

# Sisema

Sistema Estadual de Meio Ambiente  
e Recursos Hídricos

## As Mudanças climáticas e seus impactos na sociedade mineira

Felipe Nunes, D.Sc  
Fundação Estadual do Meio Ambiente

**feam**  
FUNDAÇÃO ESTADUAL  
DO MEIO AMBIENTE

**IEF**  
INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS

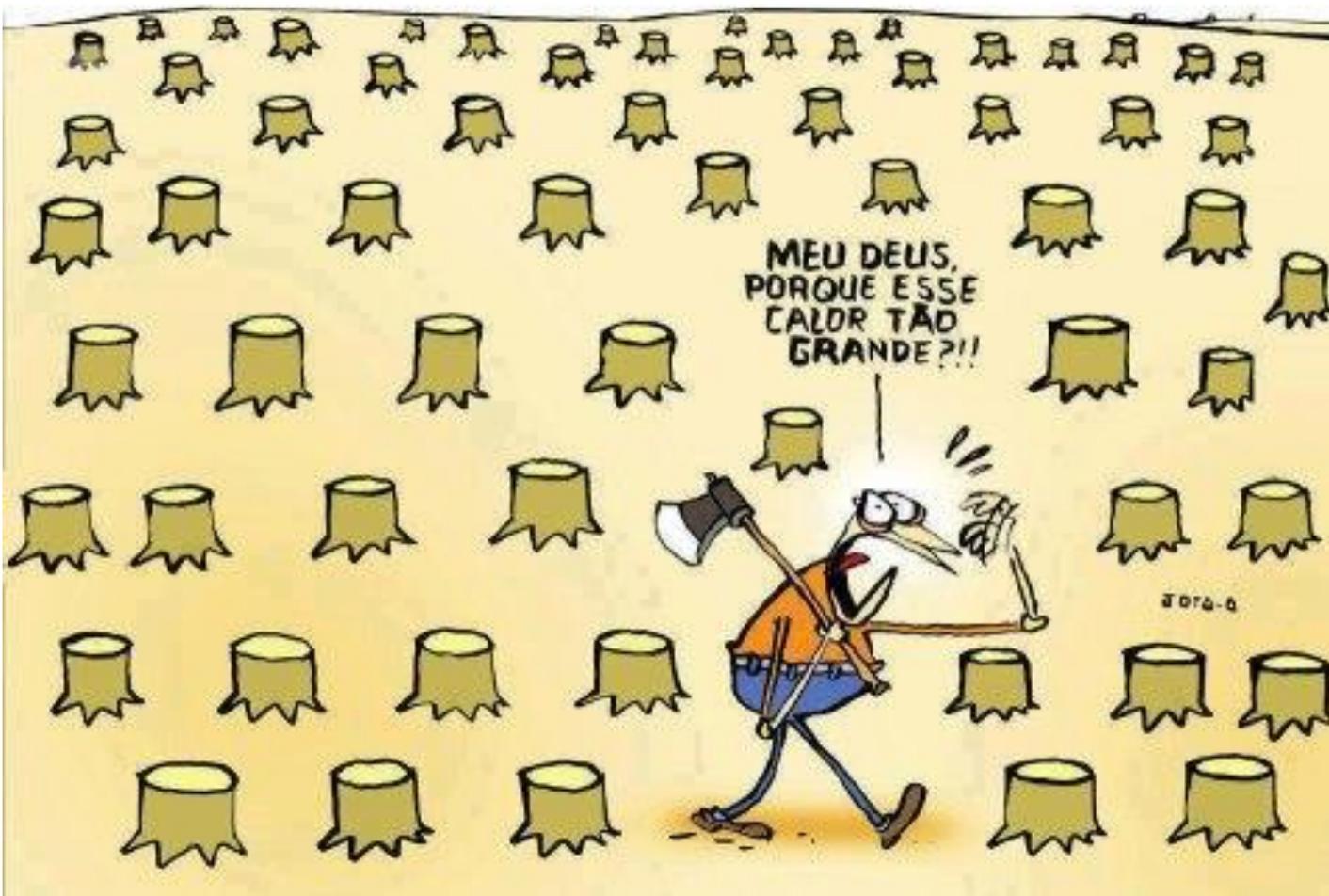
**Igam**  
Instituto Mineiro de Gestão das Águas

**MINAS  
GERAIS**  
DIÁLOGO EQUILÍBRIO TRABALHO

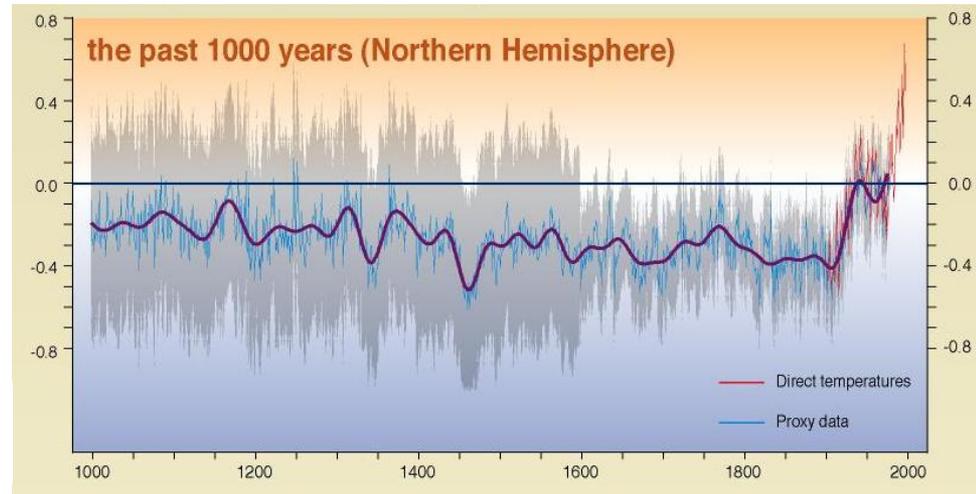
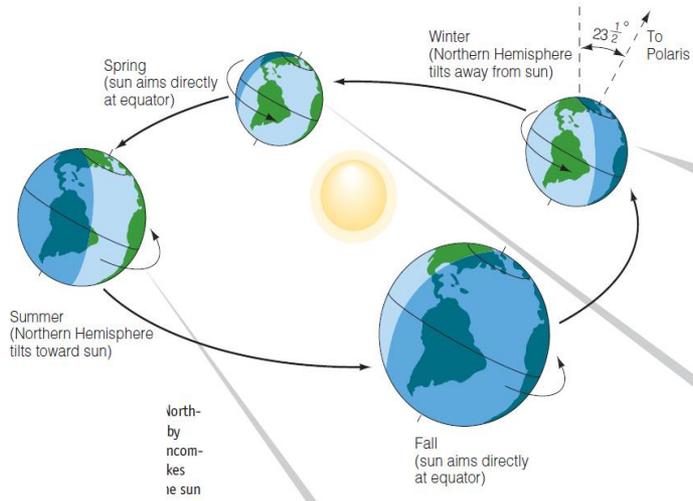
# Mudanças climáticas?



# Mudanças climáticas?



# O clima sempre variou...

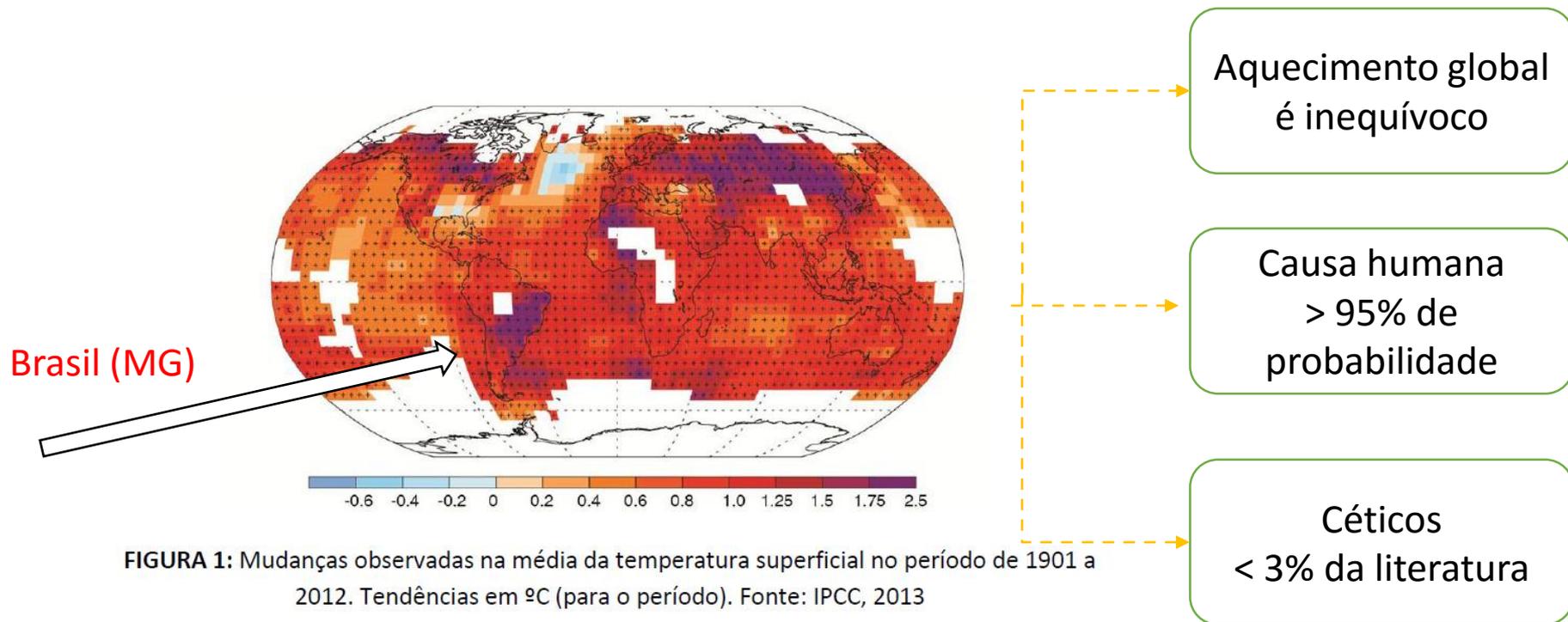


Variações da temperatura terrestre ao longo da história

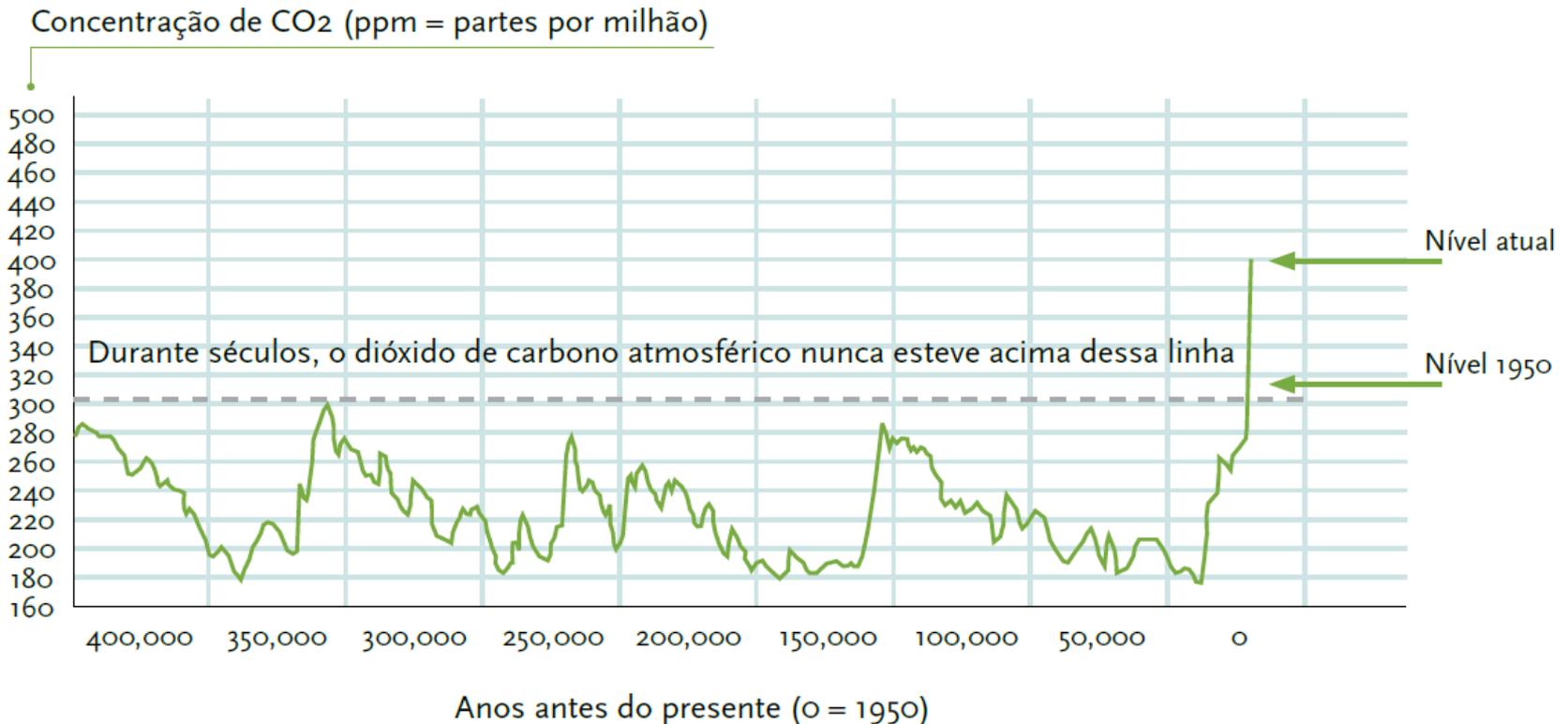
IPCC (2007)



# O que nos diz a Ciência...



# Concentração de gases de efeito estufa

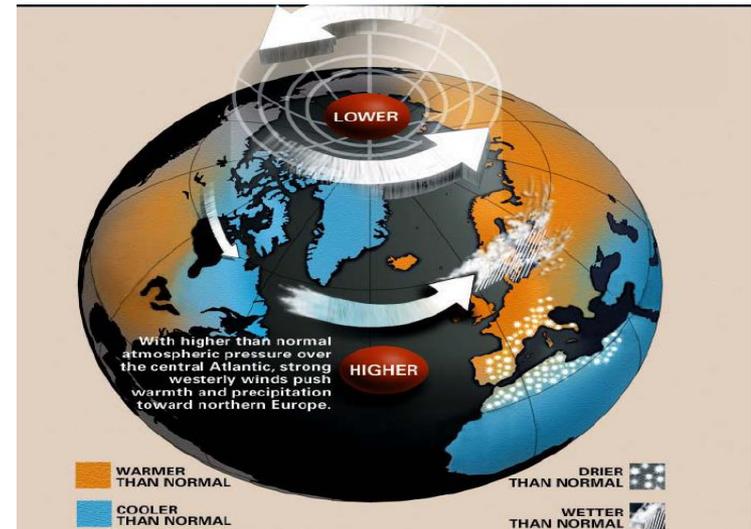
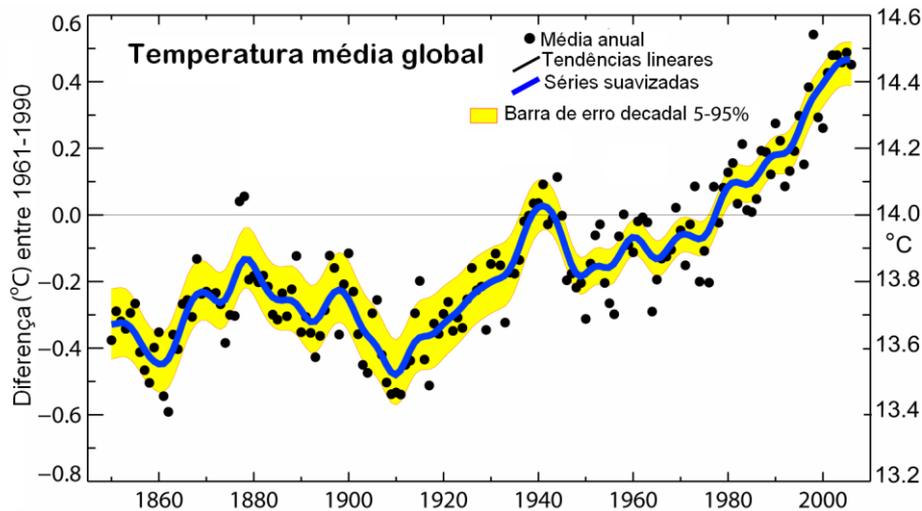


ICLEI (2016); NOAA (2017)

# • Aquecimento Global

X

# Mudanças Climáticas



# E os impactos?

- Redução de disponibilidade hídrica superficial e subterrânea
- Redução de produtividade agropecuária

Impactos  
podem ser :  
graduais ou  
extremos !



