Keywords: drought; flood; natural disasters; impacts; regionalization.

1. Introdução

É crescente a sensação de que os desastres naturais podem se tornar cada vez mais frequentes e mais graves (Tasca *et al.*, 2017). Em 2013, alguns estados nordestinos passaram pelo pior período de estiagem dos últimos 50 anos: 75% de seus municípios decretaram situação de emergência. Em 2014, cidades como São Paulo, Porto Alegre e Rio de Janeiro registraram as temperaturas mais elevadas dos últimos 70 anos e a região Amazônica sofreu uma das maiores inundações dos últimos anos. Em 2017, o Governo do Distrito Federal, pela primeira vez na história, impôs o racionamento de água ainda no período chuvoso (ANA, 2017).

A partir de 2001 houve um incremento substancial no número de desastres registrados, o que pode ser explicado pelo fortalecimento do sistema de informações, maior fidelidade aos números e mais compromisso no registro dos dados (Brasil, 2013). No Brasil, a forma desordenada como as cidades cresceram nos últimos anos é a principal causa dessas tragédias (Jacob & Sulaiman, 2016). Coutinho *et al.* (2017) são enfáticos ao afirmar que as enchentes e inundações são mais percebidas devido à falta de planejamento e infraestrutura urbana adequada.

Acredita-se que a variabilidade climática também possa ter contribuído para o aumento da severidade dos desastres, como o aumento da frequência e intensidade de tempestades e secas (Debortoli *et al.*, 2017).

Entre 1991 e 2012 foram computados quase 39 mil registros de desastres no Brasil, os quais afetaram, aproximadamente, 127 milhões de pessoas, o que equivale dizer que, em média, no Brasil, por ano, ocorreram 1.772 desastres naturais e 5,7 milhões de pessoas foram afetadas de alguma forma por eles. Em termos de ocorrências extremas, foram verificados 3.448 óbitos nesse período, o que dá 156 mortes por ano. Em termos econômicos, entre 1995 e 2014, foram contabilizadas perdas totais de R\$ 182,7 bilhões, o que equivale a perdas anuais de R\$ 9 bilhões, ou algo como R\$ 800 milhões mensais (Brasil, 2013).

Estiagens e secas estão entre os desastres naturais mais frequentes e tidos como um dos mais relevantes problemas nacionais. Esses fenômenos corresponderam a 20 mil registros, equivalentes a 51,3% do total dos desastres registrados no país no período de 1991 a 2012. As enxurradas e inundações responderam por, aproximadamente, 12 mil registros, os quais totalizaram 32,6% do total dos desastres naturais no Brasil (Brasil, 2013).

Marengo (2010) ressalta que as cheias causam enormes desastres econômicos, tanto para pessoas quanto para as instituições, além de tirar um grande número de vidas humanas. A seca pode comprometer cidades inteiras tanto em relação a fornecimento de eletricidade, gerando grandes prejuízos econômicos, bem como graves problemas de êxodo de populações de regiões inteiras.

Esses fenômenos naturais causam essa imensidão de prejuízos porque esbarram na ocupação da sociedade e sua infraestrutura. Os impactos ambientais e socioeconômicos dos desastres hidrológicos no Brasil estão associados a um histórico de baixos investimentos e falta de planejamento (Tasca *et al.*, 2017). E mesmo quando classificados como pequenos ou moderados, esses eventos podem produzir impactos negativos, particularmente em regiões em vias de desenvolvimento (Ludwig & Mattedi, 2016) – como o Brasil.

Juntas, secas e cheias representaram 84% dos desastres naturais ocorridos no Brasil, indicando que no país predominam os desastres associados ao excesso e à falta de água. Em termos de pessoas afetadas, a seca é mais danosa do que quaisquer outros eventos registrados, detendo 51% do total de afetados no período de 1991 a 2012. Em seguida, aparece a enxurrada, com 21%, e a inundação, com 12% (Brasil, 2013). Por fim, em termos econômicos, a seca e as inundações representam 91,5% dos prejuízos, tendo perdas de 11 e 9 bilhões, respectivamente (UNISDR, 2009).

É primordial que haja o planejamento de ações para conhecer e gerir problemáticas dessas naturezas, sendo de praxe construir índices e indicadores que reflitam o panorama da situação e trace prioridades de ações para programas e políticas públicas.

Dentro da problemática de cheias, a Agência Nacional de Águas (ANA) desenvolveu o Atlas de Vulnerabilidade a Inundações que é uma ferramenta de avaliação qualitativa da frequência de inundações e o impacto das mesmas em termos de danos nos principais trechos de rios do Brasil. Nele, foram identificados 13.948 trechos de rios inundáveis, dos quais 30% foram considerados de alta vulnerabilidade (ANA, 2014). O trabalho não faz discriminação quanto ao tipo de dano e não elenca prioridades de ação conforme o problema apresentado. É coordenado também pela ANA, dentro da problemática de seca, o Monitor de Secas, que produz um diagnóstico, a curto e longo prazo, da situação de seca na região Semiárida brasileira, utilizando como indicadores um conjunto de variáveis climáticas e hidrológicas. Ele retrata a evolução da seca na região nos últimos meses; porém, não incorpora o impacto da seca sobre a vida humana.

Braga *et al.* (2006) apresenta uma compilação de três metodologias de mapeamento de risco e de construção de modelos preditivos de vulnerabilidade a partir de indicadores sociodemográficos. A primeira retrata um índice sintético de risco a desastres naturais por país; a segunda mapeia áreas críticas de risco em todo o planeta; e por último, a terceira propõe índices preditivos de vulnerabilidade social a desastres em escala global.

De maneira geral, percebe-se que há uma lacuna no estabelecimento de metodologias que identifiquem, para a especificidade brasileira, a suscetibilidade a ocorrência de danos humanos decorrentes de secas e cheias – desastres naturais mais relevantes – e ofereçam uma ferramenta eficiente de planejamento para os governos atuarem na mitigação dos impactos e adequarem seus investimentos.

Nesse contexto, o foco do presente trabalho são os danos humanos decorrentes dos desastres naturais ocorridos no Brasil, especificamente aqueles decorrentes de secas e cheias. Seu objetivo é o de apresentar uma proposta de regionalização do país a partir do conceito de suscetibilidade à seca e cheia, que possa ser usada como instrumento na priorização dos investimentos na área de gestão de risco. Com isso, espera-se que o sistema de prevenção e minimização dos danos humanos provocados por secas e cheias seja fortalecido.

2. Descrição metodológica

2.1. Seleção dos desastres e danos a serem estudados

O presente estudo destaca os eventos de secas e estiagens, englobadas como ‘secas’, e enxurradas, inundações e alagamentos, agregadas sob a designação de ‘cheias’. Os conceitos desses eventos estão em Castro (2003).

Os tipos de danos provocados por desastres naturais são: humanos, ambientais e materiais. Os danos humanos se referem às pessoas afetadas pelos desastres e se expressam, quantitativamente, pelo número de mortos, feridos, enfermos, desabrigados, desalojados, desaparecidos e outros afetados (Brasil, 2012). O foco do estudo são os danos humanos.

2.2. Delimitação da série histórica adotada

Na análise dos eventos de seca e cheia a série de dados utilizada foi de 2003 a 2016 com o intuito de garantir uma maior representatividade possível

dos resultados. Já na análise dos danos humanos, a série cobriu o período 2013-2016, devido à limitação de dados disponíveis. Quando foram realizadas análises comparativas com o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (2013), que analisou os dados de seca e cheia e seus danos humanos entre 1991 e 2012, adotou-se a série de 2013 a 2016. Naqueles em que não se pôde contrastar os dados do período 1991/2012 com 2013/2016 por falta de dados do primeiro período; a comparação se deu entre 2003/2012 e 2013/2016.

2.3. Fonte dos dados brutos

Foram utilizados dados do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD) do Ministério da Integração Nacional, em consulta realizada no dia 21 de março de 2017 (<https://s2id.mi.gov.br/>). Foram constituídas duas bases de dados para este estudo: base de dados de danos humanos (2013 a 2016) e base de registros de desastres naturais, reconhecida pelo Governo Federal (2003 a 2016). Alguns dados considerados desviantes, por não serem confiáveis, foram eliminados.

2.4. Análises realizadas

Primeiramente, foi apresentado um panorama atualizado dos desastres naturais no Brasil, com foco nos eventos de seca e cheia, no intuito de mostrar o comportamento dos desastres nos últimos anos. Foi elaborado um mapa com a distribuição espacial dos municípios que sofreram com as secas e cheias nos últimos 14 anos, tendo sido criados quatro grupos: a) municípios que sofreram 2 ou mais eventos de cheias, exclusivamente; b) municípios que sofreram

2 ou mais eventos de seca, exclusivamente; c) municípios que sofreram, simultaneamente, 2 ou mais eventos de seca e cheia; e d) municípios que tiveram 1 ou nenhum registro de seca e cheia. O critério para a classificação dos municípios nos grupos foi o da ocorrência de pelo menos dois registros de eventos no período estabelecido. A expressão ‘simultaneamente’, do grupo 3, indica que foram registrados eventos de seca e cheia em determinado município dentro do período analisado, mas não significa dizer que esses ocorreram ao mesmo tempo. Com este procedimento buscou-se retratar o “Brasil das secas”, o “Brasil das cheias”, o “Brasil das secas e cheias” e o “Brasil imune”. Com esse procedimento, consegue-se um rebatimento geográfico da incidência dos indutores de desastres naturais que tenham como elemento central o excesso ou a falta de água, com uma ideia de gradação de seus efeitos no território.

2.4.1. Índices de Avaliação Estadual

A partir dos registros de eventos de seca e cheia entre 2003 e 2016, foram construídos dois índices de avaliação da suscetibilidade dos estados à ocorrência de desastres, assim denominados: **índice de suscetibilidade à seca (ISS)** e **índice de suscetibilidade à cheia (ISC)**. A partir dos valores dos índices, foram criadas classes de suscetibilidade à seca e à cheia: baixa, média, alta e altíssima, o que permitiu classificar os estados conforme sua suscetibilidade à ocorrência desses eventos.

