

45°0'0"O

44°0'0"O

Vulnerabilidade à seca ETA - HadGEM 8.5 (2011-2040)

19°0'0"S

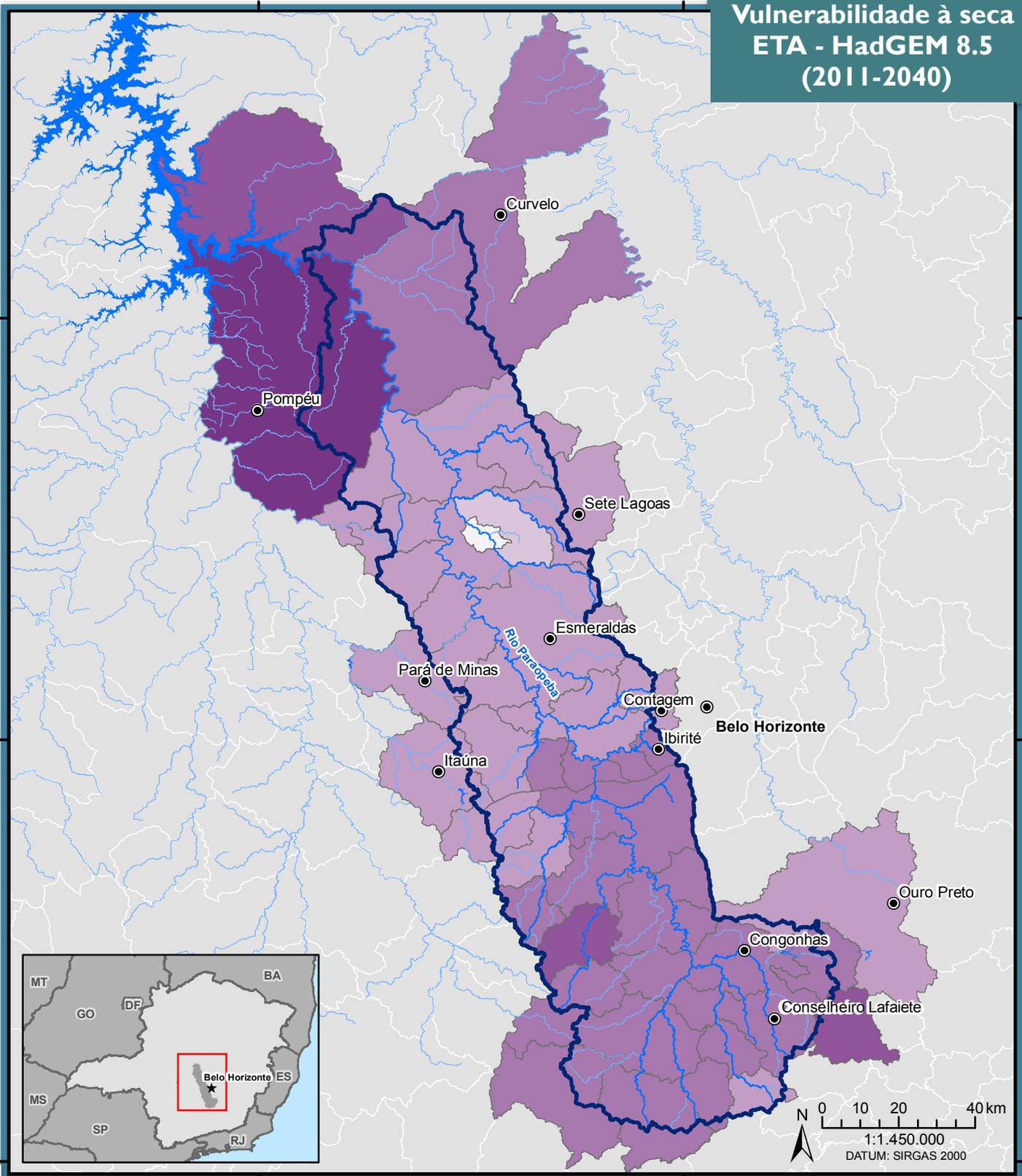
19°0'0"S

20°0'0"S

20°0'0"S

21°0'0"S

21°0'0"S



Legenda

IVDNS HadGEM RCP 8.5

- 0% a 10%
- 10% a 20%
- 20% a 30%
- 30% a 40%
- 40% a 50%
- 50% a 60%
- 60% a 70%

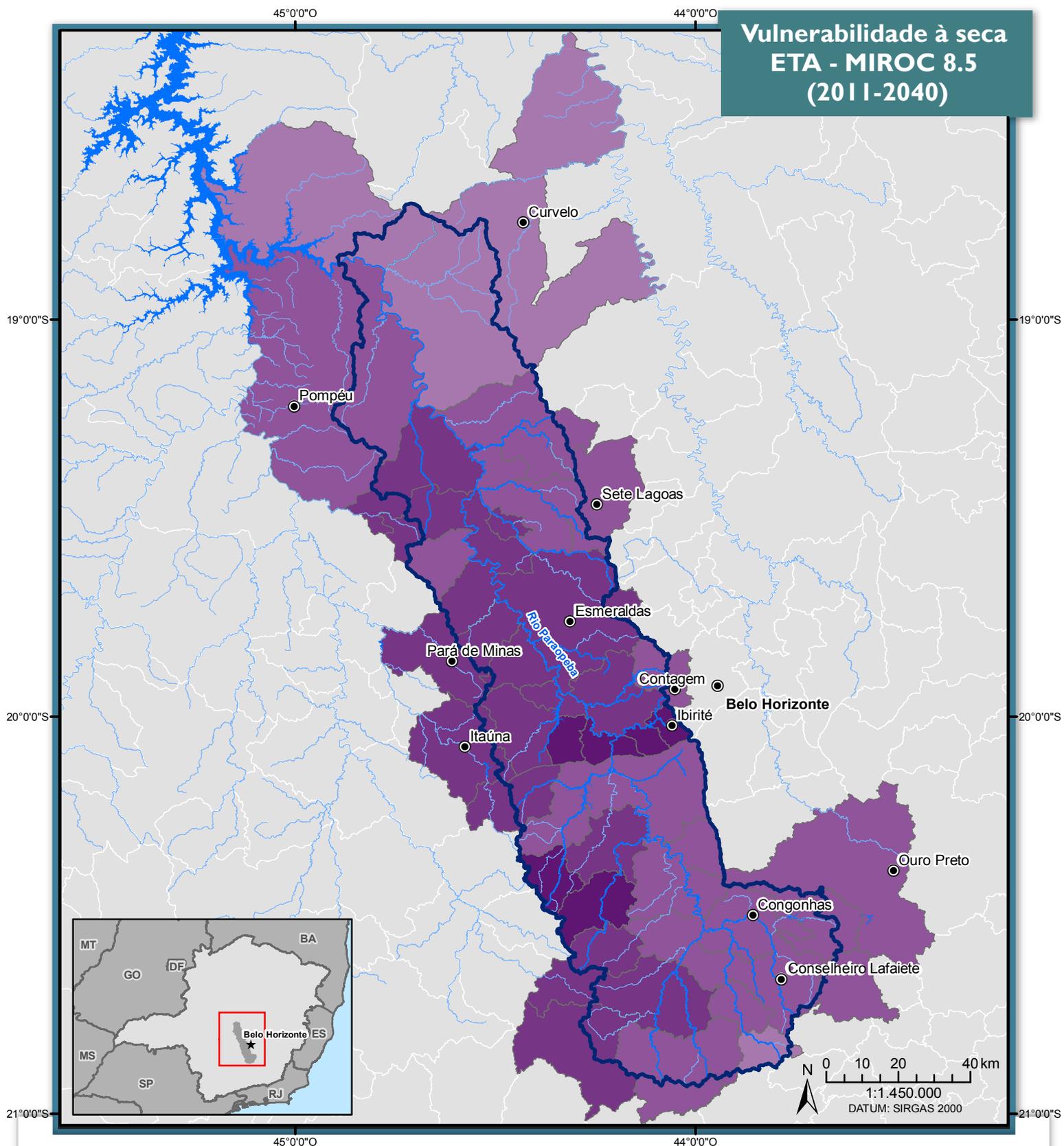
FONTE: MMA, 2017.