- Perda de volume em reservatórios de hidroelétricas



- Elevação do risco de ocorrência de incêndios florestais



- Aumento do risco de doenças de veiculação hídrica



- Indisponibilidade de água para usos prioritários



## ✓ Enchente, inundação e alagamento;

SÃO PREOCUPANTES PORQUE CAUSAM **EFEITOS IMEDIATOS (DIRETOS) E EFEITOS POSTERIORES (INDIRETOS)** À SAÚDE HUMANA;

**Enchente** ou cheia é o aumento temporário do nível d'água no canal de drenagem devido ao aumento da vazão, atingindo a cota máxima do canal, porém, sem transbordamento.



**Inundação** é o transbordamento das águas de um canal de drenagem, atingindo as áreas marginais (planície de inundação ou área de várzea)

**Alagamento** é o acúmulo de água nas ruas e nos perímetros urbanos, por problemas de drenagem

Impactos podem ser :  
graduais ou  
extremos !



# Múltiplos impactos...

## DISPONIBILIDADE HÍDRICA



## AGRICULTURA E SEGURANÇA ALIMENTAR



## SAÚDE PÚBLICA



## FLORESTAS



## TURISMO



**Impactos podem ser  
graduais ou extremos!!!**

Fonte: OECD, 2009

**Sisema**

Sistema Estadual de Meio Ambiente  
e Recursos Hídricos

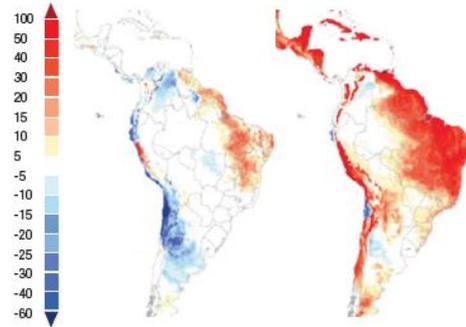
# Impactos em todas as áreas...

CC Impacts on society and vulnerability



## MAIS LONGE DO PÓDIO

Como as mudanças climáticas afetarão o esporte no Brasil



**DIAS SECOS CONSECUTIVOS**  
Os mapas mostram projeções do modelo regionalizado do Inpe para o número de dias secos no Brasil em 2071-2099 em relação ao presente (1961-1990). O mapa da esquerda mostra o melhor cenário, e da direita, o pior.

**EM CONDIÇÕES NORMAIS DE TEMPERATURA...**  
Para duração de prova, a maioria é planejada nos estados de normotermia.

**QUANDO O TEMPO ESQUENTA E FICA UMIDO**  
Da a sensação térmica se igual à temperatura do corpo, e a capacidade de perder calor reduz.

**MÚSCULOS GERAM CALOR**  
3/4 da energia para manter a temperatura corporal vem dos músculos. Quando os músculos trabalham, geram calor. Este calor é dissipado para o ambiente por meio da convecção, radiação e condução. Em ambientes quentes e úmidos, a dissipação de calor é mais difícil, o que pode levar ao superaquecimento.

**CONDIÇÕES DE TEMPERATURA E UMIDADE**  
A combinação de alta temperatura e alta umidade cria o maior estresse térmico. A sensação térmica pode ser muito maior do que a temperatura real do ar.

**FEIJO AN**  
A sensação de calor no corpo é aumentada quando a temperatura do ar é alta e a umidade é alta. Isso ocorre porque a umidade reduz a capacidade do corpo de resfriar a pele por evaporação.

**FEIJO BOM**  
A sensação de calor no corpo é reduzida quando a temperatura do ar é alta e a umidade é baixa. Isso ocorre porque a baixa umidade permite que a água na pele evapore mais facilmente, resfriando o corpo.

**UNICA ALTERNATIVA**  
A melhor maneira de lidar com o calor é beber água regularmente. A água ajuda a manter o corpo hidratado e a dissipar o calor.

**FEIJO CAÍDO**  
A sensação de calor no corpo é aumentada quando a temperatura do ar é alta e a umidade é alta. Isso ocorre porque a umidade reduz a capacidade do corpo de resfriar a pele por evaporação.

**FEIJO EM PÉ**  
A sensação de calor no corpo é reduzida quando a temperatura do ar é alta e a umidade é baixa. Isso ocorre porque a baixa umidade permite que a água na pele evapore mais facilmente, resfriando o corpo.

**TEMPERATURA CORPORAL**  
A temperatura corporal normal é de aproximadamente 37°C. Quando o corpo se aquece, a temperatura corporal aumenta, o que pode levar a problemas de saúde.

**INDICADORES DE QUANTIDADE DE CALOR**  
A quantidade de calor gerado pelo corpo depende da intensidade do exercício e da duração da atividade.

**PROTEÇÃO DO CORPO DO ATLETA**  
Os atletas devem tomar precauções para evitar o superaquecimento, como beber água regularmente e usar roupas leves e respiráveis.

**2%**  
A perda de peso durante o exercício é principalmente devido à desidratação.

**ESTIMADA ENERGIADA**  
A energia gerada pelo corpo durante o exercício depende da intensidade do exercício e da duração da atividade.

**NO FIM DO DIA**  
A sensação de calor no corpo é reduzida quando a temperatura do ar é alta e a umidade é baixa. Isso ocorre porque a baixa umidade permite que a água na pele evapore mais facilmente, resfriando o corpo.

*Em dias quentes em locais poluídos, é mais saudável sair para beber cerveja (à sombra) do que fazer esporte ao ar livre*  
Luzimar Teixeira, professor da Escola de Educação Física e Esporte da USP

Fonte: OC (2016)

sistema

Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

# Impactos graduais esperados...

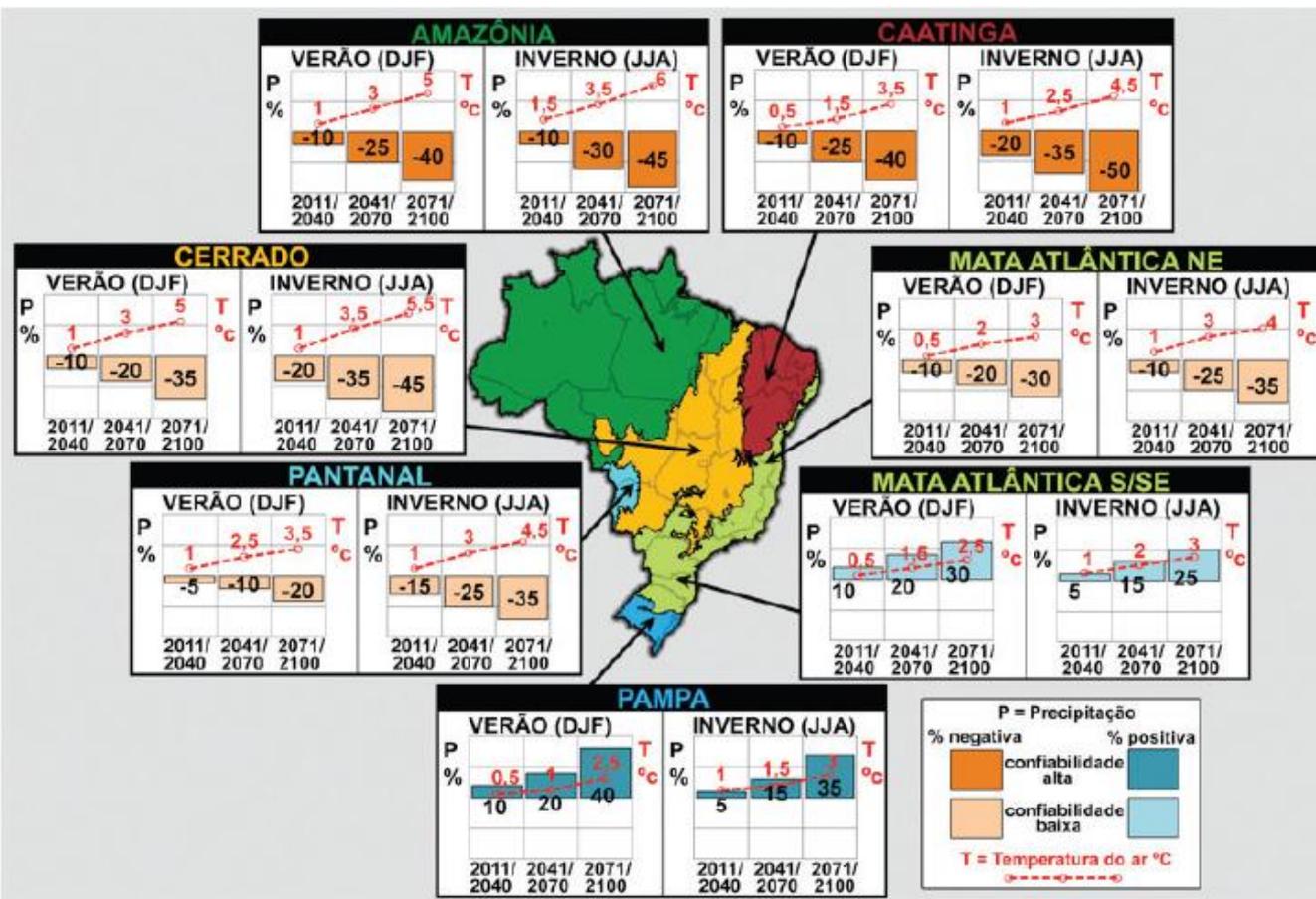
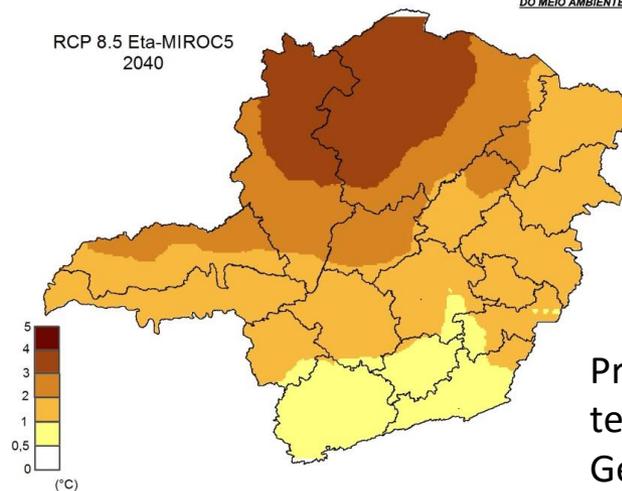
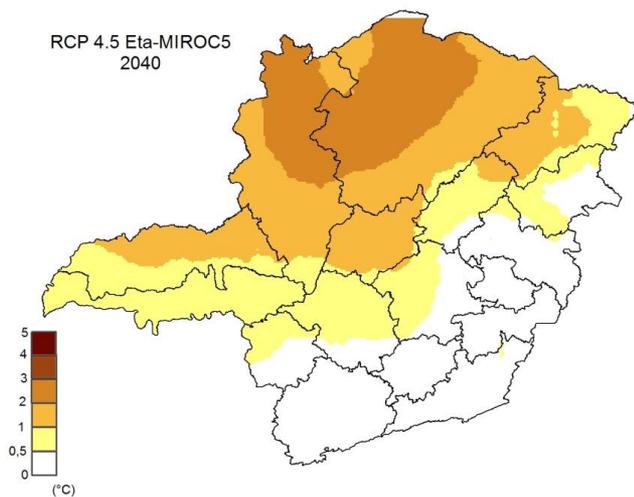


Figura SEF. 6. Projeções regionalizadas de clima nos biomas brasileiros da Amazônia, Cerrado, Caatinga, Pantanal, Mata Atlântica (setores Nordeste e Sul/Sudeste) e Pampa para os períodos de início (2011-2040), meados (2041-2070) e final (2071/2100) do século XXI, baseadas nos resultados científicos de modelagem climática global e regional. As regiões com diferentes cores no mapa indicam o domínio geográfico dos biomas. A legenda encontra-se no canto inferior direito. [GT1 9]

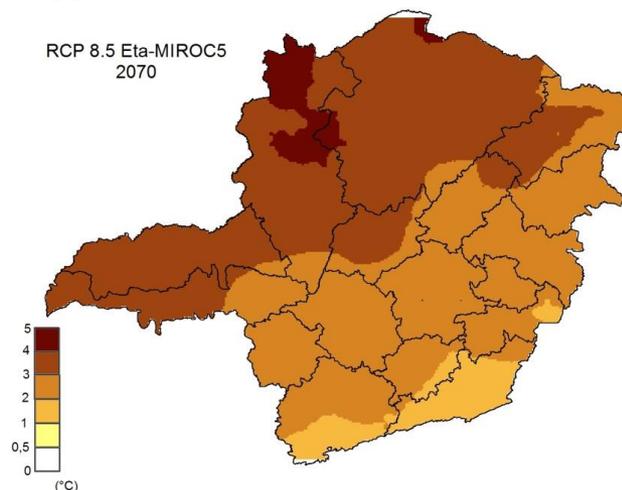
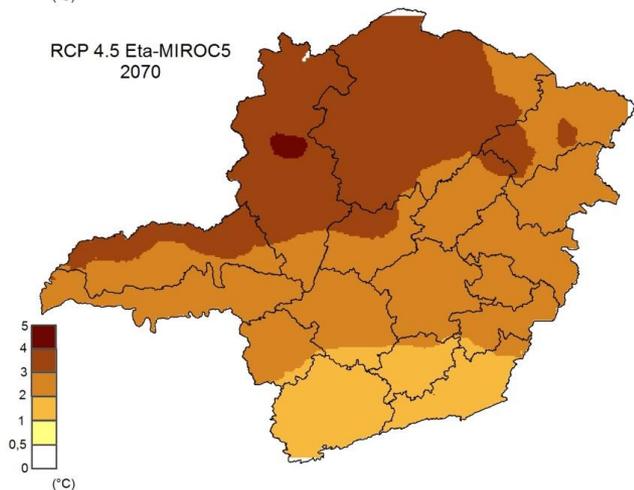
# Aumento das temperaturas médias

Diferença entre futuro e presente (1961-1990) da temperatura média do trimestre Dez-Jan-Fev

