



**Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE**  
**Pós-graduação em Sensoriamento Remoto**  
**Divisão de Processamento de Imagens**

# **ANÁLISE DE SUSCEPTIBILIDADE DE OCORRÊNCIA DE FEBRE AMARELA EM MINAS GERAIS**

**Daiane Vieira Vaz**

**Disciplina: Introdução ao Geoprocessamento**

**Prof. Dr. Antônio Miguel Vieira Monteiro**

**Prof. Dr. Cláudio Clemente Faria Barbosa**

*Junho/2018*

# INTRODUÇÃO

Quantidade de casos de Febre Amarela no estado de MG:

- **2016 – 2017:** 1098 casos confirmados no Brasil;  
475 casos confirmados em MG.
- **2017 – 2018:** 484 casos confirmados em MG;

Alta taxa de mortalidade:

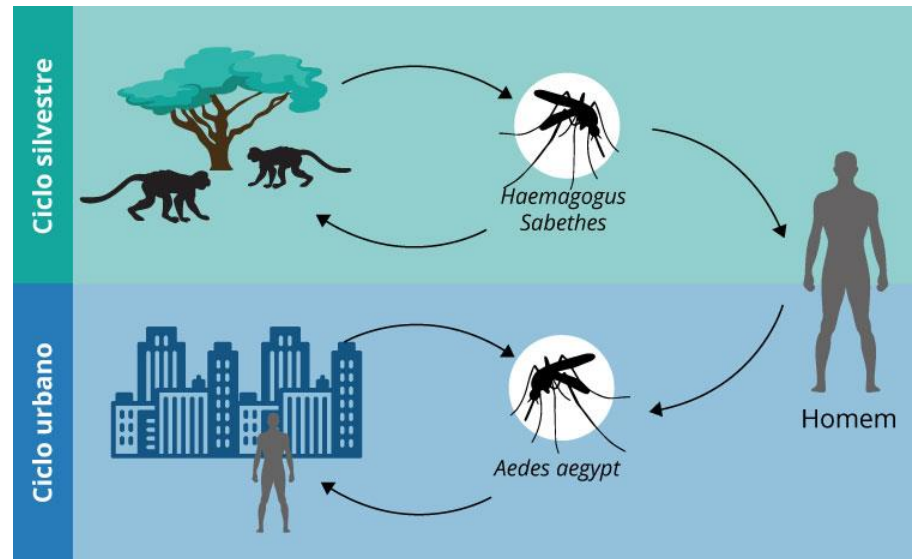
- 2016 – 2017: 162 óbitos por FA em MG;
- 2017 – 2018: 170 óbitos por FA em MG;



# FEBRE AMARELA

## Transmissão

- Vetores:
  - Mosquitos:
    - *Haemagogus Sabethes*;  
e, *Aedes Aegypt*.
- Hospedeiros:
  - PNH: saguis; macaco prego; macaco aranha; macaco guariba.
  - Homem.



## Risco de Febre Amarela Urbana

# FEBRE AMARELA

## Combate e monitoramento:

- Vacinação, feita de acordo com áreas de prioridade;
- Campanhas contra o mosquito *Aedes Aegypt* como forma de prevenção da forma urbana da doença;
- Mortes de macacos são um sinal de alerta quanto à presença do vírus;
- A comprovação da doença é feita por meio de exames laboratoriais.

## Estudos epidemiológicos:

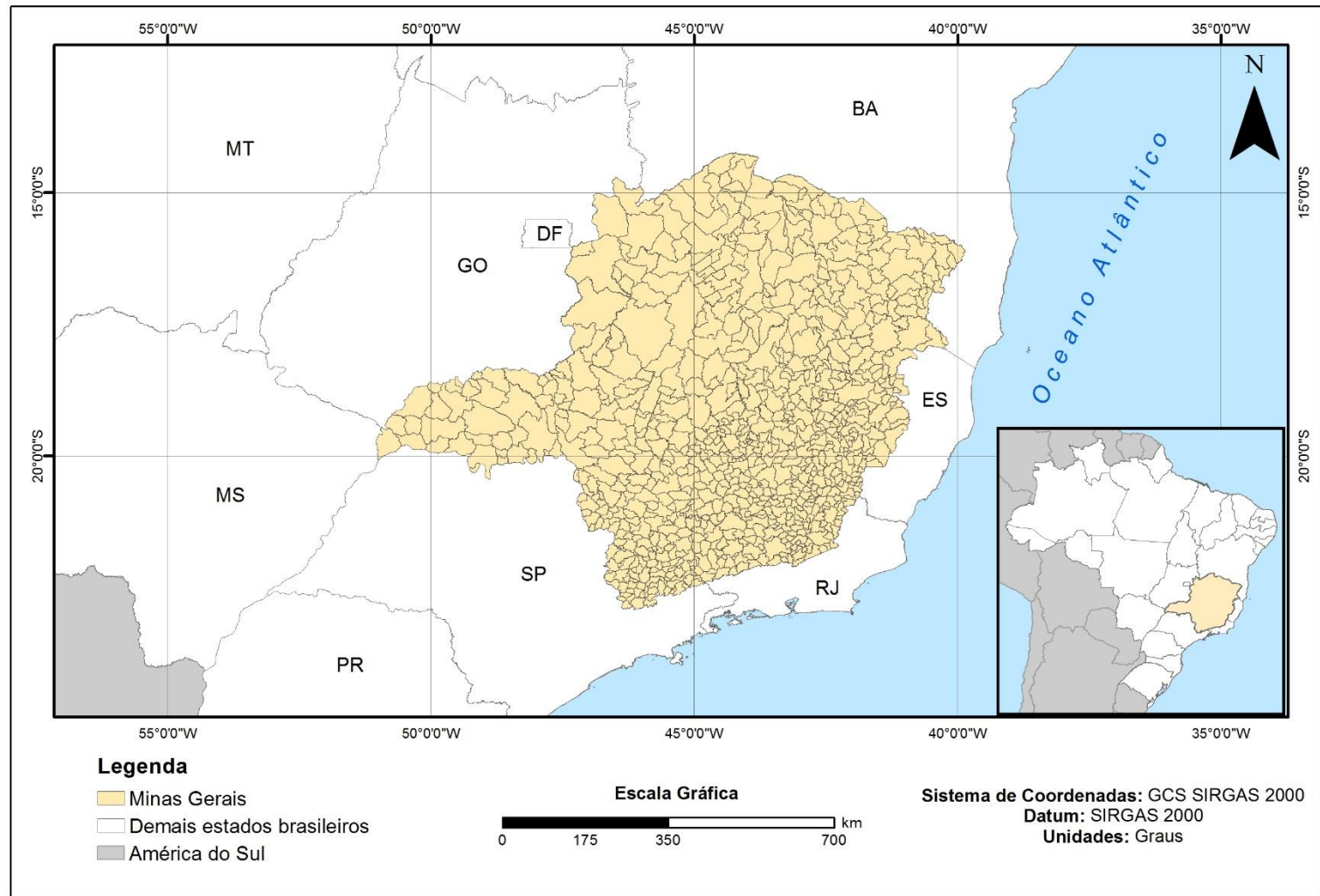
- Auxiliam a compreender a distribuição da doença;
- Contribuem para definir áreas de recomendação e prioritárias para vacinação.