Convenções Cartográficas

- Principais Sedes Municipais
- Limite Municipal
- Hidrografia Principal
- Limite SF3: Rio Paraopeba
- Reservatório
- Municípios SF3: Rio Paraopeba



Vulnerabilidade à seca ETA - MIROC 8.5 (2011-2040)



Legenda

- IVDNS MIROC RCP 8.5**
- 0% a 10%
 - 10% a 20%
 - 20% a 30%
 - 30% a 40%
 - 40% a 50%
 - 50% a 60%
 - 60% a 70%

FONTE: MMA, 2017.

Convenções Cartográficas

- Principais Sedes Municipais
- Limite Municipal
- Hidrografia Principal
- Limite SF3: Rio Paraopeba
- Reservatório
- Municípios SF3: Rio Paraopeba

Considerando o Cenário HadGEM RCP 4.5 pode-se observar que a maioria dos municípios apresentam vulnerabilidade entre 10 e 20%, correspondendo a quase dois terços da área estudada. Alguns municípios mais na porção meridional, central e norte da bacia hidrográfica do rio Paraopeba apresentaram vulnerabilidade de 20 a 30% e apenas dois apresentaram vulnerabilidade entre 30 e 40%. Isto já era de certo modo esperado, uma vez que a análise para o RCP 4.5 é menos pessimista.

Considerando Cenário HadGEM RCP 8.5, nota-se que houve piora na vulnerabilidade de quase todos os municípios, observando-se a prevalência das classes de 20 a 30% e de 30 a 40% para os municípios. Isto já era previsto uma vez que o Cenário 8.5 prevê maiores exposições, gerando condições mais pessimistas.

Comparando-se os Cenários MIROC 4.5 e 8.5, pode-se notar uma piora na vulnerabilidade para quase todos os municípios da porção central e sul da região analisada, como esperado, dados os índices de exposição adotados na composição de cada um dos Cenários.

Em geral pode-se notar que os Cenários HadGEM RCP 4.5 e 8.5 apresentam condições menos pessimistas quando comparados com os Cenário MIROC 4.5 e 8.5 e isto pode se dar pelas próprias diferenças entre as avaliações de exposição dos métodos.

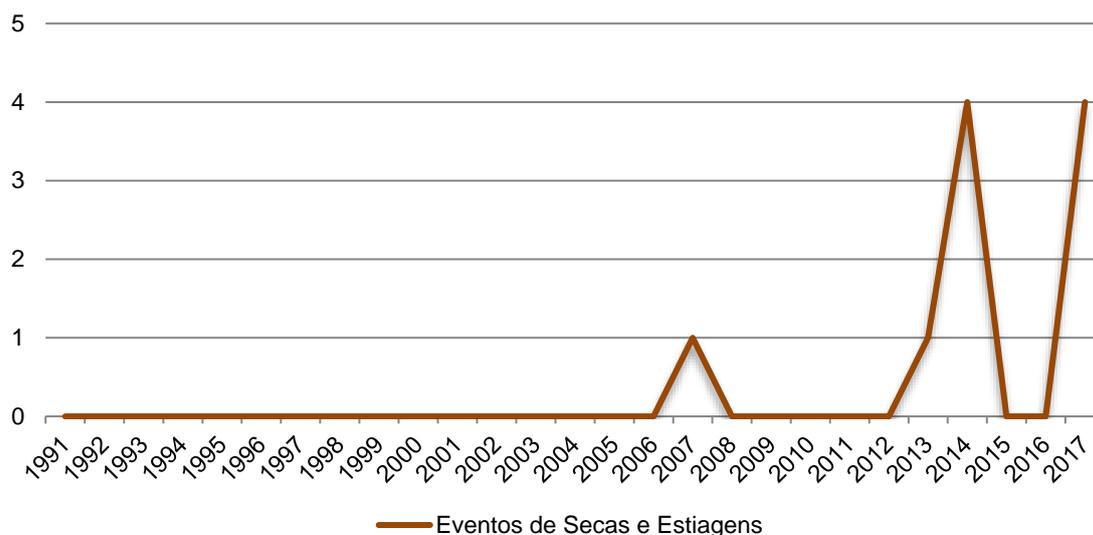
Os cenários MIROC representam melhor localizações mais secas e os cenários HadGEM locais mais úmidos. Ambos os modelos trazem certa dificuldade na representação das regiões Norte e Sudeste por estas apresentarem zonas de transição entre biomas mais secos e mais úmidos, podendo haver algumas disparidades. Para a região analisada, na porção mais ao sul há predomínio do bioma de Mata Atlântica e a porção mais ao norte apresenta o bioma de cerrado, logo, a transição de um bioma mais úmido para um mais seco pode implicar em algumas divergências entre os Cenários.

7.2.5. Análise Integrada de Secas

Igualmente à análise do conjunto de dados sobre inundações e alagamentos, considera-se que a gama de informações disponíveis para a avaliação das condições de secas e estiagens, bem como seu potencial, é razoavelmente adequada em quantidade e qualidade, uma vez que não se configuram como eventos pontualmente localizados, sendo ainda complementadas por visões mais abrangentes, como as apresentadas na Conjuntura dos Recursos Hídricos de 2016, pela ANA.

A análise integrada de secas e estiagens também demandou o agrupamento das informações dispostas no Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, que abarca registros entre 1991 e 2012, e aquelas apresentadas no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID), que compila os registros realizados entre 2013 e 2017. Como resultado, a Figura 7.27 a seguir apresenta a série de dados agrupada. Ressalta-se que os valores do Atlas não fazem distinção entre secas e estiagens, portanto, mesmo para os valores do S2ID, estes aparecerão somados.

Figura 7.27. Série História de Secas e Estiagens



FONTE: Adaptado de UFSC, 2013 e MI, 2018.