**feam**  
FUNDAÇÃO ESTADUAL  
DO MEIO AMBIENTE



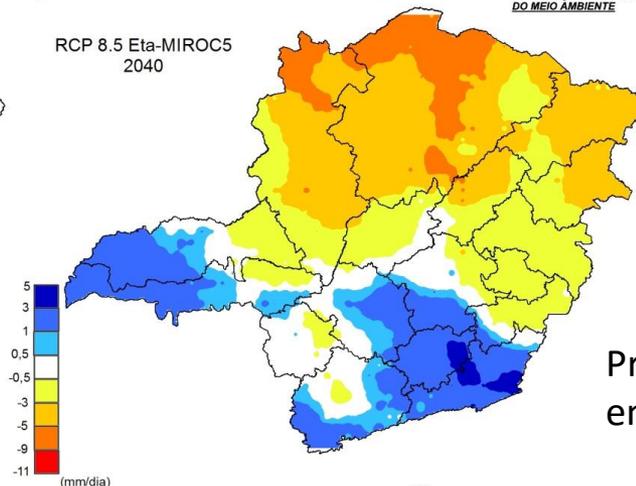
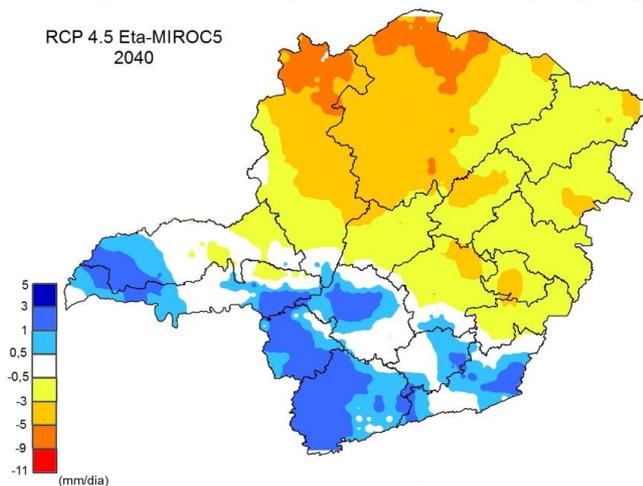
Previsão de aumento da  
temperatura média em Minas  
Gerais



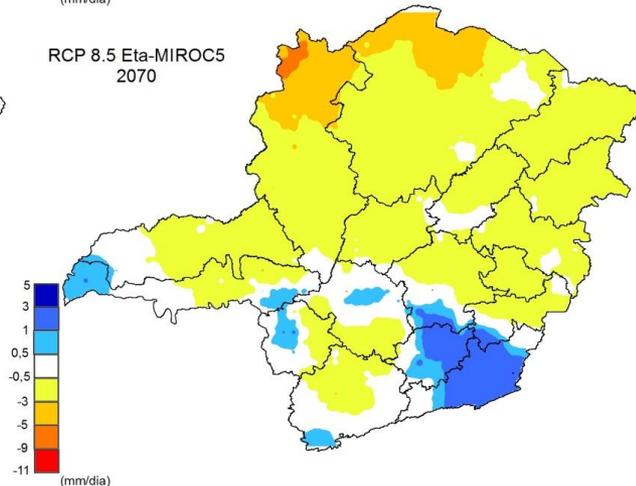
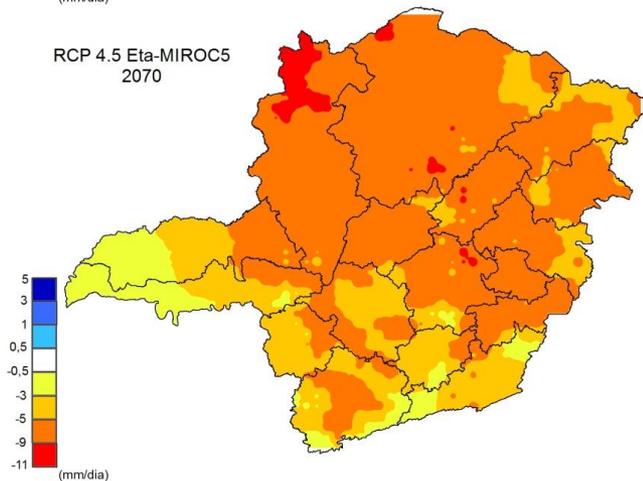
# Variações nas precipitações médias

Diferença entre futuro e presente (1961-1990) da precipitação média do trimestre Dez-Jan-Fev

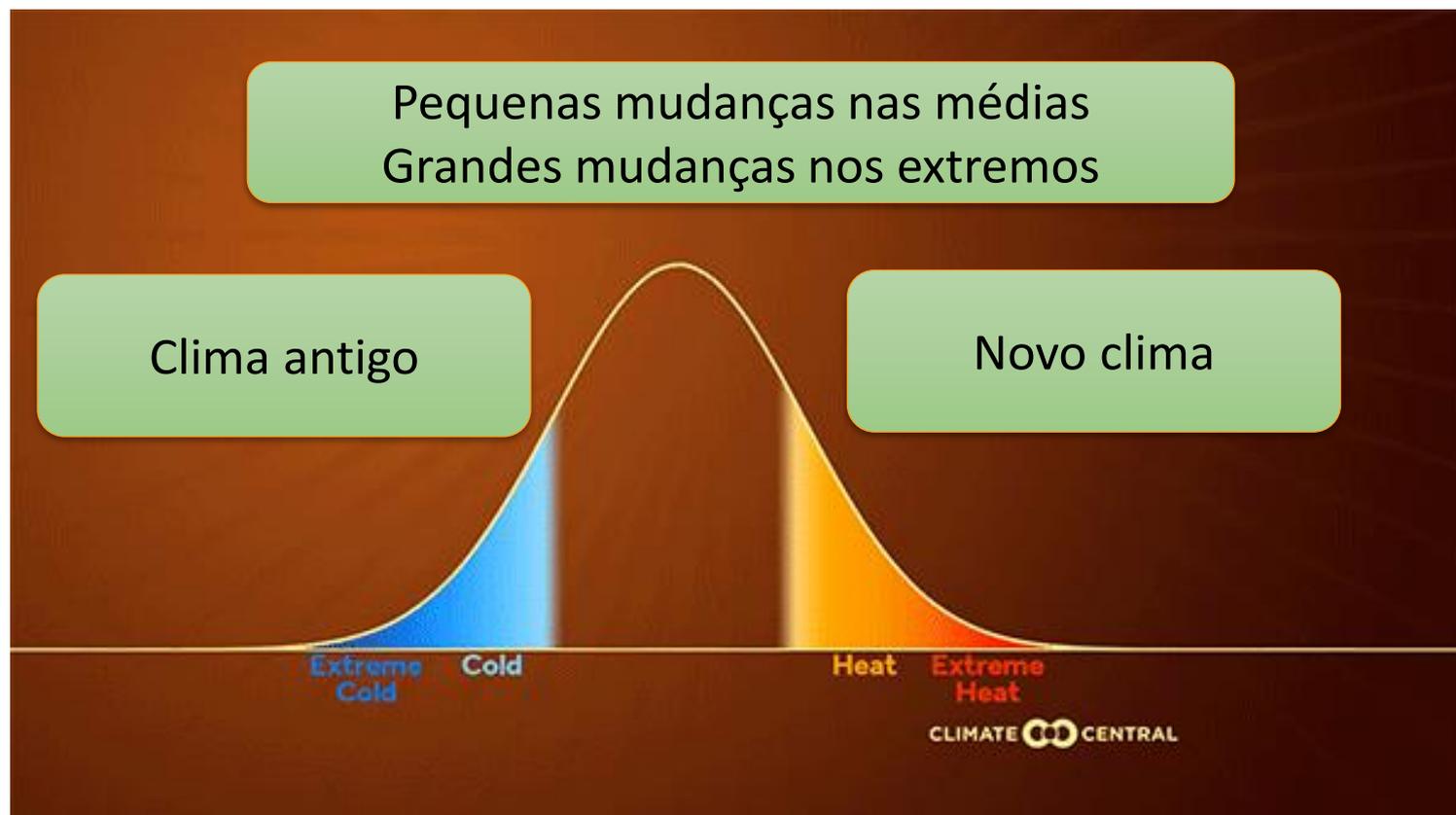
**feam**  
FUNDAÇÃO ESTADUAL  
DO MEIO AMBIENTE



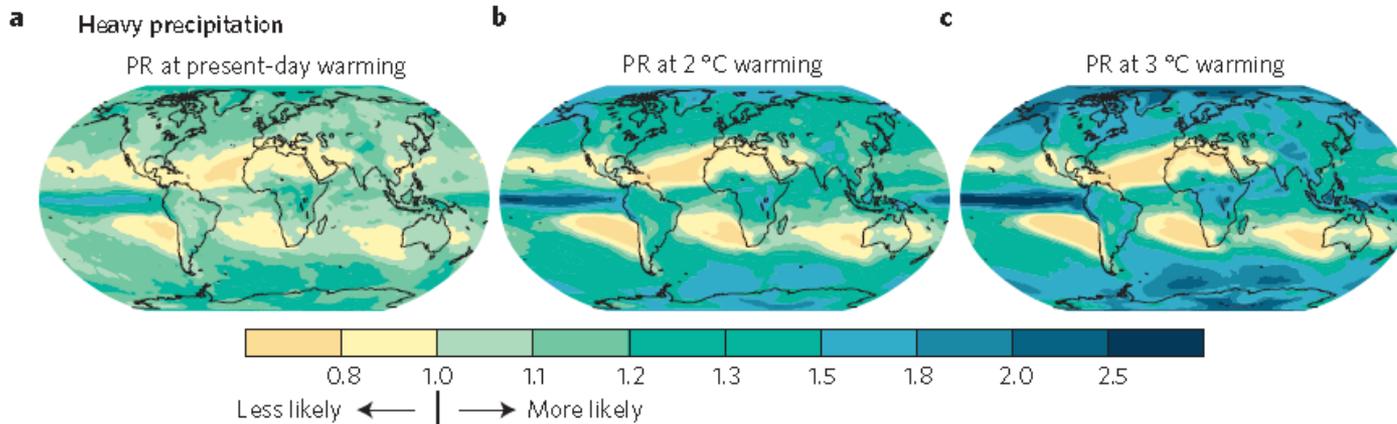
Previsão de precipitação média  
em Minas Gerais



# Mudanças climáticas e eventos extremos



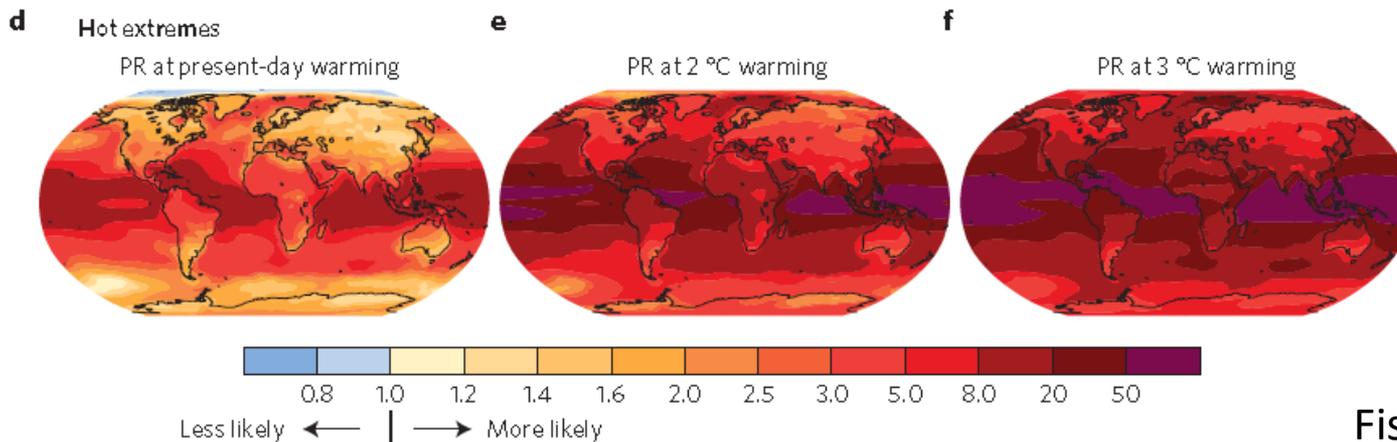
# Aumento nos eventos extremos



Tempestades



**0,85° = + 18%**  
**2°C = + 40 %**



Ondas de calor



**0,85° = + 75%**

Fisher & Knutti (2015)

# Frequência de eventos de seca e cheia

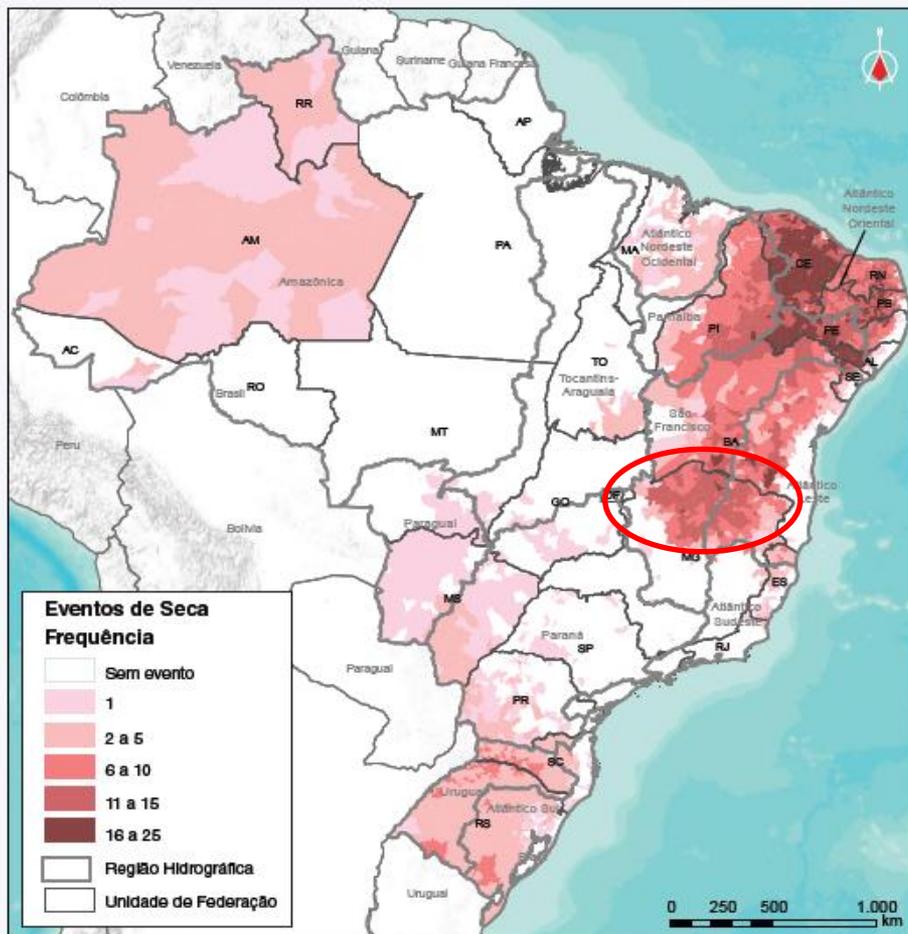


Figura 28. Frequência de ocorrência de eventos críticos de seca nos municípios do Brasil (2003 a 2015)