Para construir o ISS foram obtidas 27 somas de registros de evento de seca entre 2003 e 2016, válidas para cada unidade federativa, as quais, em seguida, foram divididas pelo maior valor da série (S_{\max}), conforme Equação 1.

$$ISS_i = \frac{\sum Si}{S_{\max} S_{\max}} \quad (1)$$

em que S é registro de seca e *i* as unidades federativas (27).

De forma idêntica se procedeu ao cálculo do ISC, apenas mudando a tipologia do evento (Equação 2).

$$ISC_i = \frac{\sum Ci}{C_{\max} C_{\max}} \quad (2)$$

em que C é registro de cheia e *i* as unidades federativas (27).

Em todos os casos, $0 \leq ISS$ e $ISC \leq 1$, com 1 indicando a situação mais crítica e 0 a menor suscetibilidade à ocorrência de desastres.

A análise de suscetibilidade incorpora, também, os danos humanos provocados por eventos de secas e cheias. Para tanto, foi contabilizado o número de pessoas afetadas, enquadradas como mortos, feridos, enfermos, desabrigados, desalojados e desaparecidos, ficando excluída a categoria “outros”, pelo desconhecimento que se tem do dano humano sofrido pelas pessoas enquadradas como tal. Os danos humanos assim configurados são considerados ‘efetivos’.

Com base nos dados de danos humanos efetivos, fez-se o cálculo do **índice de suscetibilidade a danos humanos efetivos (IDE)** e do **índice de morbidade por motivo de seca ou cheia (IMO)**.

O cálculo de IDE segue a mesma lógica anterior, em que se divide a soma dos afetados efetivos entre 2003 e 2016, por estado, pelo valor máximo da série, que reflete o grau de intensidade relativo de danos humanos tendo como referência o estado mais atingido (Equação 3).

$$IDE_i = \frac{\sum Ai}{A_{\max} A_{\max}} \quad (3)$$

em que A é registro de afetados efetivos e *i* as unidades federativas (27).

Para o cálculo do IMO (Equação 4), consideraram-se apenas os estados com algum registro de óbito, assim como apenas os eventos com registros de óbitos. Portanto, eventos que não registraram óbitos, não entram para o cálculo desse índice. A partir do cociente entre o número total de afetados (considerando apenas os eventos com registro de óbitos) e o número de óbitos, calculou-se a chamada aqui de Taxa Proporcional de Sobrevivência ao Evento (TSE). Para tanto, divide-se todos os valores de TSE (de cada estado) pelo menor valor da série de TSEs. Por fim, procede-se à inversão desse número, qual resultado é o IMO. O estado com menor TSE terá IMO com valor unitário e será considerado o de máxima morbidade.

$$IMO_i = \frac{1}{\frac{TSE_i}{TSE_{min}}} \frac{1}{TSE_{min}} \quad (4)$$

O campo de definição é $0 < IMO \leq 1$, sendo 1 o grau máximo de morbidade.

As classes estabelecidas para os índices são apresentadas na Tabela 1.

Por se tratar de uma proposta metodológica experimental, os intervalos e as classes foram ajustados segundo a dispersão e magnitude do

conjunto de dados utilizados. No que se refere à sua concepção, os índices baseados em coeficientes representam uma grande parte das propostas encontradas na literatura específica.

2.4.2. Regionalização da suscetibilidade aos eventos de secas e cheias

No caso das cheias, os índices que compõem a análise de regionalização são: ISC (4 classes), IDE (4 classes) e IMO (3 classes), o que resulta em 48 possibilidades ($4 \times 4 \times 3 = 48$). A mesma interpretação foi dada aos eventos de seca. A base real de análise, no caso as 27 unidades federativas, foi objeto de classificação conforme seu perfil de suscetibilidade. Como a consideração combinada de todas as classes possíveis gera uma elevada quantidade de categorias (48 combinações para seca e 48 combinações para cheia), elas foram condensadas em um menor número de categorias.

O agrupamento das combinações foi feito com o objetivo de tornar mais prática a leitura do perfil de cada unidade federativa brasileira, conforme sua suscetibilidade à ocorrência de seca e cheia e seus respectivos danos humanos. Portanto, essa regionalização buscou agrupar estados com comportamentos semelhantes no que se refere aos eventos de seca e cheia, no intuito de facilitar a sugestão de

TABELA 1 – Classes de suscetibilidade dos índices de avaliação estadual.

ISS, ISC		IDE		IMO	
Intervalo	Classe	Intervalo	Classe	Intervalo	Classe
[0,0 - 0,10)	Baixa	[0,0 - 0,10)	Baixa	[0 - 0,1)	Baixa
[0,10 - 0,50)	Média	[0,10 - 0,5)	Média	[0,1 - 0,5)	Média
[0,50 - 0,90)	Alta	[0,5 - 0,8)	Alta	[0,5 - 1,0]	Alta
[0,90 - 1,00]	Altíssima	[0,8 - 1,00]	Altíssima		

políticas públicas no encaminhamento de soluções e adequações para minimização de impactos.

Para tanto, os estados foram divididos em: suscetíveis ou não ao desastre (seca ou cheia), suscetíveis ou não a danos humanos efetivos (com danos humanos intensos ou sem danos humanos intensos), e com danos humanos letais ou não letais. Os estados enquadrados como suscetíveis ao desastre foram aqueles com ISC/ISS nas classes altíssima, alta e média e os não suscetíveis a cheias foram aqueles como ISC/ISS na classe baixa. Os estados com danos humanos intensos foram aqueles com IDE (seca ou cheia) nas classes altíssima, alta e média; e os sem danos humanos intensos foram

aqueles como IDE na classe baixa. Por fim, os estados com danos humanos letais foram aqueles que tiveram IMO nas classes alta e média, e os com danos humanos não letais tiveram IMO na classe baixa. Dessa forma, foram criados oito grupos de regionalização, conforme apresentado na Tabela 2, assim como sua chave de enquadramento.

Conforme a característica de cada grupo de regionalização (estabelecido pelos critérios de suscetibilidade ao desastre; suscetibilidade a danos humanos efetivos; e morbidade), foram atribuídos graus de prioridade dos investimentos e gastos de manutenção da Política para cada eixo do Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres

TABELA 2 – Grupos de regionalização para as unidades federativas brasileiras conforme critérios de suscetibilidade à cheia e à seca.

ID	Grupos de regionalização	Chave para enquadramento		
		Classes de suscetibilidade ao desastre (seca ou cheia)	Classes de suscetibilidade a danos humanos efetivos	Classes de Morbidade
A	Suscetível a desastres, com danos humanos intensos e letais	Altíssima, Alta e Média	Altíssima, Alta e Média	Alta e Média
B	Suscetível a desastres, com danos humanos intensos, não letais	Altíssima, Alta e Média	Altíssima, Alta e Média	Baixa
C	Suscetível a desastres, sem danos humanos intensos, porém letais	Altíssima, Alta e Média	Baixa	Alta e Média
D	Suscetível a desastres, sem danos humanos intensos, não letais	Altíssima, Alta e Média	Baixa	Baixa
E	Não suscetível a desastres, porém com danos humanos intensos e letais	Baixa	Altíssima, Alta e Média	Alta e Média
F	Não suscetível a desastres, porém com danos humanos intensos, não letais	Baixa	Altíssima, Alta e Média	Baixa
G	Não suscetível a desastres, sem danos humanos intensos, porém letais	Baixa	Baixa	Alta e Média
H	Não suscetível a desastres, sem danos humanos intensos, não letais	Baixa	Baixa	Baixa

Naturais: prevenção; mapeamento; monitoramento e alerta; e resposta. Os graus conferidos foram: ‘1’ (máxima prioridade); ‘2’ (prioridade intermediária) e ‘3’ (baixa prioridade). Como são quatro os eixos do Plano Nacional e os graus de prioridade variam de 1 a 3, os valores mínimo e máximo possíveis de serem alcançados serão, respectivamente, 4 e 12.

3. Resultados

3.1. Panorama dos desastres naturais no Brasil, com foco nos eventos de seca e cheias

O Atlas Brasileiro de Desastres Naturais destacou o aumento do número de registros de desastres na década de 2000 e no triênio 2010/2012 com a expectativa de que os desastres mantivessem a tendência de crescimento potencial (Brasil, 2013). No entanto, a incorporação dos dados de 2013/2016 mostra queda no número de desastres no Brasil nos

últimos quatro anos. Dessa forma, mesmo com o fortalecimento do sistema e as possíveis mudanças climáticas, os números atuais de desastres naturais registrados no Brasil contrariaram a expectativa de crescimento (Figura 1).

A Figura 2 mostra o rebatimento espacial dos eventos de cheia e seca no Brasil entre 2003 e 2016. Nele se nota a presença de 4 “Brasis”: o das secas exclusivas (em 1.608 municípios), o das cheias exclusivas (em 663 municípios), o das secas e cheias simultâneas (em 708 municípios) e o sem registros de seca e cheia (em 2.593 municípios). Nesse último caso, o critério reflete aqueles municípios que tiveram, no máximo, um registro oficial de evento de seca e cheia nos últimos 14 anos (2003-2016).