## OBJETIVO

Este trabalho visa analisar, por meio do uso de técnicas de geoprocessamento, a susceptibilidade de ocorrência de Febre Amarela no estado de Minas Gerais, considerando-se diferentes variáveis que tornam o ambiente mais ou menos susceptível à ocorrência da doença.

# ÁREA DE ESTUDO



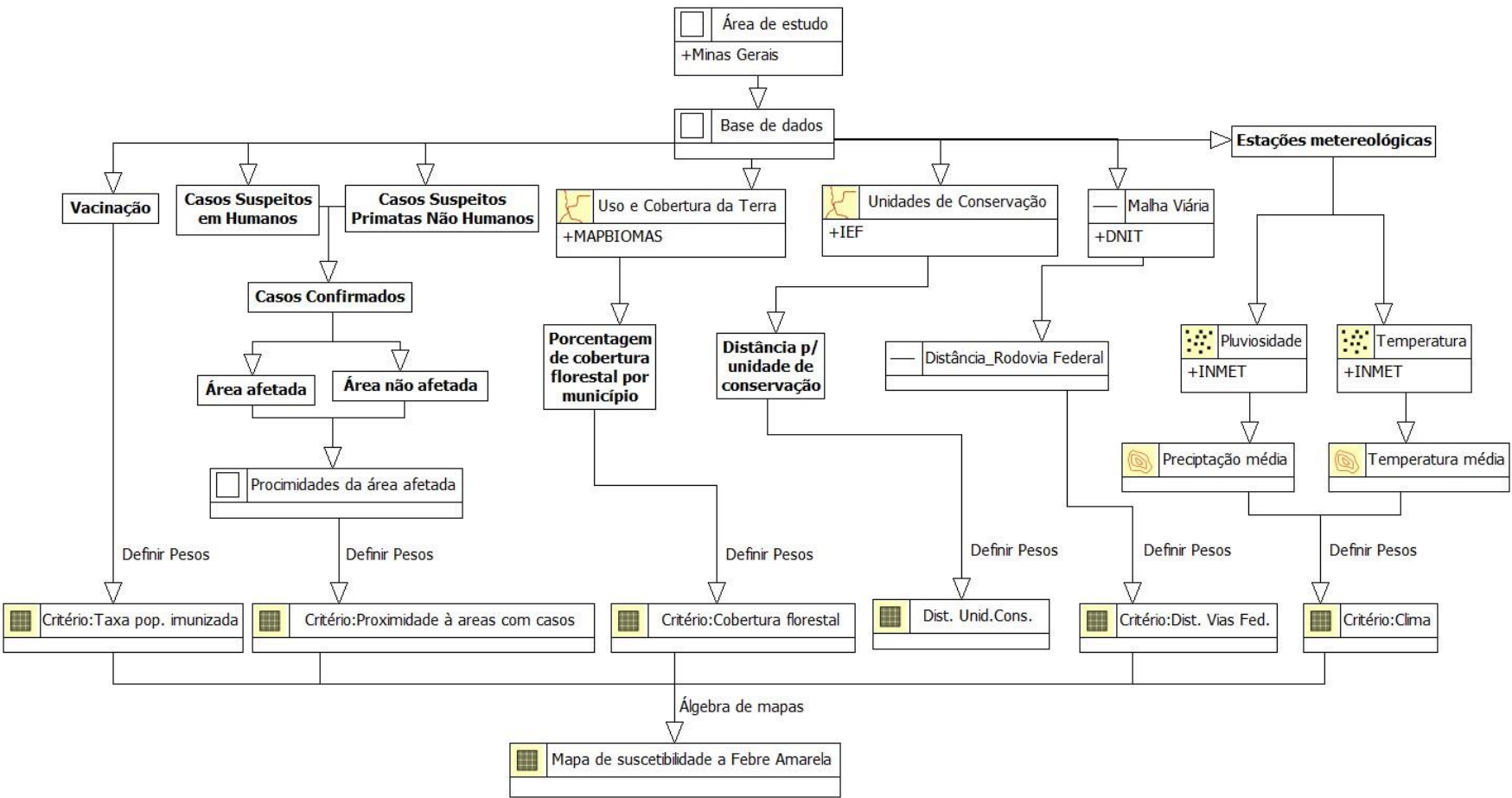
# METODOLOGIA

A metodologia empregada buscou associar fatores necessários à...

- Proliferação dos vetores
- Presença de PNH (hospedeiros do vírus)
- Susceptibilidade da população humana a doença
- Presença confirmada do vírus na área do município ou arredores.

Foi considerada a metodologia proposta por Moreno (2011); porém, adaptada para os propósitos e a área de estudo deste trabalho.

# METODOLOGIA





# METODOLOGIA

<b>Dados</b>	<b>Fonte</b>	<b>Descrição</b>	<b>Formato</b>
Municípios	IBGE	Base vetorial representando os municípios de MG	Geobjeto (polígono)
Ocorrências de FA	SES-MG	Boletim epidemiológico de FA (2018)	Planilha
Vacinação	MS-MG	Planilha de cobertura vacinal (atualização 15/03/2018)	Planilha
Rodovias Federais	DNIT	Base vetorial de malha viária de 2015	Geobjeto (linha)
Precipitação	INMET	Dados de estações meteorológicas, outubro a março de 2018	Geobjeto (Ponto)
Temperatura	INMET	Dados das estações meteorológicas, outubro a março de 2018	Geobjeto (Ponto)
Unidades de Conservação	IEF	Base vetorial das unidades de conservação	Geobjeto (polígono)
Uso e Cobertura da Terra	MAPBIOMAS (2016, versão 2.0)	Base vetorial para bioma Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica	Geobjeto (polígono)

# METODOLOGIA

## Critério 1: Proximidade à áreas com casos confirmados

- Lógica booleana
  - Casos confirmados em humanos ou em PNH = vírus
- Análise da distância
  - “Centroide”(Município) + “Buffer (30km)”
  - “Centroide”(Município) + “Buffer (100km)”

---

<b>Classe</b>	<b>Peso</b>
Municípios com casos confirmados	1
Até 30 km;	0.8
De 30 a 100 km (0.5);	0.5
Acima de 100 km.	0.2

---

# METODOLOGIA

## Critério 2: Porcentagem de população imunizada (vacinação)

---

<b>Classe</b>	<b>Peso</b>
Abaixo de 60%	0.9
Entre 60 e 80%	0.8
Entre 80 e 95%	0.5
Acima de 95%	0.2

---

# METODOLOGIA

## **Critério 3: Proximidade à rodovias federais**

- Rodovias federais do DNIT;
- “Centroide”(Município) + “Buffer (30km)”