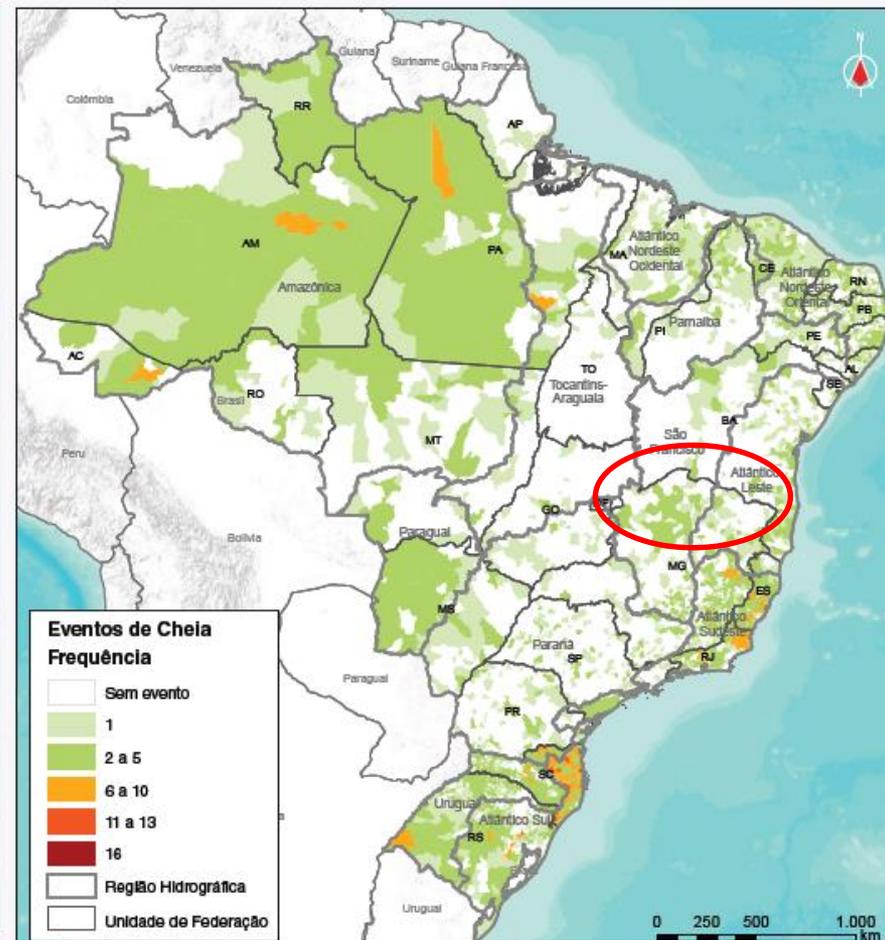
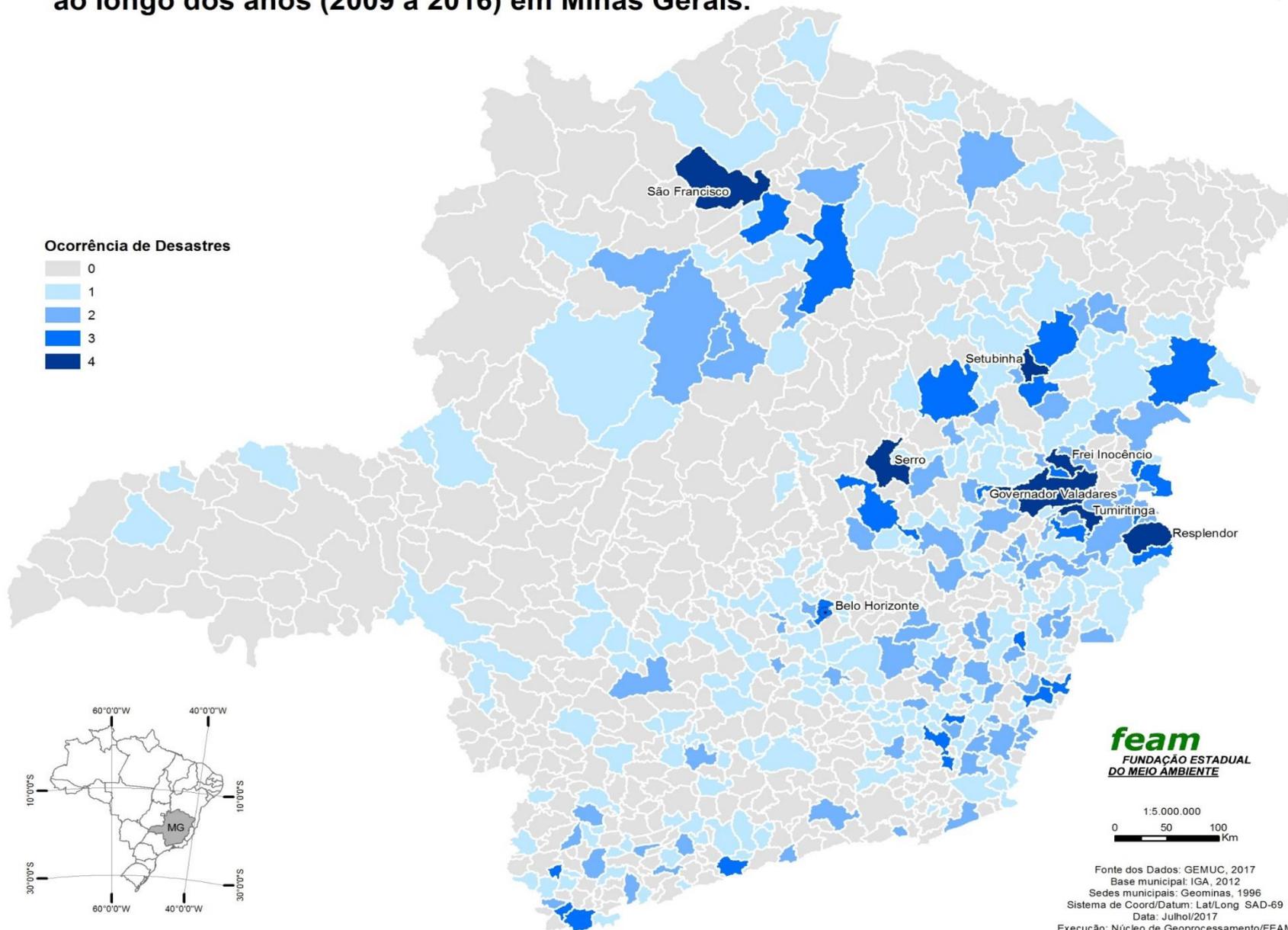


Figura 24. Frequência de ocorrência de eventos críticos de cheia nos municípios do Brasil (2003 a 2015)

# Situação de Emergência ou Calamidade (chuvas intensas) ao longo dos anos (2009 a 2016) em Minas Gerais.



## Ocorrência de Desastres



**feam**  
FUNDAÇÃO ESTADUAL  
DO MEIO AMBIENTE

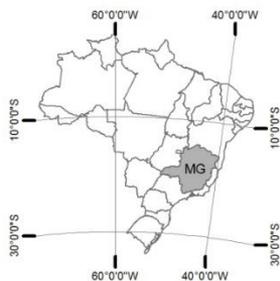
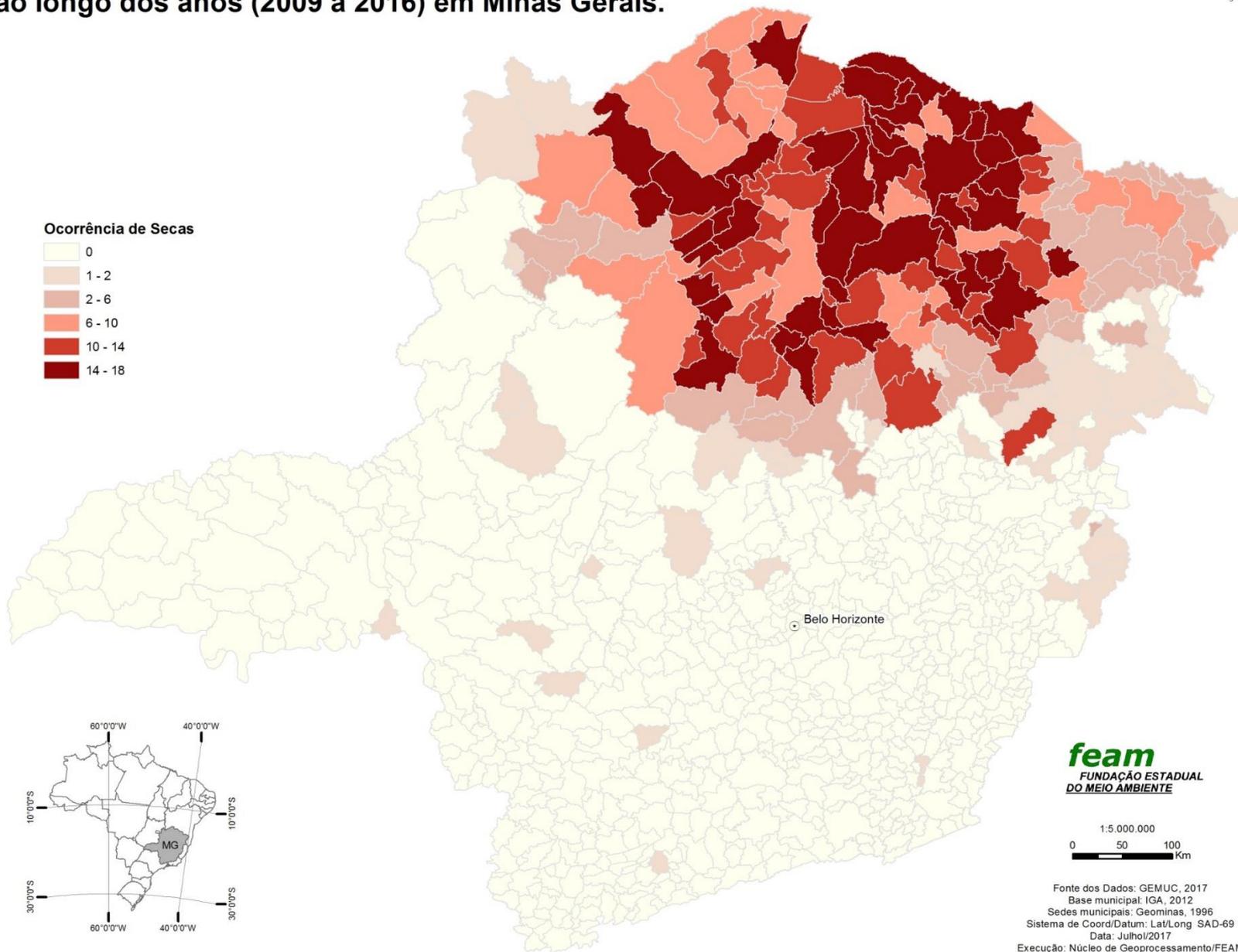
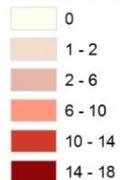
1:5.000.000  
0 50 100  
Km

Fonte dos Dados: GEMUC, 2017  
Base municipal: IGA, 2012  
Sedes municipais: Geominas, 1996  
Sistema de Coord/Datum: Lat/Long SAD-69  
Data: Julho/2017  
Execução: Núcleo de Geoprocessamento/FEAM

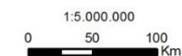
# Situação de Emergência ou Calamidade (secas) ao longo dos anos (2009 a 2016) em Minas Gerais.



## Ocorrência de Secas



**feam**  
FUNDAÇÃO ESTADUAL  
DO MEIO AMBIENTE



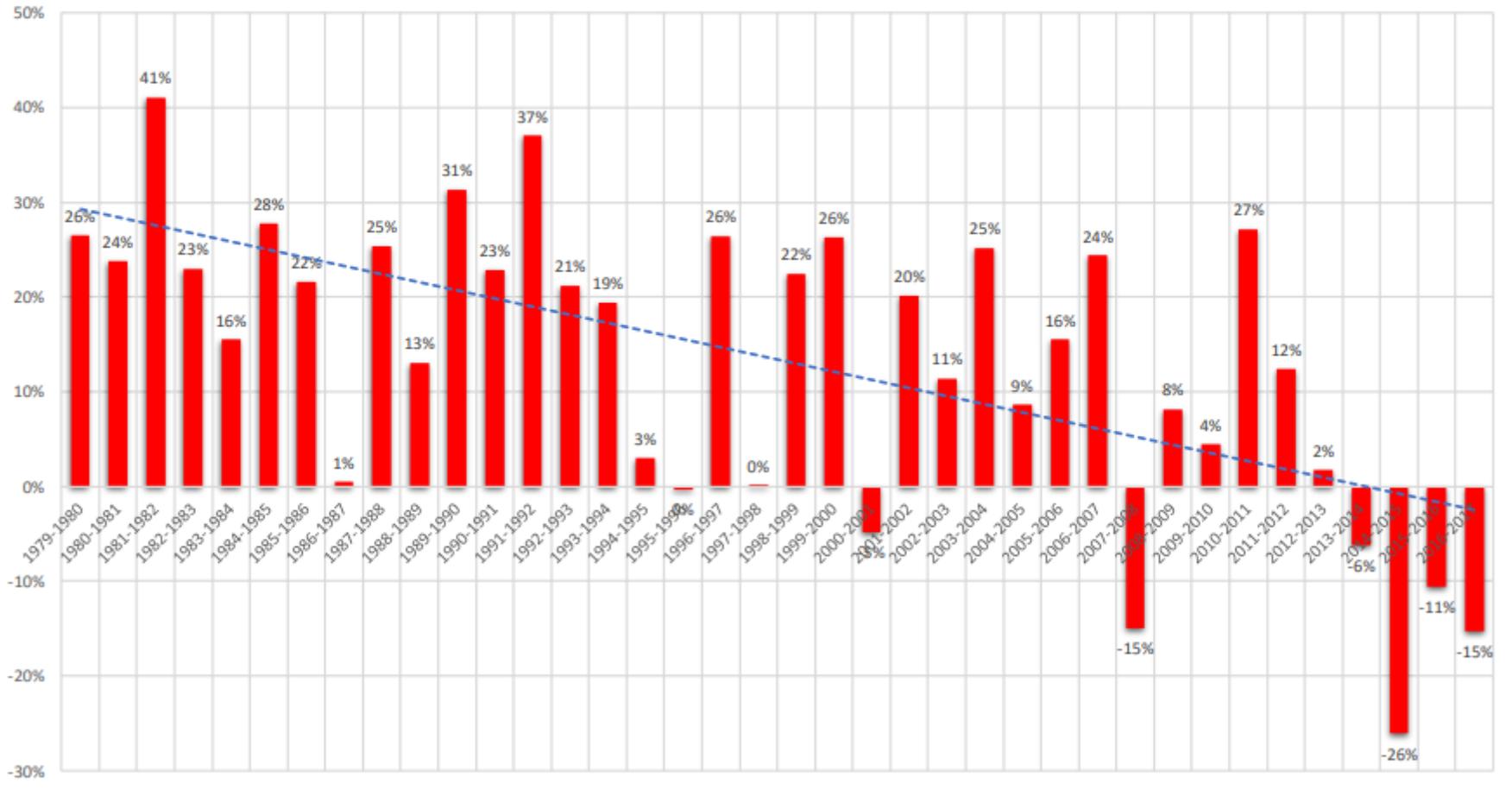
Fonte dos Dados: GEMUC, 2017  
Base municipal: IGA, 2012  
Sedes municipais: Geominas, 1996  
Sistema de Coord/Datum: Lat/Long SAD-69  
Data: Julho/2017  
Execução: Núcleo de Geoprocessamento/FEAM

