



# Modelagem multi-escala e multi-abordagem em ambiente TerraME

XIII SBSR

Workshop GIS e Modelagem

Florianópolis, 24 de abril de 2007



# Equipe de Modelagem DPI/INPE

- Concepção TerraME
  - Tiago Garcia (UFOP)
  - Antônio Miguel Monteiro Vieira
  - Gilberto Câmara
- Modelagem/GIS
  - Ana Paula Aguiar
  - Evaldinólia Pinto
  - Eymar Lopes
  - Felix Carrielo
  - Laercio Namikawa
  - Luciana Soler
  - Maria Isabel Escada
  - Pedro Andrade
  - Silvana Amaral



UFOP

Universidade Federal de Ouro Preto  
Laboratório Associado de Modelagem





# Principais parceiros nas atividades de modelagem

- Museu Emílio Goeldi
- Embrapa Amazônia Oriental
- Universidade Federal do Pará



- **LNCC**-Laboratório Nacional de Computação Científica
- **MPEG**-Museu Paraense Emílio Goeldi
- **INPE**-Intituto de Pesquisas Espaciais
- **IDS**M-Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá
- **IMPA**-Instituto de Matemática Pura e Aplicada
- **CBPF**-Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas





- Parte I: Visão geral de TerraME
- Parte II: Aplicações em modelagem LUCC na Amazônia



# TerraME

- O que é TerraME?
- Quais os requisitos?
- Quais as principais características?
- Arquitetura e componentes
- Onde obter?



## O que é TerraME?

- Um ambiente para construção de modelos espaciais dinâmicos, integrado a um banco de dados celular multi-temporal, que ermite o desenvolvimento por não programadores, especialistas em diversas áreas.
- Aplicações típicas:
  - Mudanças de uso e cobertura (LUCC)
  - Hidrologia
  - Vegetação
  - Biodiversidade
  - Estudos urbanos



# TerraME

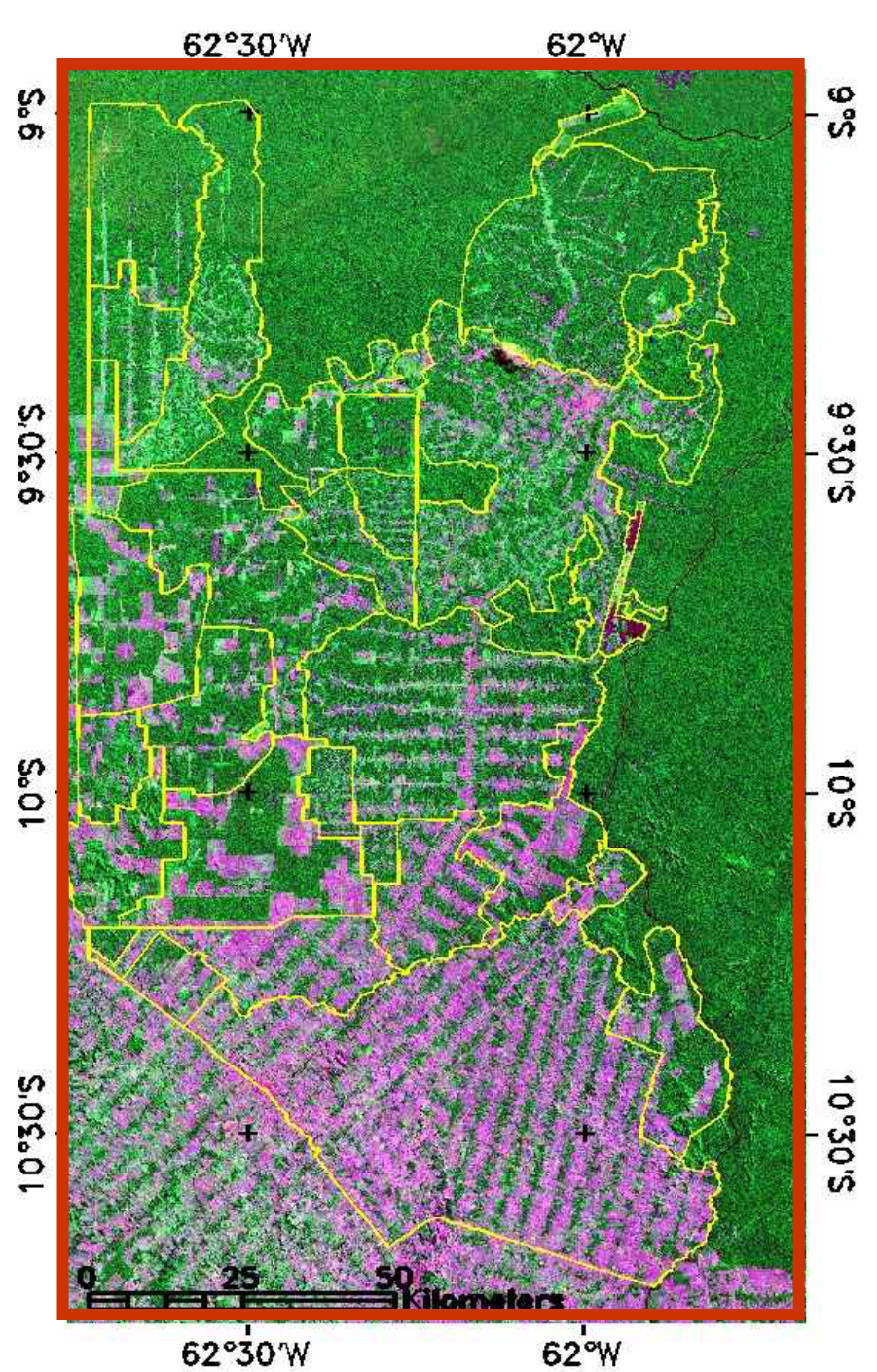
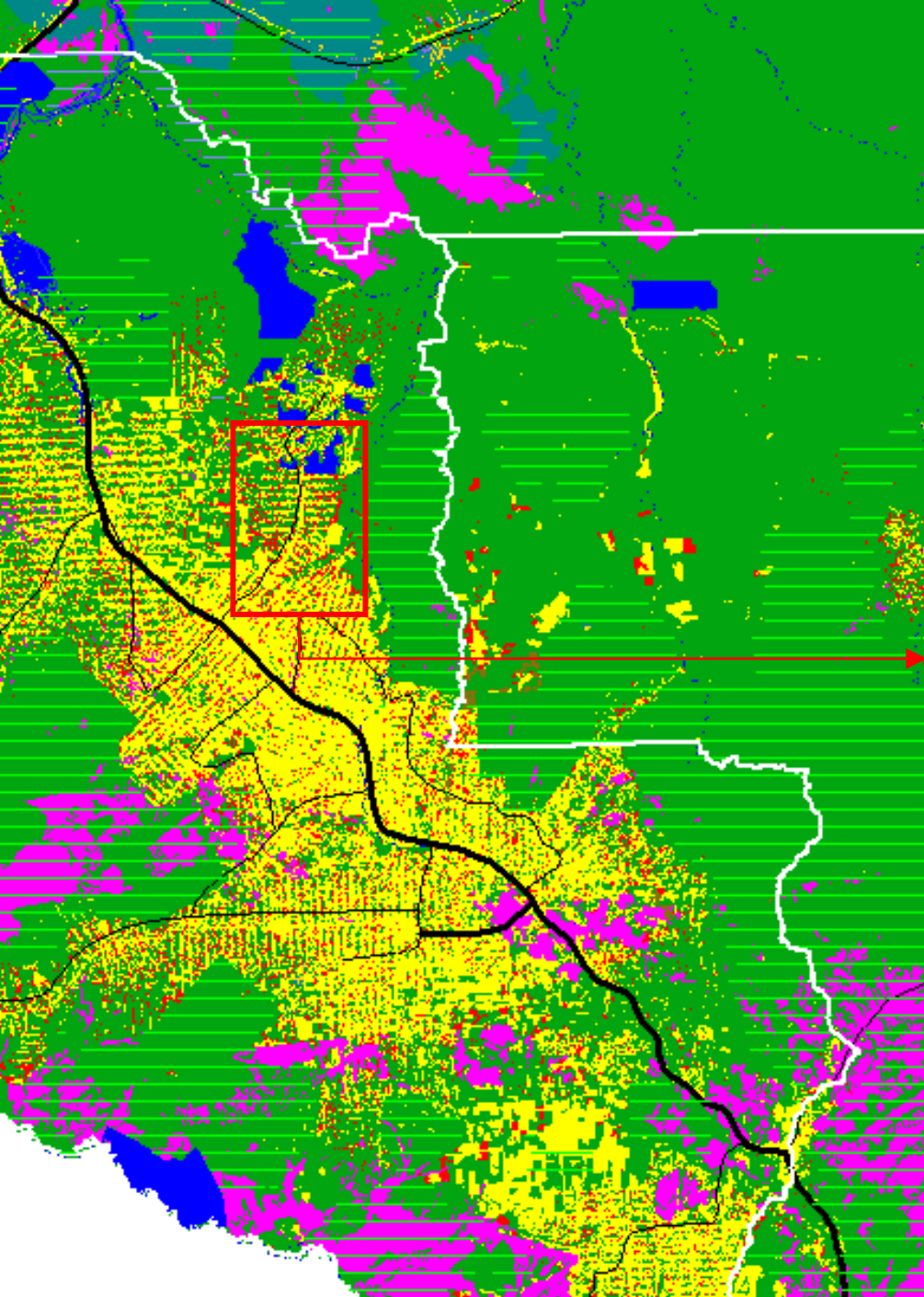
- O que é TerraME?
- Quais os requisitos?
- Quais as principais características?
- Arquitetura e componentes
- Onde obter?



# Requisitos para modelos LUCC na Amazônia

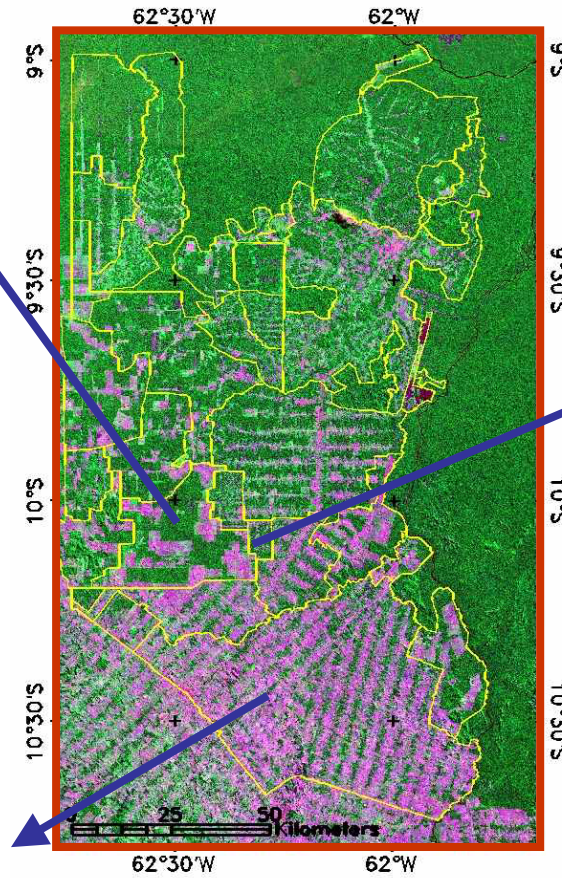
- Representar a heterogeneidade espaço-temporal :
  - Atores
  - Processos
  - Velocidades de transformação
  - Relações de conexão
- Permitir representar fatores condicionantes em diversas escalas e a integração (feedbacks) entre escalas.
- Permitir adotar múltiplas abordagens de modelagem de acordo com objetivos de modelagem.







*Farms*



*Recent Settlements (less than 4 years)*



*Old Settlements (more than 20 years)*



Source: Escada, 2003



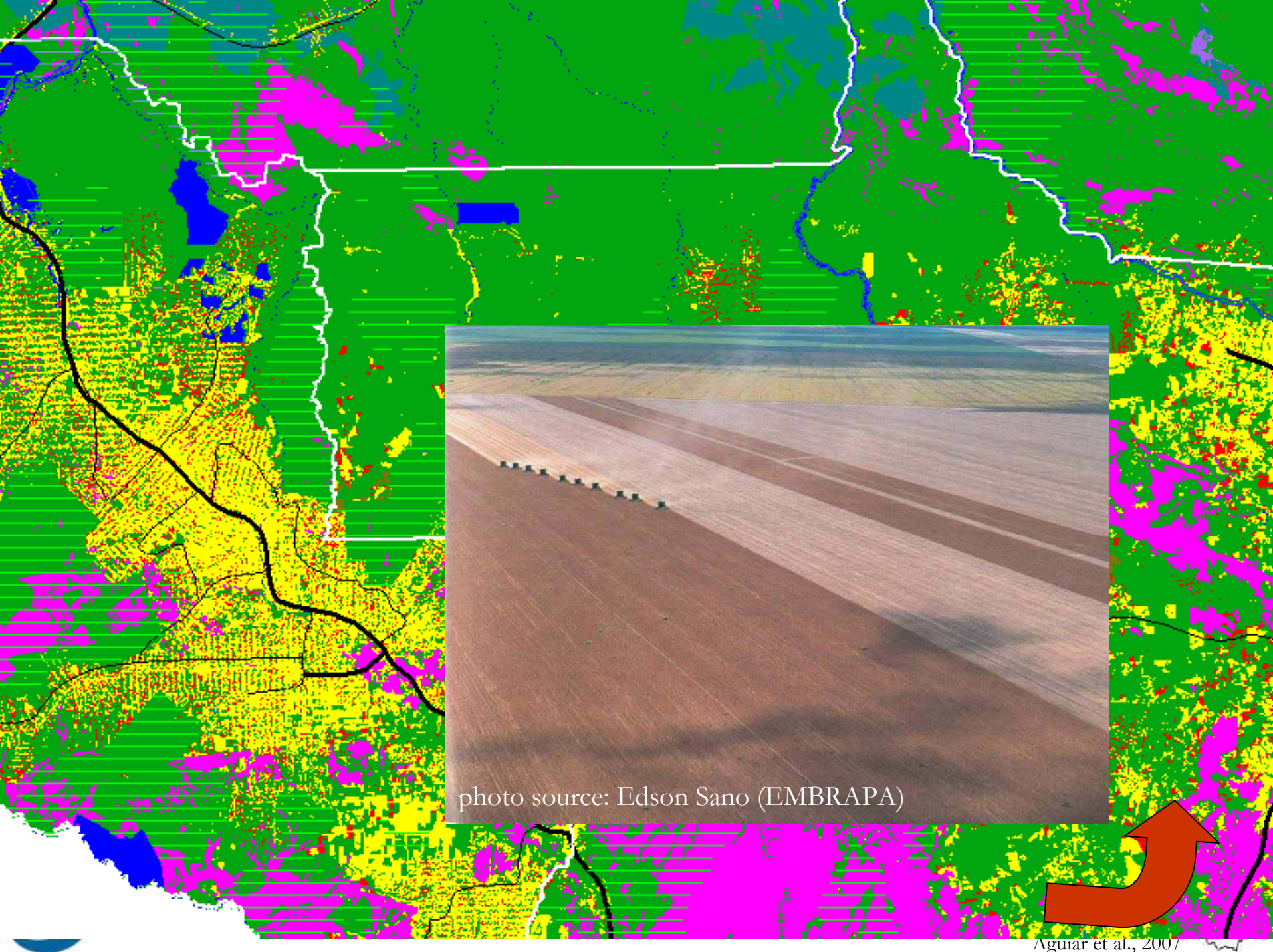
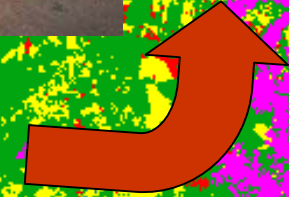


photo source: Edson Sano (EMBRAPA)





# TerraME

- O que é TerraME?
- Quais os requisitos?
- Quais as principais características?
- Arquitetura e componentes
- Onde obter?

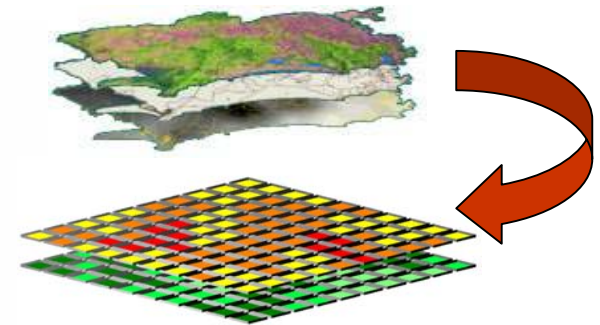
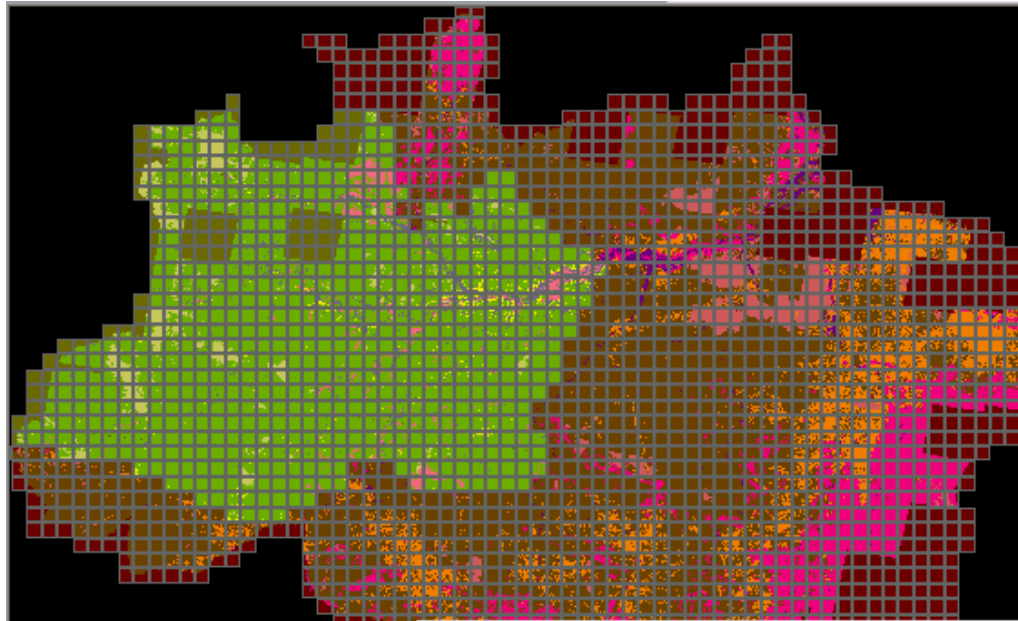


## TerraME: quais as principais características?

- Acesso direto a um banco de dados celular espaço-temporal
- Espaço pode ser não isotrópico: relações de vizinhança convencionais e por rede
- Conceito de Ambientes aninhados:
  - Diferentes comportamentos no espaço e tempo *no mesmo modelo*
  - Diferentes escalas temporais e espaciais *no mesmo modelo*
  - Diferentes relações de vizinhança *no mesmo modelo*
  - Múltiplas abordagens de modelagem *no mesmo modelo*: agentes, automatos celulares, modelos de simulação, etc.