A metodologia aplicada para inundações e alagamentos é novamente utilizada no tema das secas e estiagens, onde os mapas são sobrepostos de maneira translúcida, de modo que a conjugação das transparências possibilite um novo arranjo de cores, intensificando as cores verdes ou vermelhas, ou ainda esmaecendo alguns pontos críticos em virtude de outros aspectos. Por exemplo, nos casos onde há um grande déficit hídrico, mas um baixo histórico de ocorrência de secas ou estiagens as regiões correspondentes tiveram seu grau de risco geral atenuado.

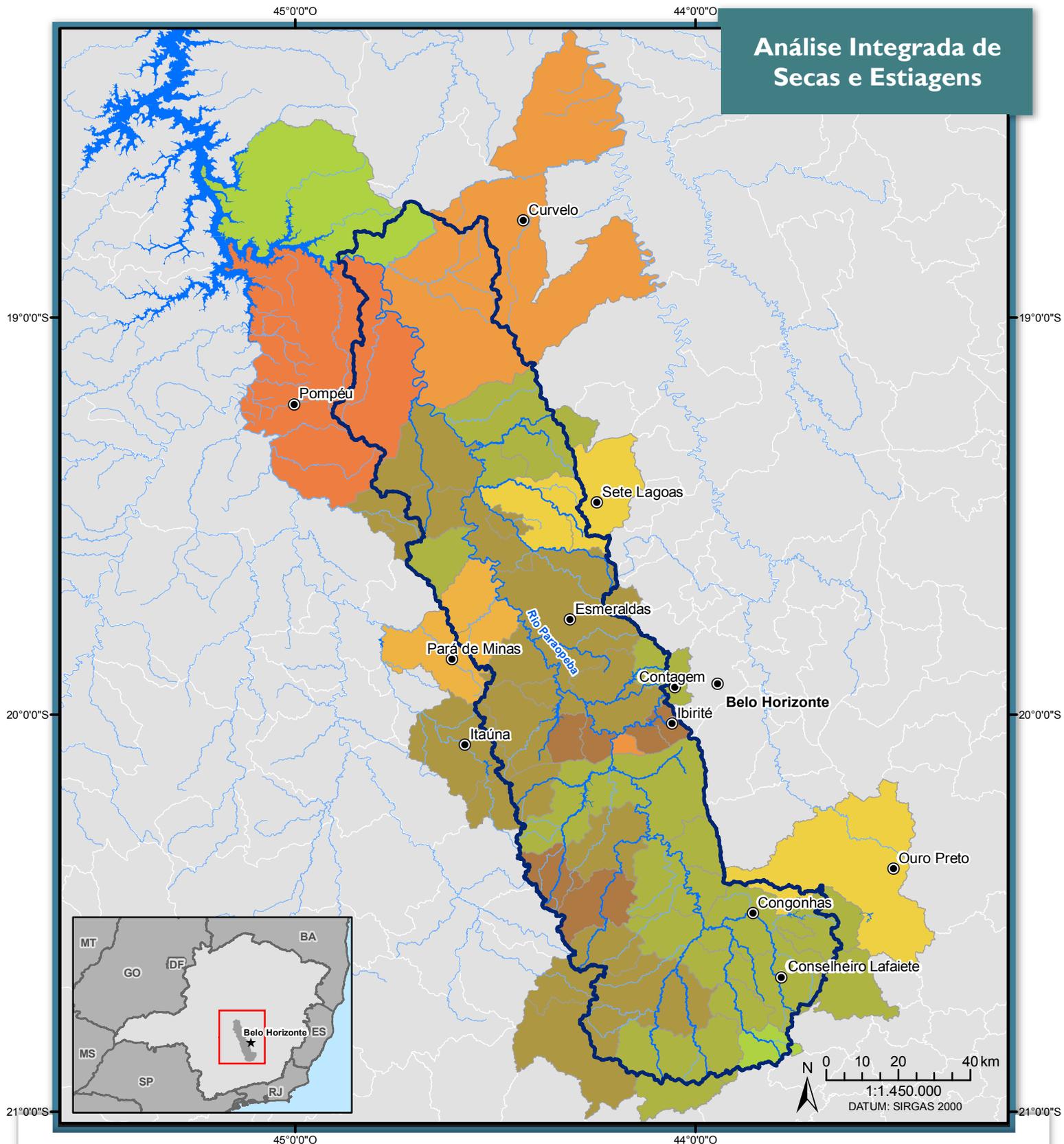
Os mapas utilizados para essa análise espacial foram: (i) Histórico de ocorrências entre 1991 e 2017 e (ii) IVDNS por município, cujo resultado final é apresentado na sequência.

A sobreposição de mapas relacionados à secas e estiagens apresenta menor convergência quanto à delimitação regional em comparação com a análise visual realizada para inundações e alagamentos. Através do mapa apresentado na Figura 7.28 a seguir, é possível se observar que a região norte do estado apresenta maior recorrência histórica desses eventos. Contudo, toda a bacia apresenta um índice

significativo do IVDNS para o cenário 8.5 do IPCC para mudanças climáticas, especialmente aquele simulado pelo modelo Eta – Miroc. Isto significa que municípios que atualmente não experimentam tais fenômenos, possam começar a sentir seus impactos em um futuro próximo.

Foram testadas várias combinações de ordem e intensidades de transparência para os mapas, porém é nítida a delimitação norte com potencial mais elevado para tais eventos críticos. Assim, os municípios inseridos nessa porção da bacia deveriam ser priorizados nas ações de mitigação e adaptação a esses eventos extremos.

Análise Integrada de Secas e Estiagens



Legenda

IVDNS MIROC RCP 8.5

- 0% a 10%
- 10% a 20%
- 20% a 30%
- 30% a 40%
- 40% a 50%
- 50% a 60%
- 60% a 70%

Secas 1991 a 2017

- 0
- 1
- 2

Convenções Cartográficas

- Principais Sedes Municipais
- Limite Municipal
- Hidrografia Principal
- Limite SF3: Rio Paraopeba
- Reservatório
- Municípios SF3: Rio Paraopeba

FONTE: MMA, 2017; MI, 2018; UFSC, 2013.

7.3. Movimento de massa

Na seção referente ao Movimento de massa do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, esse tipo de evento é classificado como desastres naturais do tipo geológico, de acordo com a COBRADE. Segundo Terzaghi (1952), esses movimentos estão associados a deslocamentos rápidos de solo e rocha de uma encosta onde o centro de gravidade deste material se desloca para fora e para baixo desta feição.