**ema**  
Ambiente

e Recursos Hídricos

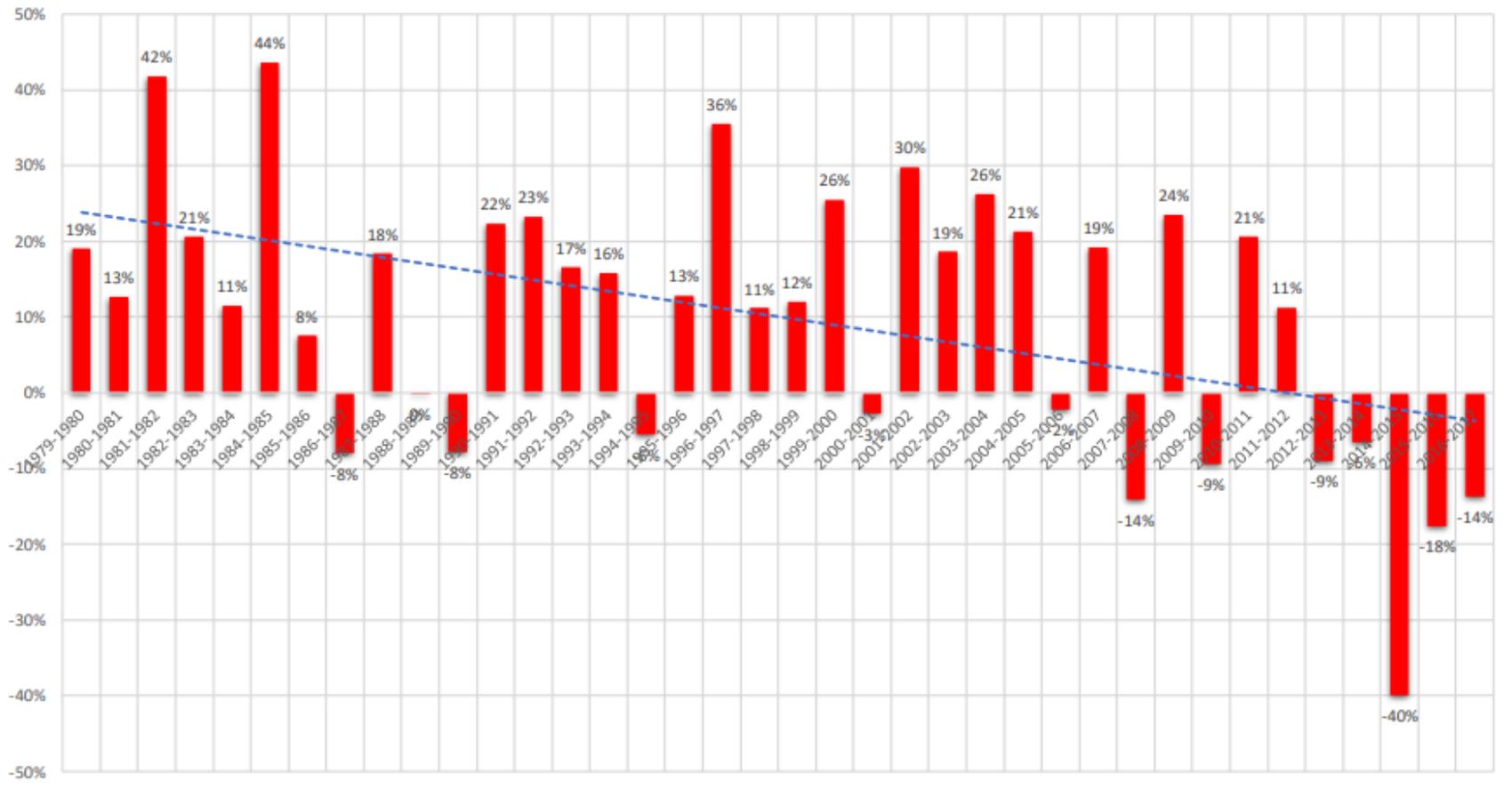
# ANOMALIA PERÍODOS CHUVOS – BACIAS HIDROGRÁFICAS

ANOMALIA DE PRECIPITAÇÃO ACUMULADA NA BACIA DO SÃO FRANCISCO (PARTE MG)  
TODOS OS PERÍODOS CHUVOSOS DE 1979-2016  
(OUTUBRO A MARÇO)



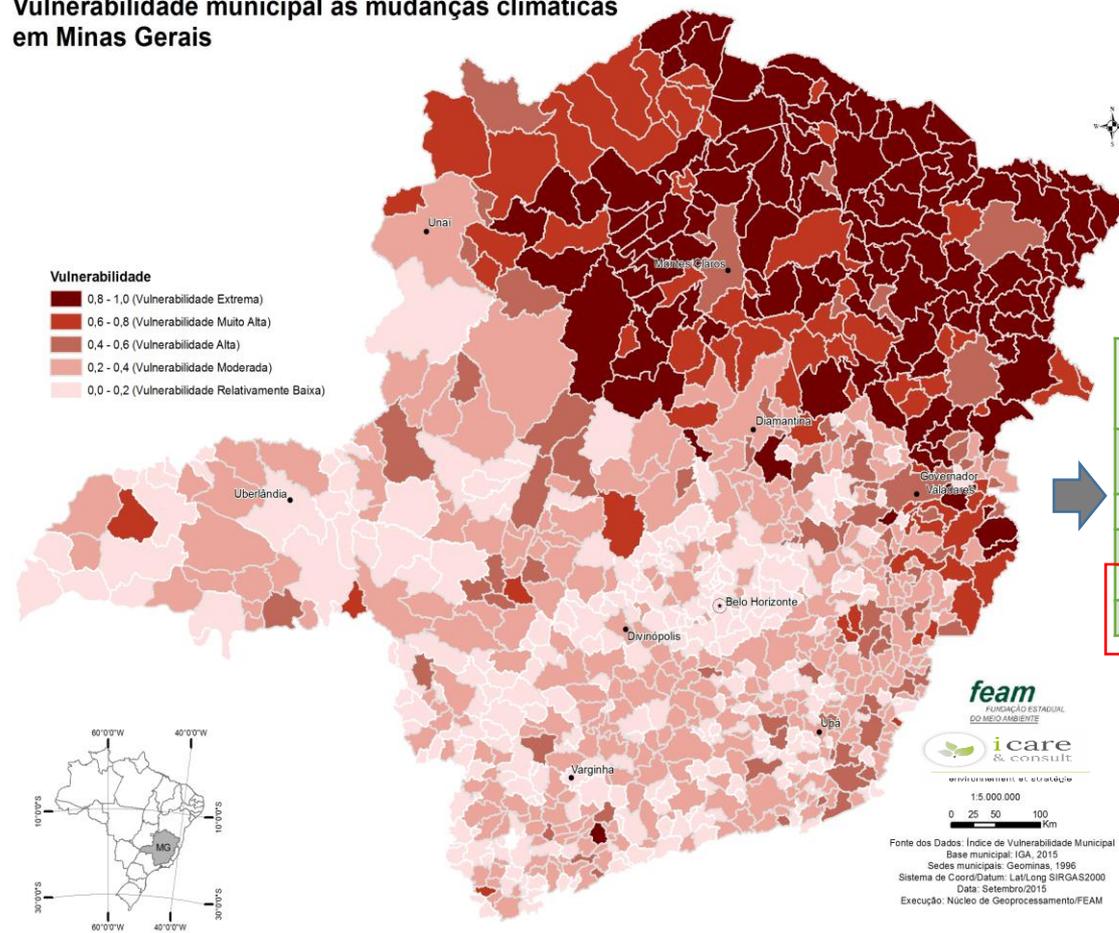
# ANOMALIA PERÍODOS CHUVOS – BACIAS HIDROGRÁFICAS

ANOMALIA DE PRECIPITAÇÃO ACUMULADA NA BACIA DO DOCE  
TODOS OS PERÍODOS CHUVOSOS DE 1979-2016  
(OUTUBRO A MARÇO)



# IMVC : Vulnerabilidade Municipal às Mudanças Climáticas

## Vulnerabilidade municipal às mudanças climáticas em Minas Gerais

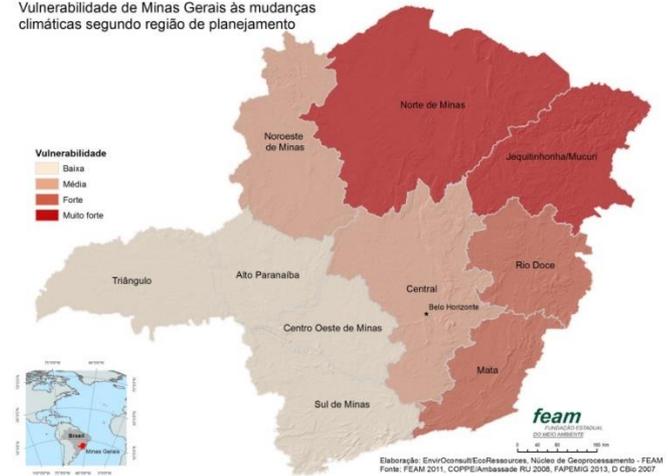


CATEGORIA	MUNICÍPIOS	POPULAÇÃO	ÁREA
Relativamente baixa	274	10,28 M	22,3 %
Moderada	308	6,06 M	12,3%
Alta	79	1,88 M	30,4%
Muito Alta	64	0,80 M	24,4%
Extrema	128	1,76 M	10,6%

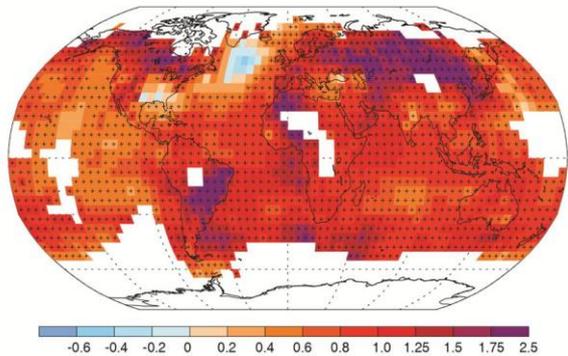
# VULNERABILIDADE E RECURSOS HÍDRICOS



Vulnerabilidade de Minas Gerais às mudanças climáticas segundo região de planejamento