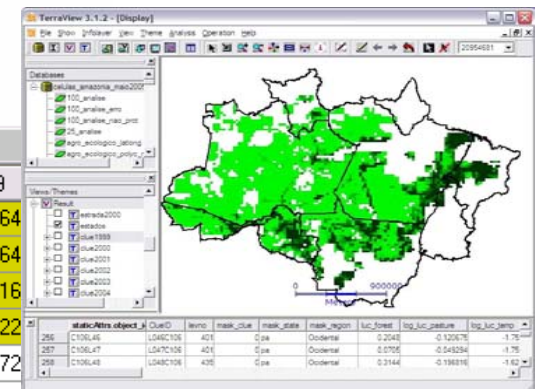


# Características: Integração com Banco de dados geográfico



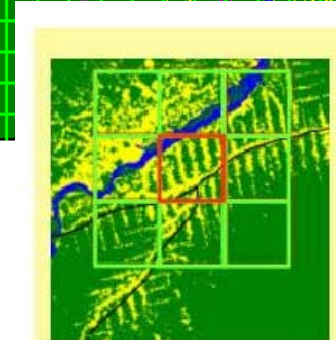
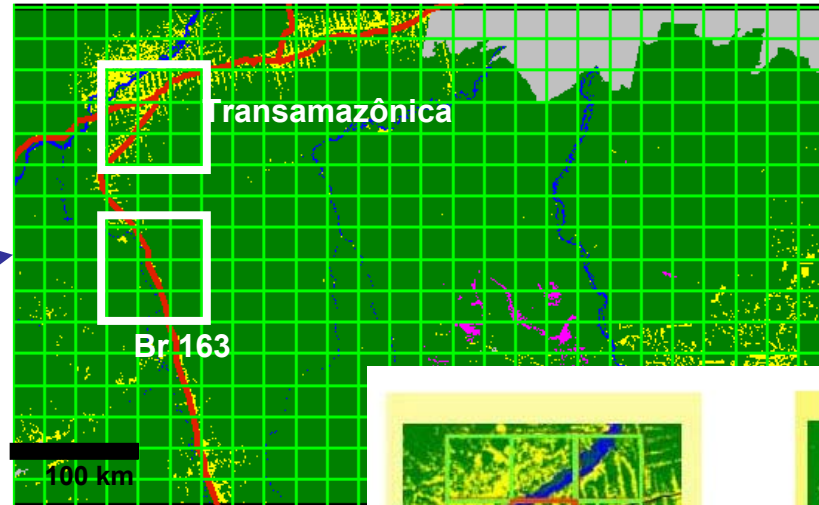
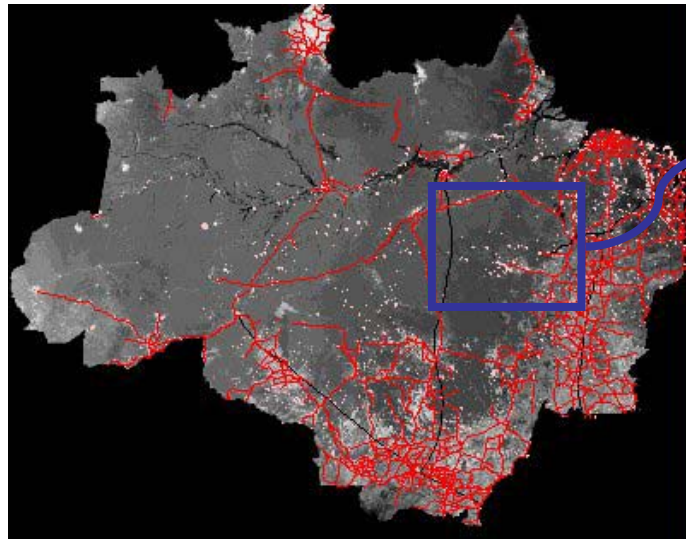
Espaço celular em ambiente  
Terralib/TerraView

	mask_state	mask_macro_zone	setl_nfamilies_70_99	setl_area_70_99
1076	am	Central	4.671096	146.2364
1077	am	Central	4.671096	146.2364
1078	am	Central	63.939396	23501.95416
1079	am	Central	81.582006	29565.76622
1080	pa	Central	12.805476	1287.07672
1081	pa	Central	13.10852	1329.578364
1082	pa	Central	13.10852	1329.578364
<b>1083</b>	pa	Central	11.466334	1163.013824

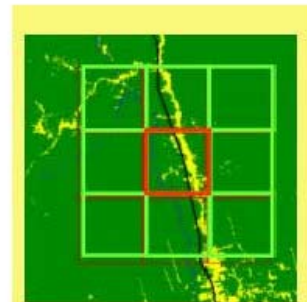




# Características: Relações de proximidade através de redes



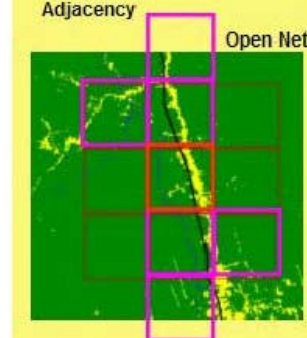
Adjacency



Adjacency

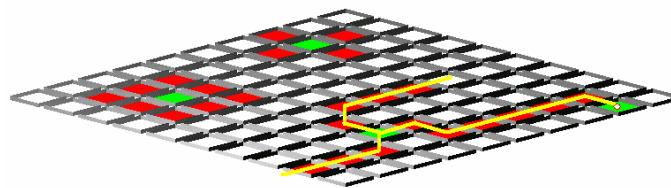


Case A: C07L04 neighbors



Case C: C08L14 neighbors

Redes físicas ou lógicas: estradas, linhas de transmissão, comunicação, mercado

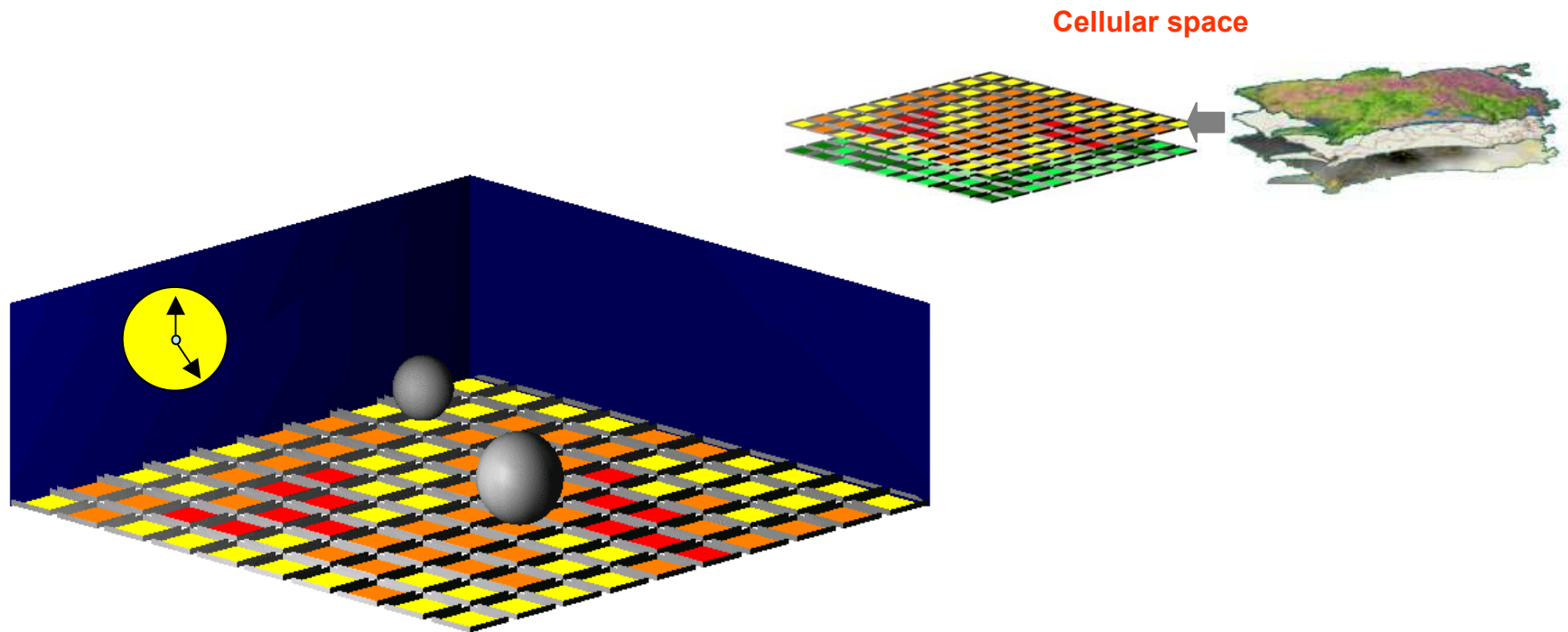


Fontes: Aguiar et al., 2003  
Prodes/INPE





# Características: Conceito de Ambiente em TerraME



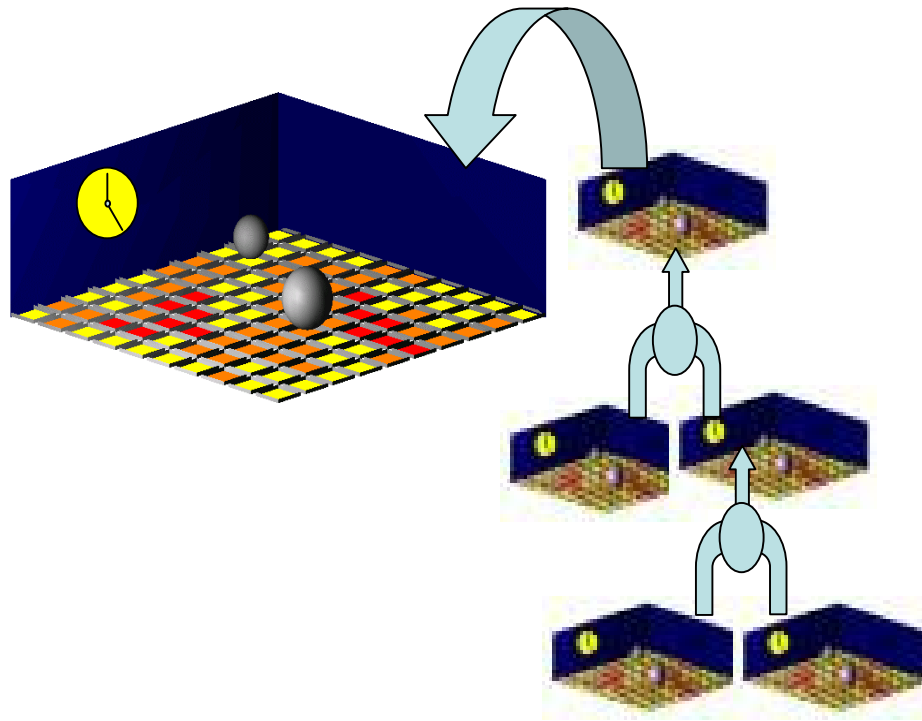
Um ambiente tem três sub-modelos

- Espacial: espaço celular, relações de proximidade
- Comportamental: modelos celulares, autômatos, agentes situados, etc.
- Temporal:





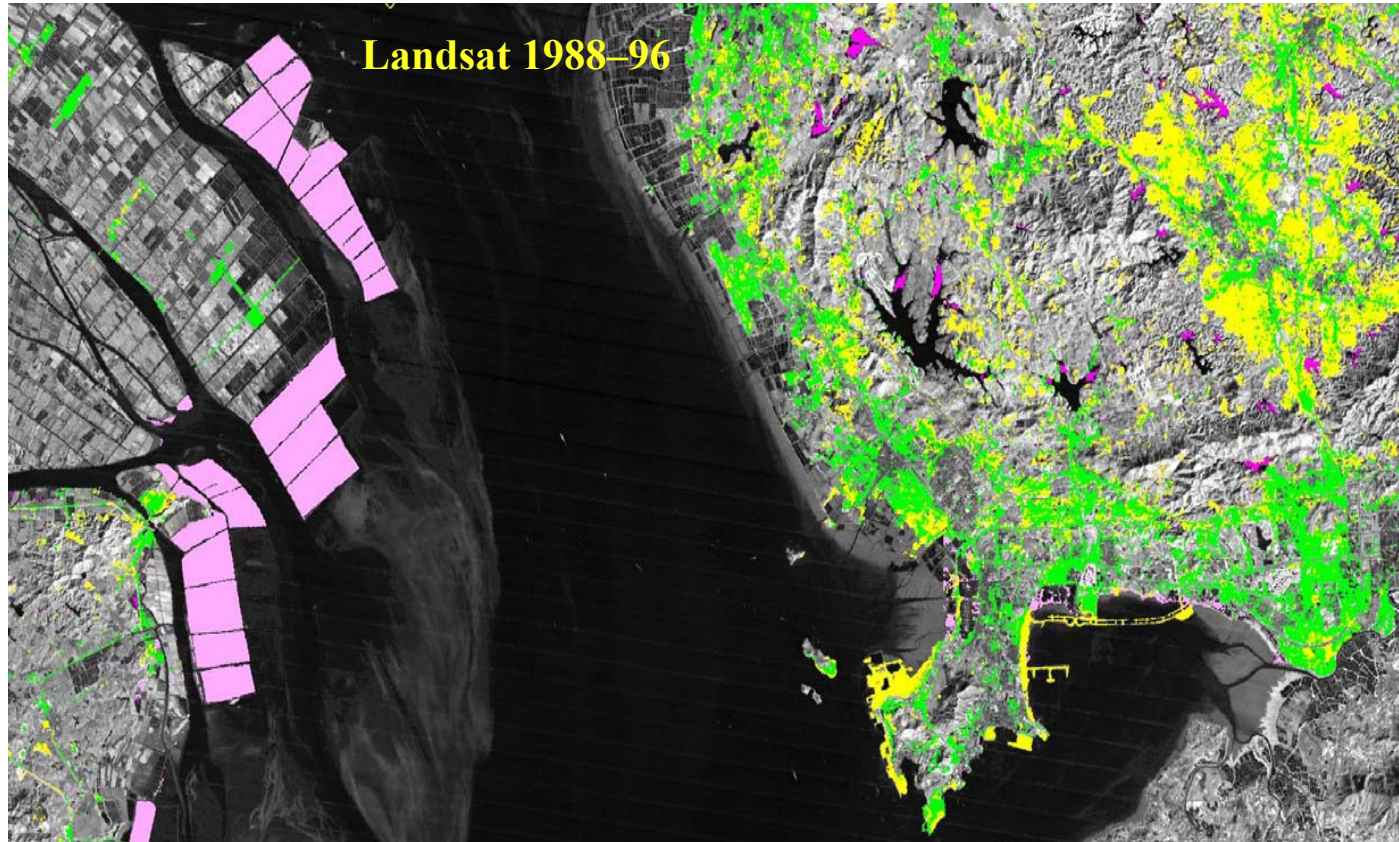
# Características: Ambientes podem ser aninhados




Cada ambiente aninhado tem seu próprio modelo temporal, comportamental e espacial




# Ambientes aninhados: possibilitam modelos de comportamento, espaço e tempo heterogêneos



 Agriculture to urban

 Agriculture/natural vegetation to water

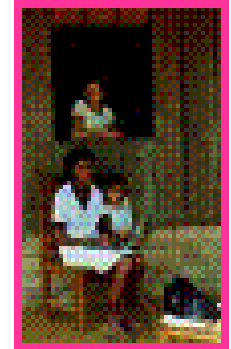
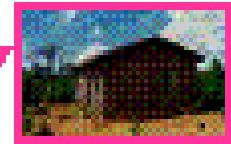
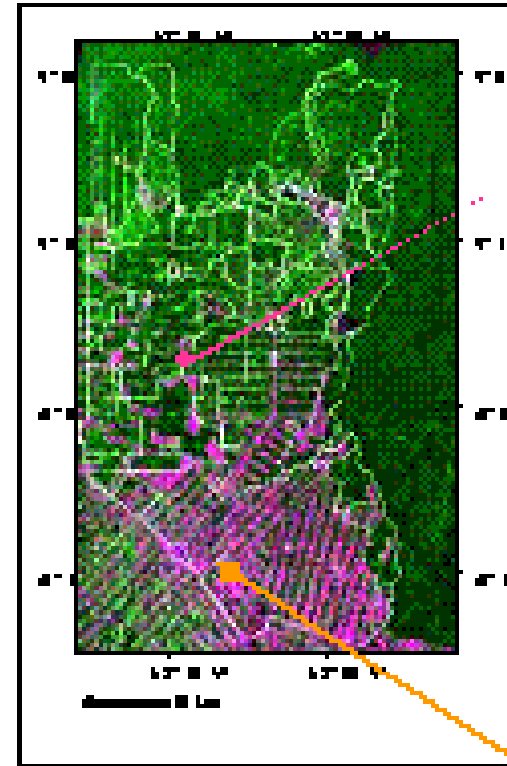
 Natural vegetation/water to urban

 Water to agriculture

(K. Seto, Boston U.)



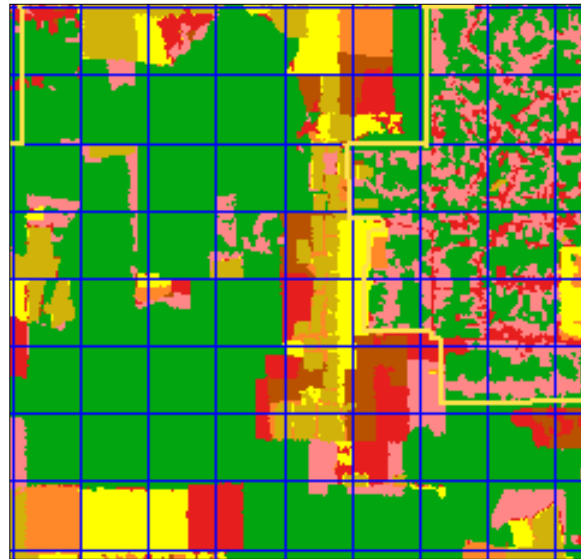
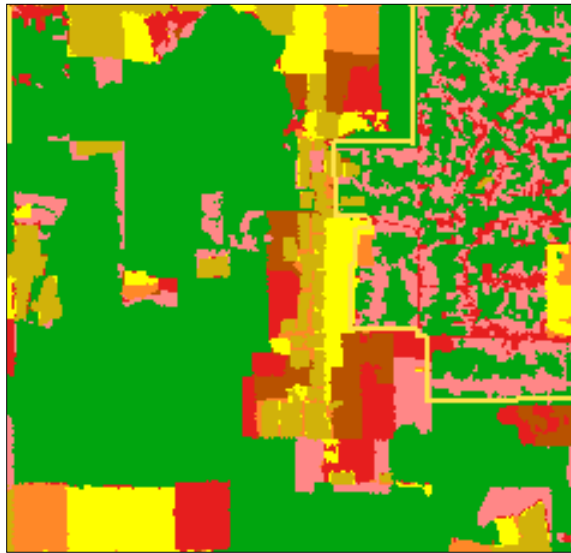
Ambientes aninhados: possibilitam modelos de comportamento, espaço e tempo heterogêneos



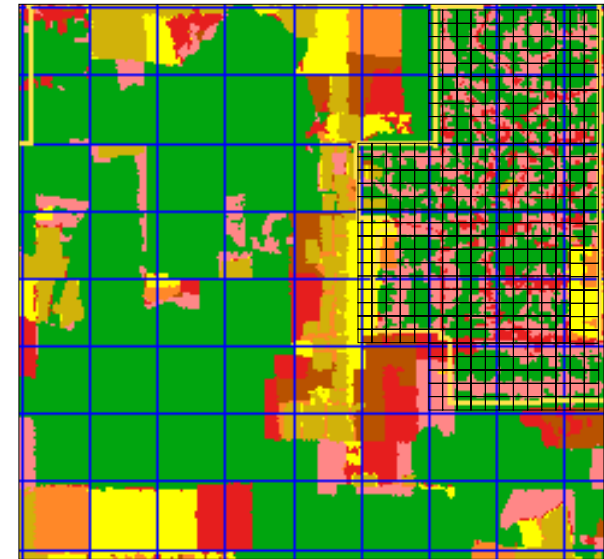


Ambientes aninhados: possibilitam modelos de comportamento, espaço e tempo heterogêneos

Exemplo: múltiplas resoluções espaciais para modelar áreas de pequeno e grandes



2500 m



2.500 m e 500 m



Exemplo de modelo de alocação de desflorestamento em Rondônia:  
resoluções diferentes, variáveis, fatores e relações de vizinhança

**Small farms environments:**

500 m resolution

Categorical variable:  
deforested or forest

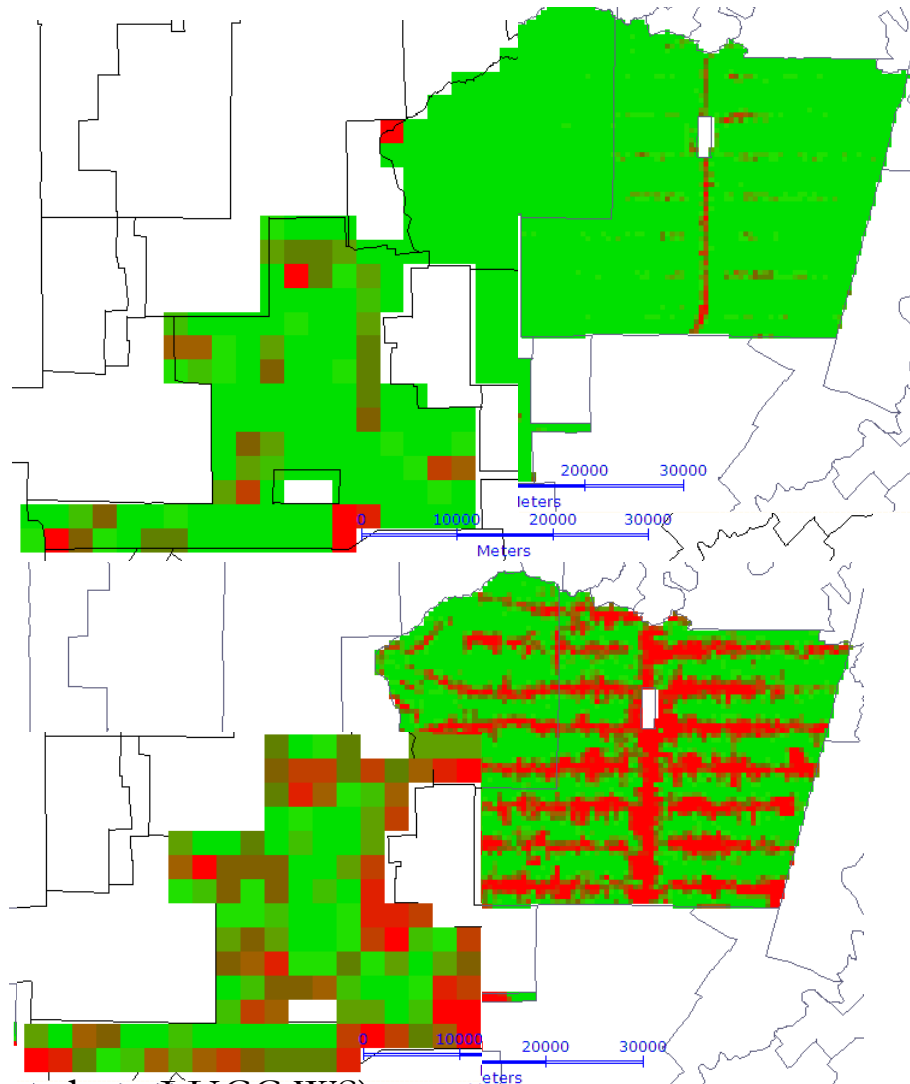
One neighborhood relation:  
•connection through roads