Os movimentos de massa estão relacionados a aspectos climáticos e hidrológicos, vegetação, a ação do homem relativa às formas de uso e ocupação do solo, bem como a condicionantes geológicas e geomorfológicas (TOMINAGA, 2007). Estes últimos condicionantes são indicadores dos locais mais suscetíveis a esse tipo de evento, cujas principais associações em relação ao movimento de massa são:

- **Fraturas e Falhas** – afetam a dinâmica hidrológica, favorecem o intemperismo e podem também gerar uma barreira ao fluxo de água quando esses planos de fraqueza forem silicificados ou colmatados.
- **Foliações e Bandeamento** – são importantes em locais com afloramentos de rochas metamórficas e estas descontinuidades interceptam da encosta com uma atitude desfavorável.
- **Descontinuidades** – estão presentes nos solos residuais no horizonte saprolítico, também conhecido como horizonte residual jovem, tem como principal característica a estrutura reliquiar herdada da rocha de origem e geralmente tem uma condutibilidade hidráulica maior, atuando muitas vezes como dreno para os horizontes mais superficiais (FERNANDES; AMARAL, 1996). Essas estruturas reliquias são planos de fraqueza que podem condicionar o movimento.
- **Morfologia** – a geometria da encosta pode influenciar de forma direta ou indireta os movimentos de massa. Existe uma correlação direta entre a declividade e os locais de ocorrência, no entanto os escorregamentos não ocorrem necessariamente nas encostas mais íngremes. A influência indireta da morfologia está relacionada ao formato que determina a convergência ou divergência dos fluxos de águas subterrâneas e superficiais.
- **Depósitos** – depósitos de tálus e de colúvio são heterogêneos e geralmente apresentam um lençol d'água suspenso. A desestabilização desses depósitos ocorre por intervenção humana por meio de desmatamento ou algum corte para execução de obras civis.

Os movimentos de massa são classificados levando-se em consideração diferentes critérios como a velocidade, o tipo de material e a geometria da massa mobilizada. Augusto Filho (1992) ajustou a classificação dos movimentos de massa proposta por Varnes (1978), definição adotada pela *International Association for Engineering Geology and the Environment* (IAGE), à dinâmica ambiental brasileira conforme apresentado no Quadro 7.2 a seguir.

Quadro 7.2. Características dos principais tipos de escorregamento

Processos	Características do movimento, material e geometria
Rastejo ou influência	Vários planos de deslocamento (internos) Velocidades muito baixas (cm/ano) a baixas e descendentes com a profundidade Movimentos Constantes, sazonais ou intermitentes Solo, depósitos, rocha, alterada/fraturada Geometria indefinida
Escorregamentos	Poucos planos de deslocamento (externos) Velocidades médias (km/h) a altas (m/s) Pequenos a grandes volumes de material Geometria e materiais variáveis Planares ou translacionais em solos pouco espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza Circulares em solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas Em cunha quando em solo e rochas com dois planos de fraqueza
Quedas	Sem planos de deslocamento Movimentos do tipo queda livre ou em plano inclinado Velocidades muito altas (vários m/s) Material rochoso Pequenos a médios volumes Geometria variável: lascas, placas, blocos Rolamento de matacões Tombamento
Corridas	Muitas superfícies de deslocamento (internas e externas à massa em movimentação) Movimento semelhante ao de líquido viscoso Desenvolvimento ao longo de drenagens Velocidades de média a altas Mobilização de solo, rocha, detritos e água Grandes volumes de material Extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas

FONTE: AUGUSTO FILHO, 1992.

As causas dos movimentos de massa podem ser divididas em causa externas e internas. As externas são solicitações que provocam um aumento das tensões cisalhantes no maciço. Esse aumento pode estar relacionado ao aumento da declividade por processos erosivos ou escavações feitas pelo homem ou a deposição de material na parte superior das encostas (TERZAGHI, 1952).

As internas estão relacionadas principalmente à presença de água que pode afetar a estabilidade da encosta. A água que se infiltra na encosta reduz as forças de contato

entre as partículas de solo, e conseqüentemente provoca uma redução da resistência disponível no maciço.

O Quadro 7.3 a seguir apresenta a ação desses fatores associados aos fenômenos deflagradores do movimento de massa.

Quadro 7.3. Principais fatores deflagradores de movimento de massa

Ação	Fatores	Fenômenos geológicos/antrópicos
Aumento da sollicitação	Remoção de massa (lateral ou da base)	Erosão, escorregamentos, cortes
	Sobrecarga	Peso da água da chuva, neve, granizo etc. Acúmulo natural de material (depósitos) Peso da vegetação Construção de estruturas, aterros etc.
	Sollicitações dinâmicas	Terremotos, ondas, vulcões etc. Explosões, tráfego, sismos induzidos
	Pressões laterais	Água em trincas, congelamento, material expansivo
Redução da resistência	Características inerentes ao material (geometria, estruturas)	Características geomecânicas do material, tensões
	Mudanças ou fatores variáveis	Intemperismo – redução da coesão e atrito Elevação do nível d'água

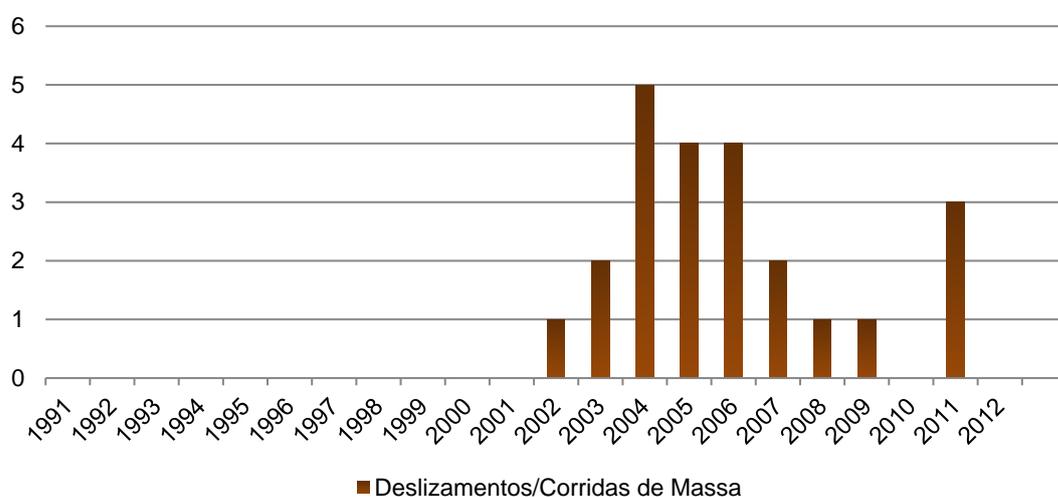
FONTE: VARNES, 1978.

Na Bacia do rio Paraopeba, a ocorrência de movimentos de massa está associada, principalmente, à influência das chuvas, que conjugando a saturação do solo ao escoamento superficial e à declividade, eleva a probabilidade de ocorrência e o potencial impacto à população vulnerável. Tais fatores são agravados por intervenções realizadas pelo homem, como a ocupação desordenada, interferindo na drenagem dos terrenos inclinados, ocupando-se áreas naturalmente susceptíveis a deslizamentos.

