



Plano de Energia
e Mudanças Climáticas
de Minas Gerais

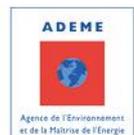


**GOVERNO
DE MINAS**

ESTUDO DE VULNERABILIDADE REGIONAL ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Com o apoio de :

feam
FUNDAÇÃO ESTADUAL
DO MEIO AMBIENTE



© 2014 Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM
A reprodução é permitida desde que citada a fonte

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

Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM

Zuleika Stela Chiacchio Torquetti - Presidente

Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento - DPED

Janaina Maria Franca dos Anjos - Diretora

Gerência de Energia e Mudanças Climáticas - GEMUC

Felipe Santos de Miranda Nunes – Gerente

Cibele Mally de Souza – Analista Ambiental

Alessandro Ribeiro Campos – Analista Ambiental

Letícia Vieira Lopes – Analista Ambiental

Abílio César Soares de Azevedo – Analista Ambiental

Wilson Pereira Barbosa Filho – Analista Ambiental

Andrea Brandão Andrade – Analista Ambiental

Carolina Pereira Lucca – Analista Ambiental

Conselho Regional de Nord-Pas-de-Calais/França

Daniel Percheron, Presidente

Emmanuel Cau, Vice-Presidente de Planejamento do Território, Meio Ambiente, Plano Clima

Majdouline Sbai, Vice-Presidente de Cidadania, Relações Internacionais e Cooperação Descentralizada

Direção de Meio Ambiente : Bertrand Lafolie, Chefe do Departamento

Direção de Parcerias Internacionais e Regionais: Sandra Fernandes

Agência francesa do Meio Ambiente e da Gestão de Energia

Bruno Lechevin, Presidente

Direção de Ação Internacional: Dominique Campana, Diretora

Cécile Martin-Phipps, Encarregada de projetos no Brasil

Enviroconsult

Diretor-Presidente: Olivier Decherf

Diretor-Técnico: Léo Genin

Gerente de Projeto: Charlotte Raymond

EcoRessources Inc.

Especialista em Vulnerabilidade e Adaptação: Maribel Hernandez

Rodovia Prefeito Américo Gianetti, s/n – 1º andar - Bairro Serra Verde - Belo Horizonte -
Minas Gerais, Brasil - CEP: 31630-90.

Home page: <http://www.feam.br/mudancas-climaticas>

Estudo de vulnerabilidade regional às mudanças climáticas

Belo Horizonte, Janeiro de 2014



Conteúdo do documento

Este relatório apresenta uma avaliação da vulnerabilidade do território mineiro às mudanças climáticas a partir de uma análise integrada dos impactos e potenciais impactos climáticos nos sistemas naturais e socioeconômicos. As informações geradas são elementos fundamentais para a construção do diagnóstico do Plano de Energia e Mudanças Climáticas (PEMC), iniciado em agosto de 2013. O estudo visa definir em que medida o estado de Minas Gerais é e pode ser afetado pelas mudanças do clima, sendo, portanto, a base técnica para a proposição de uma estratégia de adaptação às mudanças climáticas no estado.

Ressalta-se que o conteúdo do documento representa um insumo para as discussões do processo participativo do PEMC e com isso pode ser alterado futuramente em vista das contribuições e comentários dos diferentes stakeholders. Neste caso, uma nova versão será publicada ao final do processo participativo.

O presente estudo está dividido em 6 capítulos: a apresentação das características gerais do território; o clima; os fatores de sensibilidade identificados; os impactos das mudanças climáticas; a capacidade de adaptação do estado e a avaliação de vulnerabilidade regional.

Elaboração do documento

Este estudo foi construído com base em pesquisas bibliográficas, informações disponíveis até o momento e discussões com o Comitê Técnico do PEMC.

A análise integra os estudos já disponíveis sobre os elementos de vulnerabilidade do território mineiro e de seus setores socioeconômicos às mudanças climáticas. Considera, também, as iniciativas e estratégias já implementadas no Estado e que favorecem direta ou indiretamente a adaptação do território aos impactos climáticos.

O relatório tem como objetivo alinhar conhecimentos existentes e aplicar indicadores quali-quantitativos que permitam identificar as regiões prioritárias, para a implementação de medidas de adaptação, e os desafios a serem vencidos.

A Enviroconsult e a equipe de consultores agradecem aos parceiros, contatos técnicos e institucionais por sua disponibilidade e contribuição ao longo deste estudo.



Sumário

Versão do documento

VERSÃO	DATA	MODIFICAÇÕES FEITAS
V1	07/12/2013	Nenhuma (primeira versão)
V2	29/01/2013	Revisão da consultoria após comentários FEAM e ADEME
V3	30/01/2013	Revisão feita pela FEAM
V4	10/02/2014	Revisão da consultoria após comentários FEAM
V5	17/02/2014	Revisão após comentários finais da FEAM



Sumário

Capítulo 1 - O Estado de Minas Gerais	17
Apresentação geral	17
Perfil econômico	18
Análise por setor econômico	25
Aspectos sociais	46
Aspectos ambientais	59
Capítulo 2 - O clima de Minas Gerais	70
Zoneamento climático	70
Temperaturas e precipitações	71
Desastres naturais	73
Capítulo 3 - Fatores de sensibilidade	81
Panorama geral	81
Fatores econômicos	82
Fatores sociais	83
Fatores ambientais	83
Fatores climáticos	84
Avaliação qualitativa da sensibilidade regional	85
Capítulo 4 - Os impactos das mudanças climáticas	92
O aumento das temperaturas e a mudança nos regimes de chuvas	92
Impactos econômicos	95
Impactos sociais	106
Impactos ambientais	111
Avaliação qualitativa da exposição regional	118
Capítulo 5 - Capacidade de adaptação de Minas Gerais	123
Estratégia estadual a respeito das mudanças climáticas	123
Programas econômicos das regiões desfavorecidas	124
Saúde: sistemas de monitoramento e alerta	124
Proteção da biodiversidade	125
Gerenciamento dos recursos hídricos	127
Gerenciamento de desastres naturais	128
Avaliação qualitativa da capacidade de adaptação regional	129



Sumário

Capítulo 6 – Vulnerabilidades regionais às mudanças climáticas	134
Matriz e mapa de vulnerabilidade	134
Identificação dos desafios regionais	137
Especial atenção para a biodiversidade.....	139
Propostas de eixos de trabalho da adaptação de Minas Gerais às mudanças climáticas ..	139



Lista de Figuras

Figura 1 - Diagrama da vulnerabilidade (Fonte: IPCC 2007)	13
Figura 2 - Posicionamento nacional e regional do estado de Minas Gerais (Fonte: FEAM 2014)	17
Figura 3 – Regiões e microrregiões de Minas Gerais (Fonte: Perfil de Minas Gerais, 2012, Fundação João Pinheiro)	18
Figura 4 – Comparação entre o crescimento do PIB de Minas Gerais e o crescimento brasileiro (Fonte: Secretaria de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais, www.desenvolvimento.mg.gov.br)	19
Figura 5 - Participação das regiões mineiras no PIB do Estado (Fonte: IBGE 2011).....	20
Figura 6 - Mapa de renda per capita no Estado de Minas Gerais (Fonte: Zoneamento Ecológico-Econômico - ZEE, 2007)	21
Figura 7 - Distribuição setorial do emprego em Minas Gerais (pessoas empregadas) (Fonte: Perfil da Agroindústria 2003-2011, Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais).....	22
Figura 8 - Taxa de desemprego total entre 2006 e 2012 no Estado de Minas Gerais e na Região Metropolitana de BH (Fonte: Perfil de Minas Gerais, <i>op. cit.</i>).....	23
Figura 9 - As exportações de Minas Gerais em milhões US\$ entre 2003 e 2013 (Fonte: Panorama do comércio exterior de Minas Gerais, Edição mensal preliminar, Dezembro de 2013, Exporta Minas, 06/01/2014).....	24
Figura 10 - Crescimento industrial nos Estados brasileiros, índice acumulado do ano em dezembro de 2010 (Fonte: Secretaria de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais, www.desenvolvimento.mg.gov.br)	26
Figura 11 - Valor médio anual (2001 a 2005) em reais da produção mineral bruta (Fonte: ZEE, 2007).	28
Figura 12 - Investimentos planejados do setor de minas, 2011-2015 (em bilhões de dólares) (Fonte: Plano Regional Estratégico em torno de Grandes Projetos Minerários no Norte de Minas, BH, 2012, SEDRU)	28
Figura 13 - Porcentagem de potência instalada por tipo de usina em Minas Gerais (Fonte: Diagnóstico da Situação Atual dos Recursos Hídricos, Plano Estadual de Recursos Hídricos, IGAM 2010)	29
Figura 14 – Capacidade instalada de energia elétrica (operação, em construção e com autorização) (Fonte: Diagnóstico da Situação Atual dos Recursos Hídricos, IGAM, <i>op. cit.</i>)	30
Figura 15 - Participação do PIB do agronegócio mineiro no PIB do agronegócio nacional, em %, entre 2003 e 2011 (Fonte: Perfil da Agroindústria 2003-2011, <i>op.cit.</i>)	31
Figura 16 – As exportações do agronegócio brasileiro e mineiro (em bilhões de dólares) entre 2003 e 2011 (Fonte: Perfil da Agroindústria 2003-2011, <i>op.cit.</i>).....	32
Figura 17 – Os principais produtos do agronegócio exportados por Minas Gerais em 2011 (Fonte: Perfil da Agroindústria 2003-2011, <i>op.cit.</i>).....	33
Figura 18 - A silvicultura em Minas Gerais: distribuição das plantações (esquerda) e áreas dos estabelecimentos com florestas plantadas (Fonte: Elaboração FEAM a partir de IEF 2013 e 2014)	34
Figura 19 - Taxa média de crescimento anual do número de estabelecimentos (no alto) e do número de empregados (abaixo) do setor turístico em Minas Gerais entre 2006 e 2012 (Fonte: O turismo formal em Minas Gerais – 2006 a 2012, <i>op. cit.</i>)	38
Figura 20 - Receita do turismo em Minas Gerais (em bilhões de reais) (Fonte: Observatório do Turismo de Minas Gerais)	39
Figura 21 - Malha rodoviária de Minas Gerais (Fonte: Perfil do Agronegócio 2003-2011, <i>op.cit.</i>).....	39
Figura 22 - Malha ferroviária de Minas Gerais (Fonte: Perfil do Agronegócio 2003-2011, <i>op.cit.</i>)	40
Figura 23 – Os aeroportos de Minas Gerais (Fonte: Perfil do Agronegócio 2003-2011, <i>op.cit.</i>)	41
Figura 24 - Os portos marítimos, fluviais e secos em Minas Gerais e região (Fonte: Perfil do Agronegócio 2003-2011, <i>op.cit.</i>).....	41
Figura 25 - Taxa média do crescimento anual do número de empregados no setor de transporte em Minas Gerais entre 2006 e 2012 (Fonte: O turismo formal em Minas Gerais – 2006 a 2012, <i>op. cit.</i>)	42
Figura 26 - Ocorrência histórica de restrições e/ou condições precárias para tráfego em rodovias de Minas Gerais no período 2011-2014 (Fonte: elaboração FEAM a partir dos dados do DER/MG e do DNIT, 2014)	44
Figura 27 - Fluxos de veículos pesados estimados para 2011 em rodovias de Minas Gerais (PNLT, Ministério de Transporte).....	45



Lista de Figuras

Figura 28 - População por região de Minas Gerais, resultado do Censo de 2010 (Fonte: Instituto de Geociências Aplicadas, outubro de 2012)	47
Figura 29 – Evolução da população de Minas Gerais por região entre 2000 e 2010 (Fonte: Elaboração EnvirOconsult, a partir dos dados de 2011 da FJP).....	48
Figura 30 - Pirâmide etária de Minas Gerais, população total em 2010 (Fonte: População de Minas Gerais: primeiros resultados do censo demográfico de 2010, FJP)	48
Figura 31 - Mapa da distribuição espacial da população em Minas Gerais (Fonte: ZEE, 2007)	50
Figura 32 - Classificação brasileira no Ideb 2011 - Ensino Fundamental (anos iniciais e anos finais) (Fonte: Governo de Minas Gerais, www.mg.gov.br)	52
Figura 33 - Mapa das condições de educação em Minas Gerais (Fonte: ZEE, 2007)	53
Figura 34 – Evolução da capacidade instalada e regularizada de sistemas de tratamento de esgotos domésticos em termos de população atendida (em valor absoluto e % da população urbana) (Fonte: Minas Trata Esgoto, Relatório de progresso do programa, FEAM, BH 2013)	54
Figura 35 - População atendida por um sistema de tratamento de esgoto, com base na capacidade instalada (Fonte: Minas Trata Esgoto 34, Relatório de progresso do programa, FEAM, BH 2013).....	54
Figura 36 - Número de casos prováveis e hospitalizações por dengue entre 2000 e 2010 em Minas Gerais (Fonte: Sistema Nacional de Vigilância em Saúde, Relatório de Situação: Minas Gerais, 5ª edição, 2011, Ministério da Saúde)	55
Figura 37 - Taxa de incidência da tuberculose no Brasil, região Sudeste e Minas Gerais entre 2002 e 2010 (Fonte: Sistema Nacional de Monitoramento da Saúde, <i>op. cit.</i>)	56
Figura 38 - Prevalência do Tracoma por município - Inquérito Nacional de Prevalência Brasil-Minas Gerais 2006 (Fonte: Sistema Nacional de Vigilância em Saúde, <i>op. cit.</i>)	57
Figura 39 - Mapa das condições de saúde em Minas Gerais (Fonte: ZEE, 2007)	58
Figura 40 - Zonas de biodiversidade: número de espécies por 10.000 km ² (Fonte: Mudanças Climáticas e Biodiversidade da Mata Atlântica e do Cerrado, Dr. Carlos A. Joly, UNICAMP)	61
Figura 41 - Grau de conservação da mata nativa (Fonte: ZEE, 2007)	62
Figura 42 - Mapa da qualidade ambiental de Minas Gerais (Fonte: ZEE Minas Gerais, 2007)	64
Figura 43 - Mapa do risco ambiental de Minas Gerais (Fonte: ZEE Minas Gerais, 2007).....	65
Figura 44 - Bacias hidrográficas de Minas Gerais (Fonte: IGA, outubro de 2012)	66
Figura 45 - Vazão média dos recursos hídricos superficiais de Minas Gerais (Fonte: Diagnóstico da Situação Atual dos Recursos Hídricos, <i>op. cit.</i>).....	66
Figura 46 - Vulnerabilidade natural associada à disponibilidade de águas superficiais (esquerda) e subterrâneas (direita) (Fonte: ZEE Minas Gerais, 2007)	67
Figura 47 – Déficit hídrico anual simulado pelo modelo BHC para uma capacidade de água disponível igual a 100 mm. (Fonte: SimMinas: uma plataforma integrada de modelagem de mudanças no uso da terra, emissões de CO ₂ associadas e impactos ambientais para o estado de Minas Gerais, UFMG, 2013)	67
Figura 48 - Demanda total de água em Minas Gerais (Fonte: Diagnóstico da Situação Atual dos Recursos Hídricos, <i>op. cit.</i>).....	68
Figura 49 - Distribuição da demanda por tipo de consumo (Fonte: Diagnóstico da Situação Atual dos Recursos Hídricos, <i>op. cit.</i>).....	68
Figura 50 - Zoneamento climático baseado no índice de umidade de Thornthwaite de Minas Gerais (Fonte: Zoneamento Ecológico-Econômico de Minas Gerais, <i>op. cit.</i>).....	70
Figura 51 - Mapa das faixas de temperaturas médias anuais de Minas Gerais (°C) (Fonte: Zoneamento Ecológico-Econômico de Minas Gerais, SEMAD)	72
Figura 52 - Mapa das faixas de precipitações médias anuais de Minas Gerais (mm) (Fonte: Zoneamento Ecológico-Econômico de Minas Gerais, <i>op. cit.</i>)	72
Figura 53 - Número de municípios atingidos por desastres provocados pelas chuvas em Minas Gerais entre 2005 e 2013 (Fonte: Plano de Emergência Pluviométrica 2013/2014, Coordenação da Defesa Civil)	73



Lista de Figuras

Figura 54 - Municípios que registraram mortes provocadas pelas chuvas em 2012/2013 (Fonte: Plano de Emergência Pluviométrica 2013/2014, op. cit.).....	74
Figura 55- Desastres naturais causados por deslizamentos de terreno (primeiro mapa), inundações (segundo mapa) e cheias (terceiro mapa) no Brasil em 2012 (Fonte: Anuário Brasileiro de Desastres Naturais 2012, Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres	76
Figura 56 - Risco de ocorrência de episódio de chuvas superiores a 100 mm/dia em Minas Gerais (Fonte: Estudos de chuvas intensas no Estado de Minas Gerais e previsão estatística de precipitação mensal, FAPEMIG, 2013).....	77
Figura 57 - Número de trechos de rios inundáveis nas bacias hidrográficas federais de Minas Gerais (Fonte: Atlas de Vulnerabilidade a Inundações no Estado de Minas Gerais, SEMAD, Belo Horizonte, 2013)	77
Figura 58 - Municípios que decretaram situação de emergência devido à seca em 2012 (Fonte: Plano de Seca Minas Gerais 2013, op. cit.)	78
Figura 59 - Os 50 municípios que decretaram situação de emergência devido à seca/estiagem todos os anos entre 2004 e 2012 (Fonte: Plano de Seca, Minas Gerais 2013, op. cit.)	78
Figura 60 - Áreas suscetíveis à desertificação em Minas Gerais (Fonte: Plano de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca de Minas Gerais (PAE/Minas Gerais), SEDVAN/IDENE, novembro de 2010)	79
Figura 61 - Mapa regional da sensibilidade de Minas Gerais às mudanças climáticas: sistema de avaliação e índice por região (Elaboração: EnvirOconsult, EcoResources e FEAM)	91
Figura 62 - Projeções regionalizadas do clima para os biomas brasileiros (Fonte: Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas, Sumário Executivo, 2013)	93
Figura 63 - Variações de temperatura média para o trimestre dezembro-fevereiro de 2080, conforme o cenário A2-BR (Fonte: Avaliação dos Impactos das Mudanças Climáticas na Economia Mineira, FEAM, 2011).....	94
Figura 64 - Variações de precipitações médias mensais para o trimestre dezembro-fevereiro de 2080, conforme o cenário A2-BR (Fonte: Avaliação dos Impactos das Mudanças Climáticas na Economia Mineira, FEAM, 2011)	94
Figura 65 - As barragens ligadas à mineração em Minas Gerais e as ameaças ambientais associadas (Fonte: Áreas de Risco Ambiental por Barragens no Estado de Minas Gerais, IBAMA, 2013)	100
Figura 66 - Variações de produção de uma usina de pequeno porte, cenário 2050 (Fonte: Estudo sobre a adaptação e vulnerabilidade à mudança climática: o caso do setor elétrico brasileiro, CEBDS, abril de 2013)	102
Figura 67 - Variações de produção de uma usina de 100MW, com ou sem reservatório, cenário 2050 (Fonte: Estudo sobre a adaptação e vulnerabilidade à mudança climática: o caso do setor elétrico brasileiro, CEBDS, abril de 2013).....	103
Figura 68 - Principais razões para o turismo de lazer em Minas Gerais (Fonte: Pesquisa de Demanda de Turismo, 2012, Secretaria de Estado de Turismo)	104
Figura 69 - Impacto potencial no PIB regional dos cenários A2-BR (no alto) e B2-BR (abaixo) - 2035-2050 (% relativa ao cenário sem mudanças climáticas) (Fonte: Avaliação dos Impactos das Mudanças Climáticas na Economia Mineira, op. cit.)	107
Figura 70 - Condição da floresta tropical e da savana no período de 2077-2099 para mais de 75% dos modelos, comparada à vegetação potencial natural atual, para os cenários climáticos A2, A1B e B1 (Fonte: Mudanças climáticas e possíveis alterações nos Biomas da A.....	113
Figura 71 - Distribuição atual da espécie (no alto) e projeções de distribuição espacial no horizonte de 2080 para os cenários A2 e B2 (Fonte: Efeitos das mudanças climáticas na distribuição geográfica das espécies ameaçadas de extinção no Estado de Minas Gerais)	116
Figura 72 - Mapa regional da exposição de Minas Gerais aos impactos das mudanças climáticas: sistema de avaliação e índice por região (Elaboração: EnvirOconsult, EcoResources e FEAM)	122
Figura 73 - Mapa da situação dos Planos Diretores de Minas Gerais (Fonte: Nota técnica 007/2013, Panorama da questão das mudanças climáticas, IGAM)	127
Figura 74 - Índice de desenvolvimento humano por município de Minas Gerais (Fonte: Plano Diretor de Agricultura Irrigada do Estado de Minas Gerais, PAI-Minas Gerais)	130



Lista de Figuras

Figura 75 - Mapa do potencial institucional dos municípios de Minas Gerais (Fonte: ZEE Minas Gerais, 2007)	131
Figura 76 - Mapa regional da capacidade de adaptação de Minas Gerais às mudanças climáticas (escala de cor invertida): sistema de avaliação e índice por região (Elaboração: EnvirOconsult, EcoRessources e FEAM)	133
Figura 77 - Mapa regional da vulnerabilidade de Minas Gerais às mudanças climáticas: sistema de avaliação e índice por região (Fonte: EnvirOconsult, EcoRessources e FEAM)	136



Lista de Tabelas

Tabela 1 - Comparação entre o PIB (em milhões de reais) e o PIB per capita de Minas Gerais e do Brasil (Fonte: Secretaria de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais, http://www.desenvolvimento.mg.gov.br)	19
Tabela 2 - Renda mensal per capita em R\$/mês em 2010 (Fonte: FJP, a partir de dados do IBGE)	20
Tabela 3 – Setores industriais relevantes em 2009 (Fonte: Secretaria de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais, www.desenvolvimento.mg.gov.br e Perfil de Minas Gerais, <i>op. cit.</i>).....	27
Tabela 4 - Capacidade de geração hidrelétrica instalada por regiões de Minas Gerais (UHE e PCH) em kW em 2013 (Fonte: elaboração EnvirOconsult a partir dos dados da ANEEL 2013)	31
Tabela 5 - Zonas de florestas plantadas em Minas Gerais entre 2005 e 2011 em milhares de hectares (Fonte: Florestas plantadas, um caminho para o desenvolvimento sustentável, 2012, Associação Mineira de Silvicultura).....	34
Tabela 6 - Mão de obra empregada pelo setor de base florestal em 2011 em Minas Gerais (Fonte: Florestas plantadas, um caminho para o desenvolvimento sustentável, 2012, Associação Mineira de Silvicultura).....	36
Tabela 7 - Número de empregados do setor turístico em Minas Gerais entre 2006 e 2012 (Fonte: O turismo formal em Minas Gerais – 2006 a 2012, Secretaria de Estado de Turismo, Minas Gerais, 2013)	37
Tabela 8 - Eventos climáticos registrados nas infraestruturas rodoviárias de Minas Gerais e danos associados por região de planejamento (Fonte: elaboração FEAM a partir dos dados do DER e do DNIT, 2014)	43
Tabela 9 - Porcentagem de municípios de Minas Gerais por região com taxa de crescimento negativo entre 2000 e 2010 (Fonte: População de Minas Gerais, FJP, <i>op. cit.</i>)	49
Tabela 10- Grau de urbanização por região de planejamento de Minas Gerais (Fonte: IBGE, Sinopse dos Resultados do Censo 2010).....	51
Tabela 11 - Porcentagem de pessoas que não frequentavam a escola nas populações 7-14 anos e 15-17 anos no Brasil e em Minas Gerais - 1991, 2000 e 2010 (Fonte: Resultados preliminares da amostra do Censo de 2010 – Minas Gerais, FJP).....	51
Tabela 12 - Número de municípios que declararam uma situação anormal devido às estiagens/secas em Minas Gerais no período 2004-2012 (Fonte: Plano de Seca Minas Gerais 2013, Defesa Civil)	73
Tabela 13 - Lista dos principais fatores de sensibilidade de Minas Gerais (Fonte: elaboração EnvirOconsult e EcoResources com base no diagnóstico, 2013).....	81
Tabela 14 - Principais fontes de dados para a avaliação regional da matriz de sensibilidade de Minas Gerais (Fonte: EnvirOconsult)	85
Tabela 15 - Matriz de sensibilidade de Minas Gerais às mudanças climáticas: sistema de avaliação e índice por região (Elaboração: EnvirOconsult, EcoResources, FEAM)	87
Tabela 16 - Impactos no PIB associados às mudanças climáticas, 2035 e 2050, Cenários A2-BR e B2-BR (segundo o PIB setorial projetado sem mudanças climáticas para 2035 e 2050). (Fonte: Avaliação dos Impactos das Mudanças Climáticas na Economia Mineira, <i>op.cit.</i>)	96
Tabela 17 - Variações das superfícies de lavoura, pastos e florestas em Minas Gerais, conforme os cenários A2-BR e B2-BR (Fonte: Avaliação dos Impactos das Mudanças Climáticas na Economia Mineira, <i>op.cit.</i>)	97
Tabela 18 - Variação média de vazão anual (esquerda) e de geração média de energia (direita) em relação às projeções de referências para 2071-2100 (Fonte: Mudanças Climáticas e Segurança Energética no Brasil, COPPE/Embaixada do Reino Unido, junho de 2008)	101
Tabela 19- Cidades com mais de 100.000 habitantes em Minas Gerais (Fonte: realização EnvirOconsult a partir de dados de população 2010 da FJP)	109
Tabela 20- Lista dos principais impactos das mudanças climáticas em Minas Gerais (Fonte: elaboração EnvirOconsult e EcoResources baseada no diagnóstico, 2013)	118
Tabela 21 - Principais fontes de dados para a avaliação regional da matriz de exposição aos impactos das mudanças climáticas (Fonte: EnvirOconsult).....	120
Tabela 22 - Matriz de exposição aos impactos das mudanças climáticas: sistema de avaliação e índice por região (Elaboração: EnvirOconsult, EcoResources e FEAM).....	121
Tabela 23- Unidades de conservação e outras áreas estaduais protegidas em Minas Gerais (Fonte: Perfil de Minas Gerais, <i>op. cit.</i>).....	126



Lista de Tabelas

Tabela 24 - Pesos dos indicadores na formação do componente institucional (Fonte: ZEE Minas Gerais, 2007) ...	130
Tabela 25 - Matriz da capacidade de adaptação de Minas Gerais às mudanças climáticas: sistema de avaliação e índice por região (Elaboração: EnvirOconsult, EcoRessources e FEAM).....	132
Tabela 26 - Matriz da vulnerabilidade de Minas Gerais às mudanças climáticas: sistema de avaliação e índice por região (Elaboração: EnvirOconsult, EcoRessources e FEAM).....	135
Tabela 27 - Classificação das regiões de Minas Gerais segundo o grau de vulnerabilidade às mudanças climáticas (da mais vulnerável à menos vulnerável) (Elaboração: EnvirOconsult, EcoRessources e FEAM)	135
Tabela 28 - Síntese dos principais desafios regionais de Minas Gerais em relação às mudanças climáticas (Elaboração: elaboração EnvirOconsult, EcoRessources e FEAM)	137

Os três componentes da vulnerabilidade

O Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC, 2007, p.7) define a vulnerabilidade como sendo a "medida na qual um sistema está suscetível aos - ou é incapaz de lidar com - efeitos adversos das mudanças climáticas, incluindo-se a variabilidade climática e os fenômenos extremos. A vulnerabilidade depende da natureza, da amplitude e do ritmo da variação climática à qual o sistema em questão está exposto, da sensibilidade desse sistema e de sua capacidade de adaptação". A definição de vulnerabilidade apresentada nos relatórios do IPCC foi retomada pela Política Nacional sobre Mudança do Clima do Brasil (Lei nº 12.187 de 29-12-2009).

Segundo essa definição, os três componentes principais da vulnerabilidade são a exposição, a sensibilidade e a capacidade de adaptação, como ilustrado na figura:

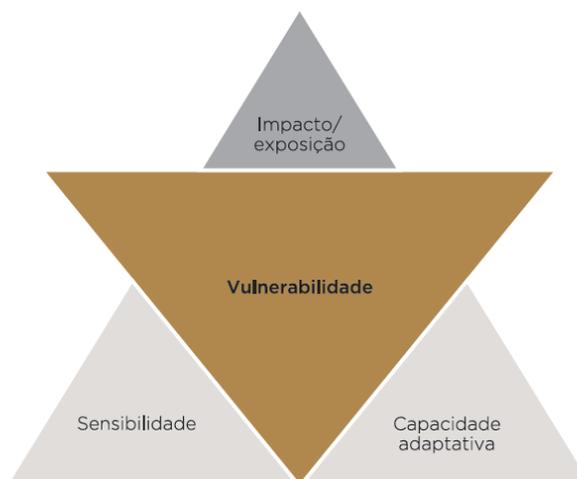


Figura 5 - Diagrama da Vulnerabilidade.
Fonte: IPCC, 2007.

Figura 1 - Diagrama da vulnerabilidade (Fonte: IPCC 2007)

- A sensibilidade é o "grau no qual um sistema é influenciado, positivamente ou negativamente, pela variabilidade ou pelas mudanças climáticas" (IPCC, 2007);
- A exposição é definida como a "natureza, a amplitude e o ritmo da variação climática à qual o sistema considerado está exposto" (IPCC, 2007);
- A capacidade de adaptação é a "capacidade de um sistema de se adaptar às mudanças climáticas (especialmente à variabilidade climática e aos fenômenos extremos), a fim de atenuar os danos potenciais, de aproveitar as oportunidades ou enfrentar as suas consequências" (IPCC, 2007).

Conceitos

Uma compreensão adequada dos principais componentes da vulnerabilidade permitirá, em seguida, propor o arcabouço metodológico para sua avaliação.

A sensibilidade aos impactos das mudanças climáticas

A sensibilidade, definida pelo IPCC (2007), é o "grau no qual um sistema é influenciado, positivamente ou negativamente, pela variabilidade climática ou pelas mudanças climáticas" (IPCC, 2007). Dessa maneira, a sensibilidade de um território às mudanças climáticas é definida por seus atributos socioeconômicos e ambientais estruturais que, na ausência de adaptação, tornam esse território vulnerável aos impactos negativos das mudanças climáticas em sua integridade socioeconômica e ecossistêmica. Por exemplo, são utilizados indicadores socioeconômicos que permitem demonstrar o nível de dependência da localidade a um setor econômico específico sensível ao clima, como a agricultura, a exploração florestal, o turismo ou a geração de hidroeletricidade. Essa caracterização servirá para determinar em que grau (baixo, médio ou alto) a comunidade pode ser influenciada de maneira negativa pela variabilidade climática, considerando seu impacto nas atividades econômicas e nos meios de produção. Ela permitirá, também, identificar os fatores que mais contribuem para a sensibilidade do território às mudanças climáticas, assim como os setores econômicos, os recursos naturais e as populações mais sensíveis ao clima.

A exposição aos impactos das mudanças climáticas

A definição proposta pelo IPCC aborda a "exposição de um sistema às mudanças climáticas", que considera "a natureza, a amplitude e o ritmo da variação climática à qual o sistema está exposto". Para este estudo, é mantida uma abordagem simplificada do conceito de exposição: um território é considerado exposto se for possível que um ou vários de seus componentes socioeconômicos ou ambientais sofram um ou vários impactos das mudanças climáticas. A amplitude e o ritmo previstos do impacto das mudanças climáticas sobre o território também são considerados no âmbito deste estudo quando da existência de dados específicos.

A capacidade de adaptação às mudanças climáticas

A capacidade de adaptação é a "capacidade de um sistema de se adaptar às mudanças climáticas (especialmente à variabilidade climática e aos fenômenos extremos), a fim de atenuar os danos potenciais, aproveitar as oportunidades ou enfrentar as suas consequências" (IPCC, 2007).

A capacidade de adaptação inclui todos os aspectos que permitem à coletividade se adaptar a uma mudança que surge em determinada situação. Essa é uma noção dinâmica que evolui

Conceitos

no tempo, em função dos recursos dos quais dispõe a comunidade e também de sua experiência anterior em matéria de adaptação. Ela resulta de fatores que facilitam a antecipação dos impactos e o ajuste às novas condições ambientais.

A capacidade de adaptação de uma comunidade pode, assim, ser medida através das ferramentas que ela tem para mudar uma situação indesejável ou aproveitar os impactos positivos provocados por uma variação do clima. Por exemplo, a existência de um sistema de alerta precoce, o conhecimento dos setores sociais e econômicos mais vulneráveis, a possibilidade de mobilizar recursos financeiros e humanos, a consideração dos impactos prováveis das mudanças climáticas no planejamento estratégico da comunidade, a informação do público, etc., são alguns dos fatores que explicam a capacidade de adaptação de um território às mudanças climáticas.

Abordagem metodológica

A avaliação da vulnerabilidade às mudanças climáticas do Estado de Minas Gerais foi realizada com base na definição de vulnerabilidade proposta pelo IPCC (2007) e seus três componentes principais.

Para cada uma das três dimensões da vulnerabilidade são analisados os principais fatores ou componentes que permitem avaliar o grau de exposição, sensibilidade e capacidade de adaptação do território às mudanças climáticas. Para cada dimensão, um conjunto de indicadores é proposto para informar sobre cada um dos fatores identificados.

A seleção dos dados para análise e avaliação da vulnerabilidade

Os dados utilizados neste estudo são baseados em uma ampla revisão bibliográfica considerando os estudos disponíveis nos níveis internacional, federal e estadual. A análise privilegia os dados mais recentes e locais disponíveis; os dados nacionais ou internacionais são utilizados apenas na ausência de dados específicos ou para completar a análise quando necessário.

Os fatores de sensibilidade às mudanças climáticas foram definidos com base em um diagnóstico abrangente e aprofundado do território que relaciona os aspectos econômicos, sociais, ambientais e climáticos, destacando os setores e recursos mais sensíveis às mudanças climáticas.

Os impactos das mudanças climáticas foram definidos para o estado de Minas Gerais seja de maneira quantitativa, quando os estudos científicos desenvolvidos sobre essas questões já encontravam-se disponíveis, seja de maneira qualitativa, na ausência de informações específicas.

Conceitos

A análise da capacidade de adaptação do território apresenta as principais iniciativas estaduais pertinentes. A definição da vulnerabilidade das regiões de planejamento de Minas Gerais resulta de uma média ponderada dos três componentes da vulnerabilidade.

Convém notar que o estudo se baseia principalmente em dados provenientes de instituições oficiais do Brasil e de Minas Gerais. Os elementos de diagnóstico e análise do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) de Minas Gerais foram particularmente úteis para a análise regional deste relatório.

A seleção dos indicadores

A escolha dos indicadores é a etapa mais sensível na avaliação de vulnerabilidade, pois é necessário garantir a integralidade e representatividade dos indicadores selecionados. Segundo Hinkel (2011), diversas abordagens podem ser utilizadas para identificar indicadores de vulnerabilidade: a abordagem dedutiva, que se baseia no conhecimento atual de um sistema para identificar os indicadores de sua vulnerabilidade; a abordagem indutiva, que utiliza dados existentes para construir modelos econométricos; a abordagem normativa, que é subjetiva, pois se baseia em juízos de valor; por fim, a abordagem não substancial, independente do conhecimento sobre a vulnerabilidade. Foi utilizado para este estudo uma abordagem dedutiva baseada nos conhecimentos atuais para deduzir o grau de vulnerabilidade do estado de Minas Gerais às mudanças climáticas.

A existência de informações para alimentar os indicadores é essencial para a avaliação da vulnerabilidade e de seus três componentes. A análise por indicadores regionais permite uma representação espacial dos diversos componentes da vulnerabilidade do território por região de planejamento de Minas Gerais.



Capítulo 1 - O Estado de Minas Gerais

Apresentação geral

Minas Gerais é um estado brasileiro com uma superfície de 586.852,35 km², situado na região Sudeste, sendo o segundo estado mais populoso do país, com 19.597.330 habitantes, isto é, 10,3% da população brasileira¹.

Minas Gerais faz divisa com os seguintes estados: Espírito Santo, à leste; Bahia, ao norte e nordeste; Goiás e o Distrito Federal, à noroeste; Mato Grosso do Sul, à oeste; São Paulo, à sudeste e ao sul; e Rio de Janeiro, à sudeste.



Figura 2 - Posicionamento nacional e regional do estado de Minas Gerais (Fonte: FEAM 2014)

O relevo é, em grande parte, acidentado: o território é majoritariamente constituído por terras altas, planaltos e chapadas, e não apresenta zonas costeiras.

¹ IBGE, Censo Demográfico 2010



O território é administrativamente subdividido em 10 regiões, 66 microrregiões e 853 municípios. Apenas 13 cidades têm mais de 200.000 habitantes, 16 cidades têm entre 100.000 e 200.000 habitantes. Quase 80% dos municípios têm menos de 20.000 habitantes, mas esses municípios concentram apenas 26% da população. De fato, cerca de 40% da população vivem em cidades com mais de 100.000 habitantes².

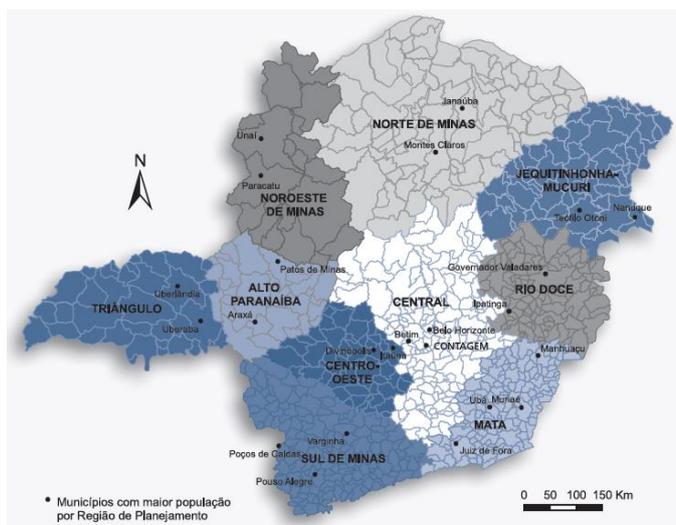


Figura 3 – Regiões e microrregiões de Minas Gerais (Fonte: Perfil de Minas Gerais, 2012, Fundação João Pinheiro)

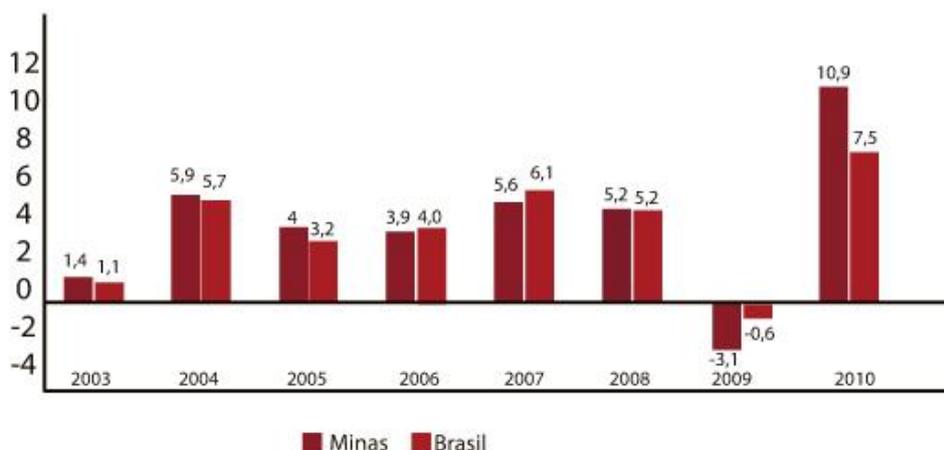
Perfil econômico

Uma economia rica com disparidades regionais

Minas Gerais é a terceira economia do Brasil. Seu Produto Interno Bruto (PIB) representava, em 2010, 9,3% de todas as riquezas produzidas pelo país. O crescimento real médio do PIB foi de 10,9% em 2010, contra 7,5% a nível federal, conforme figura a seguir.³

² Perfil de Minas Gerais 2012, Fundação João Pinheiro

³ Secretaria de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais, <http://www.desenvolvimento.mg.gov.br>. Ressalta-se a ocorrência de “mudança de base” e atualização nas estatísticas de contas nacionais e regionais para o ano de 2010. Embora o processo de “mudança de base” possa ser criticado do ponto de vista de quebra na comparabilidade dos dados, ele é extremamente importante, pois representa um aperfeiçoamento na metodologia de estimação dos agregados macroeconômicos com a incorporação de novos conceitos dos organismos internacionais que padronizam o mecanismo de cálculo.



Fonte: IBGE - Contas Nacionais Trimestrais e FJP.