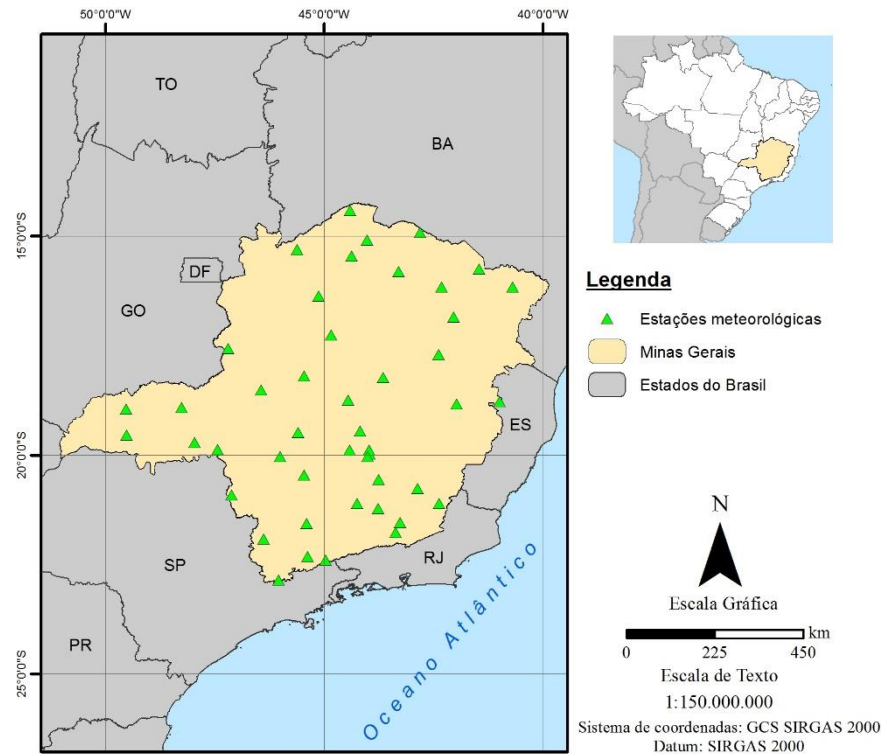
---

<b>Classe</b>	<b>Peso</b>
Rodovia corta o município	0.8
Abaixo de 30 km	0.5
Acima de 30 km	0.2

# METODOLOGIA

## Critério 4: Clima

- Dados de precipitação e temperatura provenientes a 46 estações meteorológicas, referentes ao período chuvoso (Outubro a Março);



# METODOLOGIA

## Critério 4: Clima

- Dados de precipitação e temperatura provenientes a 46 estações meteorológicas, referentes ao período chuvoso (Outubro a Março);
  - Interpolação IDW;
  - Obtidos os valores médios de precipitação e temperatura por município;

---

<b>Classe (Precipitação)</b>	<b>Peso</b>	<b>Classe (Temperatura)</b>
Acima de 150 mm	0.5	Acima de 26°
Entre 50 e 150 mm	0.3	Entre 23 e 26°
Até 50 mm	0.1	Até 23°

Soma: Peso (Precipitação) + Peso (Temperatura)

Peso final entre 0 e 1

# METODOLOGIA

## Critério 5: Proximidade à Unidades de Conservação

- “Centroide”(UC) + “Buffer (30 km)”
- “Centroide”(UC) + “Buffer (60 km)”
- “Centroide”(UC) + “Buffer (100 km)”

---

<b>Classes</b>	<b>Peso</b>
Até 30 km	0.8
Entre 30 e 50 km	0.5
Entre 60 e 80 km	0.3
Acima de 100 km	0.1

---

# METODOLOGIA

## Critério 6: Porcentagem de cobertura florestal por município

- Dados de uso e cobertura da terra referentes aos três biomas contidos em MG;
- Mosaico respeitando o limite do estado;
- “Intersect” + “Spatial Join”+ “Field Calculator”
  - Calcula-se a porcentagem de área florestal por município

<b>Classes</b>	<b>Peso</b>
Até 30%	Própria porcentagem
Entre 30 e 60%	
Entre 60 e 80%	
Acima de 80%	



# METODOLOGIA

## Mapa final de susceptibilidade

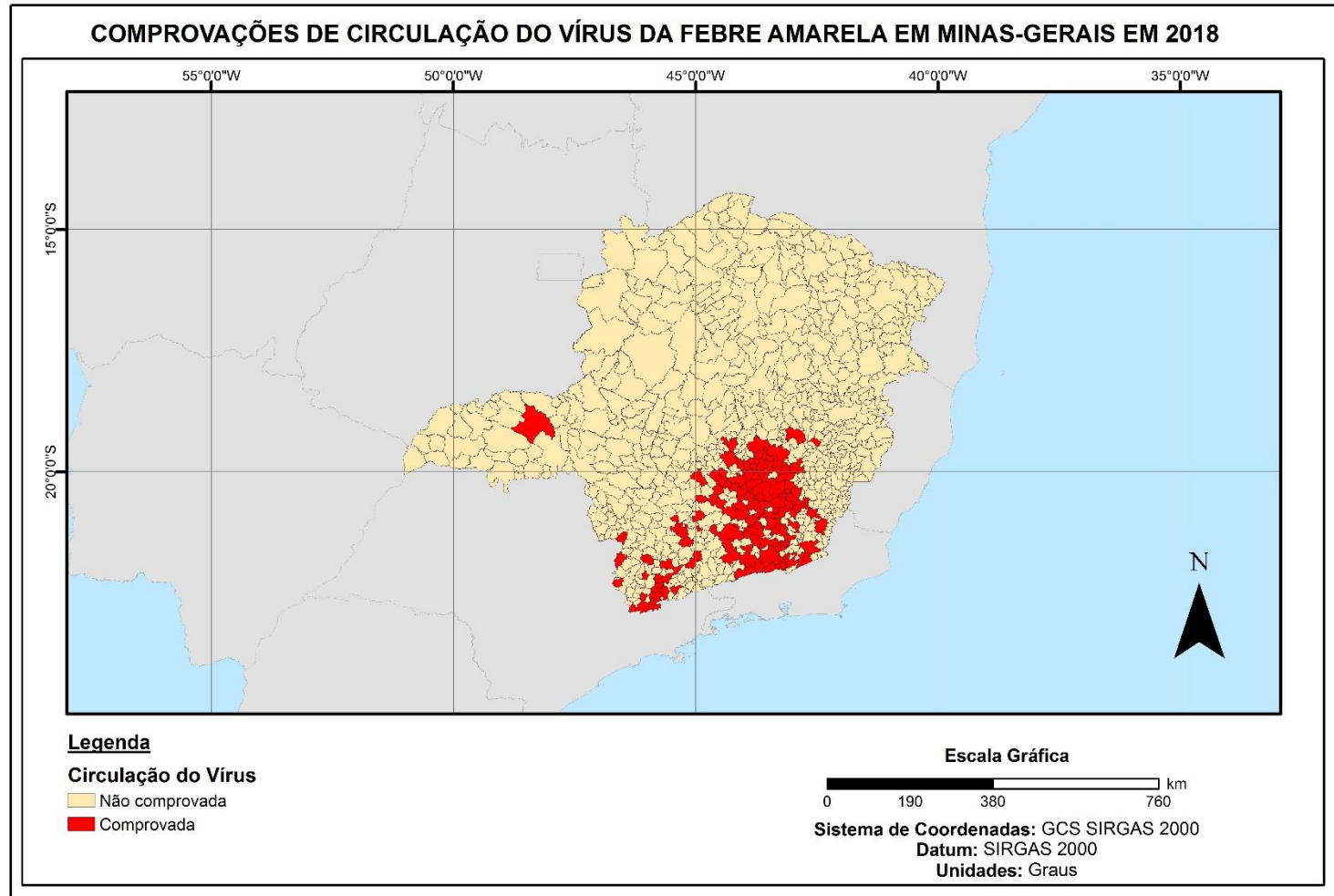
- AHP:
  - Análise de importância entre variáveis;
  - Obtenção dos pesos para as variáveis;

