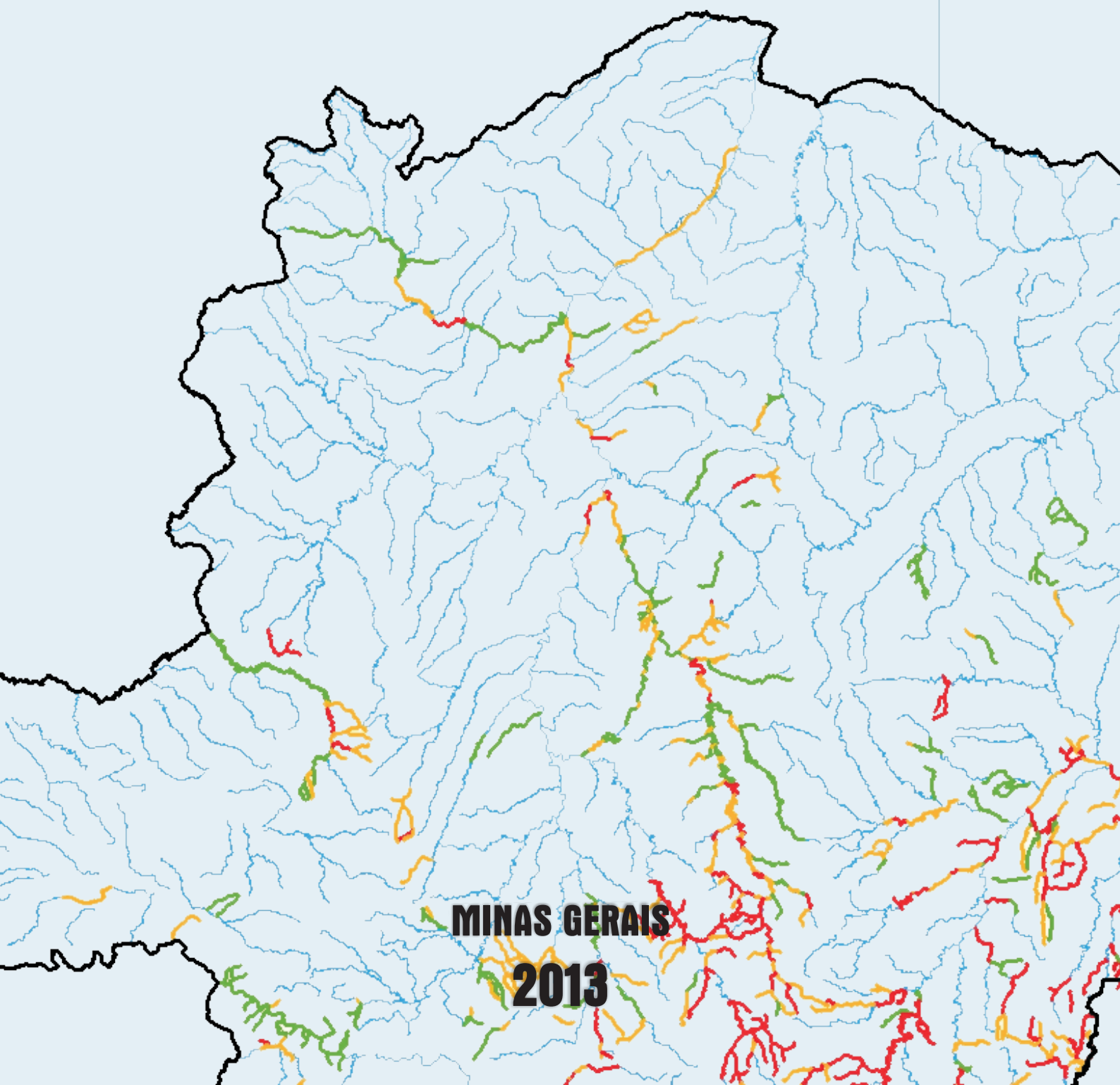


ATLAS DE VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES



**MINAS GERAIS
2013**

**ATLAS DE VULNERABILIDADE
A INUNDAÇÕES NO ESTADO DE
MINAS GERAIS
2013**

**Belo Horizonte
Outubro de 2013**

© Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Governo do Estado de Minas Gerais

Antônio Augusto Junho Anastasia - Governador

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SEMAD

Adriano Magalhães Chaves - Secretário

Subsecretaria de Controle e Fiscalização Ambiental Integrada - SUCFIS

Daniela Diniz Faria - Subsecretária

Superintendência de Controle e Emergência Ambiental - SUCEA

Ana Carolina Miranda Lopes de Almeida - Superintendente

Diretoria de Prevenção e Emergência Ambiental - DEAMB

Zenilde das Graças Guimarães Viola – Diretora

Elaboração:

Bernardo Marques Costa de Oliveira, Engenheiro Ambiental e Engenheiro de Segurança do Trabalho/SEMAD

Denise Aparecida Avelar Costa e Silva, Geógrafa/SEMAD

João Paulo Cotta, Sd BM/CEDEC

Rosana Rodrigues da Costa, Bióloga/SEMAD

Zenilde das Graças Guimarães Viola, DSc. Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre/SEMAD

Ficha catalográfica elaborada pelo Núcleo de Documentação Ambiental

M663a Minas Gerais. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.
Atlas de vulnerabilidade às inundações Minas Gerais 2013 / Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. --- Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2013.
32p. : il.

1. Inundação. 2. Enchente. 3. Desastre natural. I. Título.

CDU: 614.8:502.58

APRESENTAÇÃO

As inundações em cidades brasileiras ocorrem cada vez com mais frequência e maior intensidade trazendo consequências à saúde, à infraestrutura e ao meio ambiente, aos serviços e à economia local. Portanto, a prevenção e mitigação vêm se tornando temas de grande interesse, reforçado após inúmeros alertas da comunidade científica sobre o risco do aumento da frequência e intensidade das chuvas e outros eventos extremos, em decorrência das mudanças ambientais e climáticas em larga escala.

Neste sentido, há a preocupação da SEMAD em dotar comunidades e instituições envolvidas nas ações de prevenção e mitigação de inundações com informações de monitoramento em casos de emergências de cheias, secas e tempestades severas. Um primeiro passo para este trabalho foi a elaboração deste Atlas de Vulnerabilidade a Inundações que apresenta, de maneira simples e de fácil entendimento, mapas que permitem identificar os corpos de água que apresentam riscos de inundação, considerando-se a frequência de ocorrências, bem como os prejuízos provocados à vida, aos bens e à interrupção dos serviços públicos e privados.

O trabalho de mapeamento de trechos inundáveis dos corpos de água em Minas Gerais foi realizado com metodologia proposta pela Agência Nacional de Águas (ANA). Contou ainda com o apoio do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam), dos Comitês de Bacias Hidrográficas e da Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC-MG), que forneceu os dados relativos aos impactos causados pelas inundações no Estado de Minas Gerais baseando-se no arquivo de Avaliação de Danos (AVADAN).

Adriano Magalhães Chaves
Secretário de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1-Alagamento em Camanducaia (Março/2012). FONTE: CEDEC/MG	2
FIGURA 2- Ribeirão Arrudas – Belo Horizonte (Janeiro/2009). FONTE: http://ribeiraoarrudas.blogspot.com.br	3
FIGURA 3-Acumulado de Chuvas, período 2012/2013. FONTE: IGAM4	
FIGURA 4- Enchente em Guidoal (Janeiro/2012). FONTE: CEDEC/MG	6
FIGURA 5- Além Paraíba (2012). FONTE: CEDEC/MG	6
FIGURA 6-Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos de Minas Gerais – UPGRH's. FONTE: IGAM	7
FIGURA 7- Esquema de enchentes e inundações. Fonte: Goerl & Kobiyama (2005).	10
FIGURA 8-Classes de Grau dos Impactos das Inundações para os trechos dos corpos de água.....	11
FIGURA 9-Esquema de definição da vulnerabilidade à Inundação de um trecho de corpo de água.....	11
FIGURA 10-Matriz para classificação da Vulnerabilidade a Inundações.	12
FIGURA 11-Número de trechos inundáveis nas bacias federais em Minas Gerais.	17
FIGURA 12-Frequência de ocorrência de inundações.....	18
FIGURA 13- UPGRHs com maior quantidade de trechos com frequência Alta de inundações.	19
Figura 14- Número e percentual de trechos de acordo com a vulnerabilidade a inundações.....	20