Figura 4 – Comparação entre o crescimento do PIB de Minas Gerais e o crescimento brasileiro (Fonte: Secretaria de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais, www.desenvolvimento.mg.gov.br)

Tabela 1 - Comparação entre o PIB (em milhões de reais) e o PIB per capita de Minas Gerais e do Brasil (Fonte: Secretaria de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais, <http://www.desenvolvimento.mg.gov.br>)

Ano	PIB Brasil (R\$ milhões)	PIB MG (R\$ milhões)	PIB per capita MG (R\$)	PIB MG / PIB Brasil (%)
2002	1.477.822	127.782	6.904	8,6
2003	1.899.948	148.823	7.937	7,8
2004	1.941.498	177.325	9.336	9,1
2005	2.147.239	192.639	10.014	9,0
2006	2.369.797	214.814	11.028	9,1
2007	2.661.345	241.293	12.502	9,1
2008	3.031.864	282.522	14.233	9,3

A distribuição regional do PIB é bastante desigual. Enquanto a região Central produz mais de 45% do PIB mineiro, com o peso significativo da Região Metropolitana de Belo Horizonte, algumas regiões contribuem com menos de 2% ao PIB estadual, como o Noroeste ou Jequitinhonha/Mucuri (figura a seguir). A renda per capita é particularmente elevada nas regiões Central e Triângulo (tabela a seguir).



Produto Interno Bruto regional de Minas Gerais

Fonte: IBGE (2011)

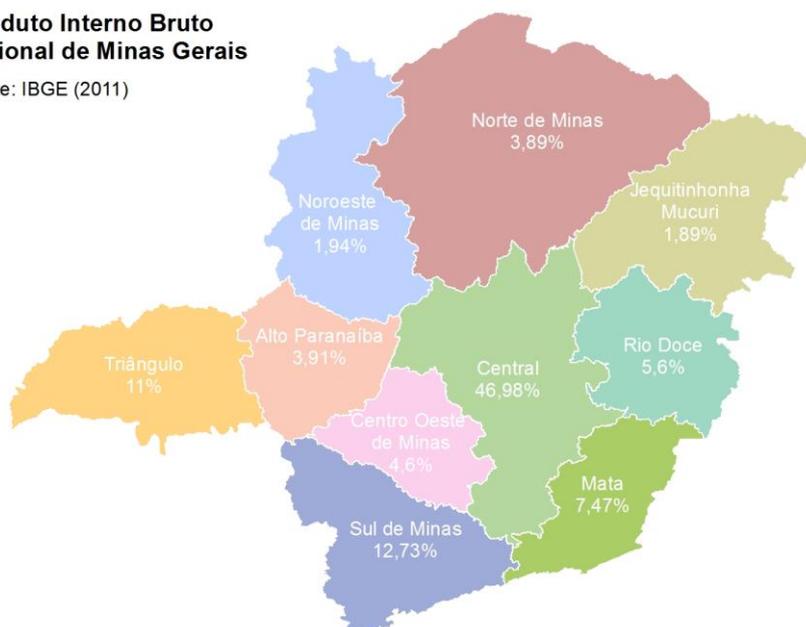


Figura 5 - Participação das regiões mineiras no PIB do Estado (Fonte: IBGE 2011)⁴

Tabela 2 - Renda mensal per capita em R\$/mês em 2010 (Fonte: FJP, a partir de dados do IBGE)

REGIÃO DE PLANEJAMENTO	Renda mensal <i>per capita</i> (R\$ de ago/2010)		
	Média		
	Valor Total	Urbano	Rural
ALTO PARANAÍBA	761,04	764,22	722,18
CENTRAL	961,82	988,36	457,83
CENTRO-OESTE DE MINAS	721,28	737,50	570,35
JEQUITINHONHA / MUCURI	431,75	504,42	295,86
MATA	710,11	780,01	390,45
NOROESTE	622,67	639,43	555,29
NORTE DE MINAS	455,33	524,35	289,32
RIO DOCE	599,69	651,63	369,19
SUL DE MINAS	727,66	773,21	505,66
TRIÂNGULO	908,04	920,21	662,67
Minas Gerais	773,41	829,50	419,14

⁴ Os números do PIB atualizados para 2010 mostram uma distribuição similar do PIB regional (Fonte: estatísticas FJP)

Por outro lado, algumas regiões apresentam uma grande heterogeneidade de desenvolvimento econômico, como a Zona da Mata, Central e Sul de Minas, conforme ilustrado pelo ZEE sobre a renda per capita do estado (figura abaixo).

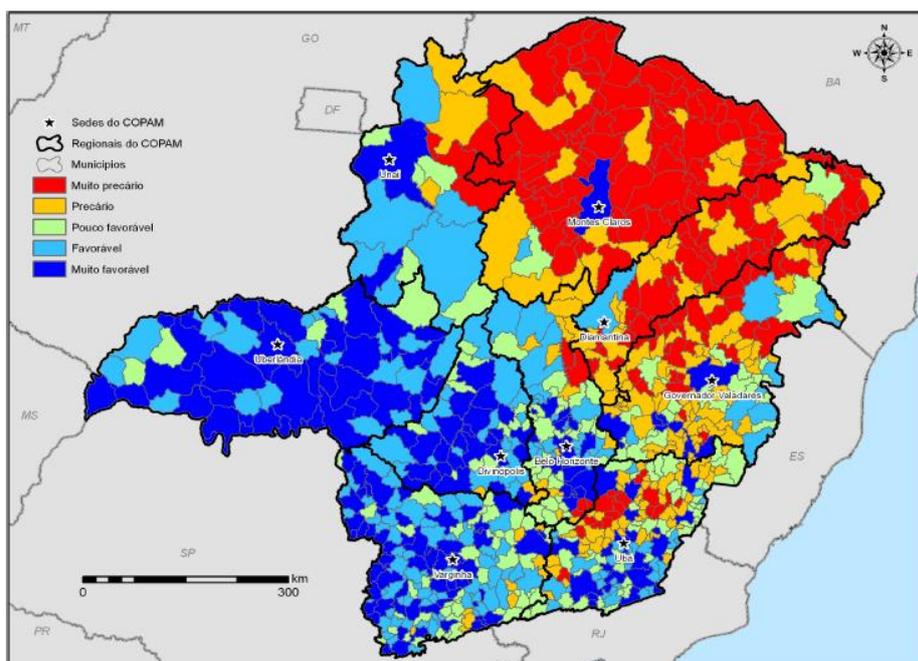


Figura 6 - Mapa de renda per capita no Estado de Minas Gerais (Fonte: Zoneamento Ecológico-Econômico - ZEE, 2007)

Em 2010, o setor dos serviços representava 57,9% da economia mineira. Nesse setor, o comércio e os serviços públicos de administração, saúde e educação ocupavam um lugar central.

O setor industrial representava 33,6% do PIB mineiro (sendo quase metade oriundo da indústria de transformação), e a agricultura e pecuária, 8,5%⁵.

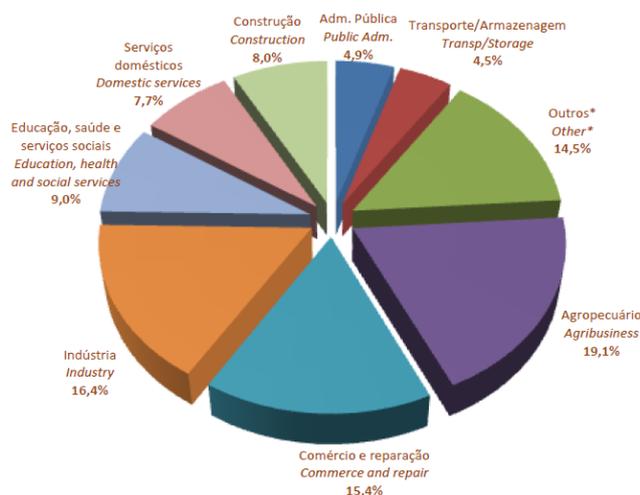
Um mercado de trabalho dinâmico e uma taxa de desemprego em queda

A população ativa total de Minas Gerais era de 10,63 milhões em 2011, com cerca de 5,9 milhões de homens e 4,6 milhões de mulheres⁶. Os principais setores de atividade que

⁵ Contas Regionais do Brasil, IBGE 2010



empregam são: agricultura/pecuária/agroindústria (19,1%), indústria (16,4%) e comércio e consertos (15,4%). Os serviços representam o maior nicho de empregos (figura abaixo).



* Refere-se aos setores de alojamento e alimentação, outros serviços coletivos sociais e pessoais, outras atividades e atividades maldefinidas ou não declaradas

Figura 7 - Distribuição setorial do emprego em Minas Gerais (pessoas empregadas) (Fonte: Perfil da Agroindústria 2003-2011, Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais)

A distribuição do emprego é muito desigual entre as regiões do estado e reflete a heterogeneidade de ocupação do território e a polarização das atividades produtivas.

A taxa de desemprego mineira era de 7% em 2011. Essa taxa era duas vezes maior para as mulheres que para os homens⁷. O desemprego foi reduzido pela metade entre 2000 (14,2%) e 2011. Durante esse período, 2,1 milhões de novos empregos foram criados, um número suficiente para absorver 1,6 milhão de pessoas ativas no estado, reduzindo assim para cerca de 500 mil o número de desempregados⁸.

⁶ Perfil de Minas Gerais, 2012, Fundação João Pinheiro

⁷ Perfil de Minas Gerais, 2012, op.cit.

⁸ Resultados gerais da amostra do Censo de 2010, IBGE

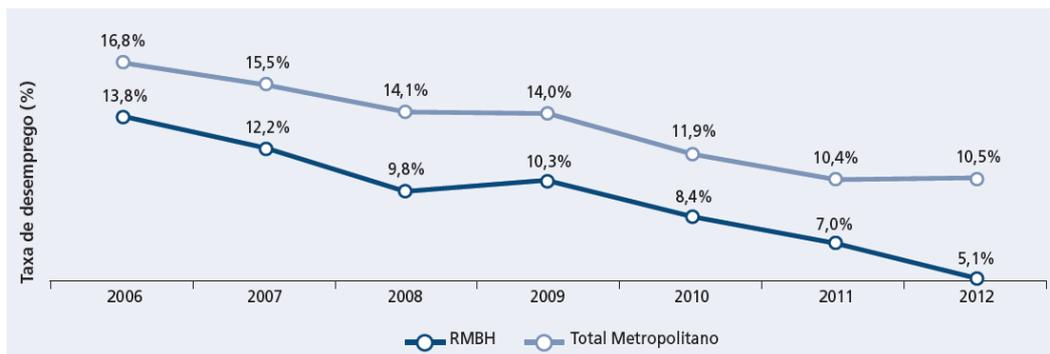


Figura 8 - Taxa de desemprego total entre 2006 e 2012 no Estado de Minas Gerais e na Região Metropolitana de BH (Fonte: Perfil de Minas Gerais, *op. cit.*)

O trabalho na indústria está concentrado nas regiões Central (a região concentra 66,7% dos empregos da mineração, 38,4% da indústria de transformação, 77,3% dos serviços industriais de utilidade pública) e Sul de Minas (10%, 17,5% e 4,1%). A região Central concentra também a grande maioria dos serviços: 62,8% dos empregos da construção civil, 42,3% dos comércios, 44,1% da administração pública, 58,8% dos outros serviços.

O trabalho agrícola está mais bem distribuído: 23% do total no Sul de Minas, 14,1% na região Central, 11,9% no Triângulo, 10,7% no Alto Paranaíba, 10% no Norte de Minas⁹.

Um dos fatores do dinamismo econômico mineiro é a força das exportações. As exportações do estado conheceram um grande crescimento nesta última década, passando de um valor total de 6,1 bilhões de dólares em 2001 para 33,4 bilhões de dólares em 2013 (desaceleração desde 2012), conforme figura abaixo.

⁹ Perfil de Minas Gerais, 2012, *op.cit.*

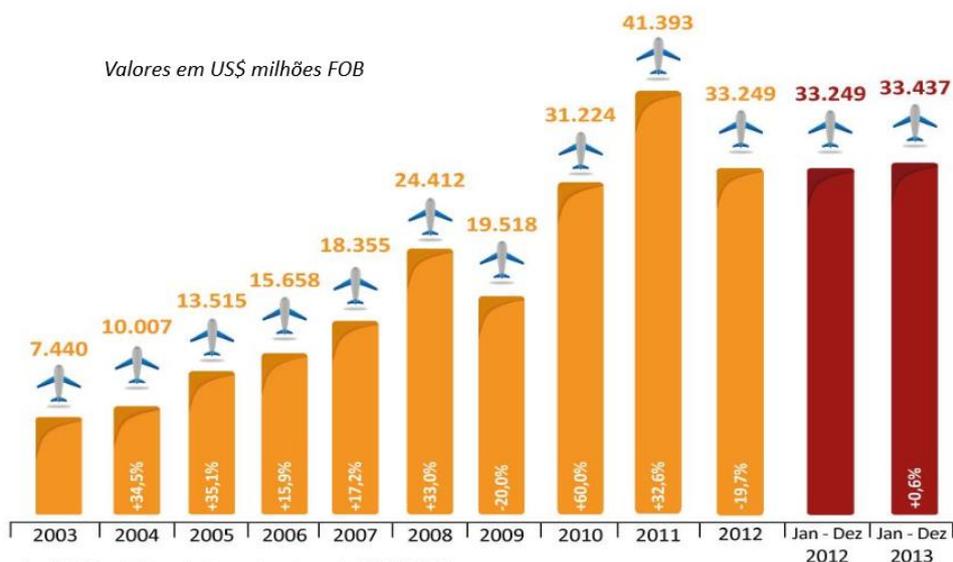


Figura 9 - As exportações de Minas Gerais em milhões US\$ entre 2003 e 2013 (Fonte: Panorama do comércio exterior de Minas Gerais, Edição mensal preliminar, Dezembro de 2013, Exporta Minas, 06/01/2014)

Porém, estas exportações são muito dependentes de setores específicos, que geram importantes passivos ambientais em diferentes regiões do estado. Tratam-se particularmente da mineração (minérios de ferro foram responsáveis por 48,4% das exportações em 2013, ferro-ligas por 5%) e do agronegócio (26% em média entre 2003 e 2011, tendo o café representado 9,3% das exportações em 2013). China, Estados Unidos e Japão (6,8%) são principais destinos destas exportações¹⁰.

Observa-se assim em Minas Gerais uma vulnerabilidade da economia que conhece uma forte concentração em poucos setores e que depende da exportação dos produtos ligados aos mesmos. Esta dependência econômica resultou na intensificação dos esforços governamentais para promover a diversificação econômica mineira com ênfase na chamada “Nova Economia”. As áreas vitais da nova economia compreendem investimentos de ponta e de baixo impacto no meio ambiente e abrangem particularmente a produção de fármacos e equipamentos médicos, serviços de tecnologia da informação, componentes eletroeletrônicos, fabricação de peças e componentes para a indústria aeroespacial e a produção de energias alternativas¹¹.

¹⁰ Panorama do comércio exterior de Minas Gerais, Edição mensal preliminar, Dezembro de 2013, Exporta Minas, 06/01/2014

¹¹ http://www.em.com.br/app/noticia/economia/2013/05/26/internas_economia,395066/diversificar-economia-e-a-rota-para-minas-gerais.shtml



EM DESTAQUE: PRINCIPAIS ASPECTOS DO PERFIL ECONÔMICO

FATORES FAVORÁVEIS PARA ADAPTAÇÃO

Uma economia forte e bem colocada a nível nacional

Um PIB dinâmico e uma taxa de desemprego em queda

FATORES DE SENSIBILIDADE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Um PIB distribuído desigualmente no território

Grandes desigualdades regionais de renda per capita

Uma economia ainda dependente de alguns setores

Análise por setor econômico

Esta parte visa apresentar as características dos principais setores de atividade presentes em Minas Gerais. São abordadas as atividades particularmente sensíveis às alterações do clima.

Um setor industrial forte

A indústria mineira é dinâmica: em 2010, a produção industrial aumentou 15% no estado, contra uma média de 10,5% no Brasil, o que a coloca em 4^o lugar entre os estados brasileiros. Esse crescimento se deve principalmente à metalurgia, à indústria de ferro e aço, à construção civil, à indústria automotiva, ao cimento, aos alimentos e a outros produtos químicos.

O setor industrial emprega 16,4% dos ativos do Estado¹².

¹² Perfil da Agroindústria 2003-2011, op.cit.

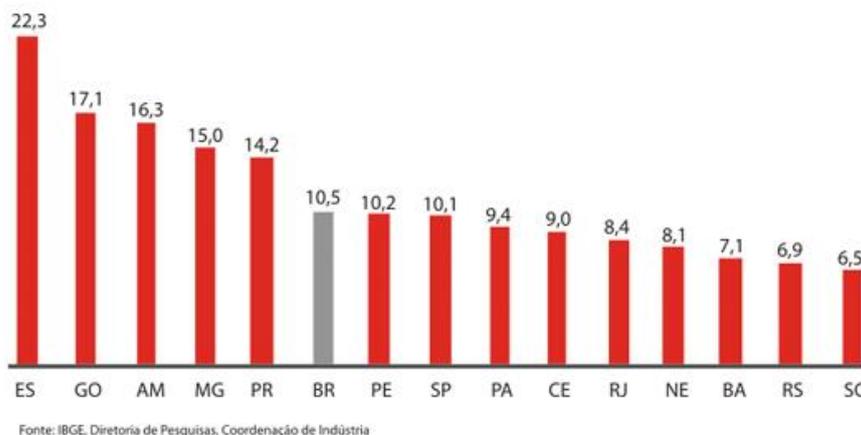


Figura 10 - Crescimento industrial nos Estados brasileiros, índice acumulado do ano em dezembro de 2010 (Fonte: Secretaria de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais, www.desenvolvimento.mg.gov.br)

A produção industrial mineira é dominada pela indústria de transformação e pela indústria de mineração. Dados recentes tem mostrado uma desaceleração no crescimento com uma queda do faturamento de 0,05% em 2013, reflexo das perdas em setores significativos, como a metalurgia, bem como o pouco avanço da receita do setor de extração mineral. Além disso, o setor siderúrgico enfrentou grande concorrência do aço estrangeiro e uma baixa demanda das exportações no último ano. Em contrapartida, as receitas da indústria de bens de consumo compensaram as perdas dos demais setores devido ao aumento da demanda interna, com destaque para o setor de artigos do vestuário (10,96%), produtos têxteis (7,13%), produtos alimentícios (8,96%) e bebidas (8,69%).¹³

Um setor de mineração e siderurgia relevante para a economia, mas pouco dinâmico no norte

Os principais minérios produzidos no Estado são o minério de ferro (68,7% da produção brasileira em 2011) e a bauxita (9,7%). O estado produz ainda 100% do zinco e chumbo brasileiros¹⁴.

Em 2007, o Estado de Minas Gerais contabilizava 232 concessões para a exploração de minério de ferro, situadas principalmente nos seguintes municípios: Barão de Cocais (1.468 milhões de toneladas de reservas medidas, indicadas e inferidas); Itabira (1.942 milhões);

¹³ http://www.em.com.br/app/noticia/economia/2014/01/31/internas_economia,493555/industria-mineira-temem-2013-o-pior-resultado-desde-a-criese-de-2009.shtml

¹⁴ Perfil de Minas Gerais, Fundação João Pinheiro, 2012



Itabirito (860 milhões); Mariana (17,434 milhões); Nova Lima (2.275 milhões); Ouro Preto (9,980 milhões) e; Santa Bárbara (2.504 milhões) ¹⁵.

Minas Gerais teria recebido no período 2003-2010 um total de 184 bilhões em investimentos públicos e privados, sendo 33% destinados somente aos setores da indústria siderúrgica, ou seja, 14,5% dos novos empregos criados (cerca de 55.800 empregos) ¹⁶. Em 2010, o parque siderúrgico de Minas Gerais compreendia 12 usinas administradas por 5 empresas, responsáveis por 35,6% da produção brasileira total de aço bruto.

Tabela 3 – Setores industriais relevantes em 2009 (Fonte: Secretaria de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais, www.desenvolvimento.mg.gov.br e Perfil de Minas Gerais, *op. cit.*)

	Características de Minas Gerais
Metalurgia	37% da produção brasileira de aço (34,1% em 2012)
Ferro-gusa	Maior produtor e exportador brasileiro (42,4% em 2009; 34,1% em 2012)
Fundição	27,5% da produção brasileira (40% exportada)
Cimento	Maior produção nacional (28% em 2009; 23,1% em 2011)
Máquinas e equipamentos	15% do valor bruto da produção nacional dedicado à metalurgia e à mineração
Agroindústria	Maior produtor de café do Brasil, 2º maior de feijão preto e de açúcar/cachaça, grande produtor de milho e soja
Mineração	44% da produção nacional
Equipamento de transporte	2º polo automobilístico do Brasil (24% da produção nacional em 2009; 23% em 2011)
Produtos alimentícios	14.700 empresas e 151.500 empregados
Helicópteros	Único fabricante da América Latina, 50% do mercado civil brasileiro e 67% do mercado militar. 10% são exportados para os países latino-americanos

¹⁵ Perfil da Mineração de Ferro – Relatório Técnico 18, Banco Mundial e Ministério de Minas e Energia, agosto de 2009

¹⁶ Perfil da Indústria Siderúrgica do Estado de Minas Gerais, Secretaria de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais



O mapa abaixo, elaborado no âmbito do ZEE de Minas Gerais, ilustra a distribuição do valor da produção mineral no Estado. O segundo mapa indica os investimentos previstos na mineração entre 2011 e 2012, mostrando um forte dinamismo do setor na porção mais ao sul do estado.

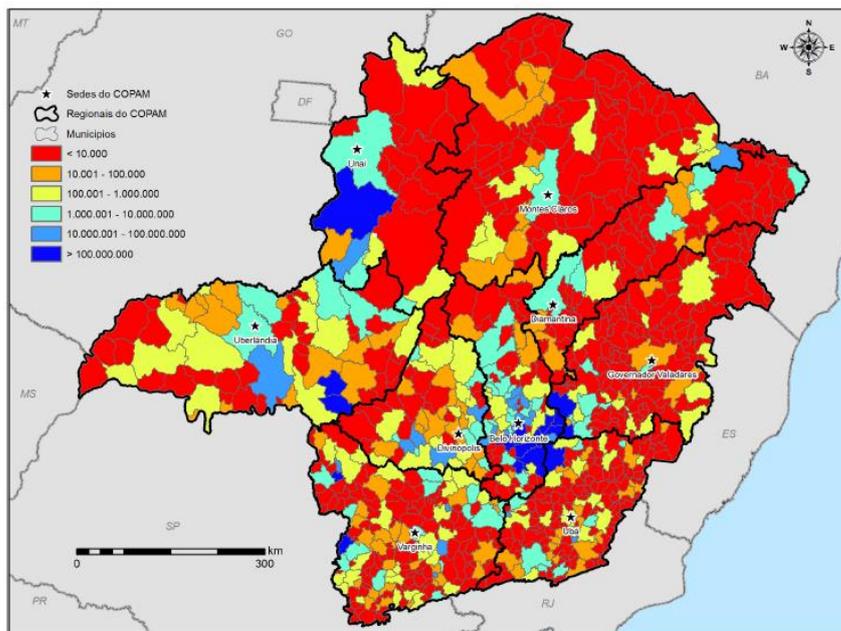


Figura 11 - Valor médio anual (2001 a 2005) em reais da produção mineral bruta (Fonte: ZEE, 2007).

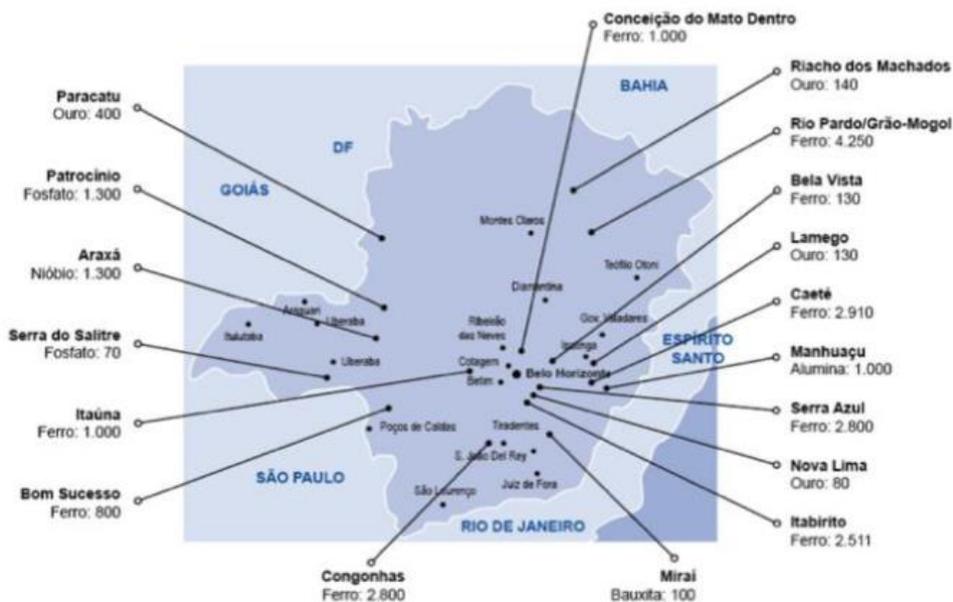


Figura 12 - Investimentos planejados do setor de mineração, 2011-2015 (em bilhões de dólares) (Fonte: Plano Regional Estratégico em torno de Grandes Projetos Minerários no Norte de Minas, BH, 2012, SEDRU)

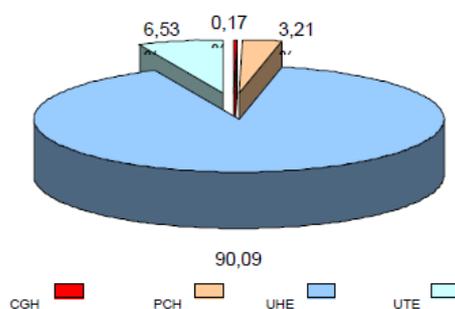


Uma produção elétrica muito dependente da hidroeletricidade

Minas Gerais tem atualmente um parque de geração elétrico composto por 1.652 empresas em operação. Esse número deverá chegar a 2.258 nos próximos anos, após a integração de 91 instalações em construção e 515 autorizadas. Essas novas instalações acrescentariam 27.880 MW de potência instalada no território, dos quais 42% correspondem a usinas hidroelétricas (11.631 MW)¹⁷.

Em 2013, Minas Gerais participou com 18,45% da capacidade instalada de produção de hidroeletricidade do Brasil. Essa capacidade compreende 106 CGHs (Centrais Geradoras Hidrelétricas, inferior a 1 MW) com uma potência de 65,8 MW, 101 PCHs (Pequenas Centrais Hidrelétricas, entre 1 e 30MW) com uma potência de 833,5 MW e 50 UHEs (Usinas Hidrelétricas, superior a 30 MW) com uma potência de 17.190 MW, ou seja, um total hidrelétrico de 18.031 MW. Adicionalmente, 108,7 MW de potência hidrelétrica estão em construção e 832 MW encontram-se autorizados¹⁸.

As grandes usinas hidrelétricas representam quase 90% da potência instalada em Minas Gerais, e as pequenas e médias usinas hidrelétricas (PCH), 3,21%. As usinas termelétricas são responsáveis por 6,53% da produção no território mineiro (figura abaixo).



FONTE: Banco de Informações de Geração - BIG da ANEEL (2009).

NOTA: CGH – Central Geradora Hidrelétrica, PCH – Pequena Central Hidrelétrica, UHE – Usina Hidrelétrica, UTE – Usina Termelétrica.

Figura 13 - Porcentagem de potência instalada por tipo de usina em Minas Gerais (Fonte: Diagnóstico da Situação Atual dos Recursos Hídricos, Plano Estadual de Recursos Hídricos, IGAM 2010)

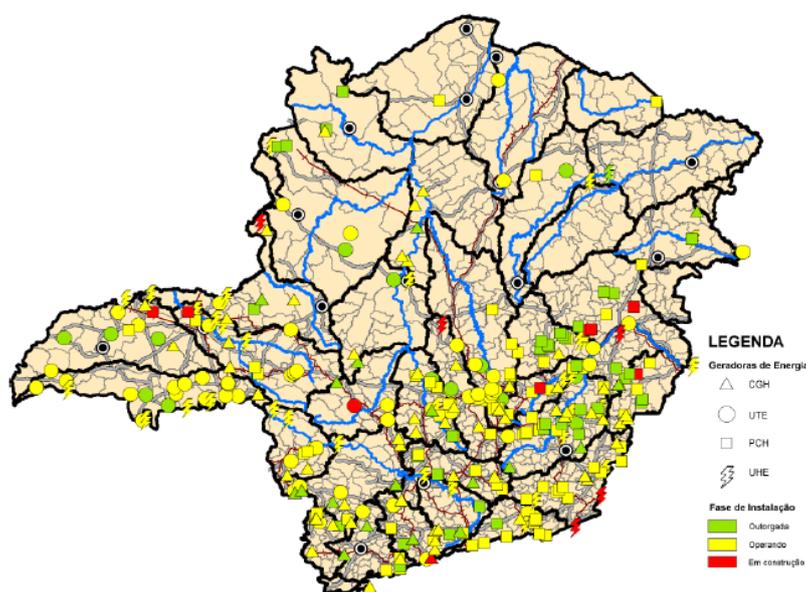
¹⁷ ANEEL 2013, lista das instalações

¹⁸ ANEEL 2013



Em 2010, a energia hidrelétrica representava 14,6% da demanda de energia do estado. Dessa demanda, 56% são provenientes do setor industrial. A geração dessa energia em 2010 chegou a 5,4 milhões de toneladas equivalente de petróleo (tep) e teve uma taxa de crescimento médio de 4,7% no período 1978-2010¹⁹. Já em 2011, a energia hidráulica respondeu por 15,2% da demanda energética do estado, sendo as hidrelétricas responsáveis por 96,3% da energia elétrica gerada²⁰.

A distribuição das usinas revela uma grande concentração da geração de eletricidade na porção mais ao sul do território (figura abaixo).



Fonte: Consórcio HOLOS-FAHMA-DELGITEC

Figura 14 – Capacidade instalada de energia elétrica (operação, em construção e com autorização)
(Fonte: Diagnóstico da Situação Atual dos Recursos Hídricos, IGAM, *op. cit.*)

O estudo das instalações hidrelétricas no território mineiro permitiu determinar a geração de energia por região de planejamento. A tabela abaixo ilustra esses resultados.

¹⁹ 26º Balanço Energético do Estado de Minas Gerais – BEEMG 2011, CEMIG

²⁰ 27º Balanço Energético do Estado de Minas Gerais – BEEMG 2012, CEMIG



Tabela 4 - Capacidade de geração hidrelétrica instalada por regiões de Minas Gerais (UHE e PCH) em kW em 2013 (Fonte: elaboração EnvirOconsult a partir dos dados da ANEEL 2013)

kW	UHE	PCH	Total
Triângulo	10.247.575	50.784	10.298.359
Alto Paranaíba	1.982.000	26.375	2.008.375
Sul de Minas	1.873.942	62.264	1.936.206
Rio Doce	1.021.564	182.296	1.203.860
Mata	831.689	327.020	1.158.709
Central	608.077	105.231	713.308
Jequitinhonha	240.000	19.100	259.100
Norte	180.000	2.720	182.720
Noroeste	105.450	26.000	131.450
Centro-oeste	99.855	29.032	128.887

Atividades agrícolas e agroindustriais presentes em todo o Estado

Com vasto território, solos férteis e grandes reservas de água, Minas Gerais se destaca no agronegócio no cenário nacional. A agricultura e a pecuária são atividades presentes praticamente em todo o estado. A indústria alimentícia também é muito forte e dinâmica.

O PIB do agronegócio mineiro representou, em 2011, 118,08 bilhões de reais, ou seja, 12,5% do PIB do agronegócio nacional. Do PIB agropecuário mineiro, 40,3% é proveniente da pecuária e 59,7% da agricultura.

Além disso, essa parcela no PIB total está em constante aumento nos últimos anos (figura abaixo).

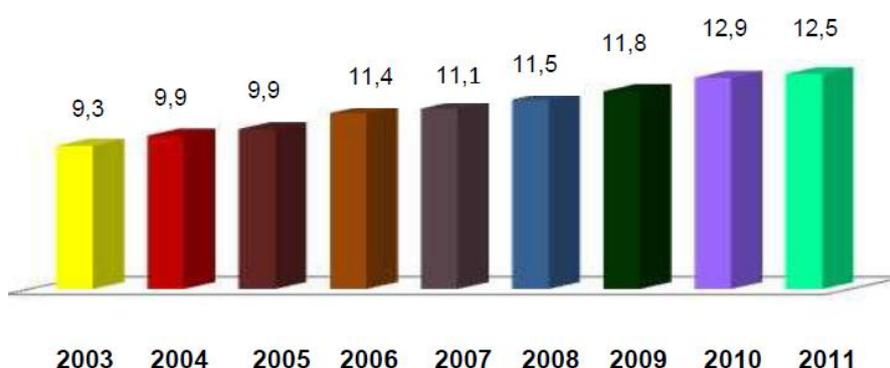


Figura 15 - Participação do PIB do agronegócio mineiro no PIB do agronegócio nacional, em %, entre 2003 e 2011 (Fonte: Perfil da Agroindústria 2003-2011, op.cit.)



Do total do PIB do agronegócio mineiro, 35,6% é oriundo diretamente das atividades agropecuárias no campo, enquanto 27,1% provêm da indústria de transformação e 30,7% da distribuição.

Líder na produção nacional de leite, Minas Gerais produziu 8,9 bilhões de litros em 2012, equivalente a 27,6% do total brasileiro. Minas Gerais é também o maior produtor de café do Brasil: 1,6 milhão de toneladas de grãos produzidos em 2012, isto é, 52% da produção nacional. É também o 2º maior produtor de feijão preto (350 mil toneladas / 22,4% em 2012) e 3º de cana de açúcar (70,5 milhões toneladas / 10,4% em 2012). É, também, um grande produtor de frutas (3º maior produtor de abacaxi, laranja, tomate, 4º maior produtor de banana), de milho (10,7% da produção nacional) e de soja (4,7%)²¹.

Observa-se, ainda, que Minas Gerais é o 3º maior produtor brasileiro de álcool de cana-de-açúcar, com 2,6 bilhões de litros produzidos em 2010, ou seja, 9,4% da produção brasileira²².

Quanto à pecuária, o estado tem 11,2% do rebanho bovino do Brasil, o que o coloca em segundo lugar no ranking nacional, com cerca de 24 milhões de cabeças em 2011. Minas Gerais produziu, em 2010, 575 mil toneladas de carne bovina. É também um grande produtor de aves, mais de 1,2 milhões de cabeças em 2011 - todos os tipos somados.

As exportações de Minas Gerais ligadas à agroindústria tiveram uma grande alta nos últimos anos alcançando 9,7 bilhões de dólares em 2011 (figura abaixo).

- Agronegócio BR | *Agribusiness BR*
- Agronegócio MG | *Agribusiness MG*

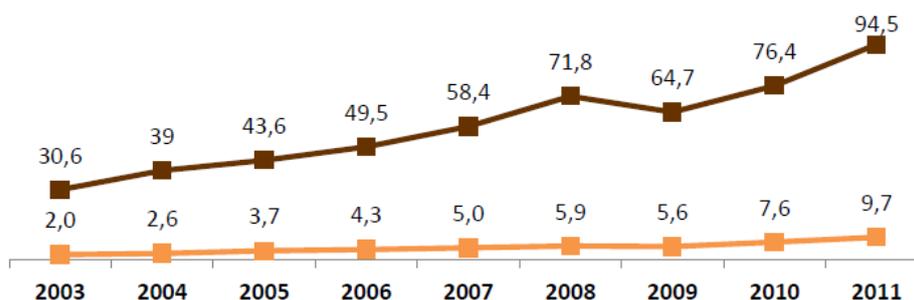


Figura 16 – As exportações do agronegócio brasileiro e mineiro (em bilhões de dólares) entre 2003 e 2011 (Fonte: Perfil da Agroindústria 2003-2011, op.cit.).

²¹ Perfil de Minas Gerais, op.cit. e Pesquisa Pecuária Municipal (PPM), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)

²² Secretaria de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais, www.desenvolvimento.mg.gov.br



Quase 60% dessas exportações dizem respeito ao café, 13,5% ao açúcar e 8,6% à carne (figura abaixo).

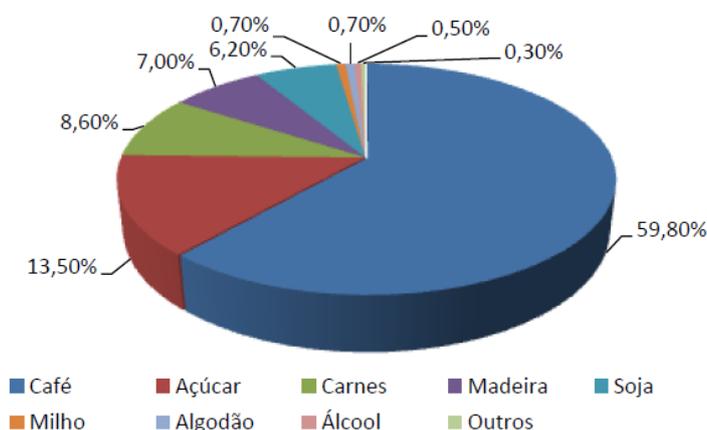


Figura 17 – Os principais produtos do agronegócio exportados por Minas Gerais em 2011 (Fonte: Perfil da Agroindústria 2003-2011, op.cit.).

Minas Gerais sedia ainda o Projeto Jaíba, maior área de agricultura irrigada da América do Sul, na região Norte do estado. A área total irrigada planejada para o projeto é de 67,7 mil hectares, dos quais 25 mil hectares já estão em produção. Das 30 diferentes variedades de frutas incluídas no projeto, o destaque é a banana-prata, da qual o Jaíba é o maior produtor nacional. O projeto se tornou também o maior produtor de sementes de hortaliças do país.

Um setor silvícola e florestal dinâmico, mas localizado

A silvicultura é uma importante atividade de Minas Gerais. As principais espécies arbóreas plantadas são o eucalipto e o pinus. Elas cobrem atualmente 1,52 milhão de hectares (dos quais 1,44 milhão por eucaliptos), isto é, 2,62% do território mineiro, representando 23,6% das florestas plantadas no Brasil.²³ O aumento da área plantada é constante nos últimos anos (tabela).

²³ Florestas plantadas, um caminho para o desenvolvimento sustentável, 2012, Associação Mineira de Silvicultura



Tabela 5 - Zonas de florestas plantadas em Minas Gerais entre 2005 e 2011 em milhares de hectares
(Fonte: Florestas plantadas, um caminho para o desenvolvimento sustentável, 2012, Associação Mineira de Silvicultura)

2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1.269,2	1.327,4	1.361,6	1.423,2	1.440,0	1.536,3	1.522,3

A silvicultura está presente em todas as regiões. Entretanto, as áreas dedicadas à silvicultura são maiores nas regiões Noroeste, Central e Norte. Encontra-se também uma grande concentração de florestas plantadas no oeste de Jequitinhonha/Mucuri e Rio Doce e na fronteira entre o Triângulo e Alto Paranaíba (figura abaixo).