O mapa mostra uma faixa central no sentido noroeste-sudeste praticamente imune aos eventos de seca e cheias no período indicado. Ela é formada por cerca de 45% dos municípios brasileiros. As secas

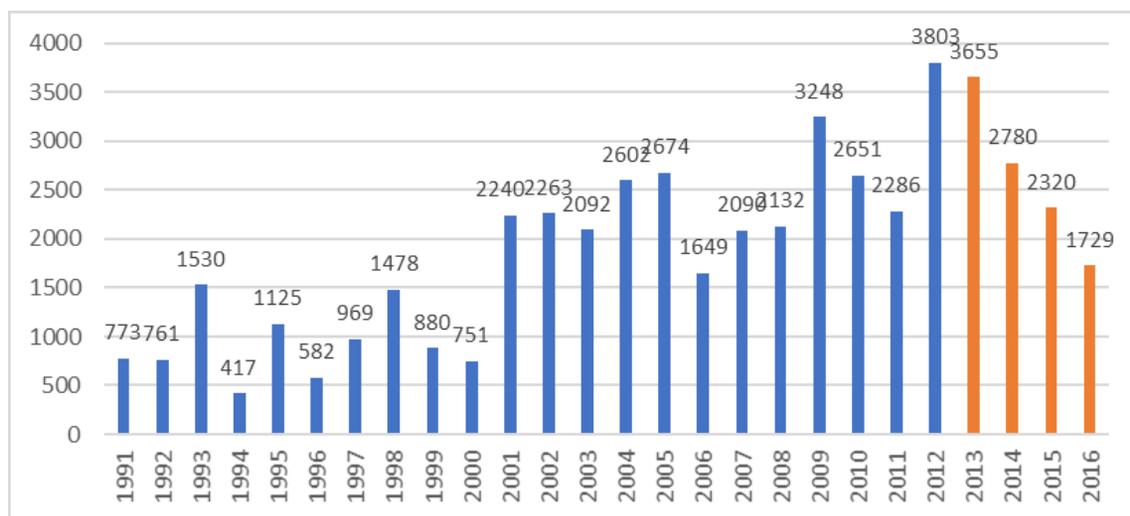


FIGURA 1 – Brasil - Número de desastres naturais ocorridos; 1991/2016.

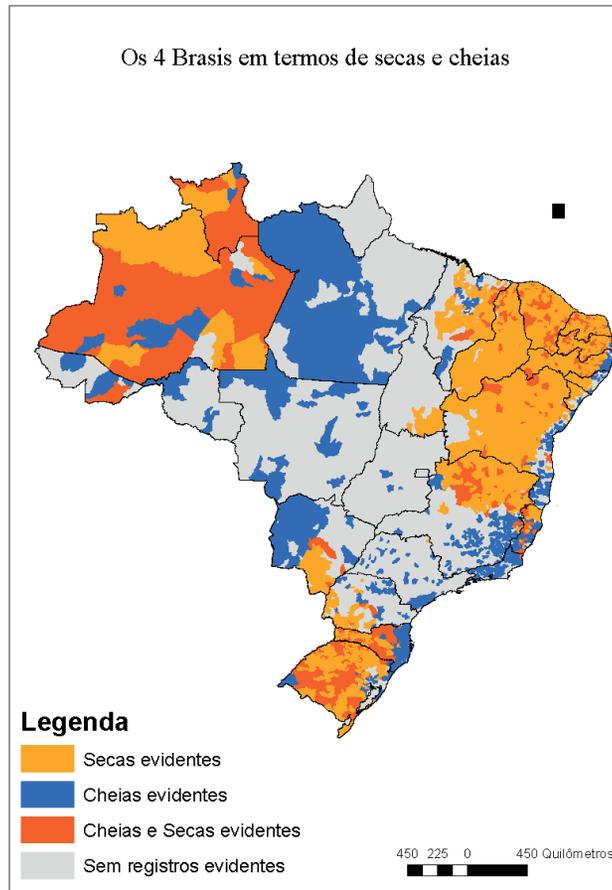


FIGURA 2 – Configuração, em dimensões municipais, dos 4 Brasis em termos de ocorrência de secas e cheias.

exclusivas se concentram no Nordeste e Sul do Brasil, com alguns registros a leste da região Norte.

As cheias exclusivas estão espalhadas pela região litorânea (do Nordeste ao Sul), com eventos pontuais nas regiões Centro-Oeste e Norte. A dualidade dos eventos de secas e cheias ocorre em municípios das regiões Sul e Nordeste, principalmente, e em alguns municípios da região Norte.

A partir de 2012, a incidência da seca subiu consideravelmente, passando de 135 eventos, em 2011, para 3.140, em 2012. A média anual de eventos de seca entre 2012 e 2016 foi de 2.411. Apesar desse crescimento vertiginoso e dos valores atuais serem bem maiores que os do período de 2003 a 2011, registra-se uma leve tendência de queda no número de registros de eventos de seca no final do período avaliado (Figura 3).

Ainda sobre a Figura 3, é possível visualizar a ocorrência dos eventos de seca por região geográfica. Nota-se que, na maioria dos anos, o Nordeste foi a campeão em número de registros de seca. O relatório Conjuntura dos Recursos Hídricos (ANA, 2017) corroborou com esse registro, ressaltando que 83% dos registros de secas, entre 2013 e 2016, ocorreram nessa região. A segunda região a aparecer com destaque é a Sul, tendo superado a Nordeste em termos de números de registros, nos anos de 2004 e 2009, e ficando parelha com essa em 2005. Nos últimos anos, a região Sul perde o destaque em termos de eventos de secas, cedendo lugar ao Sudeste. Portanto, desde 2013, nota-se a intensificação da seca na região Sudeste e sua redução na região Sul.

Em contraponto aos eventos de seca, os registros de cheias mostraram tendência de redução (Figura 4). A impressão deixada pelos registros é que as ocorrências de cheias variam pouco ao longo

do tempo (entre 100 e 400 registros anuais). No entanto, eles sofreram um *boom* em 2009, 2010 e 2011, alcançando 1.000 registros em 2009 e média de 925 eventos anuais no período. Nos últimos cinco anos analisados, os registros de cheias voltaram a se estabilizar e contabilizam, por volta de 100 a 400 eventos por ano.

Nota-se que não há concentração de cheias em determinada região, como ocorre com as secas na região Nordeste. A distribuição dos registros é mais homogênea entre as regiões Sudeste, Sul e Nordeste, sendo que as regiões Centro-Oeste e Norte possuem valores bem menos representativos. De acordo com ANA (2017), 55% dos municípios que declararam Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública entre 2013 e 2016, por conta de cheias, estão na região Sudeste ou Sul.

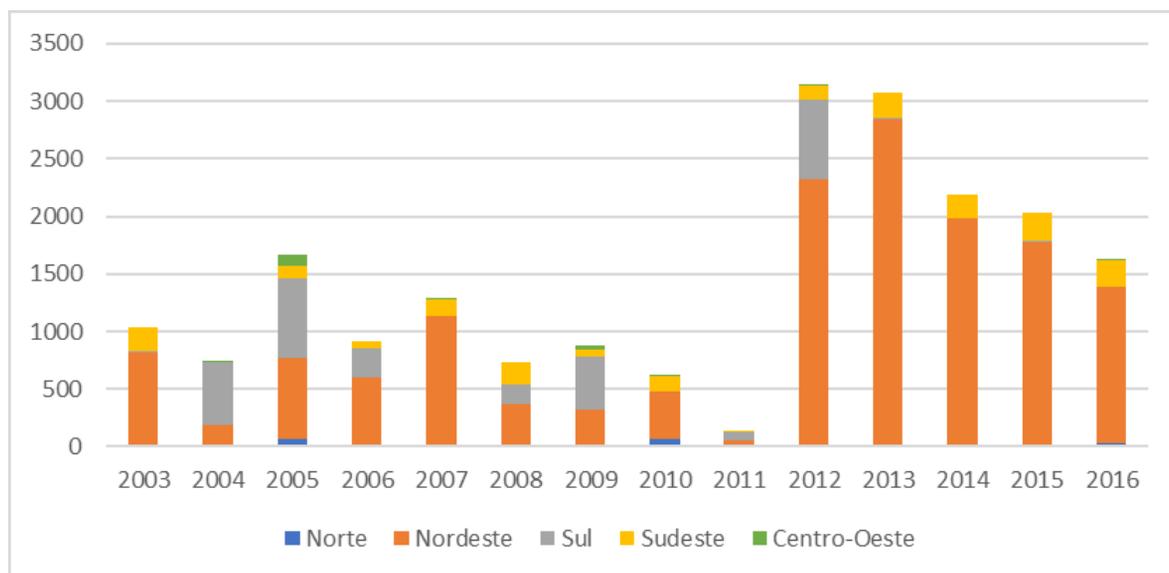


FIGURA 3 – Brasil – Quantidade de eventos de seca registrados por ano e por macrorregião.

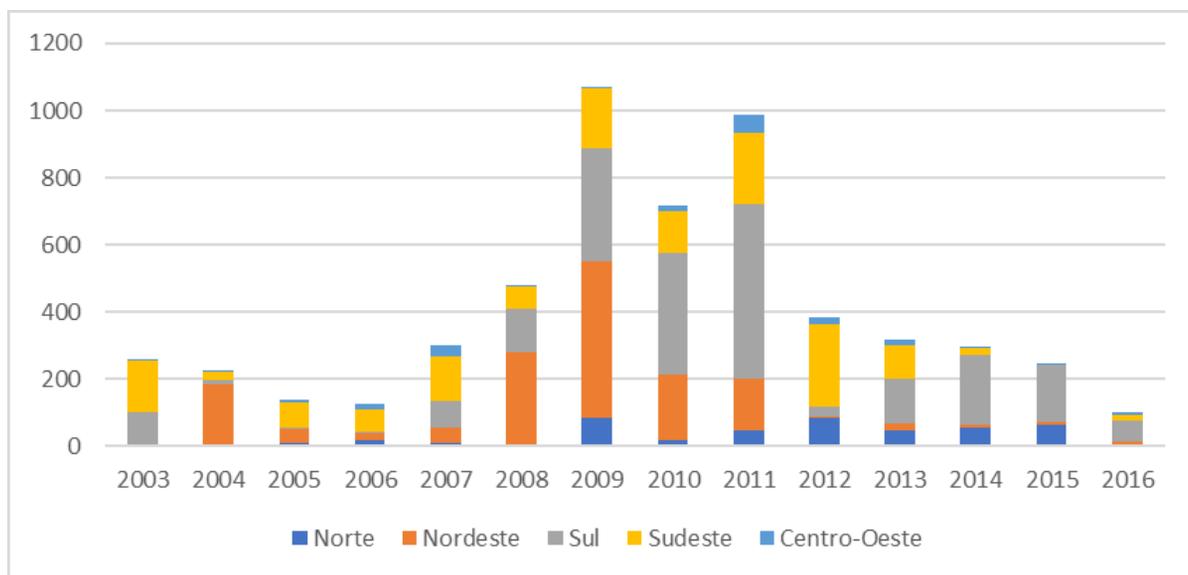


FIGURA 4 – Brasil – Quantidade de eventos de cheias registrados por ano e por macrorregião.