7.3.1. Atlas Brasileiro de Desastres Naturais

Segundo o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais foram registrados 23 eventos de movimentação de massa nos municípios que formam a Bacia do rio Paraopeba. Através de análise feita, pode-se observar que os eventos de movimentos de massa concentraram-se entre os anos de 2002 e 2011 (exceto o ano de 2010), apresentando maior recorrência de eventos nos anos de 2004 e 2006, sendo cinco em 2004, quatro em 2005 e quatro em 2006. Nos anos de 1991 a 2001 e em 2010 não foram registrados eventos de deslizamento de massa. Por meio da Figura 7.29 a seguir é possível observar a distribuição dos eventos ao longo dos anos.

Figura 7.29. Frequência anual de registros de desastres por Deslizamentos e Corridas de Massa nos municípios do PDRH do rio Paraopeba



FONTE: UFSC, 2013.

O município de Ibirité tem o maior número de registros (10), sendo que cinco destes foram entre os anos de 2005 e 2006. Os municípios de Congonhas e Contagem estão na sequência, cada um com 4 registros.

7.3.2. Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID)

Segundo as informações fornecidas pelo Sistema Integrado de Informações sobre Desastres, durante o período de 2013 a 2018, foi registrada apenas uma ocorrência de deslizamento, ocorrida em 2016 na cidade de Betim, os demais municípios que formam a Bacia do rio Paraopeba não apresentaram registros deste tipo de desastre.

7.3.3. Ação Emergencial para Reconhecimento de Áreas de Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massa, Enchente e Inundação

A CPRM, em sua ação emergencial para reconhecimento de áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massa, identificou ao todo 164 locais de risco alto e muito alto para os municípios do rio Paraopeba.

Betim, Ibirité e Contagem são os municípios que contém o maior número de áreas com risco para deslizamentos, totalizando juntas 94 áreas. Destas, 34 estão no município de Betim, 32 em Ibirité e 28 em Contagem.

No município de Contagem as áreas de risco estão todas em locais de possíveis deslizamentos de terra, havendo ocupações em calhas de drenagem, ocupações em áreas de talvegue com amplitudes elevadas e declividades acima de 45°, ocupações de áreas de encosta com amplitudes superiores a 10 m e ocupações em áreas de cabeceira de rios.

Em Betim, as áreas críticas estão sujeitas a deslizamentos do tipo planar, desmoronamentos ou por queda de blocos. Há ocupações em encostas com declividade superior a 45° e amplitudes superiores a 10 m e ocupações em área de cabeceira e em planície de inundação dos rios Paraopeba e Bandeirinhas. Estas residências localizadas na planície de inundação sofrem constantemente com a cheia do rio Paraopeba.

Em Ibirité as áreas de risco estão concentradas em locais onde há elevada possibilidade de deslizamento de solo, com a presença de ocupações densas em encostas íngremes com declividades elevadas.

No município de Igarapé predominam áreas de alto risco, as quais estão concentradas em áreas de deslizamento de solo, inundação e inundação com solapamento de margem. Existem ocupações em áreas de talude com declividade de 45° ou superior e na planície de inundação do córrego Roseiras.

Em Brumadinho há predomínio de áreas de alto e muito alto risco para escorregamento planar e inundação. As áreas com risco de inundações também estão suscetíveis a enxurradas e estão localizadas na planície de inundação do rio Paraopeba. Em alguns locais foi observado que o nível do rio chegou a atingir dois metros. As áreas sujeitas a deslizamentos apresentam taludes de composição relativamente instável e com altas inclinações. A sugestão de intervenção do CPRM é a remoção das famílias de dentro do polígono de inundação. Também existem imóveis instalados em planícies com risco de deslizamento.

Em Belo Vale há predomínio de áreas com alto a muito alto risco em decorrência da grande potencialidade de deslizamentos e inundações. Existem ocupações na planície de inundação do rio Paraopeba, sujeitas constantemente à inundações. Também há ocupações em áreas de encosta suscetíveis a desmoronamentos.

No município de Entre Rios de Minas as áreas classificadas em sua maioria como sendo de alto risco encontram-se, principalmente, entre os rios Brumado e Camapuã. Estas áreas estão suscetíveis a deslizamentos de solo, inundações e solapamento de margem de rio, havendo ocupações nas áreas inundáveis dos córregos Moinhos e Brumado. Também existem ocupações em áreas de encostas com processos erosivos já instalados e encostas e taludes com médias declividades.

No município de Jeceaba há predomínio de áreas com risco alto para inundações. Existem ocupações das planícies de inundação dos rios Camapuã e Paraopeba. Em períodos chuvosos o rio Camapuã não consegue desaguar no rio Paraopeba, o que provoca as inundações em seu entorno. O CPRM sugere o alargamento da passagem do rio Camapuã para o rio Paraopeba, bem como a retirada das famílias das áreas com alto risco para inundações.

Em Congonhas, predominam áreas de alto e muito alto risco para inundações e deslizamentos. Existem muitas encostas sujeitas a deslizamentos, sendo estas com amplitudes superiores a 20 m e declividades superiores a 45°, sendo sugerido pelo CPRM obras de contenção. As áreas sujeitas à inundação estão concentradas nas porções marginais do rio Maranhão e ao longo da calha do rio Bananeiras. Como sugestão de intervenção pelo CPRM sugere-se a retirada das moradias construídas próximas ou junto às calhas dos rios mencionados previamente neste parágrafo.

Em Conselheiro Lafaiete predominam áreas de alto e muito alto risco para escorregamentos planares, deslizamentos com processos erosivos e inundação e/ou alagamento. Existem muitas residências instaladas em locais com indícios de movimentação de solo e erosão, conferindo riscos potenciais. O transbordamento do rio Maranhão em decorrência da expansão urbana, o assoreamento e a deposição de lixo tem trazido riscos e prejuízos para a população que vive em seu entorno.

No município de Sete Lagoas existem áreas de alto e muito alto risco para deslizamentos e erosão de margem de rio por solapamento, instaurando riscos potencial e instalado para ocorrência de catástrofes.

Por fim, no município de Ouro Preto existem áreas de alto e muito alto risco para deslizamento de solo e enchentes e/ou alagamentos. Existem muitas habitações em morros com histórico de deslizamentos, habitações em encostas íngremes

densamente construídos sobre solo instável, ocupações desordenadas de encostas sem sistema de drenagem apropriado para águas pluviais, construções em morros ou topos de morros que apresentam blocos soltos e registros prévios de deslizamentos. Também existem residências instaladas em áreas de drenagem com risco de alagamentos e enchentes em épocas de alta pluviosidade.