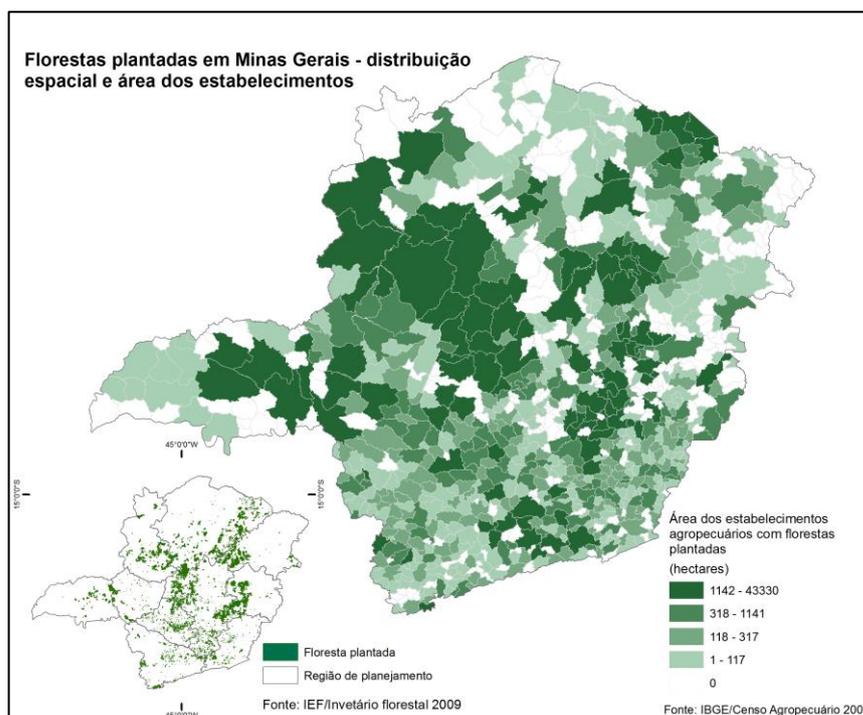


Figura 18 - A silvicultura em Minas Gerais: distribuição das plantações (esquerda) e áreas dos estabelecimentos com florestas plantadas (Fonte: Elaboração FEAM a partir de IEF 2013 e 2014)

A silvicultura está presente em cerca de 440 municípios e gera 746.000 empregos.²⁴ O setor madeireiro é grande e compreende, além das atividades próprias à exploração das florestas, as seguintes indústrias:

²⁴ Florestas plantadas, um caminho para o desenvolvimento sustentável, *op. cit.*



- produção de carvão vegetal (Minas Gerais é o maior produtor do Brasil);
- papel e celulose;
- fornecimento de serragem e outros produtos de madeira;
- móveis²⁵.

A Associação Mineira de Silvicultura estima que 2,26 milhões de empregos estejam ligados ao setor madeireiro (silvicultura e indústria) em 2012 (tabela abaixo). Esse número compreende o emprego direto, indireto e o efeito renda da atividade de base florestal.

²⁵ Florestas plantadas, um caminho para o desenvolvimento sustentável, *op. cit.*



Tabela 6 - Mão de obra empregada pelo setor de base florestal em 2011 em Minas Gerais (Fonte: Florestas plantadas, um caminho para o desenvolvimento sustentável, 2012, Associação Mineira de Silvicultura)⁶

Segmento/atividade	Número de empregados		
	Diretos	Indiretos	Total
Implantação e manutenção de florestas	28.700	114.800	217.200
Produção de transporte de carvão vegetal	37.600	150.400	271.377
Madeira energética - incluindo o transporte	1.800	3.600	10.080
Setor florestal	68.100	268.800	498.657
Companhias siderúrgicas integradas	9.720	38.880	374.070
Empresas de ferro-gusa	7.892	31.568	339.355
Empresas de aço	8.194	32.776	352.343
Metalurgia a carvão vegetal	25.806	103.224	1.065.768
Celulose	2.712	10.848	32.001
Papel	9.644	38.576	120.550
Móveis em madeira	30.400	121.600	380.000
Outros produtos da madeira, inclusive serragem	12.244	48.976	171.416
Total	148.244	592.024	2.268.392

Minas Gerais tem também algumas atividades de extração vegetal, mas de pequeno porte, por exemplo, a produção de pinhão, umbu e pequi²⁶.

²⁶ IBGE, Produção da Extração Vegetal e Silvicultura (2011), <http://www.ibge.gov.br/Estadosat/perfil.php?sigla=mg#>



Uma atividade turística em forte alta em algumas regiões

Em 2012, Minas Gerais contabilizava 58.410 estabelecimentos turísticos (495.914 em todo o Brasil), tendo um crescimento anual médio de 5,2% entre 2006 e 2012 (contra 4,6% no Brasil).

No mesmo ano, Minas Gerais se encontrava na terceira posição nacional no número de empregados do setor turístico, depois dos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro, tendo uma taxa média de crescimento de 4,4% no período 2006-2012. Deve-se notar, entretanto, uma diminuição do número de empregados entre 2011 e 2012 (tabela a seguir).

Tabela 7 - Número de empregados do setor turístico em Minas Gerais entre 2006 e 2012 (Fonte: O turismo formal em Minas Gerais – 2006 a 2012, Secretaria de Estado de Turismo, Minas Gerais, 2013)

2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
306.846	326.960	343.304	354.648	377.762	400.008	395.386

A renda média nominal mensal dos empregados do setor era de R\$ 1.087,23 em 2012 e teve, no período 2006-2012, um crescimento dinâmico de 9,1% por ano em média.

A cidade de Belo Horizonte lidera o número de estabelecimentos, com 11.973 em 2012, quase 20% do total. O Sul de Minas está em segundo lugar, com 8.828 estabelecimentos, seguido pelas regiões Central e Zona da Mata. As regiões Jequitinhonha-Mucuri e o Noroeste têm a menor quantidade de estabelecimentos, 1.257 e 918, respectivamente. A classificação é similar quanto ao número de empregados.

Deve-se notar, entretanto, que o Noroeste mantém um ritmo de crescimento acentuado do número de estabelecimentos e empregados, assim como o Norte e Jequitinhonha-Mucuri²⁷ (figura abaixo).

²⁷ O turismo formal em Minas Gerais – 2006 a 2012, Secretaria de Estado de Turismo, MG 2013

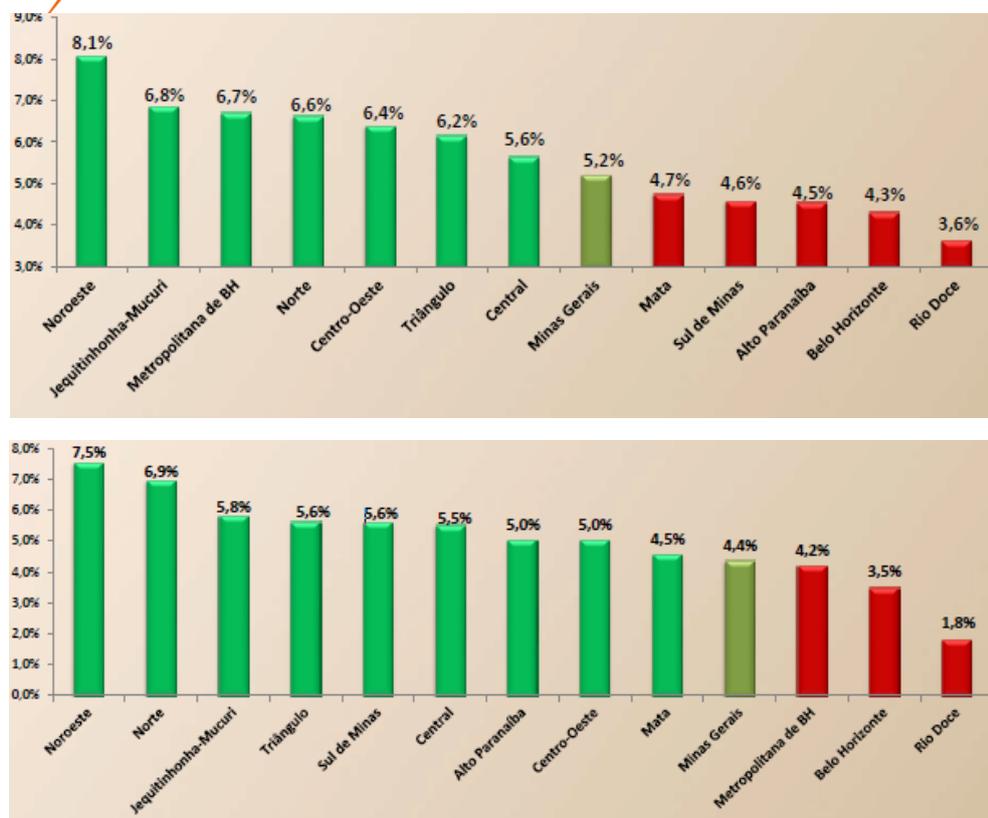


Figura 19 - Taxa média de crescimento anual do número de estabelecimentos (no alto) e do número de empregados (abaixo) do setor turístico em Minas Gerais entre 2006 e 2012 (Fonte: O turismo formal em Minas Gerais – 2006 a 2012, *op. cit.*)

Minas Gerais conta com 46 circuitos turísticos, sendo 11 situados na região Central, 10 na Zona da Mata, 9 no Sul de Minas, 5 no Norte, 3 no Triângulo e em Rio Doce, 2 no Alto Paranaíba e Centro-Oeste e somente 1 no Noroeste e Jequitinhonha-Mucuri²⁸.

O número de turistas recenseados em 2012 foi de 25,5 milhões, para uma receita de 9,4 bilhões de reais (figura abaixo).

²⁸ Perfil de Minas Gerais 2012, *op. cit.*

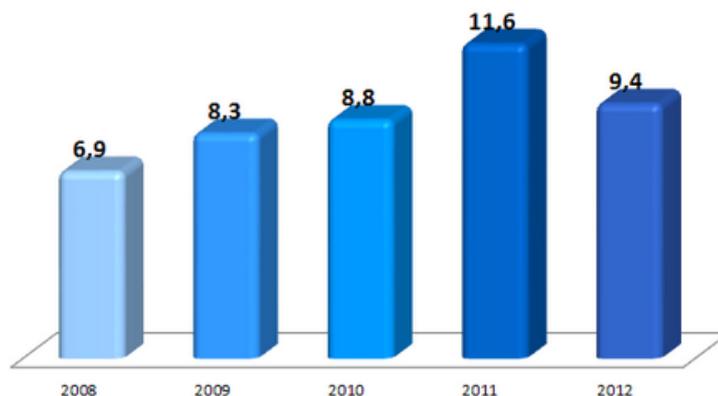


Figura 20 - Receita do turismo em Minas Gerais (em bilhões de reais) (Fonte: Observatório do Turismo de Minas Gerais)

Uma rede de transporte mais densa na porção sul do estado e com predomínio rodoviário

As estradas mineiras contabilizam 273.986 km, ou seja, 17,3% do total de estradas do Brasil, dos quais 27.180 km ou cerca de 10% são asfaltados. A malha é mais densa na parte sul do Estado (figura abaixo).

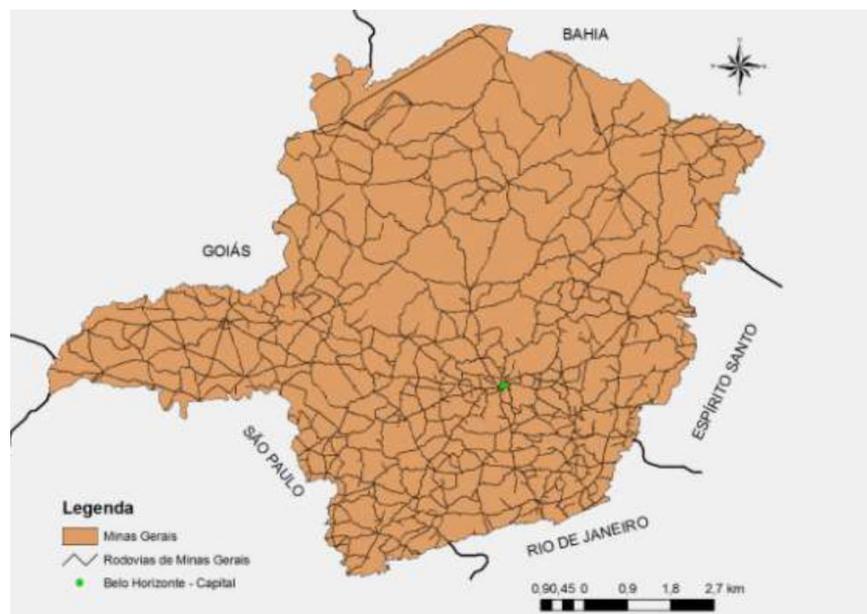


Figura 21 - Malha rodoviária de Minas Gerais (Fonte: Perfil do Agronegócio 2003-2011, op.cit.)

Minas Gerais dispõe de uma malha ferroviária bem desenvolvida, quando comparado ao restante do Brasil, porém ainda muito aquém das necessidades de logística e transporte. A



infraestrutura férrea mineira tem 5.059 km de extensão, representando 17,1% das ferrovias brasileiras²⁹. Esse modal de transporte é particularmente desenvolvido na parte sul do Estado (figura abaixo).



Figura 22 - Malha ferroviária de Minas Gerais (Fonte: Perfil do Agronegócio 2003-2011, op.cit.)

O Estado conta ainda com diversos aeroportos e portos secos em seu território, a maior parte concentrada no Sul de Minas e no Triângulo. O aeroporto internacional Tancredo Neves está localizado na capital Belo Horizonte.

²⁹ Perfil do Agronegócio 2003-2011, op.cit.

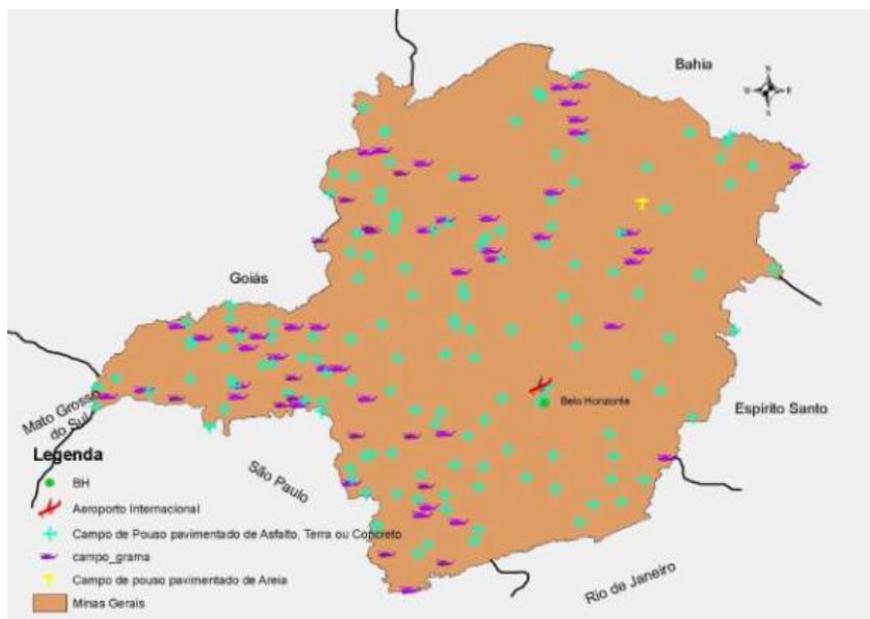


Figura 23 – Os aeroportos de Minas Gerais (Fonte: Perfil do Agronegócio 2003-2011, op.cit.)

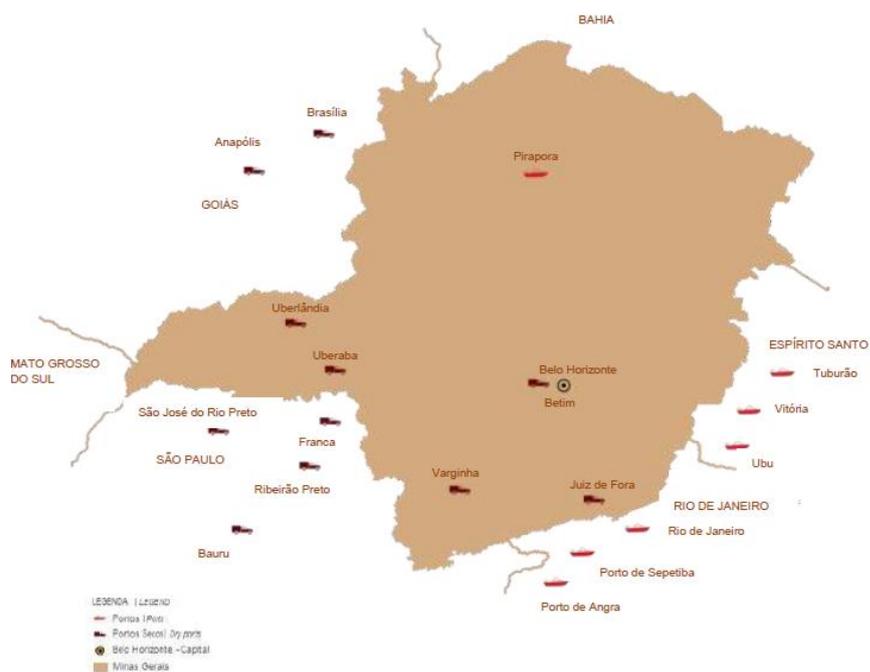


Figura 24 - Os portos marítimos, fluviais e secos em Minas Gerais e região (Fonte: Perfil do Agronegócio 2003-2011, op.cit.)



O transporte rodoviário é o modal principal para o transporte de pessoas. A frota de veículos de passageiros em circulação em 2013 é de 8,7 milhões (quase 60% de veículos pessoais, quase 30% de motocicletas, 10% de veículos utilitários).³⁰ O modal ferroviário é principalmente utilizado para o transporte de mercadorias. Porém, o transporte rodoviário de mercadorias em Minas Gerais é também importante e resulta em vários fluxos de veículos pesados.

Minas Gerais contava, em 2012, com quase 5.050 empresas de transporte, situadas principalmente nas regiões economicamente mais desenvolvidas do Estado: Central, cidade de Belo Horizonte, Sul de Minas, Triângulo e Zona da Mata. O número de empregados recenseados no setor em 2012 foi de 99.714, em sua maioria concentrados na região Central (cerca de 60% em 2012): 29.119 trabalhadores na cidade de Belo Horizonte, 24.255 na região metropolitana de BH e 9.581 na região Central³¹ (figura abaixo).

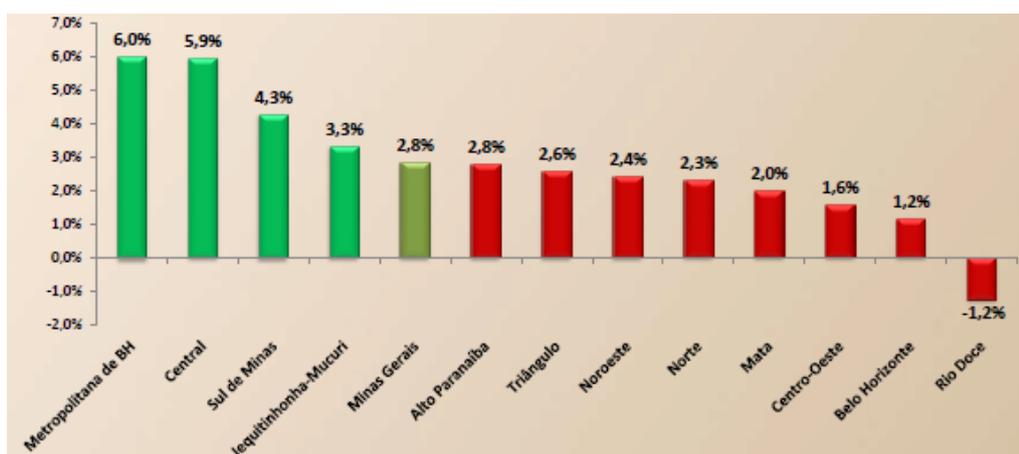


Figura 25 - Taxa média do crescimento anual do número de empregados no setor de transporte em Minas Gerais entre 2006 e 2012 (Fonte: O turismo formal em Minas Gerais – 2006 a 2012, *op. cit.*)

A análise dos dados do Departamento de Estradas de Rodagem de Minas Gerais (DER/MG) e do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) permitiu ter conhecimento dos danos provocados por condições climáticas nas infraestruturas rodoviárias do estado. Desde 2011, foram registradas 567 ocorrências de eventos associados diretamente às condições climáticas que prejudicaram a trafegabilidade e danificaram 2.376 km de rodovias. As regiões Central, Jequitinhonha-Mucuri e Rio Doce registram o maior número de quilômetros comprometidos, conforme tabela a seguir.

³⁰ DENATRAN 2014

³¹ O turismo formal em Minas Gerais – 2006 a 2012, *op. cit.*



Tabela 8 - Eventos climáticos registrados nas infraestruturas rodoviárias de Minas Gerais e danos associados por região de planejamento (Fonte: elaboração FEAM a partir dos dados do DER e do DNIT, 2014)

Região de Planejamento	Ocorrência de eventos	km comprometidos	Extensão rodoviária aproximada (km)	% comprometido
Alto Paranaíba	25	164,7	2.977	5,5%
Central	105	329,6	7.718	4,3%
Centro-oeste de Minas	9	68,1	2.792	2,4%
Jequitinhonha-Mucuri	71	366,2	3.984	9,2%
Zona da Mata	92	250,8	4.355	5,8%
Noroeste de Minas	12	18	3.294	0,5%
Norte de Minas	28	285,9	6.053	4,7%
Rio Doce	177	656,4	3.600	18,2%
Sul de Minas	41	152,8	4.704	3,2%
Triângulo	7	84	3.625	2,3%
Total	567	2.376,5		

O mapa a seguir ilustra a sensibilidade das infraestruturas rodoviárias das regiões de planejamento de Minas Gerais a partir dos dados apresentados acima. A figura abaixo apresenta os dados de fluxo de veículos pesados estimados para 2011, fluxo este que vem reforçar a sensibilidade das rodovias.



Ocorrência histórica de restrições
e/ou condições precárias para tráfego
em rodovias de Minas Gerais

2011 - 2014

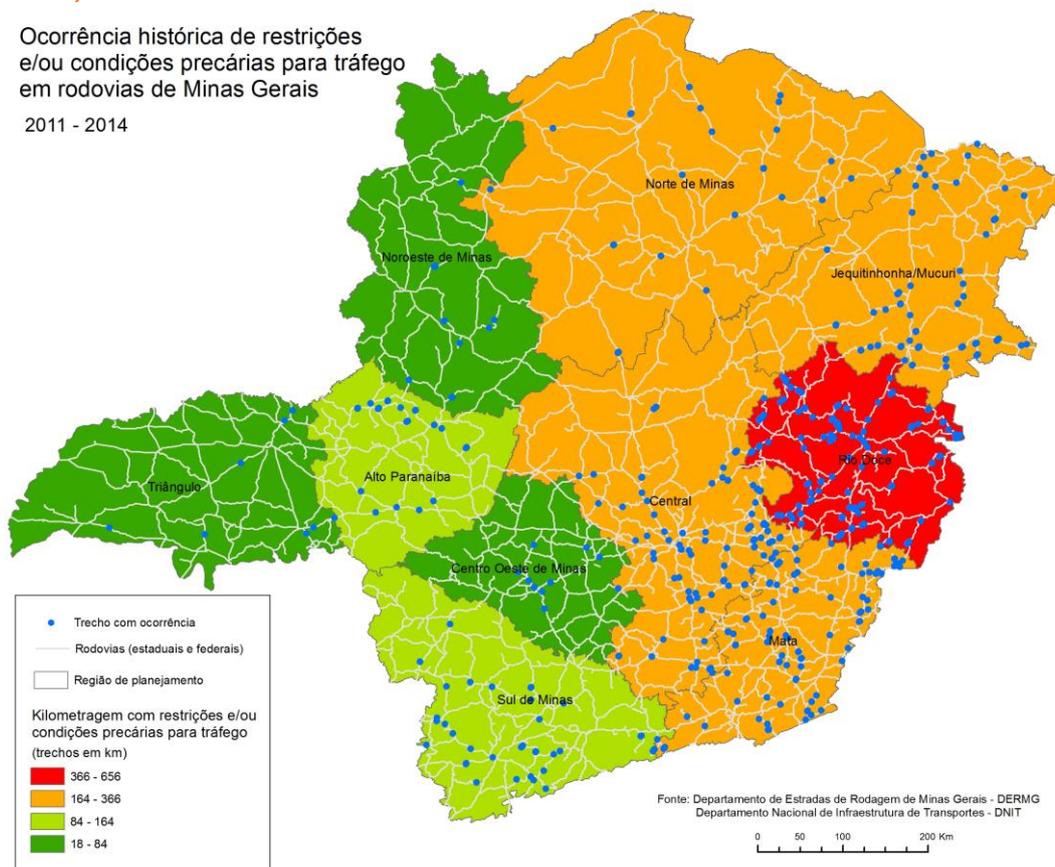


Figura 26 - Ocorrência histórica de restrições e/ou condições precárias para tráfego em rodovias de Minas Gerais no período 2011-2014 (Fonte: elaboração FEAM a partir dos dados do DER/MG e do DNIT, 2014)



Fluxo de veículos pesados estimado para 2011 em rodovias de Minas Gerais

Fonte: PNLT - Plano Nacional de Logística e Transportes
Ministério dos Transportes



Figura 27 - Fluxos de veículos pesados estimados para 2011 em rodovias de Minas Gerais (PNLT, Ministério de Transporte)

Nota metodológica:

A espacialização das ocorrências históricas relacionadas a chuvas (Abatimento da pista; Atoleiro; Avarias em bueiros; Buracos; Erosão/Abatimento/Rompimento de aterro; Queda de barreira; Queda de ponte; Outros eventos relacionados) no período 2011-2014 nas rodovias estaduais e federais sob responsabilidade do Governo de Minas foi combinada com os dados de condições atuais de trafegabilidade das rodovias federais administradas pelo Governo Federal e, portanto, não representa o nível de degradação passada e presente da infraestrutura rodoviária propriamente dita. Os resultados apresentados devem ser interpretados como um indicativo das áreas e trechos propensos à degradação e prejuízos para a trafegabilidade por eventos extremos.



EM DESTAQUE: PRINCIPAIS ASPECTOS DA ANÁLISE SETORIAL

FATORES FAVORÁVEIS DE ADAPTAÇÃO

Uma economia diversificada com grande valor agregado

FATORES DE SENSIBILIDADE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Uma economia dependente de setores sensíveis às mudanças climáticas: agricultura e pecuária, mineração, silvicultura

Uma dependência energética do setor hidrelétrico, muito sensível às mudanças climáticas

Um monitoramento a ser reforçado sobre a sensibilidade potencial de algumas atividades terciárias, como o turismo

Uma infraestrutura rodoviária fragilizada que apresenta uma alta sensibilidade aos eventos extremos.

Aspectos sociais

Uma população distribuída de maneira muito desigual no território

Distribuição e evolução

A maior parte da população de Minas Gerais se encontra na região Central, onde se situam a capital, Belo Horizonte (BH), e sua região metropolitana (figura abaixo). BH contabiliza 2.375.151 habitantes, o que faz dela a sexta cidade mais populosa do país. A região metropolitana de BH tem 4.883.970 habitantes, ou seja, quase um quarto da população mineira total.

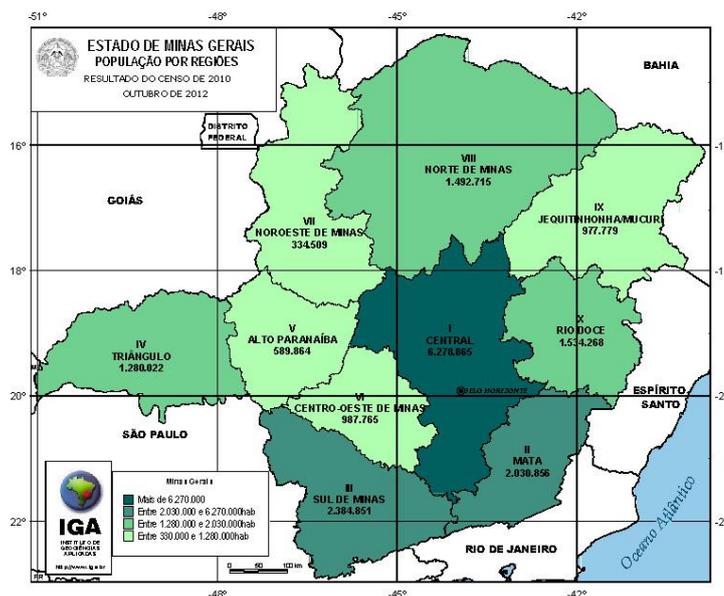


Figura 28 - População por região de Minas Gerais, resultado do Censo de 2010 (Fonte: Instituto de Geociências Aplicadas, outubro de 2012)

Entre 2000 e 2010, a taxa de crescimento anual da população mineira foi de 0,91%, um número bem inferior às taxas observadas nas décadas anteriores e que coloca o Estado na 5ª posição das taxas mais baixas do Brasil. Esse fato está ligado à baixa taxa de natalidade no Estado (1,8 filho por mulher), enquanto o saldo migratório foi ligeiramente positivo nos últimos dez anos³².

A figura abaixo ilustra a evolução da população por região entre 2000 e 2010. Somente duas regiões perderam habitantes: Central e Jequitinhonha-Mucuri. A Zona da Mata exibe a maior alta.

³² População de Minas Gerais: primeiros resultados do Censo Demográfico de 2010, Fundação João Pinheiro

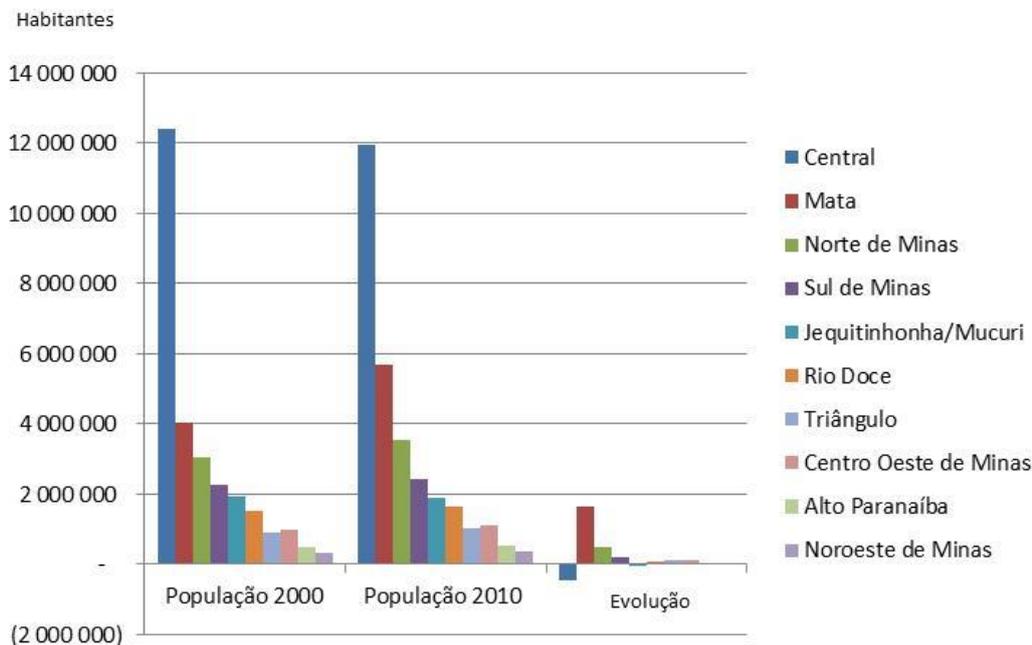


Figura 29 – Evolução da população de Minas Gerais por região entre 2000 e 2010 (Fonte: Elaboração EnvirOconsult, a partir dos dados de 2011 da FJP)

Pirâmide etária

Minas Gerais tem uma população jovem: 64% da população têm menos de 40 anos e 40% têm menos de 24 anos (figura abaixo).

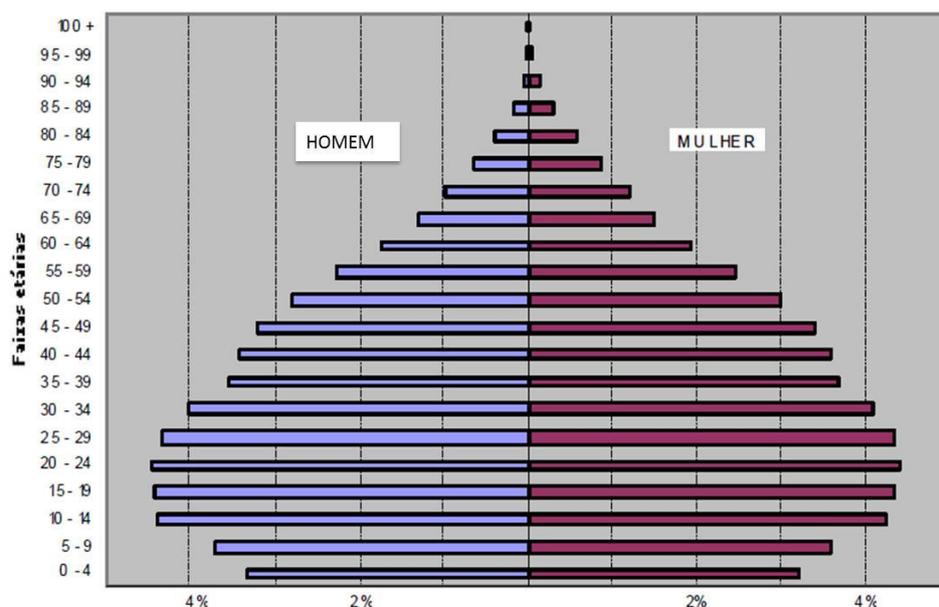


Figura 30 - Pirâmide etária de Minas Gerais, população total em 2010 (Fonte: População de Minas Gerais: primeiros resultados do censo demográfico de 2010, FJP)



Fluxos migratórios dirigidos para as zonas urbanas

Quase toda a população de Minas Gerais é composta por brasileiros nativos. Somente 0,1% da população é estrangeira e 0,04% é naturalizada. Em 2010, 34% da população de Minas Gerais viviam fora de sua cidade de origem. Considerando que somente 7% residem fora de Minas Gerais, percebe-se que a maioria da população mineira que migrou fez uma migração interestadual.

Durante a última década, Minas Gerais atraiu mais imigrantes vindos de outros estados brasileiros que durante a década anterior. O censo de 2010 indica que 548.200 habitantes oriundos de outros estados moravam em Minas Gerais há menos de 10 anos, contra 475.600 habitantes em 2000³³.

A maioria dos municípios com uma taxa de crescimento negativo se situa nas regiões mais desfavorecidas economicamente, como Jequitinhonha-Mucuri, Norte e Noroeste. Observa-se, por outro lado, que foi, sobretudo, a população rural que teve uma grande diminuição, conforme tabela abaixo³⁴.

De maneira geral, as transformações dos sistemas de mobilidade da população brasileira ilustram um processo crescente de migração para as zonas com maiores densidades populacionais, zonas urbanas e movimentos entre zonas urbanas³⁵.

Tabela 9 - Porcentagem de municípios de Minas Gerais por região com taxa de crescimento negativo entre 2000 e 2010 (Fonte: População de Minas Gerais, FJP, *op. cit.*)

REGIÃO DE PLANEJAMENTO	% Munic. por região com taxa de crescimento negativa		
	Pop. Total	Pop. Urbana	Pop. Rural
Alto Paranaíba	12,9	6,5	71,0
Central	29,1	5,7	77,2
Centro-oeste de Minas	23,2	12,5	82,1
Jequitinhonha/Mucuri	37,9	10,6	77,3
Zona da Mata	35,9	6,3	86,6
Noroeste de Minas	36,8	5,3	78,9
Norte de Minas	23,6	5,6	70,8
Rio Doce	43,1	12,7	81,4
Sul de Minas	27,1	5,8	78,7
Triângulo	8,6	5,7	88,6
Minas Gerais	30,0	7,5	79,5

³³ Resultados preliminares da amostra do Censo de 2010, MG, FJP

³⁴ População de Minas Gerais, FJP, *op. cit.*

³⁵ Avaliação dos Impactos das Mudanças Climáticas na Economia Mineira, *op.cit.*



Em 2010, 85% da população era urbana, ou seja, 16,7 milhões de habitantes, contra cerca de 50% em 1970³⁶. O mapa abaixo, obtido do Zoneamento Ecológico-Econômico de Minas Gerais, é baseado no grau de urbanização da população e mostra uma concentração de habitantes em torno dos grandes municípios e polos urbanos.

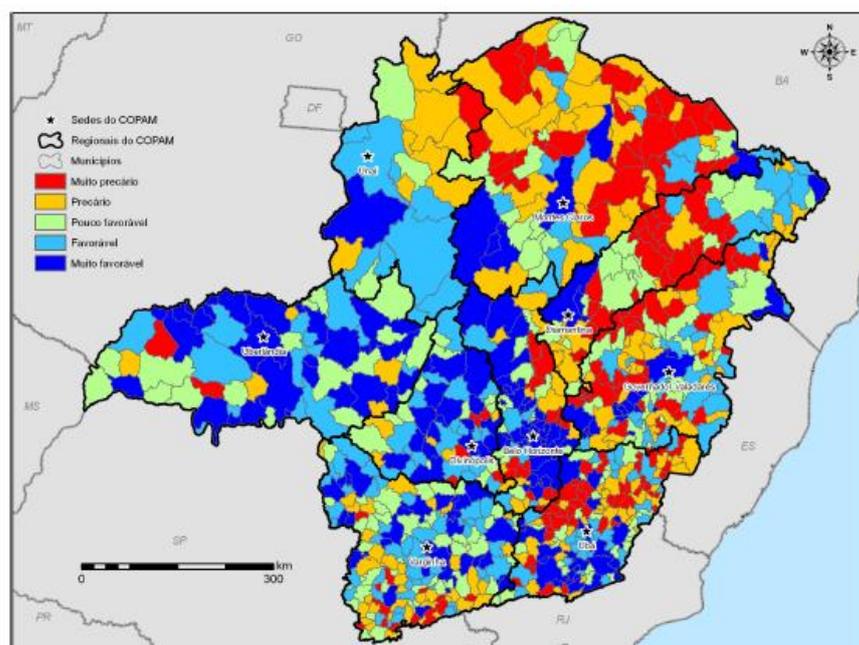


Figura 31 - Mapa da distribuição espacial da população em Minas Gerais (Fonte: ZEE, 2007)

A região Central apresenta a maior urbanização do estado, com 94%, seguido pelo Triângulo (93%) e o Centro-Oeste (89%), conforme mostrado na tabela seguinte. Uma alta urbanização pode favorecer fenômenos de ilhas de calor nas áreas urbanas em caso de aumento de temperaturas.

³⁶ População de Minas Gerais, FJP, *op. cit.*



Tabela 10- Grau de urbanização por região de planejamento de Minas Gerais (Fonte: IBGE, Sinopse dos Resultados do Censo 2010)

REGIÃO DE PLANEJAMENTO	População 2010		
	População Total	População Urbana	% Pop Urbana
Alto Paranaíba	655.353	569.166	87%
Central	6.971.049	6.553.516	94%
Centro-Oeste de Minas	1.120.202	993.480	89%
Jequitinhonha-Mucuri	1.002.119	632.867	63%
Zona da Mata	2.173.374	1.756.051	81%
Noroeste de Minas	366.418	286.618	78%
Norte de Minas	1.610.413	1.118.294	69%
Rio Doce	1.620.993	1.301.332	80%
Sul de Minas	2.588.280	2.113.030	82%
Triângulo	1.489.129	1.390.862	93%
Minas Gerais	19.597.330	16.715.216	85%

Um nível de educação crescente, mas ainda com significativas desigualdades no território

Observa-se, desde 1990, uma grande diminuição no número de crianças e adolescentes que não frequentam a escola em Minas Gerais. A taxa era de 2,4% em 2010 para a faixa de idade de 7 a 14 anos, e 16,5% de 15 a 17 anos (tabela a seguir).

Tabela 11 - Porcentagem de pessoas que não frequentavam a escola nas populações 7-14 anos e 15-17 anos no Brasil e em Minas Gerais - 1991, 2000 e 2010 (Fonte: Resultados preliminares da amostra do Censo de 2010 – Minas Gerais, FJP)

	Porcentagem de pessoas que não frequentavam a escola na população com idade de 7 a 14 anos (%)			Porcentagem de pessoas que não frequentavam a escola na população com idade de 15 a 17 anos (%)		
	1991	2000	2010	1991	2000	2010
Brasil	20,58	5,5	3,1	44,9	22,3	16,7
Minas Gerais	17,22	4,1	2,4	51,9	24,0	16,5



A taxa de analfabetismo é estimada em 8,5% da população com mais de 15 anos em Minas Gerais, contra 9,7% no Brasil. Entretanto, o analfabetismo funcional (nível de estudo inferior a 4 anos) seria de 11,1%, um número mais elevado que a média nacional³⁷.

O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb) é um indicador criado pelo governo brasileiro com o objetivo de medir a qualidade do ensino nas escolas públicas do país. O objetivo do Brasil é atingir o índice 6 para se alinhar aos resultados dos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE).

Em 2011, Minas Gerais atingiu o índice 6 para os anos iniciais do ensino fundamental, o que o coloca em primeiro lugar entre os estados brasileiros (figura abaixo). O Estado está na segunda posição no índice relacionado aos anos finais do ensino fundamental, e na terceira posição no Ensino Médio.