3.1.1. Resultado dos índices de suscetibilidade à seca e à cheia

A Tabela 3 apresenta os valores dos índices e as respectivas classes de suscetibilidade à seca e de suscetibilidade à cheia de cada um dos estados. Ceará e Paraíba apresentam suscetibilidade altíssima à seca; já Rio Grande do Norte, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Pernambuco, Piauí e Bahia, a suscetibilidade alta. Em termos de cheias, Santa Catarina foi o único estado a apresentar suscetibilidade altíssima. Minas Gerais e Rio Grande do Sul apresentaram alta suscetibilidade a cheias.

Comparativamente às cheias, a seca mostrou ser um evento mais intenso pelo fato de oito estados terem se enquadrado em situação de altíssima ou alta suscetibilidade à ocorrência de secas. Por sua vez, apenas três estados se enquadraram nos mesmos graus (altíssima ou alta suscetibilidade) de cheias.

A Figura 5 mostra a distribuição dos estados segundo a prevalência de secas e cheias. A diagonal divide o gráfico em duas áreas: a com maior tendência à cheia e a com maior tendência à seca. O quadrado verde representa uma aparente zona de conforto para os estados que se encontram ali inseridos, em termos de quantidade de eventos registrados. Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Minas Gerais chamam a atenção por estarem em posição de maior tendência à cheia; por sua vez, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Bahia, Piauí, Paraíba e Ceará apresentam maior tendência à seca.

3.2. Danos humanos com foco nos eventos de seca e cheia

O número absoluto de afetados por secas e cheias foi de 65 milhões entre 1991 e 2012, e de 66 milhões, entre 2013 e 2016, o que gera, respectiva-

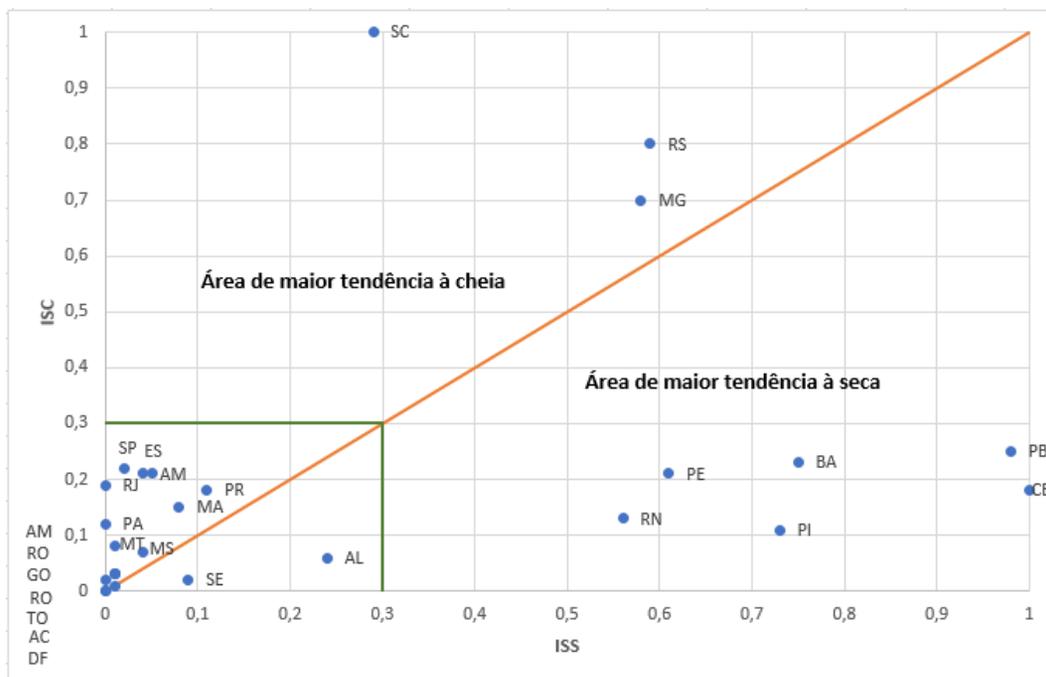


FIGURA 5 – Distribuição das unidades federativas brasileiras em áreas de tendência à ocorrência de cheias e de secas.

mente, as médias anuais de 2,9 milhões e de 16,6 milhões de afetados, representando um aumento de 461%. Ao contabilizarem 84% de todos os afetados por desastres naturais ocorridos no Brasil entre 1991 e 2012, e 87% entre 2013 e 2016, estiagem, seca, enxurradas e inundações são os desastres naturais mais significativos no país.

Destrinchando os danos humanos em número de mortes decorrentes de desastres naturais, nota-se um crescimento entre os dois períodos. Entre 1991 e 2012, foram 3.448 mortos, com uma média anual de 156 óbitos; e entre 2013 e 2016, foram 5.674 mortos, cuja média anual foi de 1.418 óbitos. Portanto, o número de mortos cresceu junto com o número de afetados, o que sugere que os eventos se tornaram mais letais.

A tipologia que mais gerou óbitos no Brasil, nos últimos quatro anos, foram os movimentos de massa, diferentemente do ocorrido entre 1991 a 2012, em que as enxurradas despontaram no número de mortes. Em segundo lugar, ficaram as inundações, seguidos das enxurradas e alagamentos, quando se trata do período de 2013 a 2016. No período de 1991 a 2012, a ordem de eventos mais letais foi: enxurradas, movimentos de massa, inundações e estiagens e seca. Dessa forma, os eventos de cheias despontam como mais letais que as secas.

O dano humano mais provocado pelas cheias foi o desalojo e o desabrigo, que contabiliza, em média, 295 mil afetados por ano no Brasil (2013 a 2016) (Figura 6). Em 59% dos eventos de cheia associados a danos humanos houve perda da resi-

TABELA 3 – Valores por unidade federativa dos índices de suscetibilidade à ocorrência de seca e cheia e suas respectivas classes.

Estado	Índice de suscetibilidade à seca	Classe	Índice de suscetibilidade à cheia	Classe
Rio Grande do Sul	0,59	Alta	0,80	Alta
Santa Catarina	0,29	Média	1,00	Altíssima
Minas Gerais	0,58	Alta	0,70	Alta
Paraíba	0,98	Altíssima	0,25	Média
Ceará	1,00	Altíssima	0,18	Média
Bahia	0,75	Alta	0,23	Média
Piauí	0,73	Alta	0,11	Média
Pernambuco	0,61	Alta	0,21	Média
Rio Grande do Norte	0,56	Alta	0,13	Média
Alagoas	0,24	Média	0,06	Baixa
Paraná	0,11	Média	0,18	Média
Espírito Santo	0,05	Baixa	0,21	Média
Amazonas	0,04	Baixa	0,21	Média
São Paulo	0,02	Baixa	0,22	Média
Maranhão	0,08	Baixa	0,15	Média
Rio de Janeiro	0,00	Baixa	0,19	Média
Pará	0,00	Baixa	0,12	Média
Mato Grosso do Sul	0,04	Baixa	0,07	Baixa
Sergipe	0,09	Baixa	0,02	Baixa
Mato Grosso	0,01	Baixa	0,08	Baixa
Roraima	0,01	Baixa	0,03	Baixa
Goiás	0,01	Baixa	0,03	Baixa
Acre	0,01	Baixa	0,03	Baixa
Tocantins	0,01	Baixa	0,01	Baixa
Rondônia	0,00	Baixa	0,02	Baixa
Amapá	0,00	Baixa	0,00	Baixa
Distrito Federal	0,00	Baixa	0,00	Baixa

Nota: não se exclui a possibilidade de os resultados estarem sofrendo influência do tamanho dos municípios. Se um município de um estado do Norte, com 50 mil km² sofre um desastre, vai ser um registro. Porém, nos mesmos 50 mil km² de um estado do Sul podem existir 10 municípios. Nesse caso, seriam 10 registros.

dência de desalojados e desabrigados. A maioria das pessoas que perde suas casas por motivo de cheias são considerados como desalojados e não carecem de abrigo provido pelo Sistema. De acordo com Minervino (2015), as unidades habitacionais foram as edificações que tiveram maiores prejuízos materiais por motivos de inundações, entre 2010 e 2014.

Em segundo lugar, o dano humano mais evidente foram as enfermidades, que envolveram quase 70 mil pessoas nos últimos quatro anos. A subida das águas evidencia o acúmulo de lixo descartado sem qualquer cuidado. Diarreia, leptospirose e doenças de pele estão entre as enfermidades mais frequentes, registradas pelos órgãos de saúde.

As cheias causaram 4.389 mortes no Brasil entre 2013 e 2016. Freitas & Ximenes (2012) utilizaram como referência 70 artigos científicos para escrever sobre a relação entre enchentes e a saúde pública. Eles relataram que 20 artigos apontaram

os óbitos como a principal consequência das enchentes, especificamente os causados por diarreias, hipotermias, lesões e afogamentos. Ressaltaram também que os óbitos não se limitam aos imediatamente após os eventos, que há um aumento nas taxas de mortalidade nos 12 meses subsequentes à ocorrência das enchentes.