7.3.4. Análise Integrada de Deslizamentos/Movimentos de Massa

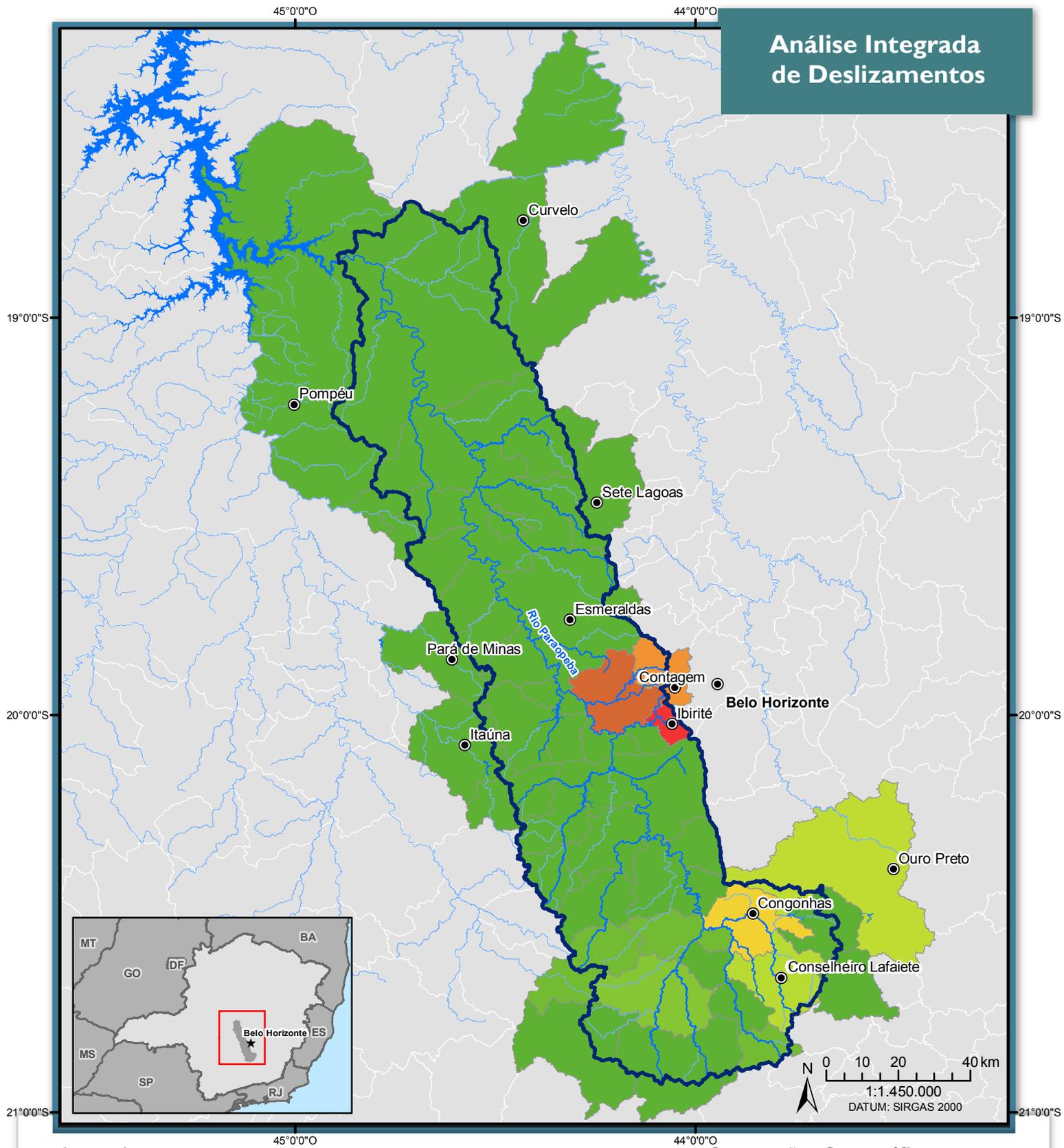
Com o objetivo de enfatizar as áreas de risco em potencial ou instalado em municípios pertencentes à bacia do rio Paraopeba, foi realizada uma análise integrada de informações para apontar se há convergência de informações. Para tal, as informações disponíveis sobre deslizamentos e movimentos de massa, disponíveis no Atlas e no S2ID foram agrupadas para a composição de um mapa que mostre o número de eventos ocorridos por município entre 1992 e 2017.

Como pode ser observado no mapa, os municípios de Ibitaré, Contagem e Congonhas são os que se destacam por número de registros de deslizamentos/corridas de massa. Somado a isto também se pode considerar as declividades para os municípios de Ibitaré (variando de 0 a 35°) e Congonhas (variando de 0 a 40°), que pode levar a um agravamento deste tipo de evento.

As informações sobre o número de áreas suscetíveis a deslizamentos, fornecidas pelo CPRM, também foram espacializadas e somadas por município para permitir uma melhor visualização de distribuição destes eventos (Figura 7.30). Neste sentido, destacam-se os municípios de Contagem e Ibitaré, corroborando com os dados disponíveis no Atlas e no S2ID.

Outros municípios que merecem atenção são Ouro Preto e Conselheiro Lafaiete, que apresentam um moderado número de deslizamentos registrados e declividade variando de 0° a 53°, refletindo no número de áreas suscetíveis a deslizamentos.

Análise Integrada de Deslizamentos



Legenda

Áreas de risco	Deslizamentos 1991 a 2017
0 a 3	0
4 a 13	1
14 a 21	2
22 a 28	3 a 4
29 a 34	5 a 10

Convenções Cartográficas

- Principais Sedes Municipais
- Limite Municipal
- Hidrografia Principal
- Limite SF3: Rio Paraopeba
- Reservatório
- Municípios SF3: Rio Paraopeba

FONTE: CPRM, 2018; MI, 2018; UFSC, 2013.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C.A., STAPE, J.L., SENTELHAS, P.C., GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. Disponível em: <http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/Alvares_et_al_2014.pdf>. Acesso em: junho de 2018.

ALVES, C. B. M.; VONO, V. **A ictiofauna do rio Paraopeba, bacia do rio São Francisco, anterior à construção da escada experimental para peixes**. Anais do Seminário Regional de Ecologia, v. 8, n. 3. 1998b.

ALVES, C. B. M.; VONO, V. **Avaliação da eficiência da escada experimental para peixes do rio Paraopeba**, UTE-Igarapé, MG. Belo Horizonte: Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG, 1996. Relatório Técnico Final.

ALVES, C. B. M.; VONO, V. **Estudo da composição da ictiofauna do rio Paraopeba**, MG. Belo Horizonte: Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG, 1995. Relatório Técnico Final.

ALVES, C. B. M.; VONO, V. **Monitoramento da eficiência da escada experimental para peixes do rio Paraopeba**, UTE-Igarapé, MG. Belo Horizonte: Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG, 1998a. Relatório Técnico Final.

ALVES, C. B. M.; VONO, V. **O caminho da sobrevivência para os peixes no rio Paraopeba**. Ciência Hoje, v. 21. 1997.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Atlas de Vulnerabilidade a Inundações**. 2014. Disponível em: <http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/metadata.show?uuid=ae9c2d48-63d6-474c-9257-d2d122aa1477>. Acesso em: junho de 2018.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Estudo de Viabilidade de Implementação de Agência de Bacia na Sub-Bacia do Rio Maranhão – MG** – Resumo Executivo do Relatório Final. In: *Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do São Francisco*. Belo Horizonte: ANA/GEF/PNUMA/OEA/IGAM, 2003.

ANA. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil ANA – Informe 2016**. 2016. Disponível em: <http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/informe-conjuntura-2016.pdf>. Acesso em: junho de 2018.