**Large farm environments:**

2500 m resolution

Continuous variable:  
% deforested

Two alternative neighborhood relations:  
•connection through roads  
• farm limits proximity



1985

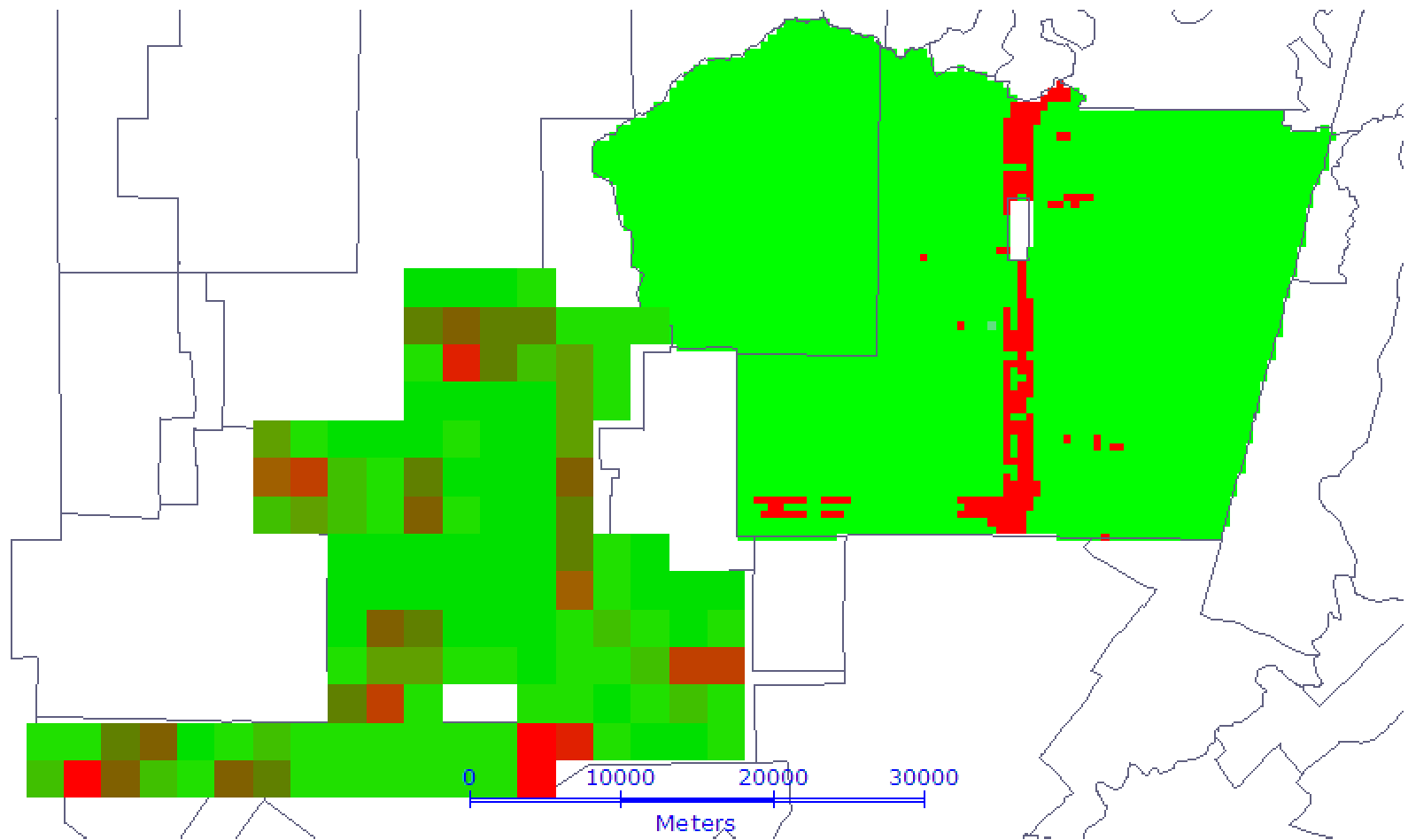
1997





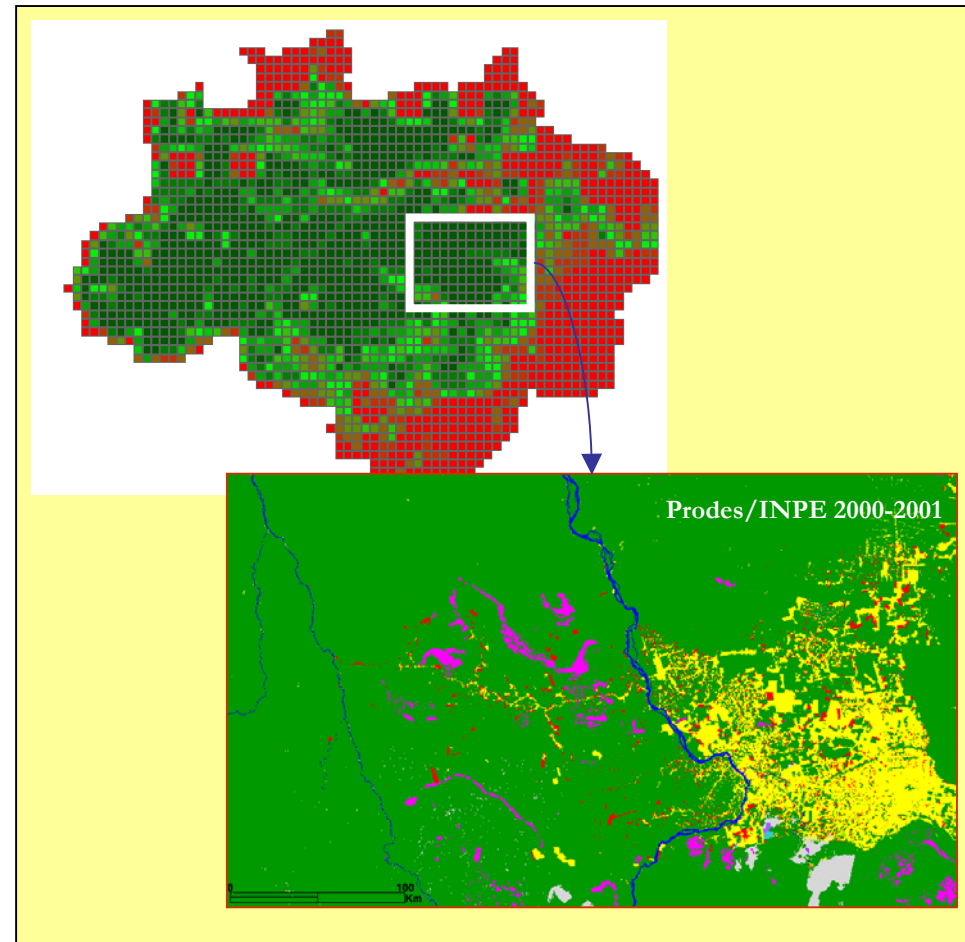
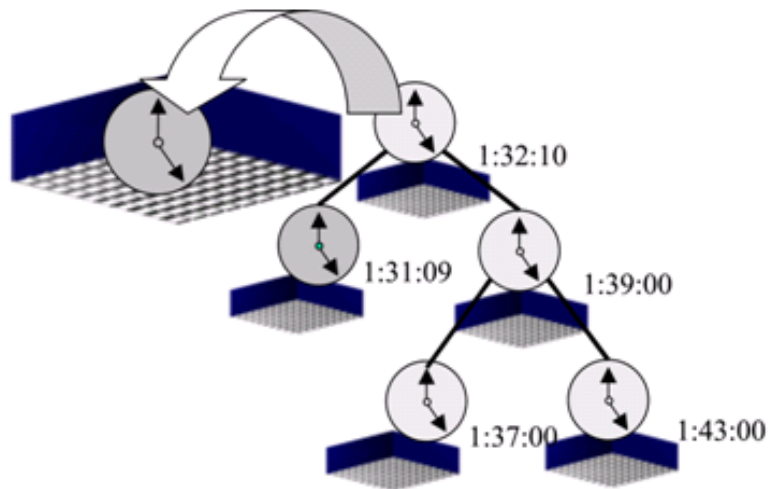
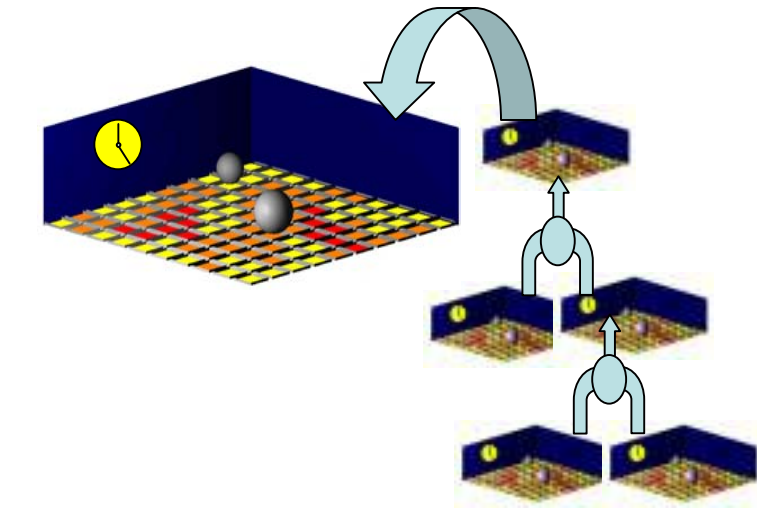
# Simulation Results

1985 to 1997





# Ambientes aninhados: modelagem multi-escala





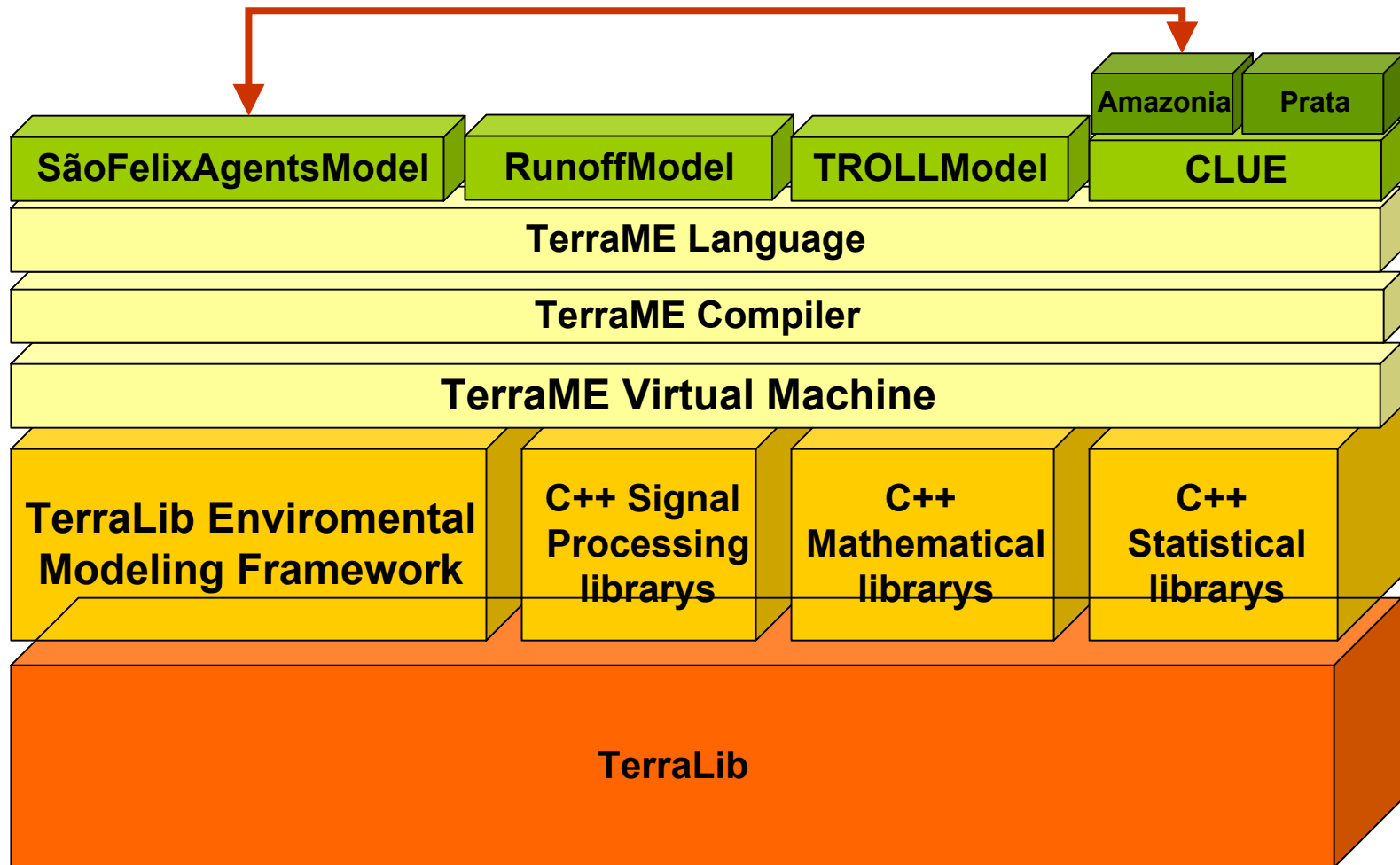
# TerraME

- O que é TerraME?
- Quais os requisitos?
- Quais as principais características?
- Arquitetura e componentes
- Onde obter?



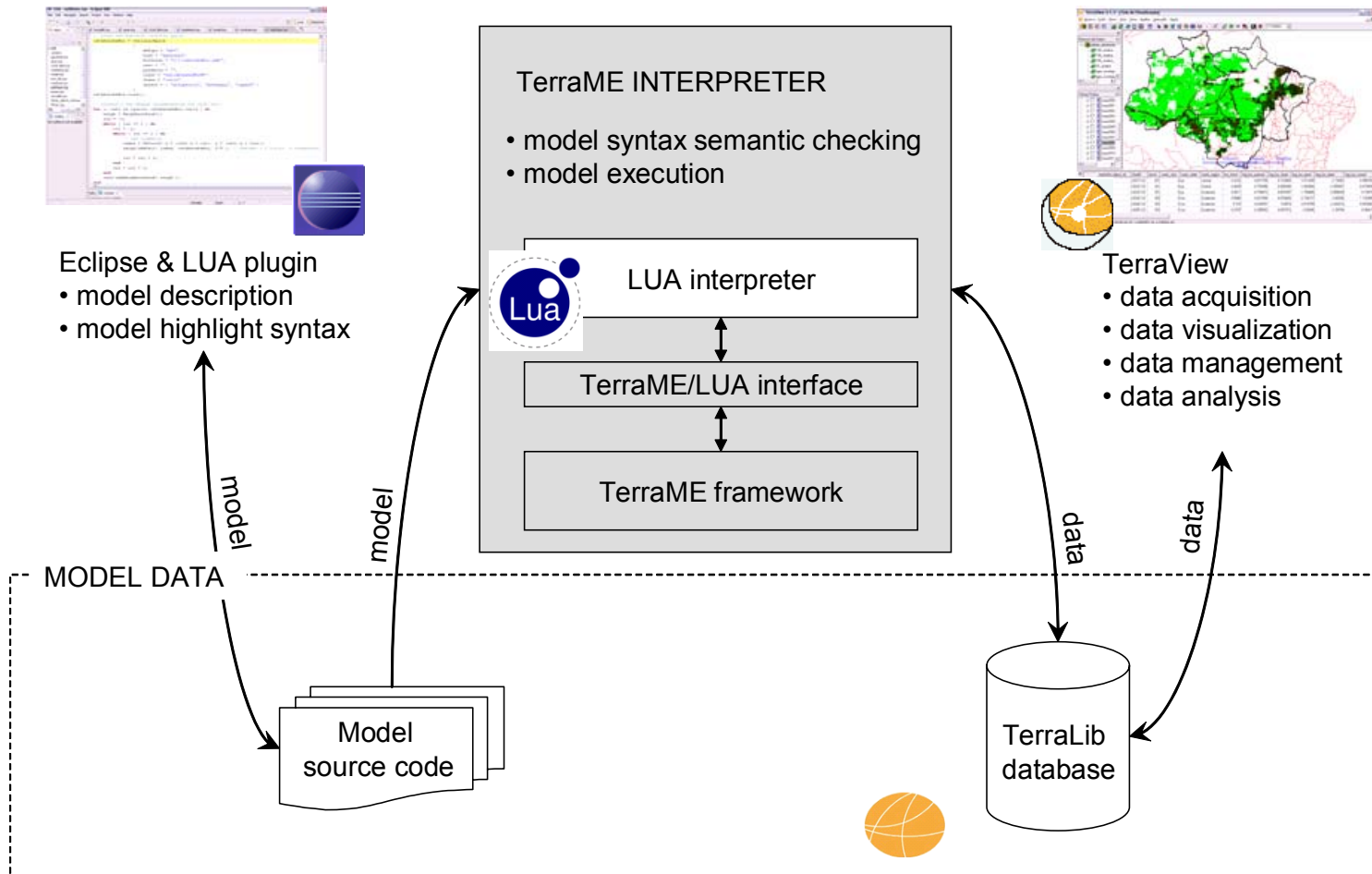


# TerraME: arquitetura e aplicações





# TerraME: componentes



fonte: Carneiro (2006)

Aguiar et al., 2007





# TerraME

- O que é TerraME?
- Quais os requisitos?
- Quais as principais características?
- Arquitetura e componentes
- Onde obter?