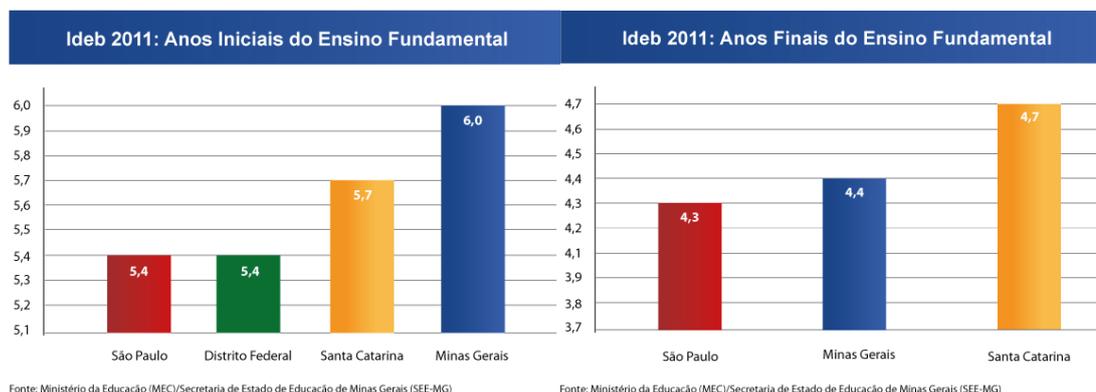


Figura 32 - Classificação brasileira no Ideb 2011 - Ensino Fundamental (anos iniciais e anos finais)
(Fonte: Governo de Minas Gerais, www.mg.gov.br)

As condições de educação no estado são muito heterogêneas. O mapa abaixo, proposto pelo ZEE para caracterizar as condições de educação, revela uma divisão territorial na diagonal: condições majoritariamente favoráveis e muito favoráveis ao Sul/Sudeste; condições precárias ou até mesmo muito precárias no Norte/Nordeste, com concentração global de condições favoráveis em torno dos polos urbanos. O índice calculado leva em conta a taxa de escolaridade, a qualidade do ensino e o acesso aos serviços de educação.

³⁷ Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, IPEA, 2010

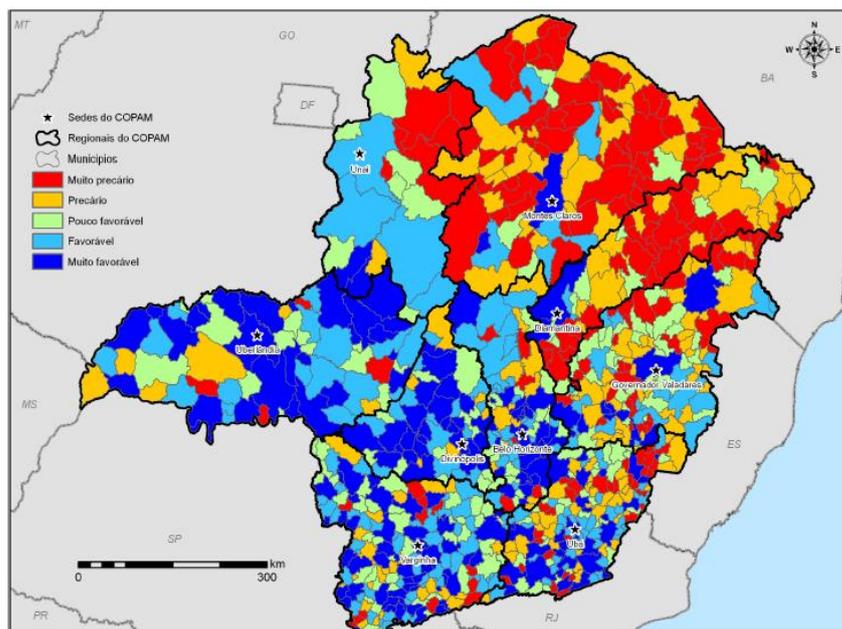


Figura 33 - Mapa das condições de educação em Minas Gerais (Fonte: ZEE, 2007)

Serviços de saneamento básico em crescente evolução, mas ainda precários

Desde 2006, o governo mineiro desenvolve o programa "**Minas trata esgoto**", que visa à implantação de sistemas de tratamento de esgotos domésticos em todos os municípios. Esse programa permitiu acelerar, desde 2006, o ritmo de crescimento da população atendida por esses sistemas, para atingir 7,6 milhões de habitantes em 2012. Apesar dessa iniciativa, em 2012, somente 39% da população tinha acesso a um sistema regularizado de tratamento de esgotos.

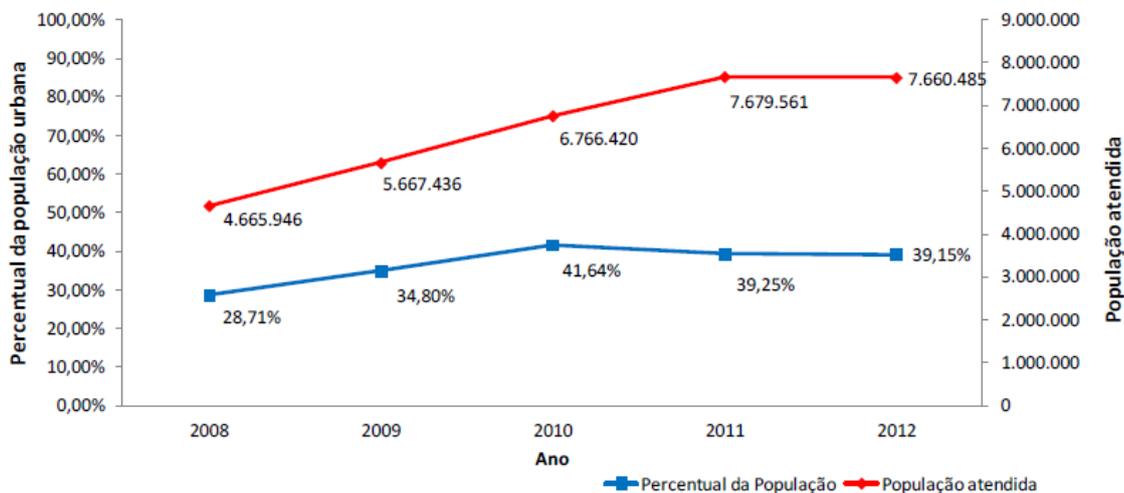


Figura 34 – Evolução da capacidade instalada e regularizada de sistemas de tratamento de esgotos domésticos em termos de população atendida (em valor absoluto e % da população urbana) (Fonte: Minas Trata Esgoto, Relatório de progresso do programa, FEAM, BH 2013)

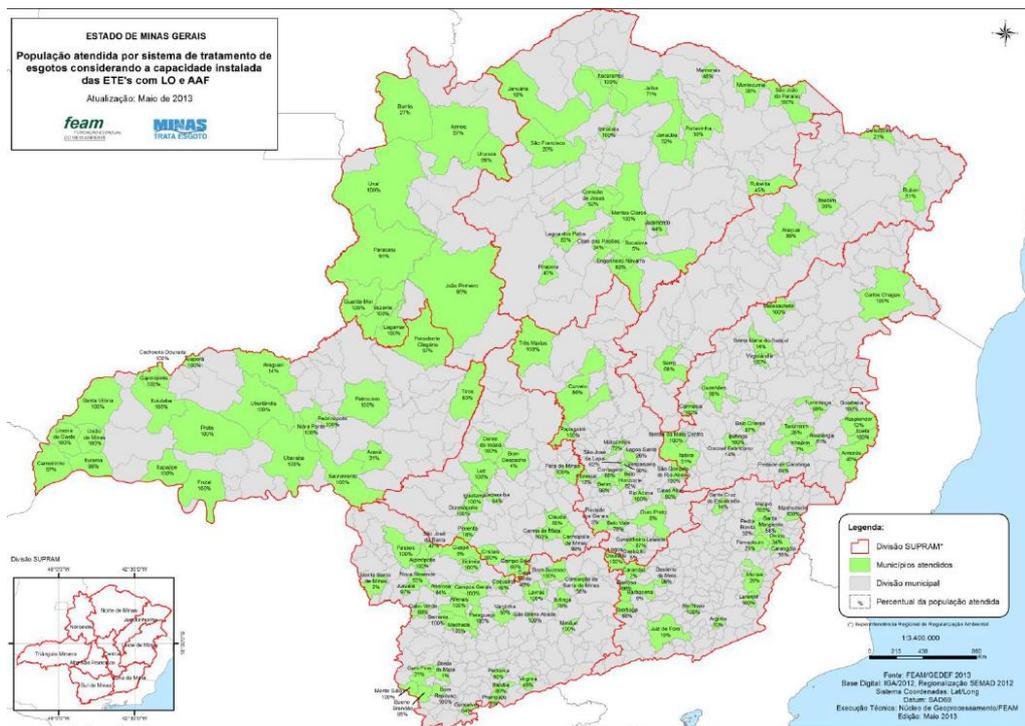


Figura 35 - População atendida por um sistema de tratamento de esgoto, com base na capacidade instalada (Fonte: Minas Trata Esgoto 36, Relatório de progresso do programa, FEAM, BH 2013)

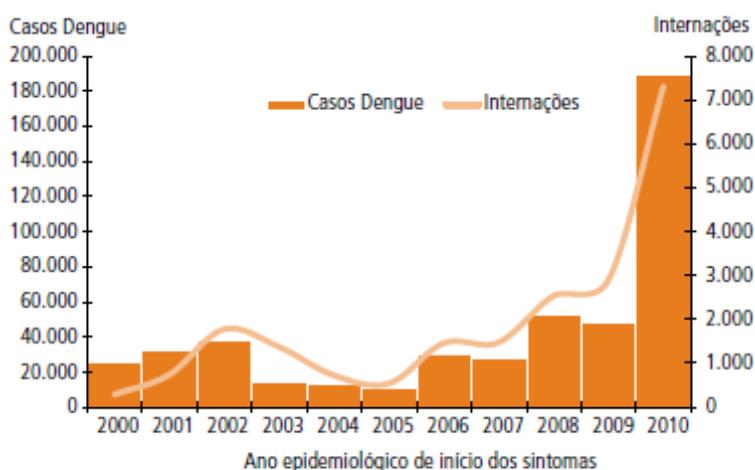


A presença de doenças sensíveis ao clima e condições de saúde desiguais

As principais doenças consideradas no âmbito deste diagnóstico foram as que têm comprovadamente alguma correlação entre as mudanças climáticas e a recrudescência dessas doenças. São elas, particularmente: a dengue, a malária, a febre amarela, o tracoma e a diarreia³⁸.

As alterações do clima também podem ser um dos fatores (mas não os únicos) que contribuem para o desenvolvimento de algumas doenças como o sarampo, a tuberculose e as doenças transmitidas pelos alimentos³⁹.

Em 2010, 214.552 casos prováveis de dengue foram registrados em Minas Gerais, um aumento de 289,1% em comparação a 2009 (figura abaixo). A ocorrência da doença foi de 1.094,8 casos por 100.000 habitantes, uma proporção considerada elevada⁴⁰.



Fonte: SINAN/SIH

Figura 36 - Número de casos prováveis e hospitalizações por dengue entre 2000 e 2010 em Minas Gerais (Fonte: Sistema Nacional de Vigilância em Saúde, Relatório de situação: Minas Gerais, 5ª edição, 2011, Ministério da Saúde)

Em 2013, o estado teve uma grande epidemia de dengue, com 102 mortos e 255.272 casos confirmados entre janeiro e agosto, sendo o pior ano já registrado, e um aumento

³⁸ Altas de saúde e clima, Organização mundial da saúde, 2012

³⁹ Altas de saúde e clima, op. cit.

⁴⁰ Sistema Nacional de Vigilância em Saúde, Relatório de situação: Minas Gerais 5ª edição, 2011, Ministério da Saúde



significativo em relação a 2011 e 2012. A situação seria agravada pelo reaparecimento do tipo 4 do vírus, que reduz a resistência a ele em pessoas mais jovens, após 30 anos de ausência de casos em Minas Gerais.

Minas Gerais também apresenta muitos casos de tuberculose. Foram registrados 3.825 novos casos em 2010, significando uma taxa de 19,5 casos por 100.000 habitantes (figura abaixo). A taxa de mortalidade ligada à tuberculose é de 1,6 para 100.000 habitantes. Observa-se, entretanto, que a tendência nos últimos anos é de diminuição, tanto em Minas Gerais como no Brasil.

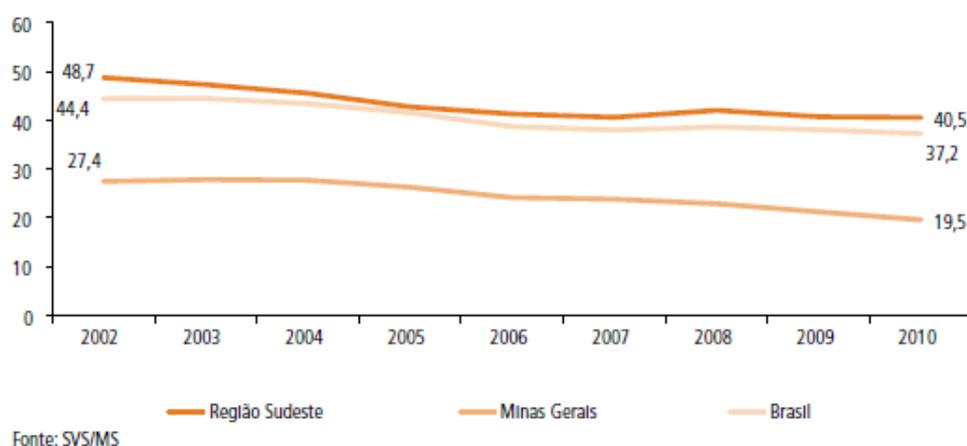


Figura 37 - Taxa de incidência da tuberculose no Brasil, região Sudeste e Minas Gerais entre 2002 e 2010 (Fonte: Sistema Nacional de Monitoramento da Saúde, *op. cit.*)

O último Inquérito Nacional de Prevalência do Tracoma em Escolas realizado em 2006 revela uma taxa de prevalência de⁴¹ 4,8% em Minas Gerais, variando entre 0 e 44% conforme os municípios⁴² (figura abaixo). O tracoma é uma infecção ocular bacteriana que pode levar à cegueira e atinge principalmente os membros mais vulneráveis das comunidades, as mulheres e as crianças.

⁴¹ Em epidemiologia, a **prevalência** é uma medida do Estado de saúde de uma população em um dado momento. Para uma determinada afecção, ela é calculada ao se relacionar a população total e o número de casos de doenças encontradas em um dado momento em uma população.

⁴² Sistema Nacional de Vigilância em Saúde, *op.*

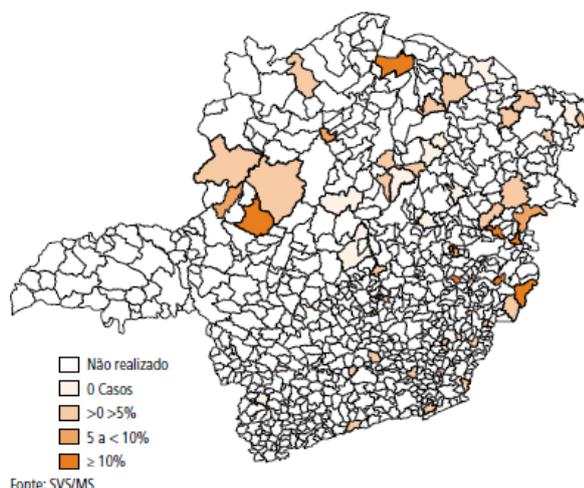


Figura 38 - Prevalência do Tracoma por município - Inquérito Nacional de Prevalência Brasil-Minas Gerais 2006 (Fonte: Sistema Nacional de Vigilância em Saúde, *op. cit.*)

Entre 1999 e 2010, 9.773 casos de hepatite A foram recenseados, dos quais 3,9/100.000 em 2010, contra 5,6 no Brasil e 2 para a região Sudeste. No mesmo período, contabilizaram-se 5.461 casos de hepatite B, com uma taxa de 4,3/100.000 habitantes e 2.635 casos de hepatite C, com uma taxa de 2,3/100.000 habitantes, bem inferiores às taxas registradas pela região Sudeste e pelo Brasil⁴³.

Minas Gerais não é considerado um estado particularmente problemático em relação à malária ou à febre amarela.

De maneira geral, o estado da saúde e o acesso aos serviços são significativamente mais precários nas regiões Norte, Noroeste e Jequitinhonha-Mucuri, conforme mostrado pelo Índice Saúde do ZEE, que considera esses fatores (figura abaixo). O extremo Sul e algumas zonas do Triângulo Mineiro também aparecem como vulneráveis.

⁴³ Sistema Nacional de Vigilância em Saúde, *op.*

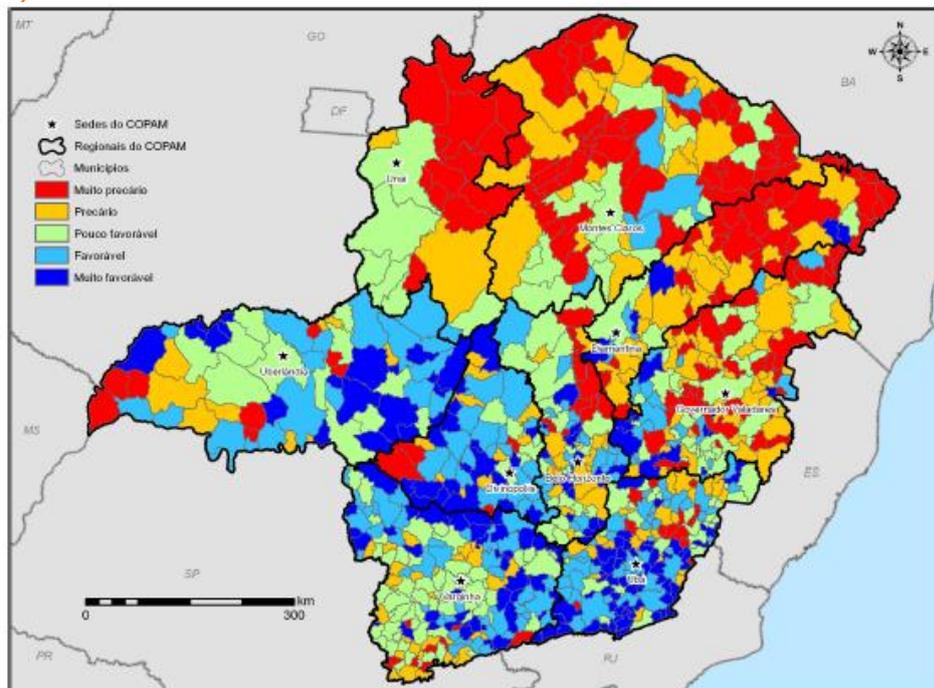


Figura 39 - Mapa das condições de saúde em Minas Gerais (Fonte: ZEE, 2007)

EM DESTAQUE: PRINCIPAIS ASPECTOS DA ANÁLISE SOCIOECONÔMICA

FATORES FAVORÁVEIS DE ADAPTAÇÃO

Uma economia forte: dinamismo do PIB e do mercado de trabalho

Uma população jovem e escolarizada

FATORES DE SENSIBILIDADE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Desigualdades de desenvolvimento: riquezas e nível educacional mal distribuídos no território

Uma dinâmica demográfica desequilibrada: forte pressão sobre as zonas urbanas, saldo migratório negativo dos municípios economicamente desfavorecidos

Condições sanitárias: presença de doenças sensíveis às mudanças climáticas, condições desiguais de saúde, acesso ao tratamento de esgoto ainda precário



Aspectos ambientais

A vegetação nativa cobre 33,3% do território de Minas Gerais⁴⁴. A partir de dados do *Mapeamento da Flora Nativa e Reflorestamentos em Minas Gerais* (UFLA, 2006) foi possível quantificar o total de vegetação nativa remanescente nos biomas de Minas Gerais.

A Mata Atlântica é o bioma com menor proporção de vegetação nativa (23%), constituindo, portanto, o bioma com maior vulnerabilidade às pressões antrópicas de uso e ocupação, seguida pelo Cerrado que apresenta 40,8% de vegetação nativa remanescente. A Caatinga é o bioma com a maior cobertura equivalente a 57,2% da área do bioma no Estado.

O resto do território tem uma ocupação majoritariamente ligada à pecuária e agricultura. Dessa maneira, de 58,8 milhões de hectares, 30% são pastagens dedicadas, em sua maioria, à pecuária extensiva. O cultivo de grãos representa 4,8% do território; de café, 1,7%; de soja, 1,4%, de cana de açúcar, 1,4%. A silvicultura é uma atividade importante em Minas Gerais e ocupa 2,5% do território. O restante está relacionado a usos diversos, como a ocupação urbana⁴⁵.

Muitas áreas com cobertura vegetal nativa e ecossistemas ricos, mas uma biodiversidade em perigo

Minas Gerais possui 3 biomas principais⁴⁶.

- O Cerrado é o bioma dominante, situa-se na porção centro-ocidental, ocupa mais da metade da área e cobre 56,87% do Estado, especialmente nas bacias dos rios São Francisco e Jequitinhonha. Estimativas apontam mais de 6.000 espécies de árvores e 800 espécies de aves, além de grande variedade de peixes e outras formas de vida. Calcula-se que mais de 40% das espécies de plantas lenhosas e 50% das espécies de abelhas sejam endêmicas, isto é, só ocorrem nas savanas brasileiras. Devido a esta excepcional riqueza biológica, o Cerrado, ao lado da Mata Atlântica, é considerado um dos “hotspots” mundiais, isto é, um dos biomas mais ricos e ameaçados do planeta. Esse é um tipo de savana encontrada somente no Brasil. A vegetação é composta por gramíneas, arbustos e árvores. Importantes espécies de fauna estão presentes,

⁴⁴ SimMinas: Uma plataforma integrada de modelagem de mudanças no uso da terra, emissões de CO₂ associadas e impactos ambientais para o estado de Minas Gerais, 2013

⁴⁵ Perfil do Agronegócio 2003-2011, *op. cit.*

⁴⁶ Instituto Estadual de Florestas, www.ief.gov.br



algumas ameaçadas de extinção, como o lobo-guará, o veado-campeiro, o pato-mergulhão, entre outros.

- A Mata Atlântica, localizada na porção oriental e próxima aos limites do Triângulo Mineiro, ocorre em segunda maior proporção e cobre 41,24% de Minas Gerais. Sua vegetação é densa e constantemente verde, exceto nas regiões Norte/Nordeste onde há ocorrência da Mata seca, graças a um alto índice pluviométrico. A Mata Atlântica apresenta uma variedade de formações, engloba um diversificado conjunto de ecossistemas florestais com estrutura e composições florísticas bastante diferenciadas, acompanhando as características climáticas da região onde ocorre. Abriga árvores que atingem de 20 a 30 metros de altura. Há grande diversidade de epífitas, como bromélias e orquídeas. Esse bioma é um dos mais ricos do mundo em espécies da flora e da fauna. Sua vegetação é bem diversificada e é representada pela peroba, ipê, quaresmeira, cedro, jambo, jatobá, imbaúba, jequitibá-rosa, jacarandá, pau-brasil, entre outras. Esses dois últimos (jacarandá e pau-brasil) são o principal alvo da atividade madeireira, fato que ocasionou sua redução e quase extinção. A fauna possui várias espécies distintas, sendo várias delas endêmicas, ou seja, são encontradas apenas na Mata Atlântica. Entre os animais desse bioma estão: tamanduá, tatu-canastra, onça-pintada, lontra, mico-leão, macaco muriqui, anta, veado, quati, cutia, bicho-preguiça, gambá, monocarvoeiro, araponga, jacuntiga, jacu, macuco, entre tantos outros. Nas regiões montanhosas, situadas no domínio da Mata Atlântica, são encontrados campos de altitude ou rupestres, caracterizados por uma cobertura vegetal de menor porte, mas com uma grande variedade de espécies, com predomínio da vegetação herbácea, com arbustos esparsos e árvores raras e isoladas. Esses campos são encontrados nas zonas mais elevadas das serras da Mantiqueira, do Espinhaço e da Canastra.
- A Caatinga, também chamada de sertão, ou semi-árido, é encontrada no extremo norte do Estado, no vale do rio São Francisco, e em ocorrência minoritária cobre 1,89% do território mineiro. É um bioma único, pois apesar de estar localizado em área de clima semi-árido, apresenta grande variedade de paisagens, relativa riqueza biológica e endemismo. A ocorrência de secas estacionais e periódicas estabelece regimes intermitentes aos rios e deixa a vegetação sem folhas. É dominada por tipos de vegetação com características xerofíticas – formações vegetais secas, que compõem uma paisagem cálida e espinhosa – com estratos compostos por gramíneas, arbustos e árvores de porte baixo ou médio (3 a 7 metros de altura), caducifólias (folhas que caem), com grande quantidade de plantas espinhosas (exemplo, leguminosas), entremeadas por outras espécies como as cactáceas e as bromeliáceas. Composta principalmente de pequenos mamíferos como a cotia (*Dasyproctae azarae*), o gambá (*Didelphus sp*), o preá, o moco, o tatu-peba. Neste



ecossistema vive um primata: o sagui-do-nordeste (*Calithrix jacchus*), e um cervídeo, o veado-catingueiro (*Manzana sp.*).

Finalmente, o sudeste do Brasil e Minas Gerais, em particular, aparecem como zonas de grande biodiversidade, como mostra o mapa abaixo sobre o número de espécies na América Latina (figura abaixo).

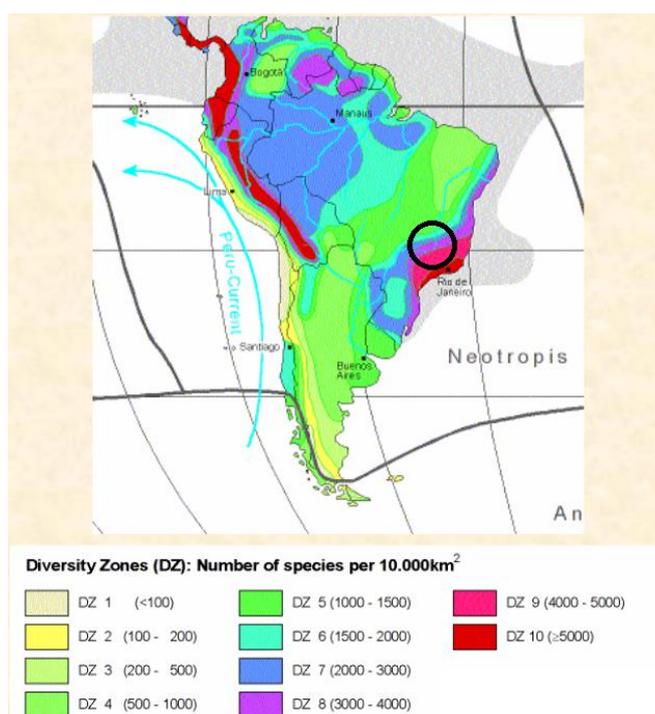


Figura 40 - Zonas de biodiversidade: número de espécies por 10.000 km² (Fonte: Mudanças Climáticas e Biodiversidade da Mata Atlântica e do Cerrado, Dr. Carlos A. Joly, UNICAMP)

Os ecossistemas de Minas Gerais foram amplamente desmatados no passado, principalmente devido à pressão da agricultura, pecuária extensiva e silvicultura. O Cerrado e a Mata Atlântica são os que mais sofreram destruição, como ilustra o mapa do ZEE a seguir, que mostra o grau de conservação da mata nativa em Minas Gerais. A região Norte parece ser a mais poupada.

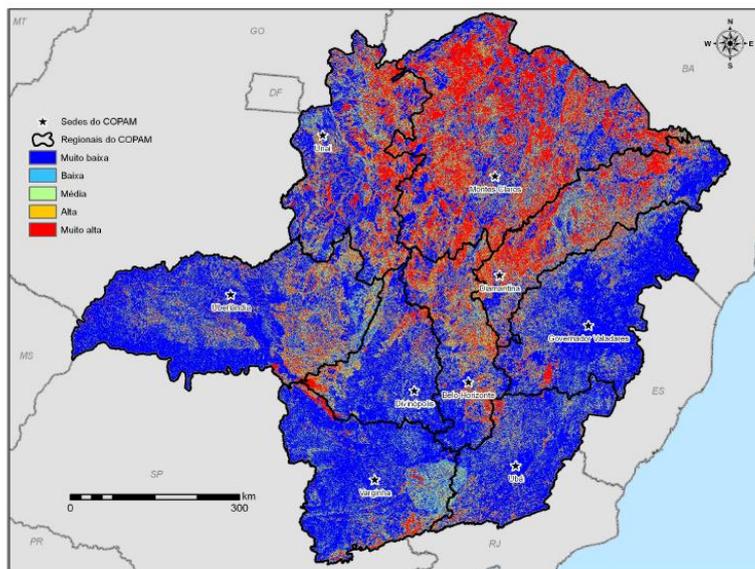


Figura 41 - Grau de conservação da mata nativa (Fonte: ZEE, 2007)

Cabe observar a forte presença de áreas degradadas de pastagens em Minas Gerais, sobretudo na região do Cerrado. A degradação das áreas ocorre geralmente em áreas de produção animal. Já este tipo de produção ocupa solos de menor aptidão agrícola do que solos para lavouras de grãos ou as de grande valor industrial. Além disso, estas áreas vem sofrendo de um processo dinâmico de degeneração ou de queda relativa da produtividade⁴⁷, sendo que muitas podem representar fontes de emissão de carbono.

Alternativas de recuperação e renovação de pastagens degradadas já estão disponíveis, mas devem ser adequadas a cada sistema de produção para maximizar as inter-relações biológicas, econômicas e sociais. A reabilitação das áreas degradadas pode apresentar uma contribuição significativa para o desenvolvimento sócio econômico da região em questão, ao mesmo tempo em que poderá ter reflexos positivos sobre a preservação ambiental⁴⁸. Soluções promovidas pelo Plano de Agricultura de Baixo Carbono, como a Integração Lavoura-Pecuária, podem ajudar a transformar um pasto degradado em área produtiva.

⁴⁷ Degradação de pastagens, diminuição da produtividade com o tempo, conceito de sustentabilidade, Universidade federal de viçosa, Centro de ciências agrárias, Departamento de zootecnia, Viçosa – MG, junho de 2000

⁴⁸ Degradação de pastagens op. cit.



Muitas espécies da fauna e da flora ameaçadas

Minas Gerais tem muitas espécies ameaçadas: 178 espécies de animais e 538 de plantas correm perigo no total. Entre essas espécies, merecem destaque:

- 243 espécies de mamíferos, das quais 40 ameaçadas de extinção;
- 785 espécies de aves, das quais 106 ameaçadas de extinção;
- 1.600 espécies de borboletas, das quais 20 ameaçadas de extinção;
- 218 espécies de libélulas, das quais 5 ameaçadas de extinção;
- 500 espécies de abelhas, das quais 3 ameaçadas de extinção.

O estado possui, além disso, 480 espécies de anfíbios, 197 de répteis e 354 de peixes, das quais algumas estão ameaçadas. Quase 70% dos anfíbios de Minas Gerais são espécies endêmicas da Mata Atlântica⁴⁹.

A lista completa das espécies de fauna ameaçadas de extinção no Estado de Minas Gerais foi publicada na deliberação normativa do COPAM nº 147 de 30 de abril de 2010⁵⁰. Adicionalmente, o projeto Biodiversitas publicou a lista vermelha das espécies de fauna e de flora ameaçadas de extinção em Minas Gerais⁵¹.

Uma qualidade ambiental degradada nas zonas de intensa ocupação humana

O ZEE fornece elementos regionalizados sobre o estado ambiental do território. O Índice de Qualidade Ambiental (IQA) é calculado baseado em 3 fatores:

- Grau de conservação da vegetação nativa (40%);
- Produção de sedimentos / Erosão (30%);
- Qualidade da água (30%)⁵²

Os resultados desse índice estão ilustrados na figura abaixo. Estas informações permitem enriquecer a análise territorial do diagnóstico no âmbito deste estudo.

⁴⁹ Instituto Estadual de Florestas, www.ief.gov.br

⁵⁰ Deliberação COPAM:

http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/biodiversidade/deliberacao_normativa_copam_n147.pdf

⁵¹ Biodiversitas: <http://www.biodiversitas.org.br/cdlistavermelha/default.asp>

⁵² Qualidade ambiental, risco ambiental e prioridades para conservação e recuperação, ZEE 2007

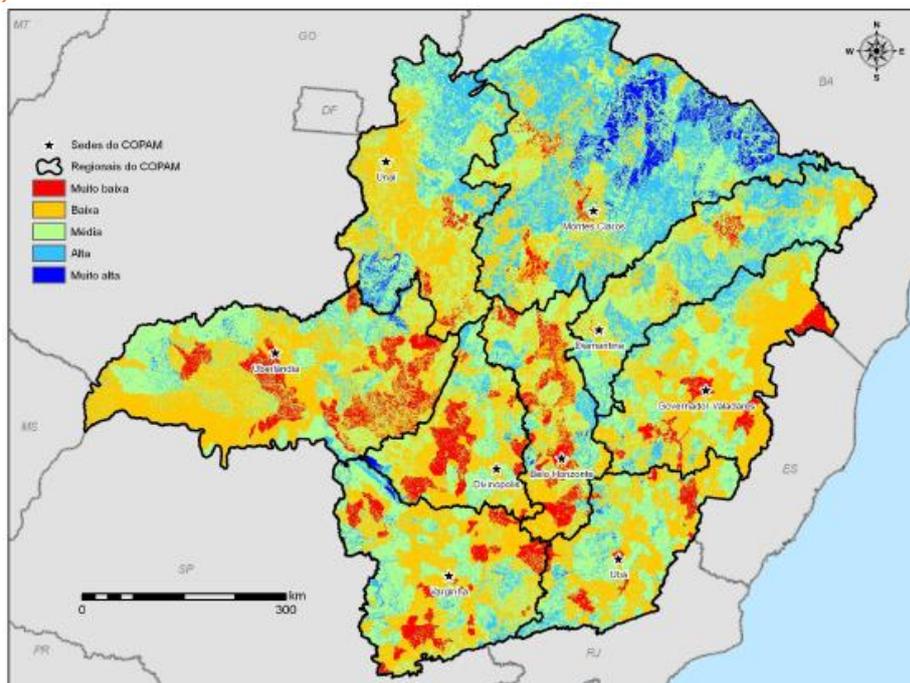


Figura 42 - Mapa da qualidade ambiental de Minas Gerais (Fonte: ZEE Minas Gerais, 2007)

Conforme metodologia aplicada, a qualidade ambiental do estado é, no geral, baixa e muito baixa. O Norte e Jequitinhonha-Mucuri apresentam uma qualidade relativamente preservada. Essas são as regiões que historicamente tiveram uma ocupação humana, especialmente do tipo econômico, menos intensiva. As regiões que tiveram um desenvolvimento econômico mais intenso (Triângulo, Paranaíba, Sul de Minas, Centro-oeste, Zona da Mata, Rio Doce, parte da Central) têm uma qualidade ambiental muito baixa⁵³ considerando os fatores utilizados.

É preciso observar que o fator erosão incluso nesse índice utiliza a quantidade de sedimentos encontrada nos cursos d'água como indicador de perda de solo. Ele não discrimina, então, a erosão natural, necessária para a manutenção dos ecossistemas, da erosão antrópica, que deteriora a qualidade ambiental.

⁵³ Qualidade ambiental, risco ambiental e prioridades para conservação e recuperação, *op. cit.*



Um grande risco ambiental nas zonas industriais do Estado

O ZEE permite cruzar a vulnerabilidade natural do território mineiro com a intensidade das atividades humanas que têm um grande potencial de danos sobre o meio ambiente. Os dados determinam um indicador do risco ambiental (figura abaixo). O cálculo da intensidade das atividades humanas se baseia nos valores somados das atividades industriais, mineradoras e agrícolas. A vulnerabilidade natural indica a fragilidade de um ecossistema em relação aos impactos causados pelo homem⁵⁴.

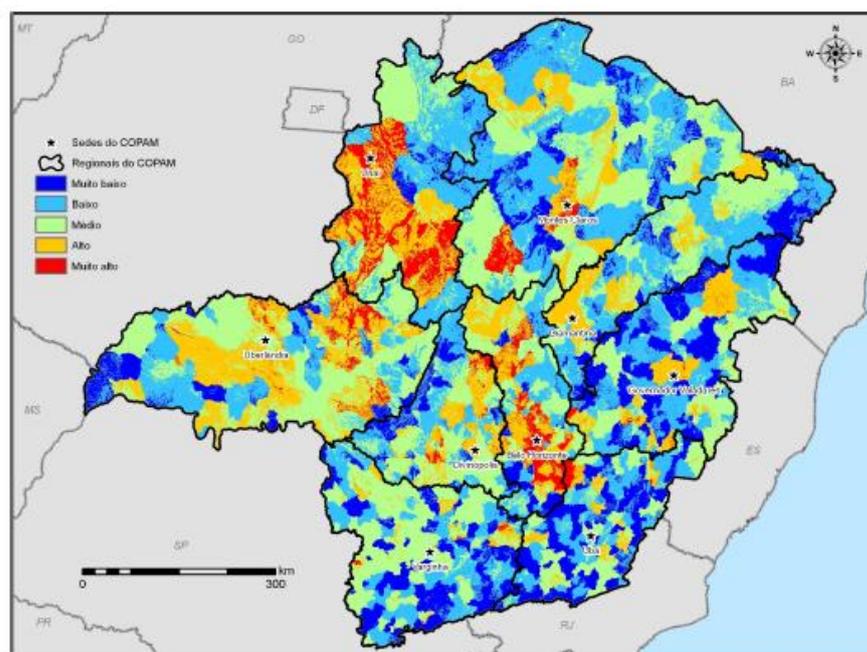


Figura 43 - Mapa do risco ambiental de Minas Gerais (Fonte: ZEE Minas Gerais, 2007)

As zonas mais industrializadas do Estado, por exemplo, o Sul e a região do quadrilátero ferrífero na região Central, apresentam um risco ambiental particularmente elevado. Os municípios muito populosos e caracterizados por uma intensa atividade industrial, como Juiz de Fora e Governador Valadares, apresentam também um risco elevado. As regiões de intensa atividade agrícola, como o Triângulo, têm um risco médio ou elevado, apesar de uma baixa vulnerabilidade natural⁵⁵.

⁵⁴ Qualidade ambiental, risco ambiental e prioridades para conservação e recuperação, *op. cit.*

⁵⁵ Qualidade ambiental, risco ambiental e prioridades para conservação e recuperação, *op. cit.*



Uma pressão crescente sobre os recursos hídricos

O estado de Minas Gerais é considerado a caixa d'água do Brasil. O território é composto por 8 bacias hidrográficas principais e subdividido em 36 unidades de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos (figura abaixo).

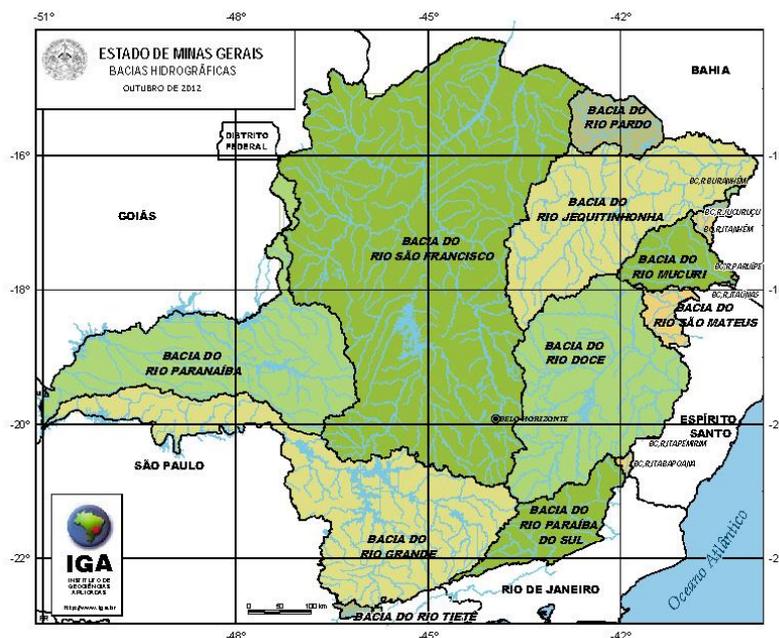
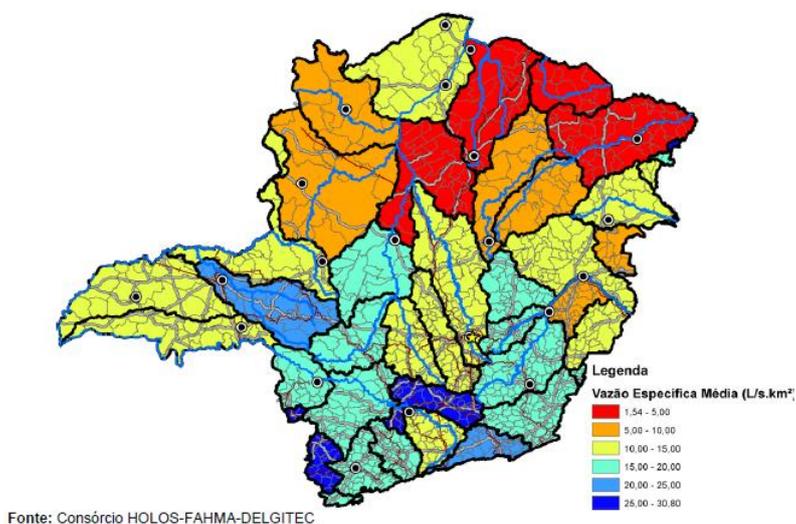


Figura 44 - Bacias hidrográficas de Minas Gerais (Fonte: IGA, outubro de 2012)

A respeito das disponibilidades hídricas superficiais, o Sul do estado é caracterizado por vazões médias maiores que o restante do território.