Intensidade de importância	Definição e explicação
1	<b>Importância igual</b> – os dois fatores contribuem igualmente para o objetivo.
3	<b>Importância moderada</b> – um fator é ligeiramente mais importante que o outro.
5	<b>Importância essencial</b> – um fator é claramente mais importante que o outro.
7	<b>Importância demonstrada</b> – um fator é fortemente favorecido e sua maior relevância foi demonstrada na prática.
9	<b>Importância extrema</b> – a evidência que diferencia os fatores é da maior ordem possível.
2, 4, 6, 8	<b>Valores intermediários entre julgamentos</b> – possibilidade de compromissos adicionais.

- Álgebra de mapas: soma ponderada dos 6 mapas intermediários considerando os pesos definidos pela AHP.

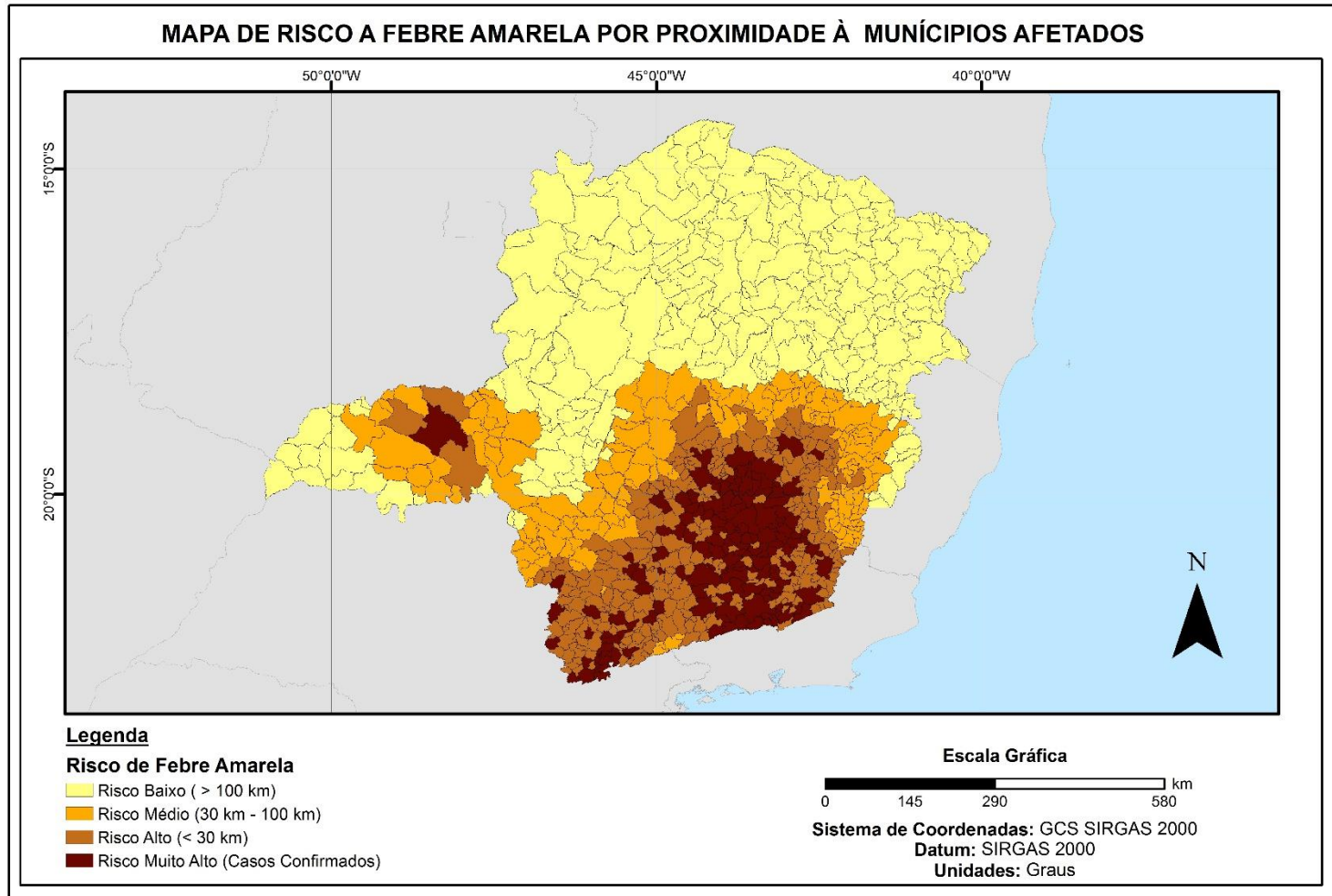
# RESULTADOS

## Critério 1: Mapa de casos confirmados



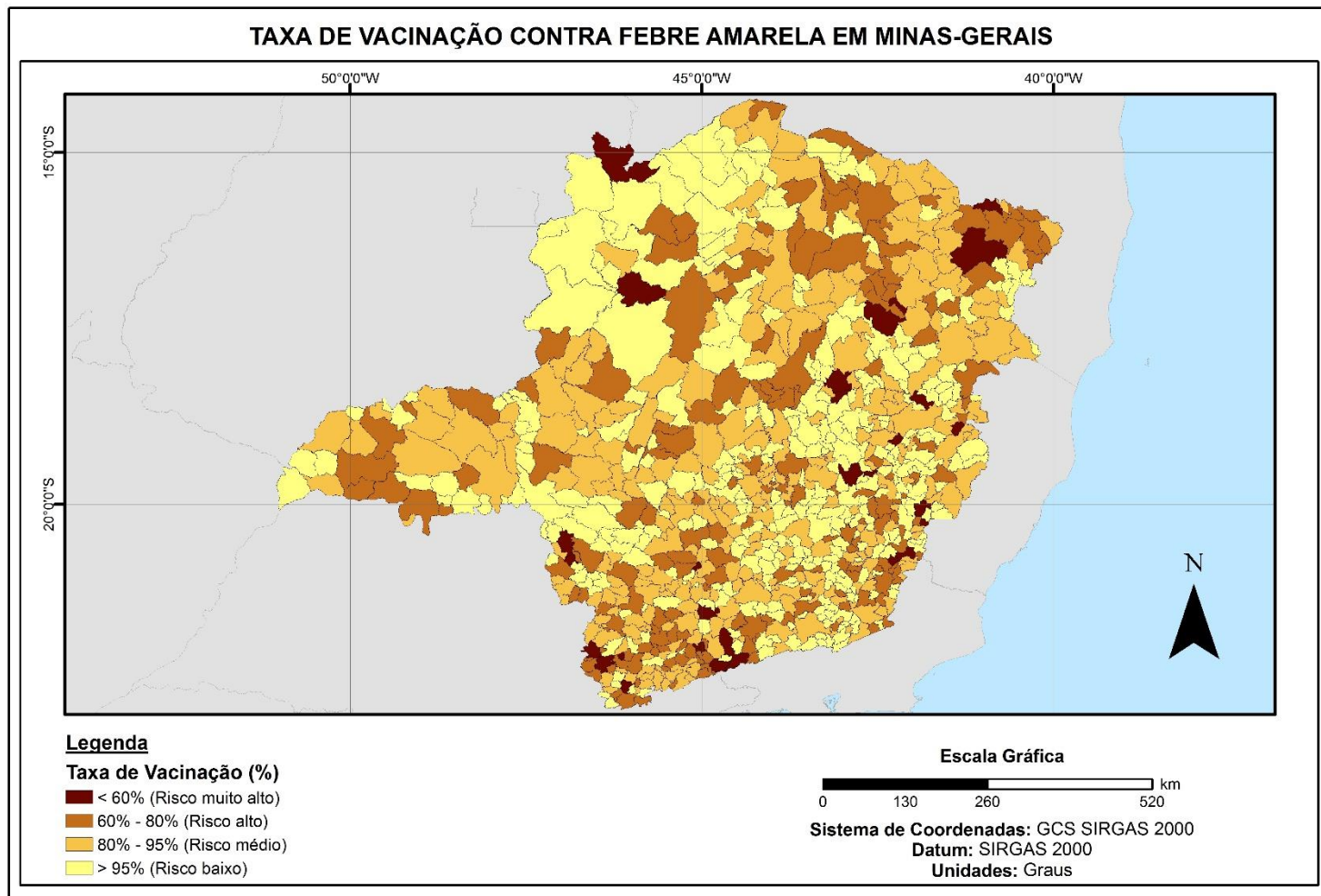
# RESULTADOS

## Critério 1: Mapa de proximidade à municípios afetados



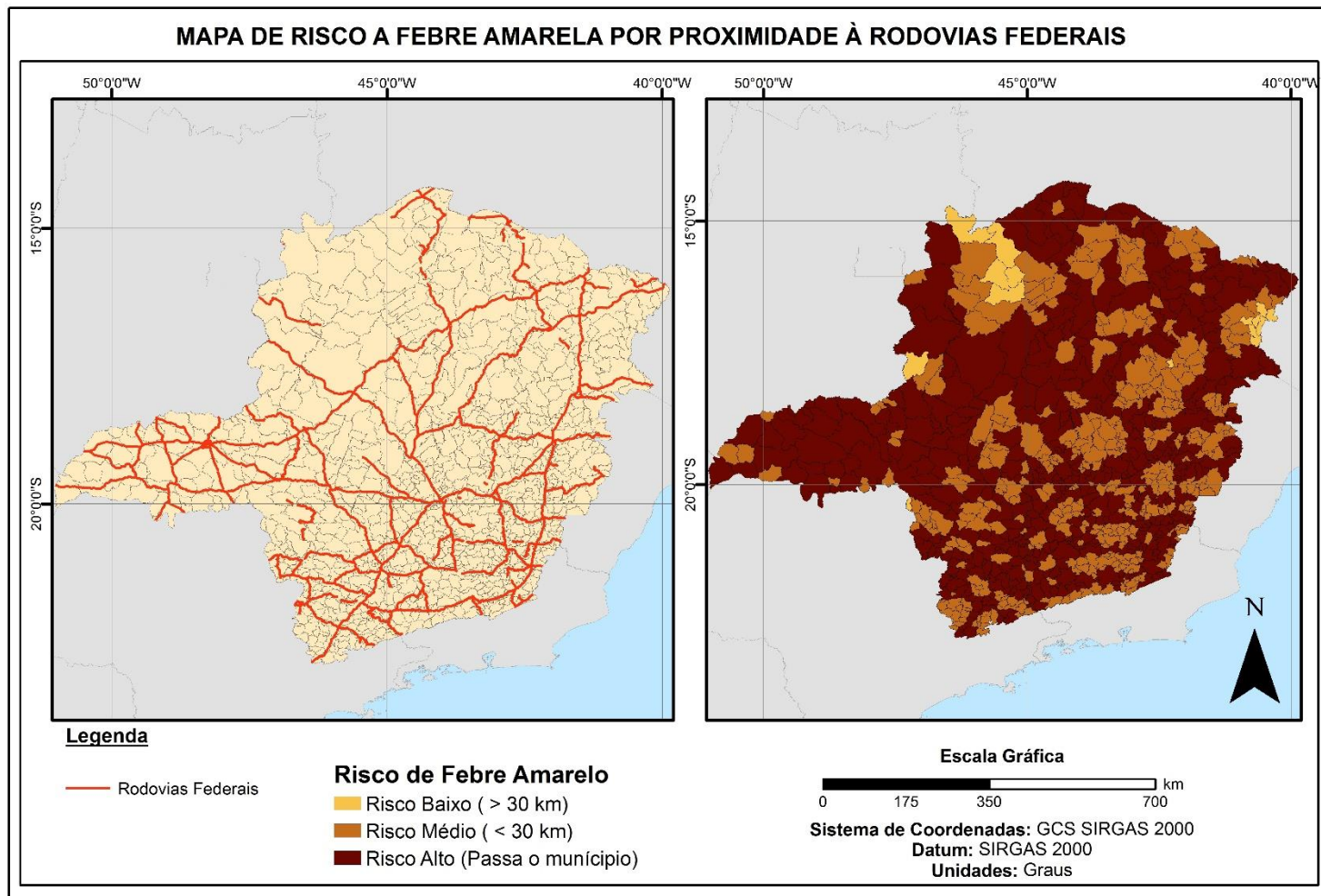
# RESULTADOS

## Critério 2: Vacinação



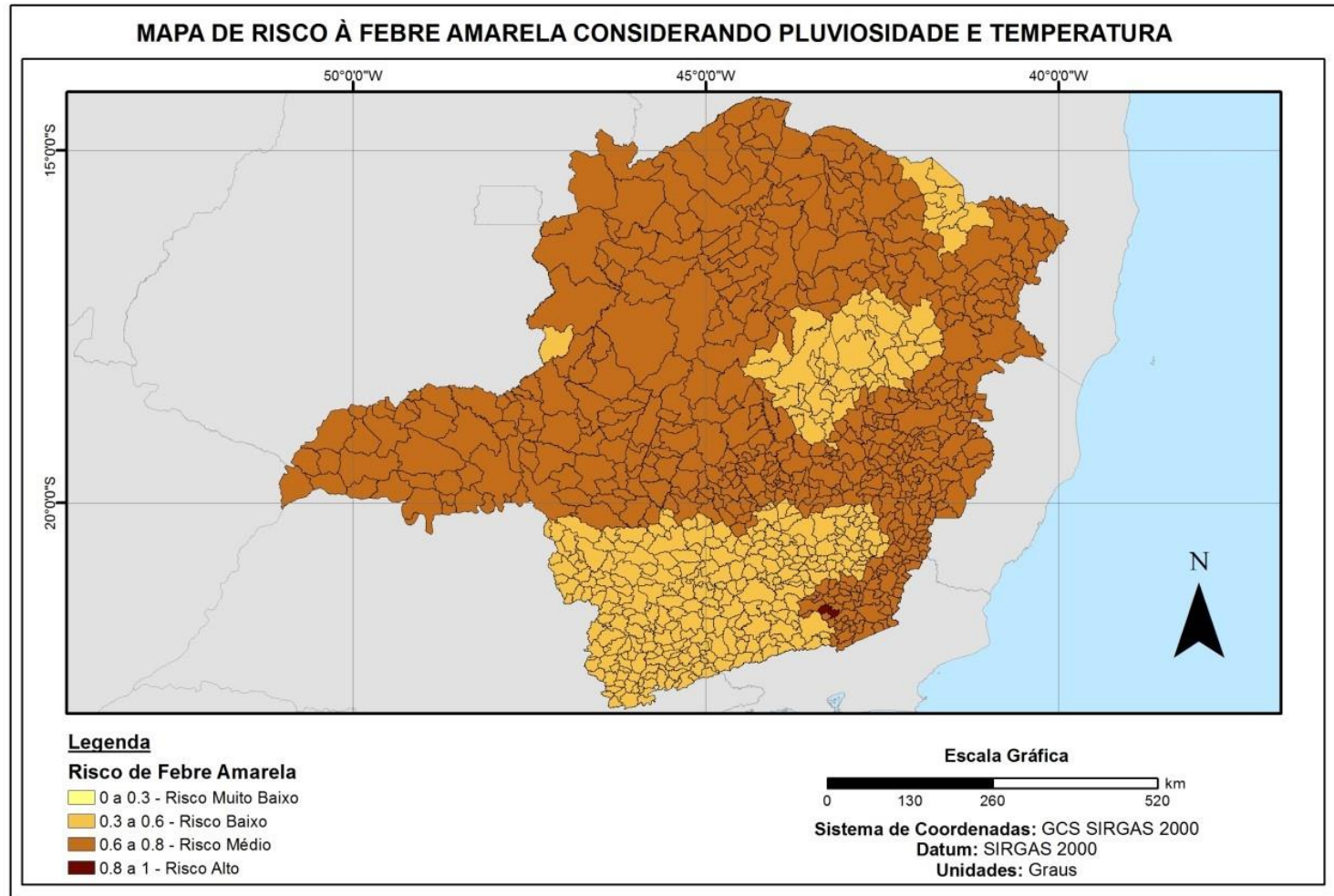
# RESULTADOS

## Critério 3: Proximidade à rodovias federais



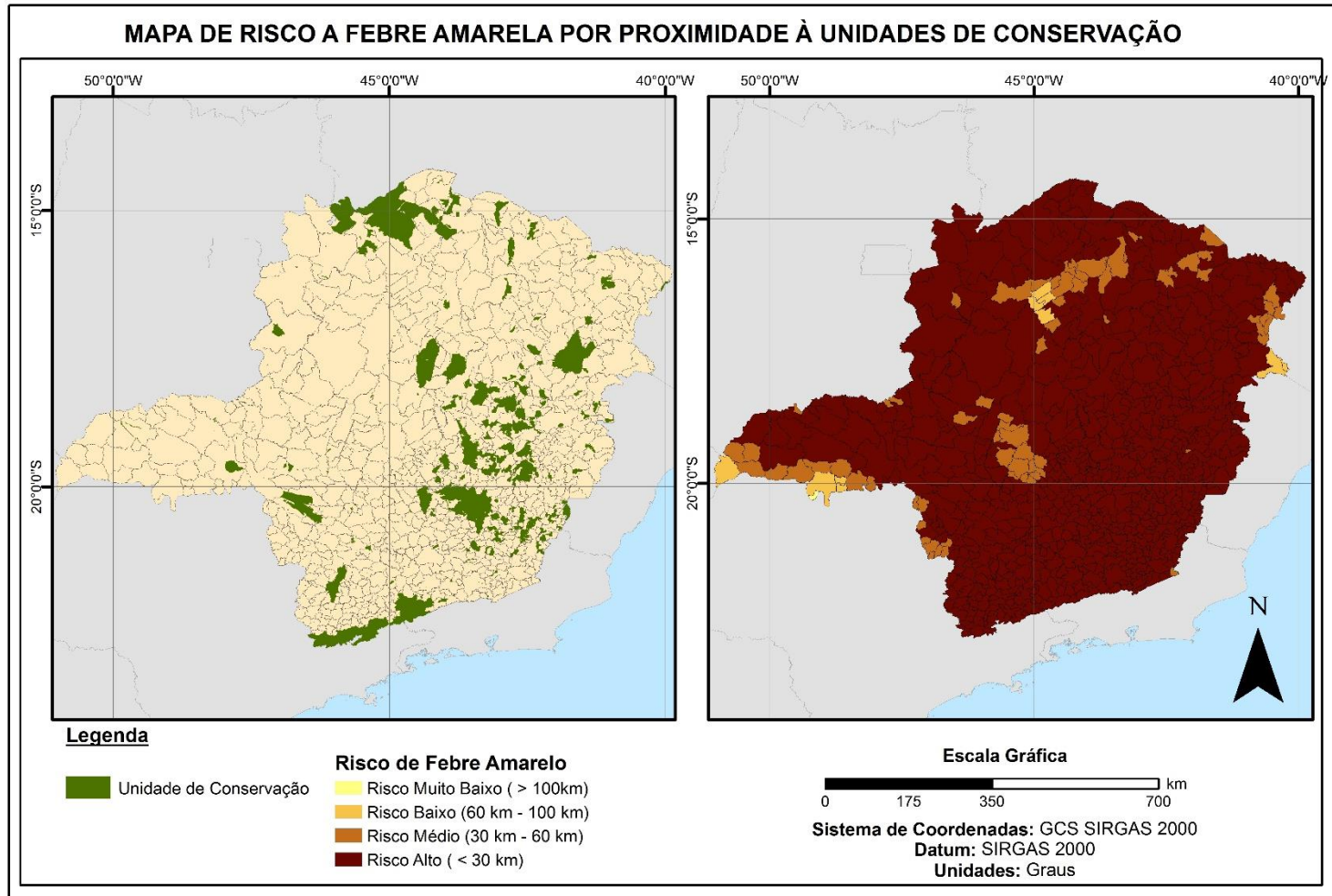
# RESULTADOS

## Critério 4: Clima



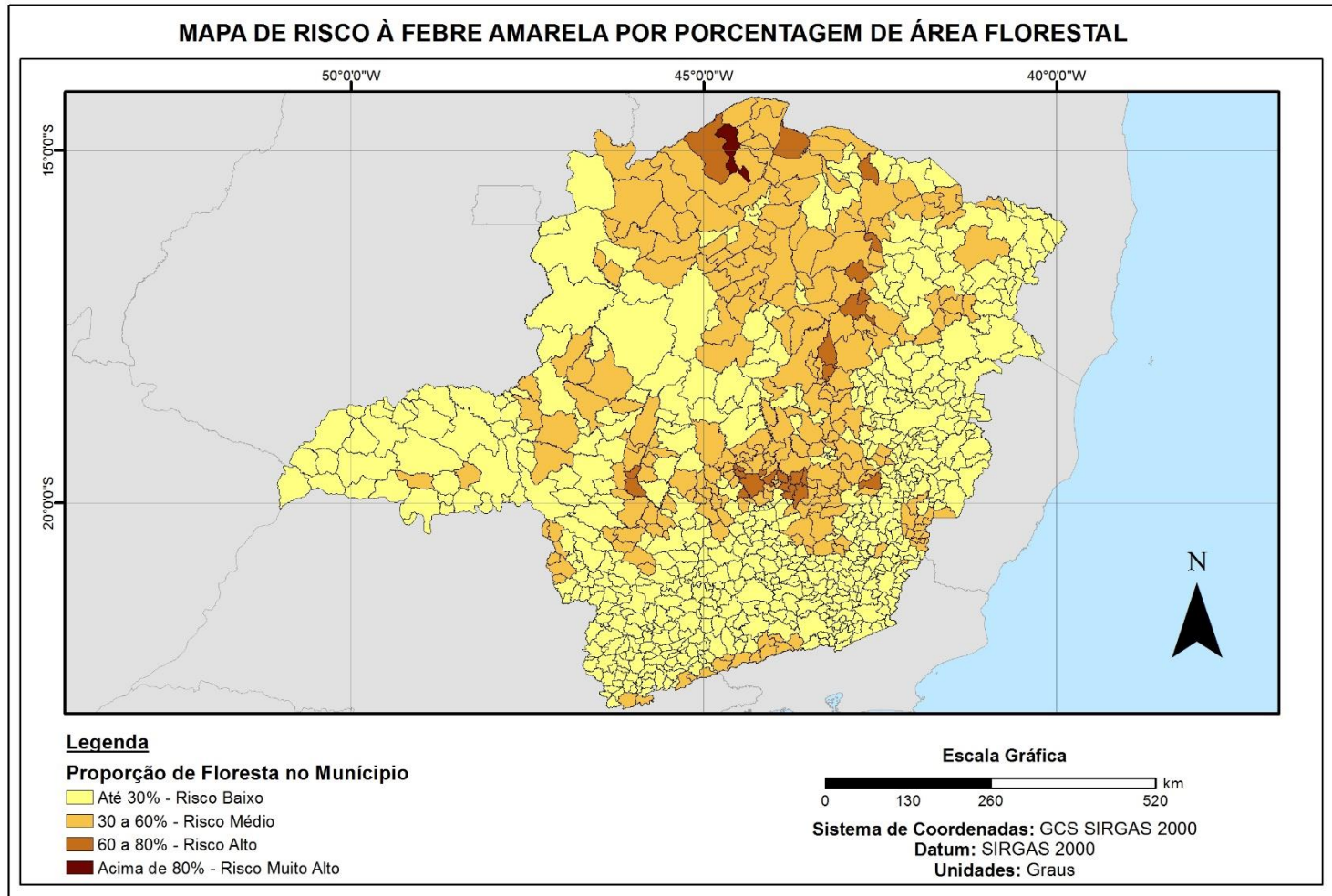