# Onde obter?

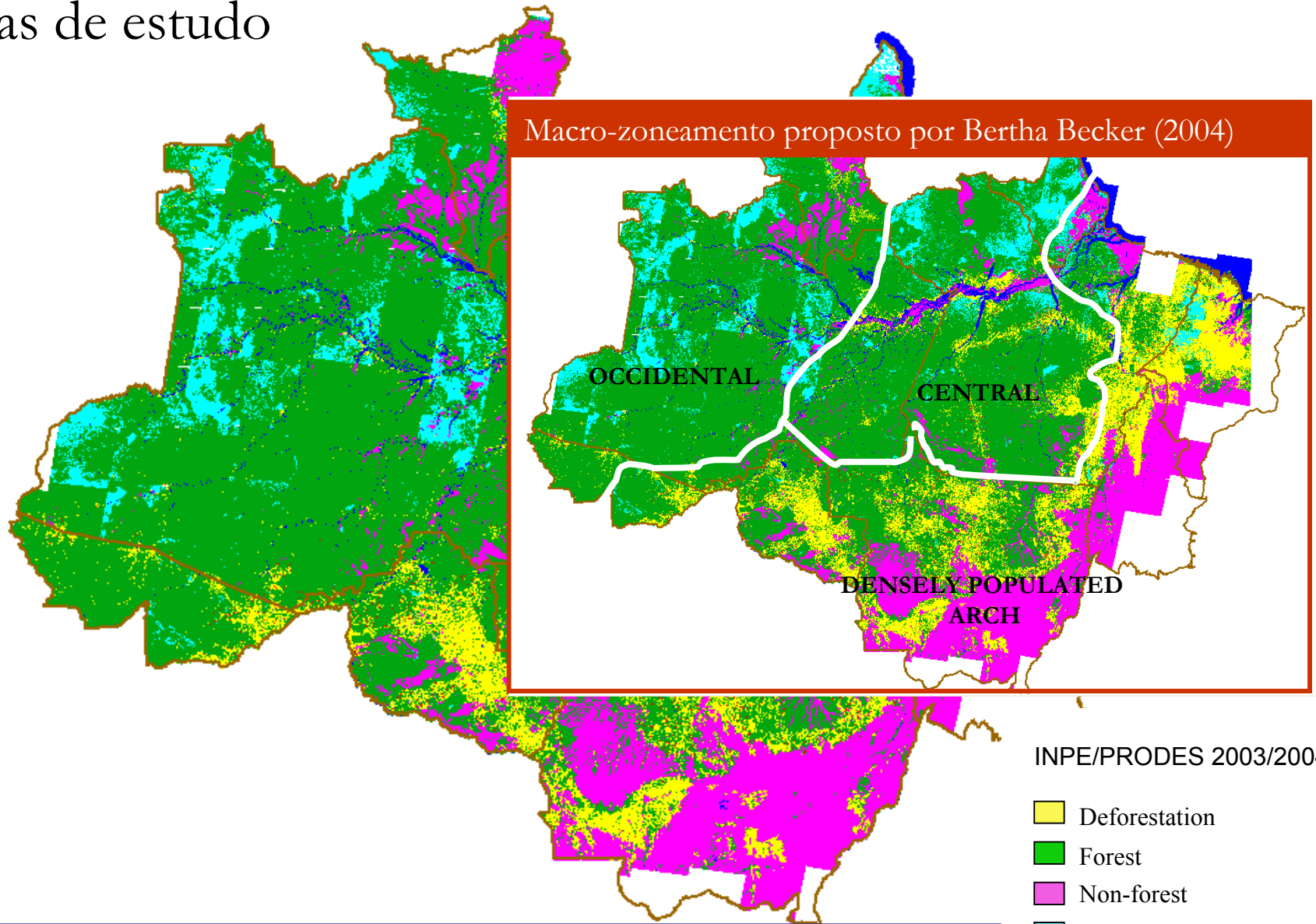
- Componentes:
  - TerraView/TerraLib ([www.terralib.org](http://www.terralib.org) )
  - Eclipse SDK ([www.eclipse.org](http://www.eclipse.org)).
  - LUA plugin for Eclipse([www.ideal.com.br/luaeclipse/](http://www.ideal.com.br/luaeclipse/))
  - TerraME  
([www.dpi.inpe.br/cursos/environmental\\_modelling/terrame.zip/](http://www.dpi.inpe.br/cursos/environmental_modelling/terrame.zip/) )
- Referências:
  - A melhor maneira de começar a usar TerraME: "A Gentle Introduction to TerraME" ([www.dpi.inpe.br/TerraME/introd.pdf](http://www.dpi.inpe.br/TerraME/introd.pdf) )
  - Tese de Doutorado Tiago Carneiro (INPE, 2006)



- Parte I: Visão geral de TerraME
- Parte II: Aplicações em modelagem LUCC na Amazônia



# Áreas de estudo





# Modelagem macro com CLUE

Em parceria com a Universidade de Wageningen -  
Holanda

Dr. Tom Veldkamp

Dr. Kasper Kok



# Modelagem CLUE: principais variáveis e premissas

Demanda:

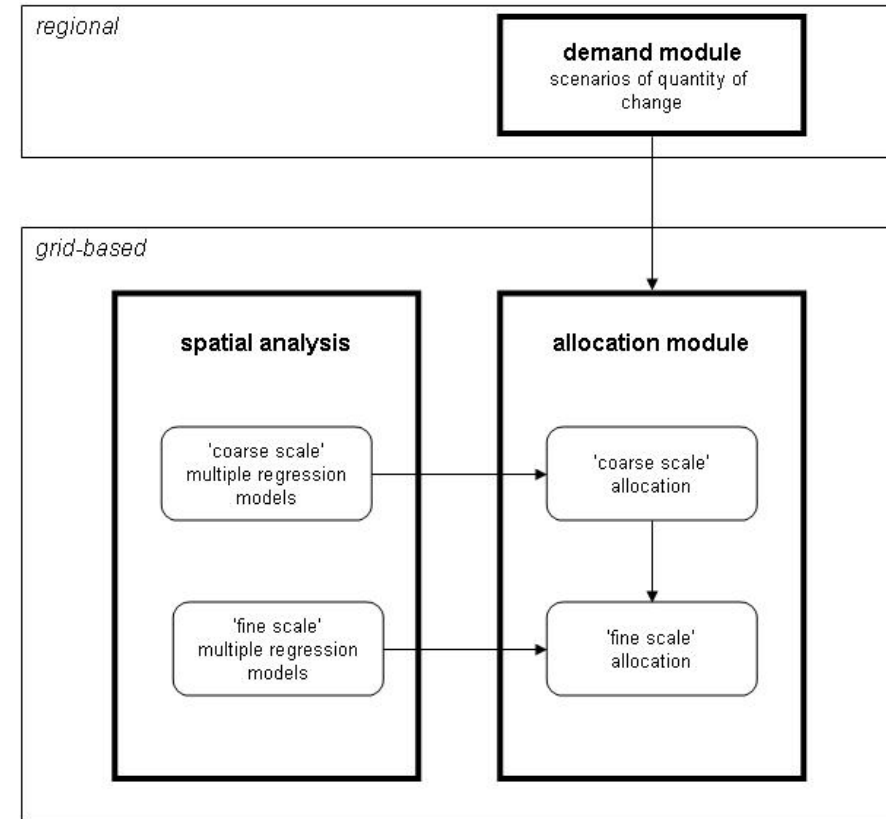
- Proxy da pressão do mercado por terra e produtos agropecuários.

Variáveis escala fina (25 x 25 km<sup>2</sup>)

- Porcentagem de áreas protegidas
- Conexão a mercados nacionais
- Distância a estradas pavimentadas
- Distância a estradas não pavimentadas

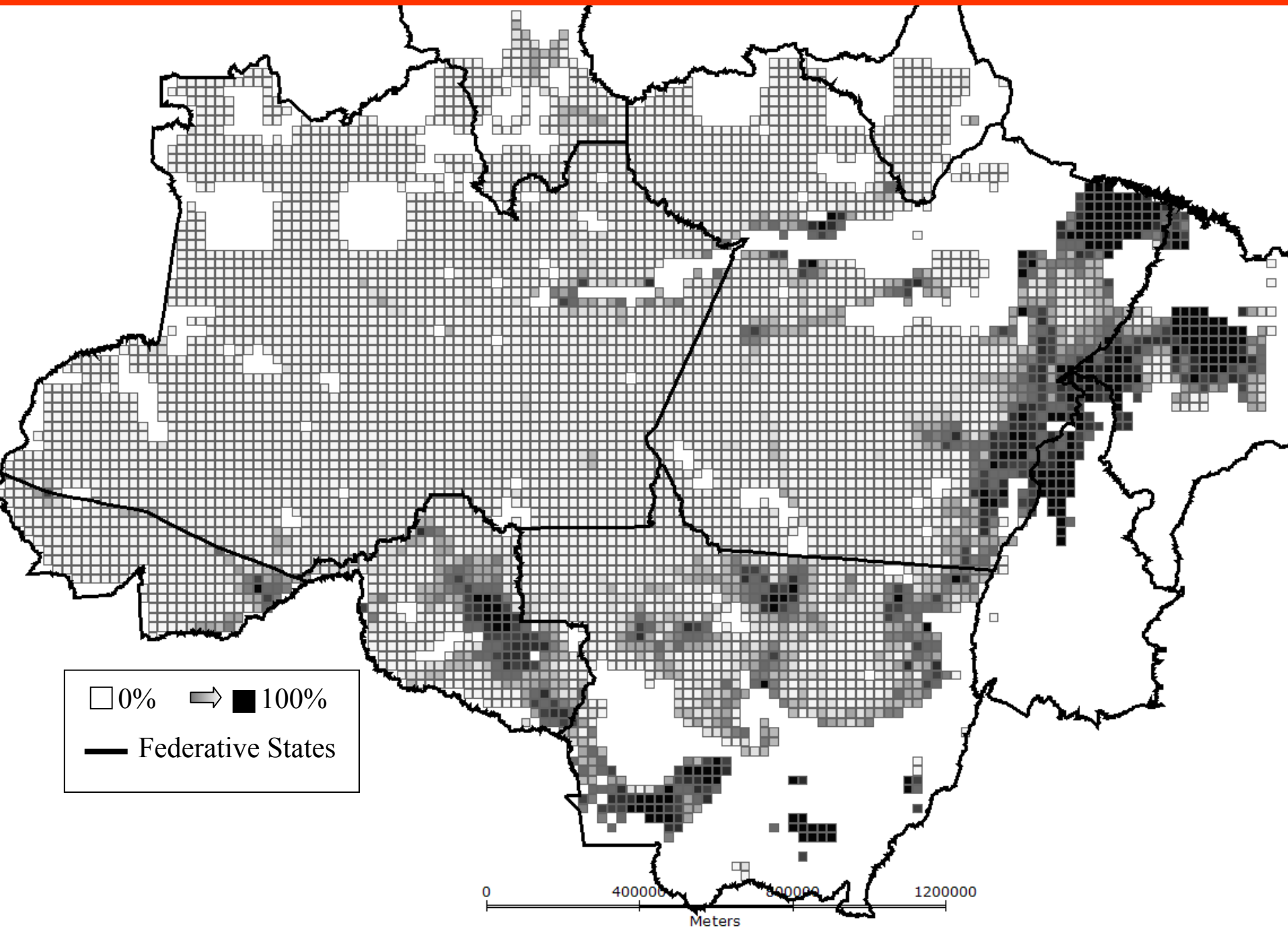
Variáveis escala grosseira (100 x 100 km<sup>2</sup>)

- Distância a estradas
- Umidade nos meses mais secos
- Porcentagem de solos férteis

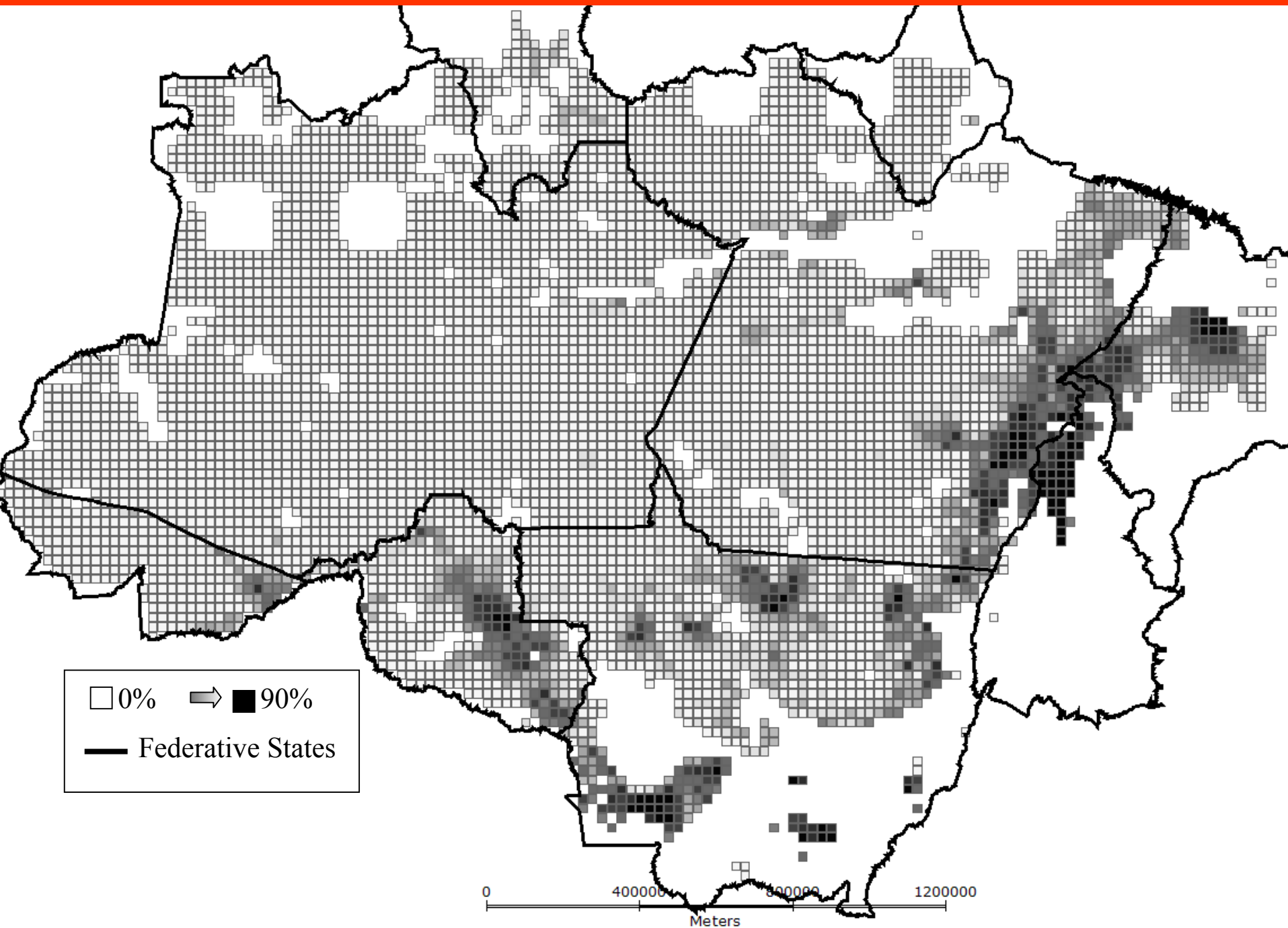




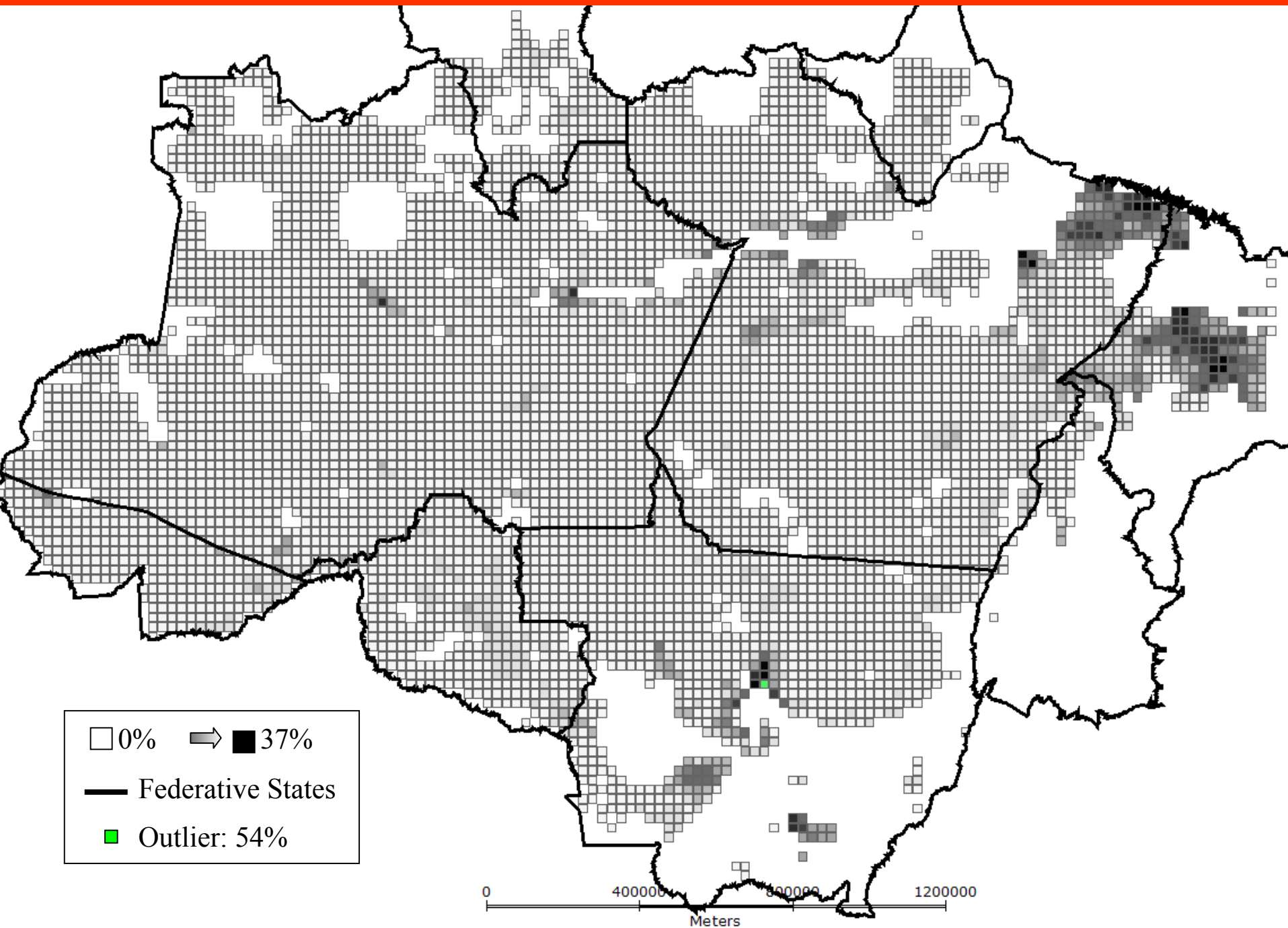
# Deforestation pattern in 1997 (25 x 25 km<sup>2</sup>)



# Pasture pattern in 1997 (25 x 25 km<sup>2</sup>)



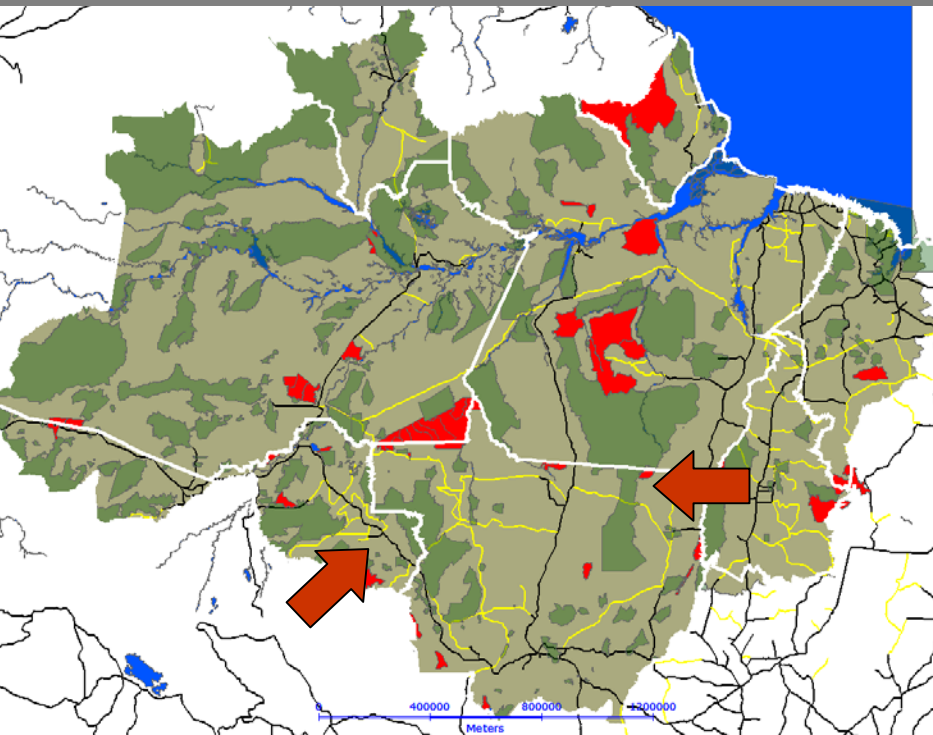
# Temporary agriculture pattern in 1997 (25 x 25 km<sup>2</sup>)