Fonte: Consórcio HOLOS-FAHMA-DELGITEC

Figura 45 - Vazão média dos recursos hídricos superficiais de Minas Gerais (Fonte: Diagnóstico da Situação Atual dos Recursos Hídricos, *op. cit.*)



A figura apresenta os mapas retirados do ZEE que ilustram a vulnerabilidade natural do território em termos de disponibilidade das águas superficiais e subterrâneas. As regiões Norte e Jequitinhonha são as que dispõem de uma menor quantidade de recursos hídricos comparativamente.

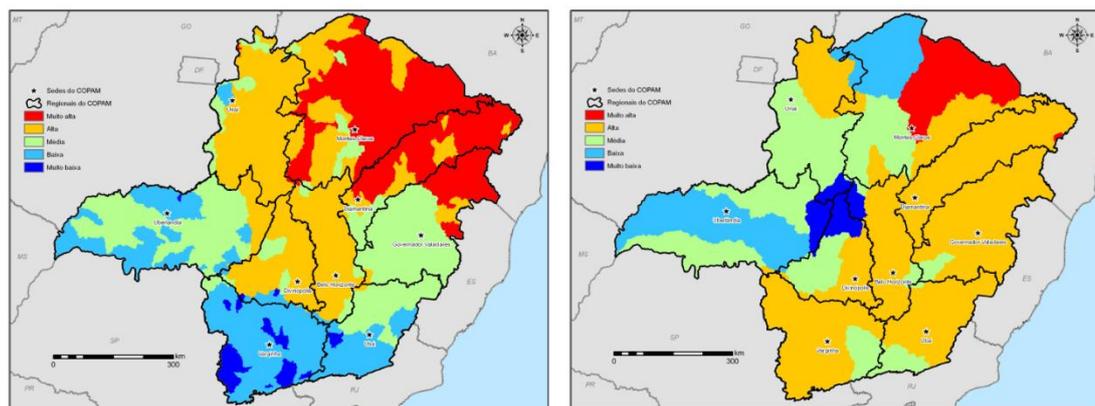


Figura 46 - Vulnerabilidade natural associada à disponibilidade de águas superficiais (esquerda) e subterrâneas (direita) (Fonte: ZEE Minas Gerais, 2007)

Esses resultados são coerentes com as informações de déficit hídrico apresentadas em estudos de modelagem espacial desenvolvidos pela Universidade Federal de Minas Gerais. A figura a seguir apresenta o déficit hídrico anual simulado pelo modelo BHC (balanço hídrico) e aponta as regiões Norte e Jequitinhonha como regiões de maior déficit.

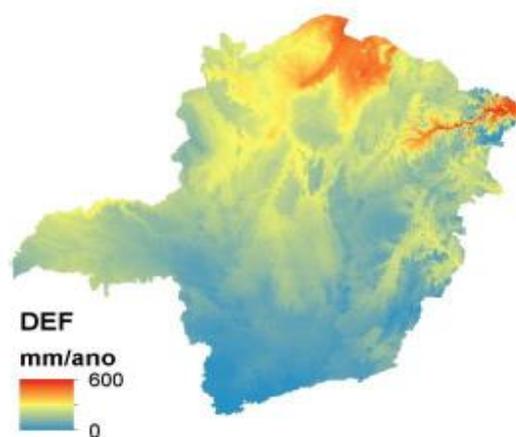
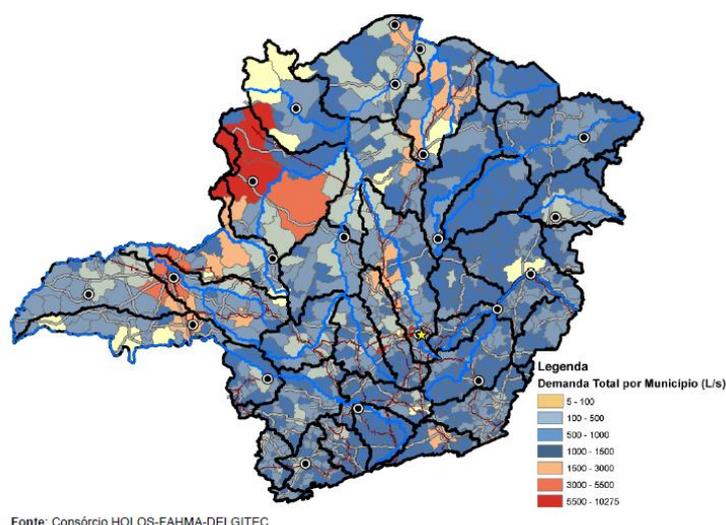


Figura 47 – Déficit hídrico anual simulado pelo modelo BHC para uma capacidade de água disponível igual a 100 mm. (Fonte: SimMinas: uma plataforma integrada de modelagem de mudanças no uso da terra, emissões de CO₂ associadas e impactos ambientais para o estado de Minas Gerais, UFMG, 2013)



A demanda total de água dos municípios de Minas Gerais revela maiores necessidades no Oeste do Estado, particularmente nas regiões Noroeste e Triângulo. Essa demanda de água compreende as necessidades da irrigação (que representam mais de 45% da demanda), da mineração, da indústria, da pecuária e do abastecimento doméstico.

Entretanto, é preciso observar que, na parte leste do território, sobretudo nas regiões do Triângulo, Alto Paranaíba e Centro-Oeste, a pressão da agricultura sobre os recursos hídricos é considerável, principalmente do cultivo da cana-de-açúcar.



Fonte: Consórcio HOLOS-FAHMA-DELGITEC

Figura 48 - Demanda total de água em Minas Gerais (Fonte: Diagnóstico da Situação Atual dos Recursos Hídricos, op. cit.)

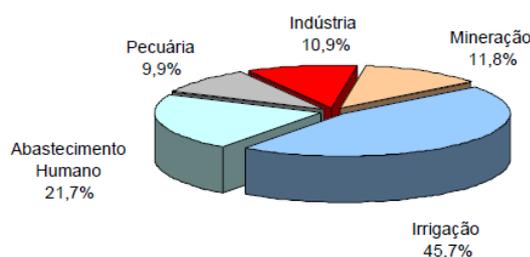


Figura 49 - Distribuição da demanda por tipo de consumo (Fonte: Diagnóstico da Situação Atual dos Recursos Hídricos, op. cit.)



EM DESTAQUE: PRINCIPAIS ASPECTOS PARA A ANÁLISE AMBIENTAL

FATORES FAVORÁVEIS DE ADAPTAÇÃO

Uma grande variedade de ecossistemas e uma biodiversidade particularmente rica

Uma riqueza hídrica no território

FATORES DE SENSIBILIDADE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Ecossistemas ameaçados e historicamente desmatados

Muitas espécies ameaçadas ou em via de extinção

Uma qualidade ambiental em diferentes graus de degradação

Um risco ambiental elevado nas regiões economicamente mais dinâmicas

Uma forte pressão sobre os recursos hídricos em algumas regiões



Capítulo 2 - O clima de Minas Gerais

Zoneamento climático

O estado de Minas Gerais é caracterizado por um clima tropical que apresenta subdivisões regionais, principalmente devido à altitude. Os três tipos principais de clima em Minas Gerais são: o tropical semiárido, no extremo Norte (baixa pluviometria); o tropical semiúmido, no Centro-Sul; e o tropical de altitude, nas regiões de altitude⁵⁶.

O Zoneamento Ecológico-Econômico de Minas Gerais (ZEE), coordenado pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), detalha ainda mais as características climáticas do Estado e propõe um zoneamento climático conforme figura seguinte.⁵⁷

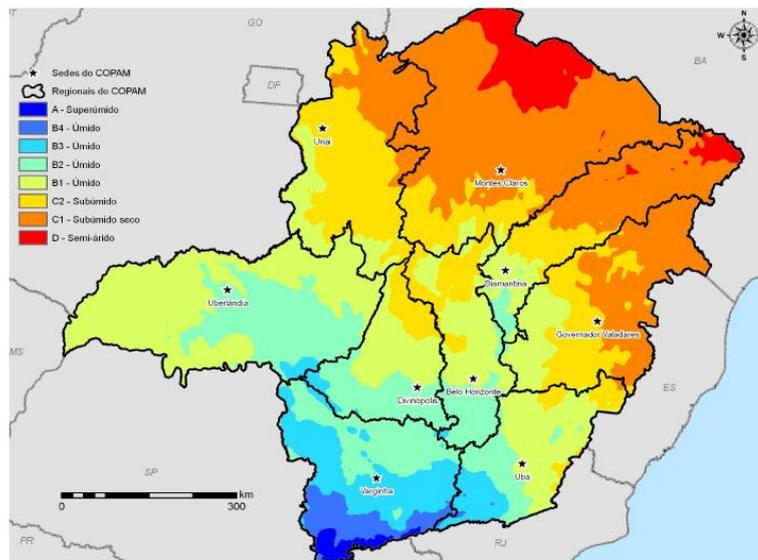


Figura 50 - Zoneamento climático baseado no índice de umidade de Thornthwaite de Minas Gerais (Fonte: Zoneamento Ecológico-Econômico de Minas Gerais, op. cit.)

A descrição das classificações climáticas seguem abaixo:

- D-Semiárido: poucas chuvas (média anual inferior a 850 mm) e forte evapotranspiração devido a temperaturas médias anuais superiores a 25°C.

⁵⁶ Governo de Minas Gerais, dados Gerais, www.mg.gov.br

⁵⁷ ZEE Minas Gerais, Relatório Clima



- C1-Subúmido seco: precipitações acumuladas anuais variando entre 850 e 1.100 mm, com temperaturas médias variando entre 21 e 25°C.
- C2-Subúmido: precipitações acumuladas anuais variando entre 1.100 e 1.400 mm, com temperaturas em torno de 22°C. Zona transitória entre os climas mais secos do Norte e os mais úmidos do Sul.

As regiões submetidas a esses 3 primeiros tipos de clima têm dificuldades de acesso a recursos hídricos naturais, particularmente para as atividades de agricultura e pecuária.

- B1-Úmido: precipitações acumuladas anuais variando entre 1.400 e 1.700 mm, com temperaturas entre 18 e 23°C.
- B2-Úmido: precipitações acumuladas anuais variando entre 1.500 e 1.600 mm, com temperaturas entre 19 e 20°C.
- B3-Úmido: precipitações acumuladas anuais superiores a 1.600 mm, com temperaturas inferiores a 18°C.
- B4-Úmido: precipitações acumuladas anuais superiores a 1.700 mm, com temperaturas baixas.

As regiões que gozam de um clima do tipo úmido são regiões favoráveis às atividades que dependem dos recursos naturais, por exemplo, a agropecuária.

- A-Superúmido: temperaturas anuais médias inferiores a 14°C e precipitações acumuladas anuais superiores a 1.750 mm.

Essas regiões têm restrições térmicas para o desenvolvimento de algumas culturas.

Temperaturas e precipitações

As temperaturas médias anuais no estado são superiores a 18°C em todas as regiões, exceto nas zonas de altitude mais elevadas do Centro-Sul que registram, no inverno, temperaturas inferiores⁵⁸. As temperaturas mais elevadas são encontradas nas fronteiras norte e leste do estado.

⁵⁸ Governo de Minas Gerais, dados Gerais, www.mg.gov.br

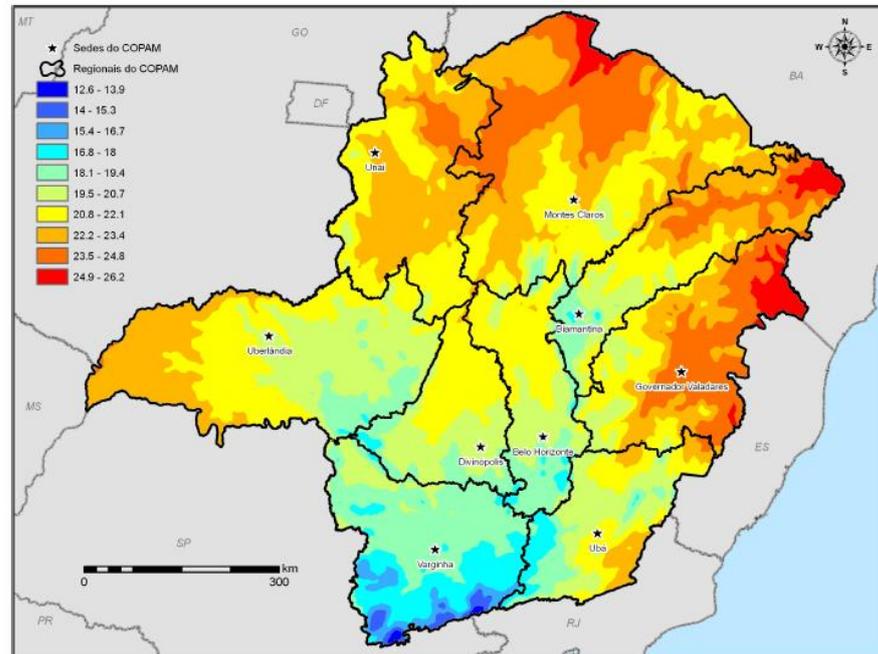


Figura 51 - Mapa das faixas de temperaturas médias anuais de Minas Gerais (°C) (Fonte: Zoneamento Ecológico-Econômico de Minas Gerais, SEMAD)

O território mineiro tem um clima predominantemente úmido, caracterizado por precipitações acumuladas anuais geralmente superiores a 1.200 mm. As regiões mais secas se encontram no norte/nordeste do estado, enquanto o sul e o oeste registram as maiores precipitações.

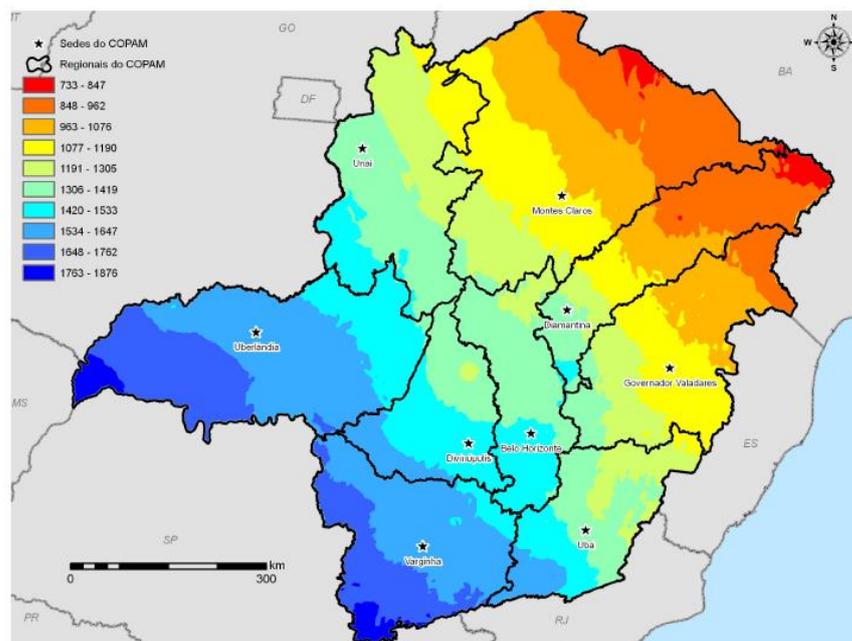


Figura 52 - Mapa das faixas de precipitações médias anuais de Minas Gerais (mm) (Fonte: Zoneamento Ecológico-Econômico de Minas Gerais, op. cit.)



Cenários de precipitação e temperatura para Minas Gerais foram elaborados e serão detalhados no Capítulo 4 - Os impactos das mudanças climáticas. Os cenários incluem projeções na escala microrregional até 2080.

Desastres naturais

Minas Gerais é um estado particularmente exposto às chuvas intensas e aos episódios de seca, como mostra o número de municípios que declaram situações de desastre a cada ano.

Tabela 12 - Número de municípios que declaram uma situação anormal devido às estiagens/secas em Minas Gerais no período 2004-2012 (Fonte: Plano de Seca Minas Gerais 2013, Defesa Civil)

PERÍODO	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Municípios atingidos	83	103	104	132	128	92	111	114	125

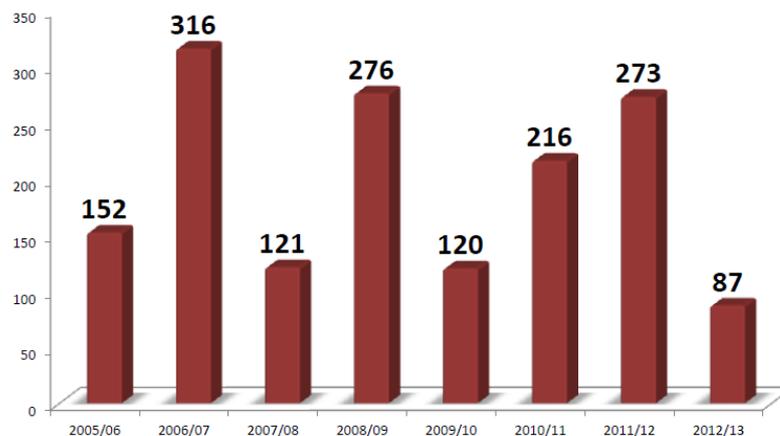


Figura 53 - Número de municípios atingidos por desastres provocados pelas chuvas em Minas Gerais entre 2005 e 2013 (Fonte: Plano de Emergência Pluviométrica 2013/2014, Coordenação da Defesa Civil)

As chuvas intensas causam vários prejuízos no estado, sejam danos humanos, materiais ou ambientais. Assim, a Defesa Civil de Minas Gerais registrou, para o período chuvoso 2012/2013, 24 óbitos, 943 pessoas desabrigadas, 395 obras de infraestrutura públicas danificadas e 77 obras destruídas. Observando estas consequências, a Defesa Civil



desenvolve ações específicas relacionadas a desastres naturais. Compreendem primeiramente as ações antecipatórias aos desastres, que são executadas no período de normalidade: prevenção, mitigação e preparação, e em segundo momento no período de desastres e pós, sendo denominadas ações de resposta e de recuperação, respectivamente⁵⁹.

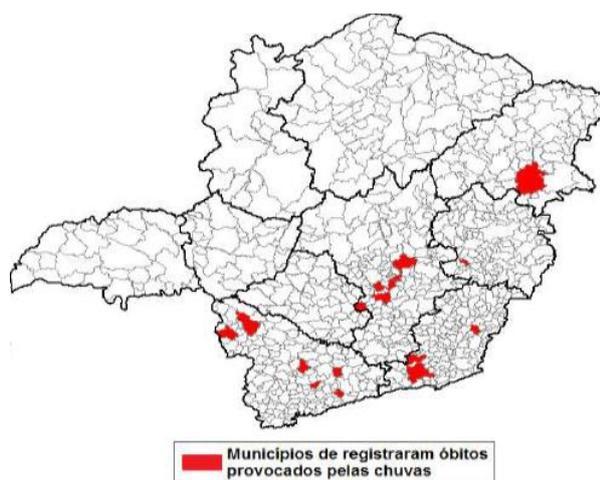
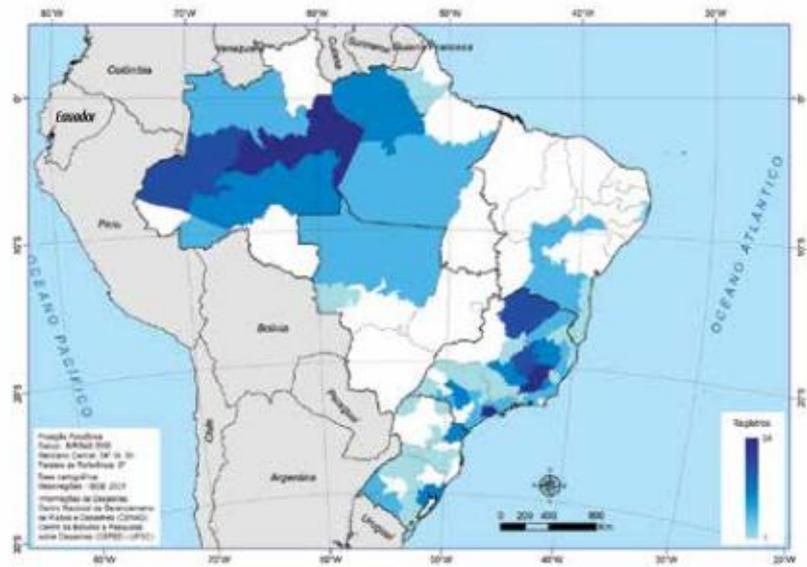


Figura 54 - Municípios que registraram mortes provocadas pelas chuvas em 2012/2013 (Fonte: Plano de Emergência Pluviométrica 2013/2014, op. cit.)

As chuvas intensas e o relevo acidentado tornam o estado particularmente vulnerável aos deslizamentos de terreno, às inundações e cheias, como ilustrado pelos mapas abaixo. Deve-se observar que a região Sudeste do Brasil concentrou 92% dos deslizamentos de terreno e 47% das cheias registradas no país em 2012. Muitas tempestades também atingem regularmente o território⁶⁰.

⁵⁹ Relatório anual de chuvas 2012/2013, Coordenadoria Estadual de Defesa Civil, MG, 2013

⁶⁰ Anuário Brasileiro de Desastres Naturais 2012, Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres, Brasília 2013



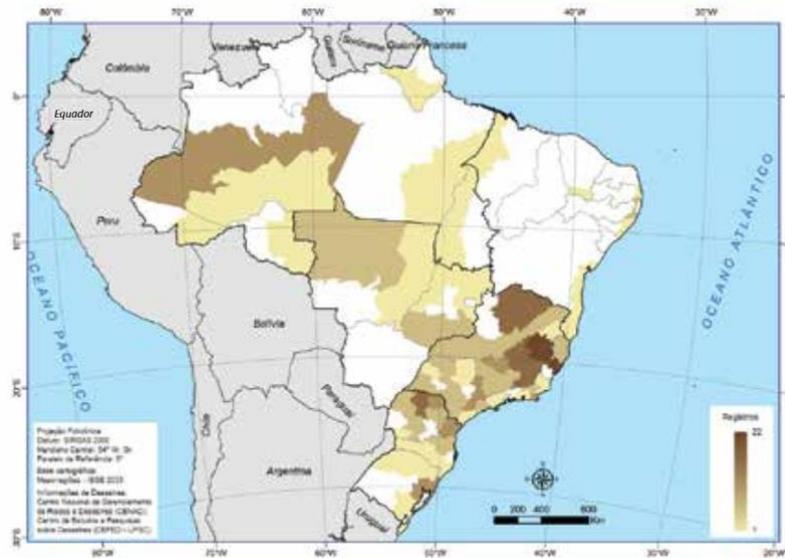


Figura 55- Desastres naturais causados por deslizamentos de terreno (primeiro mapa), inundações (segundo mapa) e cheias (terceiro mapa) no Brasil em 2012 (Fonte: Anuário Brasileiro de Desastres Naturais 2012, Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres)

Uma pesquisa recente financiada pelo Governo de Minas identifica as zonas mais expostas a episódios de chuvas superiores a 100 mm/dia. A frequência anual igual a 0,2 indica uma probabilidade de um episódio de chuvas desse porte a cada 5 anos; já a frequência igual a 1 indica uma probabilidade anual de episódio. As zonas de maior risco são as regiões do Triângulo, Zona da Mata, Rio Doce e a Região Metropolitana de BH⁶¹.

⁶¹ Estudos de chuvas intensas no Estado de Minas Gerais e previsão estatística de precipitação mensal, Ruibran Januario dos Reis, FAPEMIG, 2013

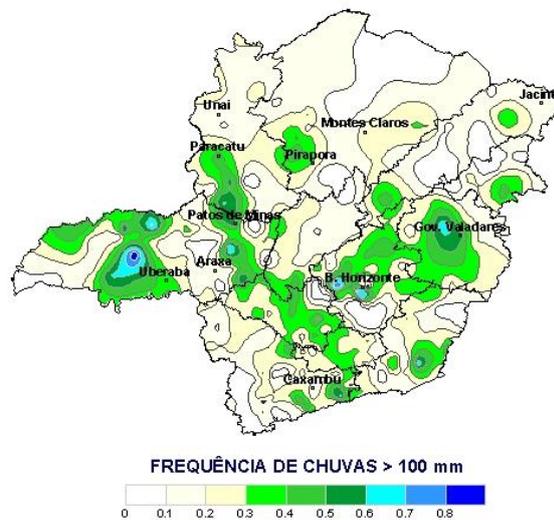


Figura 56 - Risco de ocorrência de episódio de chuvas superiores a 100 mm/dia em Minas Gerais (Fonte: Estudos de chuvas intensas no Estado de Minas Gerais e previsão estatística de precipitação mensal, FAPEMIG, 2013)

O Atlas de Vulnerabilidade às Inundações de Minas Gerais identifica 1.518 trechos de rios inundáveis no território. As bacias hidrográficas dos rios São Francisco, Doce e Grande representam sozinhos 77,6% das zonas inundáveis⁶².

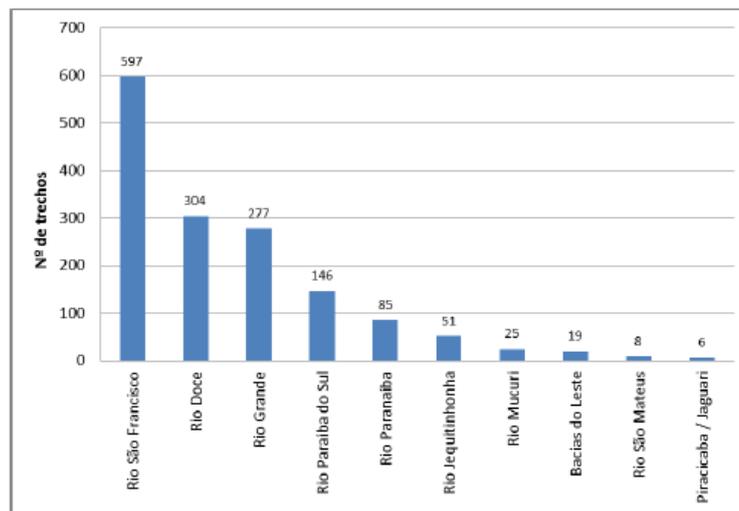


Figura 57 - Número de trechos de rios inundáveis nas bacias hidrográficas federais de Minas Gerais (Fonte: Atlas de Vulnerabilidade a Inundações no Estado de Minas Gerais, SEMAD, Belo Horizonte, 2013)

⁶² Atlas de Vulnerabilidade a Inundações no Estado de Minas Gerais, SEMAD, Belo Horizonte 2013

As situações de seca atingem majoritariamente o norte do estado, enquanto os desastres devido às chuvas ocorrem mais ao centro, sul do território e Zona da Mata.

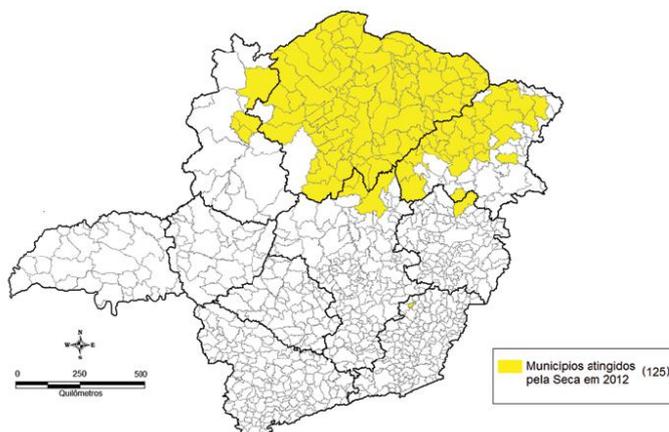


Figura 58 - Municípios que decretaram situação de emergência devido à seca em 2012 (Fonte: Plano de Seca Minas Gerais 2013, op. cit.)

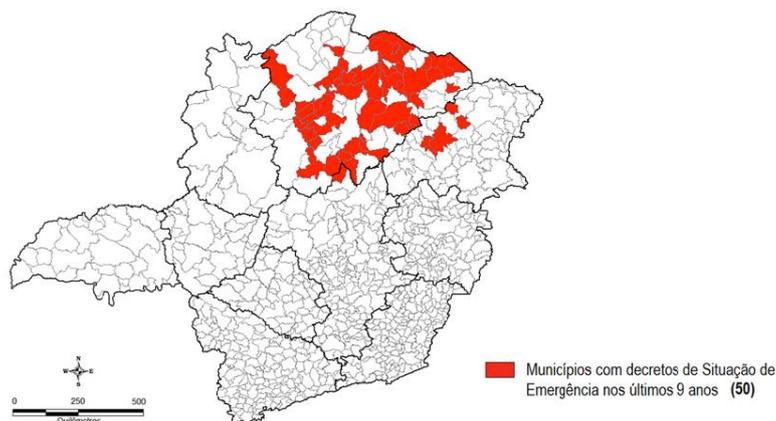


Figura 59 - Os 50 municípios que decretaram situação de emergência devido à seca/estiagem todos os anos entre 2004 e 2012 (Fonte: Plano de Seca, Minas Gerais 2013, op. cit.)

A Defesa Civil estima que os episódios de seca em Minas Gerais causaram um prejuízo total de 1,2 bilhões de reais (incluindo danos ambientais, econômicos e sociais). Além disso, 20.780 pessoas foram deslocadas em consequência da seca, sendo 1.543 enfermas e 635.732 afetadas de certa forma⁶³.

⁶³ Plano de convivência com a seca em Minas Gerais 2013, Defesa Civil, Minas Gerais 2013



O Plano de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca de Minas Gerais identifica, por sua vez, as áreas suscetíveis à desertificação. Essa análise permite identificar os municípios particularmente sensíveis a esse risco climático. A área cobre cerca de 79.000 km² e compreende 61 municípios da região Norte e Jequitinhonha⁶⁴.

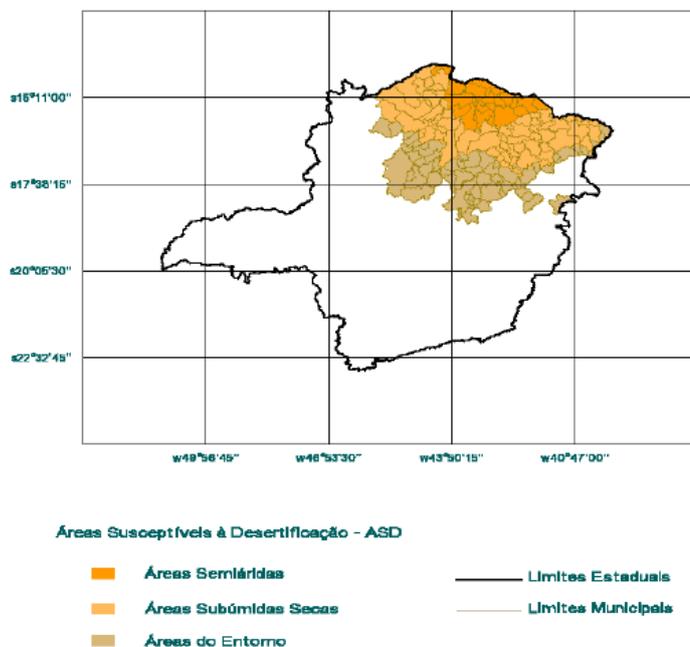


Figura 60 - Áreas suscetíveis à desertificação em Minas Gerais (Fonte: Plano de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca de Minas Gerais (PAE/Minas Gerais), SEDVAN/IDENE, novembro de 2010)

⁶⁴ Plano de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca de Minas Gerais, (PAE/MG), SEDVAN/IDENE, novembro de 2010



EM DESTAQUE: PRINCIPAIS ASPECTOS DA ANÁLISE DO CLIMA DE MINAS GERAIS

FATORES DE SENSIBILIDADE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Um território particularmente exposto às chuvas intensas e às ondas de calor
Muitos desastres e prejuízos registrados: inundações, cheias, deslizamentos de terreno, secas

61 municípios identificados como suscetíveis à desertificação

1.518 trechos de rios identificados como vulneráveis às inundações



Capítulo 3 - Fatores de sensibilidade

Panorama geral

O diagnóstico socioeconômico e ambiental do estado e de seu clima permitem agora extrair os principais fatores de sensibilidade de Minas Gerais. Esses fatores e as regiões mais impactadas são apresentados na tabela abaixo.

Tabela 13 - Lista dos principais fatores de sensibilidade de Minas Gerais (Fonte: elaboração EnvirOconsult e EcoResources com base no diagnóstico, 2013)

PRINCIPAIS FATORES DE SENSIBILIDADE DE MINAS GERAIS	CARACTERÍSTICAS REGIONAIS
Riqueza distribuída de maneira desigual entre as diversas regiões	Regiões menos favorecidas: Noroeste, Norte e Jequitinhonha-Mucuri
Grandes desigualdades de renda per capita	Regiões menos favorecidas: Norte, Jequitinhonha-Mucuri e Rio Doce
Dependência econômica de setores sensíveis ao clima	Norte: agricultura e pecuária Sul: mineração e silvicultura, turismo
Grande dependência energética de fontes sensíveis ao clima	Principais instalações hidrelétricas na porção mais ao sul
Condições precárias das infraestruturas rodoviárias	Regiões mais atingidas: Central e Rio Doce
População concentrada nas zonas urbanas	Regiões mais atingidas: Central e Sul de Minas
Dinâmica demográfica desequilibrada	Saldo migratório negativo dos municípios economicamente desfavorecidos. Regiões mais atingidas: Noroeste, Jequitinhonha, Rio Doce, Zona da Mata
Alta urbanização (ilhas de calor)	Urbanização mais intensa no Triângulo e Central
Desigualdade de condições de educação (apesar de uma população geralmente escolarizada)	Regiões menos favorecidas em termos de educação: Norte, Jequitinhonha-Mucuri e Rio Doce
Casos de doenças que podem ser mais frequentes e contagiosas com as mudanças do clima	Regiões menos favorecidas em termos de condições de saúde: Norte, Noroeste, Jequitinhonha-Mucuri, extremo sul Grandes riscos epidêmicos nas zonas urbanas
Carências nos serviços de tratamento de esgoto	Muitos municípios não atendidos no território
Uma qualidade ambiental degradada	Parte sul é mais atingida; exploração histórica dos recursos
Um risco ambiental relevante	Regiões mais atingidas: Central, Alto Paranaíba, Noroeste
Disponibilidade hídrica natural desigual	Regiões desfavorecidas: Norte e Jequitinhonha



Pressão sobre os recursos hídricos	Em todo o território, mais significativo no Noroeste
Episódios frequentes de seca e estiagens	Regiões atingidas: Norte e Jequitinhonha-Mucuri
Riscos de chuvas intensas	Regiões atingidas: Triângulo, Zona da Mata, Rio Doce e Central (Região Metropolitana de BH)
Risco elevado de inundações e deslizamentos de terreno na parte mais ao Sul do estado	Deslizamentos de terreno, sobretudo, na porção Sul, com uma grande sensibilidade das zonas urbanas
Áreas suscetíveis à desertificação	Regiões atingidas: Norte e Jequitinhonha-Mucuri

Fatores econômicos

As principais conclusões do diagnóstico relacionadas ao panorama econômico de Minas Gerais permitem extrair os seguintes elementos:

- Fatores positivos: uma economia forte e bem colocada a nível nacional; um PIB dinâmico e uma taxa de desemprego em queda.
- Fatores de sensibilidade
 - O PIB é distribuído de maneira muito desigual no território, com três regiões particularmente subdimensionadas em relação a seu peso territorial (Noroeste, Norte e Jequitinhonha-Mucuri) e uma região superdimensionada em termos de PIB (Central).
 - A desigualdade de renda é encontrada na distribuição da renda per capita, muito desfavorável nas regiões Norte, Jequitinhonha-Mucuri e Rio Doce.

As principais conclusões do diagnóstico, aliadas à análise setorial, revelam uma grande dependência de Minas Gerais a setores vulneráveis às mudanças climáticas:

- Fatores positivos: uma economia diversificada com grande valor agregado.
- Fatores de sensibilidade
 - A economia é muito dependente de setores sensíveis às mudanças climáticas: agricultura e pecuária, mineração (em função dos recursos hídricos e dos episódios de chuva intensa), silvicultura.
 - O estado depende muito, energeticamente, do setor hidrelétrico, que é muito sensível às mudanças climáticas. A sensibilidade regional é devido aos fatores econômicos ligados a esta atividade (taxas municipais, emprego local).



- O monitoramento da sensibilidade potencial de algumas atividades terciárias, como o turismo, deve ser reforçado.
- A infraestrutura rodoviária é precária em vários trechos e apresenta uma alta sensibilidade aos eventos extremos.

Fatores sociais

As principais conclusões do diagnóstico relacionadas à sensibilidade social de Minas Gerais permitem extrair os seguintes elementos:

- Fatores positivos: uma população jovem e, de modo geral, escolarizada.
- Fatores de sensibilidade
 - A população se concentra principalmente nas zonas urbanas, com um desequilíbrio de população na região Central; movimentos migratórios para os centros urbanos aumentam a pressão demográfica.
 - O crescimento da população tem saldo negativo nos municípios das regiões economicamente menos favorecidas.
 - Observa-se, quanto às condições de educação, uma divisão acentuada no território.
 - O estado apresenta doenças sensíveis às mudanças climáticas e desigualdades de condições de saúde desfavoráveis no norte.
 - O tratamento de esgotos é geralmente insuficiente em todo o território.

Fatores ambientais

As principais conclusões do diagnóstico relacionadas à análise ambiental de Minas Gerais permitem extrair os seguintes elementos:

- Fatores positivos:
 - Uma grande variedade de ecossistemas e uma biodiversidade particularmente rica.
 - Uma riqueza hídrica no território: muitos cursos d'água, rios e lençóis freáticos.

- Fatores de sensibilidade



- Os ecossistemas mineiros já estão muito ameaçados: o Cerrado (Central, Triângulo, Alto Paranaíba, Centro-Oeste, Noroeste) e a Mata Atlântica (Sul de Minas, Zona da Mata, Rio Doce, Jequitinhonha) já sofreram um grande desmatamento histórico e sofrem pressão da agricultura, da pecuária extensiva e da silvicultura.
- Muitas espécies já estão ameaçadas ou em vias de extinção.
- A qualidade ambiental do território já está relativamente degradada e o risco ambiental é elevado, especialmente nas regiões que tiveram um dinamismo econômico histórico.
- A disponibilidade hídrica natural é insuficiente em algumas regiões (Norte).
- A pressão sobre a demanda dos recursos hídricos é crescente, especialmente no Noroeste.

Fatores climáticos

As principais conclusões do diagnóstico relacionadas à análise climática de Minas Gerais permitem extrair os seguintes elementos:

Fatores de sensibilidade

- Os episódios de seca e de estiagem já são frequentes nas regiões Norte e Jequitinhonha.
- O risco de chuvas intensas é elevado nas regiões Triângulo, Zona da Mata, Rio Doce e na Região Metropolitana de BH, com vários prejuízos já contabilizados.
- O risco de inundação é elevado em muitas regiões, especialmente na Central, Zona da Mata e Norte. A observação dos eventos recentes mostra também uma alta sensibilidade do Rio Doce.
- O risco de deslizamento de terreno é elevado nas regiões da Zona da Mata, Rio Doce e Central.

EM DESTAQUE: MATRIZ DE SENSIBILIDADE

A sensibilidade de cada região a esses diversos fatores foi definida com base nos dados oficiais disponíveis durante a elaboração deste relatório. A matriz de sensibilidade e as fontes utilizadas para a condução do sistema de avaliação estão indicadas no fim de cada capítulo.