# RESULTADOS

## Critério 5: Proximidade à unidades de conservação



# RESULTADOS

## Critério 6: Porcentagem de cobertura florestal





# RESULTADOS

- **Processo Analítico Hierárquico - AHP**

	Clima	Casos FA	Vacina	Rodovias	Unid. Conservação	Cobertura Florestal
Clima	1					
Casos FA	5	1				
Vacina	5	1	1			
Rodovias	2	1	1	1		
Unid. Conservação	3	2	2	1	1	
Cobertura Florestal	3	2	2	1	1	1

## Intensidade de importância

## Definição e explicação

1	Importância igual – os dois fatores contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância moderada – um fator é ligeiramente mais importante que o outro.
5	Importância essencial – um fator é claramente mais importante que o outro.
7	Importância demonstrada – um fator é fortemente favorecido e sua maior relevância foi demonstrada na prática.
9	Importância extrema – a evidência que diferencia os fatores é da maior ordem possível.
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre julgamentos – possibilidade de compromissos adicionais.

# RESULTADOS

- **Pesos gerados pela AHP**

---

<b>Variável</b>	<b>Peso</b>
<b>Dist. Municípios Afetados</b>	0.154
<b>Vacinação</b>	0.154
<b>Dist. Rodovias Federais</b>	0.12
<b>Clima</b>	0.058
<b>Dist. Unidades de Conservação</b>	0.247
<b>Cobertura Florestal</b>	0.247