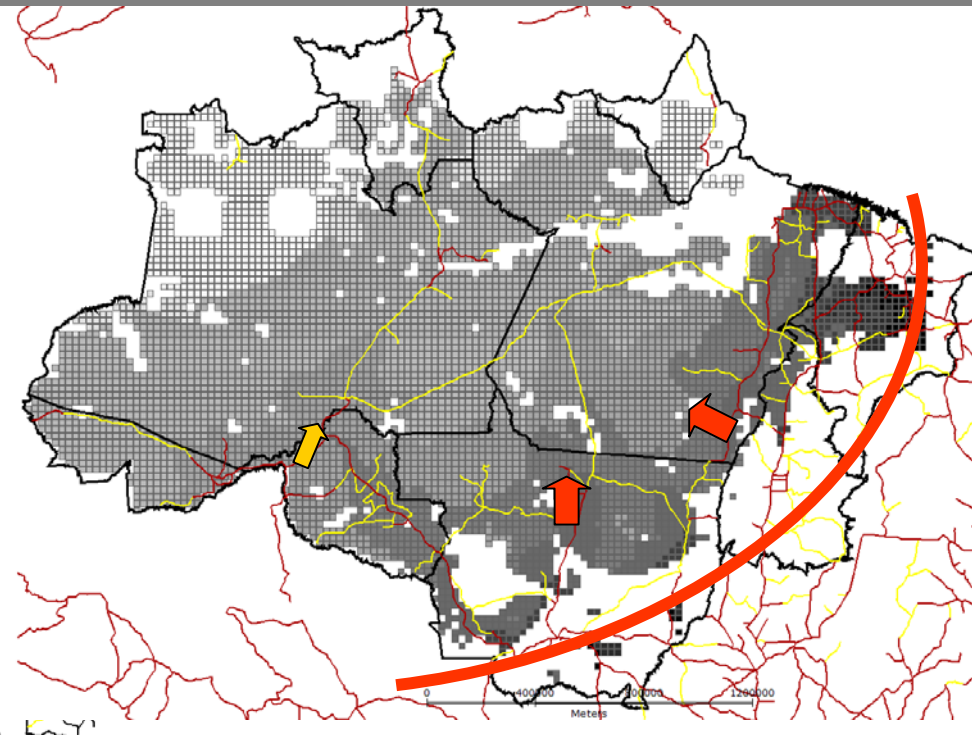


# Principais fatores

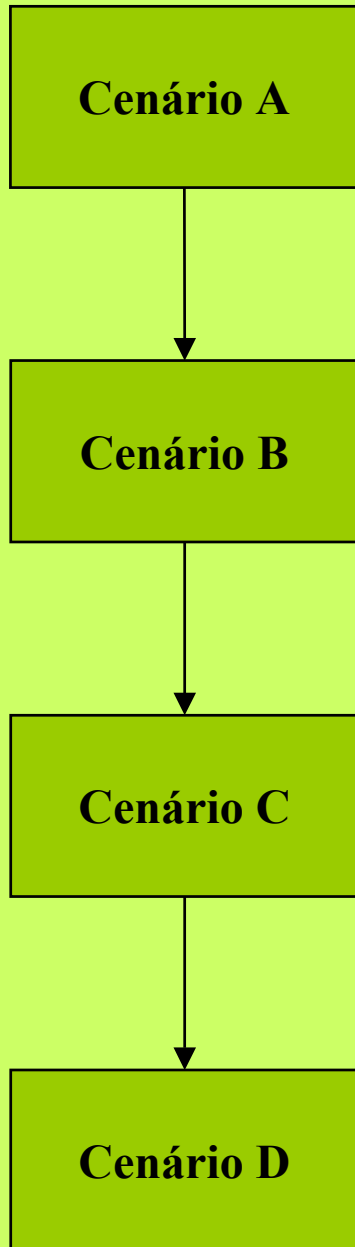
Áreas Protegidas



Conexão a SP e Nordeste



## Exploração de cenários: *um parâmetro chave modificado por vez*



Demanda anual constante (25.000 km<sup>2</sup>)  
Pavimentação de estradas (incluindo a BR 163 e BR 319)

Demanda anual constante (25.000 km<sup>2</sup>)  
Pavimentação de estradas (incluindo a BR 163 e BR 319)  
*Criação de novas áreas protegidas (incluindo na Terra do Meio)*

Demanda anual constante (25.000 km<sup>2</sup>)  
Pavimentação de estradas (incluindo a BR 163 e BR 319)  
Criação de novas áreas protegidas (incluindo na Terra do Meio)  
*Ações de comando e controle locais*

*Demanda decrescente (15.000 km<sup>2</sup>)*  
Pavimentação de estradas (incluindo a BR 163 e BR 319)  
Criação de novas áreas protegidas (incluindo na Terra do Meio)  
Ações de comando e controle locais

**Cenário A**



**Cenário B**



**Cenário C**



**Cenário D**



- Áreas protegidas em 1997
- Novas áreas protegidas (2004)
- Ações de comando e controle (locais de cumprimento da lei)

- Estradas pavimentadas em 2010
- Estradas não pavimentadas
- Rios principais
- Limites estaduais

Demanda: 25.000 km<sup>2</sup>

Cenário A



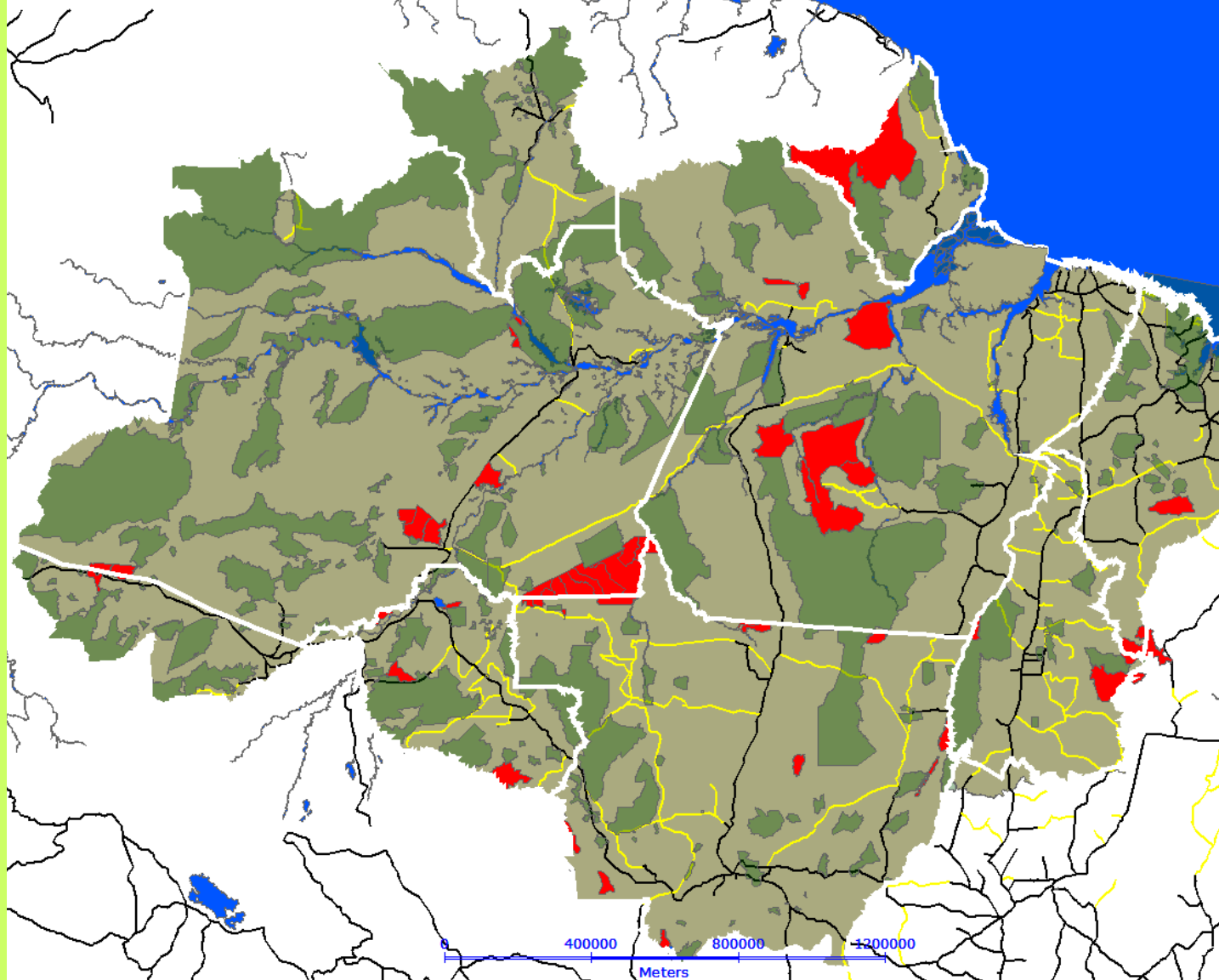
Cenário B



Cenário C



Cenário D



- Áreas protegidas em 1997
- Novas áreas protegidas (2004)
- Ações de comando e controle (locais de cumprimento da lei)

- Estradas pavimentadas em 2010
- Estradas não pavimentadas
- Rios principais
- Limites estaduais

Demanda: 25.000 km<sup>2</sup>

**Cenário A**



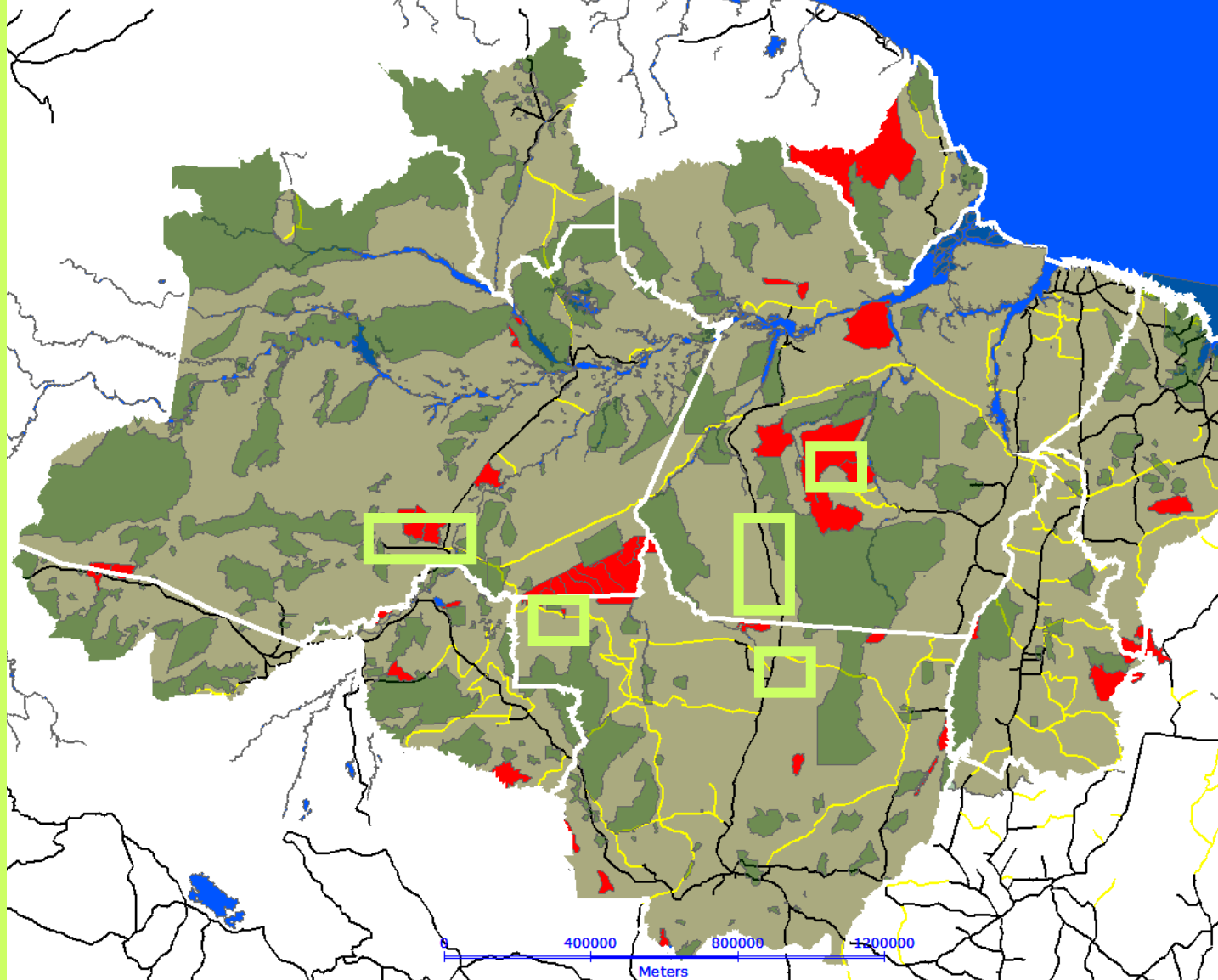
**Cenário B**



**Cenário C**



**Cenário D**



Áreas protegidas em 1997  
Novas áreas protegidas (2004)  
Ações de comando e controle  
(locais de cumprimento da lei)

— Estradas pavimentadas em 2010  
— Estradas não pavimentadas  
— Rios principais  
— Limites estaduais

Demanda: 25.000 km<sup>2</sup>



Cenário A



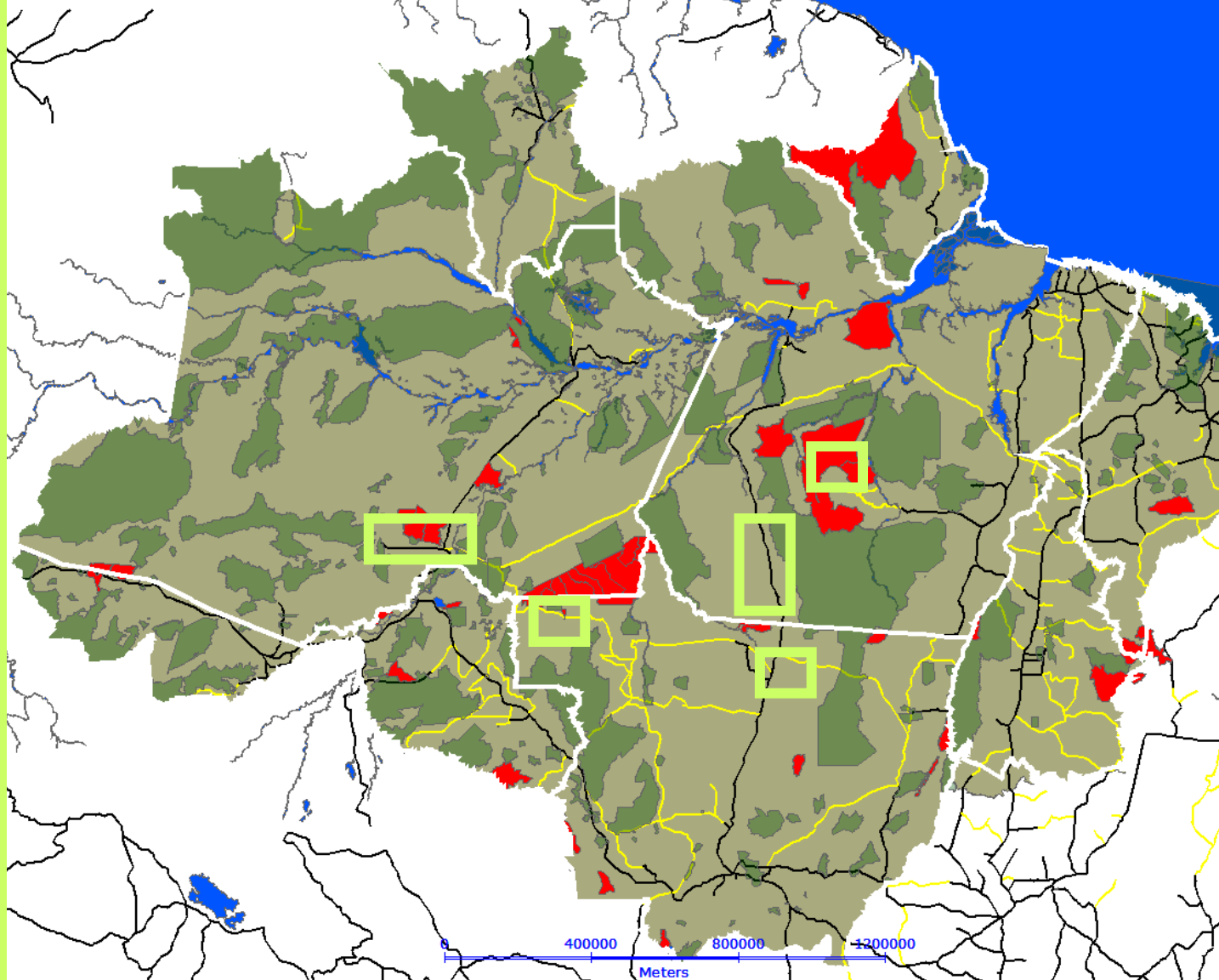
Cenário B



Cenário C



Cenário D



- Áreas protegidas em 1997
- Novas áreas protegidas (2004)
- Ações de comando e controle (locais de cumprimento da lei)

- Estradas pavimentadas em 2010
- Estradas não pavimentadas
- Rios principais
- Limites estaduais

Demanda: 15.000 km<sup>2</sup>



## Resultados das explorações: escala macro-regional

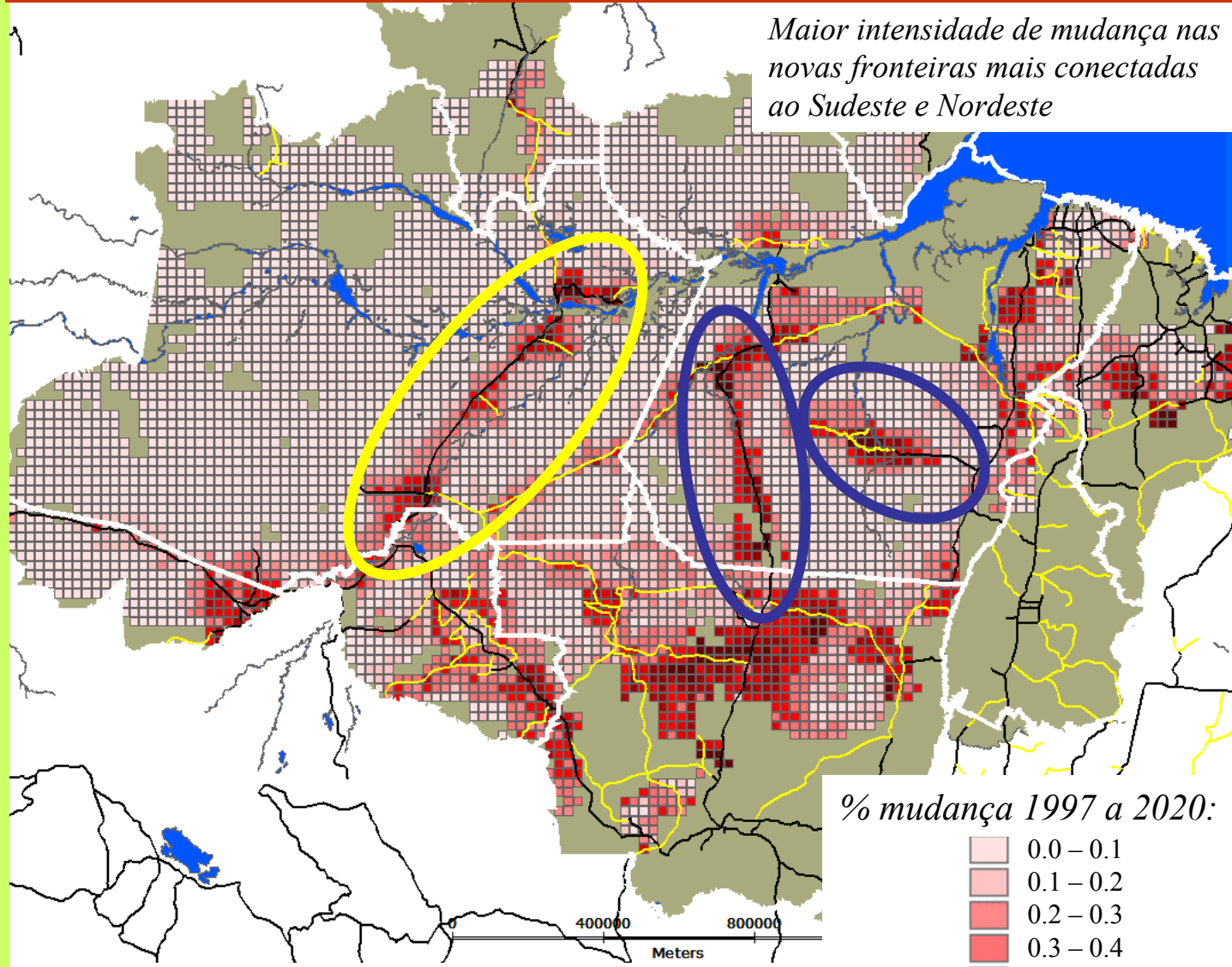
# Hot spots de mudança (1997 a 2020)

Cenário A

Cenário B

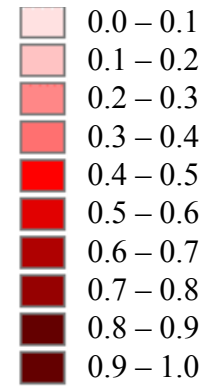
Cenário C

Cenário D



- Estradas pavimentadas (2010)
- Estradas não pavimentadas
- Rios principais
- Limites estaduais

% mudança 1997 a 2020:



# Hot spots de mudança (1997 a 2020)

Cenário A



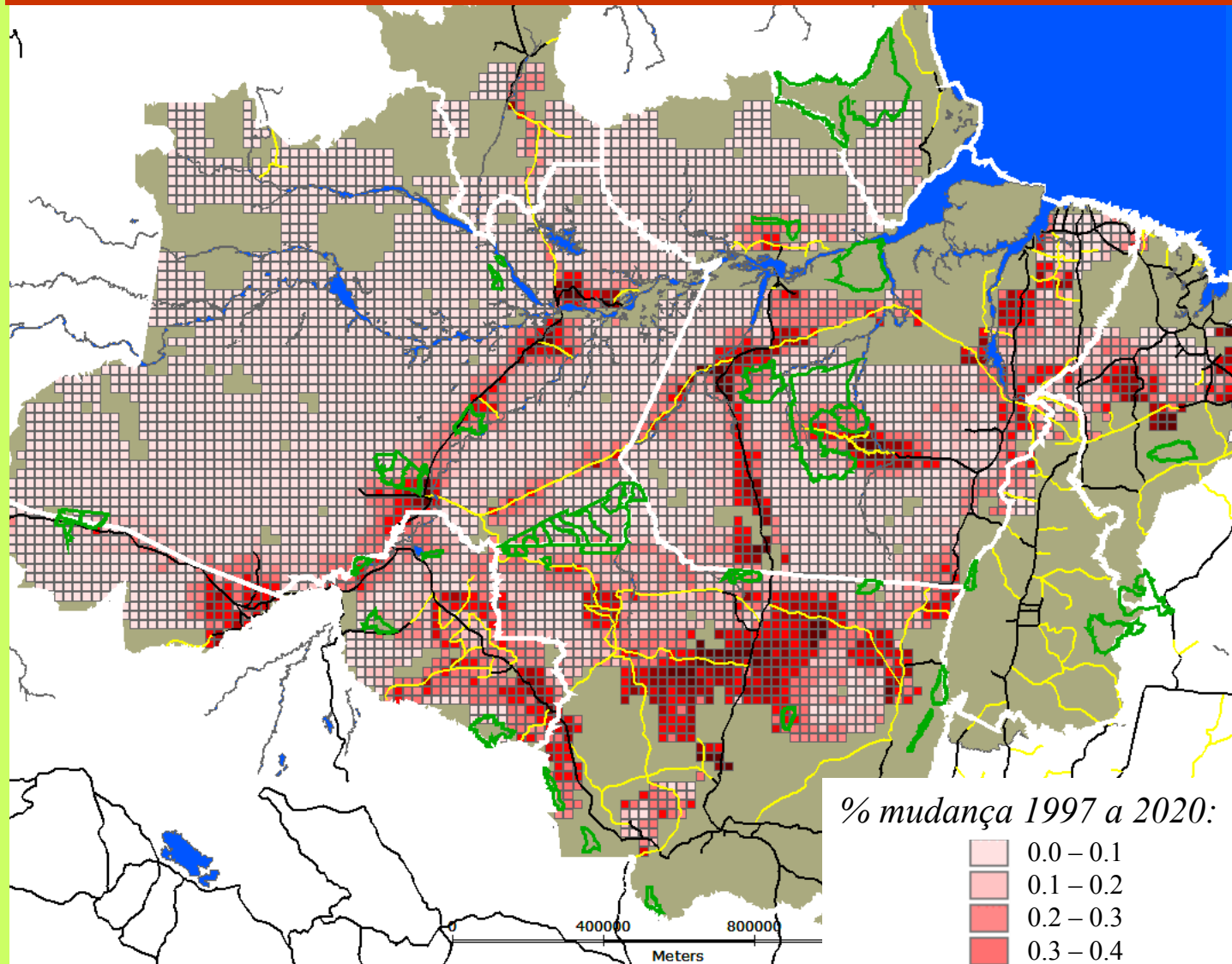
Cenário B



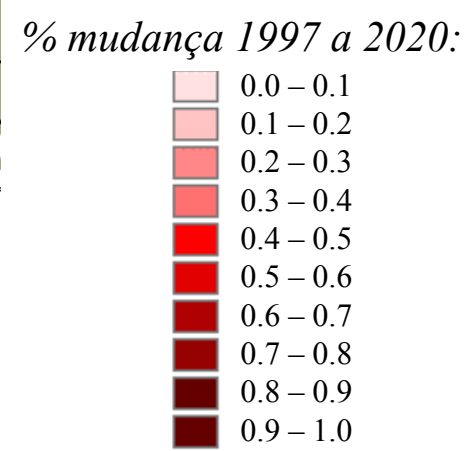
Cenário C



Cenário D



- Novas áreas protegidas (2004)
- Estradas pavimentadas (2010)
- Estradas não pavimentadas
- Rios principais
- Limites estaduais



# Hot spots de mudança (1997 a 2020)

Cenário A



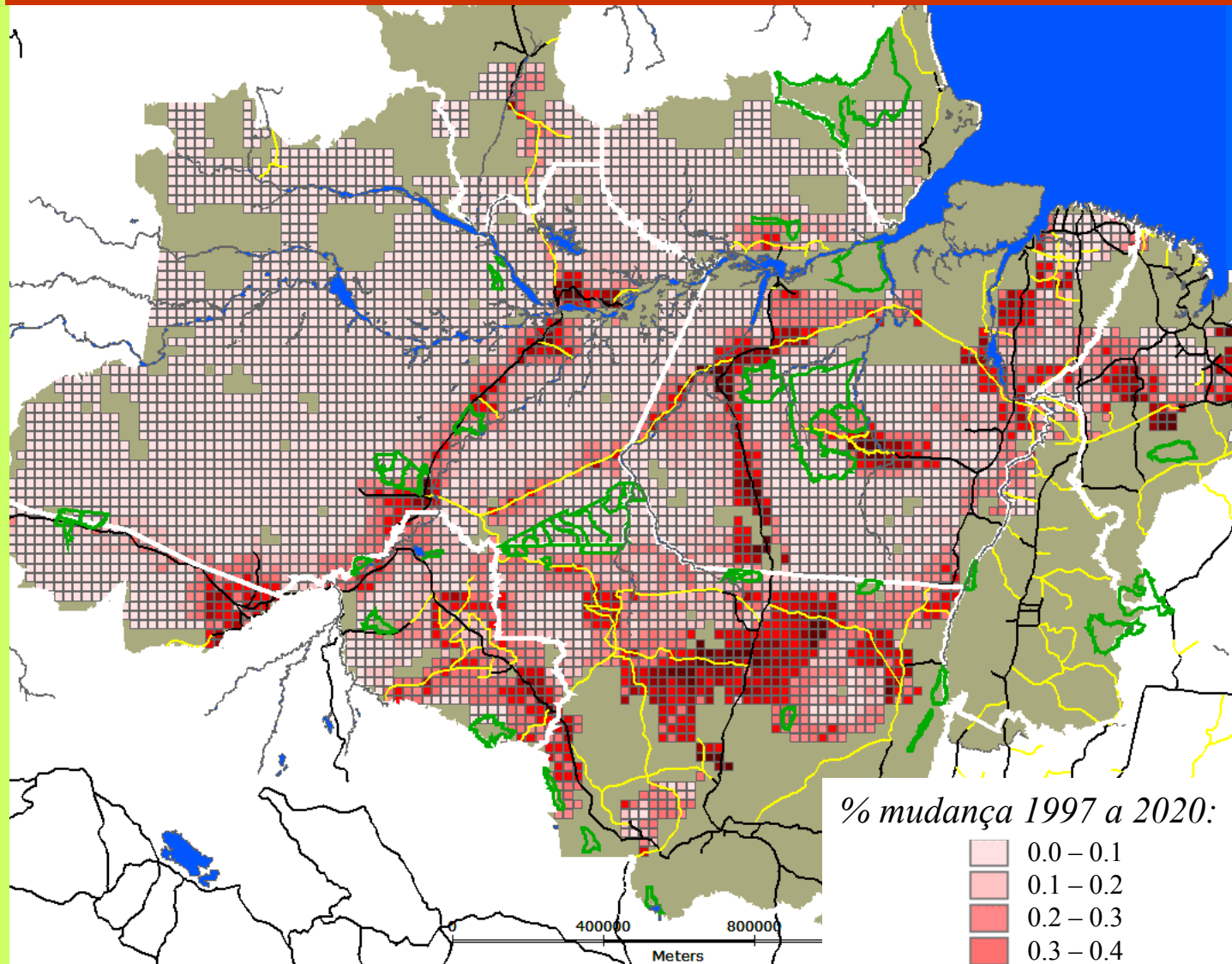
Cenário B



Cenário C



Cenário D



- Novas áreas protegidas (2004)
- Estradas pavimentadas (2010)
- Estradas não pavimentadas
- Rios principais
- Limites estaduais

% mudança 1997 a 2020:

- 0.0 – 0.1
- 0.1 – 0.2
- 0.2 – 0.3
- 0.3 – 0.4
- 0.4 – 0.5
- 0.5 – 0.6
- 0.6 – 0.7
- 0.7 – 0.8
- 0.8 – 0.9
- 0.9 – 1.0

40000 80000  
Meters

# Diferenças em relação ao Cenário A

Cenário A



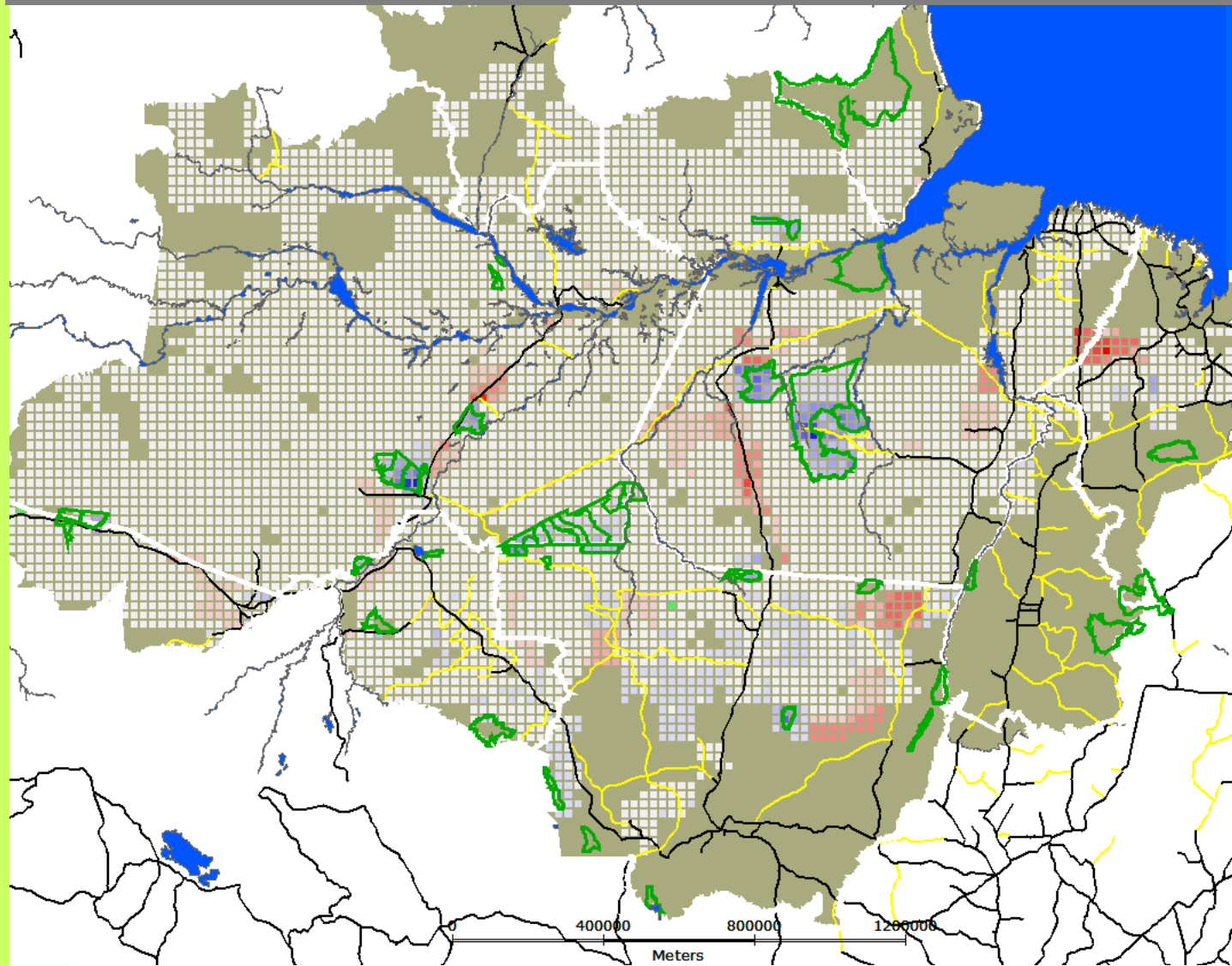
Cenário B



Cenário C



Cenário D



- Novas áreas protegidas (2004)
- Estradas pavimentadas (2010)
- Estradas não pavimentadas
- Rios principais
- Limites estaduais

## Diferenças no desflorestamento:

Diminuição: 0.0 -0.23

Aumento: 0.0 0.16

Aguiar et al., 2007

# Hot spots de mudança (1997 a 2020)

Cenário A



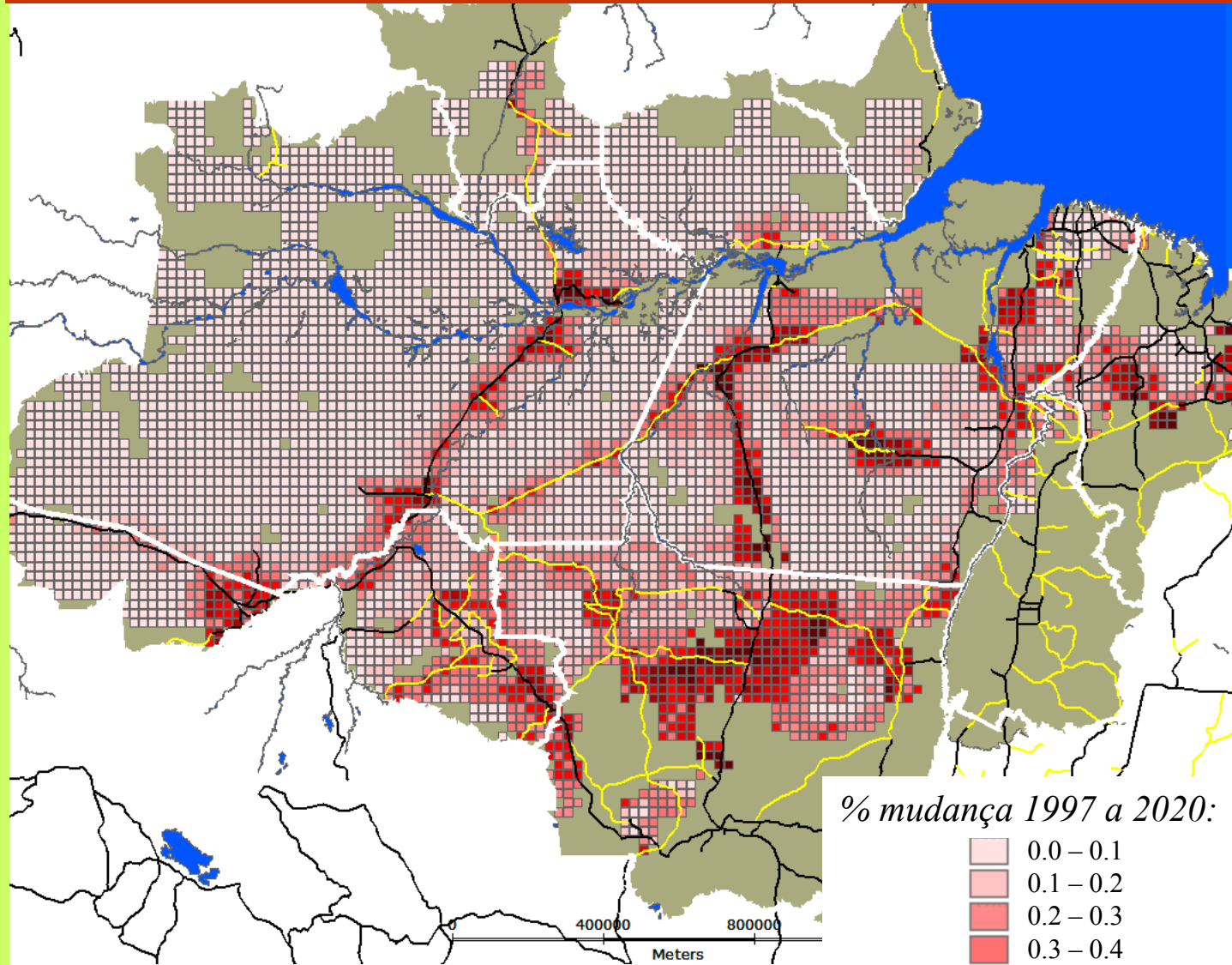
Cenário B



Cenário C



Cenário D



- Estradas pavimentadas (2010)
- Estradas não pavimentadas
- Rios principais
- Limites estaduais

% mudança 1997 a 2020:

0.0 – 0.1
0.1 – 0.2
0.2 – 0.3
0.3 – 0.4
0.4 – 0.5
0.5 – 0.6
0.6 – 0.7
0.7 – 0.8
0.8 – 0.9
0.9 – 1.0

# Hot spots de mudança (1997 a 2020)

Cenário A



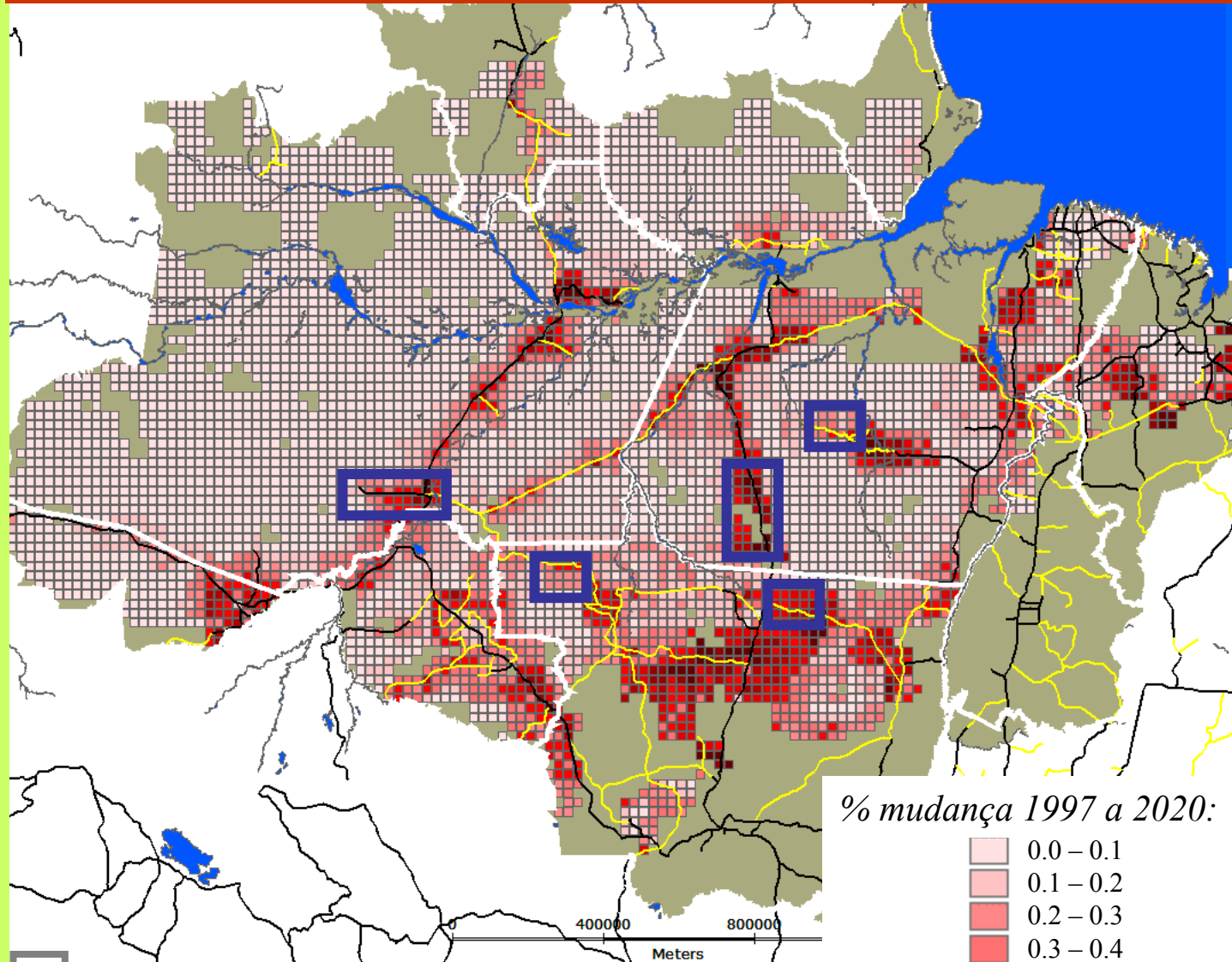
Cenário B



Cenário C



Cenário D



- Comando e controle local
- Estradas pavimentadas (2010)
- Estradas não pavimentadas
- Rios principais
- Limites estaduais

% mudança 1997 a 2020:

	0.0 – 0.1
	0.1 – 0.2
	0.2 – 0.3
	0.3 – 0.4
	0.4 – 0.5
	0.5 – 0.6
	0.6 – 0.7
	0.7 – 0.8
	0.8 – 0.9
	0.9 – 1.0



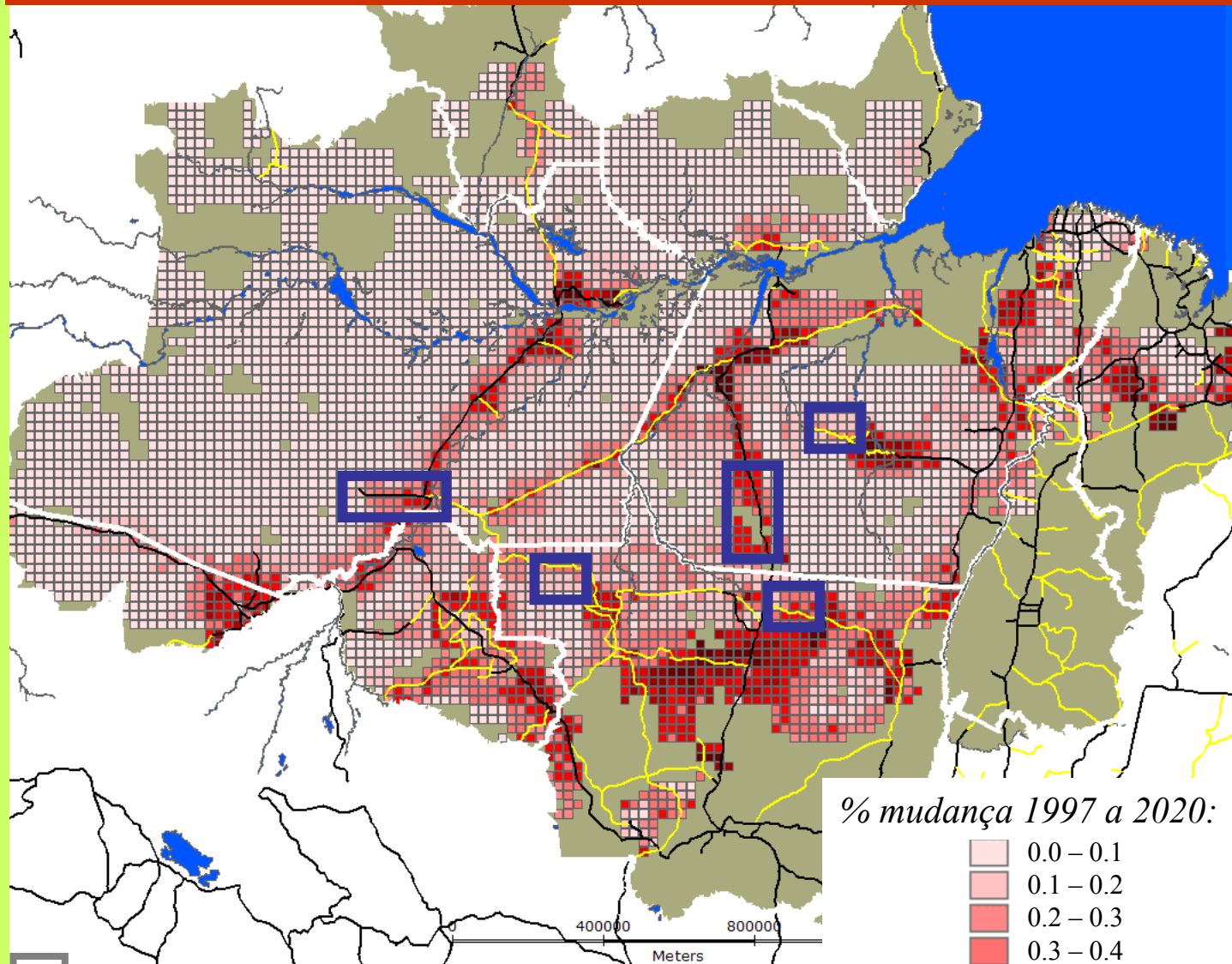
# Hot spots de mudança (1997 a 2020)

Cenário A

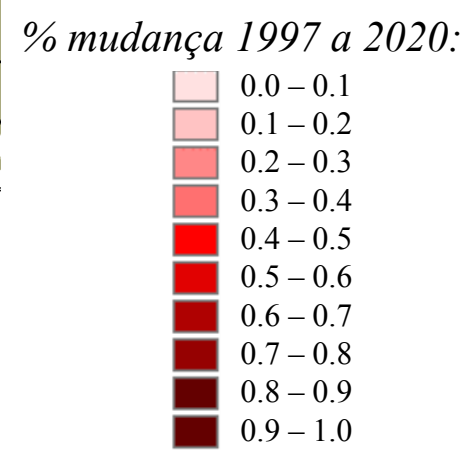
Cenário B

Cenário C

Cenário D



- Comando e controle local
- Estradas pavimentadas (2010)
- Estradas não pavimentadas
- Rios principais
- Limites estaduais



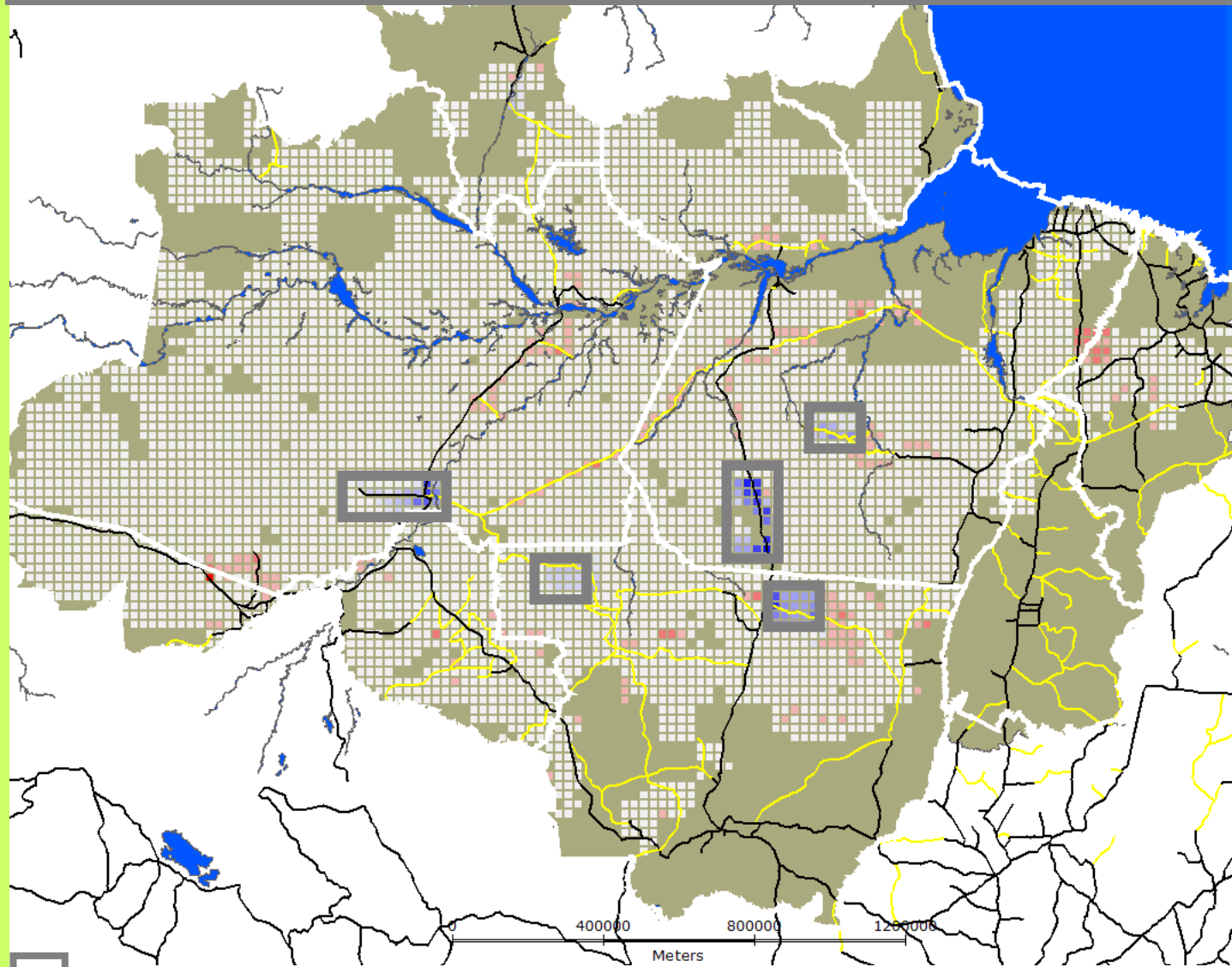
# Diferenças em relação ao Cenário B

Cenário A

Cenário B

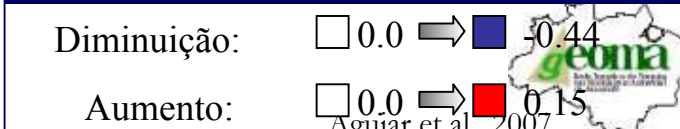
Cenário C

Cenário D

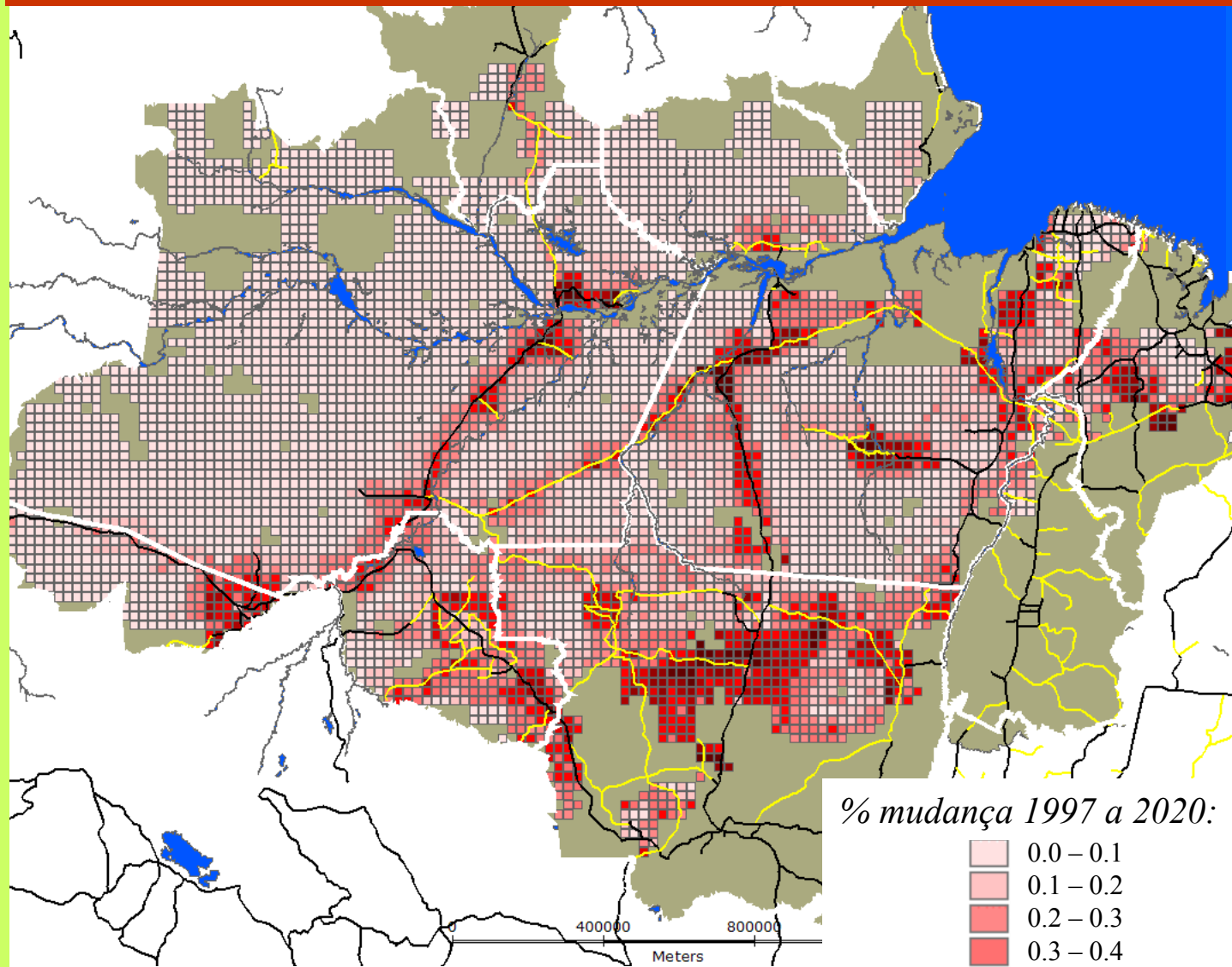
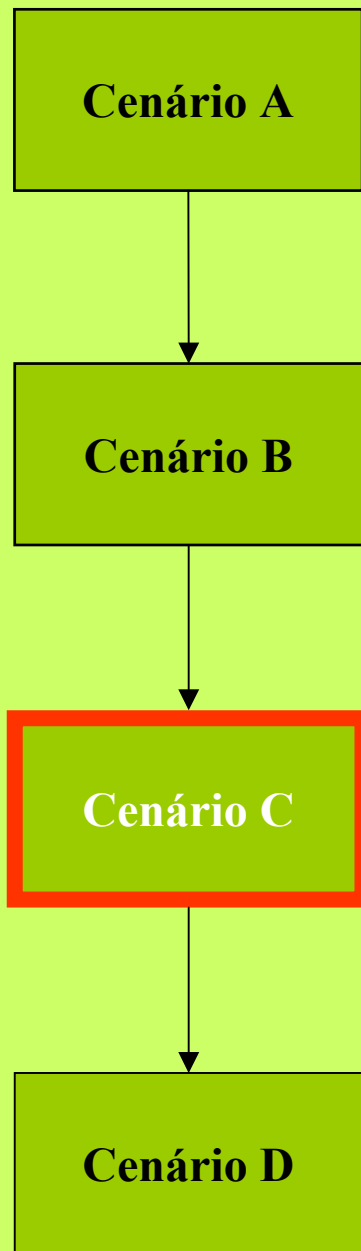


- Comando e controle local
- Estradas pavimentadas (2010)
- Estradas não pavimentadas
- Rios principais
- Limites estaduais

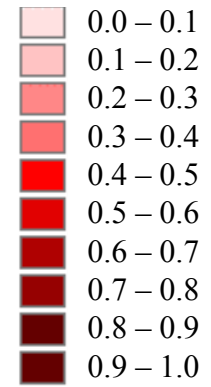
## Diferenças no desflorestamento:



# Hot spots de mudança (1997 a 2020)



% mudança 1997 a 2020:



- Estradas pavimentadas (2010)
- Estradas não pavimentadas
- Rios principais
- Limites estaduais

# Hot spots de mudança (1997 a 2020)

Cenário A



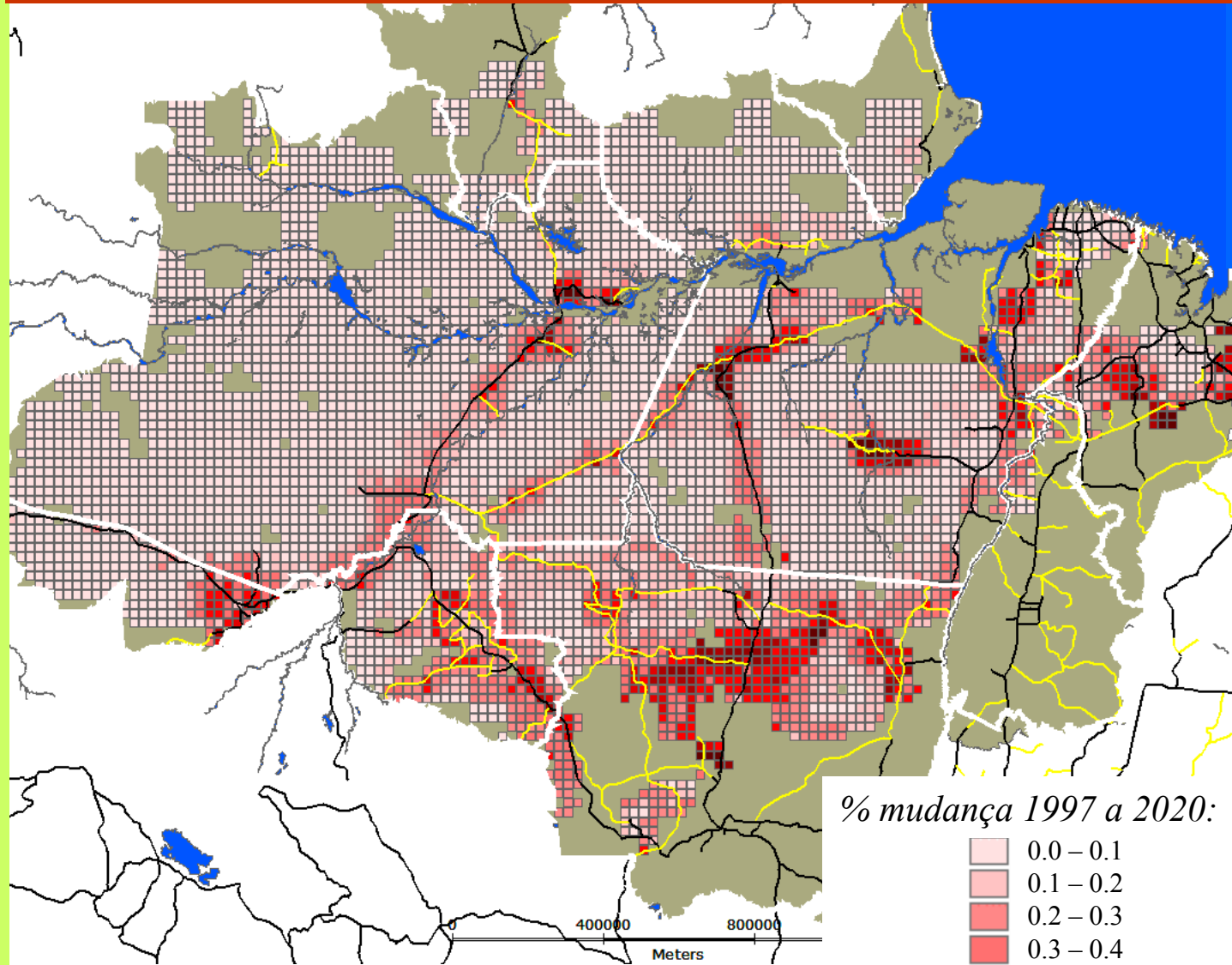
Cenário B



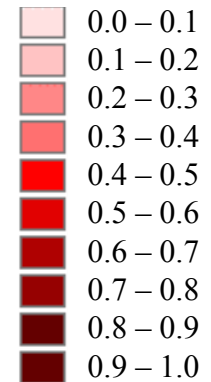
Cenário C



**Cenário D**



*% mudança 1997 a 2020:*



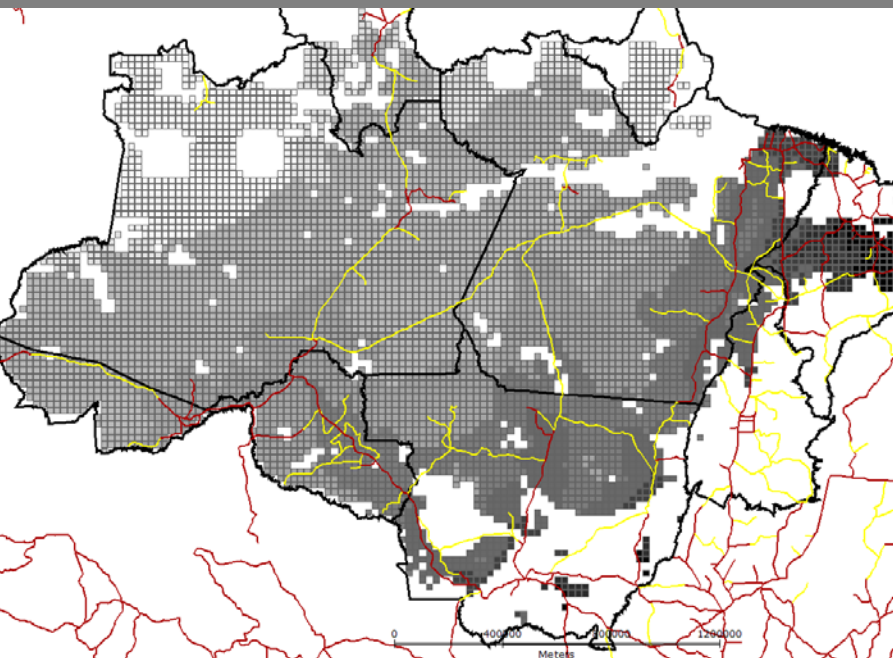
- Estradas pavimentadas (2010)
- Estradas não pavimentadas
- Rios principais
- Limites estaduais



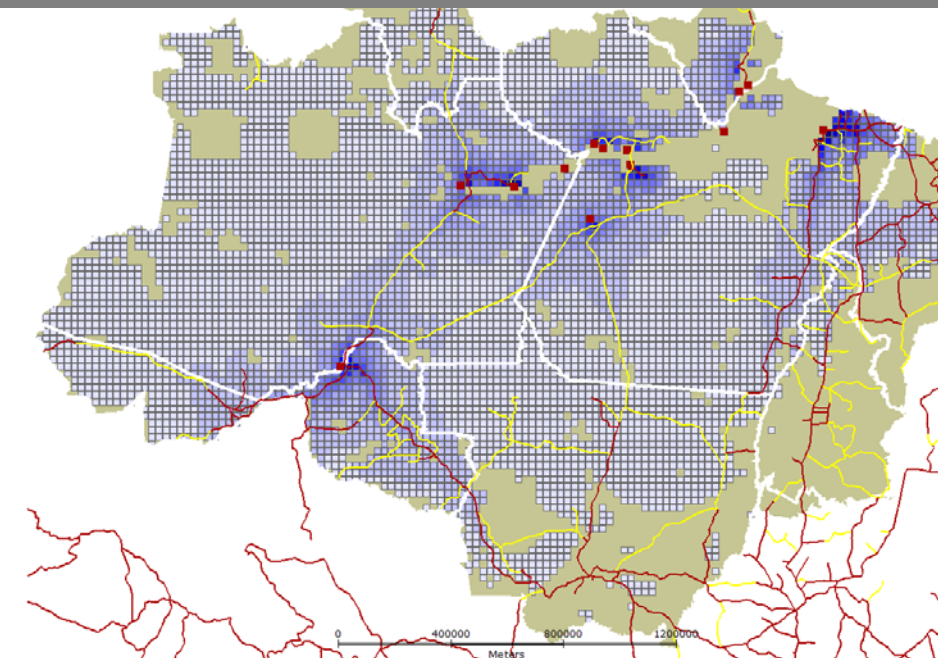
## Principais conclusões

- Entender melhor interações intra-regionais entre pressão do mercado e políticas públicas
- Refinar medidas de conexão para diferentes atividades (e.g., mercado da carne, de grãos, etc.)