Avaliação qualitativa da sensibilidade regional

Os resultados dos diagnósticos econômico, social, ambiental e climático de Minas Gerais permitem propor uma avaliação regional da sensibilidade de Minas Gerais às mudanças climáticas. Os principais fatores de sensibilidade relacionados às mudanças climáticas foram identificados e mensurados de maneira qualitativa a partir dos dados apresentados neste relatório, especialmente os elementos cartográficos.

Fontes dos dados

As principais fontes de dados utilizadas para a elaboração da matriz de sensibilidade estão listadas na tabela abaixo. A legenda da matriz de sensibilidade especifica os indicadores utilizados para cada avaliação.

Tabela 14 - Principais fontes de dados para a avaliação regional da matriz de sensibilidade de Minas Gerais (Fonte: EnvirOconsult)

PRINCIPAIS FATORES	DADOS-FONTE PARA AVALIAÇÃO REGIONAL
PIB	Mapa de participação do PIB regional no PIB estadual – IBGE, 2008
Renda per capita	Dados regionais de renda per capita – FJP, 2010
Dependência econômica à agricultura e pecuária	Participação do valor agregado da agricultura e da pecuária no valor agregado regional – FJP, 2013
Dependência econômica da silvicultura	Mapa das áreas de estabelecimentos de florestas plantadas – IBGE, 2013
Dependência econômica do turismo	Números do turismo e do emprego regional – Observatório do Turismo de Minas Gerais e FJP, 2013
Dependência econômica da mineração	Mapa do valor médio anual da produção bruta de minérios – ZEE, 2007
Dependência energética das fontes sensíveis ao clima	Quadro da capacidade de geração hidrelétrica instalada – ANEEL, 2013
Condições precárias das infraestruturas rodoviárias	Mapa das condições para tráfego e fluxo de veículos pesados – FEAM, 2014
População / Pressão demográfica	Mapa da população regional – IGA, 2012
Dinâmica migratória	Quadro das taxas de crescimento demográfico dos municípios por região – FJP, 2010
Alta urbanização	Quadro do grau de urbanização – IBGE, 2010
Condições de educação	Mapa das condições de educação – ZEE, 2007
Condições de saúde	Mapa das condições de saúde – ZEE, 2007
Serviços de tratamento de esgoto	Mapa da população atendida por um sistema de tratamento de esgoto – FEAM, 2013



Qualidade ambiental	Mapa da qualidade ambiental (cobertura vegetal X qualidade da água X erosão) – ZEE, 2007
Risco ambiental	Mapa do risco ambiental (vulnerabilidade natural X atividades humanas) – ZEE, 2007
Disponibilidade hídrica	Mapa da vulnerabilidade natural associada à disponibilidade hídrica – ZEE, 2007 Mapa de déficit hídrico – SimMinas, 2013
Pressão sobre os recursos hídricos	Mapa da demanda total de água – IGAM, 2010
Ocorrência de seca e estiagens	Mapa dos decretos de emergência devido à seca e estiagens - Defesa Civil, 2013
Ocorrência de chuvas intensas	Mapa das chuvas intensas – Reis, 2013
Ocorrência de inundações	Mapa dos desastres naturais – Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres, 2013
Ocorrência de deslizamentos de terreno	Mapa dos desastres naturais – Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres, 2013
Áreas suscetíveis à desertificação	Mapas das áreas suscetíveis à desertificação – SEDVAN, 2010
Biomassas	IBGE, 2014
Vegetação nativa	IEF, 2009



Matriz e mapa de sensibilidade

Tabela 15 - Matriz de sensibilidade de Minas Gerais às mudanças climáticas: sistema de avaliação e índice por região (Elaboração: EnvirOconsult, EcoRessources, FEAM)

PRINCIPAIS FATORES DE SENSIBILIDADE	REGIÕES DE PLANEJAMENTO										
	Noroeste	Norte	Jequitinhonha	Triângulo	Alto Paranaíba	Centro-Oeste	Central	Rio Doce	Sul de Minas	Zona da Mata	
Fatores econômicos											
1. PIB	4	4	4	2	3	3	1	3	2	3	
2. Renda por habitante	3	4	4	1	2	2	1	3	2	2	
3. Dependência regional à agropecuária	4	3	3	2	4	2	1	2	3	2	
4. Dependência regional à silvicultura	3	2	2	2	3	2	2	3	2	2	
5. Dependência regional ao turismo	3	3	3	4	2	2	4	4	3	3	
6. Dependência regional à atividade de mineração	2	1	1	2	2	2	4	2	3	2	
7. Dependência à atividade de produção energética	1	1	1	4	3	1	4	2	4	4	
8. Condições precárias das infraestruturas rodoviárias	1	3	3	1	2	1	4	4	2	3	
Fatores sociais											
9. População / Pressão demográfica	1	2	1	2	1	1	4	2	3	3	
10. Dinâmica dos fluxos migratórios	4	2	4	1	1	2	3	4	3	4	
11. Urbanização	2	1	1	4	3	3	4	3	3	3	
12. Condições de educação	3	4	4	2	2	2	3	3	2	3	
13. Condições de saúde	4	4	4	3	2	1	3	3	2	2	
14. Serviços de saneamento	3	4	4	3	4	3	4	4	4	4	
Fatores ambientais											
15. Qualidade ambiental	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	
16. Risco ambiental	4	2	2	3	4	3	4	2	2	2	
17. Disponibilidade hídrica	3	4	4	3	2	2	3	3	2	3	
18. Pressão sobre os recursos hídricos	4	3	2	3	3	2	3	2	2	3	
Fatores climáticos											
19. Ocorrência de secas e estiagens	3	4	4	1	1	1	1	1	1	1	
20. Ocorrência de chuvas intensas	1	1	1	4	3	2	4	4	2	4	
21. Ocorrência de inundações	1	4	3	1	1	2	4	4	3	4	
22. Ocorrência de deslizamentos	1	2	2	1	1	1	3	3	1	4	
23. Zonas susceptíveis de desertificação	1	4	4	1	1	1	1	1	1	1	
ÍNDICE DE SENSIBILIDADE	2,6	2,8	2,7	2,3	2,3	2,0	3,0	2,9	2,4	2,9	



Legenda da matriz de sensibilidade

Fator	Indicador	Valores	Correspondências
1	Participação de cada região no PIB estadual (%)	1	> 40
		2	20 à 40
		3	10 à 20
		4	< 10
2	Renda per capita média (R\$/mês)	1	>900
		2	entre 700 e 900
		3	entre 500 e 700
		4	< 500
3	Participação da agricultura e pecuária no valor agregado regional total (%)	1	< 5
		2	5 à 14
		3	15 à 25
		4	> 25
4	Área dos estabelecimentos com florestas plantadas	1	Entre 3 e 117 ha
		2	Entre 118 à 317 ha
		3	Entre 318 à 1141 ha
		4	Entre 1142 e 43 330 ha
5	Parcela de empregados do setor turístico no emprego formal regional total (%)	1	<5%
		2	6-7%
		3	8-9%
		4	>10%
6	Valor médio anual da produção mineral bruta	1	Muito alto
		2	Alto
		3	Médio
		4	Baixo
7	Dependência à atividade de produção energética (MW produzidos)	1	< 500
		2	entre 500 e 1500
		3	Entre 1500 e 3000
		4	> 3000
8	Condições precárias das infraestruturas rodoviárias (kms comprometidos, nuançado pelo fluxo de veículos pesados)	1	18-84
		2	84-164
		3	164-366
		4	366-656



9	População regional	1	390 000 ate 1280000
		2	1280000 ate 2030000
		3	2030000 ate 6270000
		4	Mais de 6270000
10	% de municípios com taxa de crescimento negativo por região	1	< 15
		2	16 até 25
		3	26 até 35
		4	> 35
11	Grau de urbanização (% popo urbana em pop total)	1	<70
		2	70-79
		3	80-90
		4	>90
12	Condições de educação (condição predominante por região)	1	Muito favorável
		2	Favorável
		3	Pouco favorável
		4	Precário
13	Condições de saúde (condição predominante por região)	1	Muito favorável
		2	Favorável
		3	Pouco favorável
		4	Precário
14	População atendida por um sistema de tratamento de esgoto	1	Muito bom
		2	Bom
		3	Médio
		4	Precário
15	Qualidade ambiental	1	Muito bom
		2	Bom
		3	Médio
		4	Precário
16	Risco ambiental	1	Baixo
		2	Médio
		3	Elevado
		4	Muito elevado



17	Disponibilidade hídrica natural	1	Baixa
		2	Média
		3	Elevada
		4	Muito elevada
18	Pressão média sobre os recursos hídricos	1	Baixa
		2	Média
		3	Elevada
		4	Muito elevada
19	Ocorrência histórica de episódios de seca e estiagens	1	Baixa
		2	Média
		3	Elevada
		4	Muito elevada
20	Ocorrência histórica de episódios de chuvas intensas	1	Baixa
		2	Média
		3	Elevada
		4	Muito elevada
21	Ocorrência histórica de episódios de inundações	1	Baixa
		2	Média
		3	Elevada
		4	Muito elevada
22	Ocorrência histórica de episódios de deslizamentos de terreno	1	Baixa
		2	Média
		3	Elevada
		4	Muito elevada
23	Áreas susceptíveis à desertificação	1	Não
		4	Sim

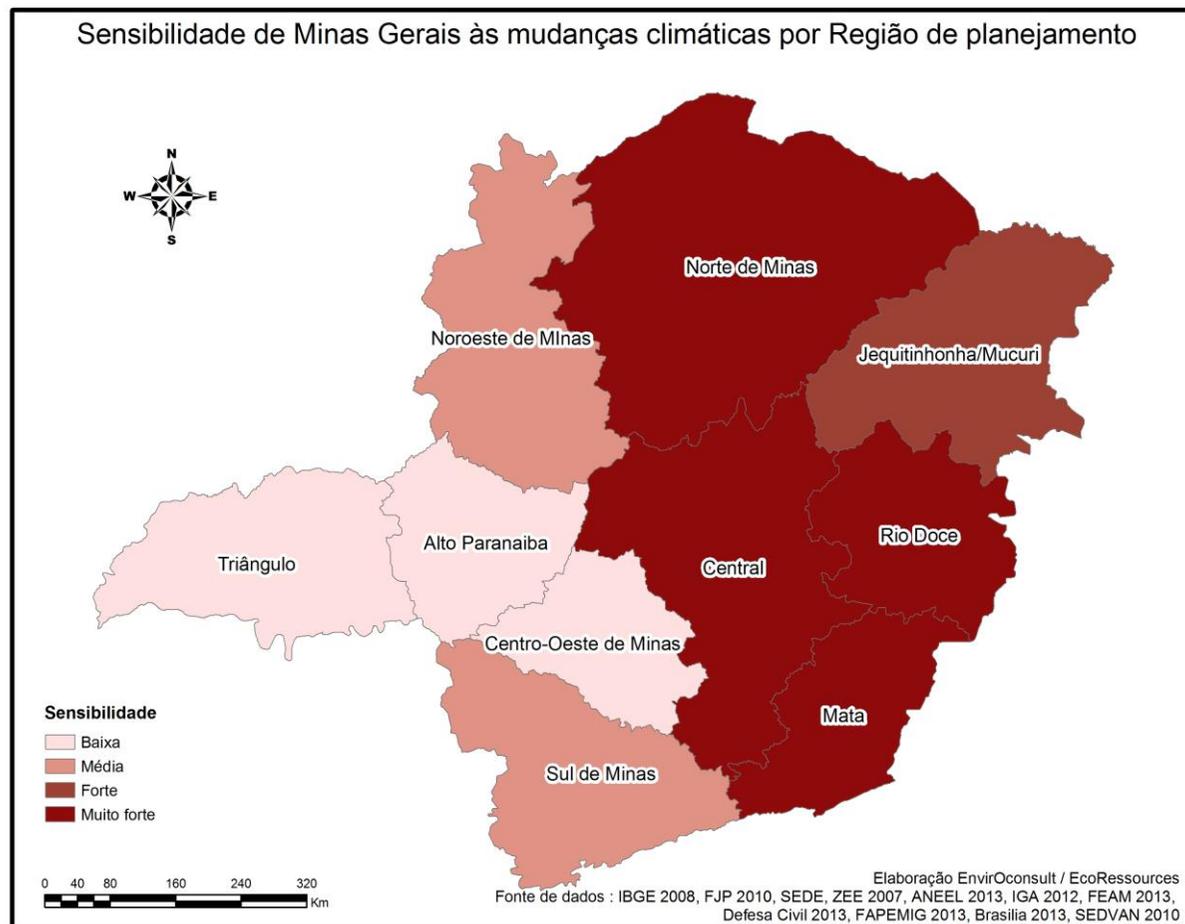


Figura 61 - Mapa regional da sensibilidade de Minas Gerais às mudanças climáticas: sistema de avaliação e índice por região (Elaboração: Enviroconsult, EcoResources e FEAM)



Capítulo 4 - Os impactos das mudanças climáticas

O aumento das temperaturas e a mudança nos regimes de chuvas

O 5º relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), divulgado em setembro de 2013, mostra intensificação das mudanças climáticas. Segundo os resultados do relatório, a temperatura média do planeta poderá aumentar até 4,8 graus Celsius ainda neste século, com aumento da intensidade e frequência de eventos climáticos extremos– o que potencialmente pode resultar em significativos impactos socioeconômicos e ecológicos.

O 1º Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas, publicado em novembro de 2013, apresenta projeções regionalizadas do clima para os grandes biomas brasileiros para os seguintes períodos: 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100 (figura abaixo). Essas projeções foram feitas com base em resultados científicos de modelagens climáticas globais e regionais.

No caso da Mata Atlântica que cobre uma parcela importante do território mineiro, os resultados mostram, no horizonte de 2100, uma diminuição das precipitações e um aumento das temperaturas, que podem atingir, respectivamente, -35% e +4°C no inverno. No caso do Cerrado, a diminuição das chuvas poderia chegar a -45%, e o aumento das temperaturas, a +5,5°C (inverno). No caso da Caatinga, a diminuição das chuvas poderia chegar a -50%, e o aumento das temperaturas, a +4,5°C (inverno). Deve-se observar que a incerteza dessas projeções é maior no caso do Cerrado e da Mata Atlântica e os valores apresentados acima se referem a cenários de aumento global das emissões de gases de efeito. Em todos os casos, as alterações climáticas a serem previstas se revelam especialmente intensas nas zonas que cobrem Minas Gerais⁶⁵.

⁶⁵ Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas, Sumário Executivo, 2013

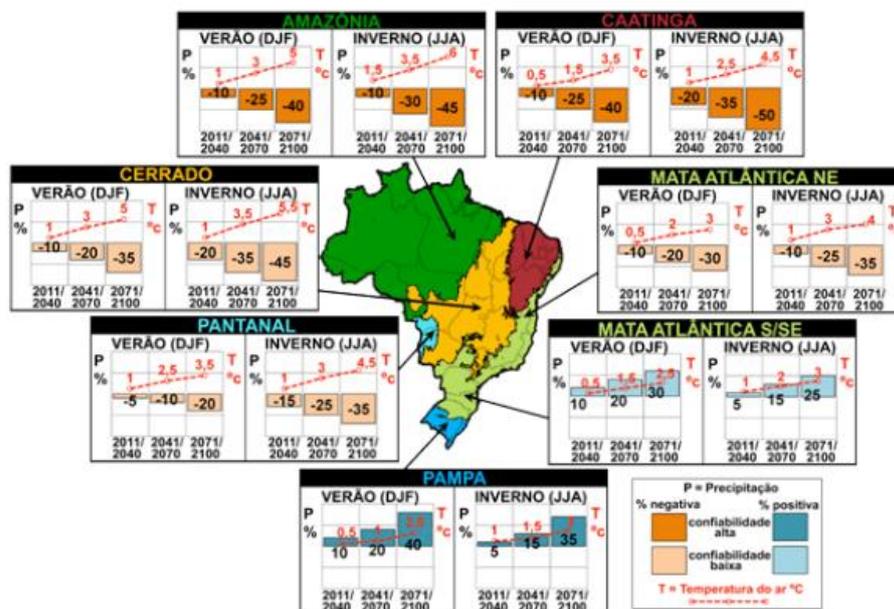


Figura 62 - Projeções regionalizadas do clima para os biomas brasileiros (Fonte: Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas, Sumário Executivo, 2013)

De forma pioneira no Brasil, a Fundação Estadual do Meio Ambiente publicou, em 2011, um importante estudo com vistas a contribuir para o desafio de preparar o estado de Minas Gerais para o enfrentamento dos riscos das mudanças do clima em seu território. O estudo aplica o modelo climático regional PRECIS – *Providing Regional Climates for Impact Studies*, para Minas Gerais e apresenta as temperaturas e precipitações anômalas previstas para as microrregiões do Estado em função dos cenários de emissão A2-BR e B2-BR⁶⁶.

O modelo prevê um clima mais quente em todo o território até o fim do século. Enquanto o cenário otimista (B2) (redução das emissões globais) prevê um aumento variando entre 2°C e 4°C, o A2 projeta variações oscilando entre 3°C e 5°C.

As regiões mais atingidas seriam: Jequitinhonha-Mucuri, Norte, Noroeste, Triângulo e Alto Paranaíba (figura abaixo).

⁶⁶ Os especialistas do IPCC se baseiam em seis cenários mais ou menos emissores para descrever o clima do futuro, o que possibilita chegar a suas "melhores estimativas": um aquecimento global de 1,8 a 4 graus no horizonte de 2100. O cenário A2 é pessimista: ele considera que as mudanças climáticas não são uma preocupação da sociedade e que nenhuma medida será aplicada para atenuá-las. Ele prevê um aumento da temperatura mundial de + 3,4°C em média (entre 2 e 5,4°C). O cenário B2 é mais otimista e prevê um aumento médio de + 2,4°C (entre 1,4 e 3,8°C). Ele descreve um mundo em que as sociedades se preocupam com as mudanças climáticas e, conseqüentemente, adotam medidas. Os cenários brasileiros A2-BR e B2-BR estão alinhados sobre os cenários A2 e B2 do IPCC.

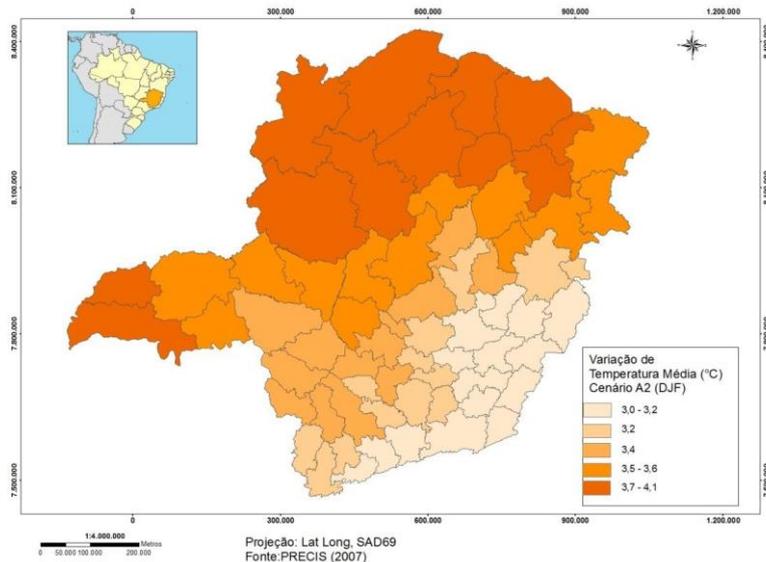


Figura 63 - Variações de temperatura média para o trimestre dezembro-fevereiro de 2080, conforme o cenário A2-BR (Fonte: Avaliação dos Impactos das Mudanças Climáticas na Economia Mineira, FEAM, 2011)

O modelo climatológico prevê, por outro lado, um aumento global das precipitações em todo o território, uma evolução acentuada na região do centro-sul, com variações atingindo cerca de 67 mm de acréscimo na média mensal em 2080. O Norte poderia sofrer uma redução das precipitações médias mensais, com uma queda prevista entre -9,4 e -17,3 mm nos meses de janeiro a fevereiro (figura abaixo).

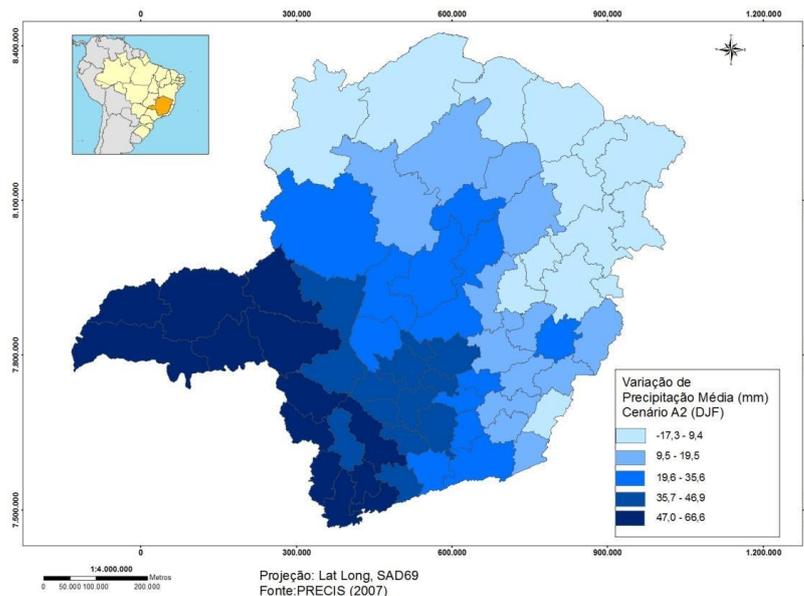


Figura 64 - Variações de precipitações médias mensais para o trimestre dezembro-fevereiro de 2080, conforme o cenário A2-BR (Fonte: Avaliação dos Impactos das Mudanças Climáticas na Economia Mineira, FEAM, 2011)



Nota metodológica:

O modelo PRECIS foi desenvolvido pelo Hadley Centre no Reino Unido. É um sistema de modelagem climática regional que permite projeções detalhadas de mudanças climáticas para qualquer região do mundo.

A precipitação (mm/dia) é uma das variáveis que pode ser simulada pelo modelo, em função dos três cenários seguintes: referência (período 1960-1990), B2 e A2 (período 2070-2100).

O modelo apresenta diferenças entre os dados simulados pelos modelos climáticos regionais e os dados observados até então, principalmente no período de referência. Isso demonstra a dificuldade para modelar um clima regional. Convém, por outro lado, notar que o cenário mais pessimista do modelo PRECIS (A2) prevê precipitações atuais inferiores às observadas na região estudada. Isso se deve provavelmente às limitações na calibração e grandes faixas de incertezas do modelo (período de referência).

Essas constatações levam a considerar os resultados das simulações climáticas do PRECIS com cautela, especialmente no caso das precipitações para o território mineiro.

Impactos econômicos

Um PIB em queda em todos os cenários

As simulações realizadas pela FEAM em Minas Gerais para estimar as consequências econômicas das alterações climáticas demonstram um impacto negativo nos dois cenários de evolução das emissões consideradas:

- Redução de -0,5% do PIB em 2035 e de -1% do PIB em 2050, para o cenário A2-BR.
- Redução de -1,6% do PIB em 2035 e -2,6% em 2050, para o do cenário B2-BR.
- A análise dos cenários indica uma intensificação do ritmo da queda do PIB com o passar do tempo⁶⁷.

Os principais fatores desse impacto econômico agregado são as alterações da capacidade produtiva (principalmente a agricultura e pecuária em Minas Gerais) e algumas implicações, como as mudanças ligadas ao mercado de trabalho como efeito da vulnerabilidade da população às mudanças climáticas.

⁶⁷ Avaliação dos Impactos das Mudanças Climáticas na Economia Mineira, FEAM, 2011.



A estrutura heterogênea da economia mineira, tanto nos setores quanto nas regiões, leva à previsão de um impacto econômico heterogêneo das mudanças climáticas.

A agricultura e a pecuária aparecem como os setores diretamente mais sensíveis ao clima. A produção desses setores poderia sofrer uma queda variando entre -3,8% (A2-BR) e -3,0% (B2-BR), conforme tabela abaixo.

Os setores industriais e os serviços ligados diretamente ao consumo doméstico também poderiam ser afetados negativamente pela queda do consumo real devido ao aumento do custo de vida⁶⁸.

Tabela 16 - Impactos no PIB associados às mudanças climáticas, 2035 e 2050, Cenários A2-BR e B2-BR (segundo o PIB setorial projetado sem mudanças climáticas para 2035 e 2050). (Fonte: Avaliação dos Impactos das Mudanças Climáticas na Economia Mineira, op.cit.)

Setores	A2-BR		B2-BR	
	2035	2050	2035	2050
Agropecuária	-1,85%	-3,86%	-1,22%	-3,04%
Agricultura, silvicultura, exploração florestal	-2,03%	-4,65%	0,14%	-1,45%
Pecuária e pesca	-1,46%	-2,10%	-3,90%	-6,25%
Indústria	-0,73%	-1,15%	-2,23%	-3,49%
Serviços	-0,15%	-0,36%	-1,43%	-2,22%
Minas Gerais	-0,53%	-1,00%	-1,67%	-2,69%
Brasil	-0,28%	-0,51%	-1,48%	-2,26%

Uma potencial pressão para diminuição das áreas agricultáveis e um aumento das pastagens

A atividade agropecuária é naturalmente sensível aos efeitos das mudanças climáticas. A tabela a seguir ilustra as simulações de variações de áreas de lavoura, pastagens e florestas estimadas para os estabelecimentos agrícolas de Minas Gerais a partir das premissas econômicas consideradas no estudo. Observa-se um potencial aumento das áreas de pastagens (entre +11% e +15,2% no período 2070-2100), contra uma diminuição a longo prazo das áreas de lavoura (entre -5% e -18% no período 2070-2100).

⁶⁸ Avaliação dos Impactos das Mudanças Climáticas na Economia Mineira, op.cit.



Tabela 17 - Variações das superfícies de lavoura, pastos e florestas em Minas Gerais, conforme os cenários A2-BR e B2-BR (Fonte: Avaliação dos Impactos das Mudanças Climáticas na Economia Mineira, op.cit.)

Horizonte	Cenário A2-BR			Cenário B2-BR		
	Lavoura	Pasto	Floresta	Lavoura	Pasto	Floresta
2010-2040	-3,1%	10,9%	-34,7%	9,6%	7,1%	-30,1%
	(-191.918ha)	(2.752.852ha)	(-2.560.941ha)	(472.412ha)	(1.807.355ha)	(-2.279.768ha)
2040-2070	-1,0%	11,9%	-40,2%	9,1%	8,5%	-35,2%
	(-47.241ha)	(3.016.484ha)	(-2.969.243ha)	(448.792ha)	(2.147.027ha)	(-2.595.818ha)
2070-2010	-5,0%	11,0%	-34,2%	-18,0%	15,2%	-40,0%
	(-255.890ha)	(2.778.207ha)	(-2.522.317ha)	(-886.757ha)	(3.842.848ha)	(-2.956.901ha)

Nota metodológica:

Convém observar que as projeções quantitativas do modelo mencionado acima se baseiam em hipóteses restritivas sobre o comportamento dos agentes econômicos (racionalidade dos agentes econômicos e teoria econômica neoclássica). Dessa forma, a substituição de florestas para fins agropecuários (desmatamento) parte da premissa de que os produtores rurais e agentes econômicos buscarão as opções mais rentáveis disponíveis para o aumento da renda familiar, independentemente das barreiras sociais e políticas. Assim, os resultados devem ser interpretados como possíveis trajetórias de mudanças de uso da terra no caso de ausência de políticas públicas que permitam a valoração dos recursos naturais e restrinjam o comportamento expansivo dos produtores rurais. Apesar dos limites associados a essas hipóteses, da abordagem metodológica e das incertezas sobre os parâmetros e coeficientes, a utilização desse modelo de avaliação de impacto é muito interessante para se identificar tendências e permite algumas aplicações mais genéricas, como: a) a geração de projeções setoriais baseadas em cenários macroeconômicos; b) a análise do impacto das políticas econômicas em função do crescimento; c) a integração com modelos regionais de cenários para as regiões e os Estados brasileiros.

Os principais impactos observados na atividade são⁶⁹:

- ▲ Aumento das áreas de pastagens: sobretudo a conversão das zonas de florestas em pastagens degradadas.

⁶⁹ Avaliação dos Impactos das Mudanças Climáticas na Economia Mineira, op.cit.



- Varição das áreas de cultivo: o impacto é menor que nas pastagens e florestas e as variações são reduzidas. Os avanços tecnológicos no período poderiam vir a neutralizar os impactos.
- Pecuária nas regiões pobres: a perda de participação das regiões Norte e Nordeste na economia do Estado e o aumento da atividade pecuarista sugerem que essas áreas mais pobres sofrerão uma intensificação da pecuária extensiva e de baixa produtividade (“precarização”).
- Produtividade de algumas culturas: os impactos na produtividade podem ser positivos para algumas culturas. A redução dos períodos de geada no sul poderia favorecer o desenvolvimento de alguns cultivares e o aumento das temperaturas poderia permitir estender o período propício à sementeira de algumas delas. Entretanto, como o estudo não avaliou o impacto dos eventos climáticos extremos, o aumento da produtividade pode ser negativamente compensado pelo aumento das perdas nas safras.
- Adaptação da cana-de-açúcar: as simulações mostram que a cana é uma das culturas mais capazes de se adaptar às mudanças climáticas e poderia ter um aumento de produtividade.

As microrregiões situadas ao norte do Estado seriam mais duramente atingidas pelas alterações do clima e poderiam sofrer impactos mais severos em termos de redução das áreas de lavoura, devido à perda de rentabilidade agrícola e ao aumento das áreas de pastagem de baixo rendimento.

A produção de milho particularmente poderá ser afetada pela redução dos períodos de chuva. Mesmo as culturas de ciclo mais curto, como o feijão preto, poderiam ter sua produtividade muito reduzida. Essas duas culturas são fundamentais para a segurança alimentícia da região e a sua inviabilidade acarretaria em grandes problemas socioeconômicos⁷⁰.

As regiões do sul do Estado e do Triângulo seriam comparativamente menos afetadas. Por outro lado, novas condições climáticas poderiam tornar algumas culturas mais favoráveis, incitando assim a migração das áreas de cultivo para o sul.

⁷⁰ Plano de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca de Minas Gerais, (PAE/MG), SEDVAN/IDENE, novembro de 2010.



As disparidades regionais tenderão, então, a se agravar, sabendo-se que as regiões mais afetadas pelo clima seriam as atualmente menos desenvolvidas economicamente e que têm as populações mais vulneráveis do Estado⁷¹.

Um potencial aumento de pressões para desmatamento e riscos para florestas plantadas

Conforme ilustrado na tabela de cima, uma diminuição do PIB variando entre -1,45% (B2-BR) e -4,65% (A2-BR) é esperada em 2050 nas atividades de agricultura, silvicultura e exploração florestal.

Além disso, os resultados das simulações apresentados mostram uma tendência de redução das zonas de florestas favorecidas pelas mudanças climáticas em Minas Gerais. As florestas teriam uma diminuição de superfície em todo o período estudado (2010-2100) de maneira constante conforme as premissas do estudo.

Essa diminuição das zonas florestais nos estabelecimentos agrícolas seria devido principalmente às estratégias de adaptação dos agricultores rurais, que responderiam à queda da produtividade das terras agrícolas causada pelas mudanças climáticas com uma intensa conversão das florestas em zonas agrícolas, acelerando o processo de desmatamento. Trata-se, nesse caso, de impactos indiretos oriundos da competição entre os usos do solo.

Impactos diretos das mudanças climáticas sobre as florestas plantadas devem também ser previstos, por exemplo, os incêndios florestais mais frequentes em episódios de seca ou a chegada de novos predadores e doenças que afetam essas espécies. Além disso, há incertezas quanto à resistência das espécies em caso de aumento das temperaturas. Esses impactos sobre as florestas plantadas causariam um impacto em todo o setor madeireiro⁷² e siderúrgico.

Um setor de mineração exposto às alterações hídricas

Não há, atualmente, nenhum estudo que permita inferir sobre o impacto econômico das mudanças climáticas na mineração em Minas Gerais. Entretanto, um conjunto de impactos clássicos relacionados às evoluções climáticas observadas em Minas Gerais pode ser identificado.

⁷¹ Avaliação dos Impactos das Mudanças Climáticas na Economia Mineira, op.cit. cit.

⁷² Impacto das mudanças climáticas na silvicultura e no melhoramento florestal, Rosana Clara Victoria Higa, EMBRAPA.

As áreas minerárias estão situadas principalmente na porção sul do Estado, o que as expõe, no futuro, a fenômenos climáticos como precipitações intensas e inundações. Por outro lado, as áreas são muito dependentes dos recursos hídricos, como mostra a figura abaixo que indica as principais barragens de Minas Gerais ligadas às atividades de mineração.

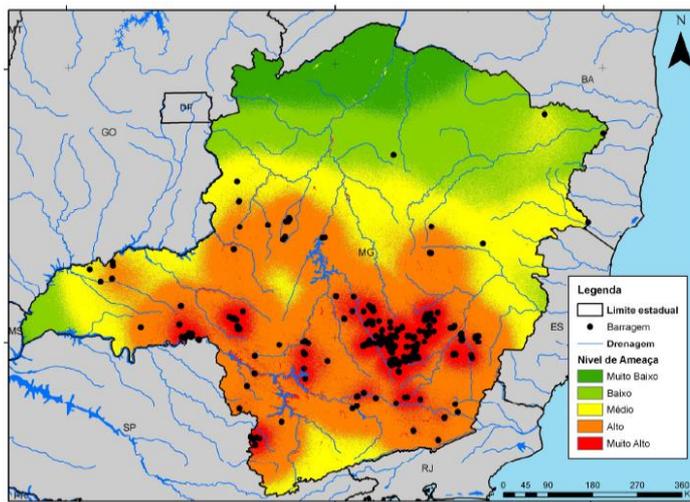


Figura 65 - As barragens ligadas à mineração em Minas Gerais e as ameaças ambientais associadas (Fonte: Áreas de Risco Ambiental por Barragens no Estado de Minas Gerais, IBAMA, 2013)

Impactos na infraestrutura

Os fenômenos meteorológicos extremos e o aumento das precipitações poderiam ameaçar e danificar a integridade das obras hidráulicas nos locais de mineração (diques, fossos, desaguadouros, lagoas de retenção, minerodutos), assim como das estruturas de contenção dos resíduos, como as coberturas e as bacias de rejeitos. Esses eventos podem contribuir para o aumento da erosão, da drenagem ácida de minas e para a poluição dos cursos d'água ou lençóis freáticos⁷³.

Impactos sobre as operações mineradoras

As operações de mineração são particularmente vulneráveis às mudanças climáticas. Grandes impactos na produtividade podem ser causados em caso de fortes chuvas e inundações quando as minas a céu aberto ou subterrâneas se tornam inacessíveis e/ou os equipamentos inutilizáveis. Os impactos diretos são os custos associados ao gerenciamento

⁷³ A indústria de mineração e o desenvolvimento sustentável, Disciplina de pesquisa e intervenção em eco-conselho, Universidade do Quebec em Chicoutimi, janeiro de 2013.



pós-inundação, como a evacuação de grandes volumes de água contaminada, a reparação dos danos etc.⁷⁴.

Como a exploração minerária é muito dependente da água, os episódios de seca e o aumento da escassez de água são um grande desafio, acarretando um risco de redução repentina e considerável dos recursos hídricos disponíveis para as operações mineradoras e conflitos de uso com as populações e indústrias vizinhas⁷⁵.

Uma produção energética particularmente exposta

Hidroeletricidade

A grande participação das usinas hidrelétricas na matriz elétrica nacional torna o setor particularmente sensível às variações hidrológicas (vazões dos cursos d'água) causadas pela evolução das variáveis climáticas (temperaturas e precipitações).

Segundo um estudo realizado sobre as mudanças climáticas e a segurança energética brasileira⁷⁶, as previsões sobre os cenários climáticos mostram uma diminuição da vazão média das águas que chegam às usinas hidrelétricas, variando de -8,6% (A2) a -10,8% (B2). As usinas da bacia do rio São Francisco seriam as mais atingidas, com uma queda que pode chegar até -26,4% no cenário B2 (tabela abaixo). Essa bacia cobre uma grande parte do Estado de Minas Gerais.

Tabela 18 - Variação média de vazão anual (esquerda) e de geração média de energia (direita) em relação às projeções de referências para 2071-2100 (Fonte: Mudanças Climáticas e Segurança Energética no Brasil, COPPE/Embaixada do Reino Unido, junho de 2008)

BACIA	A2	B2	BACIA	A2	B2
Rio Paraná	-2,4%	-8,2%	Rio Paraná	0,7%	-1,2%
Grande	1,0%	-3,4%	Grande	0,1%	-0,8%
Paranaíba	-5,9%	-5,9%	Paranaíba	-1,4%	-1,9%
Parapanema	-5,0%	-5,7%	Parapanema	-1,4%	-2,5%
Parnaíba	-10,1%	-10,3%	Parnaíba	-0,8%	-0,7%
São Francisco	-23,4%	-26,4%	São Francisco	-4,3%	-7,7%
Tocantins/Araguaia	-14,7%	-15,8%	Tocantins/Araguaia	-0,1%	-0,3%
MÉDIA	-8,6%	-10,8%	MÉDIA	-1,0%	-2,2%

⁷⁴ Adapting to climate risks and extreme weather: A guide for mining and minerals industry professionals, Rapport final, National Climate Change Adaptation Research Facility of Australia, 2013.

⁷⁵ Adapting to climate risks and extreme weather: a guide for mining and minerals industry professionals, *op. cit.*

⁷⁶ Mudanças Climáticas e Segurança Energética no Brasil, COPPE/Embaixada do Reino Unido, junho de 2008.

As quedas na vazão acarretariam uma redução da produção dessas usinas entre 1% (A2) e 2,2% (B2), com um impacto muito maior sobre as usinas do rio São Francisco (até -7,7%). Para essa bacia hidrográfica, a gestão dos reservatórios não possibilitaria a compensação das perdas de vazão natural.

Um estudo realizado pelo Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS) sobre a vulnerabilidade às mudanças climáticas do setor elétrico brasileiro analisa os impactos sobre a produção de hidroeletricidade com base em 3 estudos de caso no horizonte de 2050⁷⁷ (figura abaixo).

Os resultados desse estudo mostram que as usinas sem reservatório de água ou com reservatórios não dimensionados a sua capacidade são as mais vulneráveis às variações hidrológicas e têm margens de capacidade de adaptação muito reduzidas.

No caso de uma pequena usina a fio d'água (30 MW), as conclusões são as seguintes:

- Se a usina está integrada à rede nacional, as condições de produção seriam favoráveis no horizonte de 2050.
- Em condições de autoprodução (por exemplo, industrial), uma vulnerabilidade em termos de segurança energética é constatada nos meses mais secos (7 meses).

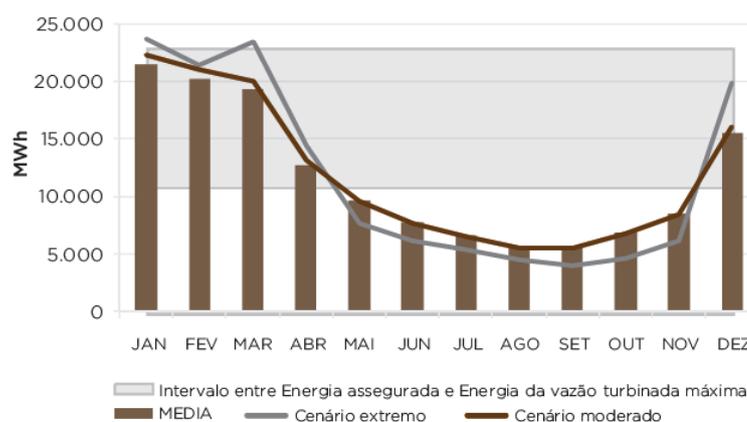


Figura 66 - Variações de produção de uma usina de pequeno porte, cenário 2050 (Fonte: Estudo sobre a adaptação e vulnerabilidade à mudança climática: o caso do setor elétrico brasileiro, CEBDS, abril de 2013)

No caso de uma usina de médio porte, do tipo 100 MW, a análise mostra que a vulnerabilidade está fortemente ligada à presença de um reservatório de água adaptado (figura abaixo).

⁷⁷ Estudo sobre a adaptação e vulnerabilidade à mudança climática: o caso do setor elétrico brasileiro, CEBDS, abril de 2013.



- Se essa usina funciona somente a fio d'água, então a produção no período seco é bem inferior ao cenário de base, e a produção anual acusa uma queda de 4% da produção.
- Por outro lado, a existência de um reservatório de grande capacidade permite ao produtor ter uma segurança energética estável ao longo do ano, e uma produção anual aumentada entre 3% e 5% em relação ao cenário de base.