LISTA DE TABELAS

TABELA 1-Número de municípios atingidos pelos desastres provocados pelas chuvas no Estado de Minas Gerais no período de 2001 a 2012. FONTE: CEDEC (2012).....	5
TABELA 2-Números de danos e custos dos prejuízos causados pelas chuvas no Estado de Minas Gerais, no período de 2007 a 2012. FONTE: CEDEC (2012).....	5
TABELA 3-Classificação quanto à Frequência de Inundações.....	10
TABELA 4-Distribuição dos trechos por UPGRH representando Frequência, Impacto e Vulnerabilidade à inundação.	15

LISTA DE ABREVIATURAS

ANA - Agência Nacional de Águas

AVADAN – Avaliação de Danos

CEDEC - Controladoria Estadual de Defesa Civil

DEAMB – Diretoria de Prevenção e Emergência Ambiental

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

MG - Minas Gerais

SEMAD - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

UPGRH - Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
1.1.	O ESTADO DE MINAS GERAIS	3
1.1.1.	AS UNIDADES DE PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS – UPGRH’S	7
2.	METODOLOGIA	9
2.1.	DEFINIÇÕES E CLASSIFICAÇÕES	9
2.2.	VULNERABILIDADE	11
2.3.	ETAPAS REALIZADAS PARA O DESENVOLVIMENTO DOS MAPAS	12
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
3.1.	TRECHOS INUNDÁVEIS	17
3.2.	FREQUÊNCIA	18
3.3.	VULNERABILIDADE	19
3.4.	TRECHOS CRÍTICOS	20
4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
5.	RECOMENDAÇÕES	22
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
7.	GLOSSÁRIO	24

1. INTRODUÇÃO

As inundações e enchentes são fenômenos naturais que ocorrem frequentemente nos corpos de água atingidos por chuvas de longa duração ou chuvas de alta intensidade e curta duração. Em consequência das ações antrópicas estes eventos tem se intensificado nos centros urbanos, uma vez que muitas cidades desenvolveram suas áreas urbanas ao longo dos leitos dos rios colocando em risco a população que, eventualmente, enfrenta problemas provocados por chuvas intensas, concentradas e/ou com o acúmulo de águas pluviais nas vias públicas.

Pelo fato das regiões próximas aos rios, em sua maioria, apresentarem-se com mais recursos, há séculos a ocupação populacional se dá nestes locais, desenvolvendo-se os aglomerados urbanos. Entretanto, com o crescimento demográfico, mais localidades ao longo dos rios tem sido ocupadas, expondo as populações a estes eventos. Além disso, as intervenções antrópicas têm proporcionado alterações nas condições naturais desses corpos de água, intensificando as inundações.

Dentre as atividades que impactam negativamente, destacam-se o uso e ocupação irregular do solo, o assoreamento dos corpos de água, a redução da calha fluvial, o desmatamento, a impermeabilização do solo, dentre outras.

A partir do contexto das inundações, verifica-se que esses desastres acarretam impactos negativos significativos sobre a sociedade, tornando imprescindível à implantação de medidas para mitigação, visando prioritariamente a preservação de vidas humanas.

Segundo Amaral & Ribeiro (2009), a grandeza e a frequência dos processos hidrológicos ocorrem em função da quantidade, da intensidade e distribuição da precipitação, do grau de saturação do solo, da taxa de infiltração de água no solo e das características morfométricas e morfológicas da bacia de drenagem.

De acordo com a Coordenadoria Estadual de Defesa Civil de Minas Gerais - CEDEC, anualmente, milhares de pessoas são afetadas pelos efeitos causados pelas chuvas, como por exemplo, as enchentes, inundações, alagamentos, deslizamentos e vendavais, sendo os danos e prejuízos causas de mazelas sociais. Estes acontecimentos destacam a importância de um trabalho informativo relativo à vulnerabilidade a inundações dos recursos hídricos de Minas Gerais.

O “Atlas de Vulnerabilidade a Inundações no Estado de Minas Gerais” visa apresentar por meio de mapas as áreas vulneráveis a inundações, objetivando facilitar o estabelecimento de alternativas e ações que minimizem os efeitos

negativos decorrentes das inundações rurais e urbanas, uma vez que é difícil a total eliminação destes fenômenos.

Para diagnosticar a situação ambiental referente ao contexto de cursos d'água suscetíveis a inundações foi utilizado o mapeamento através de metodologia estabelecida pela Agência Nacional de Águas – ANA classificando os trechos dos corpos de água quanto ao grau de vulnerabilidade e apresentando os trechos críticos.

O Atlas é uma ferramenta de planejamento a prevenção de inundações de suma importância que possibilitará a identificação dos pontos mais críticos e as estimativas dos impactos causados pelas chuvas.

De acordo com a Agência Nacional de Águas, a vulnerabilidade a inundações é obtida pela interseção dos dados históricos de frequência de ocorrência e o impacto ocasionado pelo evento. Contudo, o impacto agrega também a situação atual estimando as possíveis consequências caso o evento ocorra.

Em decorrência do clima e relevo do Estado, várias regiões mineiras apresentam frequências de ocorrência de inundações com impactos sociais e ambientais relevantes, conforme representado pelas figuras 1 e 2, no município de Camanducaia (2012) e no município de Belo Horizonte (2009), respectivamente.



FIGURA 1-Alagamento em Camanducaia (Março/2012). FONTE: CEDEC/MG



FIGURA 2– Ribeirão Arrudas – Belo Horizonte (Janeiro/2009). FONTE:
<http://ribeiraoarrudas.blogspot.com.br>

1.1. O ESTADO DE MINAS GERAIS

O Estado de Minas Gerais possui área de 586.522,122km², o que corresponde a 7% da área total do país.

Em função da localização geográfica, relevo, continentalidade, variabilidade de biomas e fitofisionomias, Minas Gerais apresenta condições termodinâmicas que resultam em diferentes regimes de chuvas.

As chuvas incidentes na região são responsáveis pela formação de importantes bacias hidrográficas federais que apresentam suas nascentes em Minas Gerais, como o Rio São Francisco, Rio Paraná (Rio Grande), Atlântico Leste (Rio Jequitinhonha) e Atlântico Sudeste (Rio Doce).

A precipitação pluviométrica de Minas Gerais (Figura 3) é em função do relevo e da posição geográfica, variando entre 450mm no Norte de Minas até áreas com precipitações próximas de 1.050mm na região sul/sudoeste de Minas.