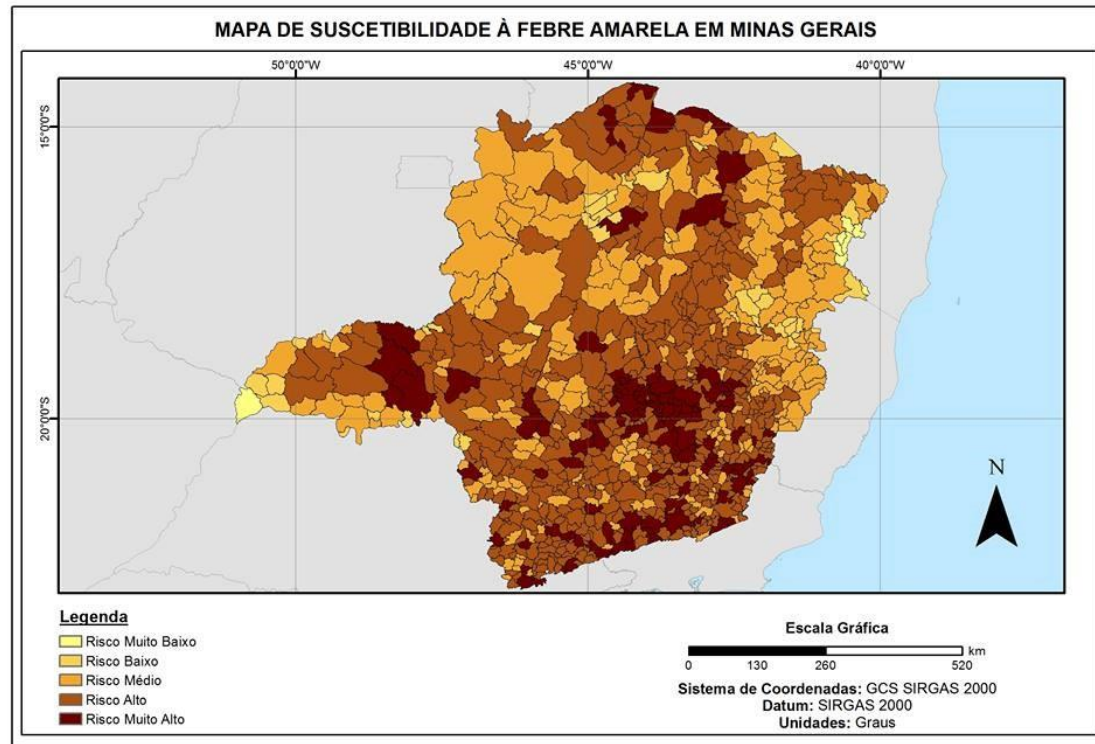
---

- Razão de consistência: 0,04 (inferior a 0,10)

# RESULTADOS

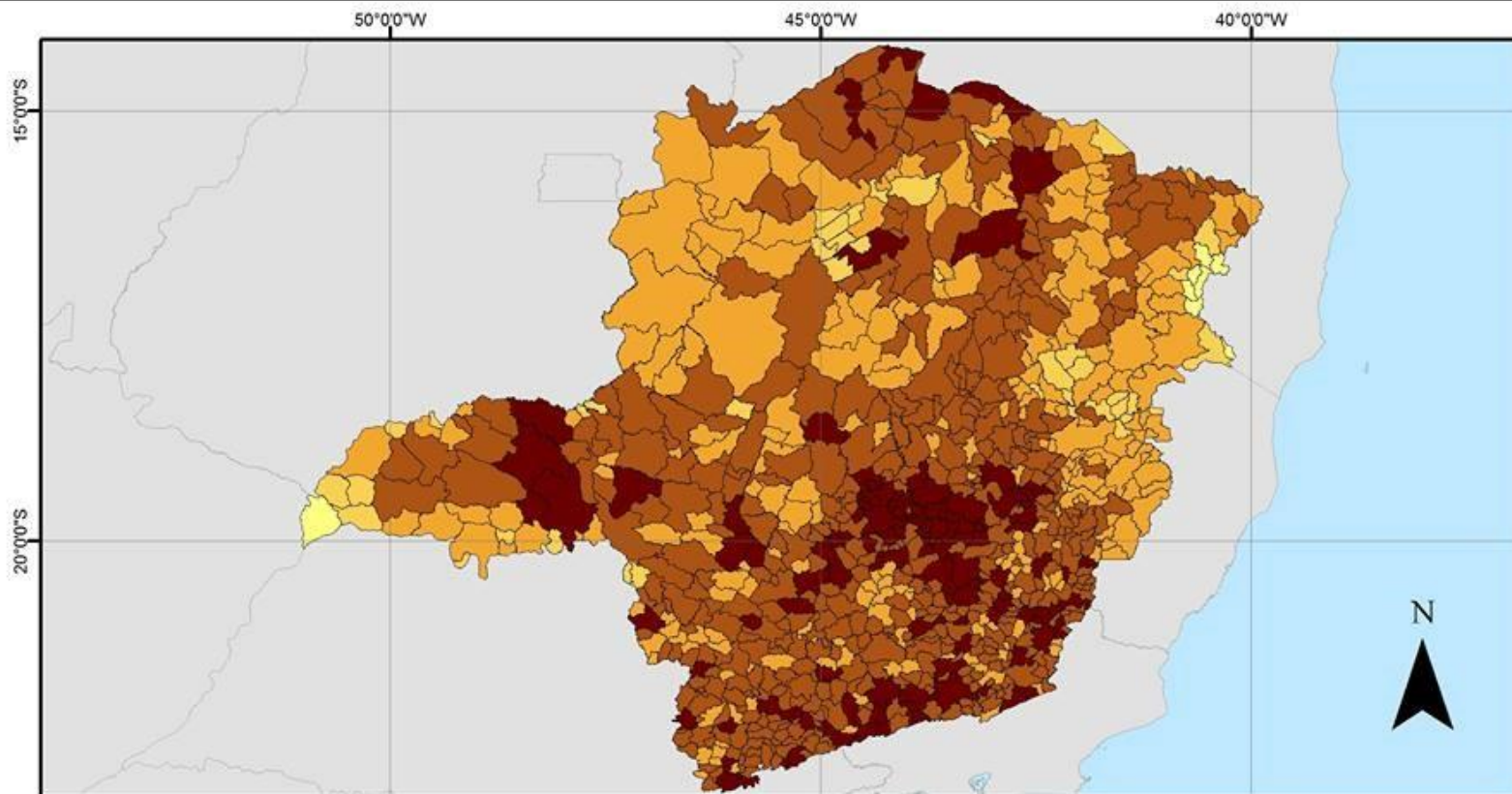
## Mapa de Susceptibilidade à Febre Amarela

- Obtido a partir da soma ponderada das classes dos critérios considerados, utilizando os pesos gerados por meio do método AHP.



# RESULTADOS

MAPA DE SUSCETIBILIDADE À FEBRE AMARELA EM MINAS GERAIS



## Legenda

- Risco Muito Baixo
- Risco Baixo
- Risco Médio
- Risco Alto
- Risco Muito Alto

## Escala Gráfica



Sistema de Coordenadas: GCS SIRGAS 2000

Datum: SIRGAS 2000

Unidades: Graus

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A metodologia adotada permitiu a geração de mapas intermediários que, além de permitirem a geração do mapa final de susceptibilidade à Febre Amarela por município, também podem ser aplicados em outras análises.
- A utilização de técnicas de geoprocessamento pode servir como ferramenta de suporte à decisão voltada a área da saúde, seja voltado à definição de áreas de prioridade de vacinação ou no controle de vetores da doença.
- Destaca-se potencial do uso do geoprocessamento aplicado aos estudos epidemiológicos.

# REFERÊNCIAS

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais. Subsecretaria de Vigilância e Proteção à Saúde. Superintendência de Vigilância Epidemiológica, Ambiental e Saúde do Trabalhador. **Boletim epidemiológico – 05/06/2018**. Febre Amarela Silvestre em Minas Gerais, 2018. Disponível em: <<http://www.saude.mg.gov.br/component/gmg/story/10578-informe-epidemiologico-da-febre-amarela-05-06>>. Acesso em: 06 de jun. 2018.

MORENO, E. S. **Metodologia para definição de áreas prioritárias para vacinação contra Febre Amarela, baseada em parâmetros ambientais e análise por correspondência múltipla**. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) - Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, São Paulo, p. 80 2011.

SAATY, T. L. **The Analytic Hierarchy Process: planning, priority setting, resource allocation**. New York: Mcgraw-hill, 1980. 287 p.

**Obrigada!**