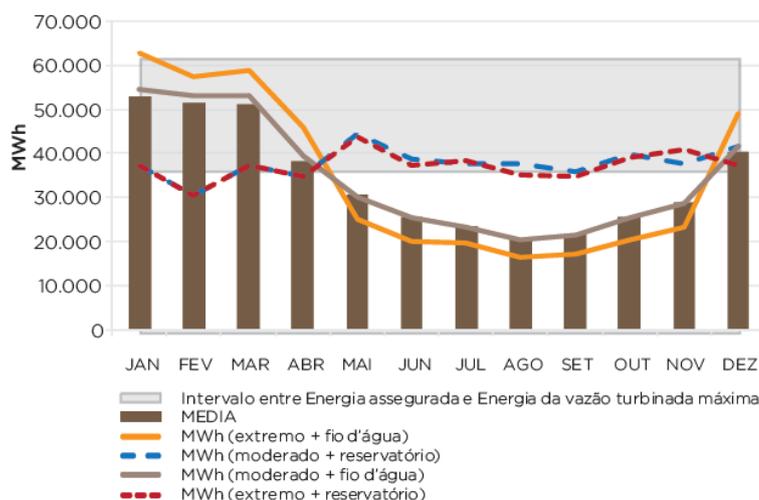


Figura 67 - Variações de produção de uma usina de 100MW, com ou sem reservatório, cenário 2050 (Fonte: Estudo sobre a adaptação e vulnerabilidade à mudança climática: o caso do setor elétrico brasileiro, CEBDS, abril de 2013)

A simulação em uma grande usina (potencial instalado superior a 1.000 MW), mas com um reservatório de pequena capacidade (45 dias de autonomia) mostra que, mesmo em caso de utilização do reservatório nos meses mais secos, a produção anual permanece sistematicamente inferior ao cenário de base. A diminuição da produção é ainda mais significativa no caso de uma grande usina a fio d'água.

Outras energias

As turbinas das usinas termelétricas a gás natural são sensíveis às variações de temperatura e umidade. As evoluções projetadas para os cenários A2 e B2 poderiam causar uma diminuição da eficiência operacional dessas usinas. Entretanto, os impactos são considerados pequenos e não representam uma questão prioritária no caso de Minas Gerais⁷⁸.

⁷⁸ Mudanças Climáticas e Segurança Energética no Brasil, *op. cit.*



O clima é um fator muito influente na produtividade da cana-de-açúcar, uma cultura de grande importância para a produção de bioetanol em Minas Gerais. Entretanto, os resultados de projeções climáticas para o Brasil sugerem que as principais regiões produtoras continuarão nos limites de temperatura propícios à cana-de-açúcar. É possível que modificações de distribuição geográfica ocorram, mas o impacto a ser previsto sobre a produção de etanol é bastante pequeno⁷⁹.

Impactos sobre o turismo ainda pouco conhecidos

De acordo com a Pesquisa de Demanda de Turismo feita em Minas Gerais, em 2012, pela Secretaria de Estado de Turismo, 23,1% dos visitantes de Minas Gerais viajam por motivos de lazer ou passeio. O ecoturismo e o turismo cultural seriam as maiores atividades de lazer turísticas, contabilizando respectivamente 40% e 34%, como ilustrado na figura.⁸⁰



Figura 68 - Principais razões para o turismo de lazer em Minas Gerais (Fonte: Pesquisa de Demanda de Turismo, 2012, Secretaria de Estado de Turismo)

Os principais destinos ligados ao ecoturismo são os seguintes: Lambari, São Lourenço, Carrancas, Lima Duarte, Alto Caparaó, Santana do Riacho, Cordisburgo e Caxambu⁸¹. À exceção dos dois últimos municípios, que se situam nas proximidades da capital Belo Horizonte, todos os outros destinos eco-turísticos se encontram no sudeste de Minas Gerais, ou seja, na zona coberta pelo bioma Mata Atlântica.

⁷⁹ Mudanças Climáticas e Segurança Energética no Brasil, *op. cit.*

⁸⁰ Pesquisa de Demanda de Turismo, 2012, Secretaria de Estado de Turismo.

⁸¹ Pesquisa de Demanda de Turismo, *op. cit.*



Essas constatações mostram a importância da preservação dos *habitats* naturais e das paisagens desse bioma no dinamismo do setor turístico em Minas Gerais. Embora nenhum estudo atualmente permita fazer uma análise quantitativa dos impactos das mudanças climáticas sobre esse setor, a análise do turismo mineiro revela as regiões do sudoeste como as zonas com desafios para a evolução desse setor, considerando-se a vulnerabilidade da floresta tropical às alterações climáticas e os potenciais impactos na infraestrutura de transportes.

Impactos sobre os transportes a serem apurados pelo Estado

Não há, atualmente, nenhum estudo específico que permita conhecer o impacto das mudanças climáticas sobre o sistema de transporte de Minas Gerais em termos de zonas críticas e custos. Entretanto, um conjunto de impactos potenciais ligados às evoluções climáticas observadas em Minas Gerais pode ser identificado.

Impactos no transporte rodoviário

O aumento das temperaturas pode acarretar fenômenos físicos como deformações da pista, causando a formação de sulcos e buracos e fragilizando as cabeceiras das pontes. As zonas de tráfego denso estão particularmente expostas. O forte calor também pode retardar as atividades de construção, especialmente nas zonas úmidas.

O aumento das precipitações extremas diárias terá consequências sobre a inundação de estradas e túneis, levando à diminuição da velocidade de circulação, atrasos nas construções e fragilização dos solos que servem de sustentação para as infraestruturas⁸².

As alterações climáticas previstas para Minas Gerais poderiam, então, acarretar o aumento nos custos de construção e manutenção de estradas. Adicionalmente, deve-se observar que um aumento das temperaturas pode causar superaquecimento de veículos e uma rápida deterioração dos pneus.

Considerando a magnitude da malha rodoviária existente no território mineiro, podemos inferir que as mudanças climáticas representam um importante risco estrutural e financeiro para a infraestrutura de transporte e economia mineira. Dessa forma, recomenda-se fortemente uma avaliação de custos e riscos associadas aos eventos climáticos para o setor.

⁸² EPA - Agência de Proteção do Meio Ambiente dos Estados Unidos, site, Impactos das mudanças climáticas sobre o transporte.



Impactos no transporte ferroviário

O aumento de temperatura pode provocar uma maior dilatação ou deformação dos trilhos, causando movimentação das vias. As ondas de calor tornam necessários consertos mais frequentes nos trilhos e uma diminuição das velocidades de circulação para evitar descarrilamentos. Por outro lado, as fortes precipitações aumentam as situações de atraso e parada de circulação⁸³.

Impactos no transporte fluvial

A diminuição dos níveis das águas (relacionada ao aumento dos episódios de seca) pode reduzir a navegabilidade das vias aquáticas interiores. Além disso, os acontecimentos climáticos extremos (tempestades, inundações) podem causar um impacto nas instalações portuárias⁸⁴.

Impactos sociais

Um risco de queda da qualidade de vida das populações em um cenário de inação

Segundo a Avaliação dos Impactos das Mudanças Climáticas na Economia Mineira, feita pela FEAM e a Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas, os efeitos das mudanças climáticas sobre o PIB regional, particularmente o impacto sobre a agricultura e a pecuária, podem aumentar as disparidades territoriais ao aumentar o peso econômico das regiões do sul e do centro em detrimento do noroeste ou do nordeste.

De fato, os impactos negativos mais fortes estão localizados nas zonas rurais e nas regiões menos desenvolvidas do Estado, conforme Figura 66⁸⁵.

⁸³ EPA, *op. cit.*

⁸⁴ EPA, *op. cit.*

⁸⁵ Avaliação dos Impactos das Mudanças Climáticas na Economia Mineira, *op.cit.*

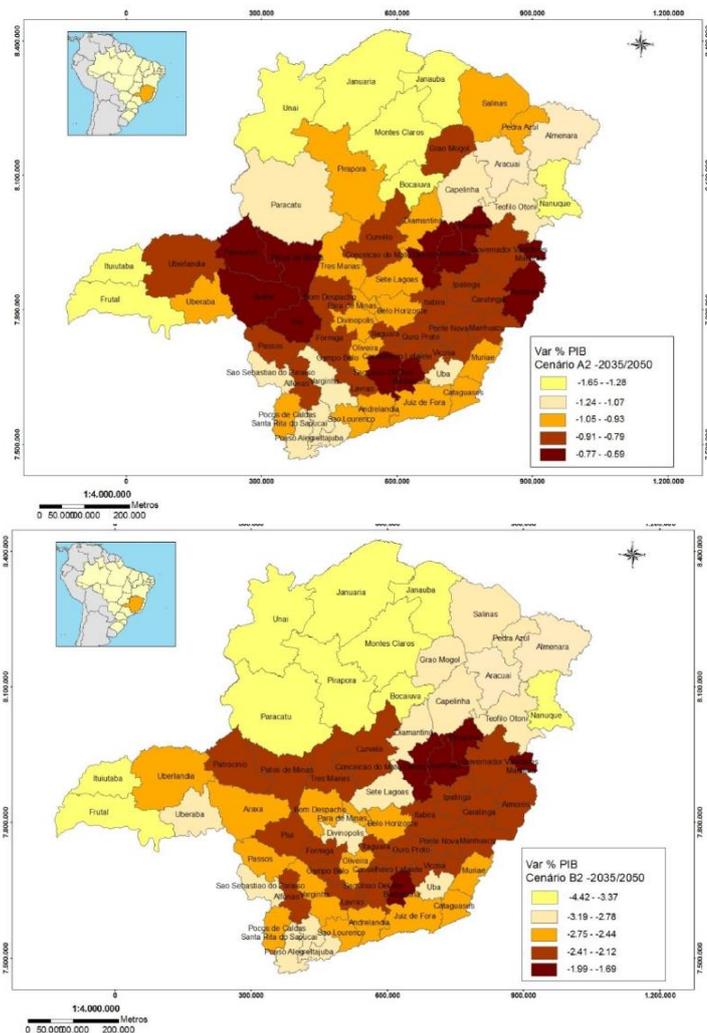


Figura 69 - Impacto potencial no PIB regional dos cenários A2-BR (no alto) e B2-BR (abaixo) - 2035-2050 (% relativa ao cenário sem mudanças climáticas) (Fonte: Avaliação dos Impactos das Mudanças Climáticas na Economia Mineira, op. cit.)

Estudo recente financiado pelo Governo de Minas (Barbiere et al., 2013) sobre a vulnerabilidade multidimensional de Minas Gerais às mudanças climáticas chega a conclusões semelhantes. As perdas potenciais de renda (produto regional bruto) e de emprego estão concentradas na parte norte do estado e na região do Triângulo, impactadas pelos efeitos na agricultura. A porção sul do território mineiro, com forte base industrial e menos dependente da agricultura pode sofrer impactos econômicos menores⁸⁶.

⁸⁶ Vulnerabilidades e adaptação às mudanças climáticas: uma avaliação integrada das dimensões sociodemográficas, econômica e de saúde para o Estado de Minas Gerais, Relatório final, FAPEMIG, Belo Horizonte, agosto de 2013.



Uma pressão migratória crescente para as zonas urbanas

Os impactos das mudanças climáticas sobre os fluxos migratórios seriam, sobretudo, impactos indiretos ligados a fatores econômicos. Os impactos constatados na evolução econômica regional sugerem um aumento dos fluxos migratórios das zonas rurais para as zonas urbanas.

As dificuldades de absorção da mão-de-obra nos pequenos municípios rurais ligadas à diminuição das atividades econômicas poderiam acentuar o êxodo rural. A pressão migratória seria particularmente forte nas cidades de porte médio e na região metropolitana de Belo Horizonte, que oferecem mais oportunidades de emprego, especialmente nos serviços públicos⁸⁷.

O estudo sobre a vulnerabilidade multidimensional de Minas Gerais às mudanças climáticas reforça essa conclusão⁸⁸: as migrações ligadas às mudanças climáticas poderiam formar grupos sociais economicamente vulneráveis, por exemplo, produtores agrícolas sem bens de produção ou sem mecanismo de adaptação de seus sistemas produtivos ou, ainda, agricultores que dispõem de meios insuficientes para alocar seu trabalho ou capital em outro local.

Partindo do pressuposto de que a pressão migratória será particularmente forte nas cidades de médio e grande porte, é possível determinar as regiões que poderiam ser potencialmente mais atingidas a partir da localização das maiores cidades do Estado.

Em 2010, 28 cidades de Minas Gerais tinham mais de 100.000 habitantes. 12 dessas cidades estão na região Central, 4 no Sul de Minas, 3 no Triângulo, 3 em Rio Doce, 3 na Zona da Mata, e somente uma nas regiões Norte, Jequitinhonha, Centro-Oeste e Alto Paranaíba, conforme Tabela 19.

⁸⁷ Avaliação dos Impactos das Mudanças Climáticas na Economia Mineira, op.cit.

⁸⁸ Vulnerabilidades e adaptação às mudanças climáticas, FAPEMIG, op. cit.



Tabela 19- Cidades com mais de 100.000 habitantes em Minas Gerais (Fonte: realização EnvirOconsult a partir de dados de população 2010 da FJP)

Nome do município	REGIÃO DE PLANEJAMENTO	População Total	População Urbana	População Rural	Pop. Total 2010-00
Belo Horizonte	Central	2.375.151	2.375.151	-	0,59
Uberlândia	Triângulo	604.013	587.266	16.747	1,88
Contagem	Central	603.442	601.400	2.042	1,15
Juiz de Fora	Zona da Mata	516.247	510.378	5.869	1,23
Betim	Central	378.089	375.331	2.758	2,12
Montes Claros	Norte de Minas	361.915	344.427	17.488	1,66
Ribeirão das Neves	Central	296.317	294.153	2.164	1,84
Uberaba	Triângulo	295.988	289.376	6.612	1,62
Governador Valadares	Rio Doce	263.689	253.300	10.389	0,65
Ipatinga	Rio Doce	239.468	236.968	2.500	1,20
Sete Lagoas	Central	214.152	208.956	5.196	1,48
Divinópolis	Centro Oeste de Minas	213.016	207.516	5.500	1,48
Santa Luzia	Central	202.942	202.378	564	0,94
Ibirité	Central	158.954	158.590	364	1,80
Poços de Caldas	Sul de Minas	152.435	148.722	3.713	1,18
Patos de Minas	Alto Paranaíba	138.710	127.724	10.986	1,14
Teófilo Otoni	Jequitinhonha/Mucuri	134.745	110.076	24.669	0,40
Pouso Alegre	Sul de Minas	130.615	119.590	11.025	2,04
Barbacena	Central	126.284	115.568	10.716	1,02
Sabará	Central	126.269	123.084	3.185	0,91
Varginha	Sul de Minas	123.081	119.061	4.020	1,22
Conselheiro Lafaiete	Central	116.512	111.266	5.246	1,26
Araguari	Triângulo	109.801	102.583	7.218	0,74
Itabira	Central	109.783	102.316	7.467	1,11
Passos	Sul de Minas	106.290	100.842	5.448	0,90
Vespasiano	Central	104.527	104.527	-	3,18

Zonas urbanas especialmente expostas

É esperado que a transição demográfica brasileira e seus efeitos sobre a diminuição das taxas de crescimento da população façam da mobilidade o fator principal de determinação das dinâmicas demográficas e seus impactos sobre a ocupação do espaço. De maneira geral, as transformações dos sistemas de mobilidade da população brasileira ilustram um processo



crecente de migração em direção às zonas urbanas e movimentos entre as mesmas. Esse processo seria acentuado pelo impacto indireto das mudanças climáticas sobre os fluxos migratórios, que viriam a aumentar os fenômenos de migração do tipo rural para urbano⁸⁹.

A intensificação da ocupação das zonas urbanas as torna mais vulneráveis às mudanças climáticas. As ocupações irregulares características do processo de urbanização brasileiro são a principal causa dessa vulnerabilidade. Como exemplo, 17% das novas habitações construídas em Belo Horizonte entre 2000 e 2010 estão localizadas em zonas de risco ambiental, sabendo-se que essas zonas de risco constituem a maior parte do território que ainda pode ser construído⁹⁰.

O meio urbano é, ao mesmo tempo, responsável e vítima de processos radiativos, térmicos, dinâmicos e hídricos que modificam o clima da cidade. O fenômeno de ilha de calor urbano é um efeito térmico que cria uma espécie de microclima urbano em que as temperaturas são significativamente mais elevadas. Esse fenômeno será acentuado pelas mudanças climáticas atreladas à concentração urbana crescente. Prevenir esse tipo de fenômeno supõe uma reflexão profunda sobre a adaptação da cidade, considerando-se soluções de construção e urbanismo, entre outras.

As populações migrantes surgem como as mais vulneráveis nas zonas urbanas. Nesse contexto de migrações, o risco de mudanças climáticas é influenciado fortemente por fatores como a qualidade de moradia e infraestrutura, o nível de preparação das populações (educação, cultura, redes sociais) e a qualidade dos serviços de emergência e outras respostas institucionais.

Um potencial aumento das doenças sensíveis ao clima

Os problemas de saúde humana associados às mudanças climáticas podem ser causados não somente pelas alterações climáticas, mas também pelas alterações que o território pode sofrer como consequência das modificações do clima.

Uma mudança direta das condições ambientais pode aumentar o índice de doenças infecciosas ou doenças de transmissão vetorial como a dengue, muito presente em Minas Gerais.

De maneira indireta, os acontecimentos extremos como as inundações, secas, ondas de calor e os incêndios vão ter consequências sobre a mortalidade das populações. Esses desastres

⁸⁹ Avaliação dos Impactos das Mudanças Climáticas na Economia Mineira, op.cit.

⁹⁰ Vulnerabilidades e adaptação às mudanças climáticas, FAPEMIG, op. cit.



também poderão afetar a ocorrência das doenças de veiculação hídrica, como a leptospirose e as hepatites virais, entre outras.

Os incêndios e os fenômenos de inversão térmica, com as emissões de gases tóxicos associadas, podem intensificar as ocorrências de doenças respiratórias.

Deve-se observar, também, que as perdas agrícolas ligadas a fenômenos climáticos ameaçam a produção de alimentos, podendo levar a situações de subnutrição⁹¹.

No caso específico de Minas Gerais, as previsões de aumento das temperaturas poderiam aumentar as taxas de prevalência da dengue em 131% em 2040 (cenário A2 em relação ao cenário de base). As taxas de hospitalização para doenças infecciosas e respiratórias aumentariam em 13% em 2040 em relação ao cenário de base; as microrregiões mais atingidas seriam Ituiutaba, Frutal, Uberlândia, Uberaba e Unaí.

Em 2010, 24% das microrregiões eram consideradas vulneráveis em relação aos indicadores de saúde. Em 2040, essa porcentagem chegaria a 58% para a dengue, 35% para as doenças respiratórias e 52% para as doenças infecciosas⁹².

Impactos ambientais

Queda da quantidade e qualidade da água

As alterações climáticas têm grandes consequências sobre a variação da quantidade e qualidade da água. O crescimento demográfico cria um aumento da demanda de água e da produção de resíduos, enquanto a disponibilidade hídrica, paralelamente, terá tendência a diminuir.

Em Minas Gerais, esses impactos serão especialmente relevantes no Norte e Nordeste do Estado, sujeitos a uma forte alta das temperaturas (evapotranspiração) e a uma diminuição das precipitações. Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), os problemas de disponibilidade hídrica atingirão, no horizonte de 2025, 41 milhões de habitantes nas regiões semiáridas do Brasil, com um aumento da população e da demanda de água em quase 1.300 municípios dos nove estados do Nordeste brasileiro e no Norte de Minas Gerais⁹³. Nesse sentido, devem ser envidados maiores esforços para quantificação dos impactos sobre os diversos usos da água: consumo humano, agricultura, indústria, geração de hidroeletricidade.

⁹¹ Vulnerabilidades e adaptação às mudanças climáticas, FAPEMIG, *op. cit.*

⁹² Vulnerabilidades e adaptação às mudanças climáticas, FAPEMIG, *op. cit.*

⁹³ Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI, Resumo Técnico, DCBio, Marengo *et coll*, 2007.



Além disso, as mudanças climáticas podem provocar uma diminuição da qualidade das águas, com impactos diversos sobre o consumo humano, as atividades recreativo-turísticas, a pesca, entre outros. A queda na qualidade da água pode ser constatada nas regiões semiáridas, onde a diminuição da vazão d'água e o aumento das temperaturas aumentam a carga de poluição das águas devido ao seu escoamento superficial e à baixa capacidade das estações de tratamento e dos sistemas de tratamento de esgoto. Nas zonas mais úmidas, as inundações deterioram a qualidade das águas, especialmente nas regiões urbanas, onde a grande permeabilização dos solos dificulta a absorção. Em ambas as configurações, os recursos hídricos se tornam vetores importantes de transmissão de doenças para o homem⁹⁴.

O Norte e o Nordeste de Minas Gerais, caracterizados por um clima semiárido e subúmido seco, aparecem como as zonas mais vulneráveis aos impactos do clima sobre os recursos hídricos.

As regiões semiáridas do Estado apresentam uma curta estação de chuvas. As mudanças climáticas poderão, futuramente, transformar essas regiões em zonas áridas. Além disso, a competição pelos recursos hídricos poderia provocar graves crises sociais, tornando vulneráveis especialmente os agricultores que já enfrentam um problema crônico de falta d'água.

Nas regiões mineiras vulneráveis à desertificação, constata-se que as águas superficiais não respondem mais à demanda de água, como mostra o número crescente de concessões dadas para o uso das águas subterrâneas. A disponibilidade natural dessas águas subterrâneas já é muito baixa e a redução da água dos aquíferos do Nordeste poderia chegar a 70% em 2050⁹⁵. Isso poderia ser particularmente agravado pelos impactos esperados das mudanças climáticas.

Grandes impactos esperados na distribuição dos biomas, mas ainda pouco conhecidos

Os estudos realizados a nível nacional pelo Ministério do Meio Ambiente demonstram que as mudanças climáticas irão provocar um aumento das áreas de savanas (do tipo Cerrado) e uma redução das áreas de florestas tropicais no Brasil.

Essas modificações seriam o resultado de uma substituição dos biomas atuais por outros, mais adaptados a um clima seco e a disponibilidades hídricas reduzidas (por exemplo, as

⁹⁴ Eneas Salati, Diretor técnico da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável - *Secas, Inundações e Água de beber*, site Mudanças Climáticas, www.mudancasclimaticas.andi.org.br/node/151.

⁹⁵ Plano de Ação Estadual de Combate à Desertificação, *op. cit.*

florestas são substituídas pelas savanas, as savanas pela caatinga e a caatinga pelo semideserto).

O estado de Minas Gerais, caracterizado pelos biomas Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica, aparece como sendo particularmente vulnerável. A Figura 67, que resume 11 cenários estudados (modelos globais IPCC e modelos regionais), ilustra uma falta de consenso existente sobre a manutenção ou não da Mata Atlântica em Minas Gerais e sobre o desaparecimento ou não da caatinga no Nordeste (em favor de um bioma semidesértico). Essa incerteza reforça a necessidade de se permanecer atento a esses aspectos no caso de Minas Gerais e atuar preventivamente em função dos grandes riscos de perda de biodiversidade e funções ecossistêmicas (Princípio da Precaução).

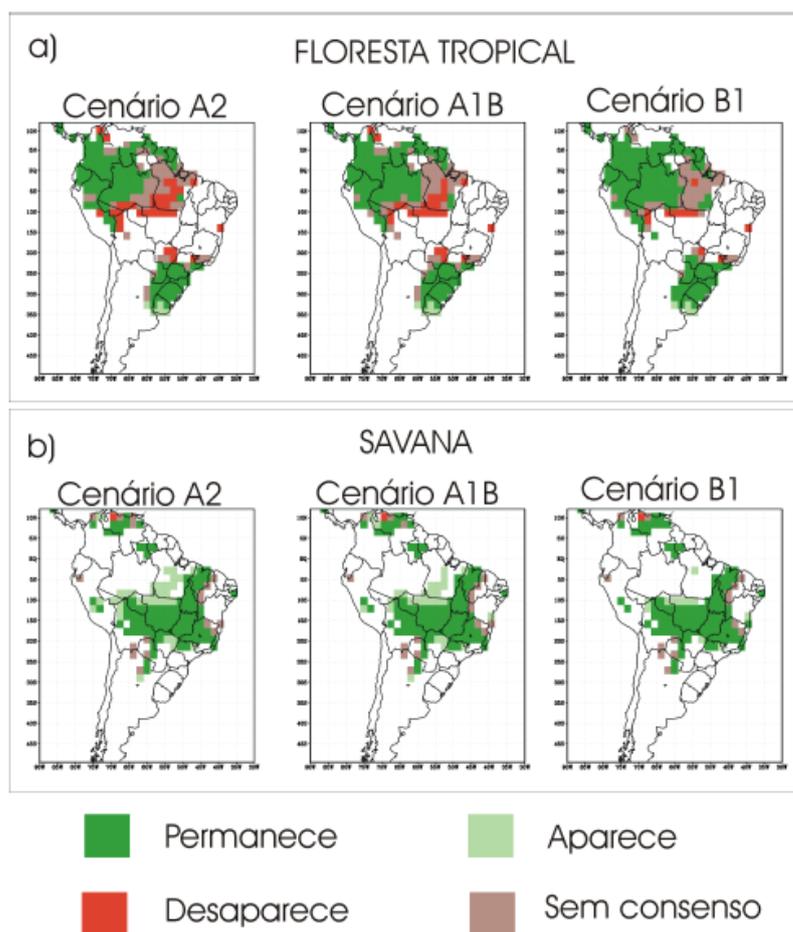


Figura 70 - Condição da floresta tropical e da savana no período de 2077-2099 para mais de 75% dos modelos, comparada à vegetação potencial natural atual, para os cenários climáticos A2, A1B e B1 (Fonte: Mudanças climáticas e possíveis alterações nos Biomas da A



Uma biodiversidade muito exposta, mas um conhecimento ainda insuficiente sobre os impactos

A rapidez da ocorrência das mudanças climáticas nas décadas futuras representa uma ameaça para diversas espécies, que não poderão migrar rápido o suficiente para encontrar um ambiente adequado a sua adaptação. Essas espécies correm um grande risco de extinção, principalmente pelo mecanismo de perda dos tipos de *habitat*⁹⁶.

Durante a redação deste relatório, um estudo global sobre o impacto das mudanças climáticas sobre a biodiversidade mineira ainda não estava disponível. Entretanto, com base em uma revisão bibliográfica, é possível identificar os primeiros elementos de conhecimento sobre esses impactos.

Em primeiro lugar, estudos internacionais estabelecem uma ligação direta entre emissões de gases de efeito estufa e perda de biodiversidade (fauna e flora), com estimativas de biodiversidade podendo ser preservada com tomada de ações de mitigação⁹⁷.

Estudo publicado sobre o impacto das mudanças climáticas na distribuição das espécies de árvores do Cerrado mostra uma redução drástica desse bioma, entre 25% e 90% conforme o cenário climático utilizado. Além disso, 162 espécies de árvores estudadas apresentam um declínio superior a 50% qualquer que seja o cenário climático, das quais cerca de 100 delas com uma distribuição geográfica reduzida em 90%⁹⁸.

Um estudo similar realizado sobre as espécies de árvores da Mata Atlântica também fez constatações alarmantes: para o horizonte de 2050, a diminuição da ocorrência de espécies estudadas varia entre 20% e 50%, conforme o cenário climático e os modelos adotados⁹⁹.

Um estudo preliminar conduzido na FEAM com foco nos efeitos das mudanças climáticas sobre a distribuição geográfica das espécies ameaçadas também revela tendências preocupantes. O estudo elaborou um modelo espacial de nichos ecológicos a partir de diferentes cenários climáticos (Cenários A2 e B2 do IPCC). Três espécies ameaçadas são estudadas:

⁹⁶ Mudanças climáticas, biodiversidade e sociedade: como a teoria de redes pode ajudar a compreender o presente e planejar o futuro? Marcos Silveira Buckeridge, Universidade de São Paulo, artigo MultiCiência, maio de 2007.

⁹⁷ *Quantifying the benefit of early climate change mitigation in avoiding biodiversity loss*, Nature Climate Change, Publicado em maio de 2013; Mora et al., 2013. *The projected timing of climate departure from recent variability*. Nature, Publicado em outubro de 2013.

⁹⁸ Consequences of global climate change for geographic distributions of cerrado tree species. Marinez Ferreira de Siqueira e Andrew Townsend Peterson, Biota Neotropica, 2003.

⁹⁹ Brazilian Atlantic Forest lato sensu: the most ancient Brazilian forest, and a biodiversity hotspot, is highly threatened by climate change, Colombo & Joly, artigo 2010.



- Lobo-guará, o maior canídeo da América Latina: grande risco de extinção a médio prazo

O estudo prevê uma forte redução das áreas de presença do animal para o horizonte de 2020 (Cenário A2: 24%, B2: 40%), uma redução mais moderada para o horizonte de 2050 (A2: 11%; B2: 37%) e, então, um novo aumento até 2080 (A2: +34% ; B2: +10%). O aumento das áreas favoráveis a longo prazo seria explicado pelas características dessa espécie: ampla distribuição territorial, grande capacidade de distribuição e resistência às alterações de seu *habitat*. As variáveis que têm os maiores impactos sobre essa espécie são as precipitações do trimestre mais quente e do mês mais úmido e as temperaturas médias do trimestre mais seco¹⁰⁰.

- Sagui-da-serra, espécie naturalmente rara e endêmica: alto risco de extinção a curto prazo

A espécie está majoritariamente situada a leste, no bioma Mata Atlântica. Os modelos climáticos preveem comportamentos opostos da espécie em função do cenário, com uma variação, em todos os casos, da distribuição geográfica. A longo prazo (2080), os resultados revelam uma grande redução no cenário A2 (74%), com um quase desaparecimento da espécie no leste do Estado, mas um forte aumento no cenário B2 (67%), com uma redistribuição por toda a fronteira leste do Estado. Em ambos os cenários, as mudanças climáticas são favoráveis à região Sudeste. O estudo demonstra, assim, que embora os fatores climáticos possam limitar a distribuição em outras regiões, algumas condições climáticas surgem como favoráveis à sobrevivência da espécie no Sudoeste do território.¹⁰¹

¹⁰⁰ Efeitos das mudanças climáticas sobre a distribuição geográfica de espécies ameaçadas de extinção no Estado de Minas Gerais, FEAM, BH, janeiro de 2012.

¹⁰¹ Efeitos das mudanças climáticas sobre a distribuição geográfica de espécies ameaçadas de extinção no Estado de Minas Gerais, *op. cit.*

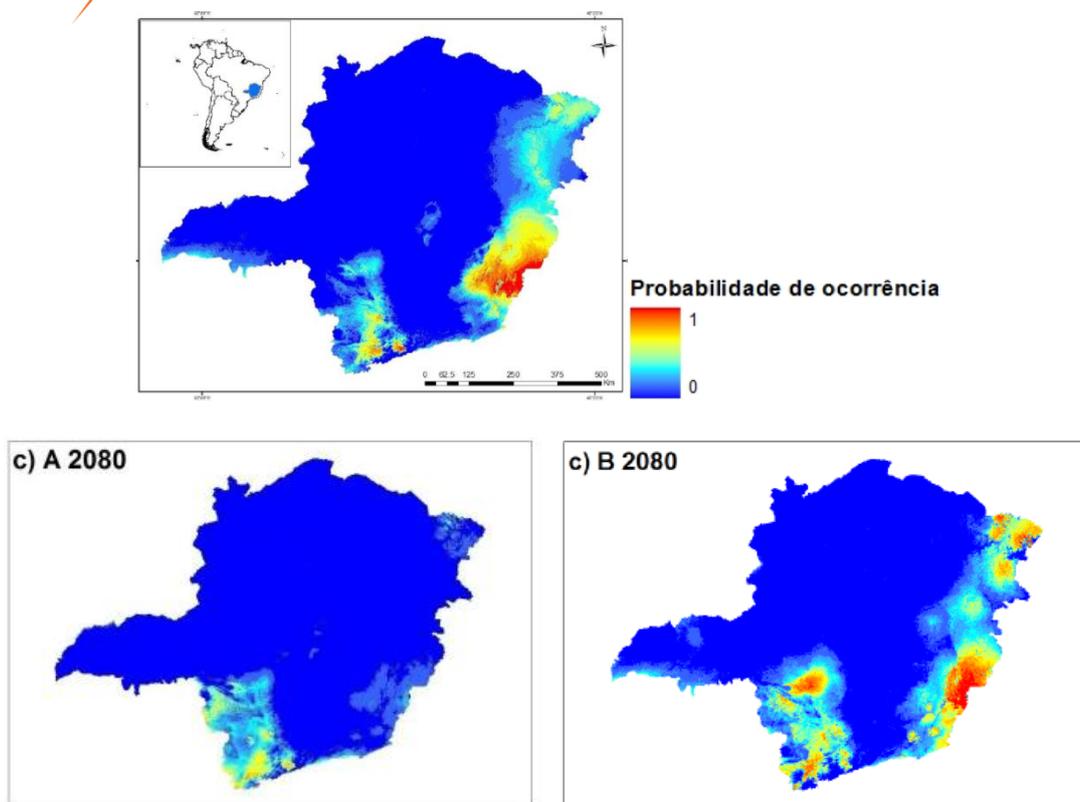


Figura 71 - Distribuição atual da espécie (no alto) e projeções de distribuição espacial no horizonte de 2080 para os cenários A2 e B2 (Fonte: Efeitos das mudanças climáticas na distribuição geográfica das espécies ameaçadas de extinção no Estado de Minas Gerais)

- Sempre-viva ou *Syngonanthus*, planta herbácea altamente endêmica: alto risco de extinção a curto prazo.

Essa espécie é encontrada principalmente nos campos das regiões Central e Sul de Minas. Nos dois cenários, a espécie reduz drasticamente sua zona de distribuição a curto e longo prazo (A2: 60%; B2: 16% para 2080), o que confirma sua grande vulnerabilidade às mudanças do clima e da umidade do ar. Além disso, deve-se observar que impactos econômicos indiretos devem ser previstos, considerando-se a importância do extrativismo dessa espécie para a renda das inúmeras famílias da região¹⁰².

Apesar das limitações dos modelos de simulação aplicados e incertezas associadas, as tendências observadas nos permitem inferir alguns aspectos ligados aos impactos do clima sobre a biodiversidade:

¹⁰² Efeitos das mudanças climáticas sobre a distribuição geográfica de espécies ameaçadas de extinção no Estado de Minas Gerais, *op. cit.*



- As mudanças climáticas têm fortes impactos sobre a presença e distribuição das espécies. Elas devem ser consideradas uma séria ameaça à biodiversidade de Minas Gerais.
- Esses impactos podem ser negativos (redução das áreas), mas também positivos, e variar muito conforme o cenário e o período considerados.
- Os impactos são variáveis conforme as espécies e dependem principalmente de suas diferenças biológicas, sua capacidade de adaptação e sua distribuição nos ecossistemas.
- Essas diferenças observadas de uma espécie a outra traduzem a necessidade da realização de estudos similares sobre toda a fauna e a flora do Estado, dando prioridade às espécies ameaçadas.
- As espécies caracterizadas por *habitat* menos extensos e populações menores são mais vulneráveis que as espécies que têm uma distribuição mais ampla e um grande número de indivíduos¹⁰³.

¹⁰³ Efeitos das mudanças climáticas sobre a distribuição geográfica de espécies ameaçadas de extinção no Estado de Minas Gerais, *op. cit.*



Avaliação qualitativa da exposição regional

O estudo dos impactos das mudanças climáticas e das especificidades de Minas Gerais permite propor uma avaliação regional da exposição do Estado às mudanças climáticas. Os principais impactos relacionados às mudanças climáticas foram identificados e avaliados de maneira qualitativa a partir dos dados apresentados neste relatório.

Panorama geral

Os principais impactos das mudanças climáticas a serem previstos em Minas Gerais estão sintetizados na Tabela 20. Depreende-se do estudo dos impactos uma necessidade de ampliação do conhecimento técnico-científico em nível estadual e a necessidade de realização de estudos complementares, especialmente no que diz respeito aos impactos sobre os setores econômicos e sobre a biodiversidade.

Tabela 20- Lista dos principais impactos das mudanças climáticas em Minas Gerais (Fonte: elaboração EnvirOconsult e EcoRessources baseada no diagnóstico, 2013)

PRINCIPAIS IMPACTOS	REGIÕES POTENCIALMENTE MAIS AFETADAS
Aumento das temperaturas	Todas as regiões são atingidas
Diminuição das precipitações	Porção mais ao norte do território, potencialmente também em Rio Doce e Zona da Mata
Aumento das precipitações	Porção mais ao sul do território
Diminuição do PIB	Porção mais ao norte, Triângulo e Sul de Minas
Diminuição das zonas de cultivo agrícola	Principalmente Jequitinhonha, Rio Doce, Noroeste, Alto Paranaíba e Zona da Mata. O impacto para região Norte toma em conta a extensão da área agrícola desta região.
Diminuição da silvicultura	Norte, Noroeste e Rio Doce
Redução da geração hidrelétrica	A redução da produção é forte nas bacias hidrográficas do Norte e Noroeste. Porém, o impacto territorial é global dada a centralização da distribuição de energia elétrica no Brasil
Pressão migratória	Nas grandes zonas urbanas, principalmente região Central
Impactos sobre a saúde humana	Forte impacto esperado, mas sem dados conclusivos regionalizados para todo o estado
Impactos sobre a biodiversidade	Forte impacto esperado, mas sem dados conclusivos regionalizados para o todo o estado
Processo de desertificação	Regiões Norte e Jequitinhonha



EM DESTAQUE: MATRIZ DE EXPOSIÇÃO

A matriz de exposição indica um território com importantes diferenças regionais.

Uma porção mais ao norte do estado (Regiões Noroeste, Norte e Jequitinhonha) mais exposta aos impactos diretos que levam à escassez de recursos hídricos.

Uma porção mais ao sul e leste do estado mais exposta a eventos extremos de precipitação.

Impactos indiretos como potencial de diminuição de atividades econômicas e efeitos nos sistemas sociais e ecológicos distribuídos heterogeneamente no território.

Estudos complementares sobre os impactos das mudanças climáticas em Minas Gerais são necessários para consolidar a avaliação específica de vulnerabilidade global.

Os impactos regionais foram definidos em função dos dados e conhecimentos disponíveis durante a produção deste relatório e devem ser atualizados conforme mais informações sejam disponibilizadas (principalmente durante o processo participativo do Plano de Energia e Mudanças Climáticas).

Fontes dos dados

As principais fontes de dados utilizadas para a elaboração da matriz de exposição estão listadas na Tabela 21 seguinte.