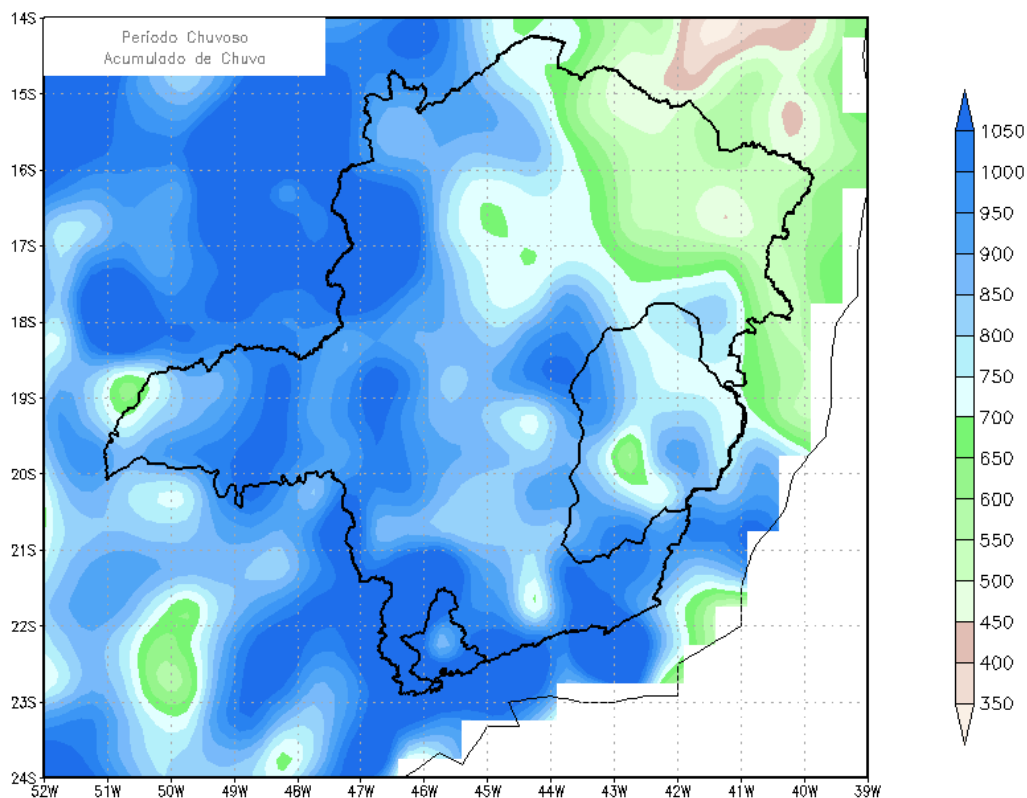


FIGURA 3-Acumulado de Chuvas, período 2012/2013. FONTE: IGAM

De acordo com o Plano de Emergência Pluviométrica 2012/2013 da Defesa Civil de Minas Gerais, no período chuvoso 2011/2012 houve um aumento de 27% no número de municípios mineiros atingidos pelos desastres provocados pelas chuvas em relação à média histórica dos últimos 10 anos, que foi de 215 municípios no período (Tabela 1).

Na tabela 2 é possível verificar, quantitativamente, os danos humanos, materiais, ambientais e prejuízos econômicos e sociais dos municípios atingidos pelas chuvas no período 2007/2012, constatando-se um prejuízo total de R\$1.632.192.728,85 (um bilhão, seiscentos e trinta e dois milhões, cento e noventa e dois mil, setecentos e vinte e oito reais e oitenta e cinco centavos). Somente em janeiro/2012, 186 municípios foram atingidos por desastres ocasionados pelas chuvas, dentre eles Guidoal (Figura 4) e Além Paraíba (Figura 5).

TABELA 1-Número de municípios atingidos pelos desastres provocados pelas chuvas no Estado de Minas Gerais no período de 2001 a 2012. FONTE: CEDEC (2012)

ANO	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12
MUNICÍPIOS ATINGIDOS	239	261	218	234	152	316	121	276	120	216	273

TABELA 2-Números de danos e custos dos prejuízos causados pelas chuvas no Estado de Minas Gerais, no período de 2007 a 2012. FONTE: CEDEC (2012)

ANO	DANOS HUMANOS					DANOS MATERIAIS	DANOS AMBIENTAIS	PREJUÍZOS ECONÔMICOS	PREJUÍZOS SOCIAIS	VALOR AVADAN TOTAL
	Óbitos	Feridos	Desabrigados	Desalojados	Afetados	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)
2007/08	20	45	4.345	1.875	72.979	37.010.223,00	3.601.560,00	4.278.800,00	4.018.205,00	48.908.788,00
2008/09	44	482	11.630	113.630	1.174.958	441.217.552,00	70.051.760,00	172.759.353,00	139.967.495,00	823.996.160,00
2009/10	20	68	2.406	11.206	861.083	58.971.914,00	3.088.000,00	18.260.884,00	49.496.280,00	129.817.078,00
2010/11	23	439	4.303	37.876	1.568.696	304.761.771,00	165.234.635,00	323.624.284,00	70.019.506,12	876.579.837,02
2011/12	20	346	9.594	106.618	3.625.962	1.033.326.773,49	122.049.700,00	208.468.138,00	268.348.117,36	1.632.192.728,85



FIGURA 4- Enchente em Guidoal (Janeiro/2012). FONTE: CEDEC/MG



FIGURA 5- Além Paraíba (2012). FONTE: CEDEC/MG

1.1.1. AS UNIDADES DE PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS – UPGRH’S

O Estado realiza a gestão dos recursos hídricos por meio dos comitês de bacia hidrográfica conforme a divisão adotada na Deliberação Normativa CERH nº 6, de 04 de outubro de 2002, que são as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos – UPGRH. Atualmente, totalizam 36 UPGRH (Figura 06), criadas a partir das bacias federais existentes em Minas Gerais.

Os esforços realizados pelo Governo de Minas, no período de 2003 a 2010, colocaram o Estado no patamar mais avançado de gestão de recursos hídricos do país, incluindo a adoção de medidas que assegurem o financiamento e pleno funcionamento de 36 Comitês de Bacia Hidrográfica (CBHs) criados no Estado. Por isso, é importante a participação efetiva dos comitês, responsáveis pelo gerenciamento do uso da água. Além disso, eles são os responsáveis também pela elaboração e execução dos planos de bacia de cada região e pela definição dos mecanismos de cobrança pelo uso da água.

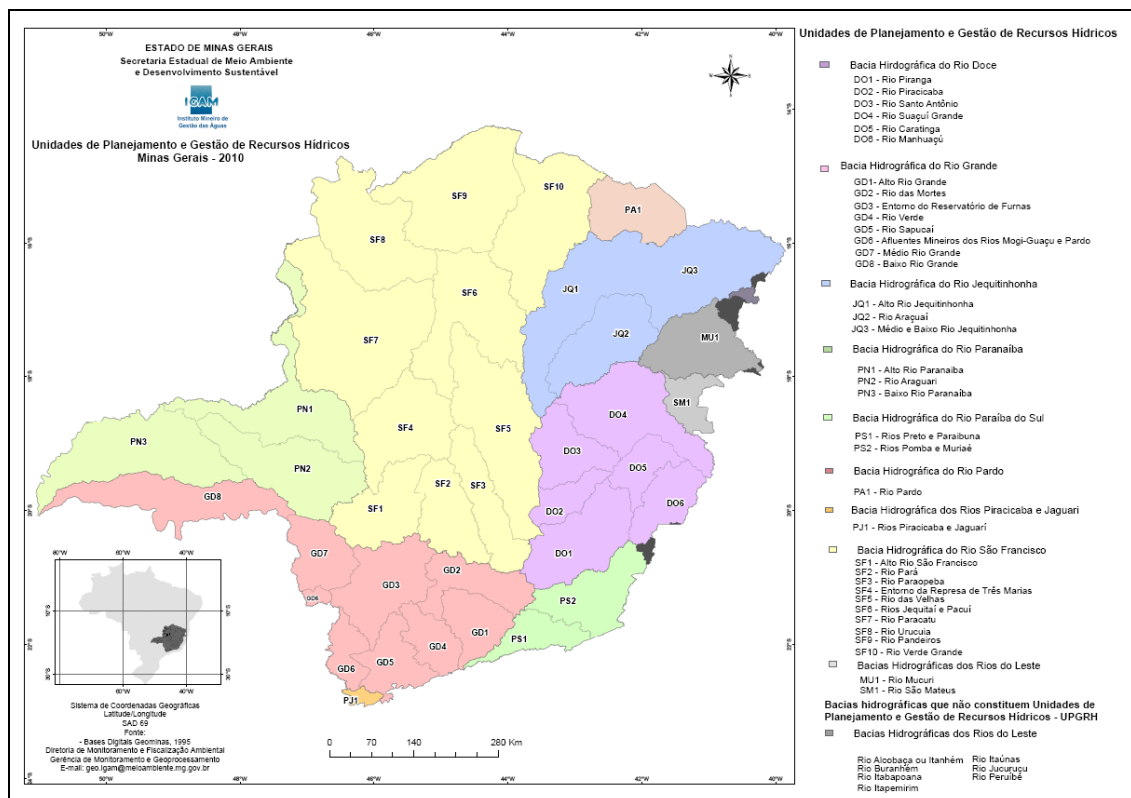


FIGURA 6-Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos de Minas Gerais – UPGRH's. FONTE: IGAM

A otocodificação (conjunto de processos para tratamento topológico da rede hidrográfica com base na codificação de bacias de Otto Pfafstetter (1989) e que permite associar e extrair informações a jusante e a montante de cada trecho da rede) foi realizada a partir das bacias hidrográficas de rios de domínio da União.

A Deliberação Normativa CERH-MG nº 06, de 04 de outubro de 2002, estabelece as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais (UPGRH's).