## Plano de Energia e Mudanças Climáticas de Minas Gerais

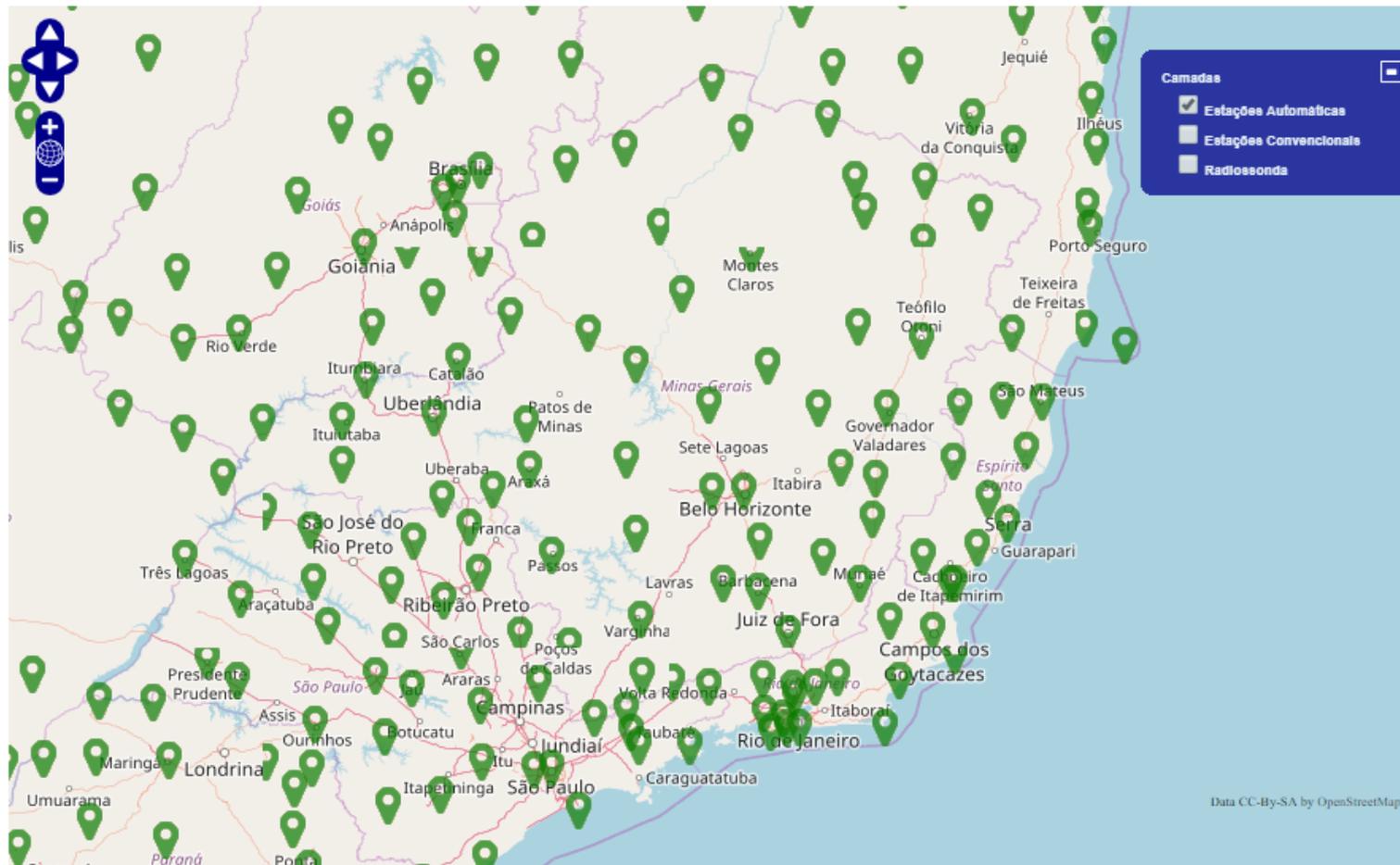


Riscos para o desenvolvimento

## Eixos de trabalho:



# Como os eventos extremos tem se distribuído no tempo e no espaço em Minas Gerais?



# Padrão de ocorrência de extremos em Minas Gerais

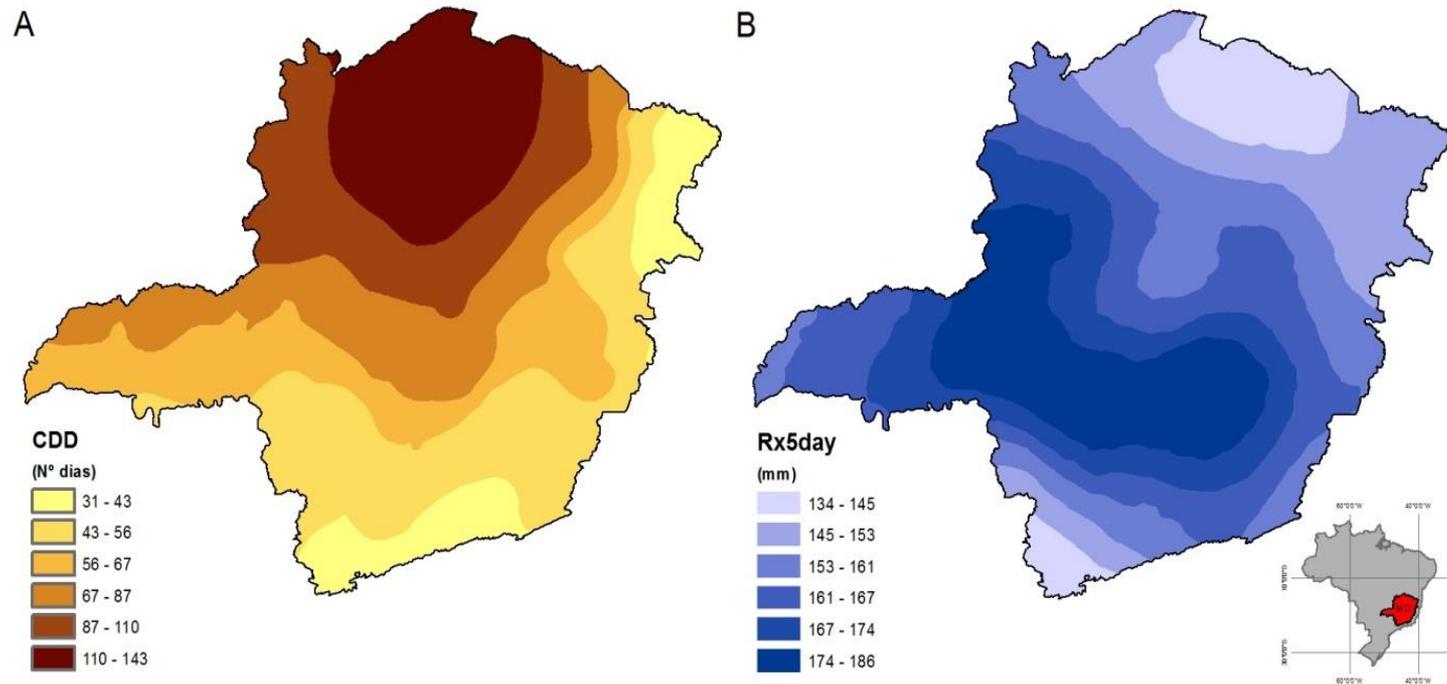
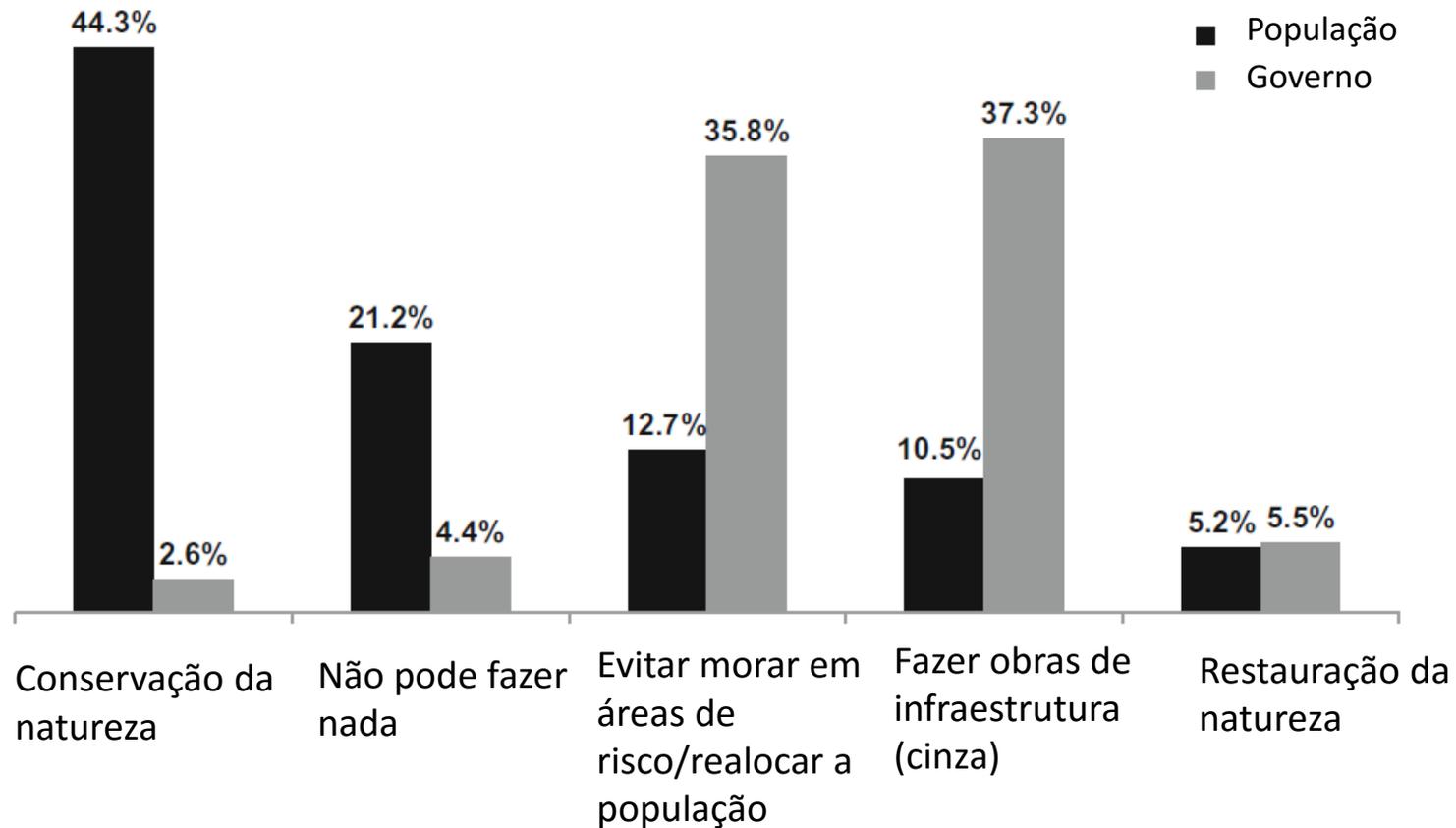


Figura 2. A) CDD médio para 1996-2016; B) Rx5day médio para 1996-2016

# E a sociedade?

Como a população/governo pode contribuir para a mitigação dos desastres?



# Avisos meteorológicos

**AVISOS METEOROLÓGICOS VIGENTES PARA BRASIL**

A partir: Hoje (31/05/2017) 48 horas (01/06/2017) 72 horas ou mais

**Risco de fenômenos adversos**

**Chuvas Intensas**

**Aviso de Atenção - 1107**

Mais detalhes >>

**Níveis**

**Aviso de Atenção** - Há risco considerável para ocorrência de fenômeno meteorológico adverso dentro das próximas 72 horas. Para sua segurança, recomenda-se acompanhar as atualizações meteorológicas mais recentes para que possa planejar melhor suas atividades.

**Aviso Especial** - As condições de tempo são muito favoráveis para ocorrência de um fenômeno meteorológico adverso dentro das próximas 24 horas. Continue atento sobre as atualizações da previsão do tempo já que o risco é alto para ocorrência de tempo severo que possam provocar danos e acidentes. Siga as recomendações da Defesa Civil e demais autoridades competentes, e esteja preparado para medidas de emergência com a maior segurança possível.

Clique sobre as áreas para obter maiores

## Risco de fenômenos adversos

## Avisos hoje e futuros

**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO**

**INMET**  
Instituto Nacional de Meteorologia

**TEMPO NA SUA CIDADE**

Brasília-DF

MÍNIMA 15°C MÁXIMA 28°C

Tendência: Estável

Umidade: 35% Umidade Máxima: 90%

Nascer do Sol: 06h32 Pôr do Sol: 17h47

Tarde Noite Manhã-01/06

Parcialmente nublado

Vento: Fracos/Moderados Direção do Vento: SE-NE

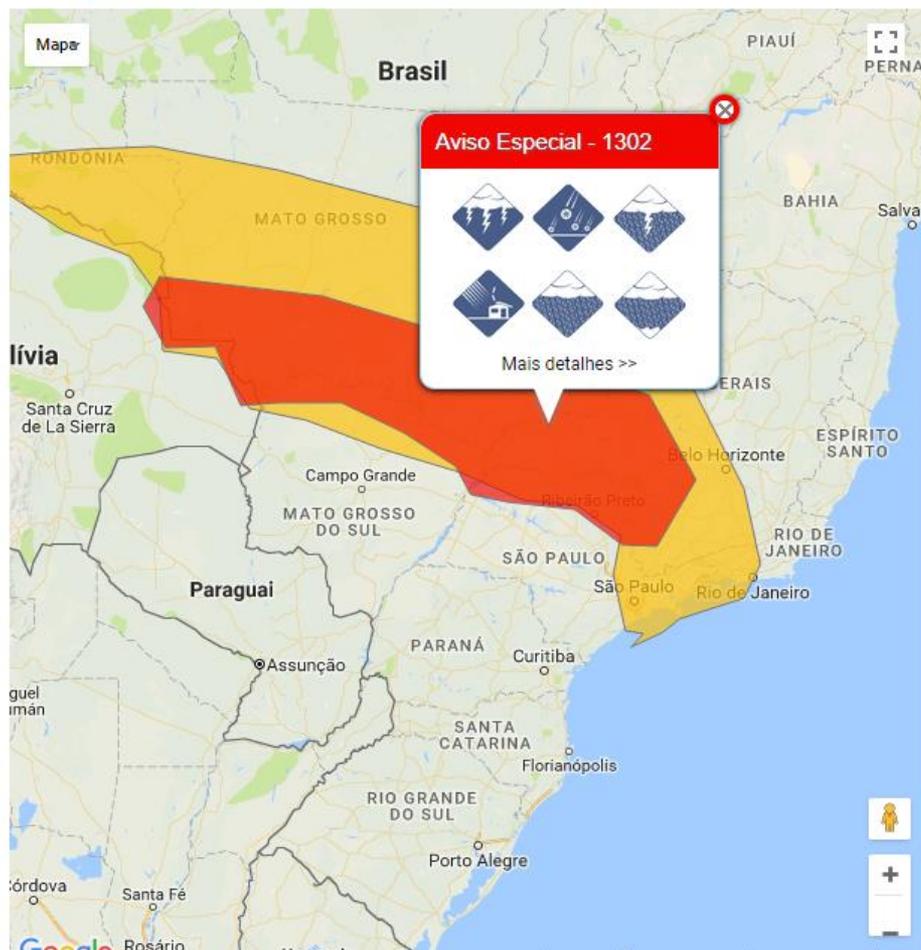
PRÓXIMOS DIAS METEGRAMAS

**Chuvas Intensas**  
Clique para mais informações.

# Níveis de aviso

## AVISOS METEOROLÓGICOS VIGENTES PARA BRASIL

A partir: Hoje (02/10/2017) 48 horas (03/10/2017) 72 horas ou mais



## Níveis de Avisos

**■** Aviso de Observação - A área segue em observação devido a tendência de evolução do nível do aviso meteorológico dentro das próximas 120 horas. Para sua maior segurança, recomenda-se acompanhar as previsões meteorológicas mais recentes e possível alteração do nível do aviso para que você possa planejar melhor suas atividades.

→ 120 horas

**■** Aviso de Atenção - Há risco moderado para ocorrência de fenômeno meteorológico adverso dentro das próximas 72 horas. Acompanhe com mais frequência as atualizações da previsão do tempo, pois você poderá necessitar mudar seus planos e se proteger dos eventuais impactos decorrentes de tempo severo. Siga as eventuais recomendações da Defesa Civil e das demais autoridades competentes.

→ 72 horas

**■** Aviso Especial - As condições de tempo são muito favoráveis para ocorrência de um fenômeno meteorológico adverso dentro das próximas 24 horas. Continue atento sobre as atualizações da previsão do tempo já que o risco é alto para ocorrência de tempo severo que possam provocar danos e acidentes. Siga as recomendações da Defesa Civil e demais autoridades competentes, e esteja preparado para medidas de emergência com a maior segurança possível.

→ 24 horas

**■** Aviso Extraordinário de Risco Iminente - O tempo extremo é esperado a qualquer momento. Você deve agir agora para manter-se seguro dos possíveis impactos do tempo severo. Não se descartam danos, interrupções de energia e risco a integridade física. Você deve evitar as áreas perigosas e siga os conselhos dos serviços de emergência e as autoridades locais.

→ A qualquer momento

**■** Aviso Cessado - Havia um risco de fenômeno meteorológico adverso nas últimas horas. Atualmente as condições de tempo apresentam baixo risco para severidade.

# E as políticas públicas mineiras?



Fórum  
Mineiro de  
Mudanças  
Climáticas

Programa de  
Registro  
Público de  
Emissões de  
Gases de  
Efeito Estufa

Editais de  
demanda  
induzida  
FEAM-  
FAPEMIG  
(Estudos e  
Pesquisas)

Plano de  
Energia e  
Mudanças  
Climáticas de  
Minas Gerais

2005

2008

2009

2009

2010

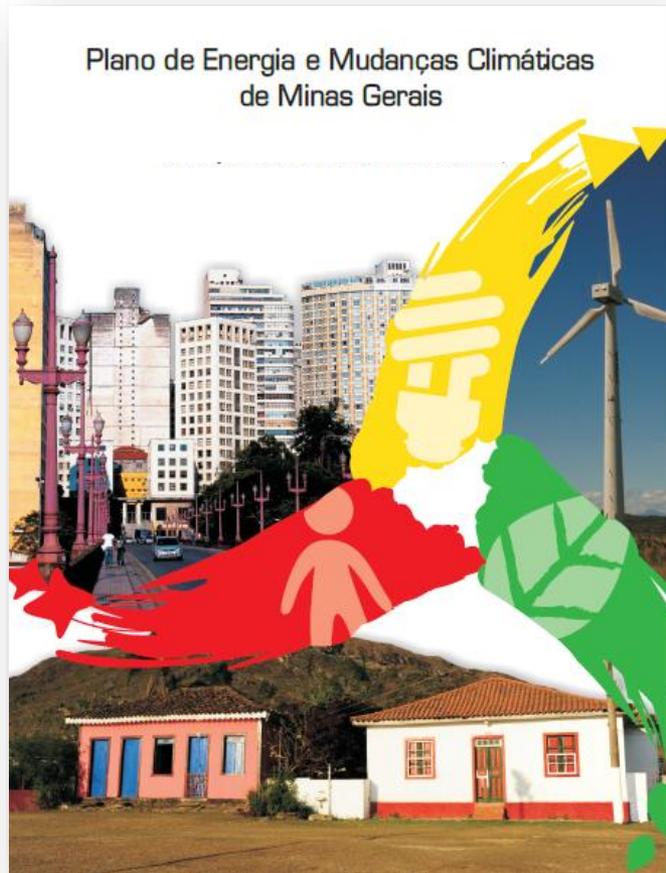
2013

2015

1º Inventário  
Estadual de  
Gases de  
Efeito Estufa

Cooperação  
Internacional  
(França)

Pegada de  
Carbono da  
Copa do  
Mundo  
(Parceria  
com Gov.  
Federal)



## Objetivos



Economia de baixo carbono

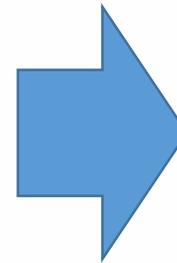


Vulnerabilidade territorial



Articulação e transversalidade

## Cooperação descentralizada

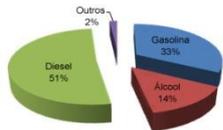


Decreto n° 46.817, de 12 de agosto de 2015 - COPOL



Julho 2013

Fevereiro 2015



Plano Energia  
e Mudanças Climáticas  
de Minas Gerais

## DIAGNÓSTICO (ESTUDOS TÉCNICOS)

- Arranjo Institucional e Governança
- Balço energético
- Potencial de ER
- Potencial de EE
- Inventário de Gases de Efeito Estufa
- Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas

## CENÁRIOS (2030)

- Referência (BAU)
- Baixa intensidade de carbono MG

## PROCESSO PARTICIPATIVO

- 10 oficinas regionais (147)
- 18 oficinas institucionais
- Diretrizes e ações setoriais
- 26 reuniões no COPAM