ANA. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil ANA – Relatório 2017**. 2017. Disponível em: http://www3.snirh.gov.br/porta1/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conj2017_rel.pdf. Acesso em: junho de 2018.

ANM. Agência Nacional de Mineração. **Sistema de Informações Geográficas da Mineração**. Disponível em < <http://www.anm.gov.br/assuntos/ao-minerador/sigmine>> Acesso em: junho de 2018.

ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Vendas Anuais de Derivados de Petróleo**. Disponível em < <http://www.anp.gov.br/dados-estatisticos>> Acesso em junho de 2018.

ATLAS DIGITAL DAS ÁGUAS DE MINAS. **Mapas de precipitação pluvial do Alto São Francisco em Minas Gerais**. Minas Gerais. 2010. Disponível em: < http://www.atlasdasaguas.ufv.br/alto_sao_francisco/mapas_de_precipitacao_pluvial.html>. Acesso em: junho de 2018.

AUGUSTO FILHO, O. 1992. Escorregamentos em encostas naturais e ocupadas: análise e controle. **Apostila do curso de geologia de engenharia aplicada a problemas ambientais**. São Paulo: IPT, p. 96-115.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Instrução Normativa MI nº02, de 22 de Dezembro 2016. **Anexo V - Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade) com Simbologia**. Disponível em: http://www.mi.gov.br/documents/3958478/0/Anexo+V+-+Cobrade_com+simbologia.pdf/d7d8bb0b-07f3-4572-a6ca-738daa95feb0. Acesso em: junho de 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Índice de Vulnerabilidade aos Desastres Naturais Relacionados às Secas no Contexto da Mudança do Clima – Estudo Completo**. 2017. Disponível em: https://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/estudo_secas_completo_com_isbn.pdf. Acesso em: junho de 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Índice de Vulnerabilidade aos Desastres Naturais Relacionados às Secas no Contexto da Mudança do Clima – Sumário Executivo**. 2017. Disponível em: https://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/sumaario_revisto_final.pdf. Acesso em: junho de 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Índice de Vulnerabilidade aos Desastres Naturais Relacionados às Secas no Contexto da Mudança do Clima – Tabela de**

Municípios. 2017. Disponível em: https://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/tabela_estudo_ivdns.pdf. Acesso em: junho de 2018.

CARVALHO, Alex de. **Processos morfogenéticos e condicionantes associados aos eventos de entulhamento dos fundos de vales de afluentes do Médio/Baixo Rio Paraopeba/MG.** Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências, Departamento de Geografia. Belo Horizonte, Minas Gerais. 2014. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/IGCC-9LNJSM>>. Acesso em: junho de 2018.

CARVALHO, Alex de. **Processos morfogenéticos e condicionantes associados aos eventos de entulhamento dos fundos de vales de afluentes do Médio/Baixo Rio Paraopeba/MG.** Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências, Departamento de Geografia. Belo Horizonte, Minas Gerais. 2014. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/IGCC-9LNJSM>>. Acesso em: junho de 2018.

CBHSF. Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco 2016-2025 – RP1A – Diagnóstico da Dimensão Técnica e Institucional – REV1 – agosto de 2015.** Disponível em <http://cbhsaofrancisco.org.br/planoderecursos_hidricos/relatorios/>. Acesso em: julho de 2018.

CEMIG. Companhia Energética de Minas Gerais. **Conservação e preservação da ictiofauna do estado de Minas Gerais.** Edição MG.Biota. 2010. Disponível em: <https://www.cemig.com.br/pt-br/A_Cemig_e_o_Futuro/sustentabilidade/nossos_programas/ambientais/peixe_vivo/publicacoes/Documents/MG_Biota%202%C2%AA%20Edi%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: Julho de 2018.

CEPED. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais Volume Minas Gerais.** Disponível em: <http://www.ceped.ufsc.br/atlas-brasileiro-de-desastres-naturais-2012/>. Acesso em: junho de 2018.

CIBAPAR. Consórcio Intermunicipal da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba. **Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba – PDRH Paraopeba (2012).** Tomo II. 2012.

CIBAPAR. Consórcio Intermunicipal da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba. **Estudos preliminares para o plano diretor das águas do rio Paraopeba.** 2010.

COSTA, C. M. R., HERRMANN, G., MARTINS, C. S., LINS, L. V., LAMAS, I. R. (Orgs.) 1998. **Biodiversidade em Minas Gerais – um Atlas para sua conservação**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Atlas Pluviométrico do Brasil. Serviço Geológico do Brasil**. I. Belo Horizonte, Minas Gerais. 2013. Disponível em: < <http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Mapas-e-Publicacoes/Atlas-Pluviometrico-do-Brasil-1351.html>>. Acesso em: junho de 2018.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Atlas Pluviométrico do Brasil**. Serviço Geológico do Brasil. I. Belo Horizonte, Minas Gerais. 2013. Disponível em: < <http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Mapas-e-Publicacoes/Atlas-Pluviometrico-do-Brasil-1351.html>>. Acesso em 25 de junho de 2018.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Geodiversidade Do Estado de Minas Gerais**. Serviço Geológico do Brasil. Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Belo Horizonte, Minas Gerais. 2010. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geodiversidade/Mapas-de-Geodiversidade-Estaduais-1339.html>>. Acesso em: junho de 2018.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Setorização de Riscos Geológicos - Ação Emergencial para Reconhecimento de Áreas de Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massa, Enchente e Inundação**. 2018. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geologia-de-Engenharia-e-Riscos-Geologicos/Cartas-de-Suscetibilidade-a-Movimentos-Gravitacionais-de-Massa-e-Inundacoes---Minas-Gerais-5077.html>. Acesso em: junho de 2018.

DEFESA CIVIL. **Glossário de Defesa Civil: Estudos de Riscos e Medicina de Desastres**. 5ª Edição. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Civil, 2008. Disponível em: http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=71458606-5f48-462e-8f03-4f61de3cd55f&groupId=10157. Acesso em: junho de 2018.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Shapefiles de Ferrovias, Rodovias Federais e Rodovias Estaduais**. 2016. Disponível em: <<http://servicos.dnit.gov.br/vgeo/>>. Acesso em: maio de 2018.

DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais: 2009-2017**. Disponível em < https://sistemas.dnpm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/arrecadacao_cfem.aspx> Acesso em: junho de 2018.

DRUMMOND, G. M.; MARTINS, C. S.; MACHADO, A. B. M.; SEBAIO, F. A.; ANTONINI, Y. (orgs.). **Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação**. 2. ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 2005.

EITEN, G. **Vegetação do Cerrado**. In: PINTO, M. N. (Ed.). Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas. Brasília, DF: Editora da UnB, 1994.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Agência de informação Embrapa. **Bioma Cerrado**. Brasília. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_65_911200585234.html>. Acesso em: junho de 2018.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mapeamento de Solos e Aptidão Agrícola das Terras do Estado de Minas Gerais**. Adaptado. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/965988/mapeamento-de-solos-e-aptidao-agricola-das-terras-do-estado-de-minas-gerais>>. Acesso em: junho de 2018.