Bacia hidrográfica do Rio São Francisco (SF):

SF1: Alto curso da bacia hidrográfica do rio São Francisco até a confluência com o rio Pará

SF2: Bacia do rio Pará

SF3: Bacia do rio Paraopeba

SF4: Bacia do entorno da represa de Três Marias

SF5: Bacia do rio das Velhas

SF6: Bacias dos rios Jequitaí e Pacuí

SF7: Bacia hidrográfica dos afluentes mineiros do rio Paracatu

SF8: Bacia do rio Urucuia

SF9: Bacias dos rios Pandeiros e Calindó

SF10: Bacia dos afluentes mineiros do rio Verde Grande.

Bacia do Rio Paranaíba (PN):

PN1: Bacia do rio Dourados

PN2: Bacia do rio Araguari

PN3: Bacia dos afluentes mineiros do baixo Paranaíba

Bacia do Rio Grande (GD):

GD1: Bacia do Alto rio Grande

GD2: Bacias dos rios das Mortes e Jacaré

GD3: Bacia do reservatório de Furnas

GD4: Bacia do rio Verde

GD5: Bacia do rio Sapucaí

GD6: Bacias dos afluentes mineiros dos rios Mogi-Guaçu/Pardo

GD7: Bacia dos afluentes mineiros do Médio rio Grande

GD8: Bacia dos afluentes mineiros do Baixo rio Grande

Bacia do Rio Doce (DO):

DO1: Bacia do rio Piranga

DO2: Bacia do rio Piracicaba

DO3: Bacia do rio Santo Antônio

DO4: Bacia do rio Suaçuí

DO5: Região dos rios Caratinga

DO6: Bacia do rio Manhuaçu.

Bacia do Rio Jequitinhonha (JQ):

JQ1: Bacia do Alto Jequitinhonha

JQ2: Bacia do rio Araçuaí

JQ3: Bacia do Médio e Baixo Jequitinhonha

Bacia do Rio Paraíba do Sul (PS):

PS1: Bacia dos afluentes mineiros dos rios Preto e Paraibuna

PS2: Bacia dos afluentes mineiros dos rios Pomba e Muriaé

Bacia do Rio Pardo (PA):

PA1: Toda a área da bacia no Estado.

Bacia do rio Mucuri (MU):

MU1: Toda a área da bacia em MG.

Bacias do Leste:

Bacia do rio Buranhém

Bacia do rio Jucuruçu

Bacia do rio Itanhém

Bacia do rio Peruípe

Bacia do rio Itaúnas

Bacia do rio São Mateus

Bacia do rio Itapemirim

Bacia do rio Itabapoana

Bacia dos rios Piracicaba/Jaguari (PJ1):

PJ1: Toda a área da bacia no Estado de MG.

2. METODOLOGIA

2.1. DEFINIÇÕES E CLASSIFICAÇÕES

A inundação é o extravasamento das águas do canal de drenagem para áreas marginais (várzeas, leito maior ou planície de inundação), quando a enchente atinge uma cota acima do nível máximo da calha principal do rio (Figura 7).

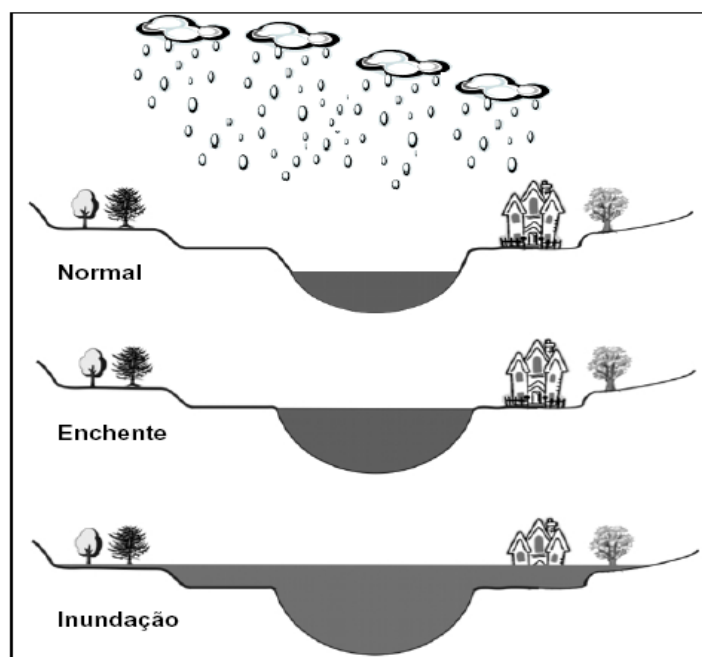


FIGURA 7- Esquema de enchentes e inundações. Fonte: Goerl & Kobiyama (2005).

A avaliação qualitativa da frequência das inundações (Tabela 3) e do grau dos impactos (Figura 8) decorrentes permite estimar a vulnerabilidade dos trechos inundáveis.

TABELA 3- Classificação quanto à Frequência de Inundações.

Cor do trecho	Intervalo de ocorrência de inundação	Frequência de inundação
VERMELHO	Áreas que inundaram nos últimos 5 anos	A – ALTA
ALARANJADO	Áreas que inundaram entre 5 e 10 anos	M – MÉDIA
VERDE	Áreas que inundaram há 10 anos ou mais	B – BAIXA

A estimativa dos impactos é definida em função da ocorrência de danos à vida (Figura 8), às propriedades e da interrupção dos serviços públicos e privados. Através do mapeamento foram identificados os impactos relacionados a cada trecho. Destaca-se que, para a elaboração dos mapeamentos utilizou-se as informações apresentadas nos Planos de Emergência Pluviométrica da Coordenadoria Estadual de Defesa Civil de Minas Gerais - CEDEC.

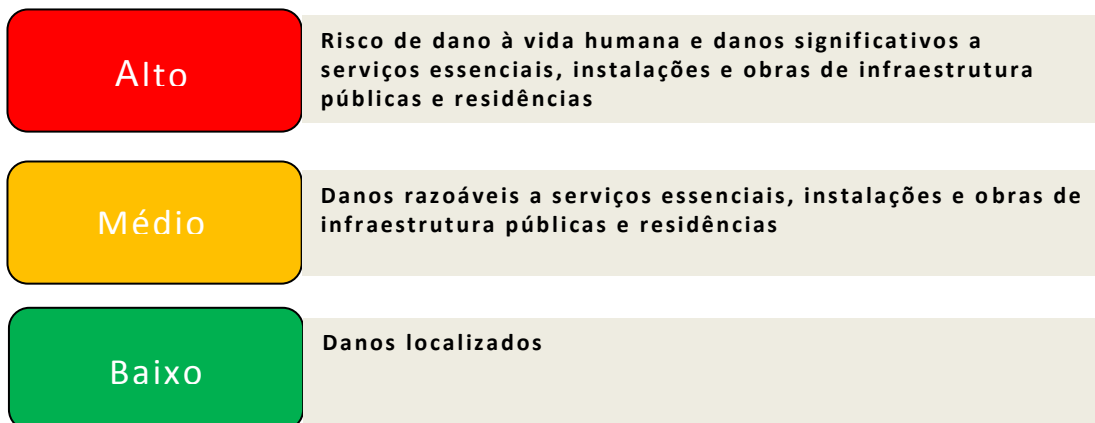


FIGURA 8-Classes de Grau dos Impactos das Inundações para os trechos dos corpos de água.

2.2. VULNERABILIDADE

Para cada trecho de corpo de água identificado como inundável é definida a vulnerabilidade em função da frequência e os impactos das inundações (Figura 9).