O dano com menor repercussão foi o desaparecimento de pessoas, com uma média de 237 desaparecidos por ano por motivo de cheias. A categoria “outros”, usada para outros tipos de danos humanos, contempla 83,3% dos danos declarados entre 2013 e 2016. Essa observação conduz à conclusão de que as categorias estipuladas pela Defesa Civil, para classificar os danos humanos decorrentes de cheias, não explicam o que efetivamente acontece com a população em função das consequências das cheias, uma vez que ela não retrata e não aponta o(s)

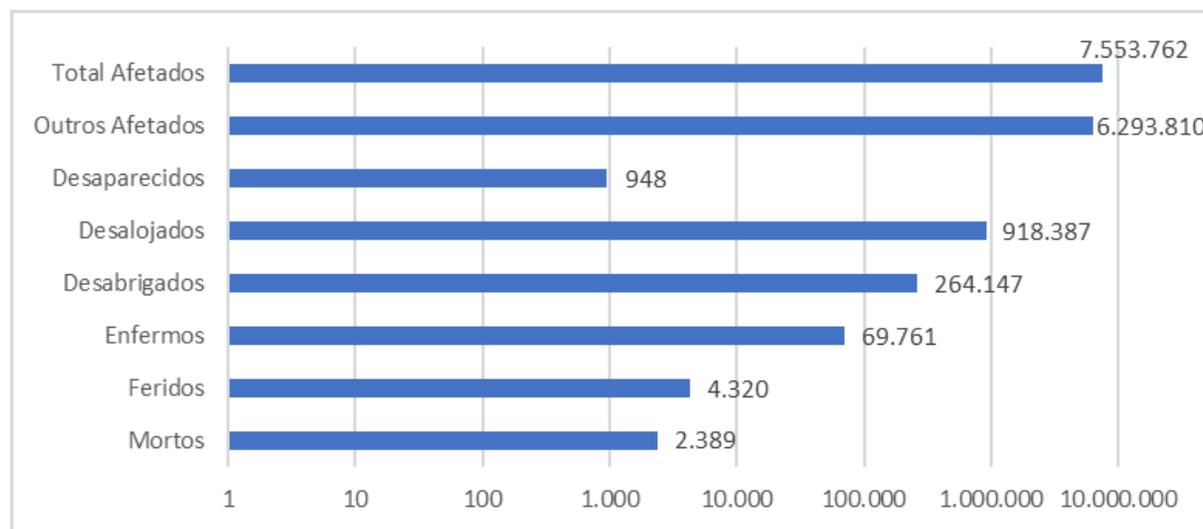


FIGURA 6 – Brasil - Danos humanos causados por eventos de cheia entre 2013 e 2016 (dados logaritmizados).

referidos danos, o que dificulta a busca de soluções para os mesmos ou sua minimização.

Aproximadamente, 94% dos registros de óbitos ocorreram em São Paulo, que totaliza 2.247 óbitos nos últimos 4 anos analisados por motivos de cheias. Em segundo lugar aparece o estado do Amazonas, com 36 mortes no período de 2013-2016; e em terceiro, Bahia, com 21 registros de óbitos. É interessante observar que os estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Minas Gerais, classificados como de altíssima ou alta suscetibilidade a cheias, não estão dentre os estados com maior número de óbitos; já São Paulo foi classificado como de média suscetibilidade a cheias.

Os estados que apresentaram a maior quantidade de danos humanos efetivos em função de cheias foram: Amazonas, com 37% dos afetados em todo o Brasil, entre 2013 e 2016; Rio Grande do Sul, com 18%; e Santa Catarina, com 12%.

O Amazonas apresentou média suscetibilidade à ocorrência de cheias, porém, é o estado com maior impacto humano em função desse tipo de desastre, tendo sido classificado como de altíssima suscetibilidade a danos humanos efetivos. Minas Gerais é um estado com alta suscetibilidade a cheias, porém eventos com baixa expressão em termos de danos humanos efetivos, representando apenas 1,6% de todos os afetados no país (2013 a 2016), tendo sido classificado como um estado de baixa suscetibilidade a danos humanos efetivos por motivos de cheia.

A Tabela 4 apresenta o índice de suscetibilidade a danos humanos efetivos (IDE) por motivos de cheias por estado. O maior valor corresponde ao Amazonas. Santa Catarina e Rio Grande do Sul, os quais apresentaram altíssima e alta suscetibilidade à cheia, respectivamente, foram enquadrados na classe de média suscetibilidade a danos humanos efetivos.

TABELA 4 – Índice de suscetibilidade a danos humanos efetivos por motivos de cheias por unidade federativa.

Estado	IDE por motivos de cheia	Estado	IDE por motivos de cheia
Amazonas	1,0000	Paraíba	0,0198
Rio Grande do Sul	0,4793	Mato Grosso do Sul	0,0125
Santa Catarina	0,3251	Maranhão	0,0043
Bahia	0,1711	Mato Grosso	0,0039
Acre	0,1163	Amapá	0,0033
Rio de Janeiro	0,1128	Piauí	0,0006
Espírito Santo	0,1036	Goiás	0,0006
Pará	0,0839	Ceará	0,0004
Paraná	0,0768	Tocantins	0,0001
Rondônia	0,0577	Sergipe	0,0000
São Paulo	0,0569	Distrito Federal	0,0000
Minas Gerais	0,0430	Rio Grande do Norte	0,0000
Pernambuco	0,0318		

A taxa proporcional de sobrevivência a eventos de cheia foi calculada para os estados que registraram algum óbito no período de 2013 a 2016. Rondônia e São Paulo registraram 1 óbito a cada 23 e 49 afetados, respectivamente, e, consequentemente, apresentaram os maiores IMO por motivos de cheias, tendo sido enquadrados nas respectivas classes: alta e média. Na sequência, apareceram Ceará e Pernambuco, com 1 óbito a cada 66 e 149 afetados, respectivamente, tendo sido classificados com índice médio de morbidade (Tabela 5).

Santa Catarina e Rio Grande do Sul, que possuem altíssima e alta suscetibilidade a cheias, respectivamente, e apresentaram danos humanos efetivos mostraram que seus eventos de cheias, normalmente, não geram óbitos, apresentando

índices de morbidade praticamente desprezíveis. Minas Gerais possui alta suscetibilidade a cheias, porém com poucos danos humanos e quase nenhum óbito registrado.

Minervino (2015) fez estudo semelhante em que verificou que não foram encontrados óbitos nas regiões Norte e Centro-Oeste entre 2010 e 2011 por motivos de inundação e que 76% dos óbitos contabilizados se concentraram na região Sudeste.

Preliminarmente, os dados indicam que a seca requer um tratamento diferenciado e mais amplo do que o que é possível fazer na esfera da Defesa Civil. A Figura 7 informa que 66,1 milhões de pessoas caíram na categoria ‘outros afetados. Muito provavelmente, essa categoria corresponde ao dano socioeconômico. As pessoas enfrentam restrições

TABELA 5 – Taxa proporcional de sobrevivência a eventos de cheias e Índice de Morbidade por motivo de cheias para as unidades federativas com cômputo de óbito no período de 2013 a 2016.

Estado	Taxa Proporcional de sobrevivência a eventos de cheias	Índice de Morbidade por motivo de cheias
Rondônia	23,0	1,0000
São Paulo	48,9	0,4700
Ceará	66,0	0,3485
Pernambuco	149,0	0,1544
Bahia	945,4	0,0243
Mato Grosso do Sul	1381,0	0,0167
Paraná	2914,6	0,0079
Minas Gerais	2931,0	0,0078
Amazonas	2948,6	0,0078
Espírito Santo	3748,3	0,0061
Pará	5234,5	0,0044
Mato Grosso	7451,0	0,0031
Santa Catarina	9989,4	0,0023
Rio Grande do Sul	18044,5	0,0013
Rio de Janeiro	32347,6	0,0007
Acre	71566,0	0,0003

para desenvolverem atividades econômicas, se empobrecem, ficam doentes, deixam de ir à escola. No limite, se mudam em busca de melhores condições de vida. Logo, o principal dano da seca, por ser de longa construção e ser socioeconômico, não entra nas estatísticas dos desastres naturais, como entram a morte e o desalojo.

O dano humano mais provocado pelas secas no Brasil, constatável nos dados oferecidos pela Defesa Civil, são as enfermidades (média de 66 mil pessoas por ano). Além das doenças diarreicas, a falta d'água expõe as famílias a outros problemas relacionados ao uso de água não tratada para o consumo humano – no caso de micoses e doenças de pele – ou à qualidade da água, com o aparecimento de cálculo renal, em função da salinização da água. A vulnerabilidade do ambiente também favorece o surgimento de doenças vetoriais, como a dengue, cujo aparecimento está diretamente relacionado à

presença de água parada, facilitando a reprodução do *Aedes aegypti*, o mosquito que transmite a doença (Neves-Silva & Heller, 2016).