## PEMC

- Portfolio setorial-territorial
- Financiamento
- Monitoramento e Avaliação
- Plataforma Clima-Gerais

Cooperação Internacional





## Diretrizes e ações Setoriais

- ✓ Energia
- ✓ Agricultura, Florestas e Uso do Solo
- ✓ Indústria
- ✓ Resíduos
- ✓ Transportes

## Estratégia de Adaptação Regional

- ✓ Adaptação e Recursos Naturais

## Ferramentas transversais

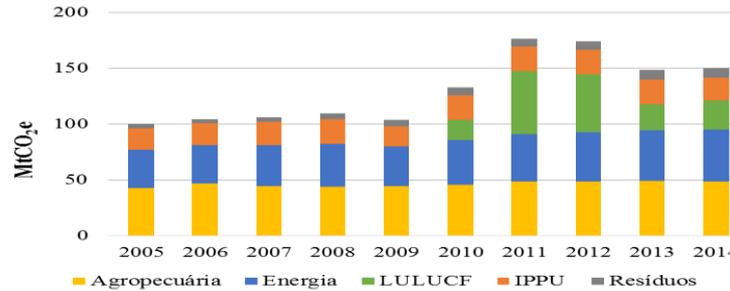
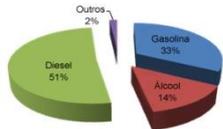
- ✓ Observatório
- ✓ Dinâmica Climática
- ✓ Rede de Pesquisa
- ✓ Financiamento
- ✓ Cooperação
- ✓ Plataforma Clima-Gerais

## PEMC

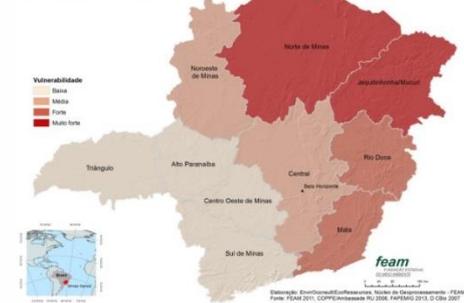
# ESTRATÉGIA DE IMPLEMENTAÇÃO



# DIAGNÓSTICO PARA MINAS GERAIS



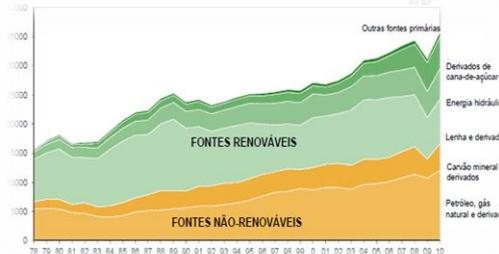
Vulnerabilidade de Minas Gerais às mudanças climáticas segundo região de planejamento



## DIAGNÓSTICO (ESTUDOS TÉCNICOS)

- Arranjo Institucional e Governança
- Balço energético
- Potencial de ER
- Potencial de EE
- Inventário de Gases de Efeito Estufa
- Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas

**150 MtCO2e em MG (2014)**

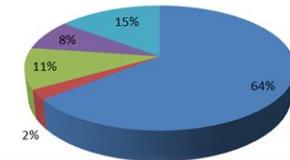


**49% de fontes não renováveis**

**R\$ 17,4 bilhões (2007 a 2013)**

### Potencial energético

Eólica Solar Etanol Outros de biomassa Hidroeletricidade

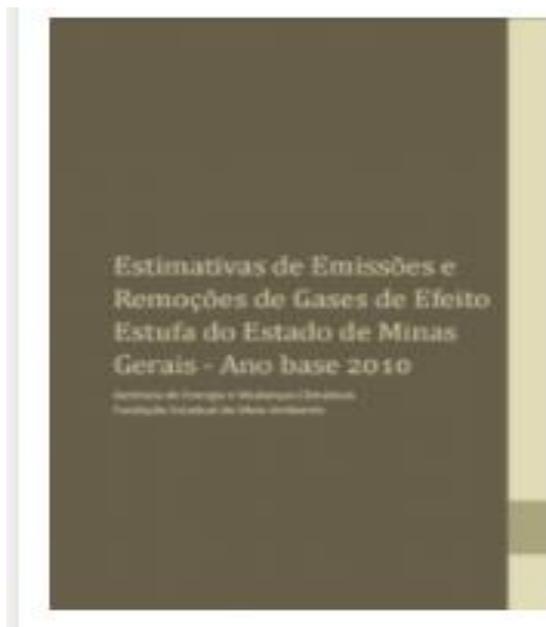


**Potencial de ER (3 X consumo atual)**

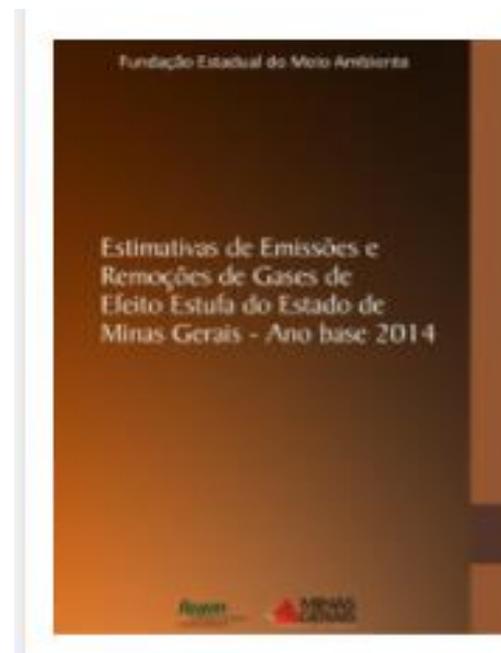
# Estimativas estaduais de GEE publicadas



2008



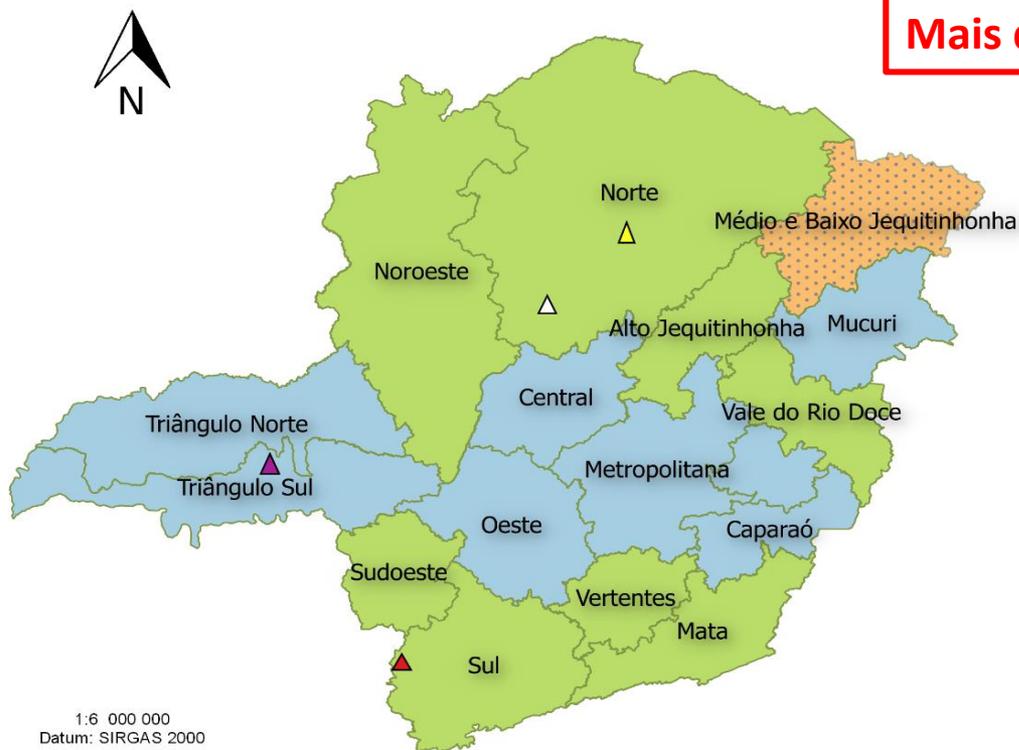
2013



2016

# Capacitação Regional em Proteção, Defesa Civil e Mudanças Climáticas

Mais de 275 municípios capacitados



## Legenda

- Territórios capacitados em 2017
- Territórios capacitados em 2016
- Territórios ainda não capacitados

Municípios à serem capacitados em 2018:

- Poços de Caldas - 13 a 15 de março
- Uberaba - 10 a 12 de abril
- Pirapora - 8 a 10 de maio
- Montes Claros - 26 a 28 de junho

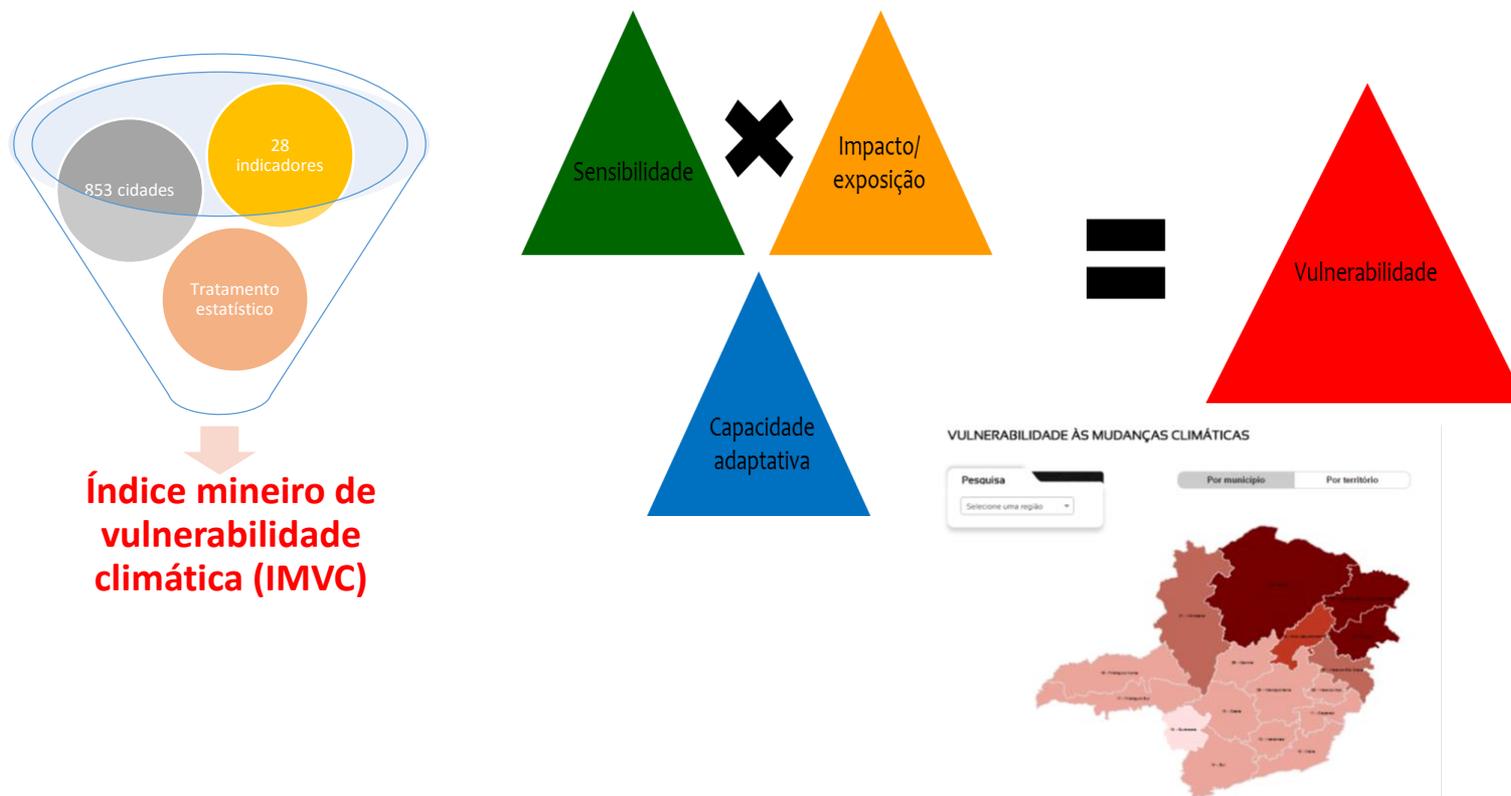
1:6 000 000  
Datum: SIRGAS 2000  
Fonte: Base de dados  
FEAM / GEMUC  
Elaborado na  
GEMUC/DIGA/FEAM  
plataforma QGIS

60 0 60 120 km

# Capacitação Regional em Proteção, Defesa Civil e Mudanças Climáticas



# Atualização do Índice Mineiro de Vulnerabilidade Climática – Ano 2018



**Índice mineiro de vulnerabilidade climática (IMVC)**

Disponível em <http://clima-gerais.meioambiente.mg.gov.br/>

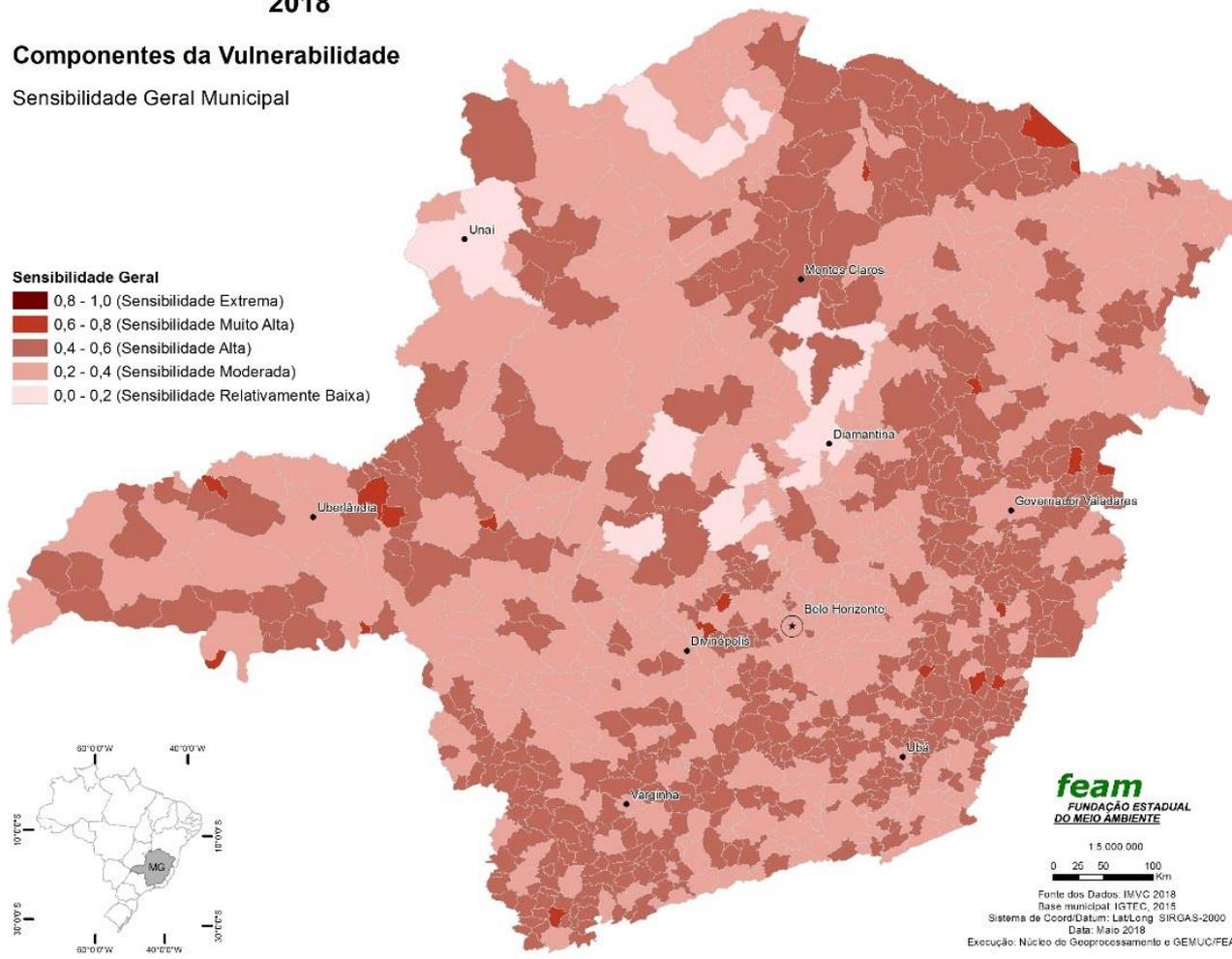
## Índice Mineiro de Vulnerabilidade Climática 2018