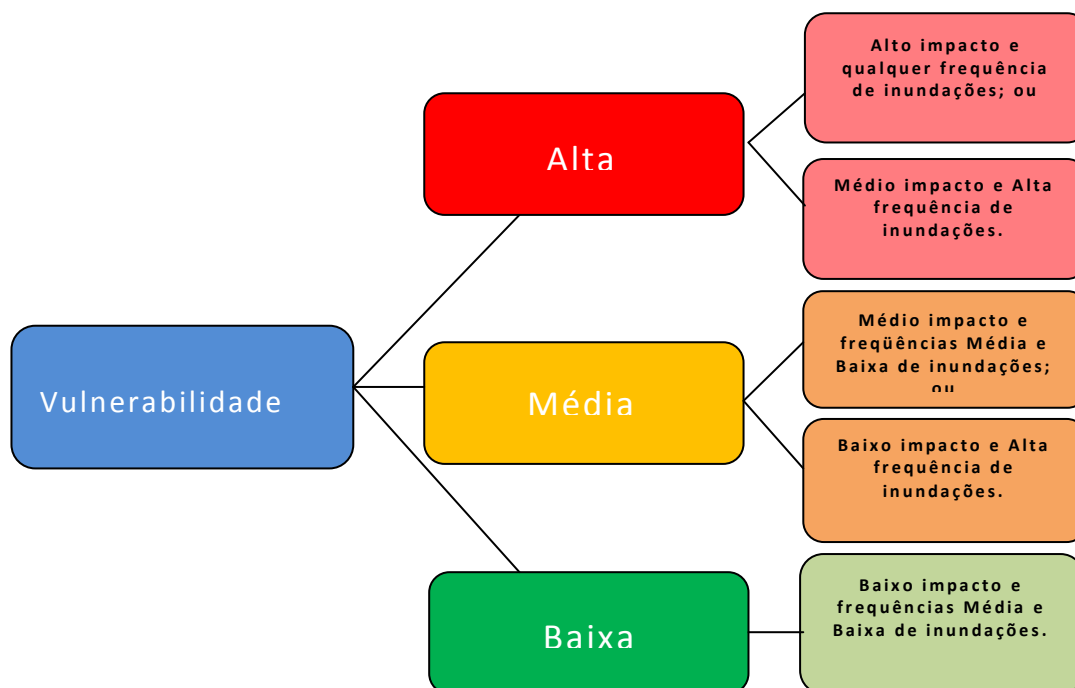


FIGURA 9-Esquema de definição da vulnerabilidade à Inundações de um trecho de corpo de água.

A partir da vulnerabilidade, é possível classificar os trechos críticos (trechos com alta vulnerabilidade e com alto impacto) definindo as áreas prioritárias para

implementação de políticas públicas visando prevenir e mitigar os desastres naturais.

A Matriz de Vulnerabilidade (Figura 10) permite relacionar a frequência e o impacto das inundações para determinação do grau de vulnerabilidade do trecho avaliado.

MATRIZ DE VULNERABILIDADE A INUNDAÇÃO					
		IMPACTO			
		A	M	B	
FREQUÊNCIA	A	ALTA	ALTA	MÉDIA	VULNERABILIDADE
	M	ALTA	MÉDIA	BAIXA	
	B	ALTA	MÉDIA	BAIXA	
		VULNERABILIDADE			

FIGURA 10-Matriz para classificação da Vulnerabilidade a Inundações.

Vários fatores podem potencializar a vulnerabilidade de um local a inundações, dentre eles: a densidade populacional, a distribuição de renda, as redes de infraestrutura, a tipologia das edificações, a falta de planejamento, o uso e ocupação do solo e a percepção do risco.

2.3. ETAPAS REALIZADAS PARA O DESENVOLVIMENTO DOS MAPAS

O trabalho de mapeamento de trechos inundáveis dos corpos de água iniciou em Minas Gerais em novembro de 2011 e foram realizadas diversas reuniões para discutir a metodologia de trabalho a ser implementada no Estado considerando a grande extensão de sua rede hidrográfica. Ou seja, como realizar um levantamento qualitativo de caracterização de frequência e impacto de inundações abrangendo todo território de Minas Gerais?

Conhecendo-se a estruturação e a capilaridade dos CBH's propôs-se a realização deste mapeamento por meio destes órgãos colegiados.

O envolvimento da sociedade civil no âmbito desta proposta foi com o intuito de aproveitar o conhecimento e a vivência local para caracterizar as regiões de

inundação do Estado, para subsidiar as medidas de prevenção e controle de inundações.

Na etapa de coleta e triagem dos dados, foram envolvidos os Comitês de Bacias Hidrográficas, as Agências de Bacias Hidrográficas – AGB e um Consórcio Intermunicipal. Estes órgãos contribuíram com informações referentes aos recursos hídricos e os eventos naturais em suas áreas de atuação.

Para realização deste mapeamento, com a sociedade civil, foi adotada a seguinte metodologia:

- a. Levantar junto à Coordenadoria Estadual de Defesa Civil-CEDEC dados sobre os municípios que comunicaram eventos adversos relacionados com as chuvas, através de Notificação Preliminar de Desastre (NOPRED) do período chuvoso 2007/2008 a 2010/2011. A partir destes dados elaborou-se um mapa destacando os municípios que sofreram inundação, enchente ou ambos nos últimos anos.
- b. Enviar por email e sedex a todos os presidentes de Comitês de Bacias Hidrográficas, Diretores de Agências de Bacias Hidrográficas-AGB e Consórcio Intermunicipal e divulgar por meio da rede do social “Rede Mineira de Bacias Hidrográficas”, um mapa impresso em A3 com a hidrografia na escala do milionésimo e um ofício com a metodologia de identificação dos corpos de água inundáveis e seu respectivo impacto.
- c. Levantar informações em noticiários para complementar as informações necessárias.
- d. Receber os dados, realizar contatos telefônicos para esclarecimento de dúvidas e orientações e elaborar planilha com as informações sobre frequência, impacto e o resultado da vulnerabilidade a inundações.
- e. Colorir o mapa em tamanho A0 disponibilizado pela ANA e envia-lo à ANA.

Em parceria com a CEDEC foram levantados dados relacionados às chuvas no Estado no período de 2007 a 2012 e, a partir destes dados, gerou-se um mapa destacando os municípios que sofreram inundações, enchentes ou ambos nos últimos anos.

Outras informações foram apuradas nos meios de comunicação (jornais, revistas, internet) para as complementações necessárias.

As informações foram consolidadas a partir de conhecimentos prévios, considerando as bases cartográficas atualmente utilizadas pela Secretaria de

Estado de Meio Ambiente – SEMAD e informações da Coordenadoria Estadual de Defesa Civil - CEDEC.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Estado de Minas Gerais conta com uma das maiores malhas hidrográficas do país, possuindo mais de 166 corpos de água inundáveis em 36 Unidades de Planejamento de Gestão de Recursos Hídricos (UPGRHs). Os corpos de água são subdivididos em trechos pela ottocodificação e o aspecto da vulnerabilidade é definido por trecho.

Informações relativas à frequência, impacto e vulnerabilidade a inundações das UPGRH's foram subdivididas por trechos (seguimento entre uma foz e sua confluência, ou segmento entre uma confluência e sua nascente), sendo classificadas como Alta, Média ou Baixa (Tabela 04). A partir dos dados levantados e representados, foram desenvolvidos os mapas de vulnerabilidade a inundações em Minas Gerais.

TABELA 4-Distribuição dos trechos por UPGRH representando Frequência, Impacto e Vulnerabilidade à inundação.

UPGRH		QUANTITATIVO	FREQUÊNCIA			IMPACTO			VULNERABILIDADE			TRECHOS CRÍTICOS	
SIGLA	NOME	TRECHOS INUNDÁVEIS	ALTA	MÉDIA	BAIXA	ALTA	MÉDIA	BAIXA	ALTA	MÉDIA	BAIXA	Nº	KM
DO1	Rio Piranga	82	59	7	16	44	13	25	50	21	11	44	469,0
DO2	Rio Piracicaba	18	12	2	4	8	4	6	10	8	0	8	44,6
DO3	Rio Santo Antônio	28	11	8	9	2	6	20	3	15	10	6	39,8
DO4	Rio Suaçuí Grande	65	30	14	21	12	7	46	14	21	30	22	155,1
DO5	Rio Caratinga	63	43	2	18	23	15	25	32	24	7	23	176,4
DO6	Rio Manhuaçú	48	40	8	0	25	7	16	32	7	9	25	245,9
GD1	Alto Rio Grande	27	13	14	0	3	2	22	3	12	12	3	50,8
GD2	Rio das Mortes e Rio Jacaré	32	29	2	1	11	5	16	15	17	0	11	93,9
GD3	Entorno do Reservatório de Furnas	39	27	5	7	12	3	24	13	16	10	12	101,1
GD4	Rio Verde	27	13	14	0	9	4	14	10	6	11	10	115,7
GD5	Rio Sapucaí	35	30	2	3	17	4	14	21	10	4	17	160,0
GD6	Afluentes Mineiros dos Rios Mogi-Guaçu / Pardo	45	39	6	0	0	10	35	10	29	6	.	.
GD7	Afluentes Mineiros do Médio Grande	60	9	51	0	0	4	56	1	11	48	.	.
GD8	Afluentes Mineiros do Baixo Grande	12	0	12	0	0	12	0	0	12	0	.	.
JQ2	Rio Araçuaí	21	0	21	0	0	0	21	0	0	21	.	.
JQ3	Médio / Baixo Rio Jequitinhonha	30	23	7	0	0	5	25	3	22	5	.	.
MU1	Rio Mucuri	25	13	12	0	0	9	16	7	8	10	.	.
PJ1	Piracicaba / Jaguari	6	6	0	0	0	2	4	2	4	0	.	.
PN1	Rio Dourados	46	14	32	0	0	5	41	3	13	30	.	.
PN2	Rio Araguari	3	0	3	0	0	0	3	0	0	3	.	.