Em segundo lugar, as secas promoveram o desalojamento de pessoas e, no caso extremo ou continuado, o abandono em busca de melhores condições de vida. Foram 18 mil pessoas desalojadas nos últimos quatro anos, uma média de 4,6 mil pessoas por ano. Outra categoria que chama a atenção foi a de desaparecidos, com, aproximadamente, 14 mil, no cômputo dos quatro anos. Historicamente, a migração é a marca da seca no Nordeste; há migrações de pequeno curso como sair do meio rural para a cidade mais próxima; de curso médio, saindo das pequenas cidades para as de porte médio e para as capitais dos estados nordestinos; e a de longo curso, que leva os migrantes para o sudeste do país. Por fim, foram registradas 172 mortes que,

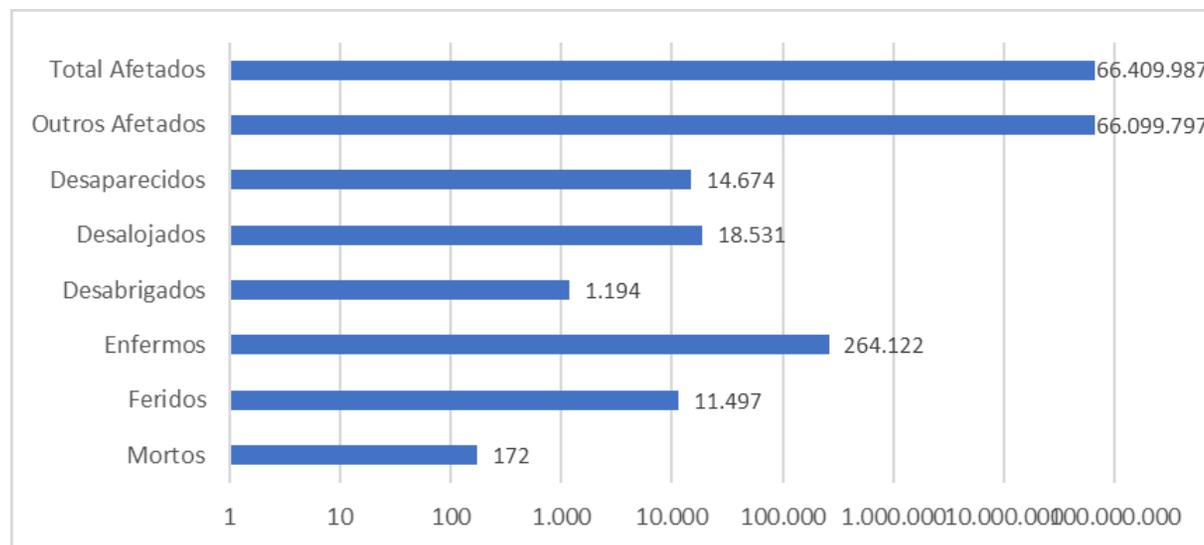


FIGURA 7 – Brasil – Danos humanos causados por eventos de seca entre 2013 e 2016.

provavelmente, são decorrentes das enfermidades geradas pela falta de água.

Os registros de óbitos por conta da seca nos últimos quatro anos estão distribuídos entre os estados de Minas Gerais (1 município), Bahia (3 municípios), Maranhão (2 municípios), Alagoas (1 município) e Espírito Santo (1 município). Três eventos ocorreram em 2013, dois em 2014 e três em 2015.

Bahia e Ceará respondem por, aproximadamente, 50% dos danos humanos ocorridos no Brasil por motivos de seca no período analisado e considerando apenas os danos efetivos (excluindo a categoria outros). Em terceiro e quarto lugar, encontram-se, respectivamente, os estados do Amazonas e Espírito Santo com, aproximadamente, 10%, cada um, do quantitativo de pessoas afetadas no período. Dez estados não apresentaram registros de danos humanos efetivos no período, sendo eles: Acre, Amapá, Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Pará, Paraná, Rondônia e Sergipe.

A Tabela 6 apresenta o índice de suscetibilidade a danos humanos efetivos por motivos de seca

por estado. Bahia e Ceará foram os estados mais suscetíveis a danos humanos efetivos por motivo de seca. Relembrando que o Ceará e Bahia foram classificados como unidades de altíssima e alta, respectivamente, suscetibilidade a secas, e têm, ademais, danos humanos intensos também associados a esse tipo de evento. Interessante notar que o Espírito Santo e o Amazonas apresentaram baixa suscetibilidade à seca, porém estão entre os estados mais afetados por danos humanos efetivos relativos a esse evento. Os estados da Região Sul, apesar de terem média ou alta suscetibilidade a secas, não possuem danos humanos expressivos causados por esses eventos.

A taxa proporcional de sobrevivência a eventos de seca foi calculada apenas para os estados que registraram algum óbito no período de 2013 a 2016, sendo eles: Alagoas, Bahia, Espírito Santo, Maranhão e Minas Gerais. O estado que apresentou a taxa mais preocupante foi Minas Gerais, em que foi registrado 1 óbito a cada 2 pessoas afetadas por eventos de seca. É importante frisar que ocorreu apenas 1 evento de seca com óbitos em Minas

TABELA 6 – Índice de suscetibilidade a danos humanos efetivos por motivos de seca para as unidades federativas com IDE >0.

Estado	IDE por motivos de seca	Estado	IDE por motivos de seca
Bahia	1,0000	Rio Grande do Norte	0,0812
Ceará	0,7229	Rio de Janeiro	0,0492
Amazonas	0,3615	São Paulo	0,0473
Espírito Santo	0,3510	Pernambuco	0,0317
Maranhão	0,2536	Rio Grande do Sul	0,0022
Alagoas	0,1862	Roraima	0,0012
Minas Gerais	0,1823	Santa Catarina	0,0007
Paraíba	0,1613	Tocantins	0,0007
Piauí	0,0928		

Gerais, no ano de 2013, em que foram registrados 78 mortos frente a 141 afetados. O segundo estado com a taxa de sobrevivência mais preocupante foi a Bahia, em que houve 1 óbito a cada 43 afetados (Tabela 7). O índice de morbidade por motivo de seca acompanha esses resultados. Como a diferença entre as taxas de sobrevivência de Minas e dos demais estados são grandes, a diferença entre os índices também se tornam grandes.

3.3. Regionalização da suscetibilidade aos eventos de seca e cheia

Este tópico reúne os resultados obtidos nos tópicos anteriores e encaminha uma das questões centrais deste estudo, que é a utilização dos dados de seca e cheia e danos humanos em uma regionalização que busque indicar prioridades no investimento em gestão de riscos. Os mapas mostrados adiante podem ser considerados uma primeira aproximação do objetivo final. Isso fica muito claro ao se saber que os acidentes naturais de seca e cheia não se distribuem uniformemente em todo o território de cada unidade federativa. Assim, as cheias registradas dizem respeito a vales de alguns rios que cortam os territórios das unidades federativas, assim como

as secas, as mais clássicas do Brasil, ocorrem em porções dos estados nordestinos, reunidas sob a designação de ‘Região do Semiárido’, e não em todo o território das unidades federativas. Certamente, baixar a escala espacial para microrregiões ou municípios acrescentaria mais qualidade à informação. De qualquer maneira, o manuseio de dados na escala federativa proporciona a primeira ideia de regionalização que pode ser útil à qualificação de uma correspondente política pública.

Das oito categorias previstas para os grupos de regionalização, a “E” (não suscetível a desastres, porém com danos humanos intensos e letais) não encontra razão empírica no Brasil, já que nenhuma unidade federativa foi nela enquadrada. Quanto a danos humanos considerados intensos, quase $\frac{3}{4}$ das unidades federativas (39/54) não os sofrem quando da ocorrência de desastres naturais, restando um pouco mais de $\frac{1}{4}$ (15/54) com associação de desastres e danos humanos intensos. E no que se refere à letalidade dos danos humanos provocados por desastres naturais de seca ou cheia, a maioria esmagadora (49/54 ou 91%) relatou baixa letalidade em decorrência desses acidentes naturais;

A categoria A, positiva para suscetibilidade a desastres, danos humanos intensos e letalidade, teve uma única unidade federativa presente no caso de

Tabela 7 – Taxa proporcional de sobrevivência a eventos de seca e Índice de Morbidade por motivo de seca para cada unidade federativa que tenha algum cômputo de óbito no período de 2013 a 2016.

Estado	Taxa de sobrevivência a eventos de seca	Índice de Morbidade por motivo de seca
Minas Gerais	2	1,0000
Bahia	43	0,0422
Espirito Santo	61	0,0296
Alagoas	188	0,0096
Maranhão	3.314	0,0005

seca: Minas Gerais. Esse dado, que mostra morbidade causada pela seca em Minas Gerais, sugere a dúvida sobre a qualidade do dado e, se superado tal problema, porque a seca induz a mortes no estado e não em todo o Semiárido. Isso porque a memória do país está acostumada a associar mortes decorrentes da seca para o Semiárido, que ocupa parte importante da área de vários estados nordestinos. É bem verdade que Minas Gerais também tem parte de seu território inscrito no ‘Polígono das Secas’. Ocorre que o evento em tela se deu no município de Inimutaba que, por sinal, não consta da lista de municípios integrantes do Semiárido. A suspeição se torna mais incisiva porque os dados indicam que dos 141 afetados no município pela seca, 78 deles vieram a falecer, o que é um valor muito alto. Outro ponto a ser ponderado é que essa classificação dada a Minas Gerais advém de um único evento em um município específico, o qual acabou se tornando representativo para todo o estado em questão.

A Figura 8 apresenta o resultado da regionalização dos impactos da seca conforme a suscetibilidade das unidades federativas. Destaca-se uma ‘cunha’ no sentido norte-sul, a mostrar que esta porção territorial do país não é suscetível a eventos de seca, que quando ocorrem danos humanos eles não são intensos e que há, também, ausência de casos letais. Esta ‘cunha’ se amplia, no Norte – abrangendo Roraima, Acre e Rondônia – mas se limita ao Sudeste, não chegando até a região Sul, por ser suscetível a acidentes de seca e estiagem. No que se refere ao resultado da regionalização dos impactos da cheia conforme a suscetibilidade das unidades federativas, a representação indica que a ‘cunha’ presente no mapa da seca se desfaz, abrindo espaço para a

cristalização de um ‘arco’ de unidades federativas que sofrem com esse tipo de evento natural. É de se notar que a maior carga de problemas relacionado às cheias delineia um ‘arco’ formado pelas unidades federativas que vão no sentido horário, do Norte, passando pelo Nordeste e pelo Sudeste, até chegar ao Sul, com algumas poucas exceções, como as representadas pelo Acre, Rondônia, Amapá, Sergipe e Alagoas, unidades federativas relativamente pequenas quando comparadas às demais de suas próprias regiões (Figura 9).

3.4. Proposta de direcionamento de recursos e ações públicas

Fazendo uso dos quatro eixos do Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais (Prevenção, Mapeamento, Monitoramento e Alerta e Resposta), apresentam-se, na Tabela 8, os graus de prioridade de investimento por eixo e por categoria de regionalização.