### Componentes da Vulnerabilidade

Sensibilidade Geral Municipal

#### Sensibilidade Geral

- 0,8 - 1,0 (Sensibilidade Extrema)
- 0,6 - 0,8 (Sensibilidade Muito Alta)
- 0,4 - 0,6 (Sensibilidade Alta)
- 0,2 - 0,4 (Sensibilidade Moderada)
- 0,0 - 0,2 (Sensibilidade Relativamente Baixa)



**feam**  
FUNDAÇÃO ESTADUAL  
DO MEIO AMBIENTE

1:5.000.000  
0 25 50 100 Km

Fonte dos Dados: IMVC 2018  
Base municipal: IGTEC, 2015  
Sistema de Coord/Datum: Lat/Long SIRGAS-2000  
Data: Maio 2018  
Execução: Núcleo de Geoprocessamento e GEMUC/FEAM

## Índice Mineiro de Vulnerabilidade Climática 2018

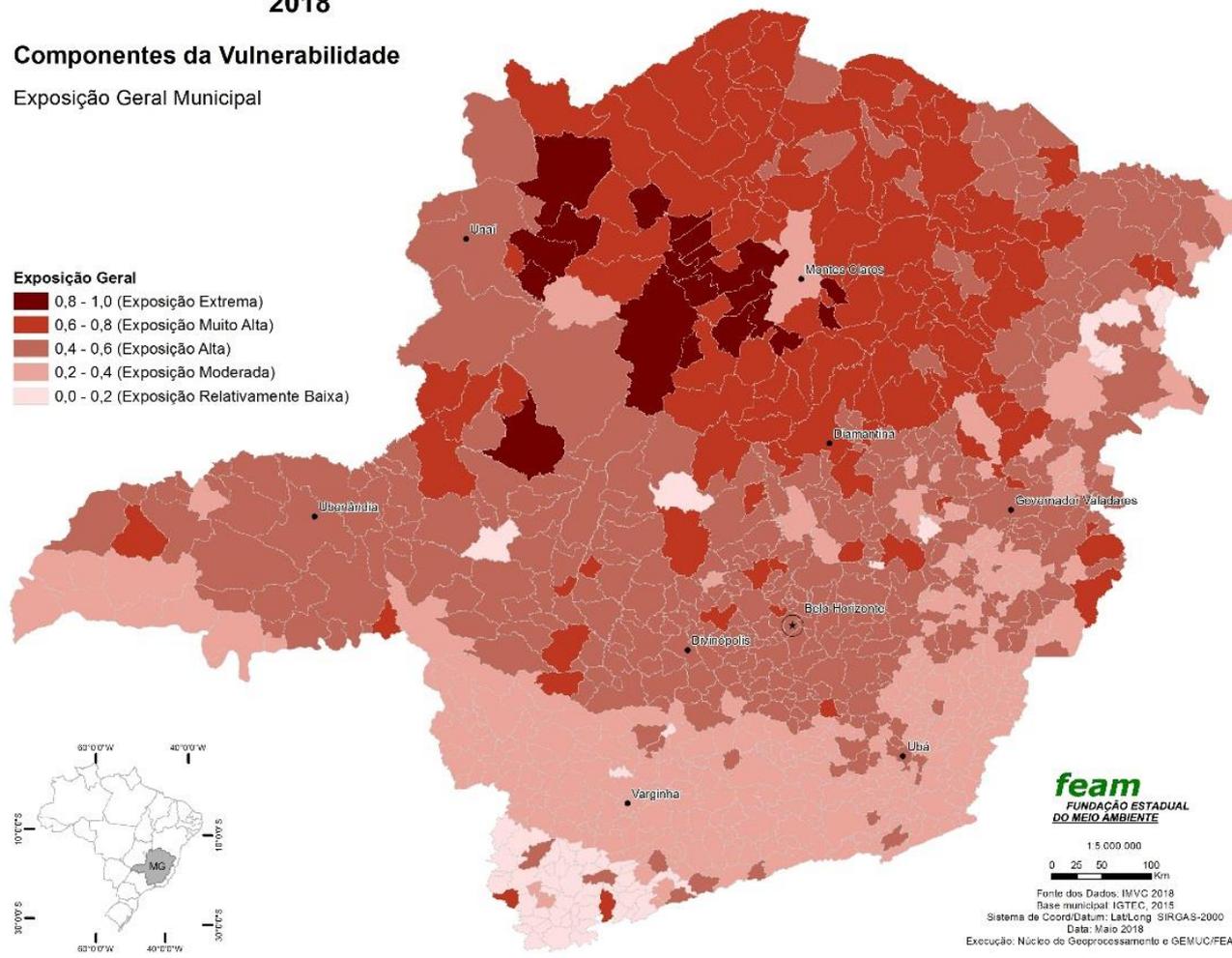


### Componentes da Vulnerabilidade

Exposição Geral Municipal

#### Exposição Geral

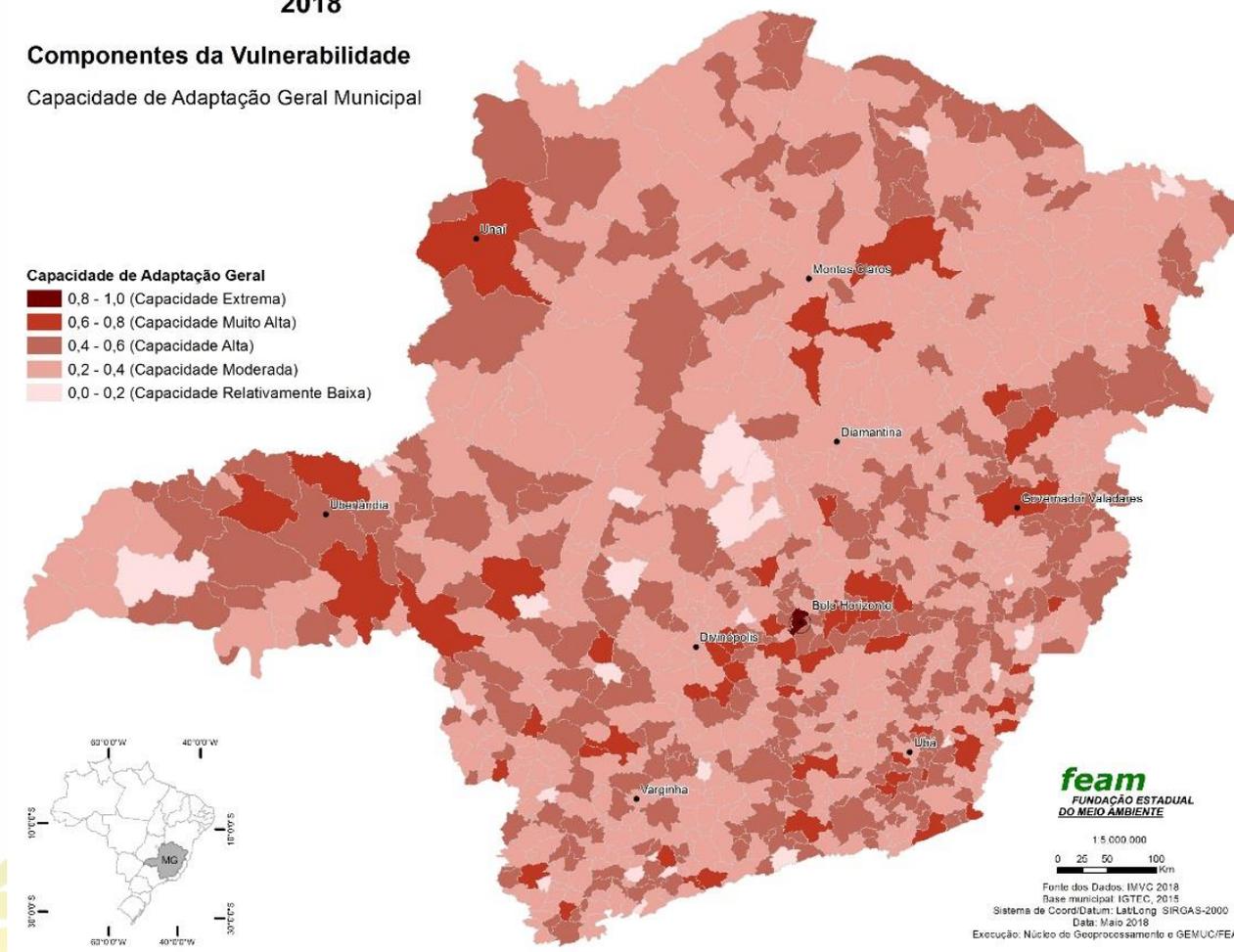
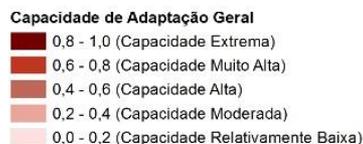
- 0,8 - 1,0 (Exposição Extrema)
- 0,6 - 0,8 (Exposição Muito Alta)
- 0,4 - 0,6 (Exposição Alta)
- 0,2 - 0,4 (Exposição Moderada)
- 0,0 - 0,2 (Exposição Relativamente Baixa)



## Índice Mineiro de Vulnerabilidade Climática 2018

### Componentes da Vulnerabilidade

Capacidade de Adaptação Geral Municipal



**feam**  
FUNDAÇÃO ESTADUAL  
DO MEIO AMBIENTE

1:5.000.000

0 25 50 100  
Km

Fonte dos Dados: IMVC 2018

Base municipal: IGITC, 2015

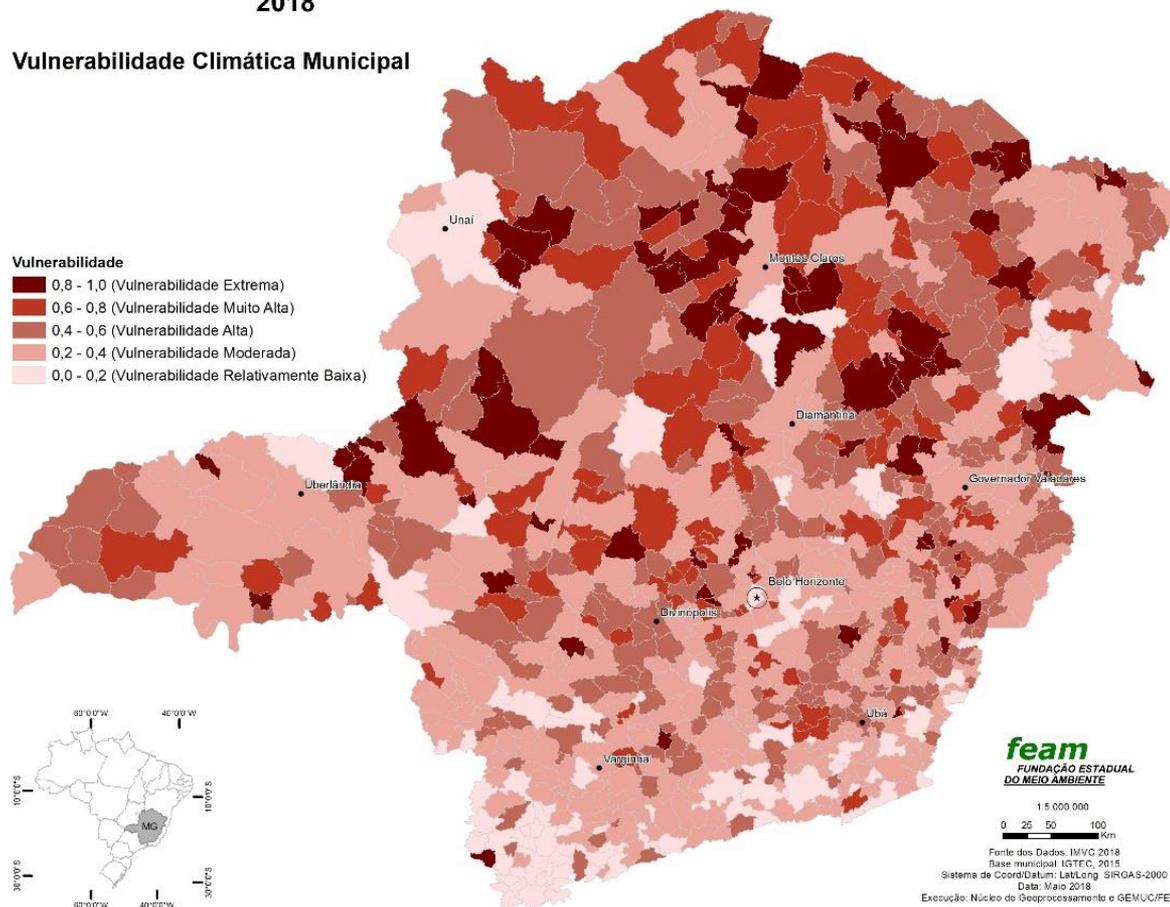
Sistema de Coord/Datum: Lat/Long SIRGAS-2000

Data: Maio 2018

Execução: Núcleo de Geoprocessamento e GEMUC/FEAM

## Índice Mineiro de Vulnerabilidade Climática 2018

### Vulnerabilidade Climática Municipal



**feam**  
FUNDAÇÃO ESTADUAL  
DO MEIO AMBIENTE

1:5 000 000  
0 25 50 100  
Km

Fonte dos Dados: IMVC 2018  
Base municipal: IGTEC, 2015  
Sistema de Coord/Datum: Lat/Long SIRGAS-2000  
Data: Maio 2018  
Execução: Núcleo de Geoprocessamento e GEMUC/FEAM

# Mudanças climáticas e Meio Ambiente?

*A gestão eficiente de recursos naturais tem potencial de unificar ações de redução dos riscos de desastres, adaptação às mudanças climáticas, conservação da natureza e mobilização social*

Renaud et al 2016



# Mudanças Climáticas SOMOS TODOS NÓS



# Agradecemos pela atenção

Mais informações nos sites:

[pemc.meioambiente.mg.gov.br](http://pemc.meioambiente.mg.gov.br)

[clima-gerais.meioambiente.mg.gov.br](http://clima-gerais.meioambiente.mg.gov.br)

Contatos:

[pemc@meioambiente.mg.gov.br](mailto:pemc@meioambiente.mg.gov.br)

[clima-gerais@meioambiente.mg.gov.br](mailto:clima-gerais@meioambiente.mg.gov.br)

**(31) 39151500**



**feam**  
FUNDAÇÃO ESTADUAL  
DO MEIO AMBIENTE

Sisema

Sistema Estadual de Meio Ambiente  
e Recursos Hídricos