TABELA 4- Distribuição dos trechos por UPGRH representando Frequência, Impacto e Vulnerabilidade à inundação (continuação).

UPGRH		QUANTITATIVO	FREQUÊNCIA			IMPACTO			VULNERABILIDADE			TRECHOS CRÍTICOS	
SIGLA	NOME	TRECHOS INUNDÁVEIS	ALTA	MÉDIA	BAIXA	ALTA	MÉDIA	BAIXA	ALTA	MÉDIA	BAIXA	Nº	KM
PN3	Afluentes Mineiro do Baixo Paranaíba	36	17	19	0	0	3	33	1	18	17	.	.
PS1	Rios Preto e Paraibuna	38	32	6	0	0	15	23	12	23	3	.	.
PS2	Rios Pomba e Muiriaé	108	87	19	2	0	42	66	34	61	13	.	.
SF1	Afluentes do Alto São Francisco	28	9	19	0	0	4	24	0	13	15	.	.
SF10	Afluentes do Rio Verde Grande	5	0	5	0	0	2	3	0	2	3	.	.
SF2	Rio Pará	46	19	14	13	2	8	36	5	20	21	3	12,1
SF3	Rio Paraopeba	77	68	7	2	49	18	10	60	15	2	51	440,0
SF4	Entorno de Três Marias	26	11	5	10	0	2	24	1	11	14	.	.
SF5	Rio das Velhas	279	114	94	71	1	60	218	37	101	141	1	29,7
SF6	Rios Jequitai e Pacuí	68	36	27	5	0	21	47	12	33	23	.	.
SF7	Rio Paracatu	4	4	0	0	0	4	0	4	0	0	.	.
SF8	Rio Urucuia	45	10	35	0	0	2	43	1	10	34	.	.
SF9	Rios Pandeiro e Calindó	19	19	0	0	0	0	19	0	19	0	.	.
SM1	Rio São Mateus	8	1	7	0	0	4	4	1	3	4	.	.
LESTE	Rio Buranhém / Itabapoana / Rio Itanhém	19	18	1	0	0	10	9	9	10	0	.	.
TOTAL		1518	856	480	182	218	312	988	406	595	517	236	2134,1
		100%	56%	32%	12%	14%	21%	65%	27%	39%	34%	16%	.

3.1. TRECHOS INUNDÁVEIS

Foram identificados 1.518 trechos inundáveis em Minas Gerais.

As Bacias Hidrográficas dos Rios São Francisco, Doce e Grande apresentaram, juntas, 77,6% do total de trechos inundáveis identificados.

A Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba/Jaguari apresentou o menor número de trechos inundáveis, sendo apenas seis trechos identificados.

A figura 11 apresenta o número de trechos inundáveis nas bacias federais em Minas Gerais.

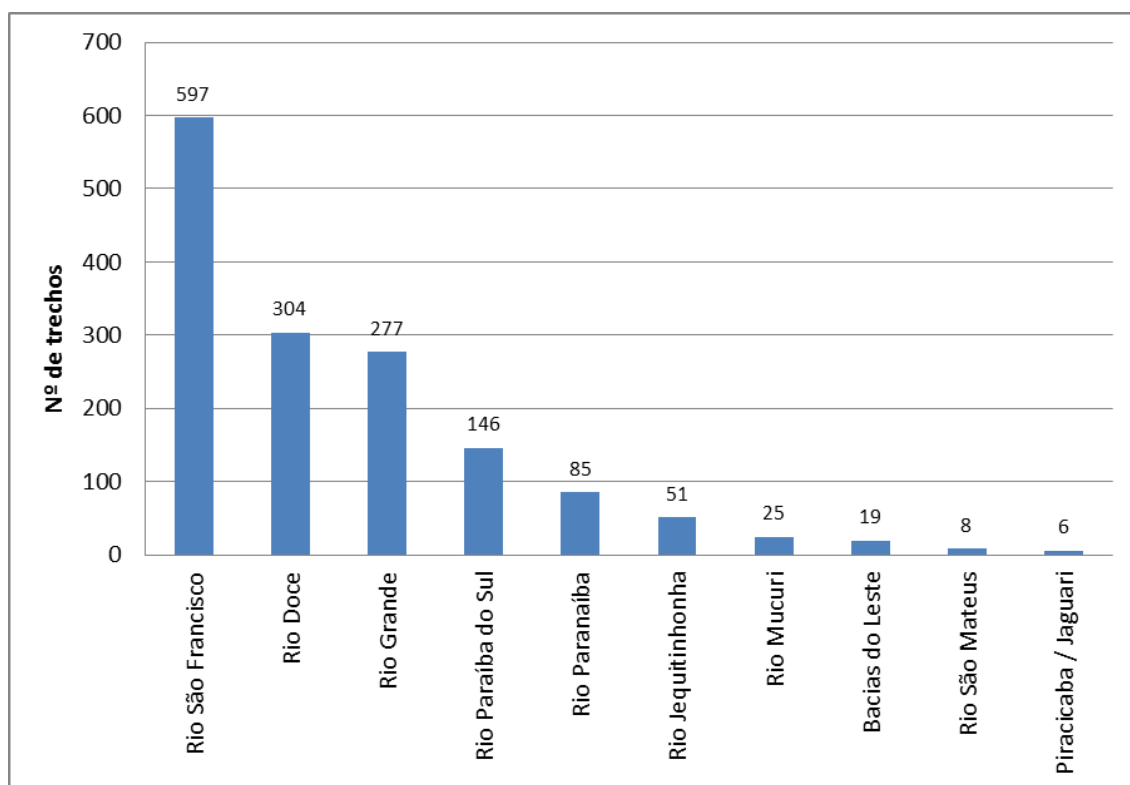


FIGURA 11-Número de trechos inundáveis nas bacias federais em Minas Gerais.

Dentre as bacias hidrográficas federais existentes no Estado, a Bacia do Rio São Francisco apresentou a maior quantidade de trechos inundáveis. Esta bacia abrange 521 municípios em seis Estados (Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Goiás). Em Minas Gerais, a Bacia apresentou 597 trechos inundáveis, seguida pelas Bacias do Rio Doce e Rio Grande, com 304 e 277 trechos inundáveis, respectivamente.

3.2. FREQUÊNCIA

Dos trechos identificados, quanto ao parâmetro de frequência de inundações, foram classificados 856 com frequência Alta, 480 com frequência Média e 182 com frequência Baixa.

Dos 1518 trechos de inundação, predominam-se os de frequência Alta, representando 56% do total (Figura 12).

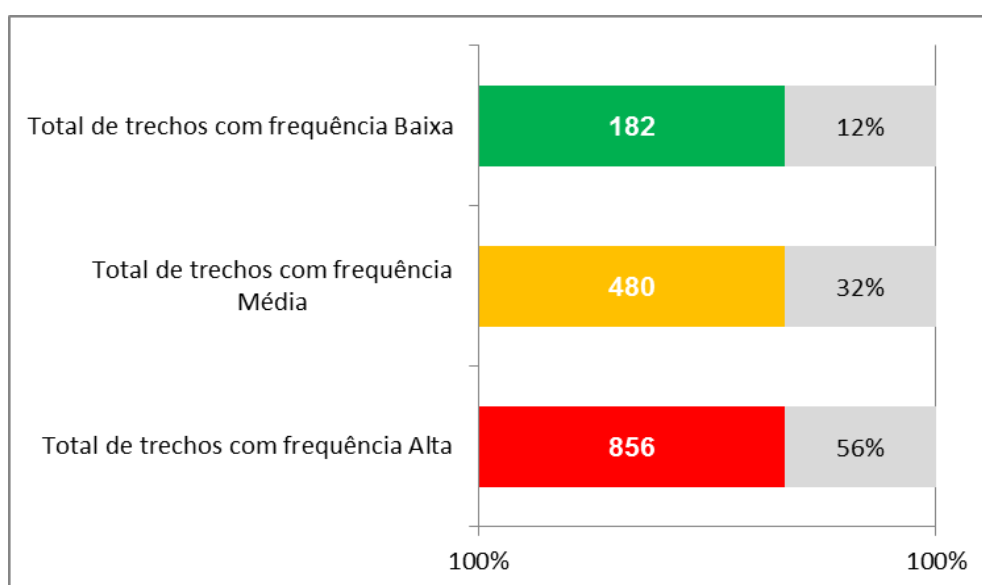


FIGURA 12-Frequência de ocorrência de inundações.

As UPGRHs SF5 (Rios das Velhas) e SF3 (Rio Paraopeba), ambas pertencentes à Bacia do Rio São Francisco, destacam-se pelas ocorrências de inundação, ocupando o primeiro e terceiro lugar, respectivamente, dentre as dez de maior frequência de ocorrência no Estado. Estas regiões são urbanamente desenvolvidas, mostrando diversas intervenções antrópicas que contribuem para as inundações, como as ocupações em áreas de mata ciliar, impermeabilização dos solos, desmatamentos, dentre outros. Os Rios Pomba e Muriaé, tributários da Bacia do Rio Paraíba do Sul, ocupam a segunda colocação entre os de maior ocorrência de inundações, sendo identificados 87 trechos (FIGURA 13).

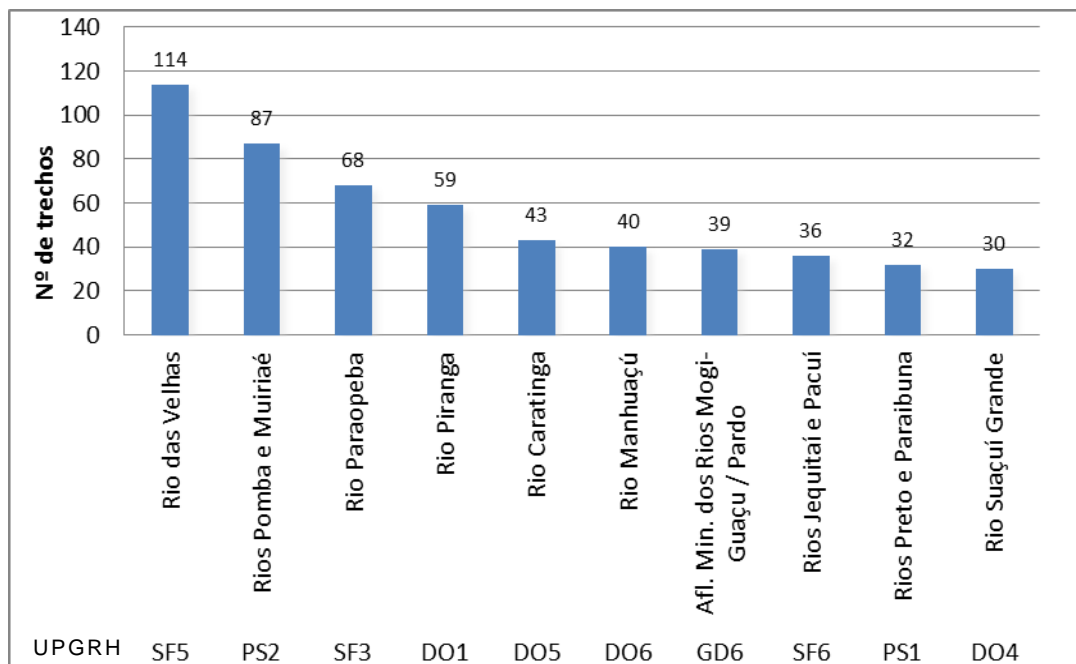


FIGURA 13- UGRHs com maior quantidade de trechos com frequência Alta de inundações.

3.3. VULNERABILIDADE

Os trechos inundáveis são classificados quanto à vulnerabilidade Baixa (impacto baixo e frequência de inundações média ou baixa), Média (impacto médio e frequências de inundações média ou baixa ou impacto baixo e frequência alta de inundações) e Alta (impacto alto e qualquer frequência de inundações ou impacto médio e frequência alta de inundações).

A Figura 14 apresenta em termos quantitativos os trechos vulneráveis à inundações em Minas Gerais.

Observa-se que 39% dos trechos identificados apresentaram vulnerabilidade Média a inundações, correspondendo a 595 pontos. Constatou-se que a minoria dos trechos inundáveis (27%) foram classificados como vulnerabilidade Alta.

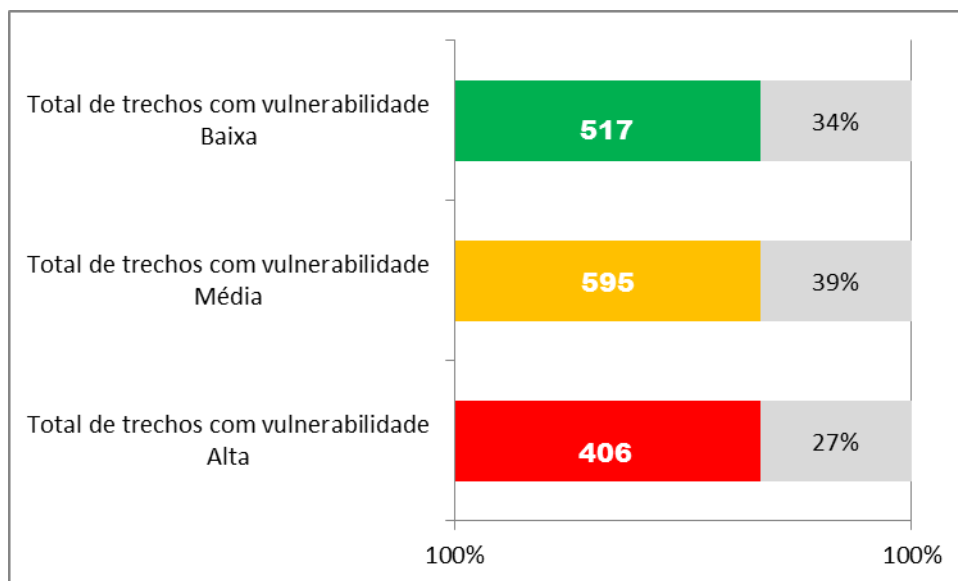


Figura 14- Número e percentual de trechos de acordo com a vulnerabilidade a inundações.

3.4. TRECHOS CRÍTICOS

Os trechos críticos correspondem aos trechos que apresentam vulnerabilidade Alta à inundações e impacto Alto.

Das 36 UPGRH's, 14 possuem trechos classificados como críticos (Rio das Velhas, Rio Paraopeba, Rio Pará, Rio das Mortes e Jacaré, Entorno do Reservatório de Furnas, Rio Verde, Rio Sapucaí, Rio Piranga, Rio Piracicaba, Rio Santo Antônio, Rio Suaçuí Grande, Rio Caratinga e Rio Manhuaçu) e estes trechos estão presentes em três Bacias Federais (Rio São Francisco, Rio Grande e Rio Doce).

Os rios Paraopeba (SF3) e Piranga (DO1) apresentaram, respectivamente, 51 e 44 trechos críticos. Juntos, estes corpos de água representam 40,2% dos trechos críticos mineiros.

Desta forma, uma bacia com frequência de ocorrências predominantemente alta, não possui, necessariamente, impactos altos na maioria dos trechos, não sendo todos os trechos classificados como áreas críticas para inundações.

É importante destacar que mesmo apresentando número reduzido de trechos críticos, os municípios com grandes aglomerados urbanos devem receber atenção especial, uma vez que os impactos causados pelas inundações nestes trechos podem afetar as estruturas básicas (comércio, transporte, indústria, alimentação, escolas, dentre outras) de pessoas em uma área reduzida, gerando impactos econômicos e sociais consideráveis.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Atlas de Vulnerabilidade a Inundações do Estado de Minas Gerais permitiu o diagnóstico da vulnerabilidade às inundações nos principais corpos de água de Minas Gerais, considerando:

- Identificação dos trechos inundáveis dos rios;
- Avaliação qualitativa da frequência, magnitude e impactos;
- Estimativa da vulnerabilidade dos trechos inundáveis.