Tabela 21 - Principais fontes de dados para a avaliação regional da matriz de exposição aos impactos das mudanças climáticas (Fonte: EnvirOconsult)

PRINCIPAIS IMPACTOS	DADOS PARA AVALIAÇÃO REGIONAL
Aumento das temperaturas	Avaliação dos Impactos das Mudanças Climáticas na Economia Mineira, FEAM, 2011: mapas das variações de temperatura média, variações de precipitação média, variações de zonas de culturas e de pecuária
Diminuição das precipitações	
Aumento das precipitações	
Diminuição do PIB	
Diminuição das zonas de cultivo agrícola	
Diminuição da silvicultura	
Redução da geração hidrelétrica	Mudanças Climáticas e Segurança Energética no Brasil, COPPE/Embaixada do Reino Unido, junho de 2008: Variação média da vazão anual e da produção média de energia
Pressão migratória	Vulnerabilidades e adaptação às mudanças climáticas: uma avaliação integrada das dimensões sociodemográficas, econômica e de saúde para o Estado de Minas Gerais, Relatório final, Barbieri et al, 2013, Belo Horizonte, agosto de 2013 - Cidades com mais de 100.000 habitantes em Minas Gerais
Impactos sobre a saúde humana	Vulnerabilidades e adaptação às mudanças climáticas: uma avaliação integrada das dimensões sociodemográficas, econômica e de saúde para o Estado de Minas Gerais, Relatório final, Alisson Flávio Barbieri e outros, Belo Horizonte, agosto de 2013: impacto global sem variação regional
Impactos sobre a biodiversidade	Impacto global reconhecido como forte, mas carente de estudos que permitam uma abordagem regional consolidada. As regiões que incluem o bioma Mata Atlântica possuem, portanto, maior risco de perda de biodiversidade em função da fragmentação das florestas e riqueza de espécies existentes
Processo de desertificação	Plano de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca de Minas Gerais, (PAE/MG), SEDVAN/IDENE, novembro de 2010



Matriz e mapa de exposição

Tabela 22 - Matriz de exposição aos impactos das mudanças climáticas: sistema de avaliação e índice por região (Elaboração: EnvirOconsult, EcoResources e FEAM)

	PRINCIPAIS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS	REGIÕES DE PLANEJAMENTO									
		Noroeste	Norte	Jequitinhonha	Triângulo	Alto Paranaíba	Centro-Oeste	Central	Rio Doce	Sul de Minas	Zona da Mata
Impactos gerais	Aumento das temperaturas	4	4	3	3	3	2	1	1	2	1
	Diminuição das precipitações	2	3	4	1	1	1	1	3	1	2
	Aumento das precipitações	1	1	1	4	4	3	3	2	4	2
Impactos econômicos	Diminuição do PIB	4	4	3	3	1	1	2	1	3	2
	Diminuição das zonas de cultura	3	3	4	2	3	1	1	4	1	3
	Diminuição da silvicultura	4	4	3	2	3	1	2	4	1	3
	Redução da produção de hidreletricidade	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Impactos sociais	Pressão migratória	1	1	1	2	1	1	4	2	3	2
	Impacto sobre saúde humana	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Impactos ambientais	Impactos sobre biodiversidade	3	3	4	3	3	3	3	4	4	4
	Processo de desertificação	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2
ÍNDICE DE EXPOSIÇÃO AOS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS		2,7	3,0	3,0	2,5	2,5	1,9	2,3	2,6	2,5	2,5

Natureza do impacto

Valores Correspondências

1	Baixo
2	Médio
3	Forte
4	Muito forte

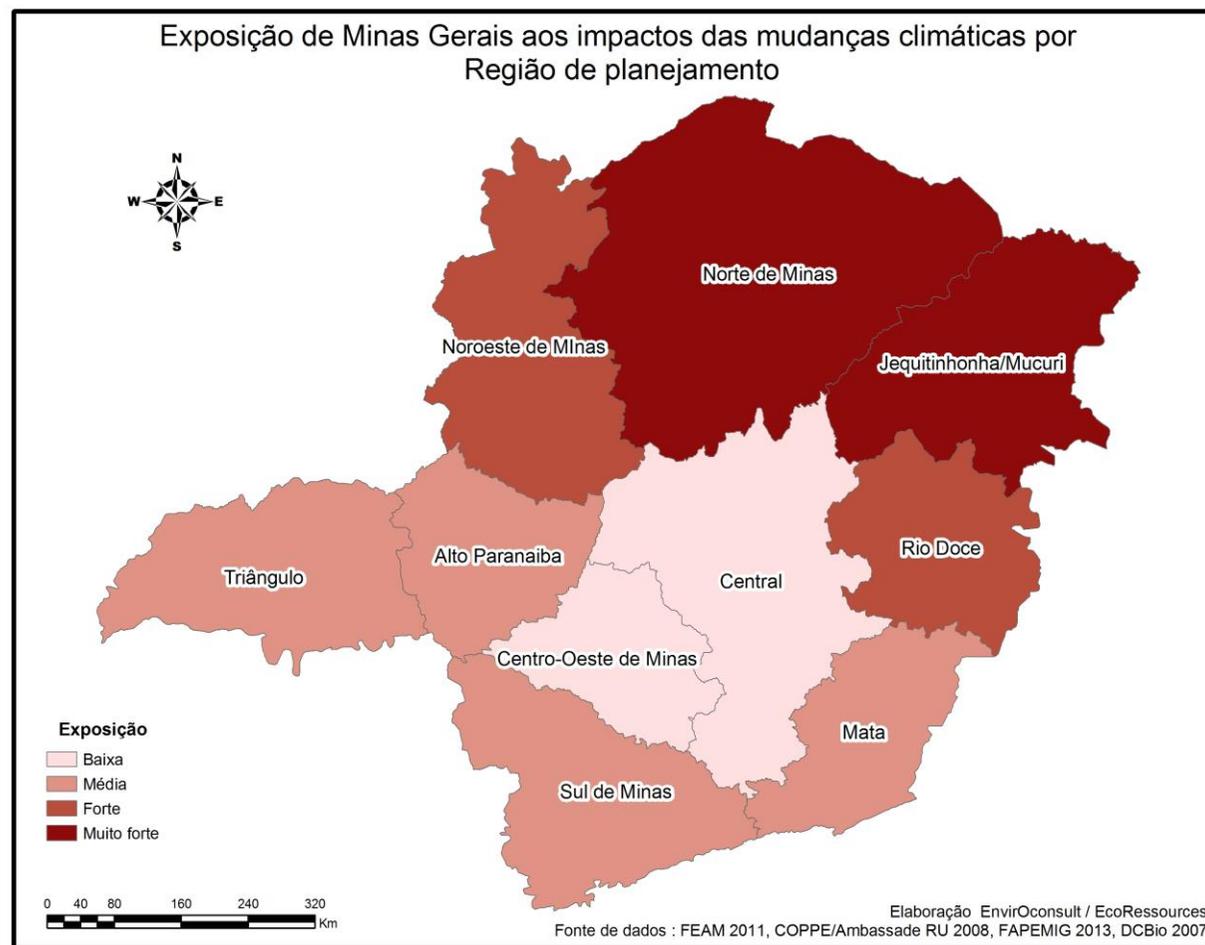


Figura 72 - Mapa regional da exposição de Minas Gerais aos impactos das mudanças climáticas: sistema de avaliação e índice por região (Elaboração: EnvirOconsult, EcoResources e FEAM)



Capítulo 5 - Capacidade de adaptação de Minas Gerais

O capítulo a seguir apresenta uma visão geral dos principais programas, planos e iniciativas que reforçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas do Estado de Minas Gerais. A lista das ações apresentadas não compreende a totalidade das políticas públicas e projetos relacionados, mas busca ser a mais representativa possível das ações no território estadual no presente momento.

Estratégia estadual a respeito das mudanças climáticas

Um projeto de lei está atualmente sendo discutido na Assembleia Legislativa de Minas Gerais e poderá ser lançado muito em breve¹⁰⁴. Esse projeto prevê, entre outras coisas, a adoção de medidas de adaptação às mudanças climáticas e a identificação das vulnerabilidades do território.

Em agosto de 2011, 21 projetos de pesquisa ligados à temática das mudanças climáticas foram selecionados e financiados, em uma parceria da FEAM com a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), com um montante de 3,1 milhões de reais. Esses projetos são focados na pesquisa e desenvolvimento sobre as mudanças climáticas, especialmente sobre os aspectos de vulnerabilidade.

Há também uma linha de financiamento compartilhada entre o Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais (BDMG) e a Agência Francesa de Desenvolvimento (AFD), lançada em 2014, para subsidiar municípios mineiros em suas ações a respeito do clima. A preservação dos recursos naturais, o gerenciamento dos riscos climáticos e a melhoria das condições de saneamento no território fazem parte dos eixos prioritários dessa linha de financiamento, que chega preliminarmente a 50 milhões de euros.

Adicionalmente, a Feam está concluindo estudo sobre a Estratégia de Adaptação Regional (EAR) para Minas Gerais que tem como objetivo estabelecer as diretrizes e ações prioritárias para adaptação estadual planejada. As informações disponibilizadas neste relatório, principalmente a matriz e o mapa de exposição, serão integrados a esta iniciativa para o lançamento oficial da EAR previsto para fevereiro de 2014.

¹⁰⁴ Projeto de lei Nº 3.607/2012 que institui a Política de mudanças climáticas de Minas Gerais.



Programas econômicos das regiões desfavorecidas

A Secretaria de Estado de Desenvolvimento dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri e do Norte de Minas (SEDEVAN) implementa programas econômicos e sociais que visam reduzir o atraso de desenvolvimento dessas regiões mineiras. As ações efetuadas dizem respeito à alfabetização, inclusão social e produtiva, acesso à água, segurança alimentar e ao desenvolvimento industrial.

A Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional e Política Urbana (SEDRU) acompanha os municípios na implementação de planos estratégicos regionais a fim de redinamizar a economia local. Os planos são direcionados às regiões pouco dinâmicas economicamente, assim como às regiões que atraem investimentos estratégicos, como as zonas de mineração.

Atualmente, os principais planos elaborados são os de Alto Paraopeba, Médio Rio Grande, dos grandes projetos de mineração do Norte de Minas e de Médio Espinhaço¹⁰⁵.

Saúde: sistemas de monitoramento e alerta

Minas Gerais tem o maior número de equipes do programa Saúde da Família em operação no Brasil. Em abril de 2012, 4.319 equipes trabalhavam em 849 municípios, atendendo 76% da população.

O Programa Permanente da Dengue visa à identificação de medidas de prevenção e controle dos fatores de riscos ambientais relacionados a essa doença. Deve-se observar, também, a existência de programas nacionais como o Programa Nacional de Controle da Tuberculose, ou ainda o Plano Nacional de Prevenção e Controle da Malária.

Minas Gerais dispõe de programas para o monitoramento da saúde das populações expostas às zonas contaminadas por poluentes químicos (201 zonas registradas em Minas Gerais, sendo quase 500.000 pessoas potencialmente expostas), populações expostas aos poluentes

¹⁰⁵ Dados enviados pela SEDRU, novembro de 2013.



atmosféricos e populações expostas aos agrotóxicos (1.015 casos de intoxicação por agrotóxicos em 2010) ¹⁰⁶.

Proteção da biodiversidade

Uma significativa parte do território mineiro é coberta por áreas protegidas. São espaços de grande valor ambiental para a proteção da biodiversidade.

De acordo com a Lei 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação, uma Unidade de Conservação (UC) é definida como um "espaço territorial e seus recursos ambientais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime administrativo especial, e ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção". ¹⁰⁷.

As 10 categorias de UCs encontradas em Minas Gerais são:

- Unidades de proteção integral: estação ecológica, reserva biológica, parque estadual, monumento natural, refúgio da vida silvestre.
- Unidades de uso sustentável: área de proteção ambiental, floresta estadual, reserva de desenvolvimento sustentável, reserva particular do patrimônio natural.

Levando-se em consideração todas as unidades de conservação da natureza localizadas no território mineiro, ou seja, federais, estaduais, municipais e particulares, oficialmente cadastradas para fins de recebimento do ICMS Ecológico, tendo como base a Resolução SEMAD 1546 de 30-3-2012, somam um total de 506 unidades, sendo 257 de proteção integral e 249 de uso sustentável, cobrindo aproximadamente 5.327.000 ha do território, equivalente a 9,08%.

Destas, as UCs estaduais, administradas pelo IEF, são 294 e ocupam uma área de quase 3 milhões de hectares, conforme Tabela 23.

¹⁰⁶ Sistema Nacional de Vigilância em Saúde, *op. cit.*

¹⁰⁷ Lei 9.928 de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional das Unidades de Conservação (SNUC).



Tabela 23- Unidades de conservação e outras áreas estaduais protegidas em Minas Gerais (Fonte: Perfil de Minas Gerais, *op. cit.*)

Especificação	Nº	Área (ha)	Área MG (%)
Total de UCs estaduais	294	2.986.228	100,0
Proteção integral	73	477.972	16,0
Parque Estadual	38	417.592	14,0
Abertos à visitação pública	8	66.453	2,2
Fechados à visitação pública	30	351.139	11,8
Estação Ecológica Estadual (EEE)	11	12.529	0,4
Reserva Biológica	9	16.977	0,6
Monumento Natural Estadual	11	8.582	,03
Refúgio Estadual de Vida Silvestre	4	22.293	0,7
Uso Sustentável	201	2.310.368	77,4
Área de Proteção Ambiental (APA)	16	2.154.706	72,2
Reserva Particular do Patrimônio Natural Estadual (RPPN)	182	90.148	3,0
Reserva de Desenvolvimento Sustentável	1	60.975	2,0
Floresta Estadual (FLOE)	2	4.539	0,2
Área de Proteção Especial Estadual (APEE)	20	197.887	6,6

Projetos de instituições ambientais do Estado também devem ser destacados:

- Plano Estadual de Proteção à Biodiversidade;
- Programa de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais (Previncêndio);
- Bolsa Verde: pagamento por serviços ambientais para conservação e recuperação de matas nativas;
- Projetos do Instituto Estadual de Florestas: Projeto de Proteção da Mata Atlântica em Minas Gerais, Projeto Jaíba, Recuperação Florestal do Médio Rio Doce, Fomento Florestal, entre outros;
- Iniciativas da SEMAD: Inventário Florestal, Manual de Obras Públicas Sustentáveis, Zoneamento Ecológico-Econômico, Avaliação Ambiental Estratégica;
- Projetos da FEAM: Minas sem Lixões, Minas Trata Esgoto, Monitoramento da qualidade do ar e dos solos, estudos sobre a produção sustentável, Projeto Estratégico de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas.

Gerenciamento dos recursos hídricos

O Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) é responsável pela execução da Política Estadual de Recursos Hídricos. O documento de referência para a execução dessa política é o Plano Estadual de Recursos Hídricos, aprovado em 2010 e publicado por decreto em março de 2011. Entre 1998 e 2010, todos os Comitês de Bacia Hidrográfica de Minas Gerais foram criados. Além disso, o Estado contabiliza 25 Planos Diretores de Recursos Hídricos elaborados e aprovados pelos Comitês de Bacia. A Figura 70 mostra a situação desses Planos Diretores no Estado.

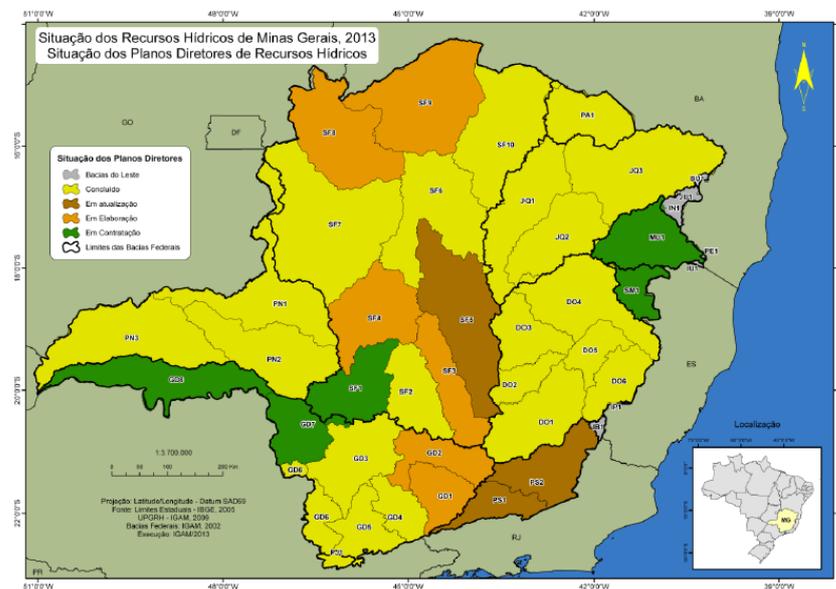


Figura 73 - Mapa da situação dos Planos Diretores de Minas Gerais (Fonte: Nota técnica 007/2013, Panorama da questão das mudanças climáticas, IGAM)

Alguns desses planos consideram os aspectos das mudanças climáticas, por exemplo, os Planos Diretores das bacias do Rio Urucuia e do Rio Pandeiros, que preveem a avaliação dos impactos das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos.

O IGAM dispõe de muitos outros instrumentos para o gerenciamento dos recursos hídricos, como¹⁰⁸:

- Enquadramento dos corpos de água para reduzir a poluição.
- Campanha de sensibilização para os usuários da água.
- Cobrança pelo uso da água.

¹⁰⁸ Nota técnica N° 007/2013, Panorama da questão das mudanças climáticas, IGAM



- Sistema de informação sobre os recursos hídricos.
- Acompanhamento da qualidade das águas (VIGIAGUA implantado em 94% dos municípios de Minas Gerais).
- Sistema de informações hidrometeorológicas.
- Acompanhamento hidrológico.
- Ações de recuperação de bacias hidrográficas.
- Fundo de Recuperação, Proteção e Desenvolvimento Sustentável das Bacias Hidrográficas – FHIDRO.

Outras instituições estaduais investem no gerenciamento dos recursos hídricos. É o caso da RURALMINAS, que constrói barragens e caixas d'água no âmbito do Programa de Convivência com a Seca e Inclusão Produtiva. A Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) tem uma vasta rede territorial para o acompanhamento do balanço hídrico e conduz programas para melhorar os recursos hídricos, revitalizar as bacias e acompanhar os Comitês de Bacia. O programa nacional "Água para todos" é adaptado a nível estadual e gerenciado principalmente pela SEDVAN. Esse programa promove a universalização do acesso à água nas zonas rurais para uso humano e para a produção agrícola e alimentar.

Gerenciamento de desastres naturais

No plano estadual, a Defesa Civil é encarregada do gerenciamento e da prevenção dos riscos e desastres naturais. O acompanhamento e a capacitação dos municípios sobre o gerenciamento dos riscos são alguns dos objetivos principais dessa instituição.

Em Minas Gerais, os esforços da Defesa Civil estão principalmente voltados para a luta contra os impactos da seca e das chuvas intensas:

- O Plano de Seca anual estabelece um diagnóstico e eixos de ação estratégicos da Defesa Civil¹⁰⁹.
- O Plano de Emergência Pluviométrica também estabelece um diagnóstico e eixos de ação estratégicos¹¹⁰.

A SEDRU e a Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte (ARMBH) acompanham os municípios na elaboração de planos municipais de redução dos riscos e desastres naturais. Em 2013, a SEDRU lançou a elaboração/revisão dos planos dos seguintes municípios: Barbacena, Itabira, Juiz de Fora, Poços de Caldas. A ARMBH, por sua

¹⁰⁹ Programa de Convivência com a Seca em Minas Gerais 2013, Defesa Civil, Minas Gerais, 2013.

¹¹⁰ Plano de Emergência Pluviométrica 2012-2013, Defesa Civil, Minas Gerais 2013.



vez, trabalha com os seguintes municípios: Betim, Brumadinho, Contagem, Coronel Fabriciano, Ipatinga, Nova Lima e Sabará¹¹¹.

O Plano de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca de Minas Gerais (PAE/Minas Gerais) foi publicado pela SEDVAN e seu instituto técnico IDENE¹¹².

Avaliação qualitativa da capacidade de adaptação regional

As iniciativas e programas apresentados neste capítulo não permitem deduzir uma estimativa precisa da capacidade de adaptação por região de planejamento do Estado.

A fim de se obter uma análise regional da capacidade de adaptação, foi escolhida a seguinte abordagem metodológica: os resultados do ZEE sobre a potencialidade institucional dos municípios de Minas Gerais foram cruzados com os resultados municipais do Índice de Desenvolvimento Humano.

Esse cruzamento entre as capacidades institucionais das regiões mineiras e seu nível de desenvolvimento oferece, em uma primeira abordagem, uma estimativa de sua capacidade de adaptação.

O IDH dos municípios de Minas Gerais revela uma importante desigualdade entre a parte Centro-Sul e a parte Norte, conforme a Figura 71.

Esse índice é composto a partir dos dados de expectativa de vida no nascimento, educação e PIB per capita.

¹¹¹ Dados enviados pela SEDRU, novembro de 2013.

¹¹² Plano de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca de Minas Gerais, (PAE/MG), SEDVAN/IDENE, novembro de 2010.

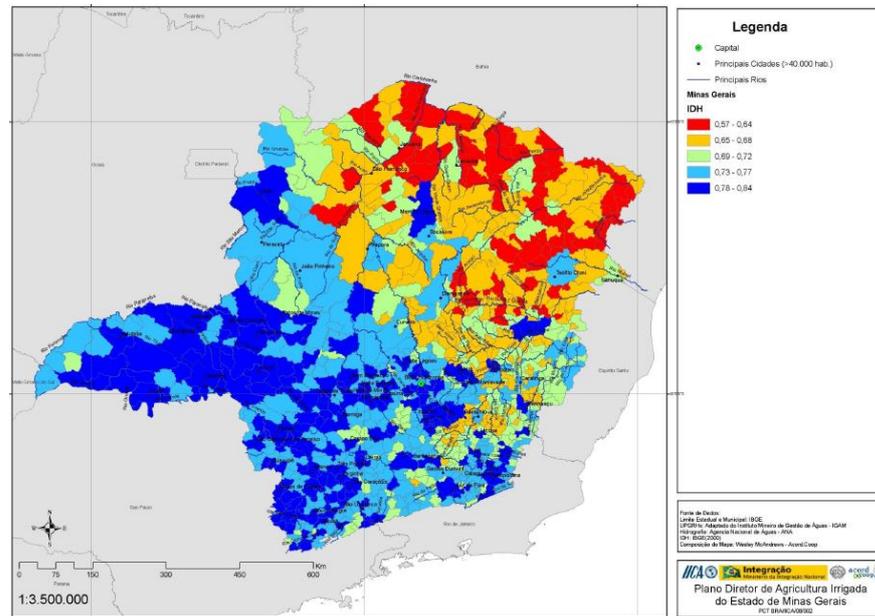


Figura 74 – Índice de desenvolvimento humano por município de Minas Gerais (Fonte: Plano Diretor de Agricultura Irrigada do Estado de Minas Gerais, PAI-Minas Gerais)

O índice de potencialidade institucional do ZEE considera fatores sobre a capacidade institucional, as organizações jurídica, financeira, de fiscalização e controle, de ensino e pesquisa e de segurança pública (Tabela 24 e Figura 72).

Tabela 24 - Pesos dos indicadores na formação do componente institucional (Fonte: ZEE Minas Gerais, 2007)

Indicadores	Peso (%)
Capacidade Institucional	9,39
Gestão do Desenvolvimento Rural 0 a 1	0,07
Gestão Ambiental Municipal	5,73
Gestão Cultural	14,69
Organizações Jurídicas	2,92
Organizações Financeiras	11,52
Organizações de Fiscalização e Controle 0 a 1	13,63
Organizações de Ensino Superior e Ensino Profissionalizante 0 a 1	17,32
Organizações de Pós-Graduação e Pesquisa	8,58
Unidades de defesa social	12,09
Capacidade de Aplicação da Lei	4,07
Total	100,00

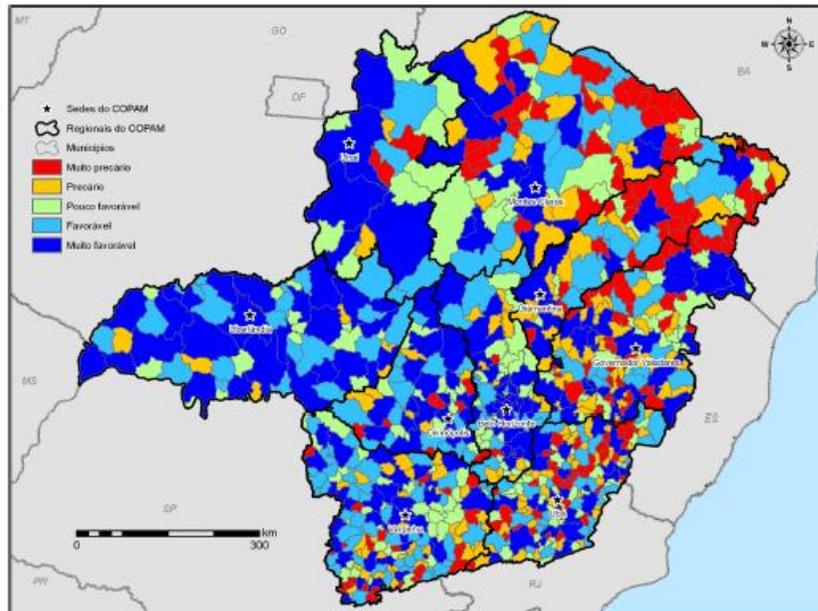


Figura 75 - Mapa do potencial institucional dos municípios de Minas Gerais (Fonte: ZEE Minas Gerais, 2007)

Observa-se, nesse mapa, uma divisão territorial muito similar à divisão do IDH em termos de potencialidade institucional das regiões mineiras.

Para as próximas atualizações deste estudo recomenda-se a integração das políticas públicas e ações identificadas neste relatório na base de dados do ZEE a fim de fortalecê-lo como instrumento de planejamento da adaptação às mudanças climáticas no âmbito estadual.

Matriz e mapa da capacidade de adaptação

Para facilitar o entendimento, a capacidade de adaptação de Minas Gerais é apresentada aqui de maneira invertida, ou seja, uma nota elevada na matriz e uma cor clara no mapa correspondem a uma baixa capacidade de adaptação.

Tabela 25 - Matriz da capacidade de adaptação de Minas Gerais às mudanças climáticas: sistema de avaliação e índice por região (Elaboração: EnvirOconsult, EcoResources e FEAM)

PRINCIPAIS FATORES CAPACIDADE DE ADAPTAÇÃO	REGIÕES DE PLANEJAMENTO									
	Noroeste	Norte	Jequitinhonha	Triângulo	Alto Paranaíba	Centro-Oeste	Central	Rio Doce	Sul de Minas	Zona da Mata
Potencial institucional	2	3	3	1	1	1	2	2	2	3
IDH	2	3	3	1	1	1	2	2	1	2
ÍNDICE DE CAPACIDADE DE ADAPTAÇÃO	2	3	3	1	1	1	2	2	1,5	2,5

Valores **Correspondências**

1	Elevado
2	Médio
3	Baixo

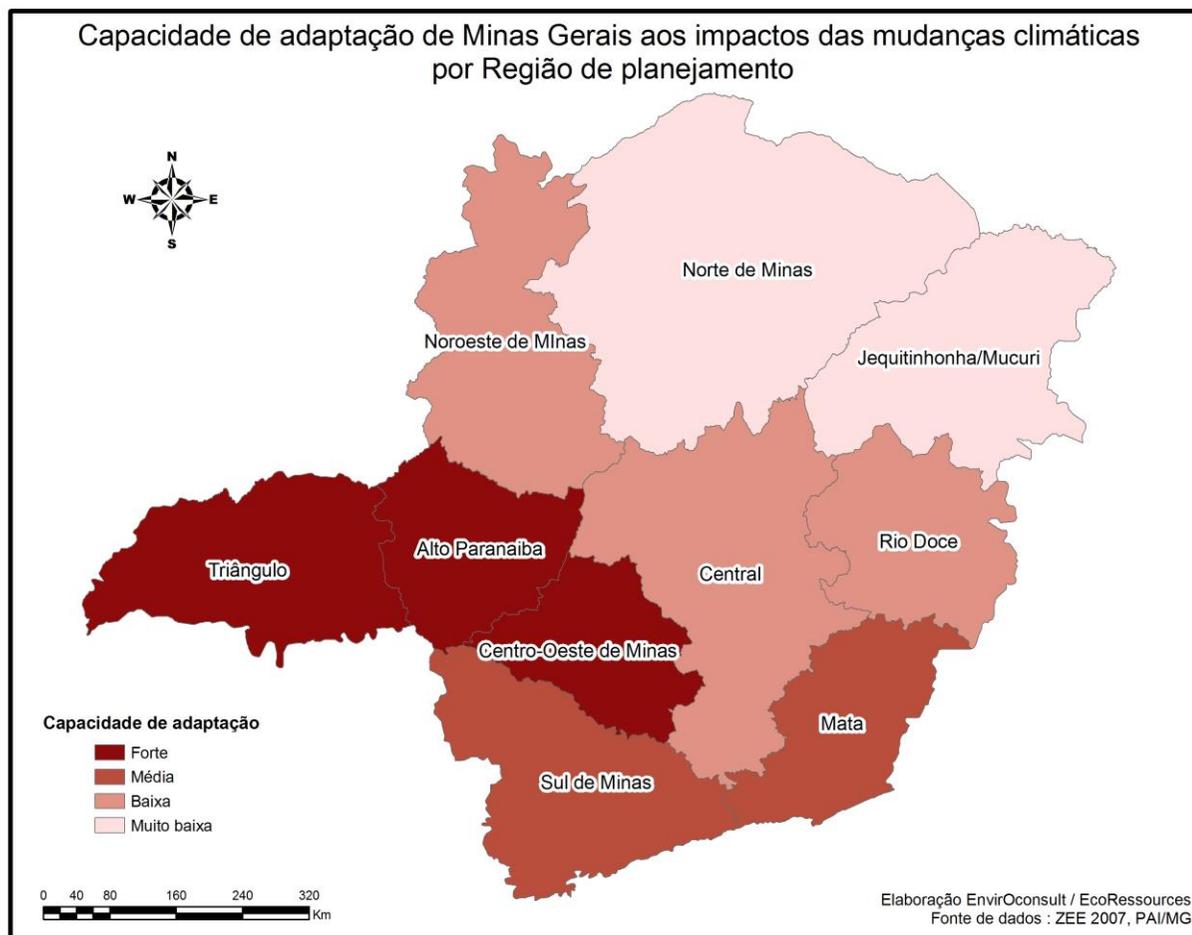


Figura 76 - Mapa regional da capacidade de adaptação de Minas Gerais às mudanças climáticas (escala de cor invertida): sistema de avaliação e índice por região (Elaboração: EnvirOconsult, EcoRessources e FEAM)



Capítulo 6 – Vulnerabilidades regionais às mudanças climáticas

Matriz e mapa de vulnerabilidade

Conforme a definição proposta pelo IPCC (2007), a vulnerabilidade de um território em relação às mudanças climáticas depende de seu grau de exposição aos impactos dessas mudanças, dos fatores intrínsecos do território que o tornam mais sensível a esses impactos e da capacidade do território de enfrentar os efeitos negativos das variações do clima e sua capacidade de aproveitar as oportunidades associadas a elas.

O diagnóstico detalhado do território, sob a luz dos três componentes da vulnerabilidade, permitiu, por um lado, identificar as regiões de Minas Gerais mais vulneráveis às mudanças climáticas e, por outro lado, destacar os principais desafios dentro de cada região em relação às mudanças climáticas. O valor ou o grau de vulnerabilidade regional foi obtido pela multiplicação das notas de cada região sobre a sensibilidade – exposição e capacidade de adaptação.

As regiões do Estado de Minas Gerais mais vulneráveis às mudanças climáticas são, por ordem decrescente de vulnerabilidade: Norte; Jequitinhonha; Zona da Mata; Rio Doce; Noroeste; Central; Sul de Minas; Triângulo; Alto Paranaíba e Centro-Oeste.



Matriz e mapa de vulnerabilidade regional

Tabela 26 - Matriz da vulnerabilidade de Minas Gerais às mudanças climáticas: sistema de avaliação e índice por região (Elaboração: EnvirOconsult, EcoResources e FEAM)

	REGIÕES DE PLANEJAMENTO									
	Noroeste	Norte	Jequitinhonha	Triângulo	Alto Paranaíba	Centro-Oeste	Central	Rio Doce	Sul de Minas	Zona da Mata
INDICE DE SENSIBILIDADE	2,57	2,78	2,74	2,35	2,35	1,96	3,00	2,87	2,43	2,87
INDICE DE EXPOSIÇÃO AOS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS	2,73	3,00	3,00	2,55	2,45	1,91	2,27	2,64	2,45	2,45
INDICE DE CAPACIDADE DE ADAPTAÇÃO	2,00	3,00	3,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	1,50	2,50
INDICE DE VULNERABILIDADE REGIONAL	14,03	25,02	24,66	5,99	5,76	3,74	13,62	15,15	8,93	17,58

Tabela 27 - Classificação das regiões de Minas Gerais segundo o grau de vulnerabilidade às mudanças climáticas (da mais vulnerável à menos vulnerável) (Elaboração: EnvirOconsult, EcoResources e FEAM)

	REGIÕES DE PLANEJAMENTO									
	Norte	Jequitinhonha	Zona da Mata	Rio Doce	Noroeste	Central	Sul de Minas	Triângulo	Alto Paranaíba	Centro-Oeste
INDICE DE VULNERABILIDADE REGIONAL	[Color-coded cells corresponding to the values in Table 26]									
GRAU DE VULNERABILIDADE REGIONAL	MUITO FORTE		FORTE		MEDIO			BAIXO		

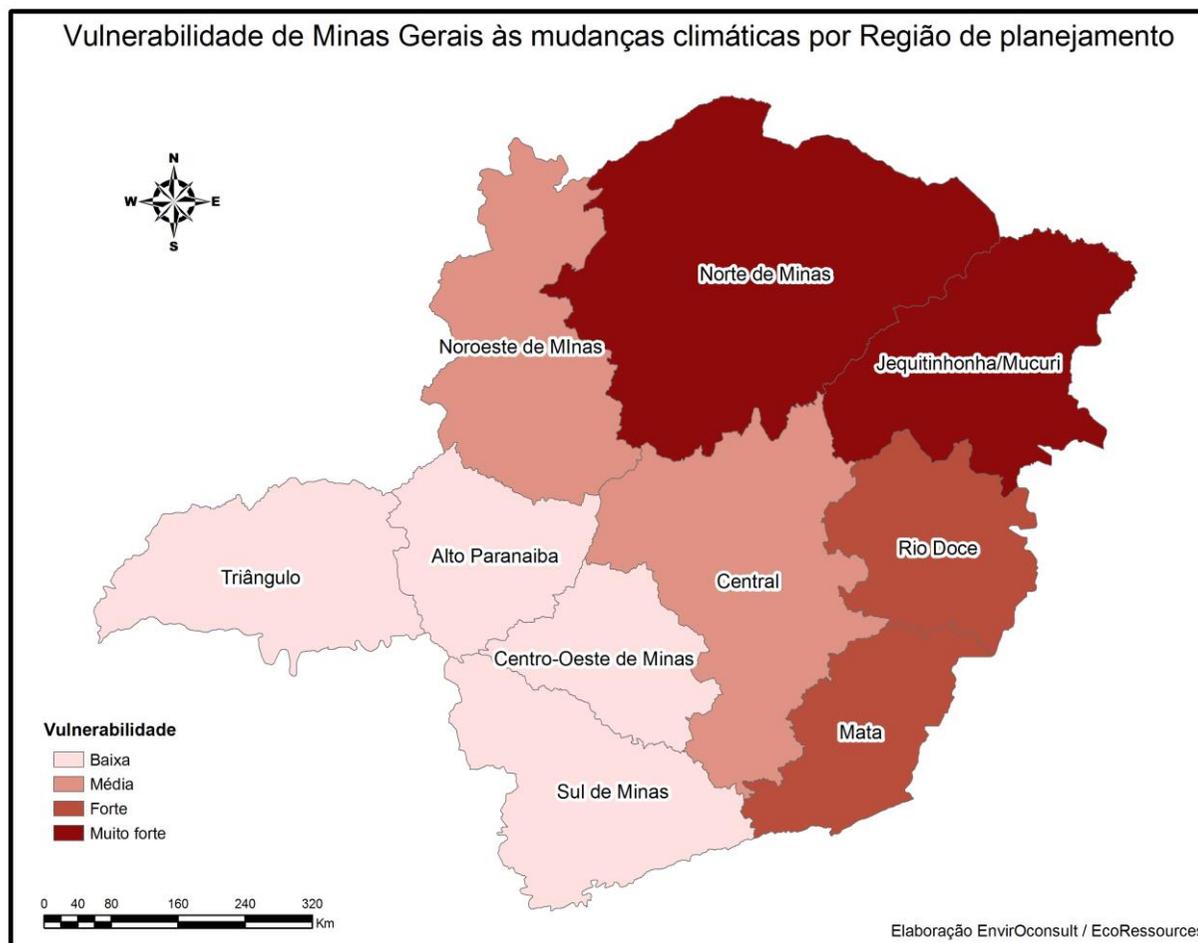


Figura 77 - Mapa regional da vulnerabilidade de Minas Gerais às mudanças climáticas: sistema de avaliação e índice por região (Fonte: Enviroconsult, EcoResources e FEAM)



Identificação dos desafios regionais

Cada região tem suas próprias especificidades e está exposta a impactos climáticos diferentes. É importante, então, identificar os setores ou áreas que necessitariam de uma atenção especial em cada uma das regiões de Minas Gerais.

A Tabela 28 apresenta os principais desafios das regiões de Minas Gerais identificados em relação às mudanças climáticas, considerando a diversidade de seus territórios e as características próprias de cada região. Esses desafios auxiliarão a implementação da Estratégia de Adaptação Regional para Minas Gerais.

Tabela 28 - Síntese dos principais desafios regionais de Minas Gerais em relação às mudanças climáticas (Elaboração: elaboração EnvirOconsult, EcoResources e FEAM)

REGIÕES	PRINCIPAIS DESAFIOS EM RELAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS
NORTE	<ul style="list-style-type: none">- Setores primários (principalmente a agricultura);- Saúde humana e educação;- Recursos hídricos:<ul style="list-style-type: none">o Hidroeletricidade;o Disponibilidade de água para setores econômicos;o Abastecimento de água potável para consumo humano;- Savanização / desertificação.- Capacitação institucional.
JEQUITINHONHA / MUCURI	<ul style="list-style-type: none">- Setor agrícola / silvícola;- Saúde humana e educação;- Recursos hídricos:<ul style="list-style-type: none">o Disponibilidade de água para setores econômicos;o Abastecimento de água potável para consumo humano;- Fluxos migratórios negativos;- Savanização / desertificação;- Capacitação institucional.
ZONA DA MATA	<ul style="list-style-type: none">- Fluxos migratórios negativos;- Saúde humana;- Serviços de tratamento de esgoto;- Riscos de desastres naturais (inundações, deslizamentos de terreno);- Capacitação institucional;- Impacto sobre a Mata Atlântica e a biodiversidade.
RIO DOCE	<ul style="list-style-type: none">- Setor agrícola / silvícola;- Condições das infraestruturas rodoviárias



	<ul style="list-style-type: none">- Impacto sobre a Mata Atlântica e biodiversidade;- Fluxos migratórios negativos;- Serviços de tratamento de esgoto;- Riscos de desastres naturais (inundações, deslizamentos de terreno).
NOROESTE	<ul style="list-style-type: none">- Setor agrícola / silvícola;- Saúde humana;- Recursos hídricos:<ul style="list-style-type: none">o Hidroeletricidade;o Disponibilidade de água.
CENTRAL	<ul style="list-style-type: none">- Condições das infraestruturas rodoviárias- Pressão migratória crescente para as zonas urbanas;- Saúde humana;- Serviços de tratamento de esgoto;- Pressão das atividades humanas sobre os recursos naturais;- Capacidade institucional desigual;- Riscos de desastres naturais (inundações, deslizamentos de terreno).
SUL DE MINAS	<ul style="list-style-type: none">- Pressão das atividades humanas sobre os recursos naturais;- Serviços de tratamento de esgoto;- Capacitação institucional;- Riscos de desastres naturais (inundações, deslizamentos de terreno).
TRIÂNGULO	<ul style="list-style-type: none">- Setor agrícola- Recursos hídricos:<ul style="list-style-type: none">o Hidroeletricidade;- Saúde humana;- Pressão das atividades humanas sobre os recursos naturais;- Serviços de tratamento de esgoto;- Riscos de desastres naturais (chuvas intensas).
ALTO PARANAÍBA	<ul style="list-style-type: none">- Setor agrícola / silvícola;- Recursos hídricos:<ul style="list-style-type: none">o Hidroeletricidade;- Saúde humana;- Pressão das atividades humanas sobre os recursos naturais;- Serviços de tratamento de esgoto;
CENTRO-OESTE	<ul style="list-style-type: none">- Saúde humana;- Pressão das atividades humanas sobre os recursos naturais;- Serviços de tratamento de esgoto;



Especial atenção para a biodiversidade

A relação entre a biodiversidade e as mudanças climáticas é complexa. Não há, atualmente, estudos consolidados suficientes que permitam avaliar de maneira regional os impactos das mudanças climáticas sobre a biodiversidade mineira.

Entretanto, considerando-se a riqueza da biodiversidade no território, os alertas científicos sobre os riscos impostos à biodiversidade devido às mudanças climáticas, é possível considerar essa questão como fundamental para Minas Gerais e com base no princípio da precaução prever medidas já de curto prazo para a proteção adicional da biodiversidade estadual.

Um maior conhecimento desses aspectos será necessário no futuro, sendo essencial a realização de pesquisas complementares. Apesar da impossibilidade atual de proceder uma análise regional adequada, considera-se que a biodiversidade deve ser tratada como prioridade nas reuniões do processo participativo do Plano de Energia e Mudanças Climáticas (PEMC) e na implementação da Estratégia de Adaptação Regional de Minas Gerais (EAR).

Propostas de eixos de trabalho da adaptação de Minas Gerais às mudanças climáticas

A análise dos desafios resultantes deste relatório permite propor, como conclusão do estudo, cinco eixos de trabalho prioritários para discussão no âmbito do PEMC de Minas Gerais e para a composição da estratégia de ações para a adaptação do Estado às mudanças climáticas.

Os eixos de trabalho propostos são:

