



06 – 08 de Junho de 2017  
Parque Tecnológico de  
São José dos Campos



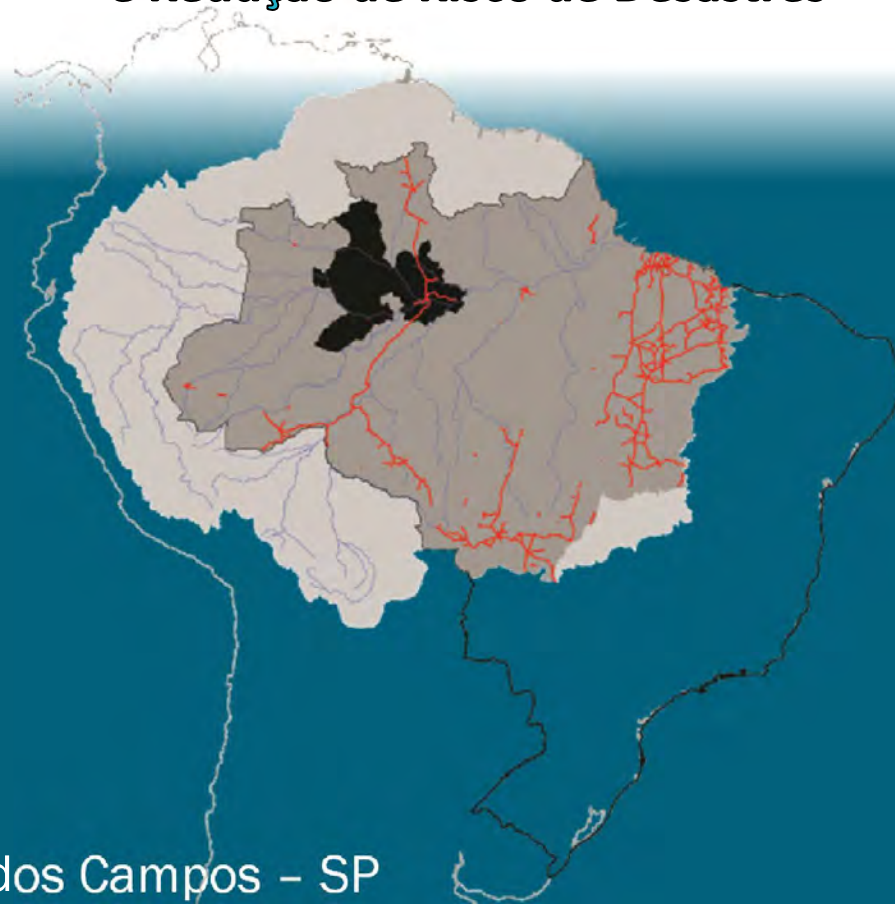
OBSERVATÓRIO  
DA REGIÃO  
METROPOLITANA  
de Manaus

# Mapeamento e Monitoramento de Riscos Socioambientais

Programa Geopolítica para  
Conservação

**I Brazilian Workshop on Assessment  
of Hazards, Vulnerability, Exposure  
and Disaster Risk Detection**

**I Workshop Brasileiro para Avaliação de  
Ameaças, Vulnerabilidades, Exposição  
e Redução de Risco de Desastres**



São José dos Campos – SP  
07 de Junho de 2017

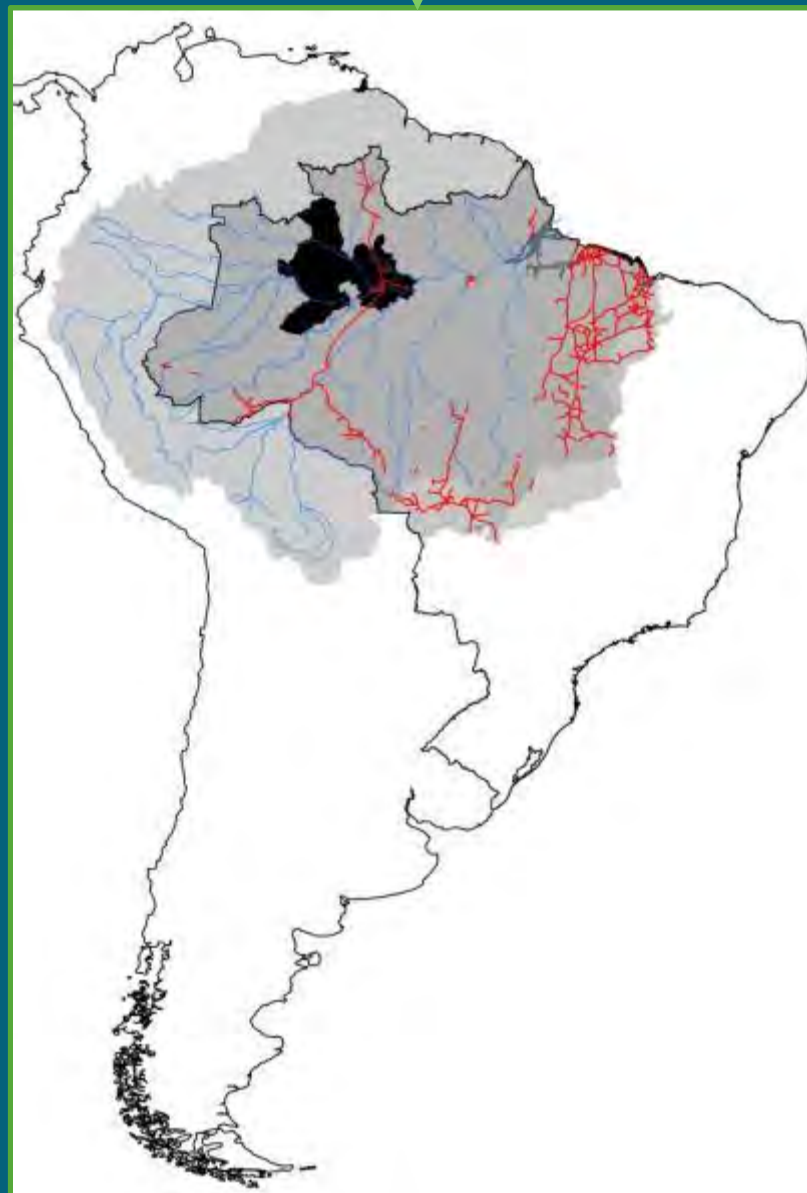
# Bioma Amazônia

É afetado por diferentes AMEAÇAS:

**NATURAIS:** (fogos e incêndios florestais, enchentes e inundações, deslizamentos, vendavais, erosão, mudanças climáticas e “*blowdowns*”) <sup>(1)</sup>

**ANTROPOGÊNICAS:** (queimadas e incêndios florestais, poluição, desmatamento, reconstrução e abertura de novos ramais e estradas, aceleração das mudanças climáticas) <sup>(1)</sup>

Causadas por populações residentes locais, ou por populações migrantes, ou como resultado de obras de infraestrutura e desenvolvimento promovidas ou não pelo Governo Federal

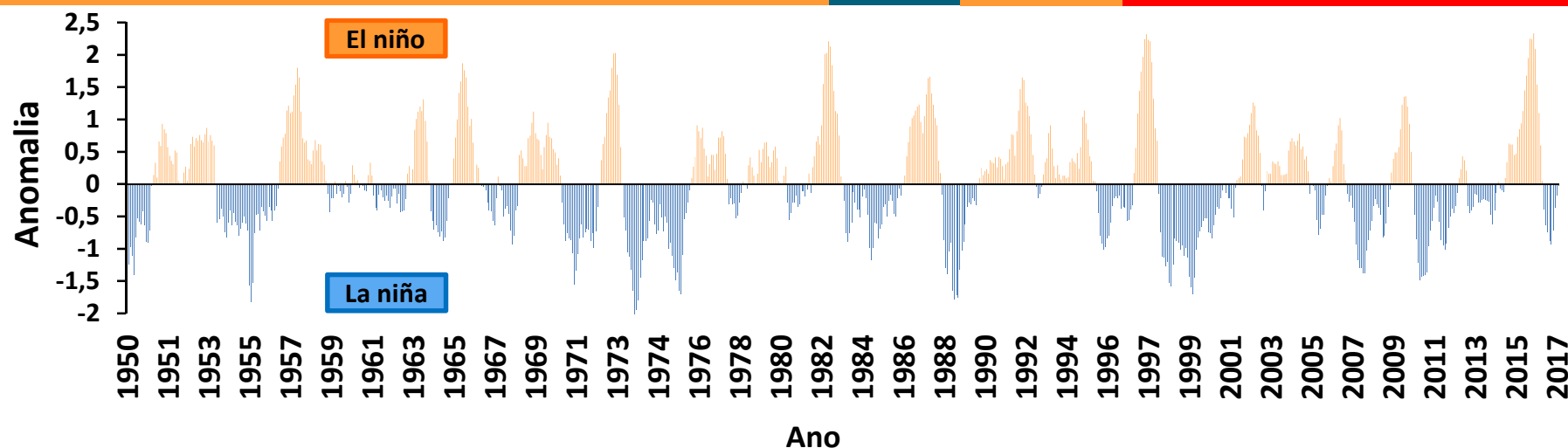


(1) Araújo *et al.* 2005; Fearnside e Graça 2006; Fearnside 2007; Guimarães 2007

# Eventos climáticos (fenômenos atmosférico-oceânicos)

**El Niño:** “aquecimento anormal das águas superficiais no oceano Pacífico Tropical, pode afetar o clima regional e globalmente, mudança nos padrões de ventos afetando os regimes de chuva em regiões tropicais e de latitudes médias <sup>(2)</sup>”

Período	Intensidade	Evento
1963	Forte	Seca
1982-1983	Forte	Seca
1986-1988	Moderada	
1990-1993	Forte	Seca
1994-1995	Moderada	
1997-1998	Forte	Seca
2002-2003	Moderada	
2004-2007	Fraca	Seca
2009-2010	Moderada	Seca
2015-2016	Forte	Seca



**La Niña:** “esfriamento anormal nas águas superficiais do Oceano Pacífico Tropical. Impactos de tendem a ser opostos aos de El Niño, mas nem sempre” <sup>(2)</sup>

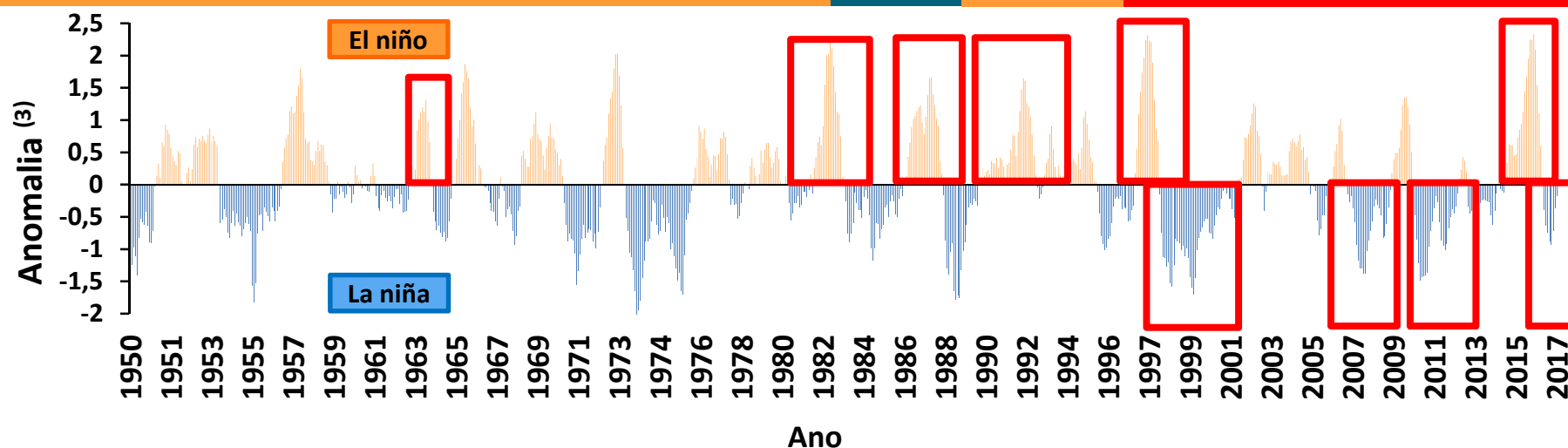
Período	Intensidade	Evento
1998-2001	Forte (+ longo)	
2005-2006	Fraco	Enchente
2007-2009	Forte	Enchente
2012	Moderado	Enchente
2017	Forte	Potencial Cheia

(2) INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, CPTEC - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos; (3) Rayner et. al 2003

# Eventos climáticos (fenômenos atmosférico-oceânicos)

**El Niño:** “aquecimento anormal das águas superficiais no oceano Pacífico Tropical, pode afetar o clima regional e globalmente, mudança nos padrões de ventos afetando os regimes de chuva em regiões tropicais e de latitudes médias <sup>(2)</sup>”

Período	Intensidade	Evento
1963	Forte	Seca
1982-1983	Forte	Seca
1986-1988	Moderada	
1990-1993	Forte	Seca
1994-1995	Moderada	
1997-1998	Forte	Seca
2002-2003	Moderada	
2004-2007	Fraca	Seca
2009-2010	Moderada	Seca
2015-2016	Forte	Seca



**La Niña:** “esfriamento anormal nas águas superficiais do Oceano Pacífico Tropical. Impactos de tendem a ser opostos aos de El Niño, mas nem sempre” <sup>(2)</sup>

Período	Intensidade	Evento
1998-2001	Forte (+ longo)	
2005-2006	Fraco	Enchente
2007-2009	Forte	Enchente
2012	Moderado	Enchente
2017	Forte	Potencial Cheia

(2) INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, CPTEC - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, Coutinho et al. 2010; (3) Rayner et. al 2003



Foto: M.A. Santos Jr (2009)



## Enchentes e Inundações (Centro de Manaus)

Foto: M.A. Santos Jr (2009)



Foto: M.A. Santos Jr (2009)



Foto: M.A. Santos Jr (2009)



# Incêndios Florestais

Foto: M.A. Santos Jr (2009)



Foto: M.A. Santos Jr (2009)



Foto: M.A. Santos Jr (2009)



Foto: M.A. Santos Jr (2009)



Foto: C.C. Durigan (2015)





# Abertura e reconstrução de rodovias e ramais

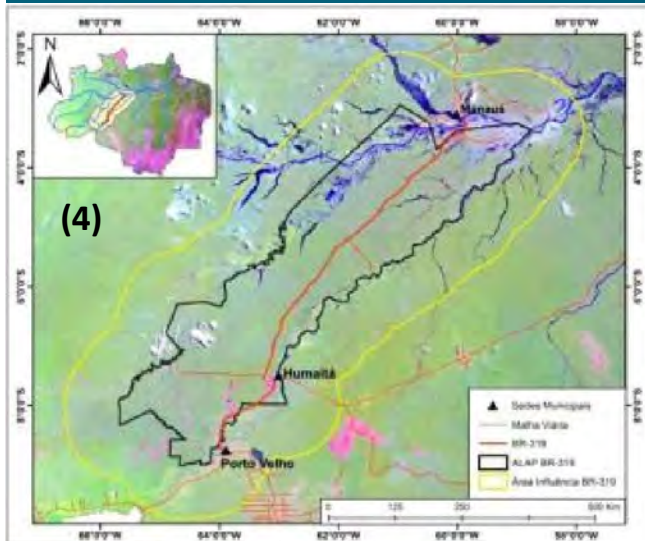


Foto: M.A. Santos Jr (2009)



Foto: M.A. Santos Jr (2009)



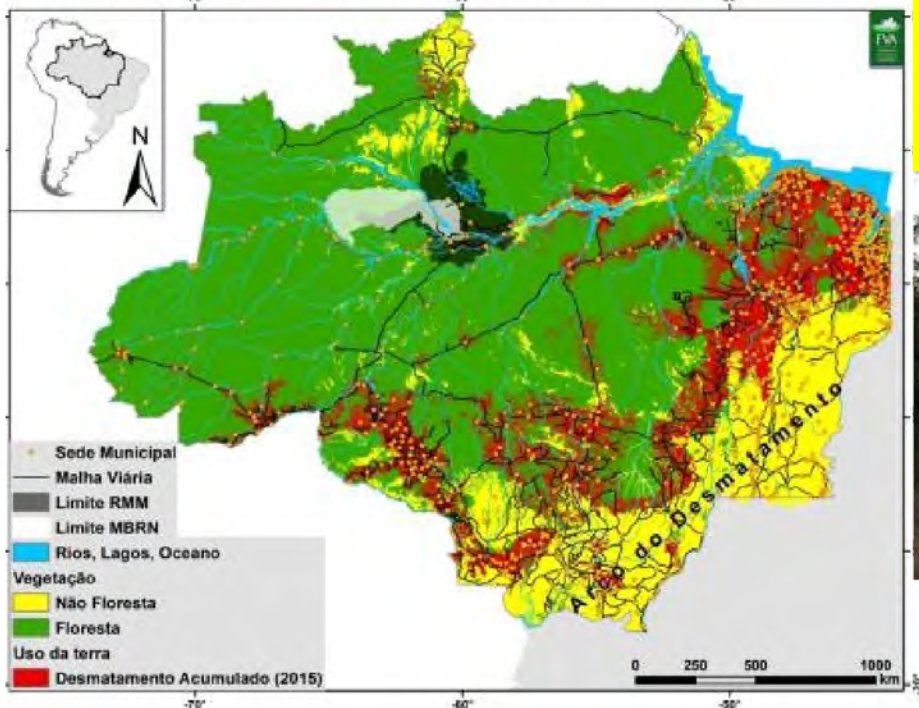
## Rodovia Federal BR-319

Manaus (AM) - Porto Velho (RO)

Foto: M.A. Santos Jr (2009)

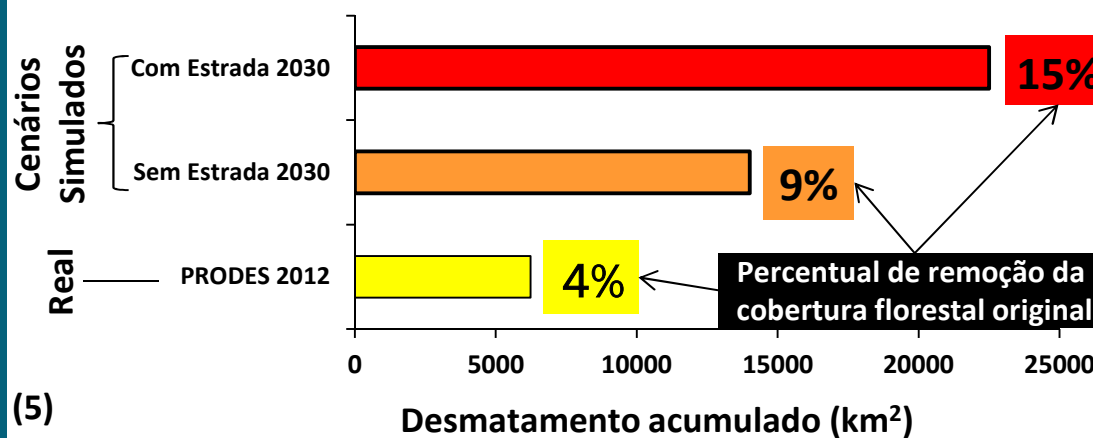
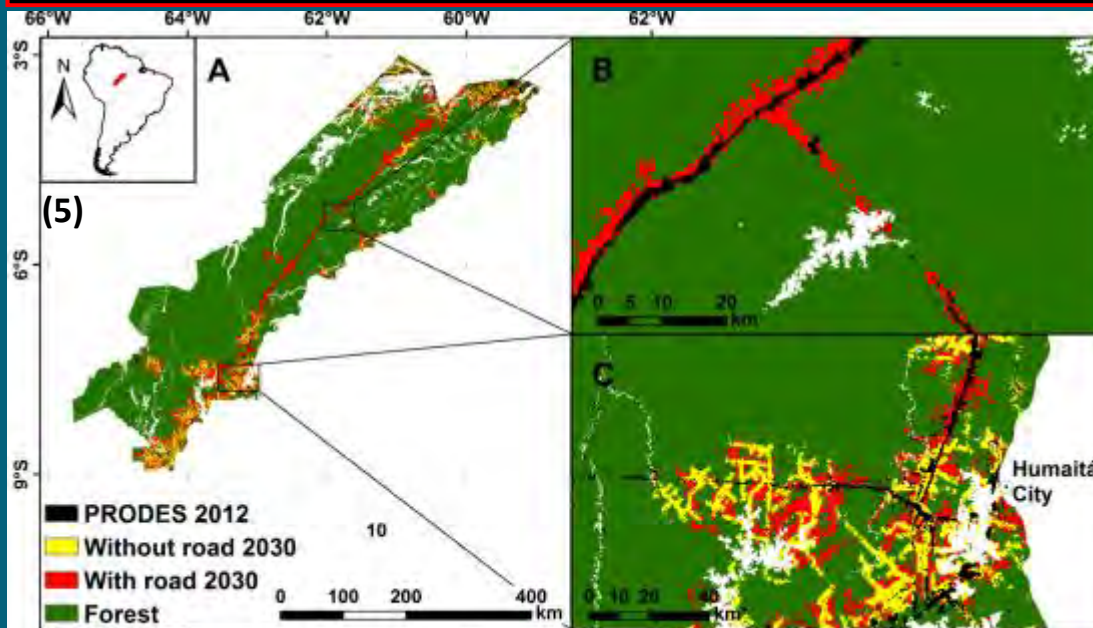


Foto: M.A. Santos Jr (2009)

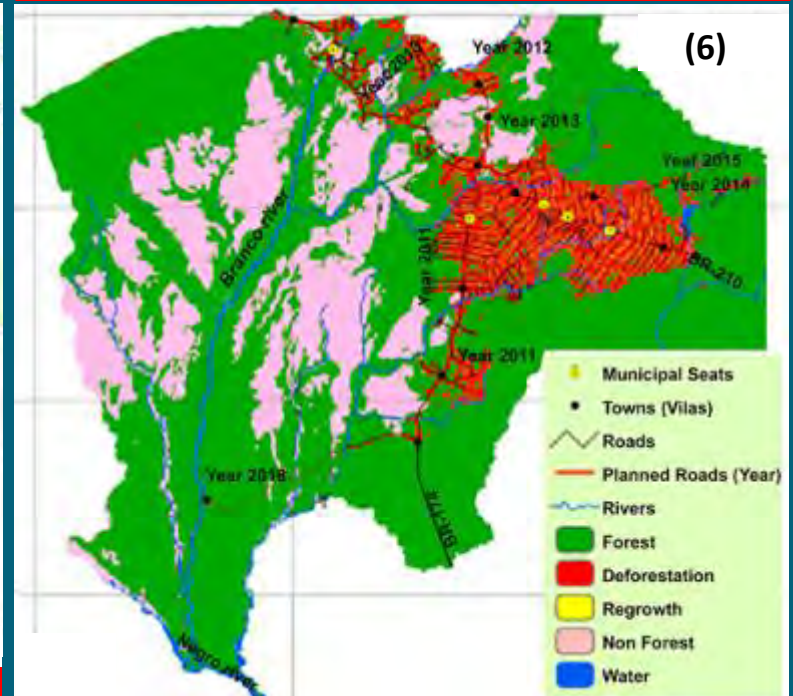


# BR-319 e os Potenciais Impactos do Desmatamento

Desmatamento REAL e SIMULADO (2012 - 2030)



Desmatamento SIMULADO (2007 - 2030)



- Impactos para além da área da rodovia
- Aumento em até 42% do desmatamento em Roraima



Foto: C.C. Durigan (2009)



Foto: C.C. Durigan (2015)



## Ponte Rio Negro (R\$ 1 bilhão, o dobro do que foi previsto)

- Intensificação de obras e empreendimentos Imobiliários nos últimos anos <sup>(7)</sup>
- Potencial aumento no desmatamento em até 27% no trecho entre os municípios de Iranduba e Novo Airão até 2025 <sup>(8)</sup>



Foto: C.C. Durigan (2010)

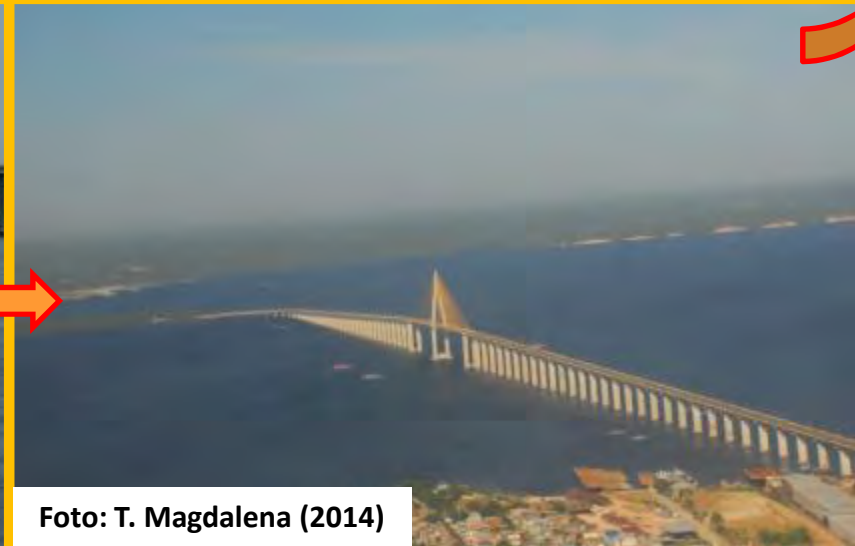


Foto: T. Magdalena (2014)

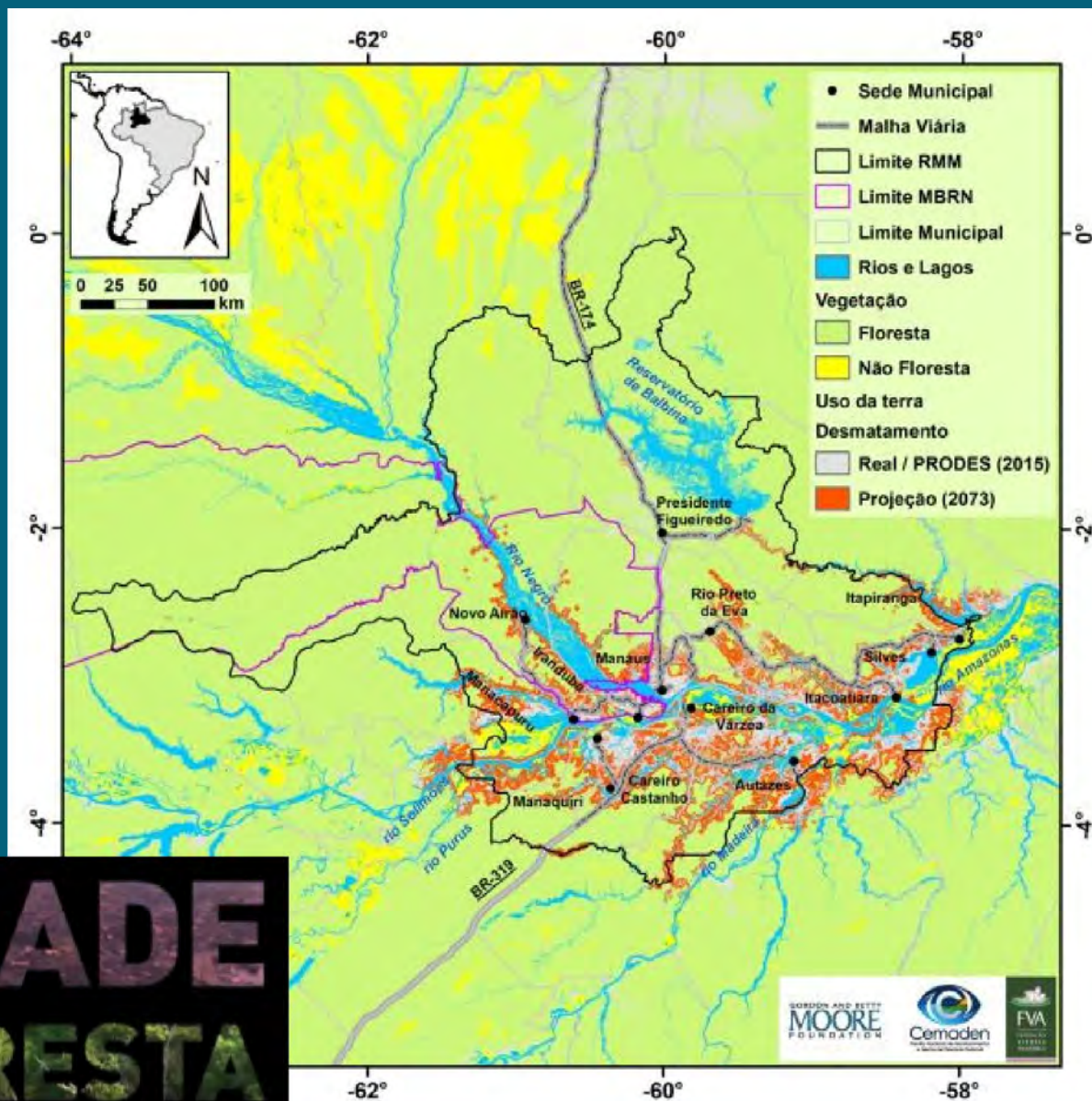
# Desmatamento acumulado até 2073 (100 de ZFM)

- FVA
- LCM (*land change modeler/ArcGIS*)
- 2015 – 2073
- Desmatamento acumulado de até % da RMM em 2073

Youtube: Fundação Vitória Amazônica

Documentário  
“Mais cidade, menos floresta”

[https://www.youtube.com/watch?v=TYfv\\_ml3Afo](https://www.youtube.com/watch?v=TYfv_ml3Afo)



**MAIS CIDADE  
MENOS FLORESTA**

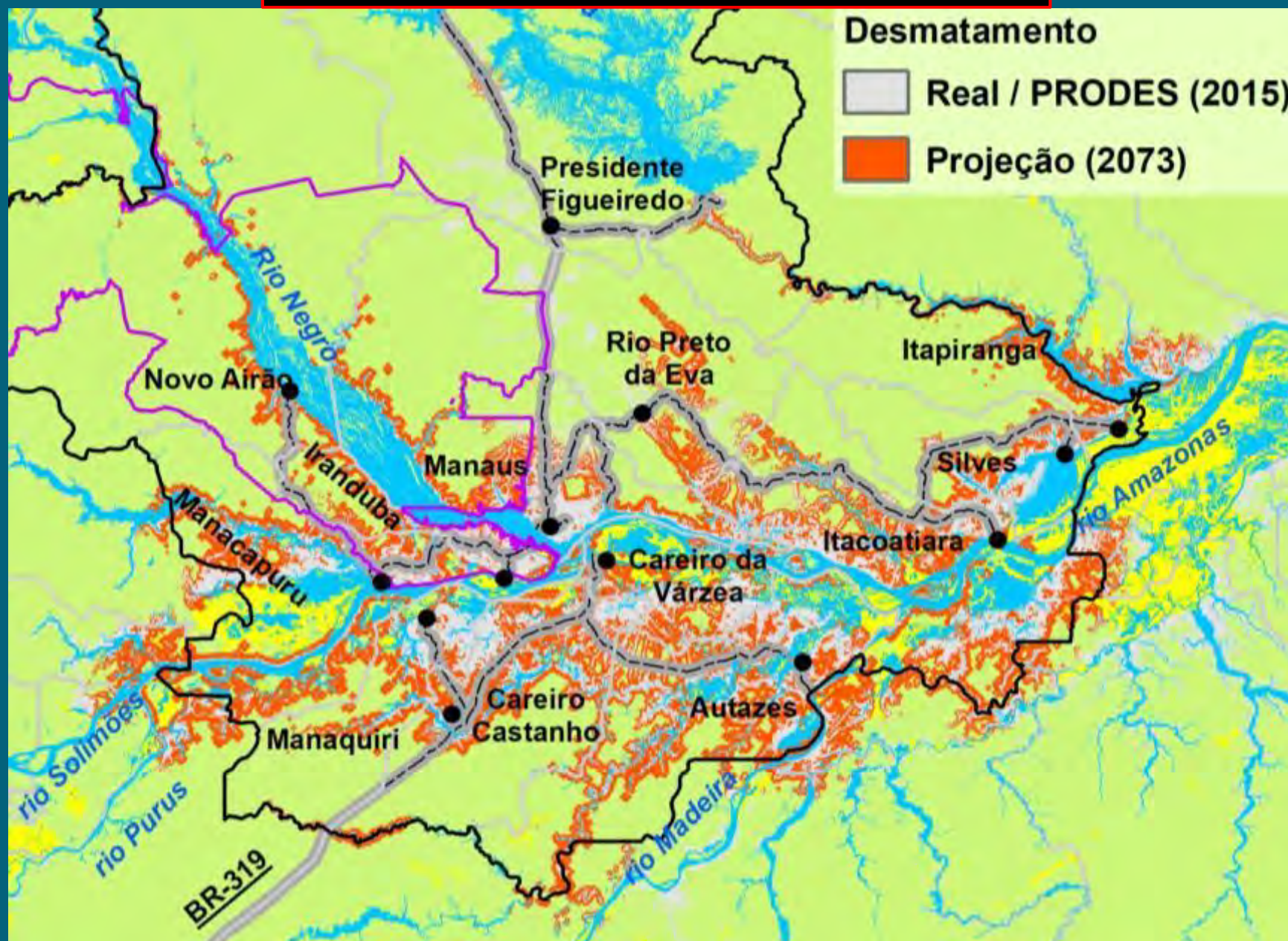
GORDON AND BETTY  
**MOORE**  
FOUNDATION

**Cemoden**  
CENTRO DE ESTUDOS E MODELAGEM  
DE OCEANOS E ZONAS COSTEIRAS

**FVA**  
FUNDAÇÃO VITÓRIA  
AMAZÔNICA

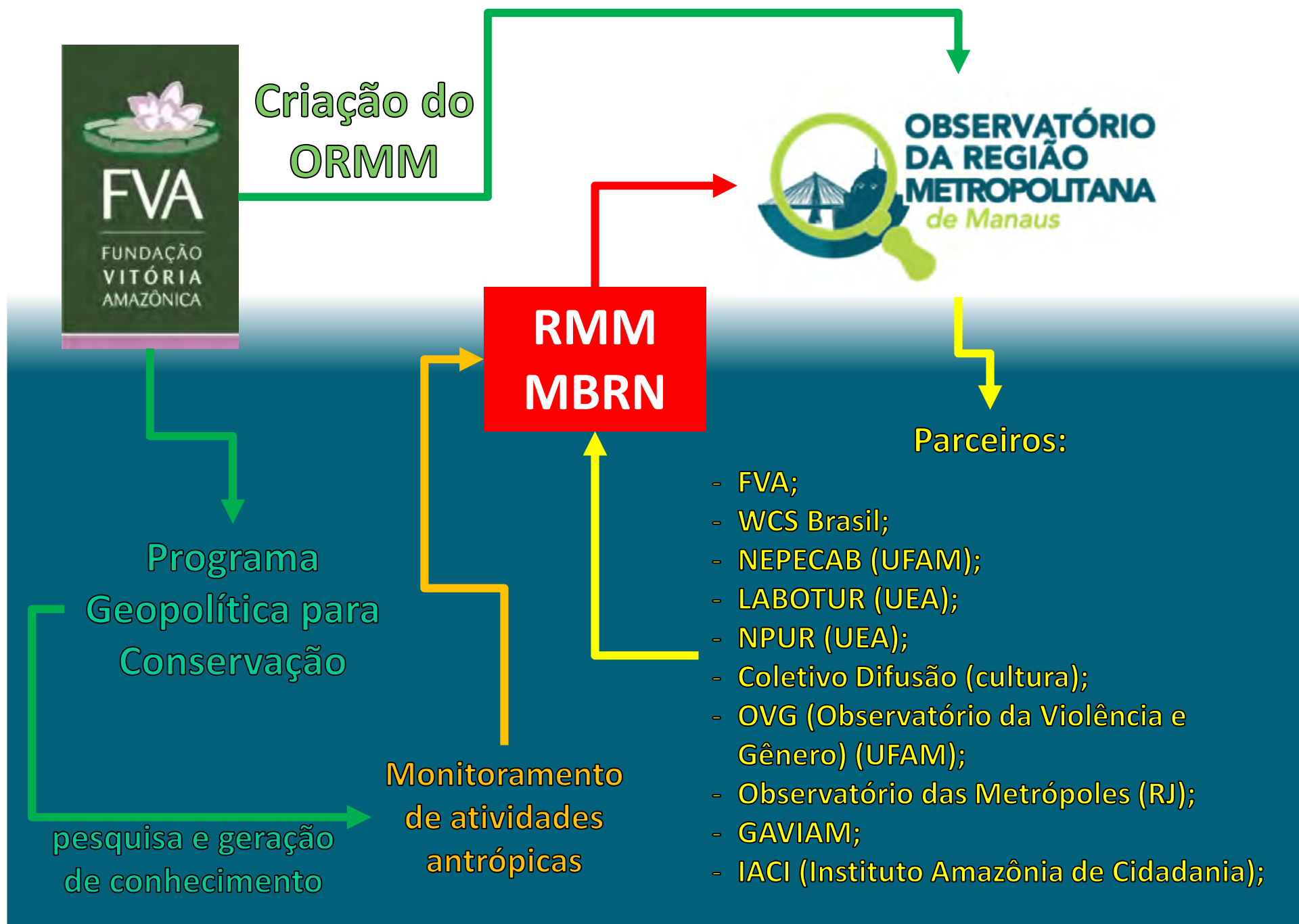


## Desmatamento em 100 de ZFM

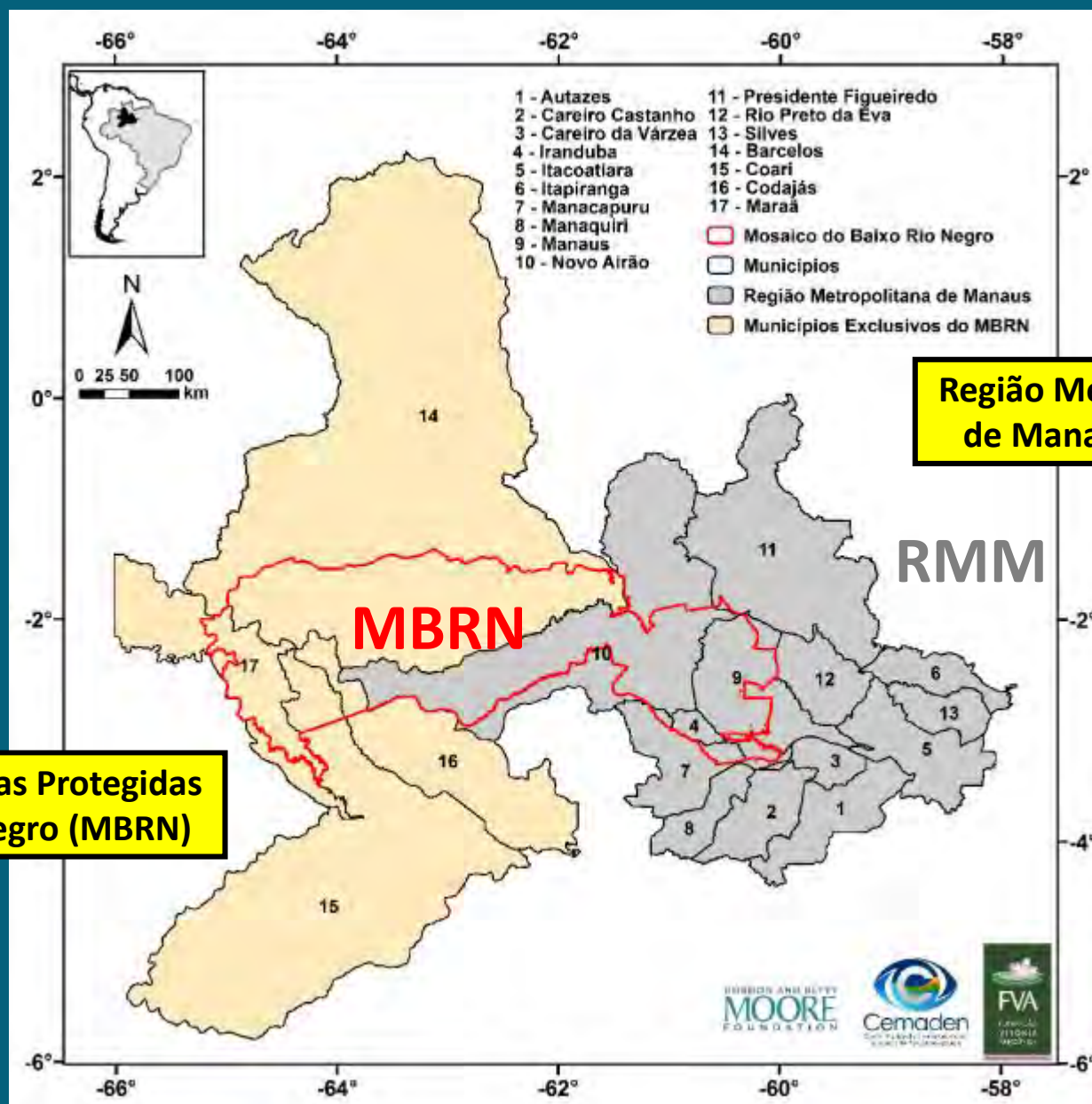




## Histórico 2013 - 2017



# Área de estudo: RMM e MBRN



# Mosaico de UCs do Baixo Rio Negro

- Inserido em 8 municípios do AM

- 73640 km<sup>2</sup>

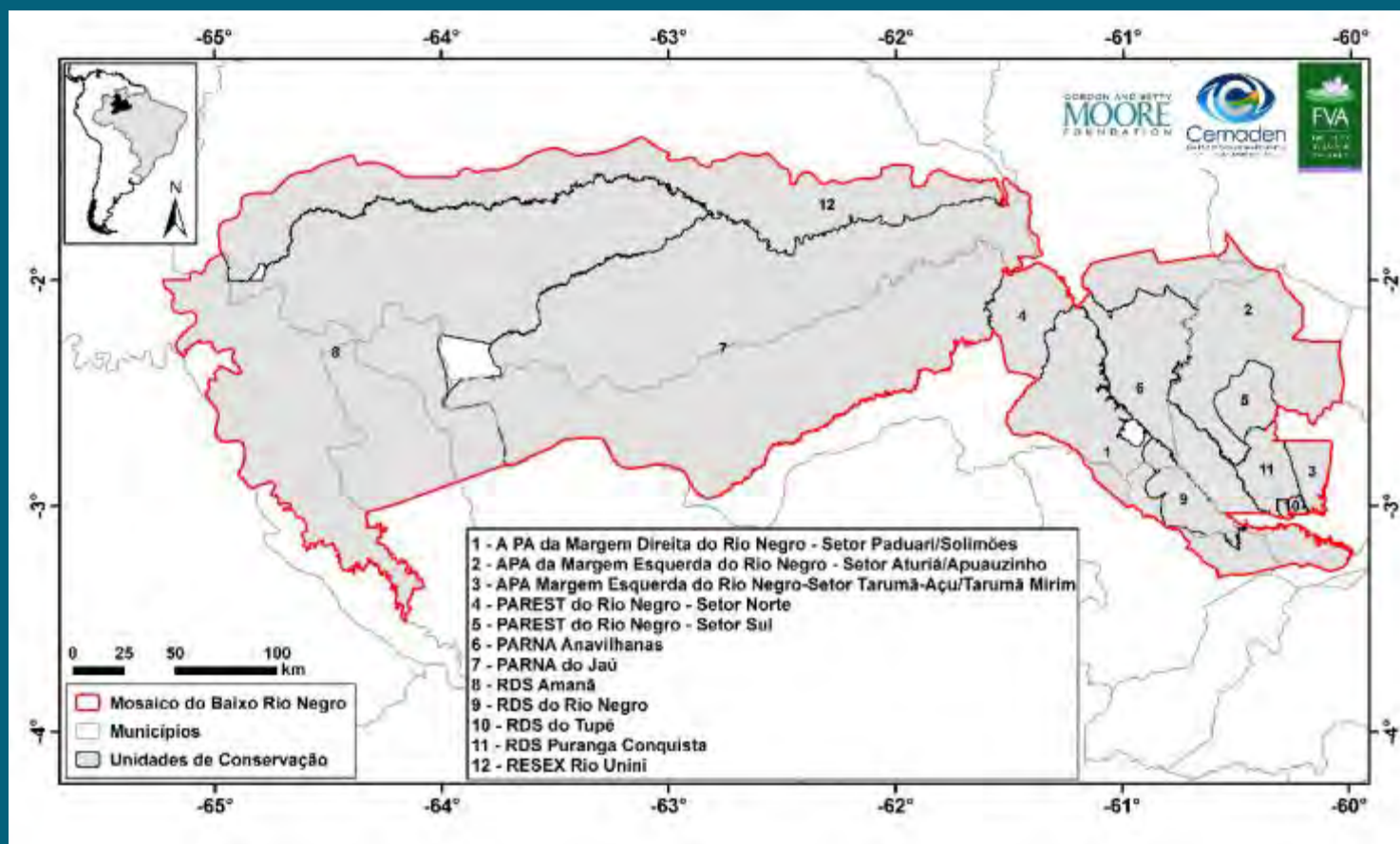
- 2.57 % Corpos d'água

- 4 UCs de Proteção Integral

- 8 UCs de Uso Sustentável

- 1.7 % de área desmatada (2015)

- 191 Focos de calor (2015)





# Região Metropolitana de Manaus

- 13 municípios
- 127168 km<sup>2</sup> (3ª maior do Brasil)
- Aprox. 2.6 milhões de habitantes
- 0.35 % de área urbanizada

- 5.98 % Corpos d'água

Foto: T. Magdalena (2014)

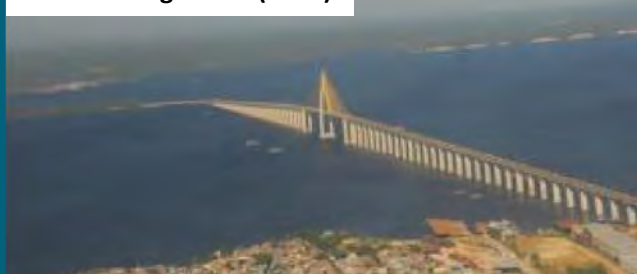
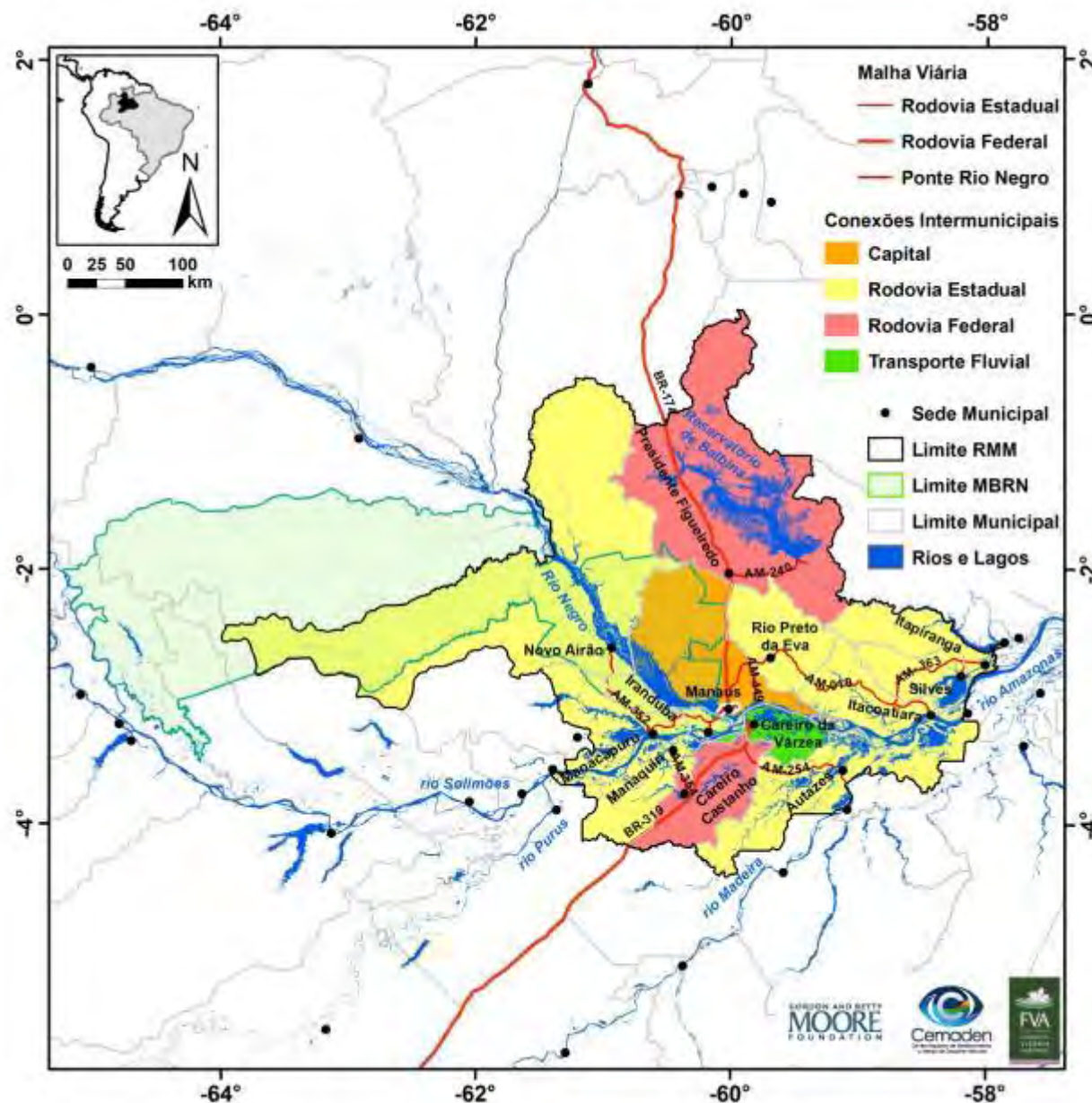
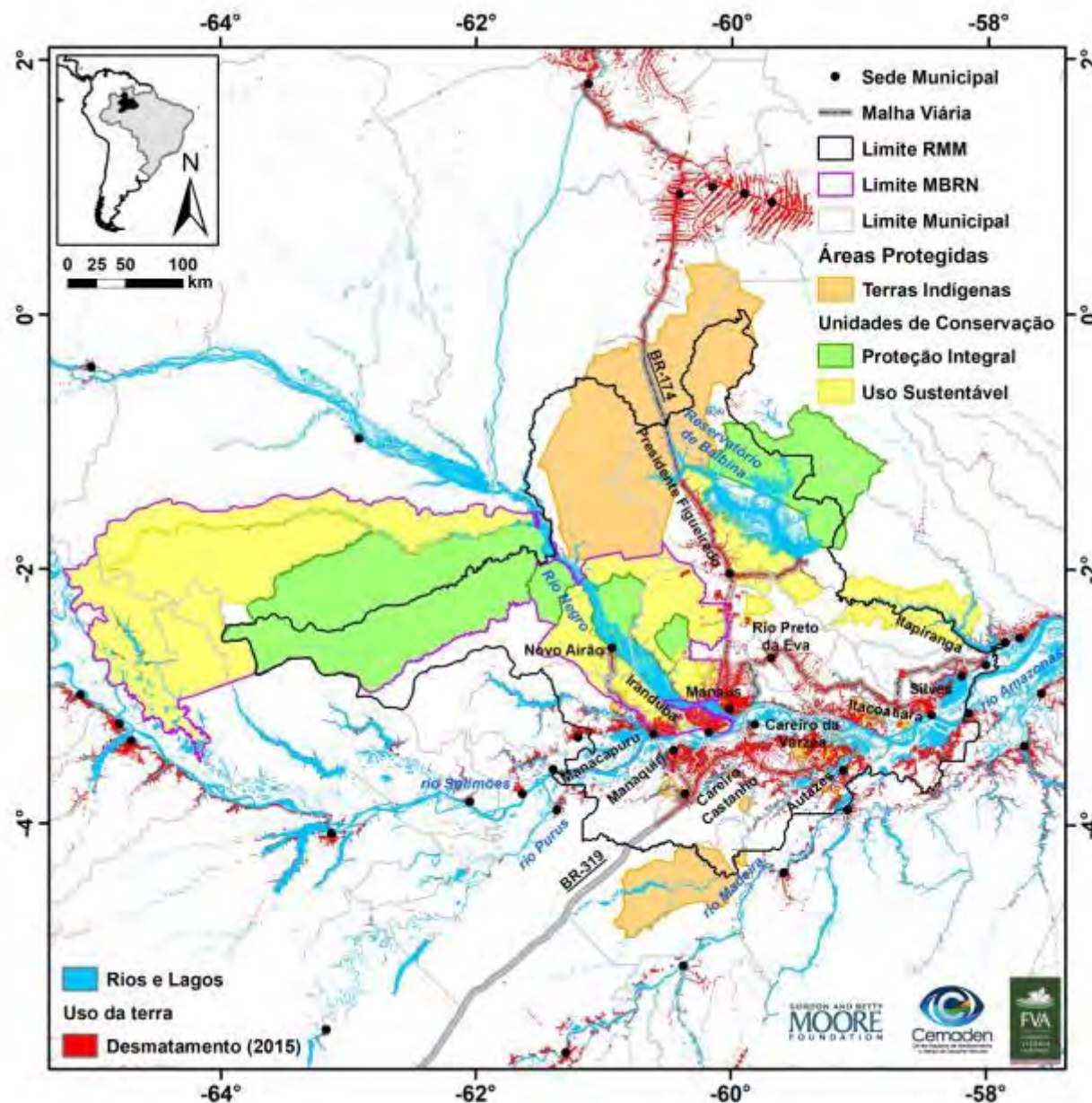


Foto: M. A. Santos J. (2009)



- 50.4 % do território em APs
- 91 AP: 63 UC e 28 TI (12 etnias)
- 24.1 % protegida pelo MBRN





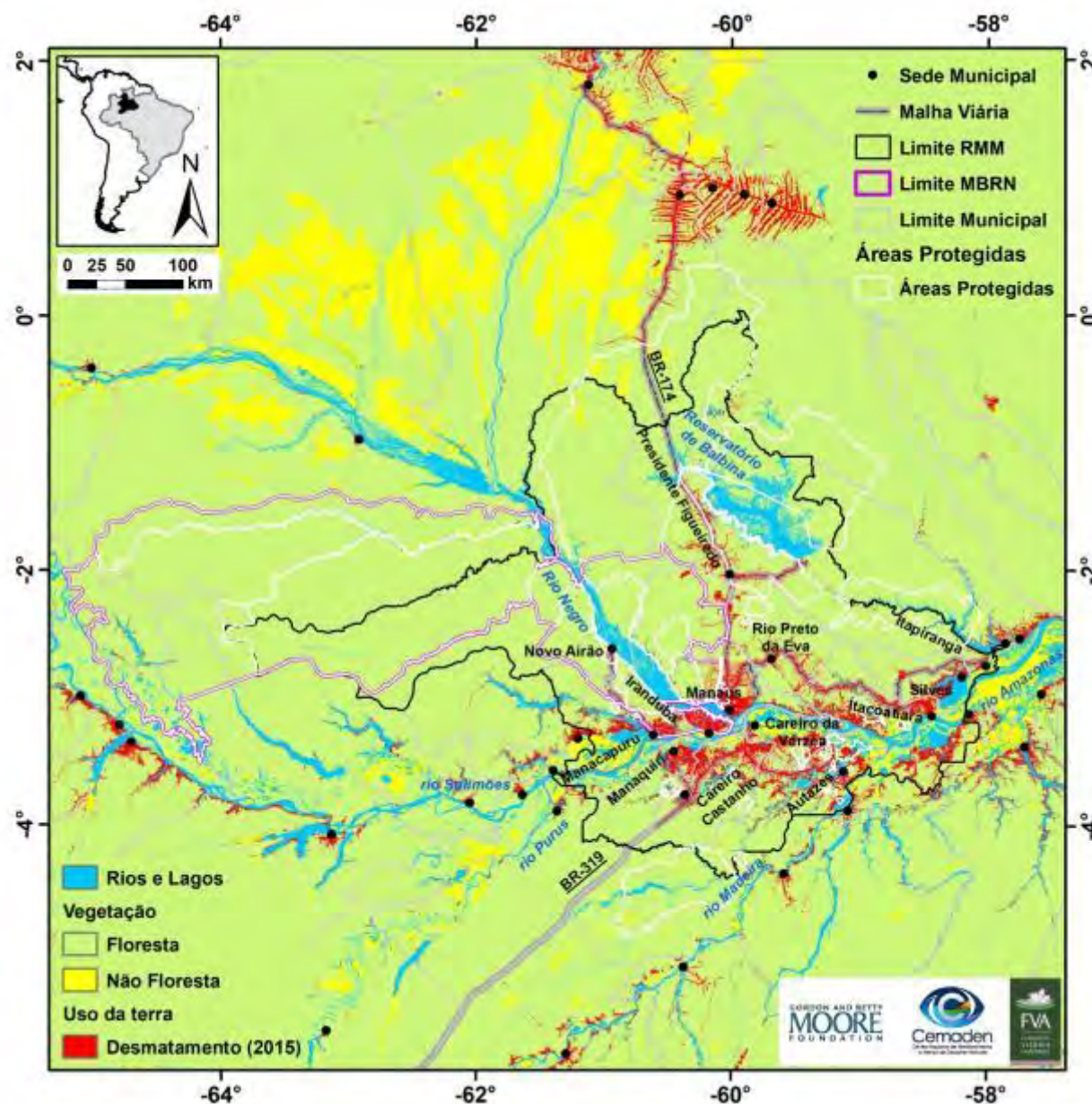
# Região Metropolitana de Manaus

- 13 municípios
- 127168 km<sup>2</sup> (3ª maior do Brasil)
- Aprox. 2.6 milhões de habitantes
- 0.35 % de área urbanizada

- 5.98 % Corpos d'água

- 50.4 % do território em APs
- 91 AP: 63 UC e 28 TI (12 etnias)
- 24.1 % protegida pelo MBRN

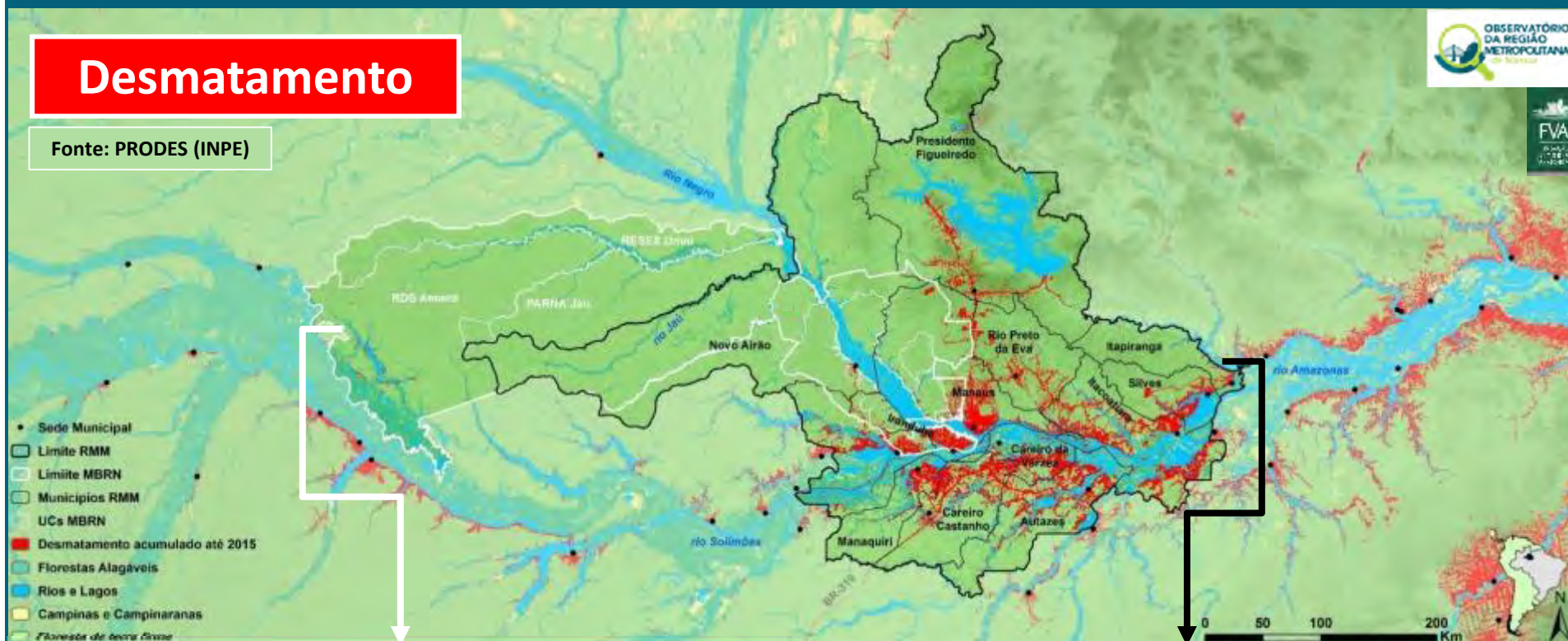
- 7.7 % de área desmatada (2015)
- 2853 Focos de calor (2015)





# Desmatamento

Fonte: PRODES (INPE)



Mosaico do Baixo Rio Negro (MBRN)

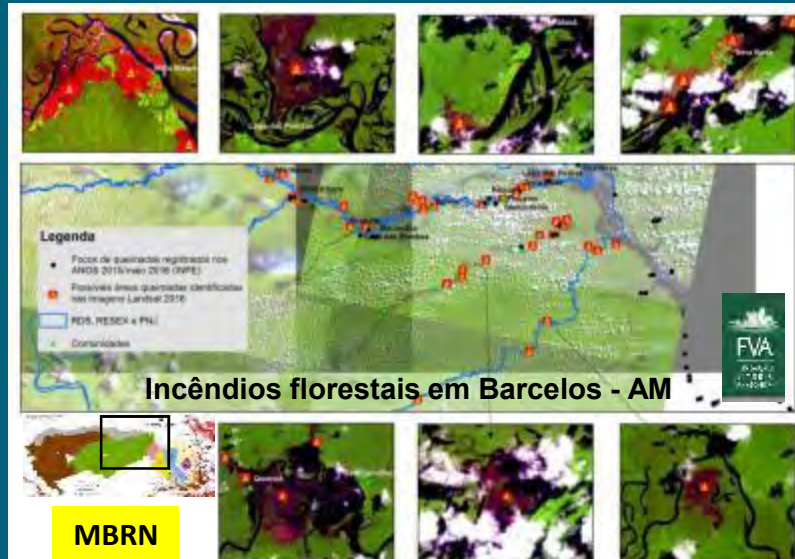
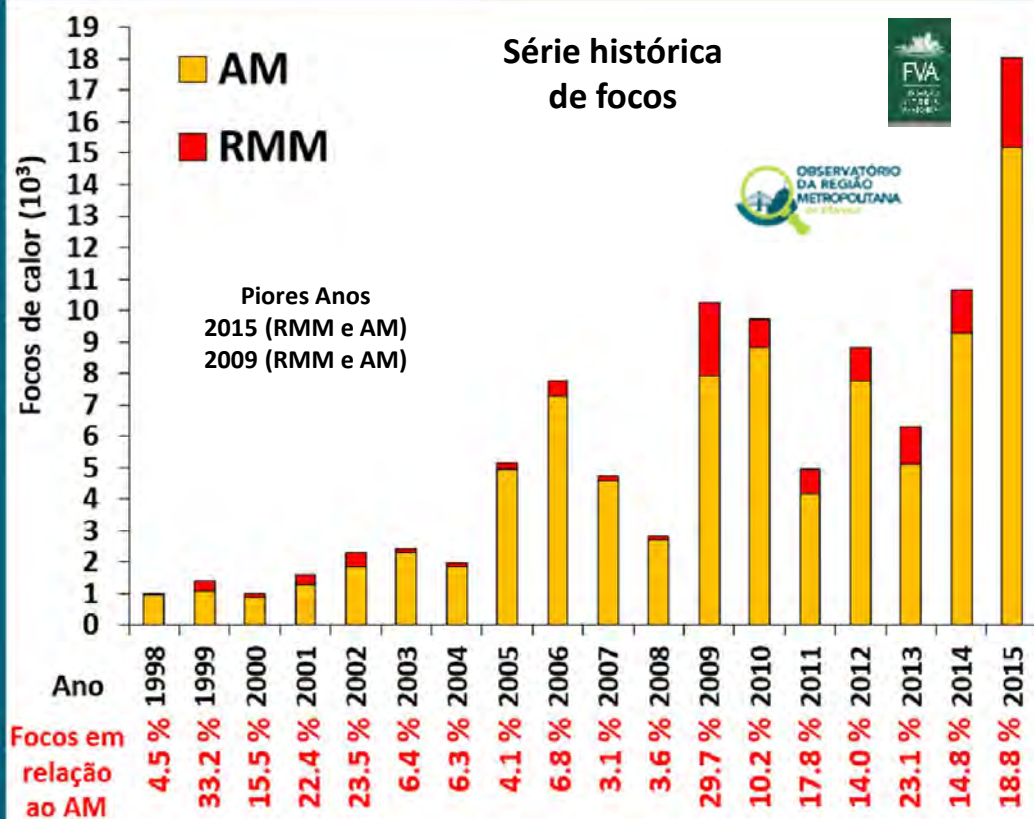
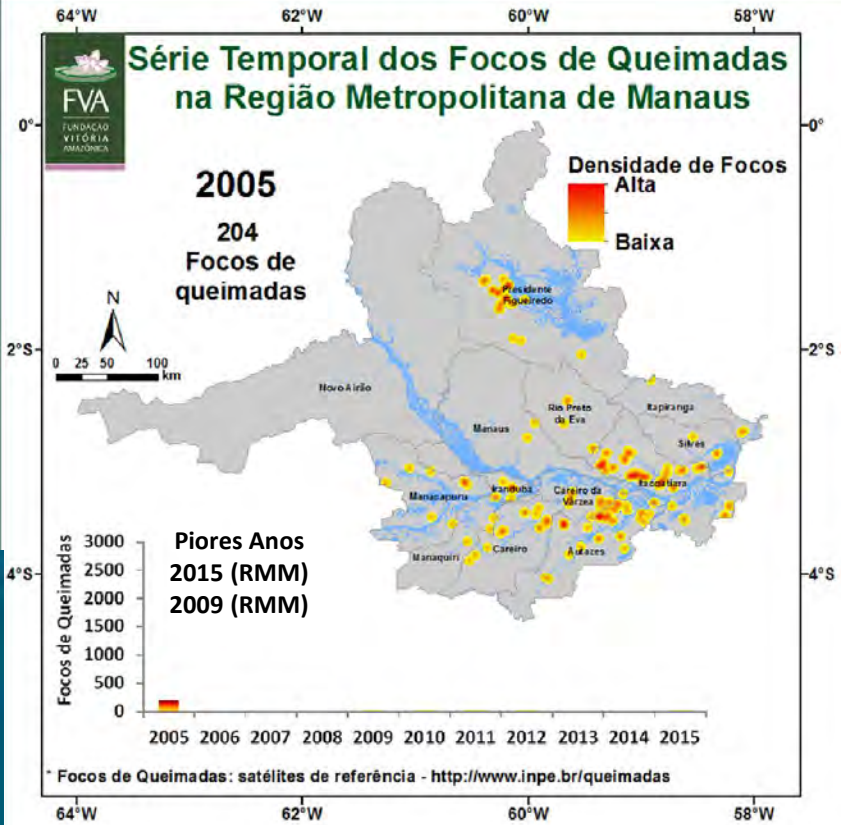
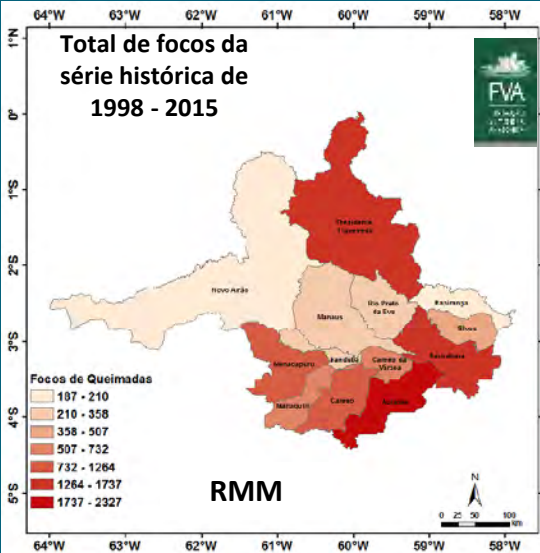


Região Metropolitana de Manaus (RMM)



**Focos de calor  
(queimadas e  
incêndios  
florestais)**

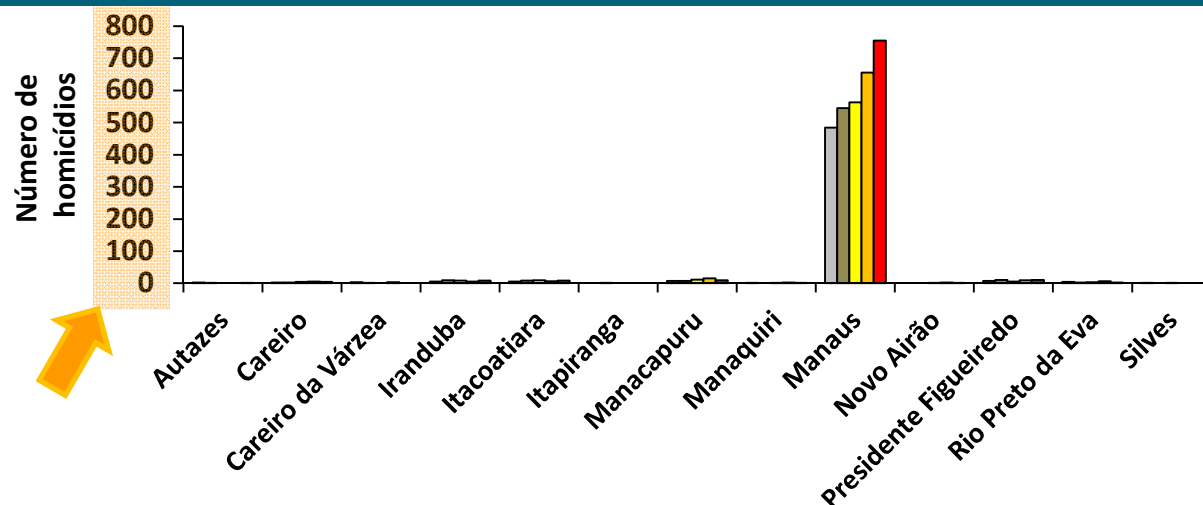
**Fonte: Focos de calor (INPE)  
satélites de referência  
<http://www.inpe.br/queimadas>**



# Região Metropolitana de Manaus

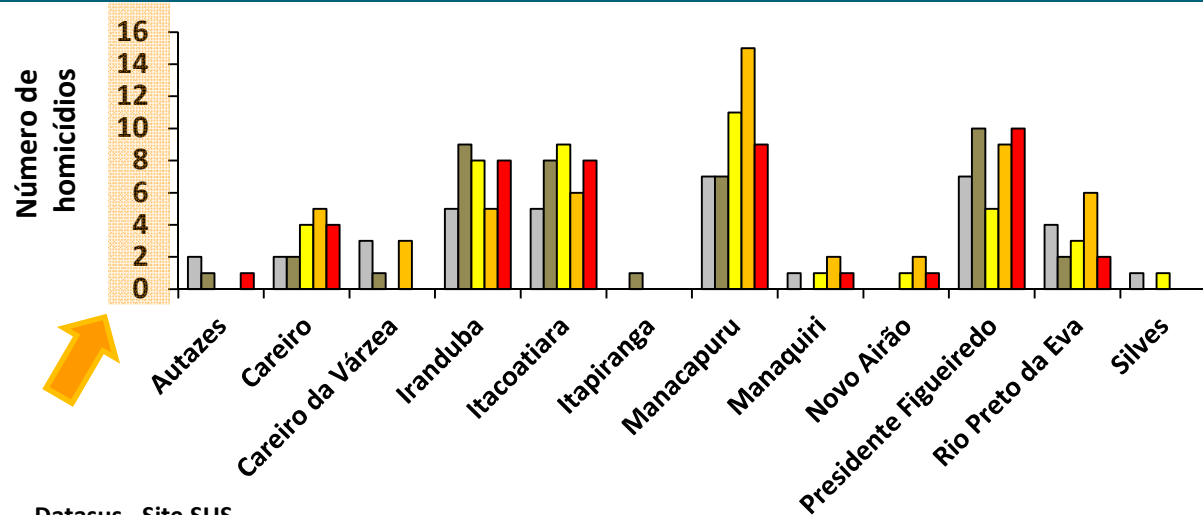
## Homicídios

- Manaus tendência crescente
- Iranduba, Itacoatiara, e Presidente Figueiredo tendência crescente após decrescer
- Demais municípios tendência decrescente



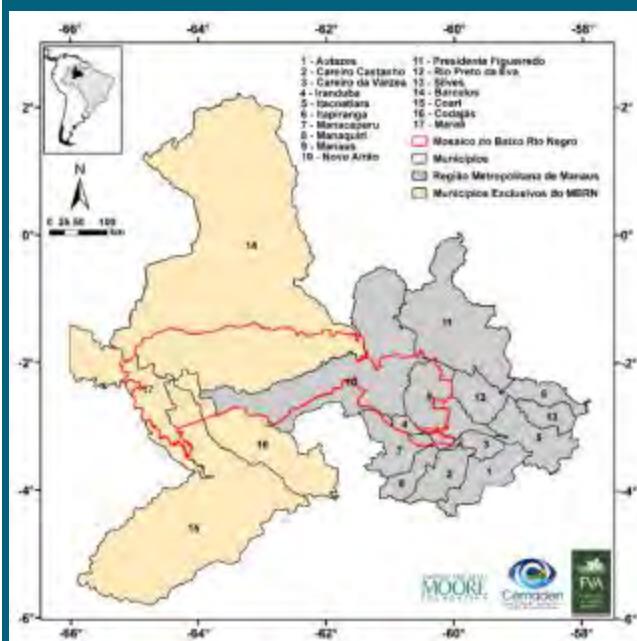
Datasus - Site SUS  
(Sistema Único de Saúde)

2005 2006 2007 2008 2009



Datasus - Site SUS  
(Sistema Único de Saúde)

2005 2006 2007 2008 2009

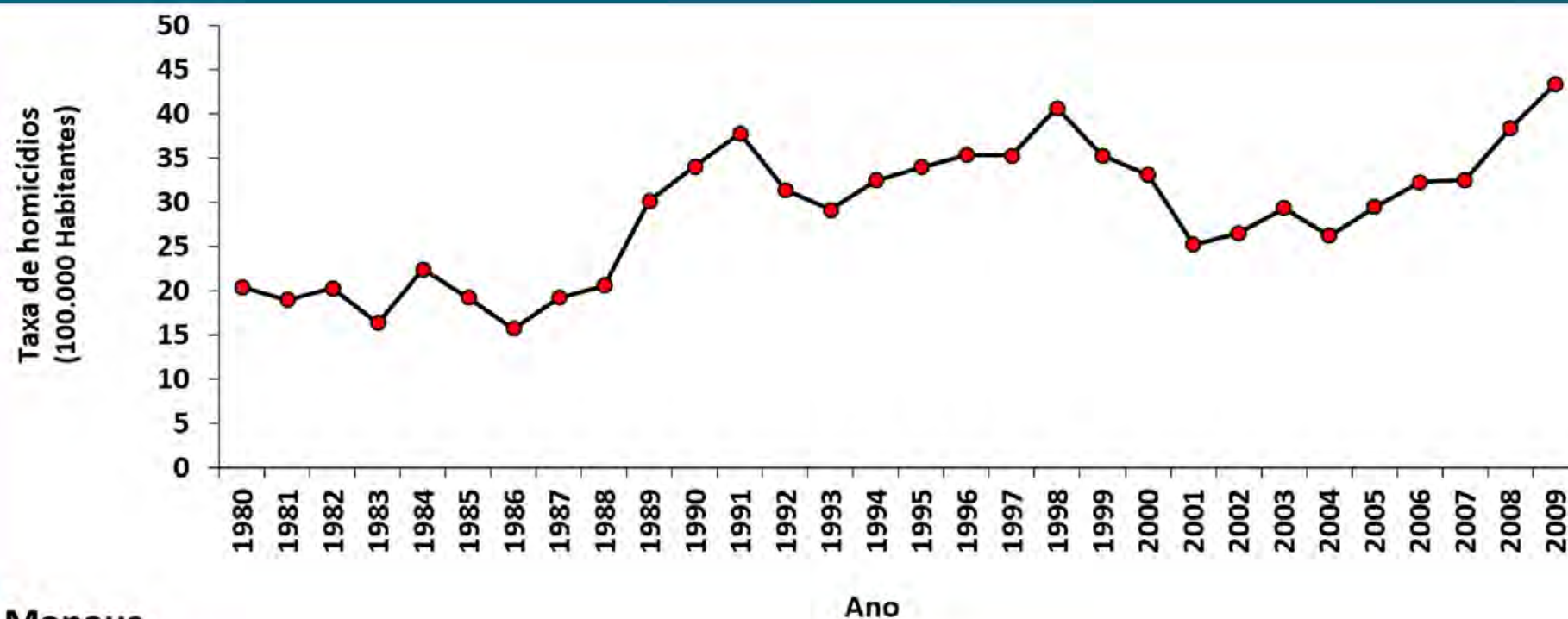




# Região Metropolitana de Manaus

## Homicídios

- Manaus com taxa de homicídios crescente



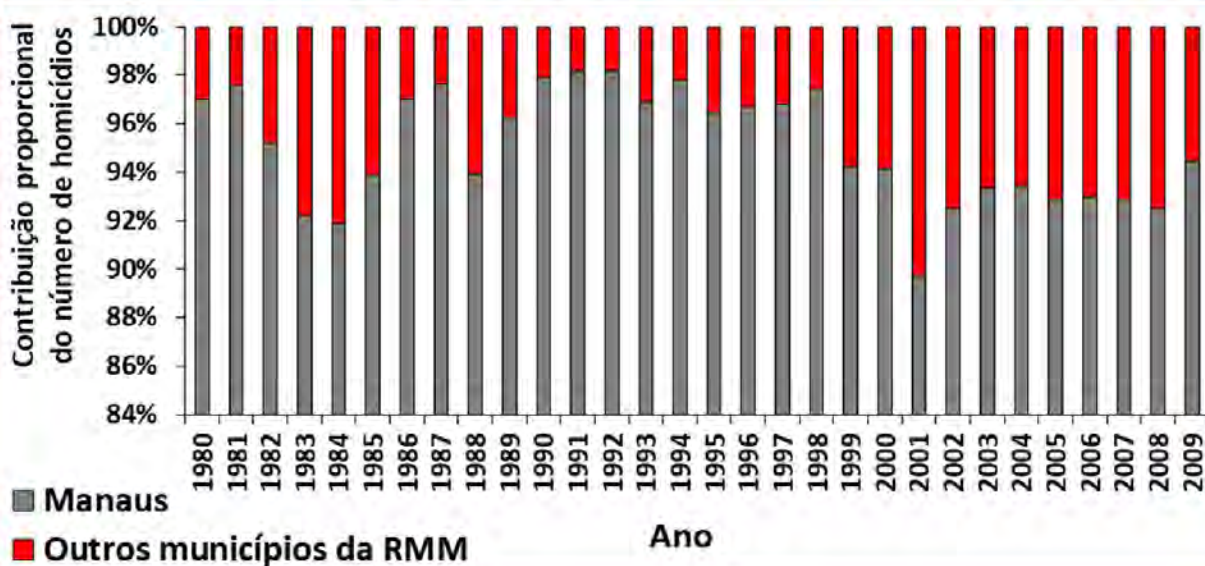
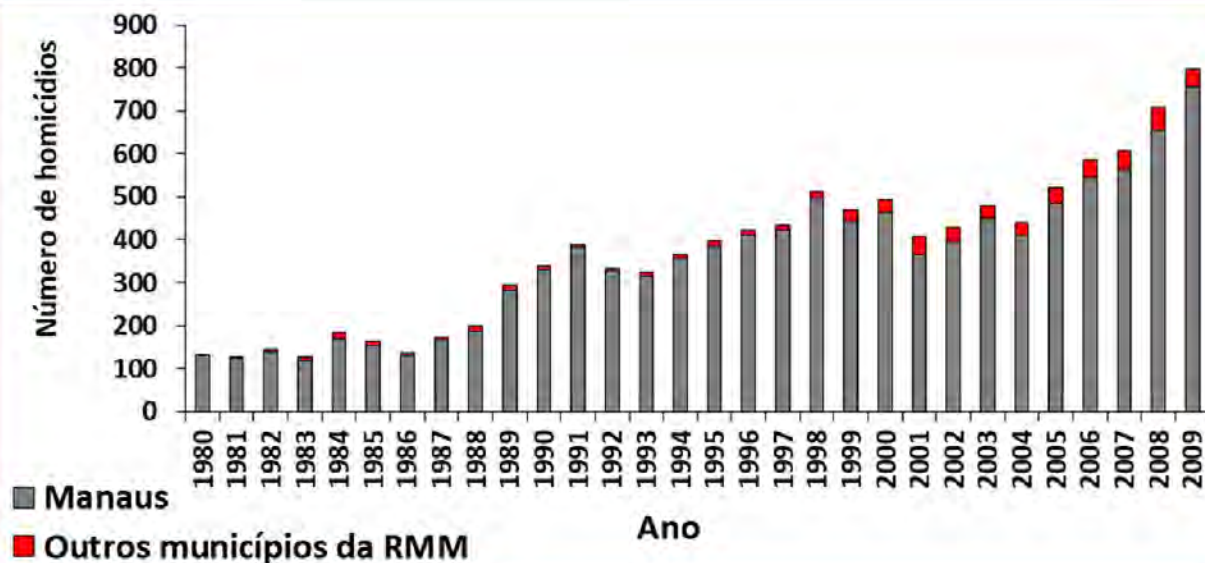
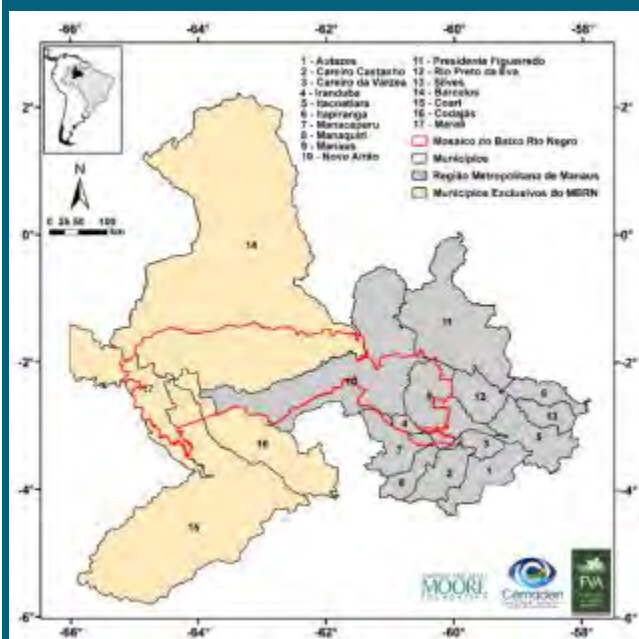
Manaus

Fonte: DATA-SUS / <http://www.ipeadata.gov.br/>  
 Cálculo da Taxa: Divisão do grupo populacional  
 multiplicado por 100.000 pela população de  
 referência.

# Região Metropolitana de Manaus

## Homicídios

- Manaus com número crescente de homicídios



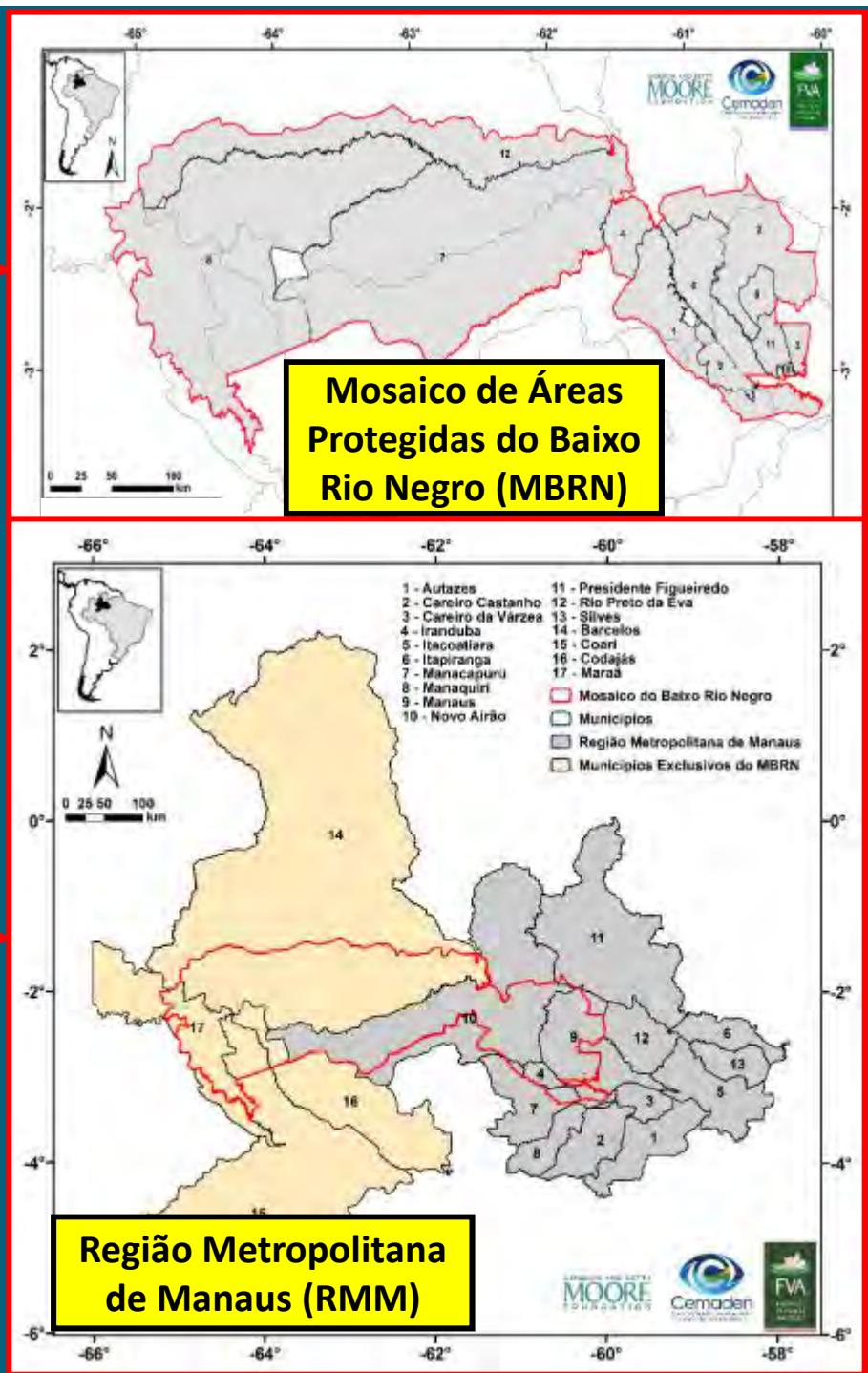
Histórico 2013- 2017



Acompanhamento de  
atividades antrópicas



Mapeamento e  
Monitoramento de  
Riscos Socioambientais





# Avaliação de riscos e vulnerabilidades

## Utilização de indicadores por dimensões trabalhadas <sup>(9)</sup>

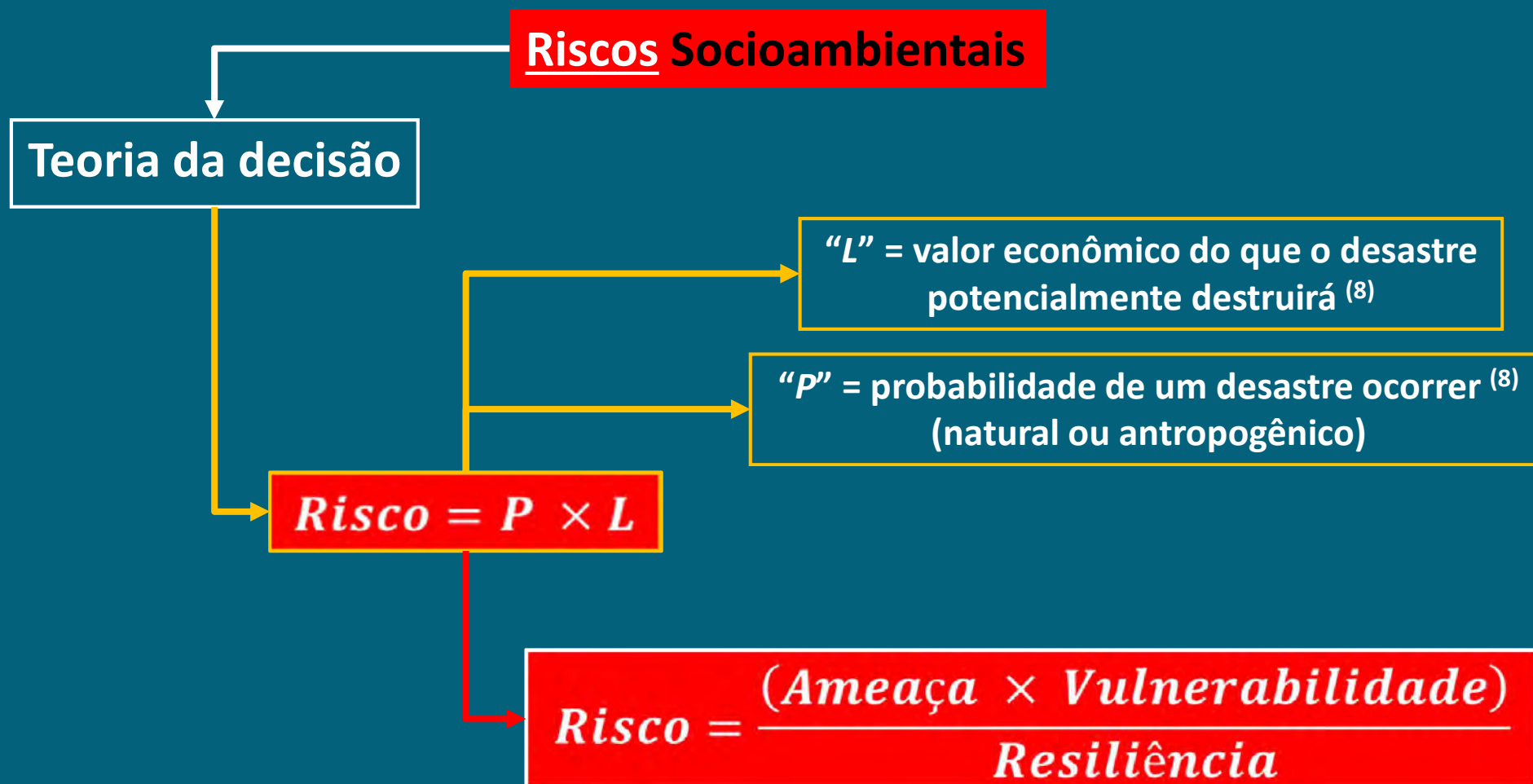
- Sociais (44%)
- Sociodemográficos (33%)
- Econômicos (13%)
- Ambientais (10%)

## Metodologias multidisciplinares <sup>(10)</sup>

- Incluir diferentes formas de risco
- Para entender as conexões de causa e efeito
- Não é recomendado analisar sobre uma única dimensão

## Indicadores Socioambientais

# Entendendo o “Risco”





## Decompondo o “Risco”

AMEAÇA = evento potencialmente danoso de um fenômeno físico (natural ou antropogênico) num território que pode levar a efeitos adversos (pessoas, produção, infraestrutura e bens e serviços)<sup>(13)</sup>

VULNERABILIDADE = refere-se aos indivíduos e às suas susceptibilidades ou predisposições a respostas ou consequências negativas<sup>(14)</sup>


$$Risco = \frac{(Ameaça \times Vulnerabilidade)}{Resiliência}$$

RISCO = incerteza ou probabilidade da ocorrência de um evento futuro que resulte em perdas econômicas, sociais e ambientais por parte da sociedade ou componente da mesma<sup>(12)</sup>

RESILIÊNCIA = capacidade de adaptação, resistência ou modificação um sistema, comunidade ou sociedade, exposta a uma ameaça para manter um nível aceitável de seu funcionamento e estrutura e é baseada no conhecimento das ameaças e das vulnerabilidades físicas, sociais, econômicas e ambientais a curto e em longo prazo<sup>(15)</sup>

(12) Lavell 2000, Yunes e Szymanski 2001, Janczura 2012

(13) Szlafsztein 2010

(14) Yunes e Szymanski 2001, Sarewitz et al. 2003

(15) EIRD/ONU 2004, 2007

$$\text{Risco} = \frac{(\text{Ameaça} \times \text{Vulnerabilidade})}{\text{Resiliência}}$$

**Resiliência**

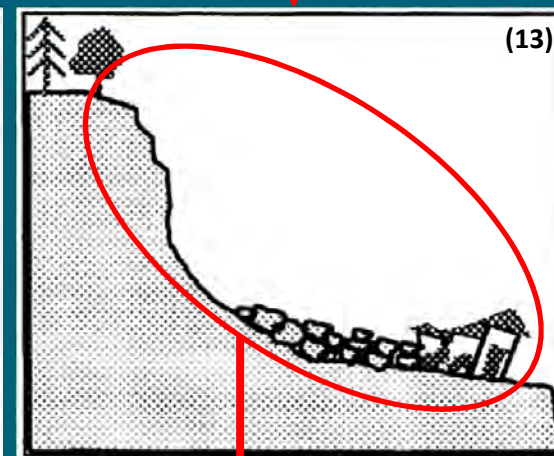
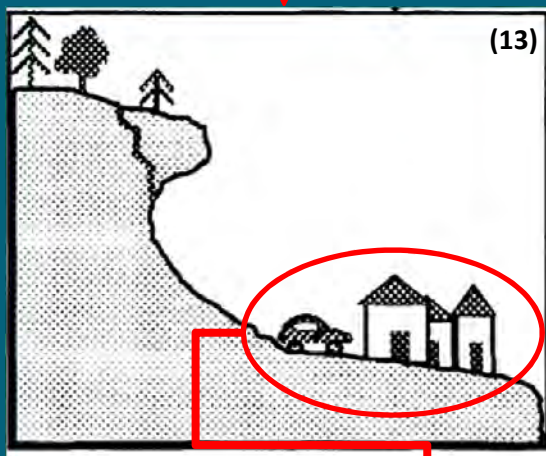
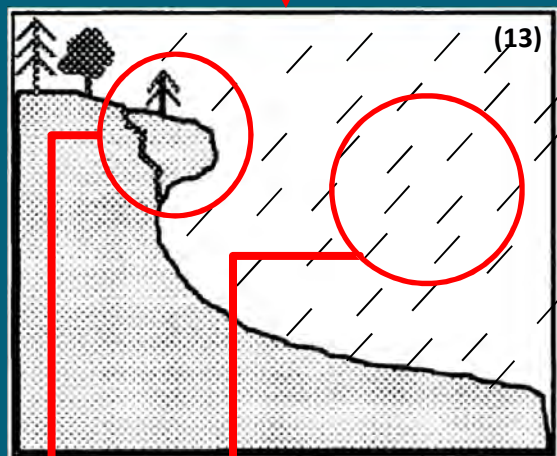
- Políticas Públicas:
- 1. Rotas de Fuga
- 2. Resgates
- 3. Uso e ocupação da terra ordenados
- 4. Moradias em áreas adequadas
- 5. Alternativas de geração de renda

**Ameaça**

+

**Vulnerabilidade**

**Risco**



**Chuvvas fortes**

**Remoção da Vegetação  
das encostas**

**Vulnerabilidade econômica  
(famílias com baixa renda per capita)**

**Ocupação de Áreas Vulneráveis a  
deslizamentos**

**Risco de  
Deslizamentos**

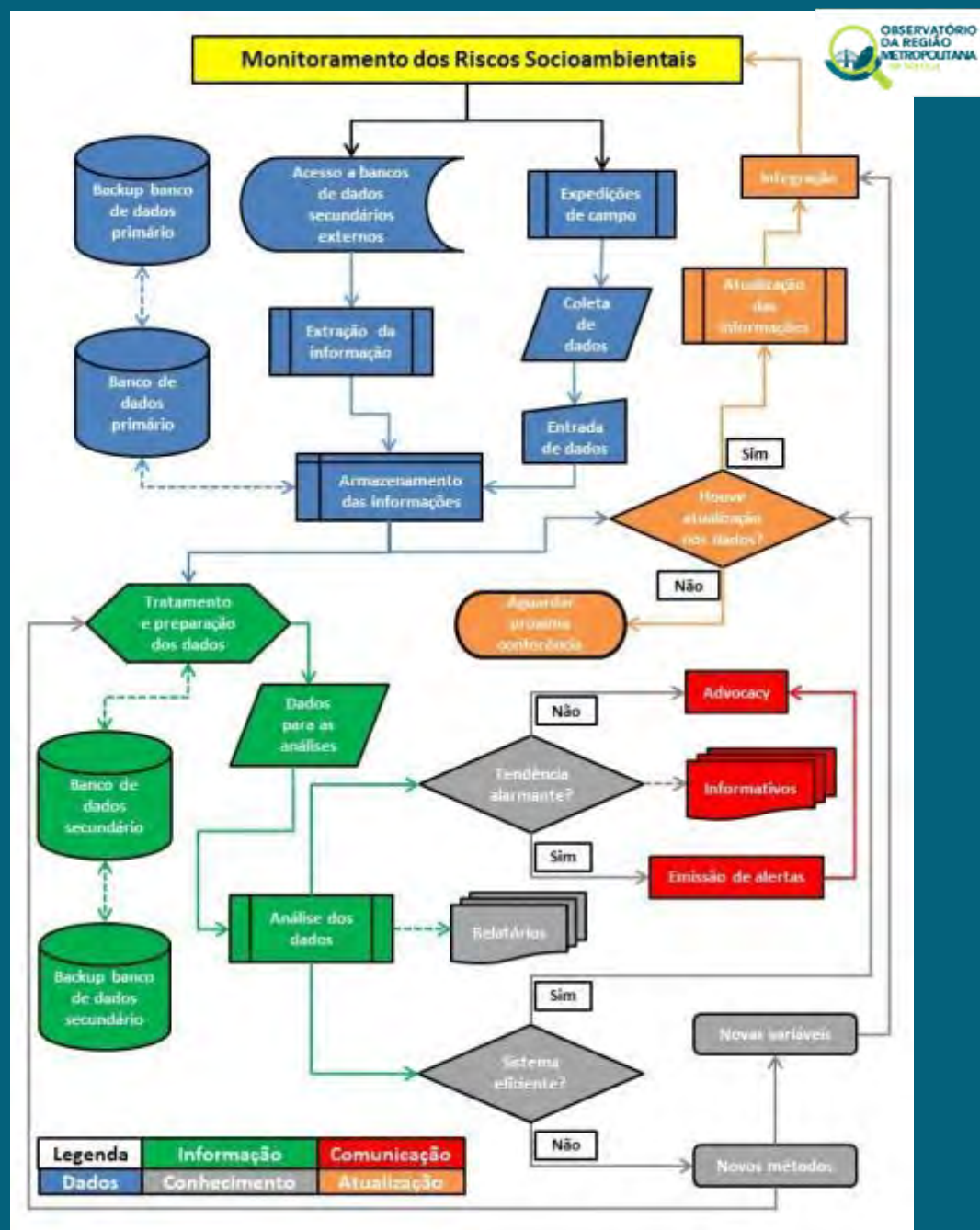


## Sistema de Monitoramento de Riscos Socioambientais



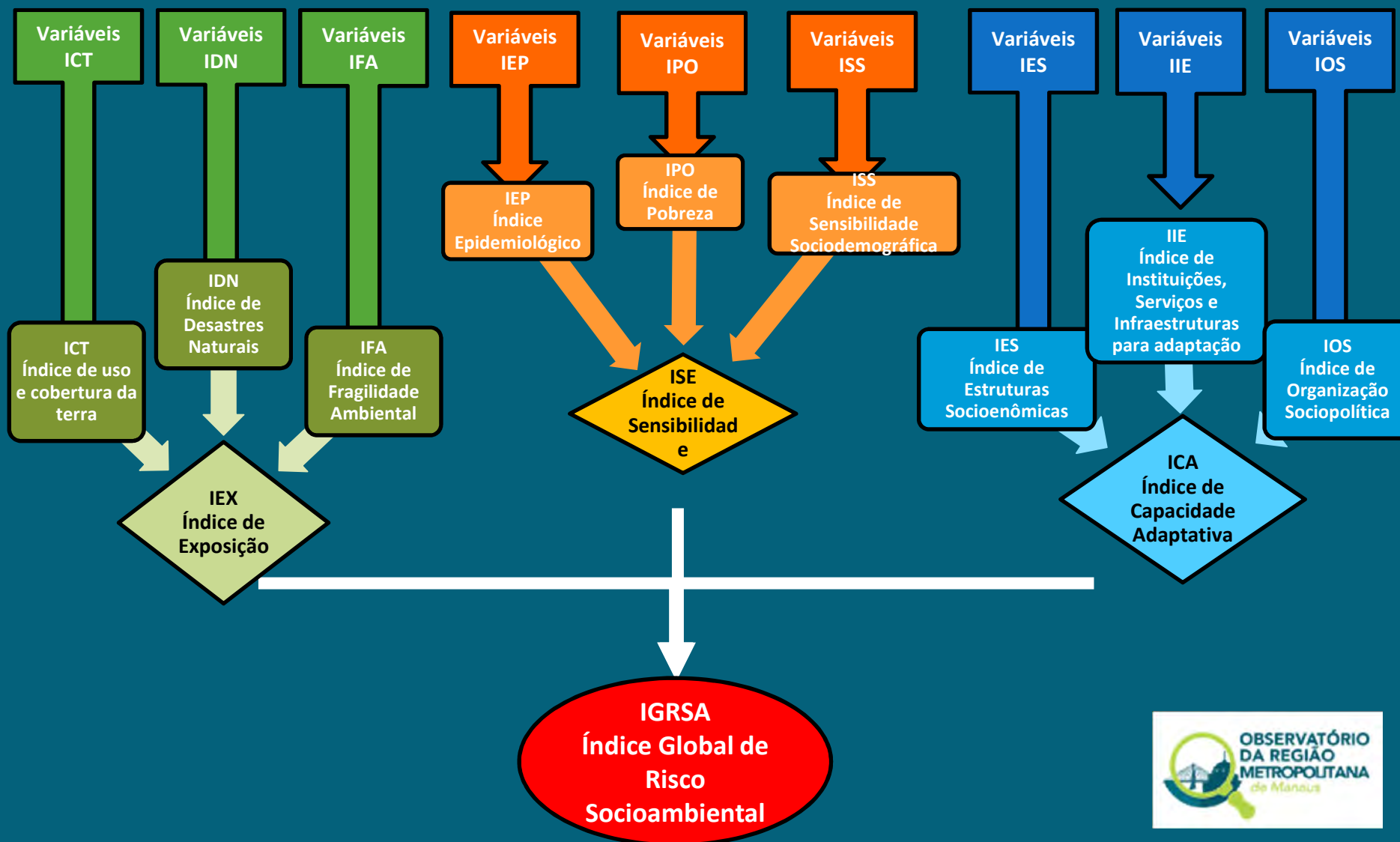
# Sistema de Monitoramento de Riscos Socioambientais

1. Conhecimento sobre os riscos;
2. Mapeamento dos riscos;
3. Monitoramento dos riscos;
4. Modelos de previsão quando possível e necessário;
5. Emissão de alertas;
6. Proposição e influência sobre políticas públicas para:
  - Evitar desastres;
  - Aumentar a capacidade de resposta e resiliência.





# Monitoramento de Riscos Socioambientais



# Métodos

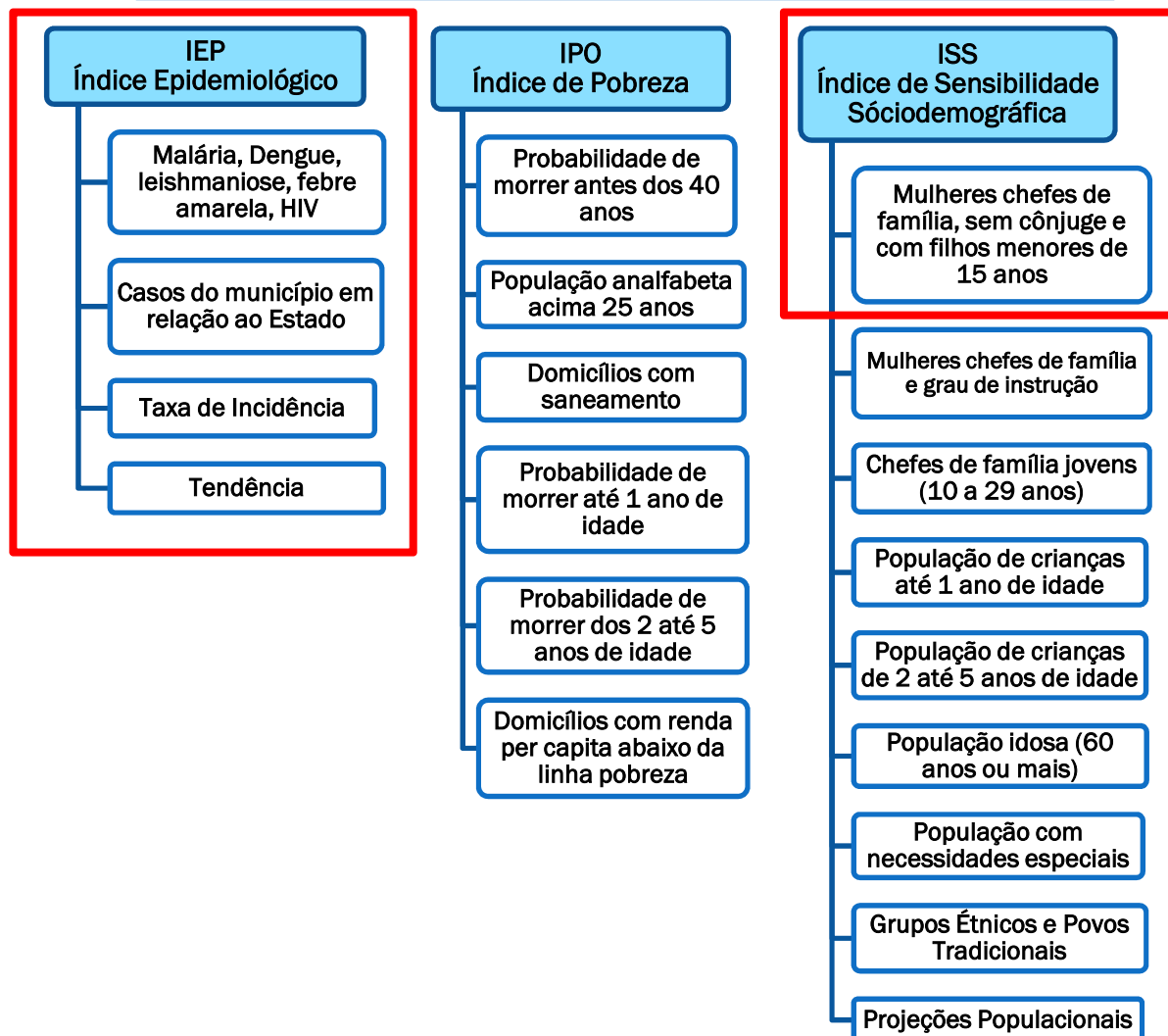
## 1. Dados (vetoriais e matriciais):

- PRODES (INPE, desmatamento);
- TERRACLAS (INPE, uso e cobertura da terra);
- DEGRAD (INPE, áreas degradadas);
- Focos de calor satélites de referência (INPE)
- SIPAM (RADAM, tipo de solo, tipo de vegetação, hidrografia);
- ALOS PALSAR (florestas alagáveis);
- SRTM (altitude);
- Worldclim (temperatura e precipitação);
- DataSUS (saúde);
- IPEA (segurança pública, saúde, DataSUS);
- Lima *et al.* 2016 (dados socioambientais);
- Venticique *et al.* 2016 (wetlands);
- MMA (áreas protegidas);
- IBGE (censos populacionais e setores censitários);
- FVA (mapeamento de campinas amazônicas na RMM).



# Monitoramento de Riscos Socioambientais

## ISE – Índice de Sensibilidade



# Métodos

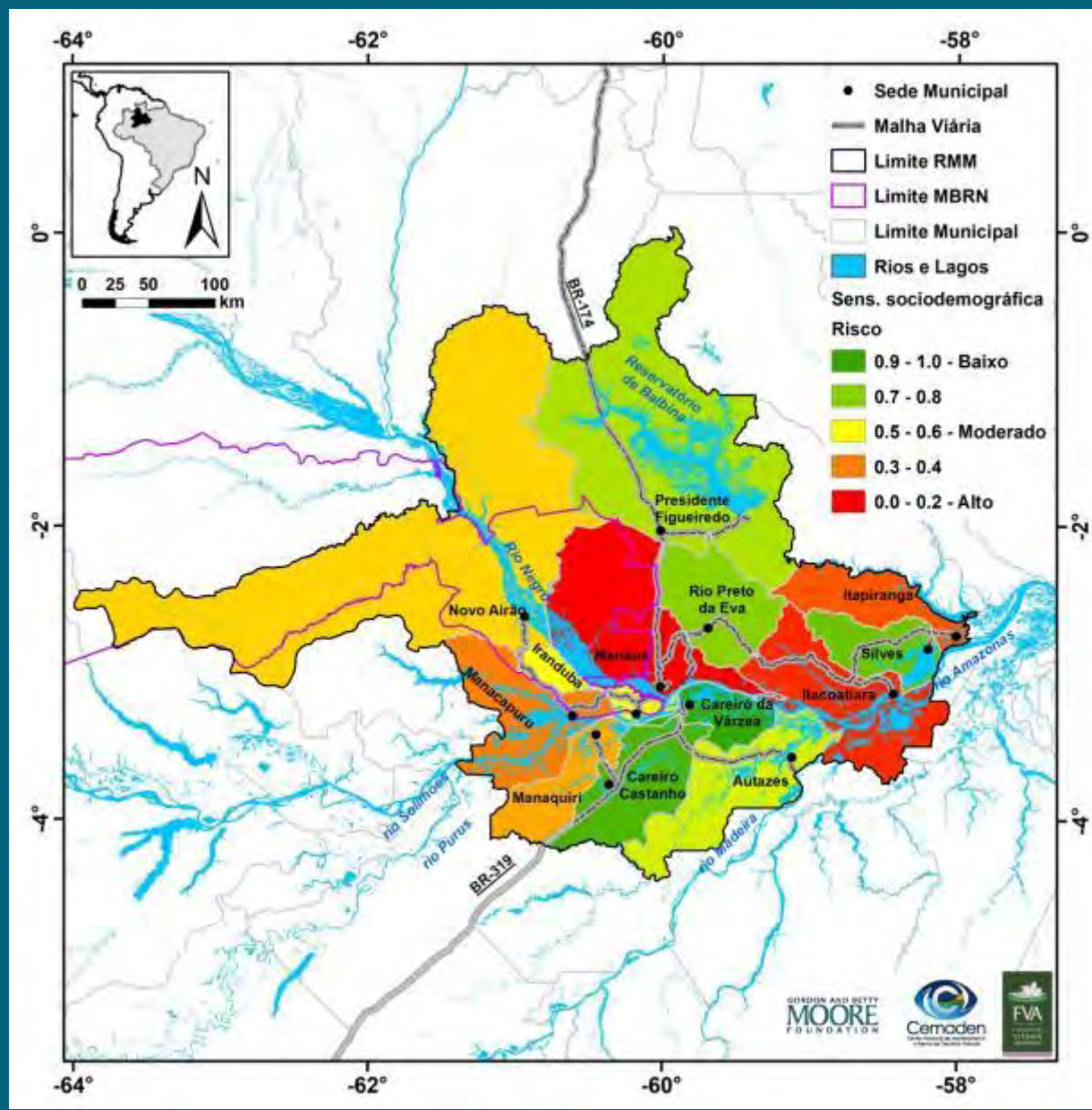
## 2. Índice de Sensibilidade <sup>(16)</sup>

- Nível municipal;
- a) Índice Sensibilidade Sociodemográfica;
- b) Índice Epidemiológico;
- Somatório dos índices a) e b);
- Padronização (variar de 0 a 1);
- Espacialização.

# Índice Sensibilidade Sociodemográfica (17)

## a) Índice Sensibilidade Sociodemográfica (17)

- Percentual mulheres chefes de família, sem cônjuge e com filhos menores de 15 anos em casa;
- Nível municipal;
- Padronização da % (variar de 0 a 1);
- Espacialização.





# Índice Epidemiológico <sup>(16)</sup>

## b) Índice Epidemiológico <sup>(17)</sup>

- Epidemiologias (Dengue, Leishmaniose, Malária e HIV);
- Nível municipal;
- (c) Número de casos do município em relação ao estado;
- (i) Taxa de Incidência (número de casos a cada 100 mil habitantes);
- (t) Tendência (decrecente, estável ou crescente: coeficiente angular da reta);
- Atribuição de pesos ( $P$ ) para  $c$ ,  $i$ ,  $t$ ;
- Somatório dos pesos:  $P_s = P_c + P_i + P_t$ ;
- Padronização do  $P_s$  (variar de 0 a 1);
- Somatório dos  $P_s$  das epidemiologias;
- Espacialização.

# Índice Epidemiológico <sup>(16)</sup>

Município	Dengue	Leishmaniose	Malária ( <i>P. falciparum</i> )	Malária ( <i>P. vivax</i> )	HIV	Somatório (pesos)	Índice (peso padronizado)
Autazes	1.000	0.500	0.667	0.667	0.667	3.500	0.667
Careiro	0.625	1.000	0.000	0.667	0.667	2.958	0.512
Careiro da Várzea	1.000	1.000	1.000	1.000	0.667	4.667	1.000
Irlanduba	0.875	1.000	0.667	0.500	0.444	3.486	0.663
Itacoatiara	0.000	0.333	1.000	0.500	0.444	2.278	0.318
Itapiranga	1.000	0.500	0.833	0.000	0.778	3.111	0.556
Manacapuru	0.000	0.833	0.833	1.000	0.556	3.222	0.587
Manaquiri	0.875	0.833	0.500	0.500	0.667	3.375	0.631
Manaus	0.000	0.333	1.000	0.833	0.000	2.167	0.286
Novo Airão	0.375	0.500	0.667	0.667	1.000	3.208	0.583
Presidente Figueiredo	0.375	0.167	0.667	0.000	0.444	1.653	0.139
Rio Preto da Eva	0.500	0.000	0.000	0.000	0.667	1.167	0.000
Silves	0.750	0.667	0.833	0.500	0.778	3.528	0.675

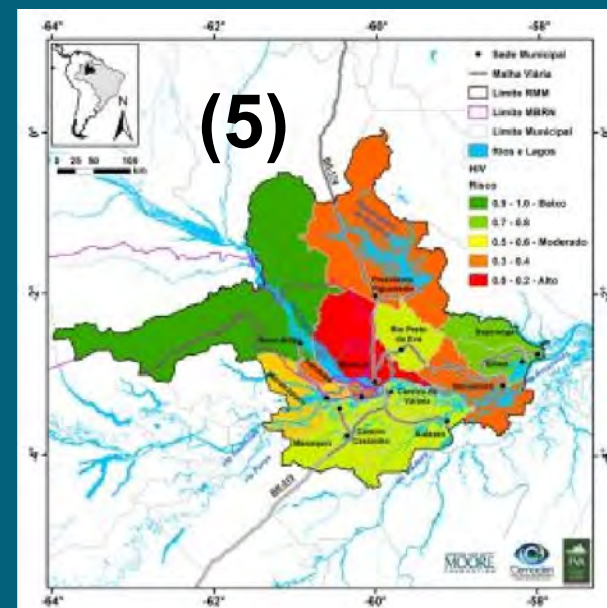
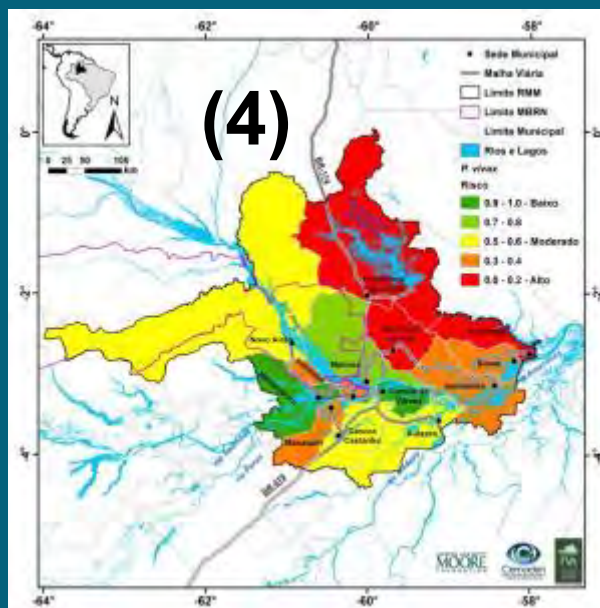
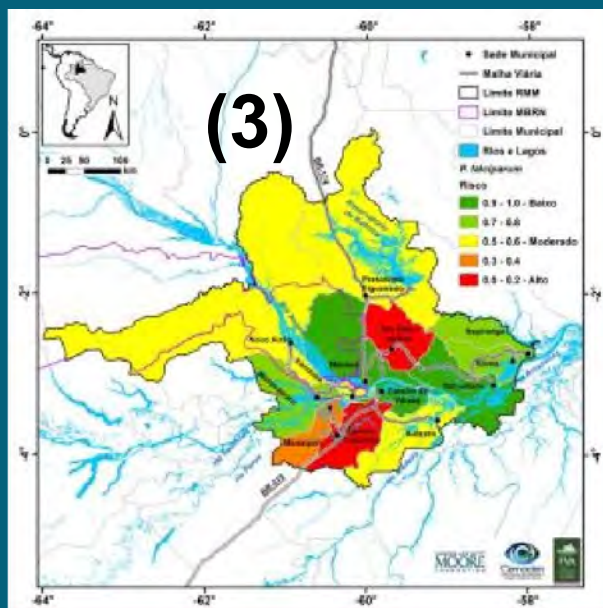
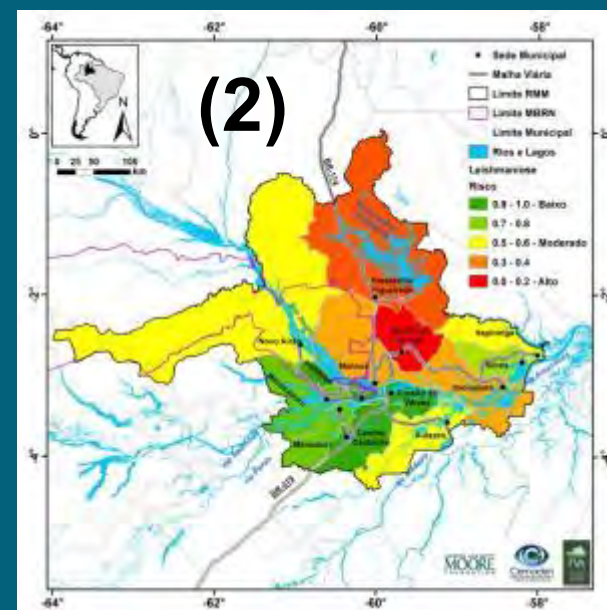
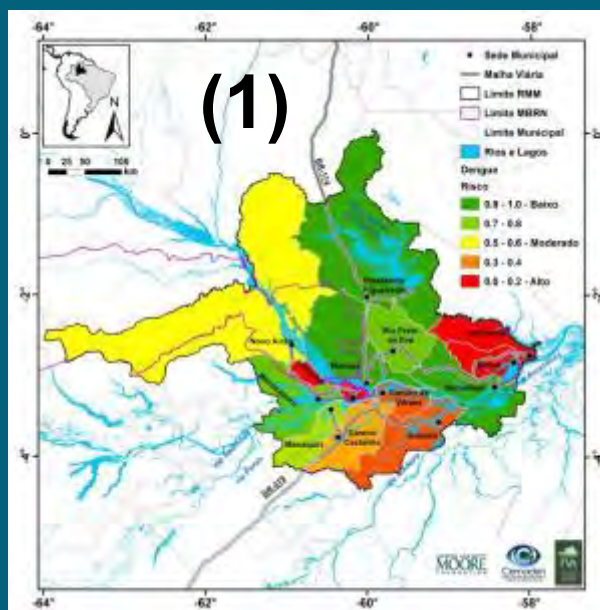
Menor risco

Maior risco

# Índice Epidemiológico

$$Ps = Pc + Pi + Pt$$

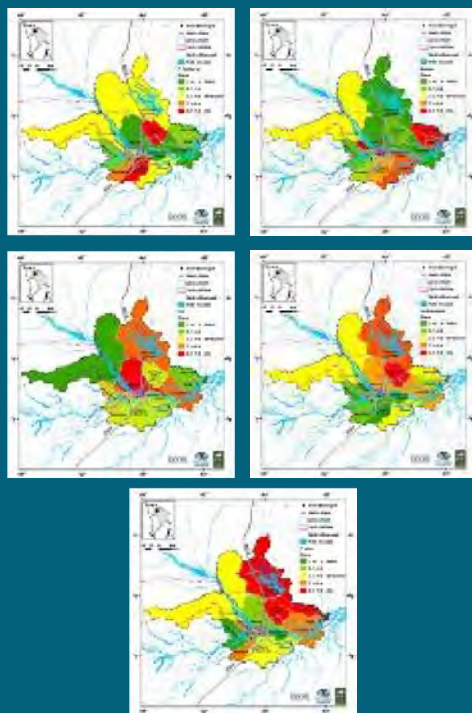
1. Dengue
2. Leishmaniose
3. Malária (*P. falciparum*)
4. Malária (*P. vivax*)
5. HIV



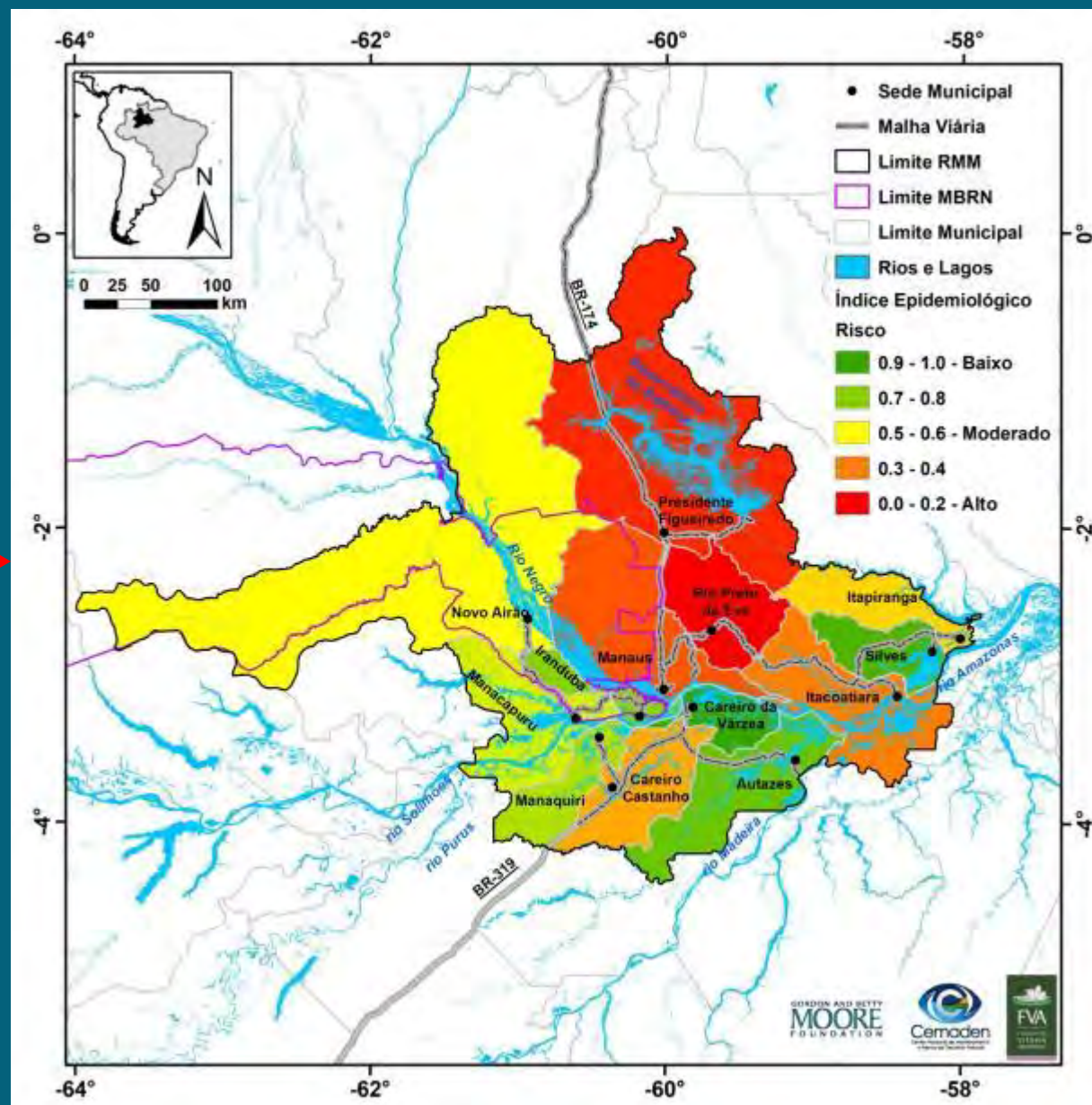


# Índice Epidemiológico (17)

1. Dengue
2. Leishmaniose
3. Malária (*P. falciparum*)
4. Malária (*P. vivax*)
5. HIV

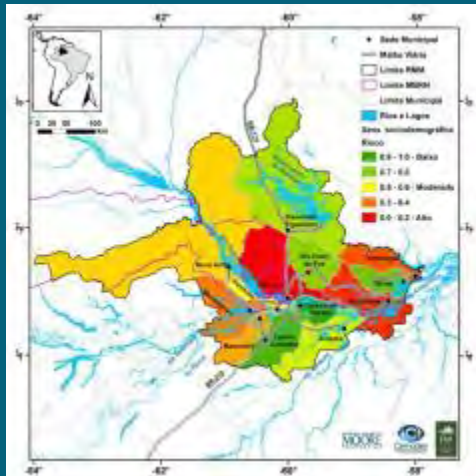
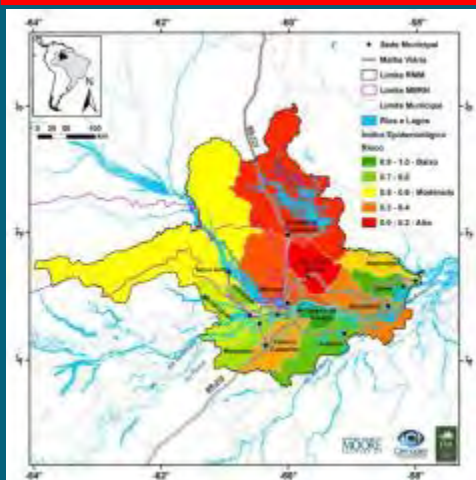


(17) Brasil 2016

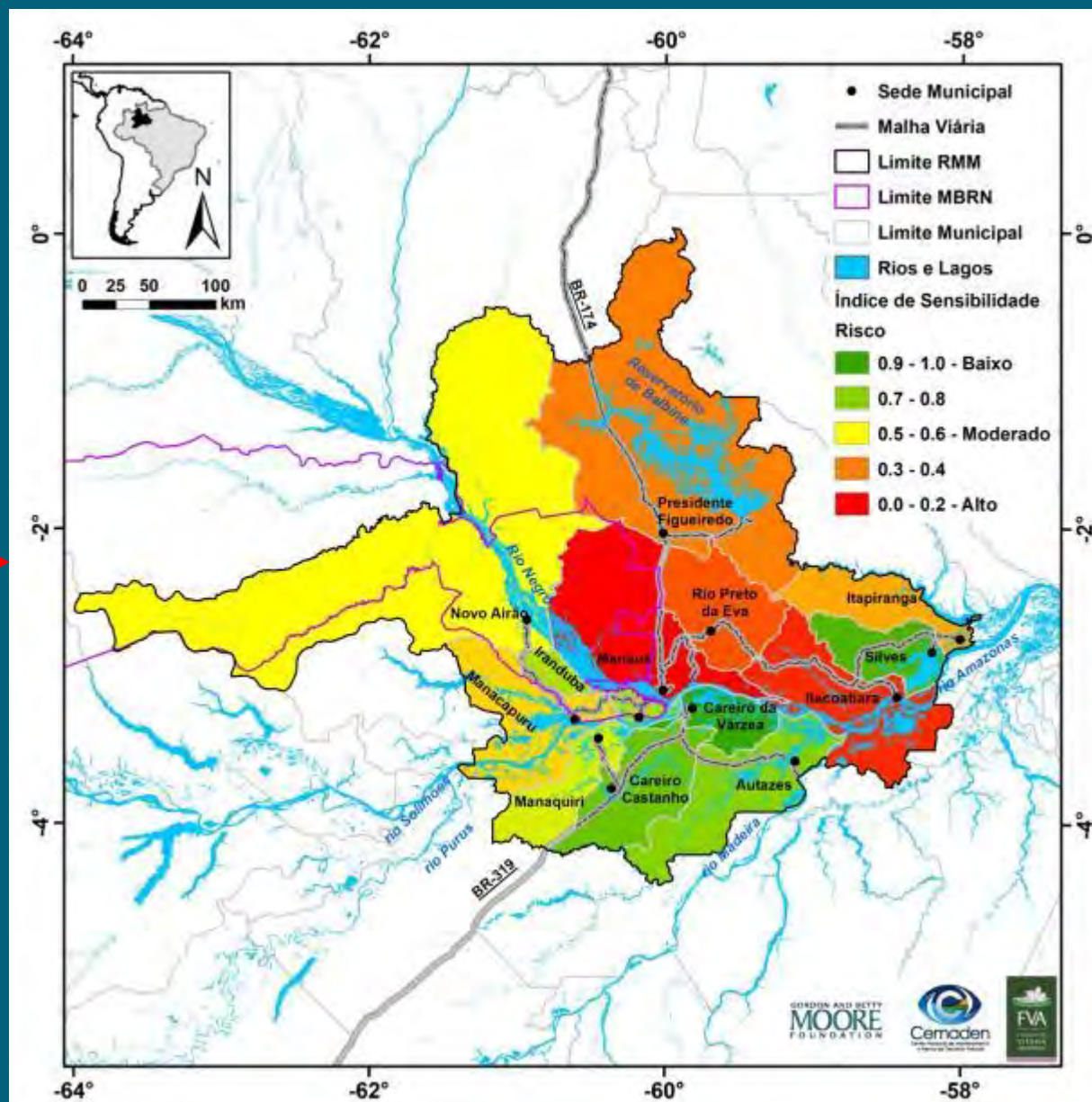


# Índice Sensibilidade (17)

1. Índice Epidemiológico
2. Índice de Sensibilidade Sociodemográfica



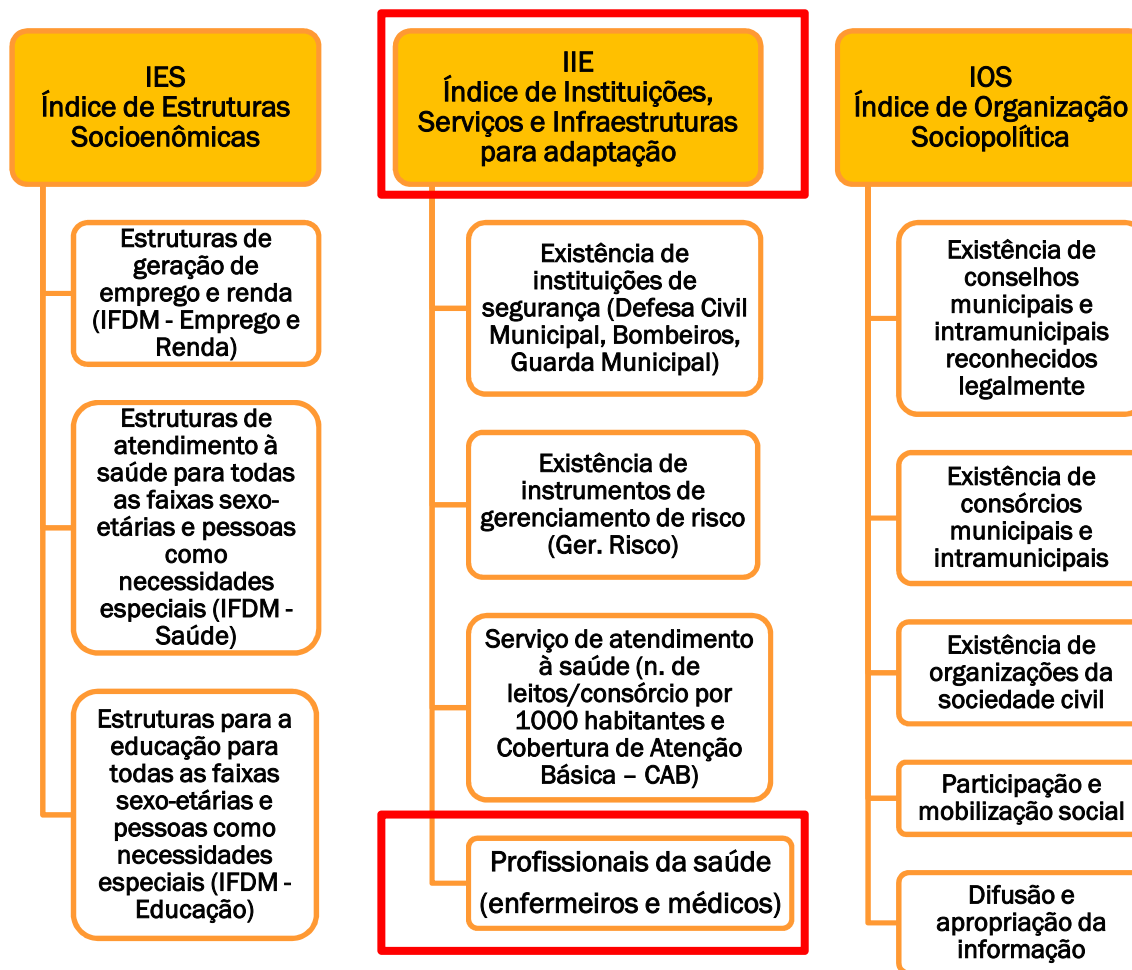
(17) Brasil 2016





# Monitoramento de Riscos Socioambientais

## ICA – Índice de Capacidade Adaptativa





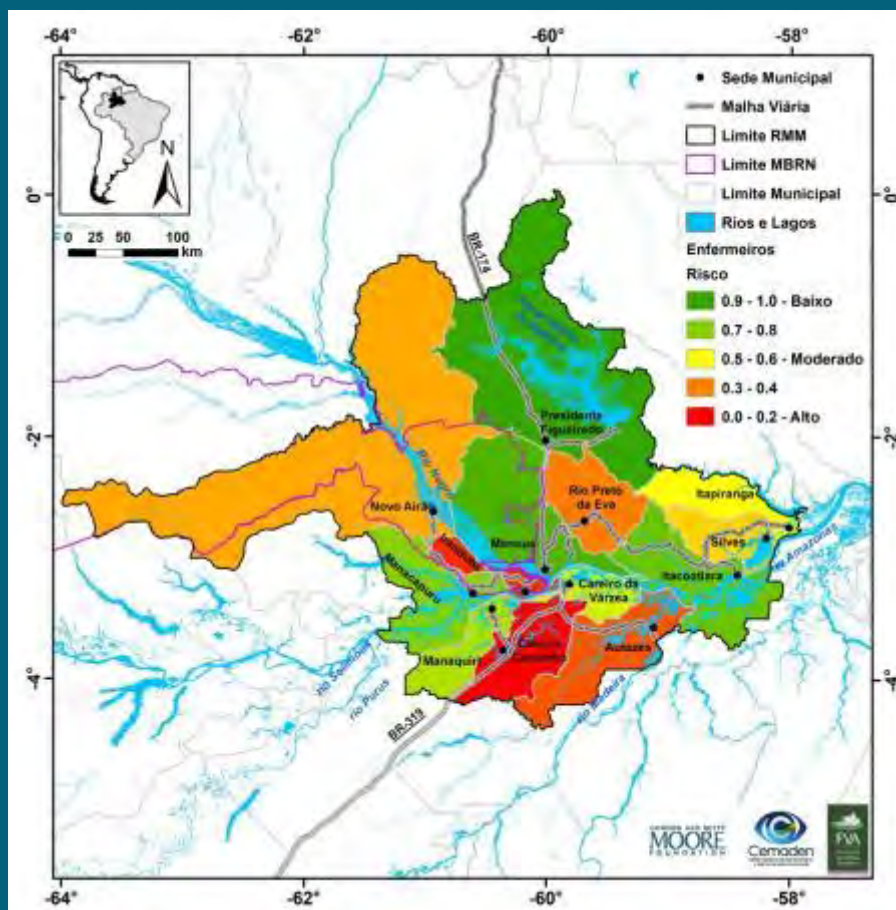
# Métodos

## 3. Índice de Capacidade Adaptativa <sup>(17)</sup>

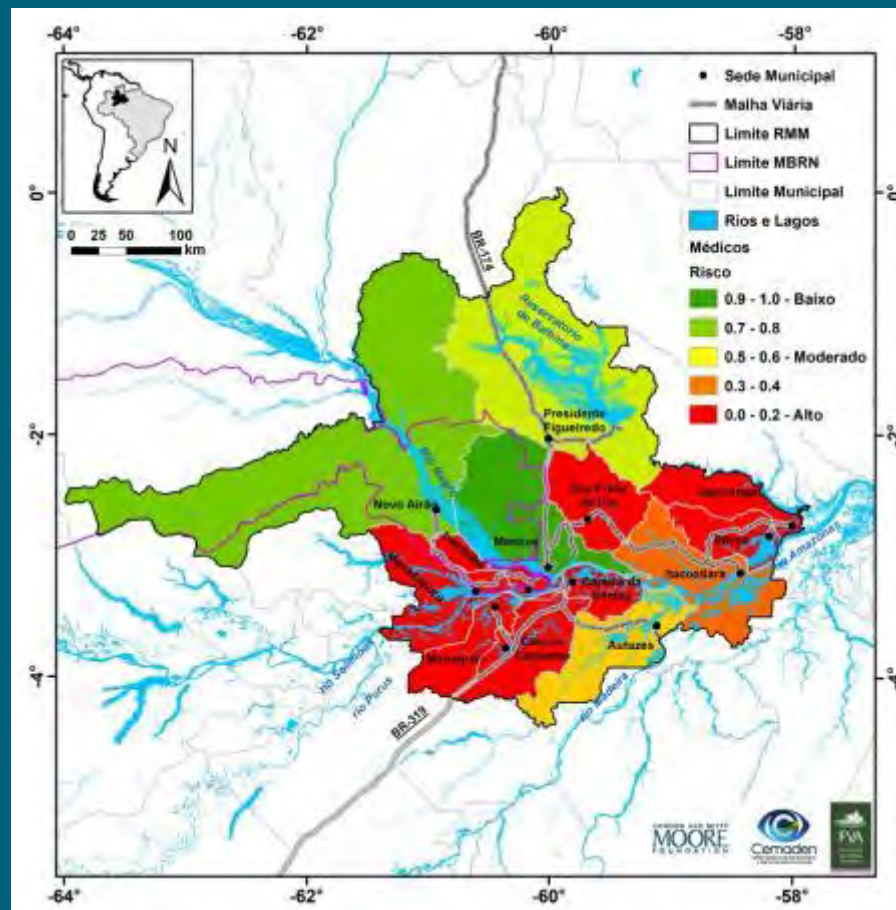
- c) IIE - Índice de Instituições, Serviços e Infraestruturas para adaptação;
  - Nível municipal;
  - Enfermeiros residentes com curso superior - (%)
  - Médicos residentes (por mil habitantes)
  - Padronização do % (variar de 0 a 1);
  - Somatório dos pesos padronizados e nova padronização;
  - Espacialização.

# Índice Capacidade Adaptativa

Enfermeiros residentes  
com curso superior - (%)

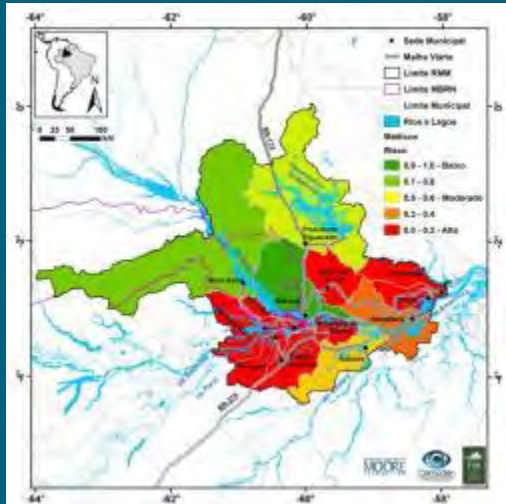
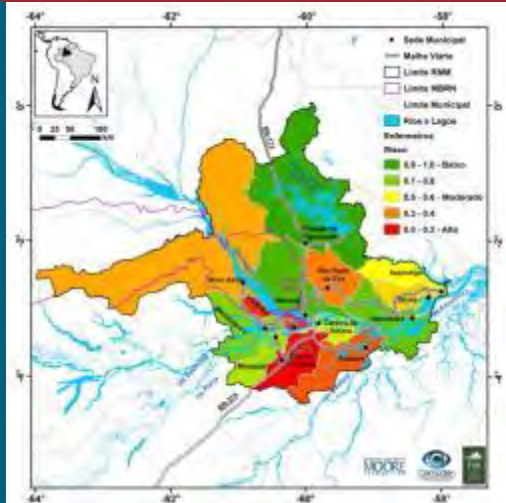


Médicos residentes  
(por mil habitantes)

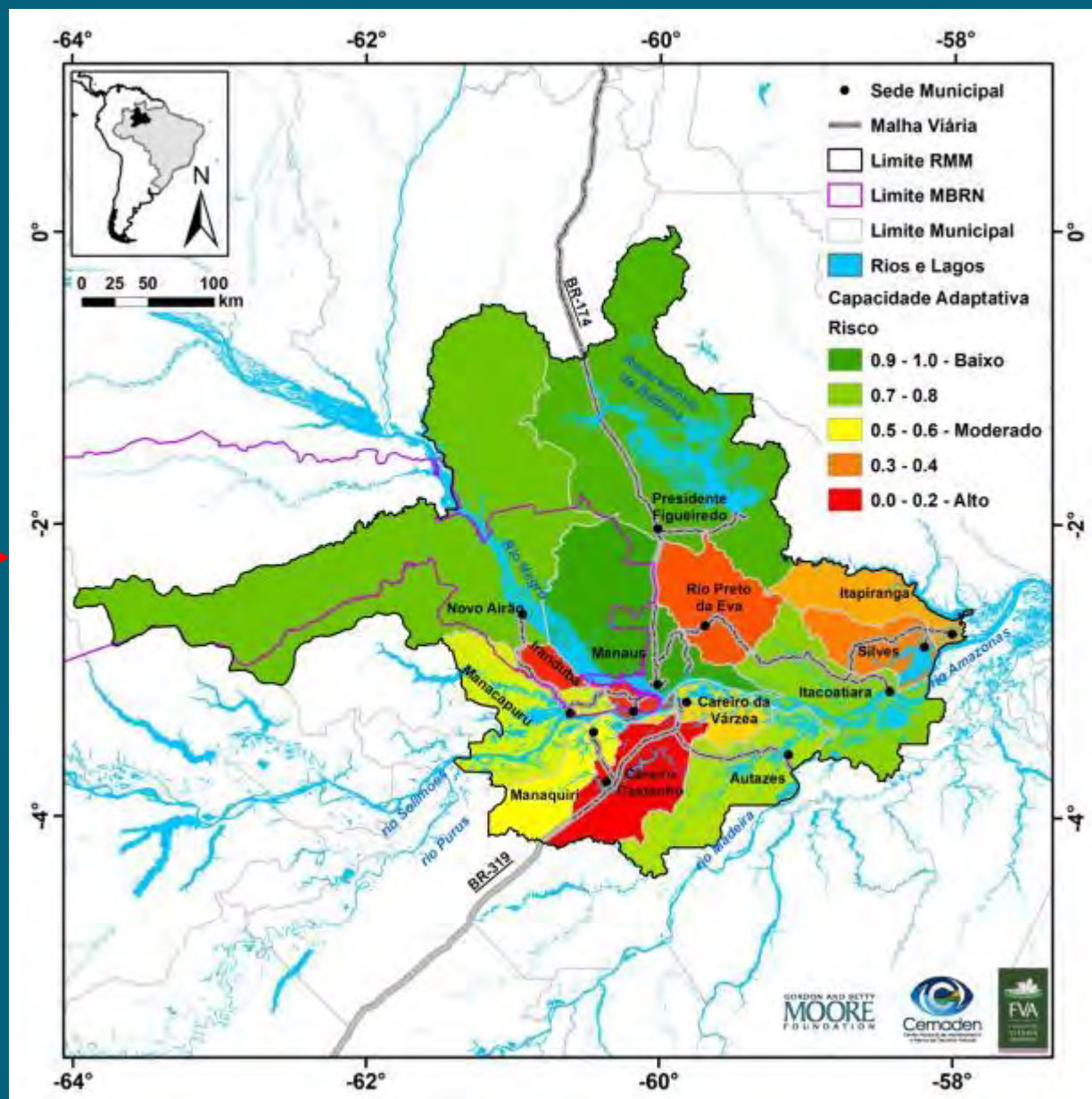


# Índice Capacidade Adaptativa

1. Enfermeiros
2. Médicos

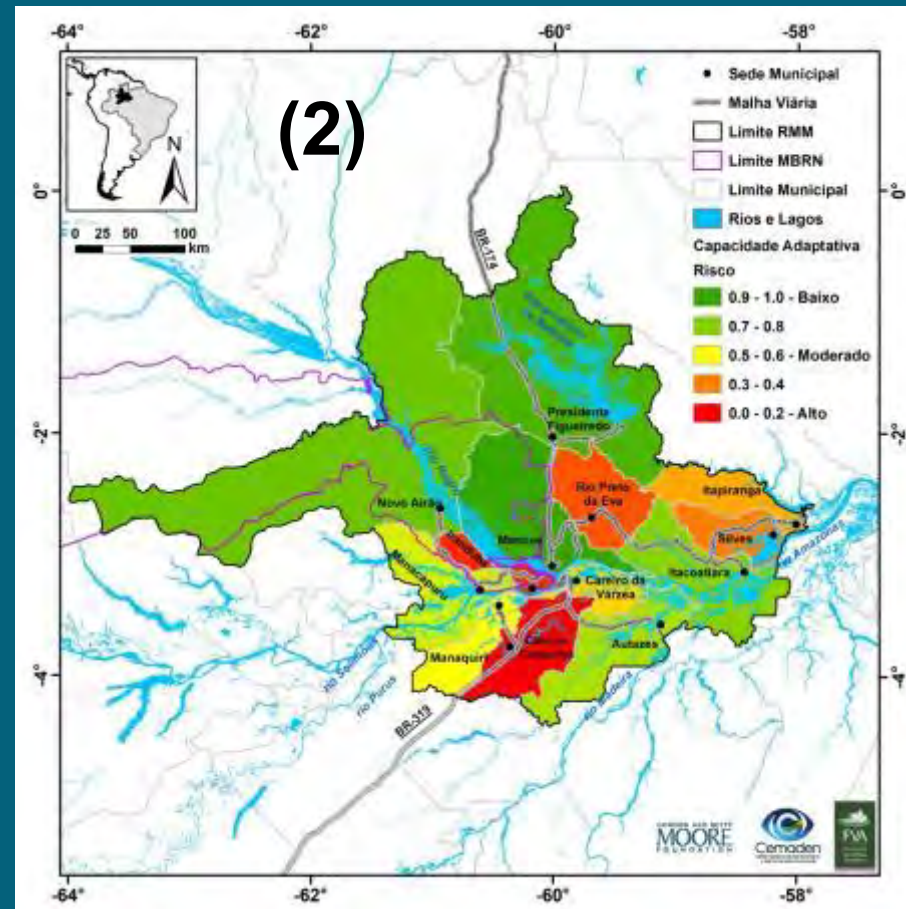
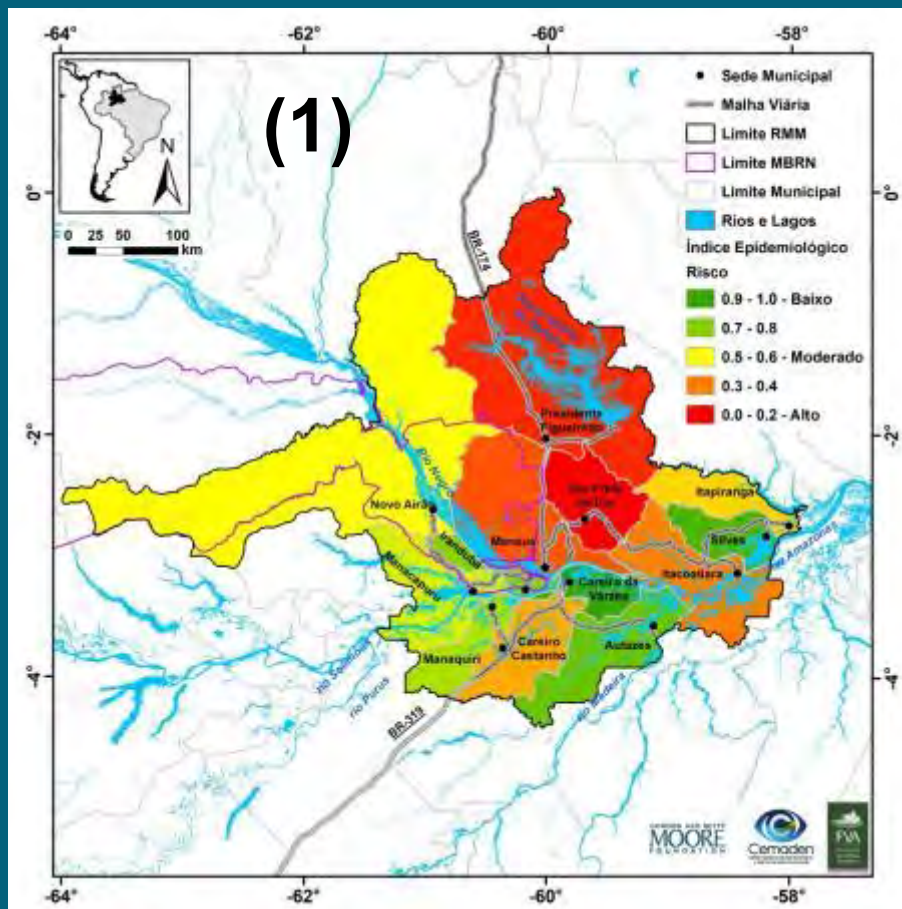


(16) Brasil 2016





# Epidemiologias (1) X Capacidade Adaptativa (2)

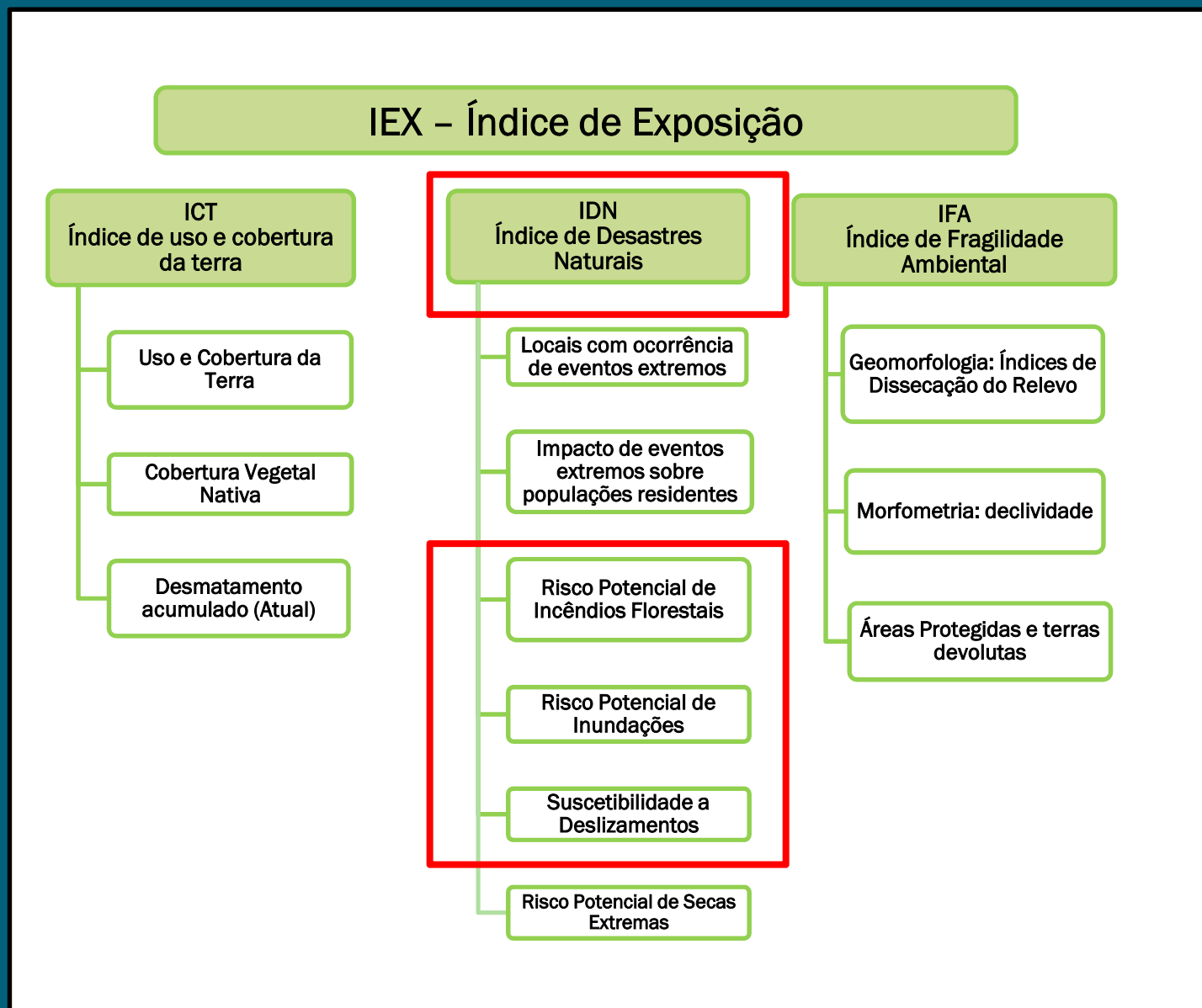


# Métodos

## 4. IEX – Índice de Exposição

- d) IDN - Índice de Desastres Naturais
  - Variáveis ambientais vetoriais e de sensoriamento remoto;
  - Risco de deslizamentos, de incêndios florestais, e de enchentes e inundações;
  - Categorização das variáveis quanto a sua vulnerabilidade;
  - Atribuição de pesos de risco para as classes de vulnerabilidade;
  - Análise hierárquica ponderada <sup>(18)</sup>;
  - Álgebra de mapas;
  - Categorização do resultado em classes de risco.

# Monitoramento de Riscos Socioambientais





# Análise Hierárquica Ponderada – AHP <sup>(18)</sup>

1

Matriz de hierarquização  
(importância dos fatores de risco)

Intensidade de Importância	Definição <sup>(18)</sup>
1	Igual importância entre os elementos
3	Importância moderada de um elemento sobre outro
5	Importância grande ou essencial de um elemento sobre outro
7	Importância muito grande ou demonstrada de um elemento sobre outro
9	Importância absoluta de um elemento sobre outro
2, 4, 6, 8	Valores Intermediários de importância de um elemento sobre outro
Incremento 0,1	Valores Intermediários de importância de um elemento sobre outro na graduação mais fina de 0,1

Fatores	Variável 01	Variável 02	Variável 03
Variável 01	1	3	5
Variável 02	0.333	1	3
Variável 03	0.200	0.333	1
Soma (coluna)	1.533	4.333	9.0

2

Matriz de hierarquização  
normalizada

Fatores	Variável 01	Variável 02	Variável 03	Média (linha)
Variável 01	0.652	0.692	0.556	0.6333
Variável 02	0.217	0.231	0.333	0.2605
Variável 03	0.130	0.077	0.111	0.1062

3

Vetor de peso  
(W)

Fatores	Peso (W)
Variável 01	0.6333
Variável 02	0.2605
Variável 03	0.1062



## Análise Hierárquica Ponderada – AHP <sup>(18)</sup>

- Avaliação se a distribuição dos pesos foi bem-sucedida;
- Razão de consistência (RC)
  - $RC = IC / IR$ ;
  - $IR$  = Índice Randômico de Consistência Médio;
  - $IC$  = Índice de consistência =  $(\lambda_{max} - n) / (n-1)$
  - $n$  = número de critérios;
  - $\lambda_{max}$  = maior autovalor da matriz
  - $Matriz\ w = \lambda_{max} * w$
  - O valor de RC deve ser abaixo de 0,10 <sup>(20)</sup>

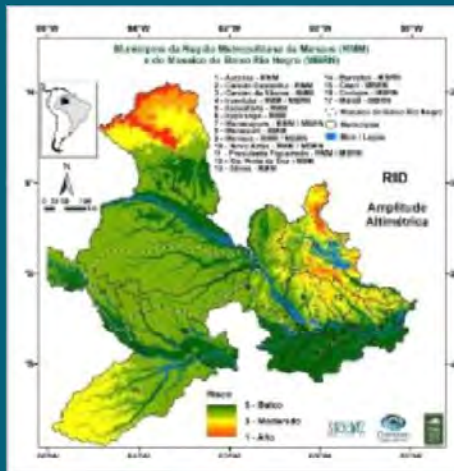
Índice randômico de consistência médio para matrizes quadradas de ordem “n”.

	Dimensão da Matriz Quadrada <sup>(21)</sup>														
n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ICR	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

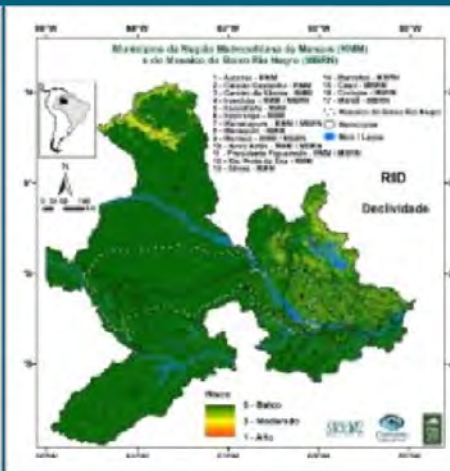
# Variáveis para análise de Risco de Deslizamentos categorizadas de 1 (alto risco) a 5 (baixo risco)

■ Água ■ Alto ■ Mod. Alto  
■ Moderado ■ Mod. Baixo ■ Baixo

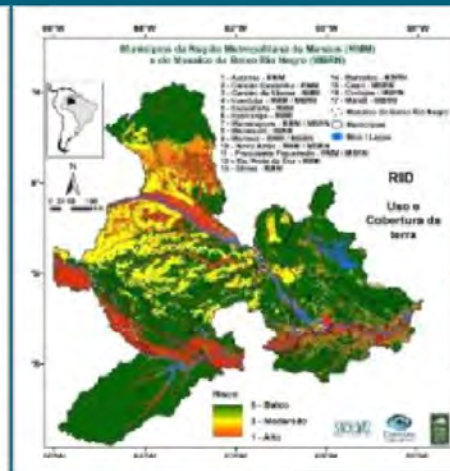
Amplitude Altimétrica



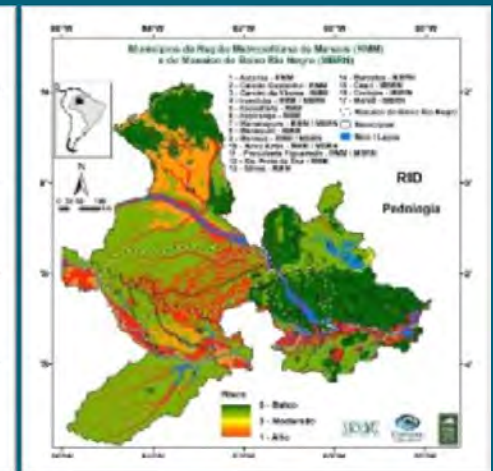
Declividade



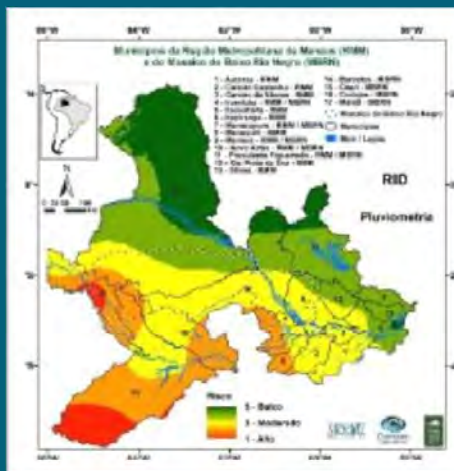
Uso e Cobertura da terra



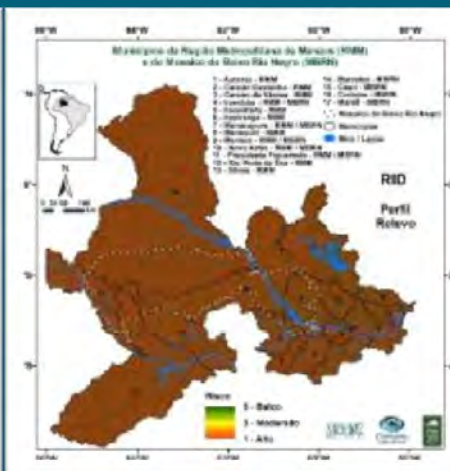
Tipo de Solo



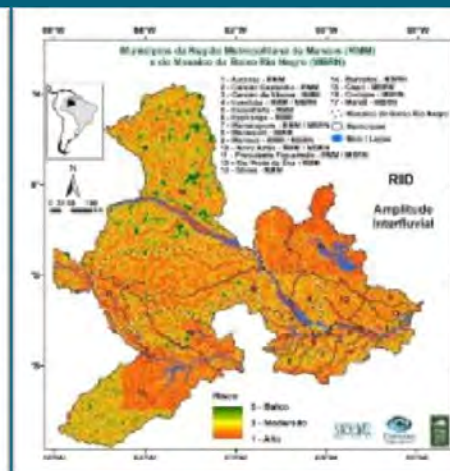
Precipitação



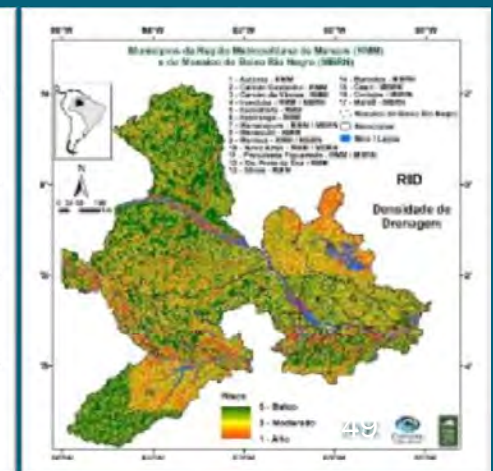
Perfil do Relevo



Amplitude Interfluvial



Densidade de Drenagem





# Risco de Deslizamentos

## Análise Hierárquica Ponderada – AHP (18)

**Matriz de hierarquização**  
de importância  
dos fatores de  
risco de  
deslizamentos



Fatores	Amplitude Altimétrica	Declividade	Uso da terra	Tipo de Solo	Pluviometria	Perfil do Relevo	Amplitude Interfluvial	Densidade de Drenagem
Amplitude Altimétrica	1	1	3	5	7	7	9	9
Declividade	1	1	1	3	5	7	7	9
Uso da terra	0.333	1	1	1	3	5	7	7
Tipo de Solo	0.200	0.333	1	1	1	3	5	7
Pluviometria	0.143	0.200	0.333	0.429	1	1	3	5
Perfil do Relevo	0.143	0.143	0.200	0.429	1	1	1	3
Amplitude Interfluvial	0.111	0.143	0.143	0.333	0.778	0.778	1	1
Densidade de Drenagem	0.111	0.111	0.143	0.333	0.778	0.778	1	1

**Matriz de hierarquização normalizada**  
de importância  
dos fatores de  
risco de  
deslizamentos



Fatores	Amplitude Altimétrica	Declividade	Uso da terra	Tipo de Solo	Pluviometria	Perfil do Relevo	Amplitude Interfluvial	Densidade de Drenagem
Amplitude Altimétrica	0.329	0.254	0.440	0.434	0.358	0.274	0.265	0.214
Declividade	0.329	0.254	0.147	0.260	0.256	0.274	0.206	0.214
Uso da terra	0.110	0.254	0.147	0.087	0.153	0.196	0.206	0.167
Tipo de Solo	0.066	0.085	0.147	0.087	0.051	0.117	0.147	0.167
Pluviometria	0.047	0.051	0.049	0.037	0.051	0.039	0.088	0.119
Perfil do Relevo	0.047	0.036	0.029	0.037	0.051	0.039	0.029	0.071
Amplitude Interfluvial	0.037	0.036	0.021	0.029	0.040	0.030	0.029	0.024
Densidade de Drenagem	0.037	0.028	0.021	0.029	0.040	0.030	0.029	0.024

**Pesos (W)**

$$\lambda_{max} = 8,871; IC = 0,124; IR = 1,41; RC = 0,0883$$

# Risco de Deslizamentos

## Análise Hierárquica Ponderada – AHP

Pesos de hierarquização de importância dos fatores de risco de deslizamentos

Fatores	Pesos (w)
Amplitude Altimétrica	0.3210
Declividade	0.2425
Uso da terra	0.1649
Tipo de Solo	0.1083
Pluviometria	0.0602
Perfil do Relevo	0.0426
Amplitude Interfluvial	0.0308
Densidade de Drenagem	0.0298

### Equação para Risco de Deslizamentos

$$\begin{aligned}
 \text{RID} = & 0,3210 * \text{AA} + 0,2425 * \text{DC} + 0,1649 \\
 & * \text{US} + 0,1083 * \text{TS} + 0,0602 * \text{CP} + 0,0426 \\
 & * \text{PT} + 0,0308 * \text{AI} + 0,0298 * \text{DD}
 \end{aligned}$$

RID = Índice de Risco de Deslizamentos

AA = Amplitude Altimétrica

AI = Amplitude dos Interflúvios

CP = Comportamento Pluviométrico

DC = Declividade

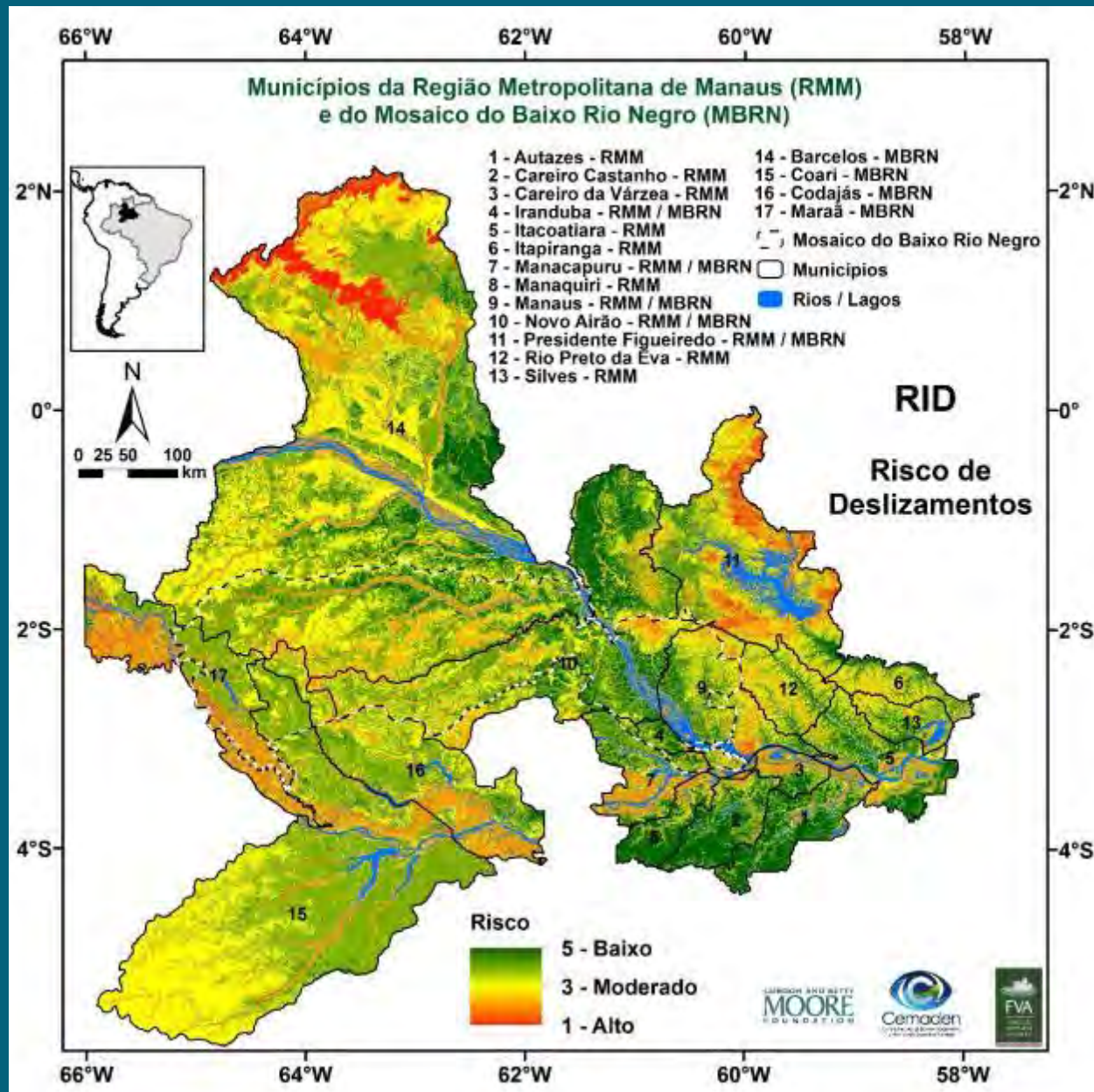
DD = Densidade de Drenagem

PT = Perfil Topográfico

TS = Tipo de Solo

US = Uso do Solo

# Risco de Deslizamentos

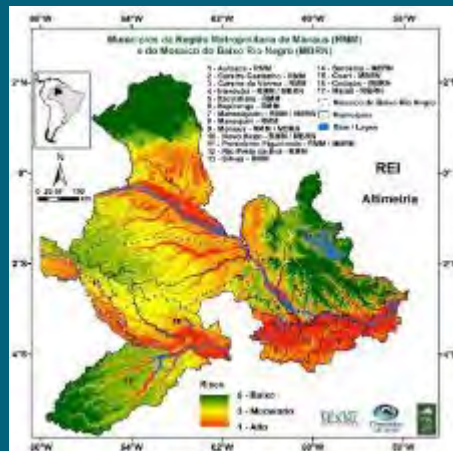




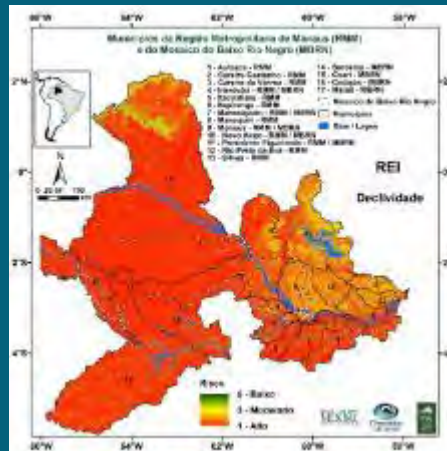
# Variáveis para análise de Risco de Enchentes categorizadas de 1 (alto risco) a 5 (baixo risco)

■ Água ■ Alto ■ Mod. Alto  
■ Moderado ■ Mod. Baixo ■ Baixo

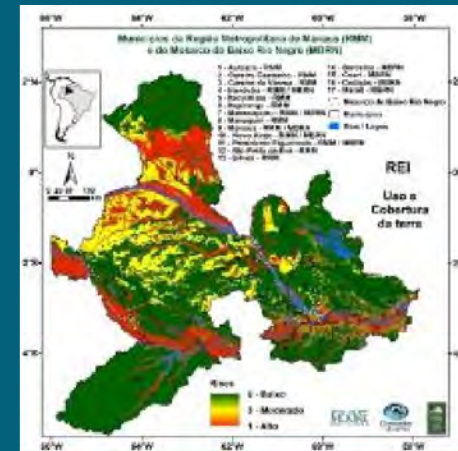
Altitude



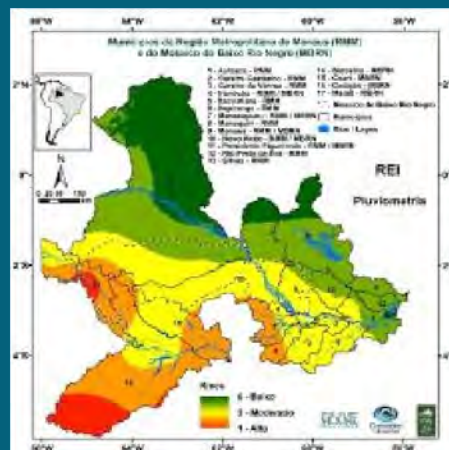
Declividade



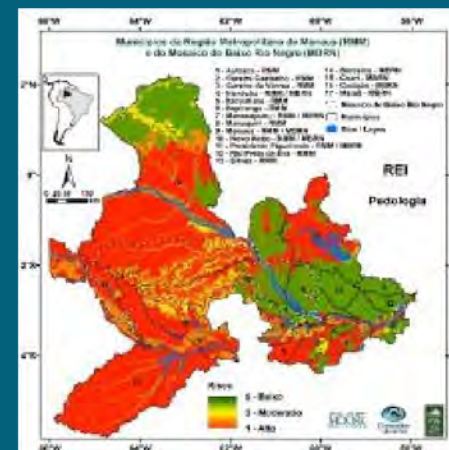
Uso e Cobertura da terra



Precipitação



Tipo de Solo



# Risco de Enchentes

## Análise Hierárquica Ponderada – AHP (18)

**Matriz de hierarquização**  
de importância  
dos fatores de  
risco de  
enchentes

Fatores	Pluviometria	Declividade	Uso da terra	Tipo de Solo	Altitude
Pluviometria	1	3	5	5	7
Declividade	0.333	1	3	3	5
Uso da terra	0.200	0.333	1	1	5
Tipo de Solo	0.200	0.333	1	1	3
Altitude	0.143	0.200	0.200	0.333	1



**Matriz de hierarquização normalizada**  
de importância  
dos fatores de  
risco de  
enchentes

Fatores	Pluviometria	Declividade	Uso da terra	Tipo de Solo	Altitude
Pluviometria	0.533	0.616	0.490	0.484	0.333
Declividade	0.178	0.205	0.294	0.290	0.238
Uso da terra	0.107	0.068	0.098	0.097	0.238
Tipo de Solo	0.107	0.068	0.098	0.097	0.143
Altitude	0.076	0.041	0.020	0.032	0.048



**Pesos (W)**

$$\lambda_{max} = 5,222; IC = 0,055; IR = 1, 12; RC = 0,0495$$

# Risco de Enchentes e Inundações

## Análise Hierárquica Ponderada – AHP

Pesos de hierarquização de importância dos fatores de risco de enchentes e inundações

Fatores	Pesos (w)
Pluviometria	0.4914
Declividade	0.2411
Uso da terra	0.1216
Tipo de Solo	0.1026
Altitude	0.0433

### Equação para Risco de Enchentes

$$REI = 0,4914 * CP + 0,2411 * DC + 0,1216 * US + 0,1026 * TS + 0,0433 * AL$$

REI = Índice de Risco de Enchentes

AL = Altitude

CP = Comportamento Pluviométrico

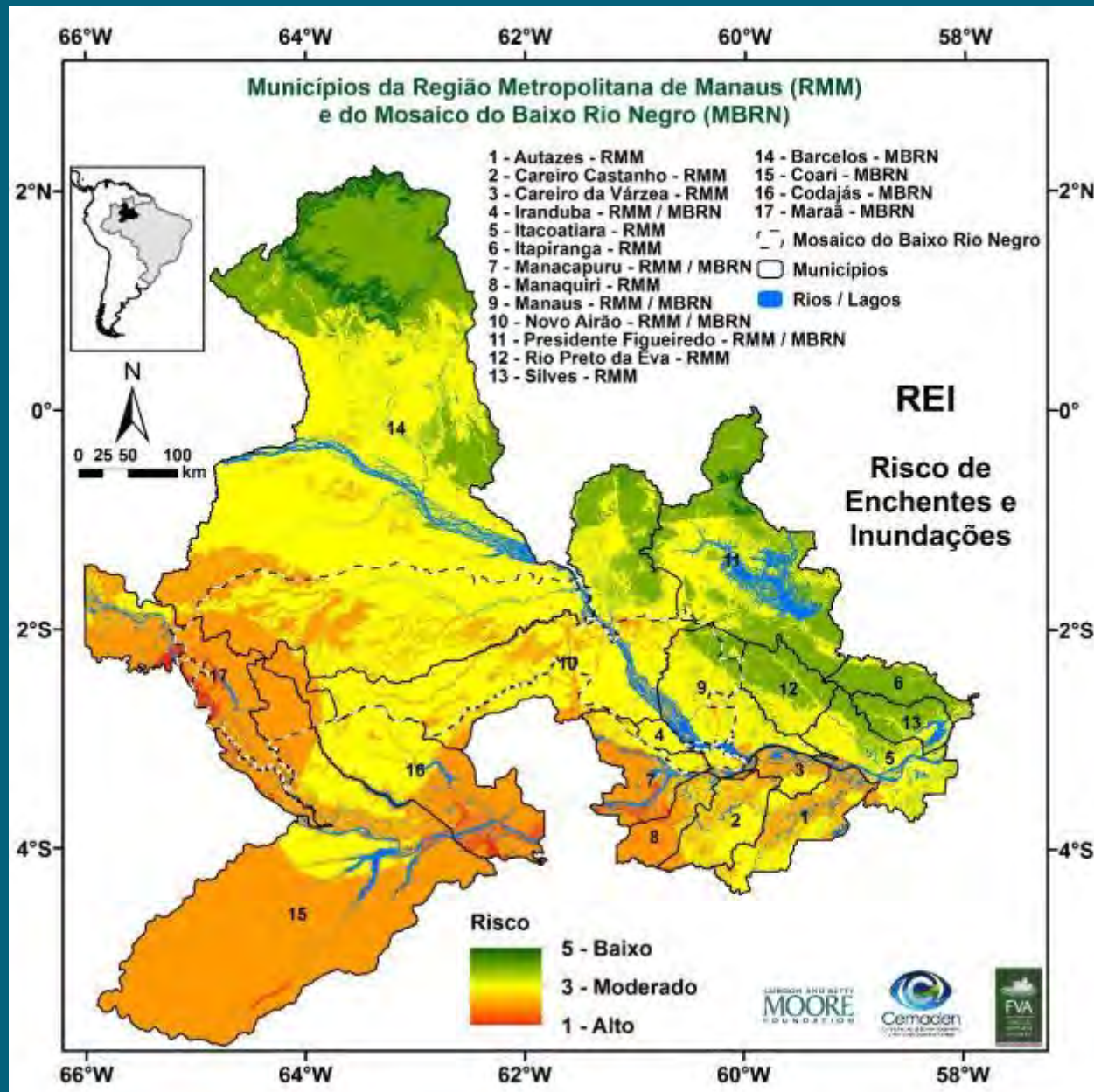
DC = Declividade

TS = Tipo de Solo

US = Uso do Solo



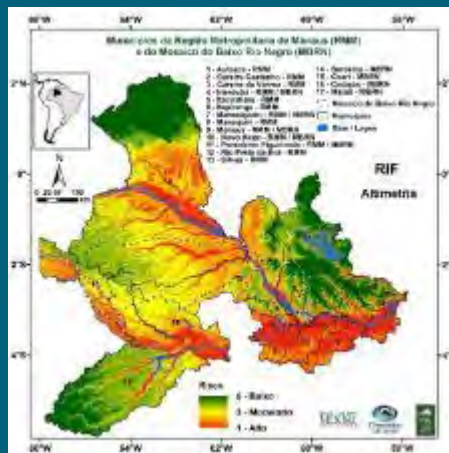
# Risco de Enchentes



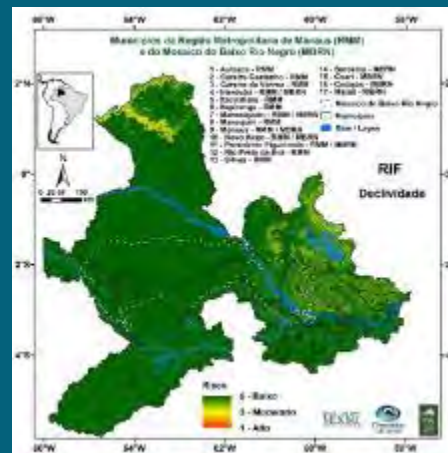
# Variáveis para análise de Risco de Incêndios categorizadas de 1 (alto risco) a 5 (baixo risco)

■ Água ■ Alto ■ Mod. Alto  
■ Moderado ■ Mod. Baixo ■ Baixo

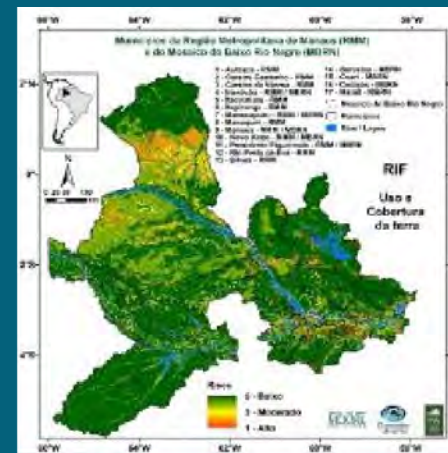
Altitude



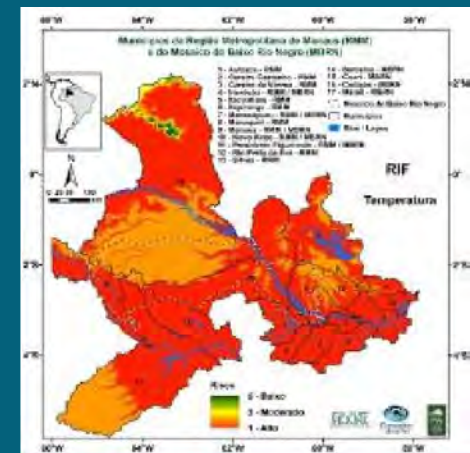
Declividade



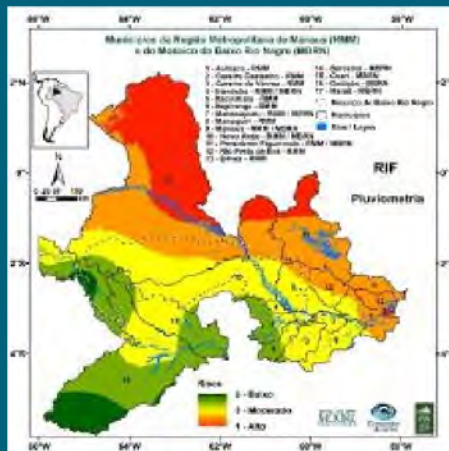
Uso e Cobertura da terra



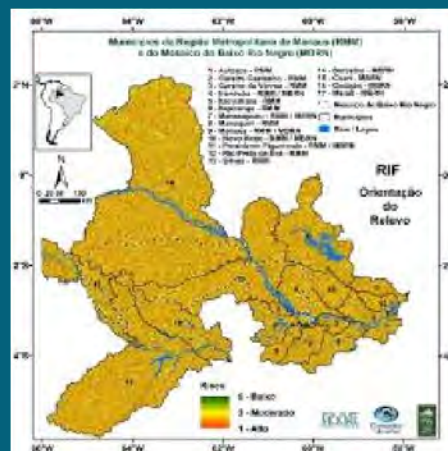
Temperatura



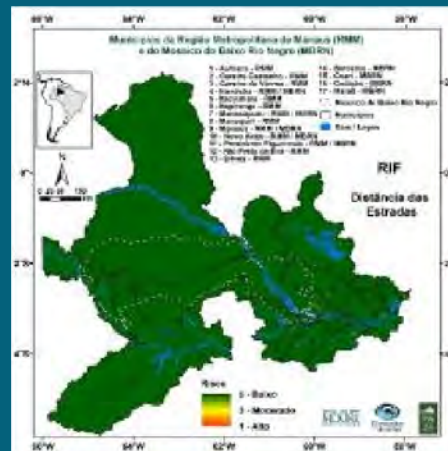
Precipitação



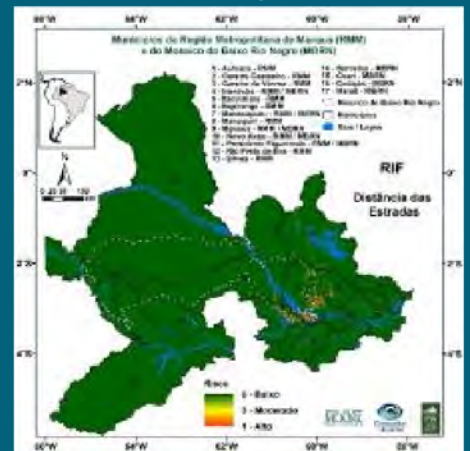
Orientação do Relevo



Distância das Estradas e Ramais



Distância das Sedes Municipais





# Risco de Incêndios

## Análise Hierárquica Ponderada – AHP (18)

**Matriz de hierarquização**  
de importância  
dos fatores de  
risco de  
incêndios



Fatores	Uso da terra	Declividade	Distância das Sedes	Distância das Estradas	Pluviometria	Temperatura	Altitude	Perfil do Relevo
Uso da terra	1	1	3	5	7	7	9	9
Declividade	1	1	1	3	5	7	7	9
Distância Sedes	0.333	1	1	1	3	5	7	7
Distância Estradas	0.200	0.333	1	1	1	3	5	7
Pluviometria	0.143	0.200	0.333	0.429	1	1	3	5
Temperatura	0.143	0.143	0.200	0.429	1	1	1	3
Altitude	0.111	0.143	0.143	0.333	0.778	0.778	1	1
Perfil do Relevo	0.111	0.111	0.143	0.333	0.778	0.778	1	1

**Matriz de hierarquização**  
**normalizada**  
de importância  
dos fatores de  
risco de  
incêndios



Fatores	Uso da terra	Declividade	Distância das Sedes	Distância das Estradas	Pluviometria	Temperatura	Altitude	Perfil do Relevo
Uso da terra	0.329	0.254	0.440	0.434	0.358	0.274	0.265	0.214
Declividade	0.329	0.254	0.147	0.260	0.256	0.274	0.206	0.214
Distância Sedes	0.110	0.254	0.147	0.087	0.153	0.196	0.206	0.167
Distância Estradas	0.066	0.085	0.147	0.087	0.051	0.117	0.147	0.167
Pluviometria	0.047	0.051	0.049	0.037	0.051	0.039	0.088	0.119
Temperatura	0.047	0.036	0.029	0.037	0.051	0.039	0.029	0.071
Altitude	0.037	0.036	0.021	0.029	0.040	0.030	0.029	0.024
Perfil do Relevo	0.037	0.028	0.021	0.029	0.040	0.030	0.029	0.024

**Pesos (W)**

$$\lambda_{max} = 8,871; IC = 0,124; IR = 1,41; RC = 0,0883$$

(18) Saaty 1977, 1987, 1990, 1994



# Risco de Incêndios

## Análise Hierárquica Ponderada – AHP

Pesos de hierarquização de importância dos fatores de risco de incêndios florestais

Fatores	Pesos (w)
Uso da terra	0.3210
Declividade	0.2425
Distância Sedes	0.1649
Distância Estradas	0.1083
Pluviometria	0.0602
Temperatura	0.0426
Altitude	0.0308
Perfil do Relevo	0.0298

### Equação para Risco de Incêndios

$$\text{RIF} = 0,3210 * \text{US} + 0,2425 * \text{DC} + 0,1649 * \text{DS} + 0,1083 * \text{DE} + 0,0602 * \text{CP} + 0,0426 * \text{TP} + 0,0308 * \text{AL} + 0,0298 * \text{PR}$$

RIF = Índice de Risco de Incêndios

AL = Altitude

TP = Temperatura

CP = Comportamento Pluviométrico

DC = Declividade

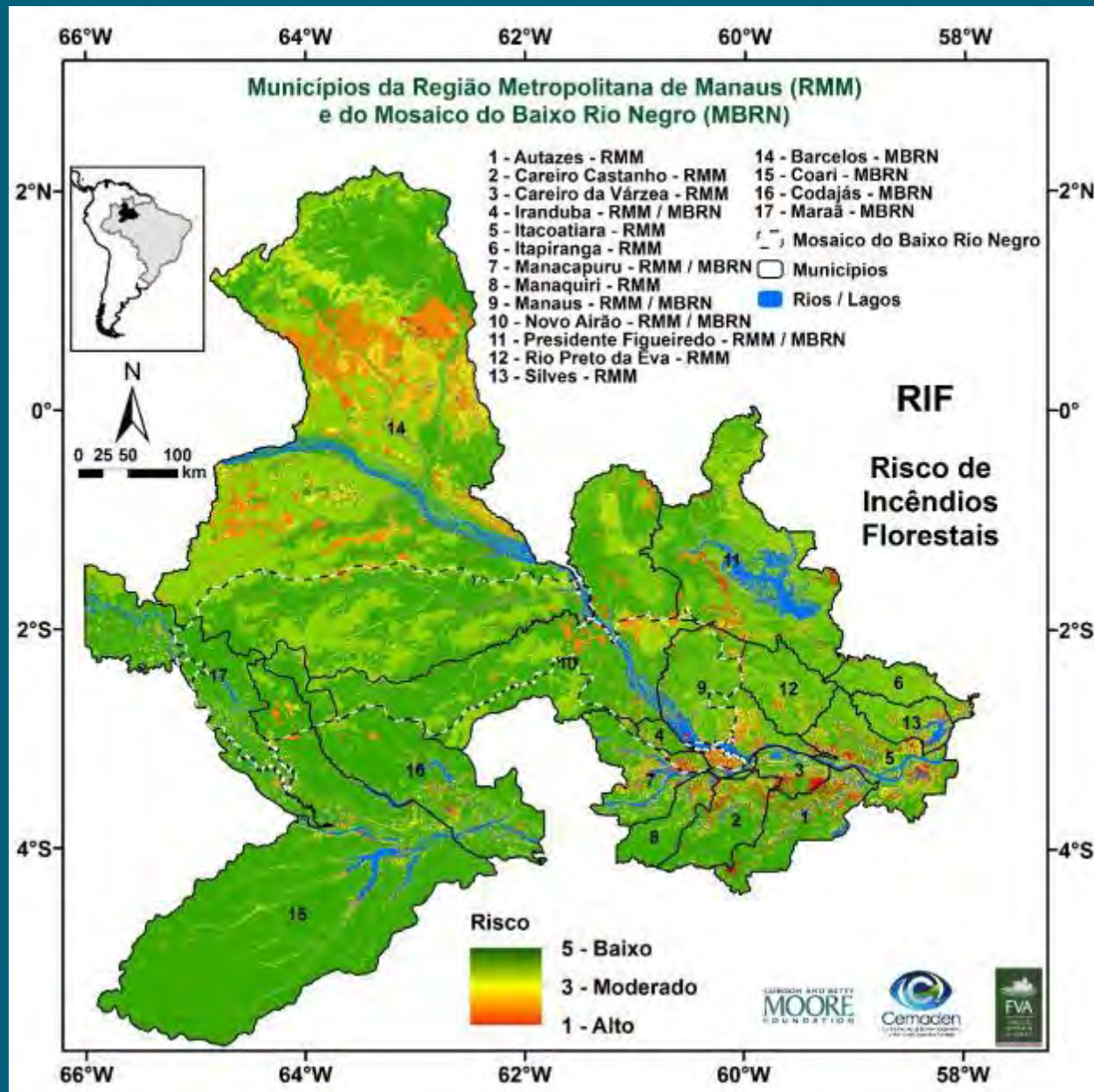
DE = Distância das Estradas e Ramais

PR = Perfil do Relevo

DS = Distância das Sedes Municipais

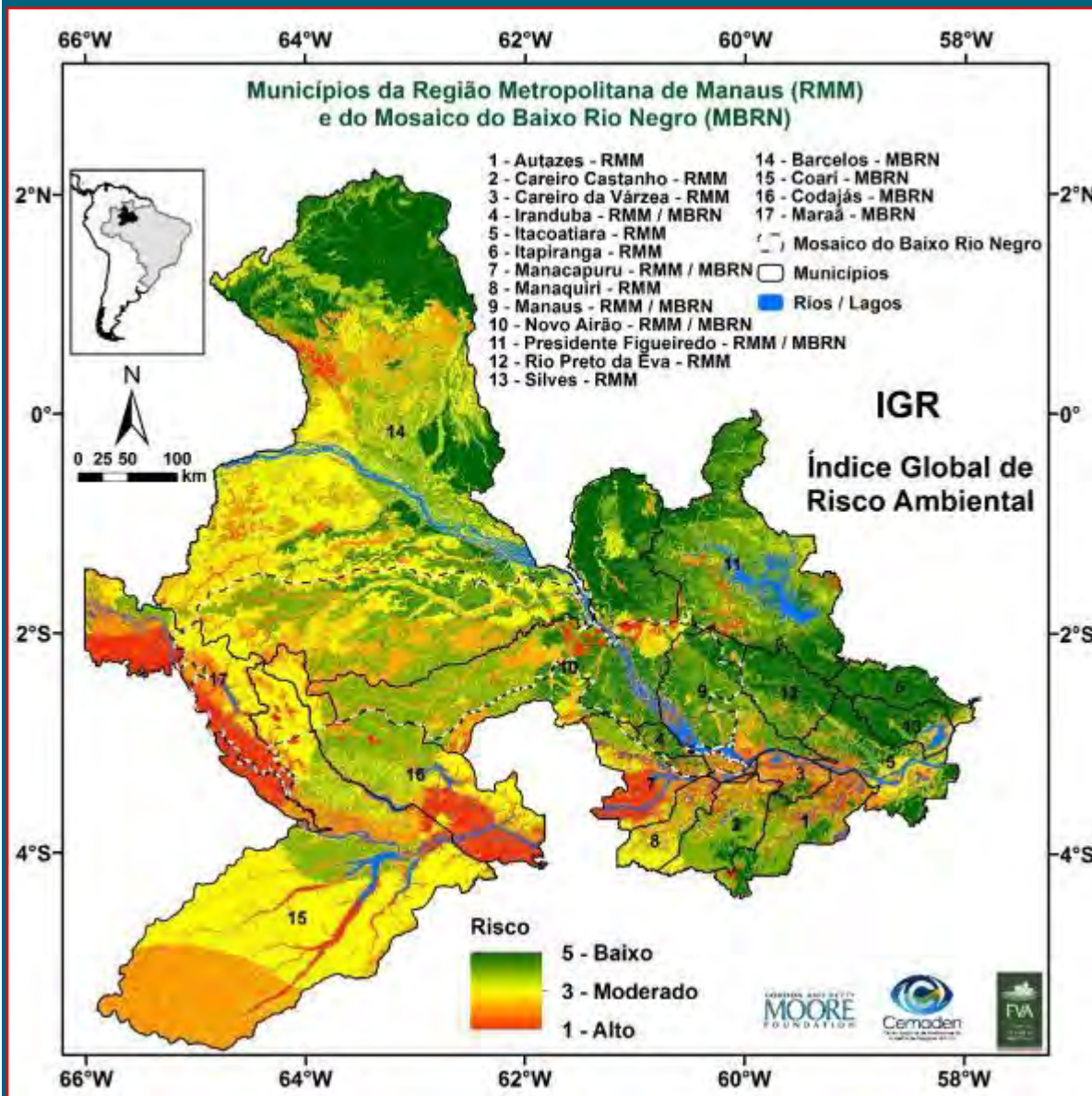
US = Uso do Solo

# Risco de Incêndios

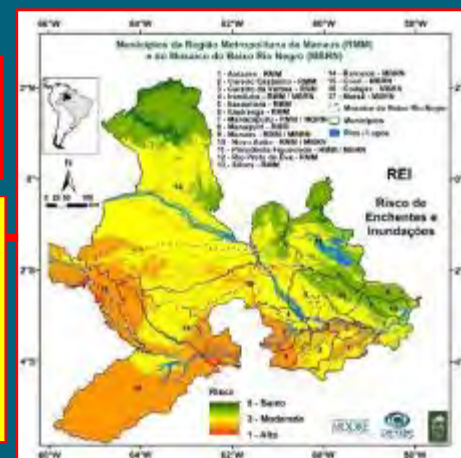




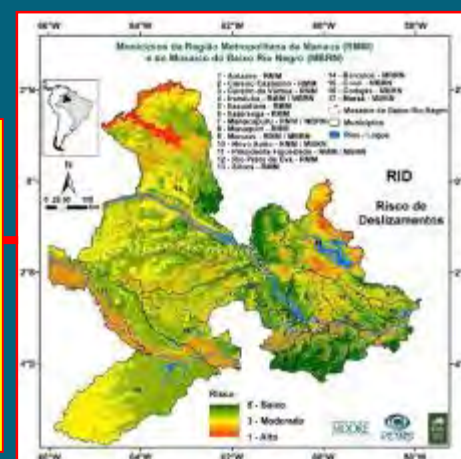
# Índice de Exposição (Desastres Naturais)



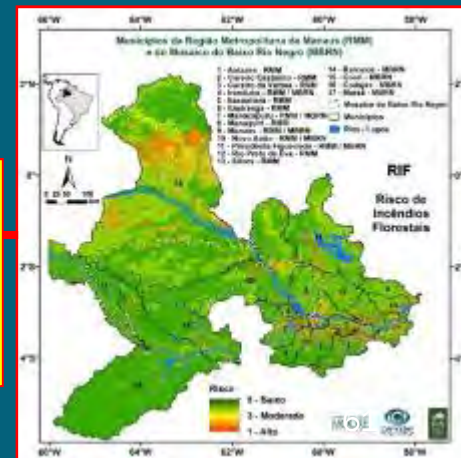
Enchentes



Deslizamentos



Incêndios

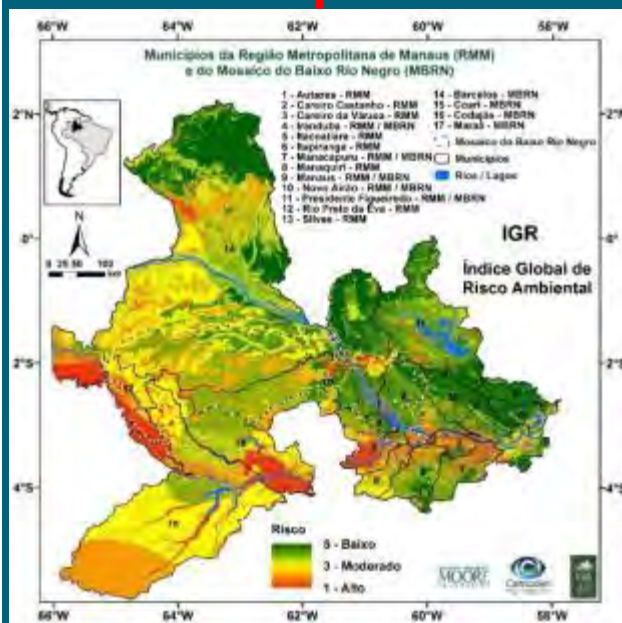
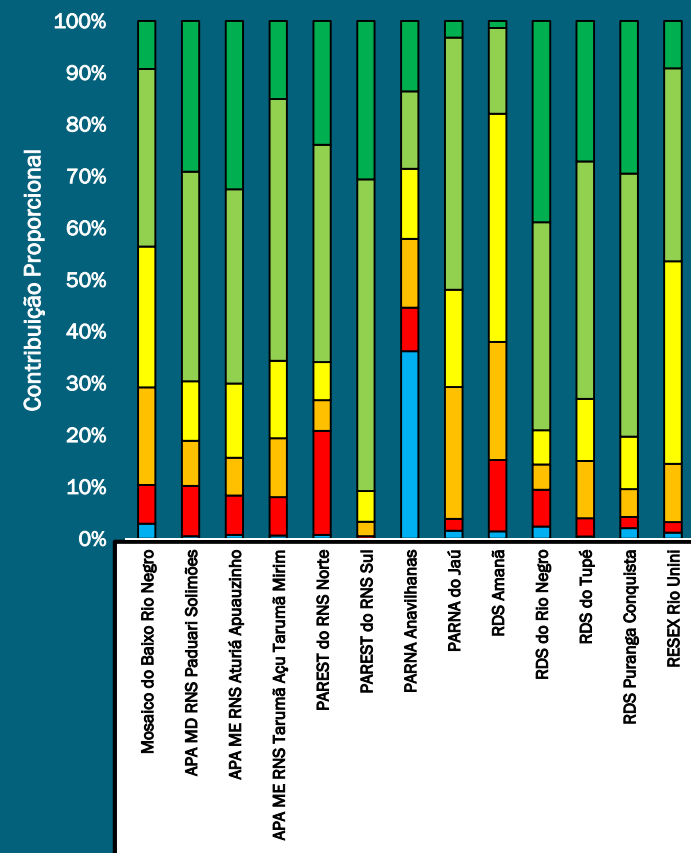


AHP ou Sobreposição com pesos

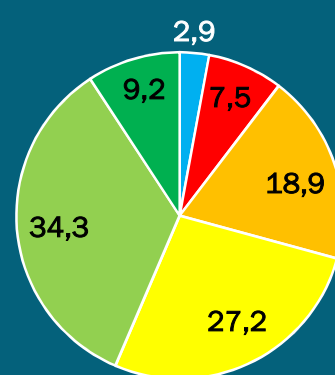




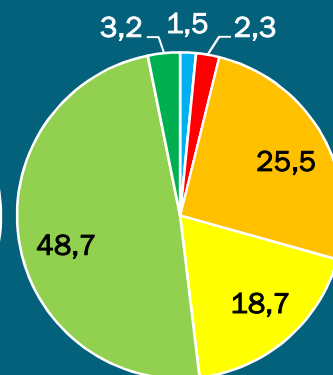
Área / Unidade de Conservação	Contribuição Proporcional (%)					
	Água	Alto	Mod. Alto	Mod.	Mod. Baixo	Baixo
<b>Mosaico do Baixo Rio Negro</b>	<b>2.9</b>	<b>7.5</b>	<b>18.9</b>	<b>27.2</b>	<b>34.3</b>	<b>9.2</b>
APA MD RNS Paduari Solimões	0.5	9.7	8.8	11.5	40.5	29.1
APA ME RNS Aturiá Apuauzinho	0.7	7.6	7.3	14.4	37.5	32.5
APA ME RNS Tarumã Açu Tarumã Mirim	0.6	7.4	11.4	15.0	50.6	15.1
PAREST do RNS Norte	0.8	20.1	5.9	7.4	41.9	23.9
PAREST do RNS Sul	0.03	0.5	2.8	6.0	60.1	30.6
PARNA Anavilhanas	36.2	8.4	13.2	13.6	15.0	13.5
PARNA do Jaú	1.5	2.3	25.5	18.7	48.7	3.2
RDS Amanã	1.5	13.8	22.8	44.1	16.5	1.4
RDS do Rio Negro	2.4	7.1	4.9	6.6	40.1	38.8
RDS do Tupé	0.5	3.5	11.1	12.0	45.9	27.1
RDS Puranga Conquista	2.0	2.2	5.4	10.1	50.8	29.5
RESEX Rio Unini	1.2	2.0	11.2	39.1	37.3	9.1



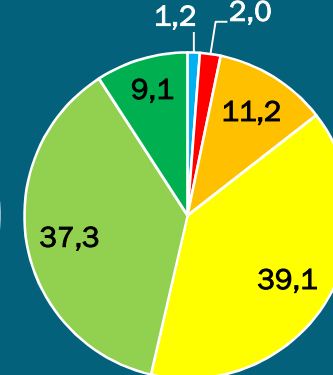
Mosaico do Baixo Rio Negro



PARNA do Jaú



RESEX Rio Unini



# Perspectivas Futuras de Trabalho



## Articulações para estabelecimento de parcerias



### Reuniões de aproximação já realizadas

- CEMADEN
- WCS Brasil
- IPAM
- NEPECAB e OVG (UFAM Manaus)
- LABOTUR e NPUR (UEA Manaus)
- CPRM (Manaus)
- Defesa Civil (Manaus)
- GAVIAM (Manaus)
- SEMED (Manaus)
- Programa Cidades Sustentáveis (Rede Nossa São Paulo)
- Observatório das Metrôpoles (RJ)
- Coletivo Difusão (Manaus)
- IACI (Instituto Amazônia de Cidadania) (Manaus)

### Elaboração de Propostas para Financiamentos

- Global Forest Watch
- Gordon and Betty Moore Foundation

# Referências Bibliográficas

- Araújo RF, Nelson BW, Chambers JQ, Tavares JV, Celes CHS. 2005. Extensão e distribuição de derrubadas por vento na Amazônia, associados a uma única linha de instabilidade em janeiro de 2005. Páginas 3352–3357 In Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil.
- Barni PE, Fearnside PM, Graça PMLA. 2015. Simulating deforestation and carbon loss in Amazonia: impacts in Brazil's Roraima state from reconstructing Highway BR-319 (Manaus-Porto Velho). *Environmental Management* 55(2):259-278.
- Brasil. 2016. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento. Coordenação Geral de Mudanças Globais de Clima. Modelagem climática e vulnerabilidades Setoriais à mudança do clima no Brasil / Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 590p.
- Estratégia Internacional para redução de desastres – EIRD/ Organização das Nações Unidas – ONU. 2004. Vivir con el Riesgo: Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres. Secretaría Interinstitucional de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, Naciones Unidas.
- Estratégia Internacional para redução de desastres – EIRD/ Organização das Nações Unidas – ONU. 2007. Marco de Ação de Hyogo 2005-2015: Aumento da resiliência das nações e das comunidades frente aos desastres.
- Fearnside PM, Graça PMLA. 2006. BR-319: Brazil's Manaus-Porto Velho Highway and the potential impact of linking the arc of deforestation to Central Amazonia. *Environmental Management* 38(5): 705-716.
- Fearnside PM. 2007. Brazil's Cuiabá-Santarém (BR-163) Highway: The environmental cost of paving a soybean corridor through the Amazon. *Environmental Management* 39(5): 601-614.
- Gonçalves CD. 2012. Desastres naturais. Algumas considerações: vulnerabilidade, risco e resiliência. *Territorium* 19:5-14.
- Graça PMLA, Santos Jr MA dos, Rocha VM, Fearnside PM, Emilio T, Menger JS, Marciente R, Bobrowiec PED, Venticinquê EM, Antunes AP, Bastos AN, Rohe F. 2014. Cenários de desmatamento para região de influência da rodovia BR-319: perda potencial de habitats, status de proteção e ameaça para a biodiversidade. Página 1-194 In Emilio T, Luizão F, editores. Cenários para a Amazônia: Clima, Biodiversidade e Uso da Terra, Editora INPA, Manaus, Amazonas, Brasil.
- Guimarães GP. 2007. Distúrbios decorrentes de Blowdown em uma área de floresta na Amazônia Central. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, 37p.
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, CPTEC - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos.
- Janczura R. 2012. Risco ou vulnerabilidade social? Textos & Contextos 11:301 - 308.
- Lavell A. 2000. Desastres durante uma década lecciones y avances conceptuales y prácticos em América Latina (1990-1999). *Anuario Social y Político de América Latina y EL Caribe*, FLACSO, San José de Costa Rica.
- Maior MMS, Cândido AC. 2014. Avaliação das metodologias brasileiras de vulnerabilidade socioambiental como decorrência da problemática urbana no Brasil. *Caderno Metrópole* 16:241-264.
- Monge O., Chassagneux D., e Mouroux P. (1998) Methodology for liquefaction hazard studies : new tool and recent applications. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* 17, pp. 415-425. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0267-7261\(98\)00013-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0267-7261(98)00013-X)
- Moser C. 1998. The asset vulnerability framework: reassessing urban poverty reduction strategies. *World development* 26(1):1-19.
- Ramos CJP. 2015. Simulação da dinâmica espacial do desmatamento na área dos municípios sob influência direta da Ponte do Rio Negro, Amazonas. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Programa de Pós Graduação em Ecologia, Manaus, Amazonas, 43p.
- Saaty TL 1977. A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology* 15(3):234-281.
- Saaty TL 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences* 1(1):83–98.
- Saaty TL. 1990. How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research* 48(1):9-26.
- Saaty TL. 1994. How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. *Interfaces* 24(6):19-43.
- Santos AR dos, Louzada FLR de O, Eugenio FC. 2010. ArcGIS 9.3 total: aplicações para dados especiais. Ciências Agrárias Universidade Federal do Espírito Santo, CAUFES , Alegre, Espírito Santo, Brasil, 184p.
- Santos Junior MA dos, Graça PML de A, Rocha VM, Silva RTM da, Bobrowiec PED, Tavares V da C, Fearnside PM. 2015. Páginas 5694–5701 in Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR. Cenários de desmatamento e avaliação preditiva de perda de habitat na região de influência da rodovia BR-319. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), João Pessoa, Paraíba, Brasil.
- Sarewitz D, Pielke R, Keykhah M. 2003. Vulnerability and risk: some thoughts from a political and policy perspective. *Risk Analysis* 23(4):805-810.
- Sousa IS. 2013. A ponte Rio Negro e a Região Metropolitana de Manaus: adequações do espaço urbano-regional à reprodução do capital. 2013. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana, Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo. 249p.
- Szlafsztein C, Marques O, Maia H, Prette M, Fischenich P, Altieri F. 2010. Referências Metodológicas para mapeamento de Riscos Naturais na Amazônia: Mapeando as vulnerabilidades. MMA/GTZ Brasília, Brasil, 60p.
- Vignoli JR. 2000. Vulnerabilidad demográfica: una faceta de las desventajas sociales. Santiago do Chile, Cepal, 79p.
- Yunes MAM, Szymanski H. 2001. Resiliência: noção, conceitos afins e considerações críticas. In Tavares J, organizador. Resiliência e educação, Cortez, 2. Ed, São Paulo.



# Fundação Vitória Amazônica (27 anos)

## Obrigado



Marcelo A. dos Santos Jr.  
Biólogo  
Analista de Projetos e Pesquisa  
Núcleo de Geoprocessamento  
Programa Geopolítica da Conservação  
E-mail: [brasa@fva.org.br](mailto:brasa@fva.org.br)  
Fundação Vitória Amazônica – FVA  
+ 55 (92) 3642-4559  
web: <http://www.fva.org.br>