Uma vez distribuídos os graus de prioridade da Política Nacional entre as diferentes categorias de regionalização, fez-se o somatório dos pontos obtidos por grupo de estados, que é mapeado para se dispor de uma visualização dos resultados. Quanto menor é a soma dos graus de prioridade, maior é a prioridade de ação, sendo mais premente a alocação de recursos públicos para a minimização dos impactos.

Dos quatro eixos, o ‘mapeamento’ é o mais bem identificado com ações de estudo e prospecção. A ele a Política Nacional deveria conferir prioridade máxima em qualquer situação, uma vez que a ocorrência de desastres varia ano a ano e a Política

Suscetibilidade à seca

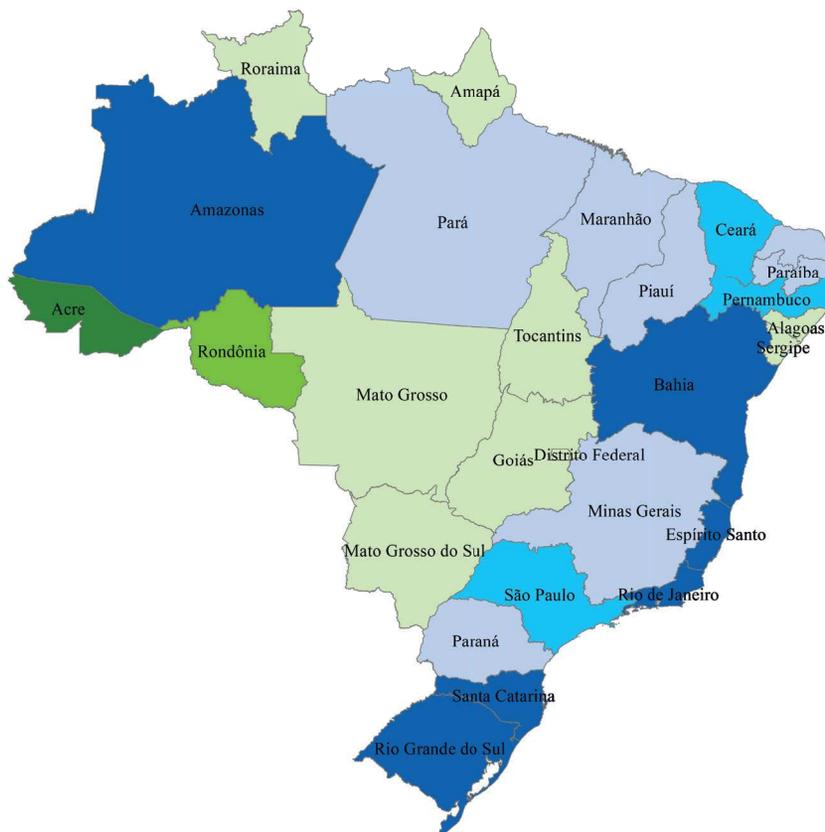


Regionalização dos impactos da seca

- Não suscetível, sem danos intensos e não letais
- Não suscetível, com danos intensos e não letais
- Suscetível, sem danos intensos e não letais
- Suscetível, com danos intensos e não letais
- Suscetível, com danos intensos e letais

FIGURA 8 – Regionalização dos impactos da seca conforme a suscetibilidade das unidades federativas.

Suscetibilidade à cheia



Regionalização dos impactos das cheias

- Não suscetível, sem danos intensos e não letais
- Não suscetível, sem danos intensos porém letais
- Não suscetível, com danos intensos e não letais
- Suscetível, sem danos intensos e não letais
- Suscetível, sem danos intensos porém letais
- Suscetível, com danos intensos e não letais

FIGURA 9 – Regionalização dos impactos das cheias conforme a suscetibilidade das unidades federativas.

Nacional não deveria se deixar surpreender por ocorrências não previstas. Além do mais, o ‘mapeamento’ pode ser feito integralmente na esfera federal, que dispõe de melhores recursos materiais e tecnológicos que os estados. Logo, atribui-se o grau ‘1’ para o mapeamento em todos os grupos de estados de regionalização.

No eixo da ‘prevenção’, foi conferida prioridade máxima aos grupos de regionalização suscetíveis a desastres; prioridade intermediária aos não suscetíveis porém com danos humanos intensos ou danos humanos letais; e prioridade baixa aos não

suscetíveis e sem danos humanos intensos e danos humanos não letais.

No eixo do ‘monitoramento e alerta’, aos grupos de regionalização suscetíveis a desastres e com danos humanos intensos ou danos humanos letais, foi conferida prioridade máxima; para os suscetíveis, porém sem danos humanos intensos e sem letalidade, a prioridade foi baixa; para os não suscetíveis, porém com danos humanos intensos ou com danos humanos letais, a prioridade dada foi intermediária; por fim, para os grupos não suscetíveis

TABELA 8 – Proposta para priorização de recursos relacionados a desastres naturais, conforme critérios de regionalização adotados neste estudo.

Categorias de Regionalização	Critérios de regionalização			Grau de prioridade conforme o Eixo do Plano Nacional				Somatório dos graus de prioridade
	Suscetível a desastres	Danos humanos intensos	Letalidade	Prevenção	Mapeamento	Monitoramento e Alerta	Resposta	
A	Sim	Sim	Sim	1	1	1	1	4
B	Sim	Sim	Não	1	1	1	2	5
C	Sim	Não	Sim	1	1	1	2	5
D	Sim	Não	Não	1	1	3	3	8
F	Não	Sim	Não	2	1	2	2	7
G	Não	Não	Sim	2	1	2	2	7
H	Não	Não	Não	3	1	3	3	10

Nota 1: Graus de prioridade: 1 (máxima), 2 (intermediária), 3 (baixa)

Nota 2: A soma dos graus de prioridade varia de 4 a 12, sendo 4 a prioridade máxima para a alocação de recursos e 12, a mínima.

e sem danos humanos intensos e sem letalidade, foi dada prioridade baixa.

No eixo ‘resposta’, a análise se debruçou sobre os danos humanos, independentemente se os grupos são suscetíveis ou não aos desastres. Dessa forma, grupos com danos humanos intensos e danos humanos letais ganharam prioridade máxima; já os com danos humanos intensos ou com letalidade, prioridade intermediária; e baixa prioridade para aqueles sem danos humanos intensos e sem danos humanos letais.

A partir do somatório dos graus de prioridade é possível criar um ranqueamento dos estados com maior prioridade de investimento visando minimi-

zar os efeitos das secas e cheias. Outra informação importante que se pode extrair desse procedimento é a identificação da(s) área(s) cada estado deve priorizar. A aplicação dessa metodologia fornece como resultado a pontuação mostrada Tabelas 9 e 10, e Figuras 10 e 11.

Os estados que merecem maior atenção dos órgãos públicos a fim de minimizar os impactos das cheias no Brasil são: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Bahia, Ceará, Pernambuco, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Amazonas. Para esses estados, as áreas prioritárias para investimento são: prevenção, mapeamento, e monitoramento e alerta. Alagoas, Sergipe, Mato Grosso, Mato Grosso do

TABELA 9 – Regionalização com base nos critérios de prioridade aplicados a eventos de cheias, com os consequentes danos humanos.

Grupos de Estados	Critérios de regionalização			Grau de prioridade conforme o Eixo do Plano Nacional				Somatório dos graus de prioridade
	Suscetível a desastres	Danos humanos intensos	Letalidade	Prevenção	Mapeamento	Monitoramento e Alerta	Resposta	
RS, SC, BA, ES, AM e RJ	Sim	Sim	Não	1	1	1	2	5
CE, PE e SP	Sim	Não	Sim	1	1	1	2	5
MG, PB, PI, RN, PR, MA e PA	Sim	Não	Não	1	1	3	3	8
AC	Não	Sim	Não	2	1	2	2	7
RO	Não	Não	Sim	2	1	2	2	7
AL, MS, MT, SE, RR, GO, TO, AP e DF	Não	Não	Não	3	1	3	3	10

TABELA 10 – Regionalização com base nos critérios de prioridade aplicados a eventos de seca, com os consequentes danos humanos.

Grupos de Estados de Regionalização	Critérios de regionalização			Grau de prioridade conforme o Eixo do Plano Nacional			Resposta	Somatório dos graus de prioridade
	Suscetível a desastres	Danos humanos intensos	Letalidade	Prevenção	Mapeamento	Monitoramento e Alerta		
MG	Sim	Sim	Sim	1	1	1	1	4
PB, CE, BA e AL	Sim	Sim	Não	1	1	1	2	5
RS, SC, PI, PE, RN e PR	Sim	Não	Não	1	1	3	3	8
ES, AM e MA	Não	Sim	Não	2	1	2	2	7
DF, AP, RO, TO, AC, GO, RR, MS, MT, SE, PA, RJ e SP	Não	Não	Não	3	1	3	3	10

Sul, Goiás, Distrito Federal, Roraima, Tocantins e Amapá apresentaram a menor prioridade no ranqueamento dos estados brasileiros (Tabela 9 e Figura 10).

O estado que merece maior atenção dos órgãos públicos a fim de minimizar os impactos das secas no Brasil é Minas Gerais, por ter todos os eixos do Plano Nacional como áreas prioritárias para o investimento. Treze estados (Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Distrito Federal, Amapá, Rondônia, Roraima, Tocantins, Acre, Pará, Sergipe, Rio de Janeiro e São Paulo) apresentaram a menor prioridade no ranqueamento dos estados brasileiros (Tabela 10 e Figura 11).

4. Considerações finais

A expectativa de que os números de desastres naturais continuassem crescendo no Brasil não se confirmou entre 2013 e 2016. Pelo contrário, os registros mostram uma queda expressiva no relato de ocorrência de desastres naturais no Brasil. Apesar da redução no número de desastres, os danos humanos decorrentes aumentaram.