Esta ferramenta permitiu ainda a seleção das áreas prioritárias para a prevenção, adaptação e controle de inundações. Com isto será possível estabelecer recomendações de prevenção e controle, tais como:

- Adequação da rede telemétrica da ANA e do IGAM
- Elaboração de Manual de Referência para orientar a opção tecnológica e institucional de enfrentamento das enchentes, envolvendo medidas não estruturais, tais como:
 - ✦ Bacias com tempo de concentração elevado:
 - Modelos de previsão de vazões
 - Sistemas de alerta hidrológico
 - ✦ Bacias hidrográficas com densa ocupação urbana:
 - Cartas de zonas de inundação
 - Cartas de risco de inundação
 - ✦ Bacias com tempo de concentração reduzido:
 - Sistemas de previsão meteorológicos

Os registros das ocorrências de inundações realizados pela Defesa Civil dos municípios mineiros e pela Coordenadoria Estadual de Defesa Civil - CEDEC foram de grande importância para a identificação das áreas críticas, bem como, os dados fornecidos pelos Comitês de Bacia Hidrográfica.

Verificou-se que os trechos inundáveis não se limitam às áreas urbanas, mas nestas áreas, como já esperado, os impactos causados são maiores, uma vez

que em pequenas áreas encontra-se maior número de pessoas e bens materiais presentes e que ficam expostas aos riscos causados pelos eventos adversos.

Este Atlas apresenta informações sobre a ocorrência e o impacto causado pelas inundações no Estado, permitindo a localização geográfica de áreas onde deve ser priorizada a implementação de medidas para prevenção e mitigação dos impactos decorrentes de Fenômenos Hidrometeorológicos críticos.

Considerando a grandeza territorial do Estado e sua vasta rede hidrográfica, torna-se necessário o desenvolvimento de futuros trabalhos para complementação das informações contidas neste atlas, uma vez que, neste primeiro momento, os mapas foram desenvolvidos baseados nas bases de dados da SEMAD, da CEDEC e nas informações repassadas por 12 UPGRHs (de um total de 36 unidades de planejamento).

5. RECOMENDAÇÕES

A segunda etapa dos trabalhos relativos à atualização e homologação dos dados de vulnerabilidade a inundações em Minas Gerais será desenvolvida com participação mais efetiva dos Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado por serem estes os detentores de informações atualizadas das bacias, pelo conhecimento do histórico das regiões onde residem e por estarem atuando localmente.

O desenvolvimento de reuniões e oficinas locais nas bacias hidrográficas viabilizará a consolidação de informações atualizadas e a complementação dos dados georreferenciados. A partir desses trabalhos, será obtida uma base atualizada e com informações de maior credibilidade.

Para o aprimoramento deste Atlas de Vulnerabilidade a Inundações de Minas Gerais, deverá ser realizado o zoneamento dos trechos inundáveis em escala local, contemplando estudos hidrológicos e hidráulicos para cada região, de forma a subsidiar a tomada de decisão para implantação de medidas estruturantes (envolvem obras civis) e não estruturantes (não envolvem obras) que promovam a prevenção e mitigação dos desastres, além de auxiliar os municípios na gestão do uso e ocupação do solo.

Mapas anuais de ocorrências de inundações deverão ser elaborados considerando registros sobre a ocorrência de inundações e consequentes danos declarados à população junto à Coordenadoria Estadual de Defesa Civil – CEDEC

e à Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC/MI). Isto permitirá a organização e consistência das informações disponíveis, Identificação dos desastres mais relevantes e áreas de maior frequência e a confecção dos mapas anuais e acumulativo das ocorrências de eventos de cheias, com recorte estadual e por UGRH.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, R; RIBEIRO, R.R. **Enchentes e Inundações**. In: TOMINAGA, L.K; SANTORO, J; AMARAL, R. **Desastres Naturais, conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, p. 40-50, 2009.

CEDEC - COORDENADORIA ESTADUAL DE DEFESA CIVIL. Disponível em www.defesacivil.mg.gov.br. Acessada em 07/05/2013.

CEDEC - COORDENADORIA ESTADUAL DE DEFESA CIVIL. **Plano de Chuvas 2011/2012**. Minas Gerais: 80 p., 2011.

CEDEC - COORDENADORIA ESTADUAL DE DEFESA CIVIL. **Plano de Emergência pluviométrica 2012/2013**. Minas Gerais: 95 p., 2013

CEDEC - COORDENADORIA ESTADUAL DE DEFESA CIVIL. Relatório Anual de Chuvas 2011/2012. Minas Gerais: 109 p., 2012.

GOERL, R.F.; KOBAYAMA, M. Considerações sobre as inundações no Brasil. In: XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2005, João Pessoa, Anais... 2005.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, 2008. Brasília: IBGE, 2010.

IGAM - INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Disponível em www.igam.mg.gov.br. Acessado em 09/05/2013.

SEMAD - SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Disponível em www.semad.mg.gov.br. Acessada em 09/05/2013.

7. GLOSSÁRIO

A título de compreensão deste trabalho, foram estabelecidas as seguintes definições:

Alagamento: acúmulo momentâneo de águas em uma dada área decorrente de deficiência do sistema de drenagem.

Antrópico: Relativo à humanidade, à sociedade humana, à ação do homem. Compreende os fatores políticos, éticos e sociais (econômicos e culturais).

Bacia Hidrográfica Ottocodificada: Consiste de um conjunto de processos para tratamento topológico da rede hidrográfica com base na codificação de bacias de Otto Pfafstetter (1989) e que permite associar e extrair informações a jusante e a montante de cada trecho da rede.

Deslizamentos: Fenômeno provocado pelo escorregamento de materiais sólidos, como solos, rochas, vegetação e/ou material de construção ao longo de terrenos inclinados, denominados encostas, pendentes ou escarpas. Caracteriza-se por movimentos gravitacionais de massa que ocorrem de forma rápida, cuja superfície de ruptura é nitidamente definida por limites laterais e profundos, bem caracterizados.

Enchente ou cheia: elevação temporária do nível d'água em um canal de drenagem devida ao aumento da vazão ou descarga.

Enxurrada: escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte.

Eventos Naturais: É uma catástrofe que ocorre quando um evento físico perigoso (tal como uma erupção vulcânica, um sismo, um desabamento, um furacão, inundação, incêndio, ou algum dos outros fenômenos naturais listados

abaixo) provoca direta ou indiretamente danos extensos à propriedade, faz um grande número de vítimas ou ambas.

Infiltração: Processo da passagem de um fluido de um meio a outro.

Inundação: Extravasamento das águas do canal de drenagem para áreas marginais (várzea, leito maior ou planície de inundação), quando a enchente atinge uma cota acima do nível máximo da calha principal do rio.

Planície de inundação, várzea ou leito maior do rio: áreas marginais que recebem episodicamente os excessos de água que extravasam do canal de drenagem.

Risco: é a probabilidade de ocorrer consequências danosas ou perdas esperadas (mortos, feridos, edificações destruídas e danificadas, etc), como resultado de interações entre um perigo natural e as condições de vulnerabilidade local.

Trecho de curso d'água: segmento entre uma foz e sua confluência, ou segmento entre uma confluência e sua nascente.

Vendaval: Deslocamento violento de massa de ar. Forma-se normalmente pelo deslocamento de ar de área de alta para baixa pressão. Ocorre eventualmente, quando da passagem de frentes frias, e sua força será tanto maior quanto maior a diferença de pressão das "frentes". Os vendavais geralmente são acompanhados de precipitações hídricas intensas e concentradas, que caracterizam as tempestades.

Vulnerabilidade: Probabilidade de uma determinada comunidade ou área geográfica ser afetada por uma ameaça ou risco potencial de desastre, estabelecida a partir de estudos técnicos. Correspondente ao nível de insegurança intrínseca de um cenário de desastre a um evento adverso determinado. Vulnerabilidade é o inverso de segurança.



www.meioambiente.mg.gov.br