FEAM. Fundação Estadual do Meio Ambiente. Plano para incremento do percentual de tratamento de esgotos sanitários na bacia hidrográfica do Rio Paraopeba. **Programa “Minas Trata Esgoto”**. Belo Horizonte, Minas Gerais. 2001. Disponível em: <<http://www.feam.br/minas-trata-esgoto/bacia-do-rio-paraopeba>>. Acesso em: junho de 2018

FERNANDES, C. P., AMARAL, C. P. 1996. **Movimento de massa: uma abordagem geológico-geomorfológica**. In: GUERRA, Antonio José Teixeira. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil. for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. Disponível em: <http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/Alvares_etal_2014.pdf>. Acesso em: junho de 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE)**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Agrícola Municipal: 1974-2016**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Extração Vegetal e Silvicultura: 1986-2016**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de Tabelas Estatísticas**. Disponível em < <https://sidra.ibge.gov.br/home/ipp/brasil>> Acesso em: junho de 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: junho de 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Coordenação de Contas Nacionais. **Produto Interno Bruto dos Municípios: 1999-2012**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Clima do Brasil**. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/climatologia/vetores/brasil/>. Acesso em: junho de 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapeamento de Recurso Naturais do Brasil Escala 1:250.000**. Rio de Janeiro. 2017. Disponível em: <https://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm>. Acesso em: junho de 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Massas d'água. **Hidrografia da Base Cartográfica Contínua do Brasil, ao milionésimo – 1: 1.000.000 (BCIM)**. 2014. Disponível em: <http://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/bases_cartograficas_continuas/bcim/versao2014/>. Acesso em: junho de 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Municípios. **Limites da Base Cartográfica Contínua do Brasil na escala 1:250.000 (BC250)**. 2015. Disponível em: <http://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/bases_cartograficas_continuas/bc250/versao2015/Shapefile/>. Acesso em: junho de 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pedologia, Geologia e Geomorfologia, Folhas SE23 e SF23**. Base Cartográfica Contínua do Brasil na escala 1:250.000 (BC250). 2017. Disponível em: <https://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm>. Acesso em : junho de 2018

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Pecuária Municipal: 1974-2016**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.

ICS. International Commission on Stratigraphy. Tabela Cronoestratigráfica Internacional. 2017. Disponível em: <<http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2017-02BRPortuguese.jpg>>. Acesso em: junho de 2018.

ICS. International Commission on Stratigraphy. **Tabela Cronoestratigráfica Internacional.** 2017. Disponível em: <<http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2017-02BRPortuguese.jpg>>. Acesso em: junho de 2018.

IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Estudo das Metas de Qualidade Bacia Hidrográfica do rio Paraopeba 2005:** Diagnóstico Estratégico da Bacia Hidrográfica e Cenários de Desenvolvimento. Estudo Técnico. Belo Horizonte, 2005.

IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Estudos de Avaliação da Precipitação em Bacias do Estado.** Instituto Mineiro de Gestão das Água. Minas Gerais, 2014.

IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Identificação de municípios com condição crítica para a qualidade de água na bacia do rio Paraopeba.** Belo Horizonte, Minas Gerais. 2013. Disponível em: <<http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/publicacoes-tecnicas/qualidade-das-aguas/6023-qualidade-das-aguas-superficiais>>. Acesso em: junho de 2018.

IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Shapefile de Hidrografia Ottocodificada. 2015.** Disponível em: <<http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/mapas-e-bases-cartograficas/4806-bases-cartograficas>>. Acesso em: junho de 2018.

IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Shapefile de Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos – UPRGH.** 2009. Disponível em: <<http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/mapas-e-bases-cartograficas/4806-bases-cartograficas>>. Acesso em: junho de 2018.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Desastres Naturais: conceitos básicos.** 2008. Disponível em: http://www.inpe.br/crs/crectalc/pdf/silvia_saito.pdf. Acesso em: junho de 2018.

LARA, A.C.F. & FERNANDES, G.W. **The highest diversity of galling insects:** Serra do Cipó, Brazil. Biodivers. 1996.

LEEUWENBERG, F.; S. LARA RESENDE, F.H.G. RODRIGUES & M.X.A. Bizerril.. **Home range, activity and habitat use of the Pampas deer Ozotoceros bezoarticus L., 1758 (Artiodactyla: Cervidae) in the Brazilian cerrado.** 1997.

MATOS E DIAS. Matos, Fernanda e Dias, Reinaldo. **A Gestão dos Recursos Hídricos no Estado de Minas Gerais e a Situação da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba.** Gestão & Regionalidade - Vol. 28 - Nº 83 - mai-ago/2012. 2012.

MI. Ministério da Integração Nacional. **Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID)**. 2018. Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/>. Acesso em: junho de 2018.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). Brasil em Relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>. Acesso em: 13 Ago. 2018

MME. Ministério de Minas e Energia. **Ação Emergencial para Reconhecimento de Áreas de Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massa, Enchente e Inundação**. 2015.

RETIRO BAIXO ENERGÉTICA S.A. **Apresentação**. 2018. Disponível em: http://rbe.com.br/rbe/?page_id=9. Acesso em: junho de 2018.

RIBEIRO, J. F; WALTER, B. M. T. **Os biomas do Brasil – Fitofisionomias**. EMBRAPA, Brasília, 2001.

SCARIOT, A., SOUSA-SILVA, J. C. e FELFILI, J. M. **CERRADO: Ecologia, Biodiversidade e Conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005.

SCHVARTZMAN, A. S. **Outorga e cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia do rio Paraopeba em Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado). Belo Horizonte. Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, UFMG, 2000.

SCHVARTZMAN, A. S.; NASCIMENTO, N. O.; VON SPERLING, M. **Outorga e cobrança pelo uso recursos hídricos: aplicação à bacia do Rio Paraopeba, MG**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. VII, n. 1. Porto Alegre. 2002.

SNIS. Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos**. Ministério das Cidades. 2016. Disponível em: http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2016/Diagnostico_AE2016_Retificado.zip. Acesso em: junho de 2018.

TERZAGHI, K. 1952. **Mecanismos de escorregamentos de terra**. Tradução de Ernesto Pichler. São Paulo: Grêmio Politécnico, 41 p.

TOMINAGA, L. K. 2007. **Avaliação de metodologia de análise de risco a escorregamento**: aplicação de um ensaio em Ubatuba, 2007. 220 p. Tese (Doutorado). Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo/SP. São Paulo.

TÔSTO, S. G.; CAMPOS, E. M. G.; NEVES, C. **Estudo de avaliação econômica na recuperação de voçoroca em Lagoa Dourada**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2000.

UFSC. Universidade Federal de Santa Catarina. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2012**. 2013. Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/paginas/atlas/index.xhtml>. Acesso em: junho de 2018.

VARNES, D. J. 1978. Slope movement types and processes. In: SCHUSTER; KRIZEK (Ed.). Landslides: analysis and control. **Transportation Research Board Special Report**, Washington, n. 176, p. 11-33.