Seca, estiagem, enxurrada e inundação foram os eventos que mais afetaram a população brasileira. A seca e a estiagem responderam por 78% das pessoas afetadas. Já os eventos que mais geraram óbitos foram movimento de massa, inundação,

enxurrada e alagamento. Apesar de a seca afetar maior quantidade de pessoas, os efeitos das cheias são mais letais.

Em termos de secas e estiagens, verificou-se um aumento de mais de 100% no número de registros de eventos e um aumento de mais de 400% no número anual médio de pessoas afetadas na comparação de 2013/2016 com 1991/2012. Logo, as secas se tornaram mais agressivas nos últimos quatro anos.

Os danos humanos mais provocados pelas cheias foram os vividos pelos desalojados e desabrigados pelas secas, as enfermidades. A categoria “outros danos” contemplou 83,3% e 99,5% dos danos declarados entre 2013 e 2016 para cheias e secas, respectivamente. Esses dados sugerem que as categorias utilizadas pela Defesa Civil não explicam o impacto efetivo das cheias e secas sobre a população.



FIGURA 10 – Estados e áreas prioritárias para investimento de recursos com intuito de minimizar os impactos das cheias no Brasil.

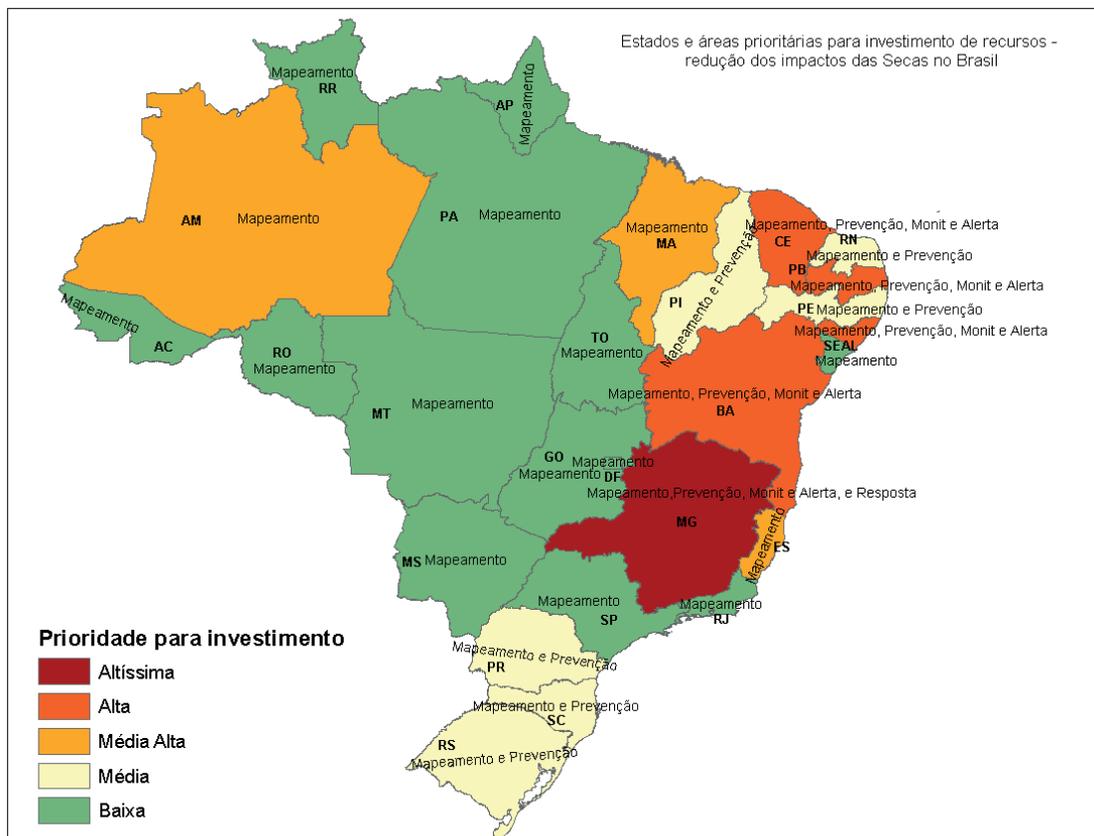


FIGURA 11 – Estados e áreas prioritárias para investimento de recursos com intuito de minimizar os impactos das secas no Brasil.

Os três estados mais suscetíveis à ocorrência de cheias foram: Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Minas Gerais. Os três estados mais suscetíveis a danos humanos efetivos por motivos de cheias foram: Amazonas, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Os três estados com maior índice de morbidade relativo a cheias foram: Rondônia, São Paulo e Ceará.

Os três estados mais suscetíveis à ocorrência de secas foram: Ceará, Paraíba e Bahia. Os três estados mais suscetíveis a danos humanos efeti-

vos por motivos de secas foram: Bahia, Ceará e Amazonas. Os três estados com maior índice de morbidade relativo a secas foram: Minas Gerais, Bahia e Espírito Santo.

Há diferentes perfis de estados no Brasil como, por exemplo, Minas Gerais, com alta suscetibilidade a cheias e baixa suscetibilidade a danos humanos efetivos causados pelas cheias. Já o Amazonas apresenta média suscetibilidade a cheias e a maior suscetibilidade a danos humanos efetivos por elas motivados. Por sua vez, Pernambuco e Piauí apre-

sentaram alta suscetibilidade às secas, mas com baixo impacto efetivo sobre a população. No Ceará e Bahia há alta suscetibilidade à seca com grande impacto na população.

A marcada ocorrência geográfica dos eventos de desastres naturais sugere que a regionalização traz vantagens ao aperfeiçoamento da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil. A regionalização mostra existirem seis perfis de estados para cheias; e cinco para secas.

Integram o rol dos estados com prioridade de investimento para minimização dos efeitos das cheias no Brasil, considerando dados até 2016: Amazonas, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo, Espírito Santo, Bahia, Pernambuco e Ceará, tendo as áreas de mapeamento, prevenção e monitoramento e alerta como prioritárias.

Integram o rol dos estados com prioridade de investimento para minimização dos efeitos das secas no Brasil, considerando dados até 2016: Minas Gerais, Bahia, Alagoas, Paraíba e Ceará, tendo as áreas de mapeamento, prevenção e monitoramento e alerta e resposta como prioritárias para Minas Gerais, e as áreas de mapeamento, prevenção e monitoramento e alerta para os demais estados.

Sugere-se que a regionalização proposta seja atualizada com frequência, devido ao caráter mutável dos desastres naturais e dos danos humanos decorrentes. Reforça-se a necessidade de usar como unidade espacial mínima as unidades federativas, sabendo-se que a escala municipal pode proporcionar melhores resultados.

Referências

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

ANA – Agência Nacional de Águas. *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017: relatório pleno*. Brasília: ANA, 2017.

Braga, T. M.; Oliveira, E. L de; Givisiez, G. H. N. Avaliação de metodologias de mensuração de risco e vulnerabilidade social a desastres naturais associados à mudança climática. *São Paulo em Perspectiva*, 20(1), 81-95, 2006.

Brasil. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres (UFSC/CEPED). *Capacitação básica em Defesa Civil*, 2012. Disponível em: <<http://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2012/01/Capacitação-Básica-em-Defesa-Civil-livro-texto.pdf>>. Acesso em: abril de 2019.

Brasil. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres (UFSC/CEPED). *Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2012: Volume Brasil*. Florianópolis, SC: CEPED/UFSC, 2013.

Castro, A. L. C. de. *Manual de desastres: desastres naturais*. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2003.

Coutinho, E. de C. *et al.* Riscos socioeconômicos e ambientais em municípios banhados pelos afluentes do Rio Amazonas. *Revista Ambiente & Água*, 12(5), 814-828, 2017.

Debortoli, N. S.; Camarinha, P. I. M.; Marengo, J. A.; Rodrigues, R. R. An index of Brazil's vulnerability to expected increases in natural flash flooding and landslide disasters in the context of climate change. *Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards*, 86(2), 557-582, 2017.

UNISDR. Estrategia Internacional Para Reducción De Desastres De Las Naciones Unidas. *Terminología sobre reducción del riesgo de desastres*. Genebra, Suíça: UNISDR, 2009. Disponível em: <http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf>. Acesso em: abril de 2017.

Freitas, C. M.; Ximenes, E. F. Enchentes e Saúde Pública – uma questão na literatura científica recente das causas, consequências e respostas para prevenção e mitigação. *Ciência & Saúde Coletiva*, 17(6), 1601-1615, 2012.

Jacob, P. R.; Sulaiman, S. N. Governança Ambiental urbana

em face das mudanças climáticas. *Revista USP*, 109, 133-142, 2016.

Ludwig, L.; Mattedi, M. A. Dos desastres do desenvolvimento ao desenvolvimento dos desastres: a expansão territorial da vulnerabilidade. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 39, 23-42, 2016. doi: 10.5380/dma.v39i0.45575

Marengo, J. A. Mudanças Climáticas, Condições Meteorológicas Extremas e Eventos Climáticos no Brasil. In: FBDS (Org.). *Mudanças Climáticas Eventos Extremos no Brasil*. FBDS & LLOYD'S, 2010, p. 05-19. Disponível em: <http://www.fbds.org.br/cop15/FBDS_MudancasClimaticas.pdf

Minervino, A. C. *Distribuição de eventos, danos humanos e materiais relacionados com desastres hidrológicos no Brasil, 2010-2014*. Brasília, Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – UnB, 2015.

Neves-Silva, P.; Heller, L. O direito humano à água e ao esgotamento sanitário como instrumento para promoção da saúde de populações vulneráveis. *Ciência & Saúde Coletiva*, 21(6), 1861-1870, 2016. doi: 10.1590/1413-81232015216.03422016

Tasca, F. A.; Finotti, A. R.; Pompêo, C. A.; Goerl, R. F. O papel da drenagem urbana na prevenção de desastres hidrológicos na bacia hidrográfica do rio Itajaí Açu. *Revista Brasileira de Cartografia*, 69(1), 129-142, 2017.