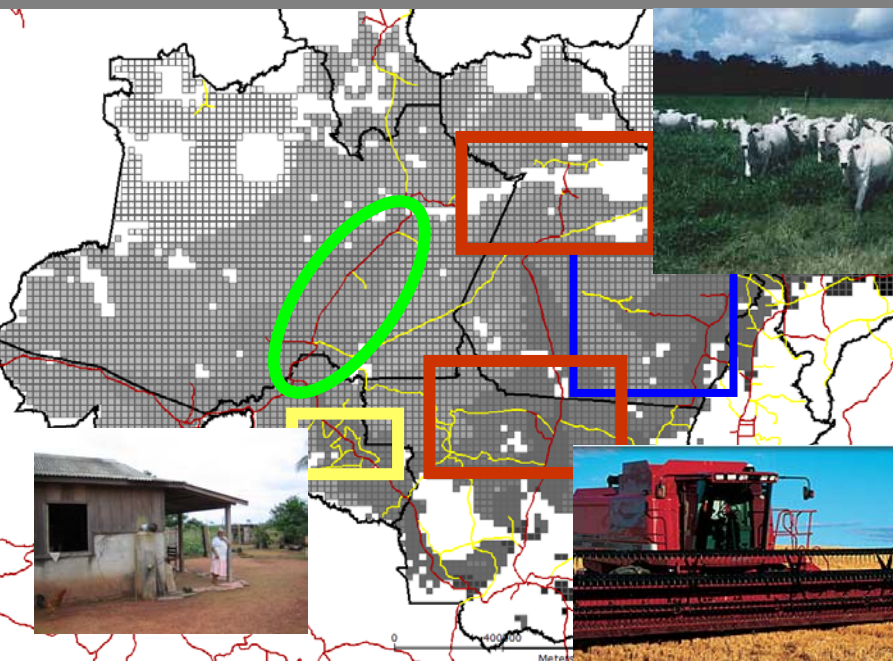
Conexão a mercados (1997)



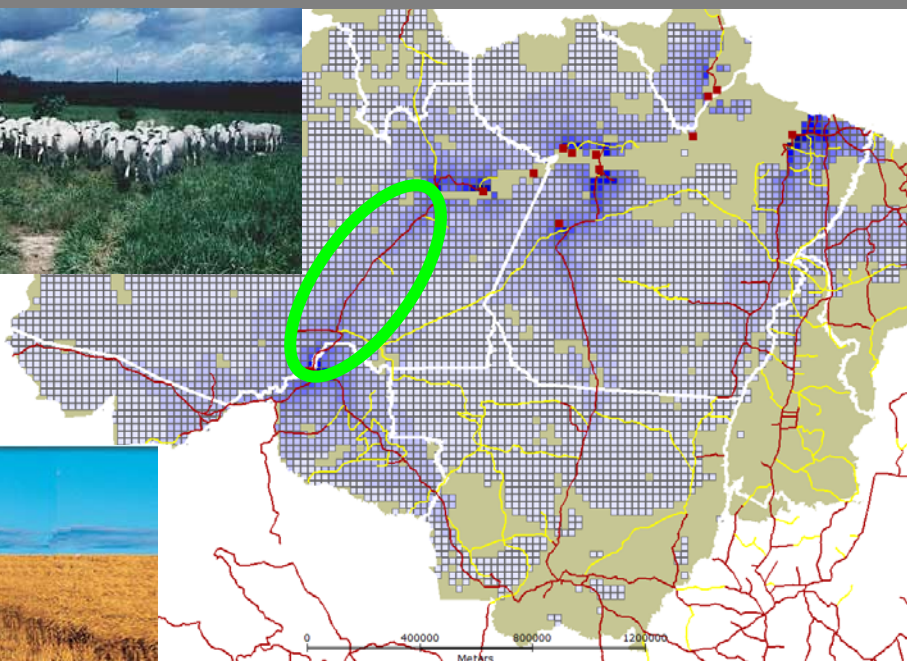
Conexão a portos (1997)



Conexão a mercados (2010)

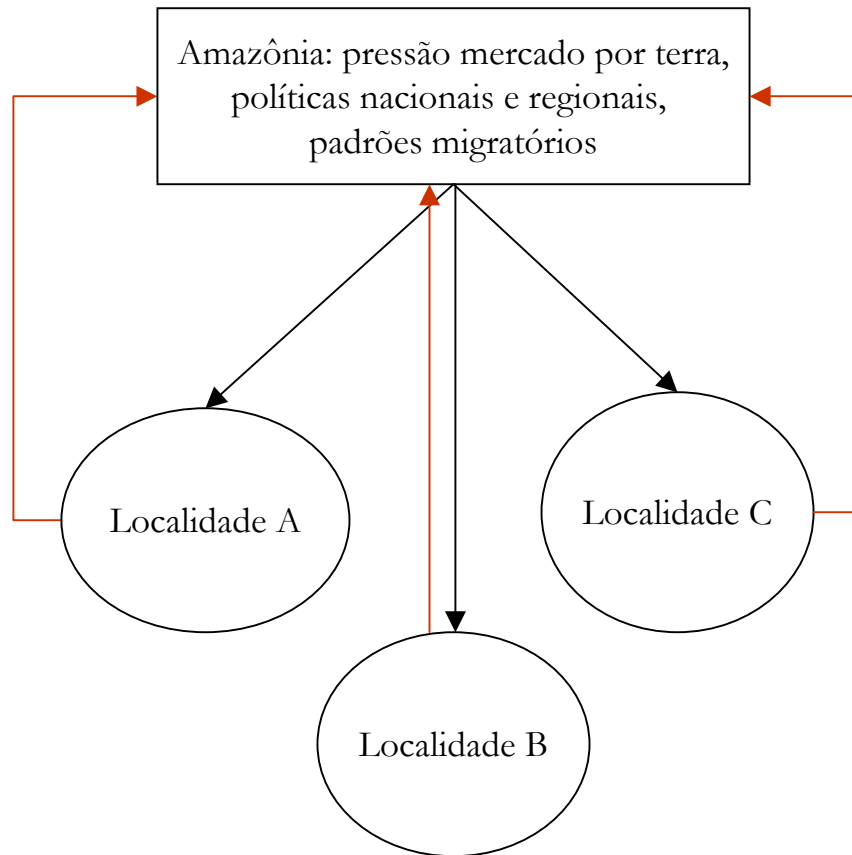


Conexão a portos (2010)





Visão de futuro: cenários regionais e locais *multi-escala, multi-localidade, multi-abordagem*



**Atores, processos, usos diferenciados**

**Condições locais diferenciadas:**

- biofísicas,
- culturais,
- estrutura agrária,
- nós locais de cadeias produtivas,
- conectividade a mercados

**Políticas públicas e cenários diferenciados**



Abordagens de modelagem diferenciadas

Foco na derivação de indicadores sócio-econômicos dos efeitos de diferentes políticas





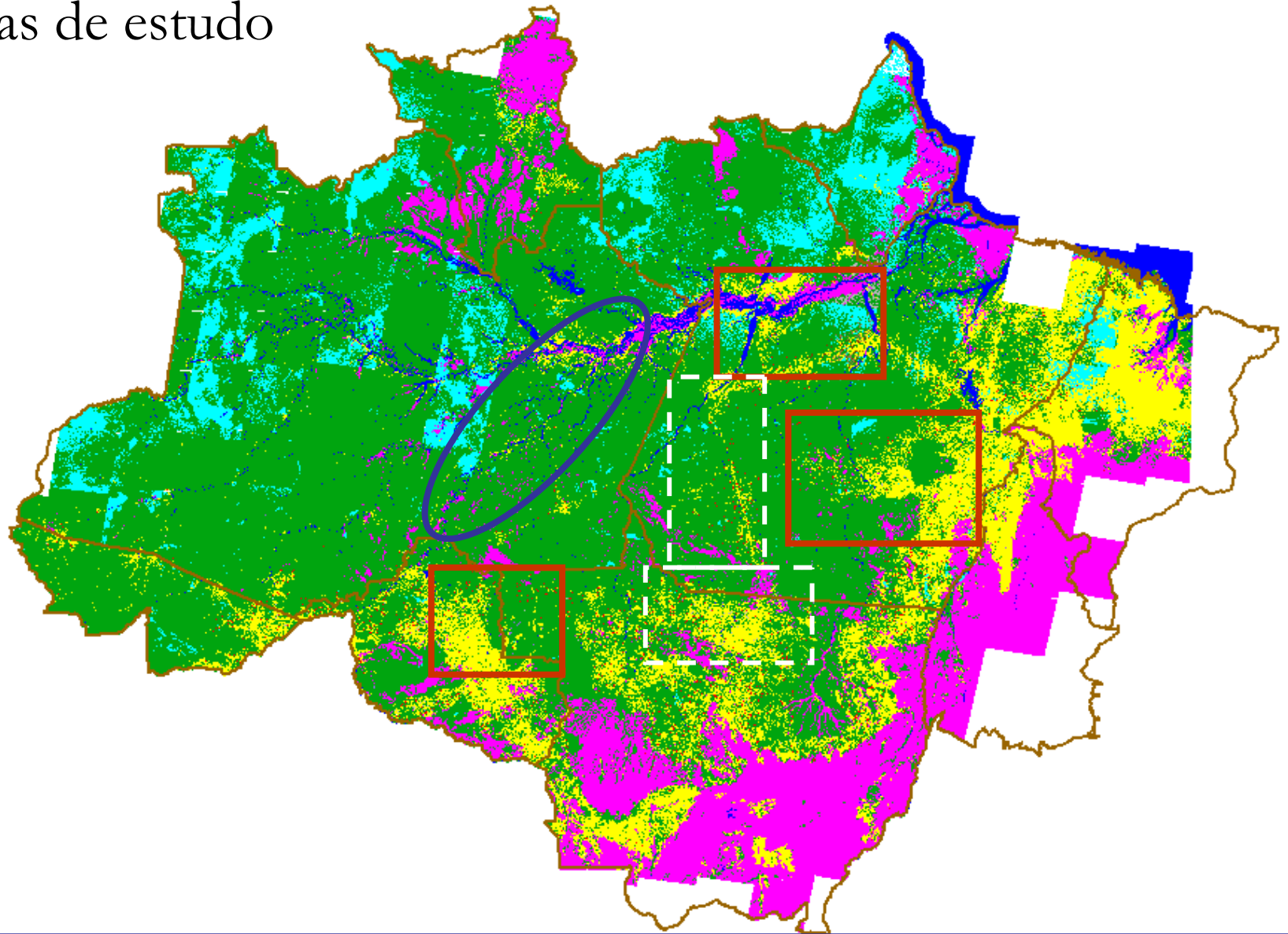
# Estudos em andamento





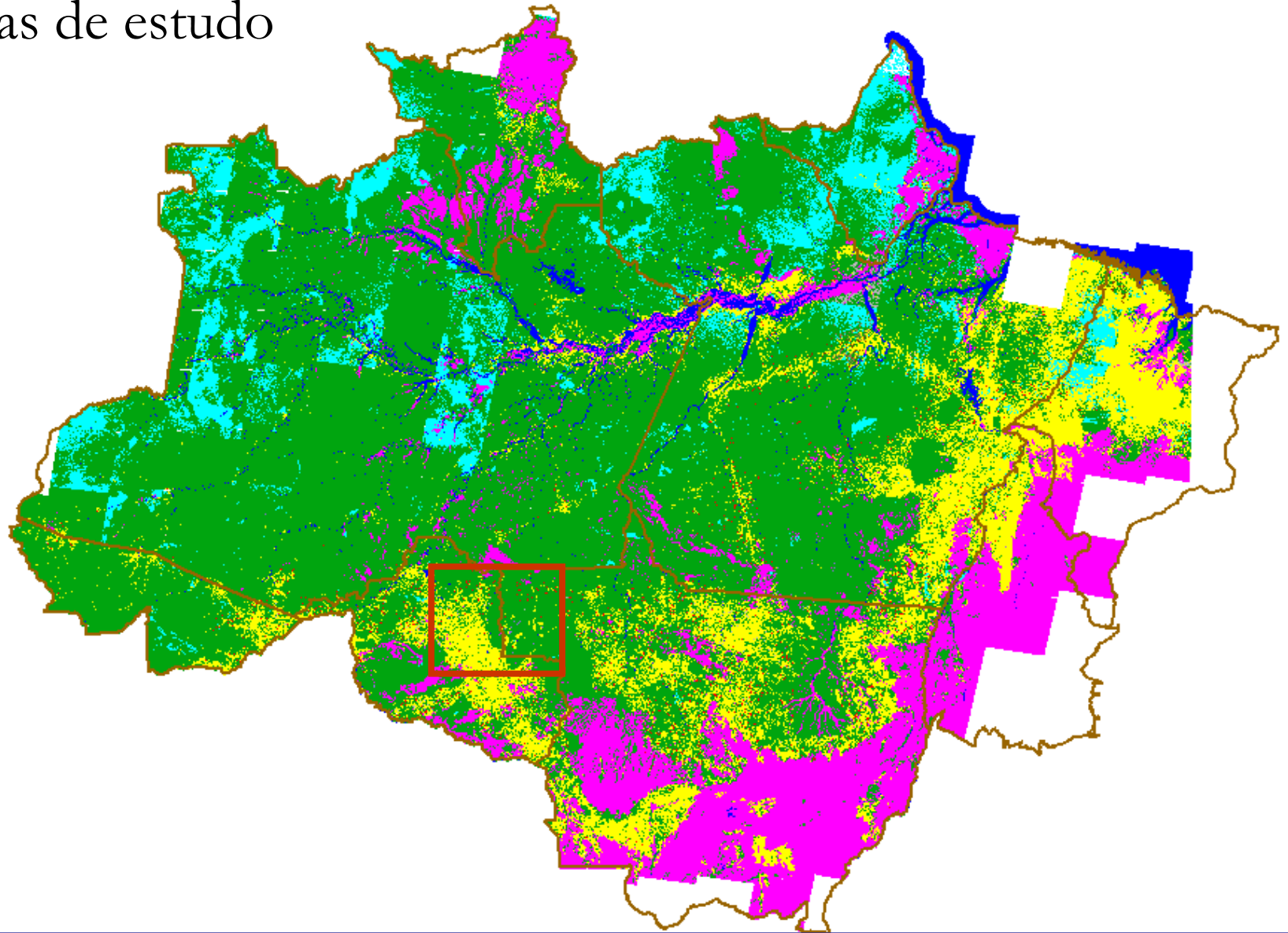


# Áreas de estudo





# Áreas de estudo





# Modelagem na região de Machadinho do Oeste/Rondônia

Em parceria com:

Wageningen University

Dr. Tom Veldkamp

Dr. Peter Verburg



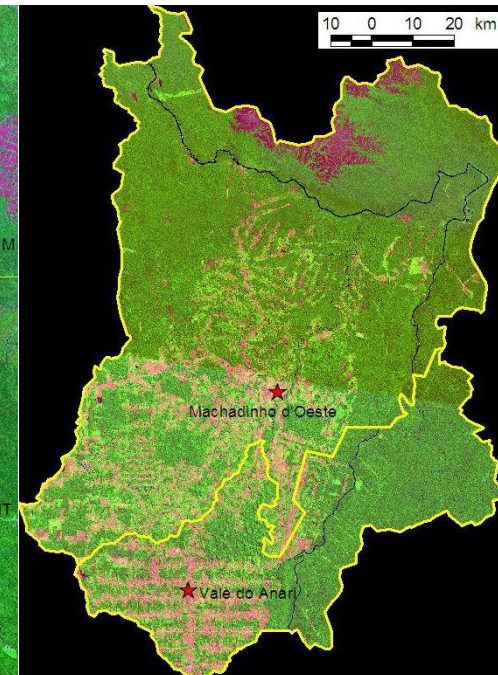
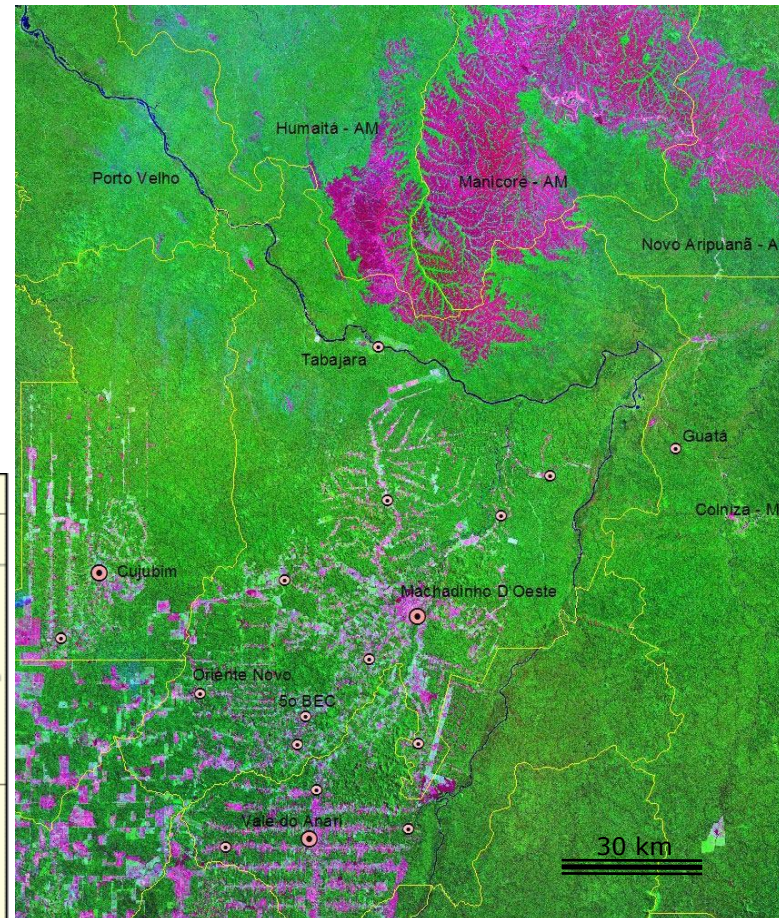
# Rondônia – Objetivos e área de estudo

- Construir modelos LUCC (floresta, vegetação secundária e desmatamento) para Machadinho e V. do Anari em duas escalas incorporando:
  - mecanismos de feedback; e
  - o contexto de uma nova frente de expansão que abrange o Norte do MT e o Sul do Amazonas.
- Estes modelos visam trabalhar com cenários de Políticas Públicas e a ênfase é na aplicação e adaptação do CLUE-S.

## Tese de Doutorado de Luciana Soler

Dr. Peter Verburg, Prof. Tom Veldkamp – WUR, Netherlands

Dr. Isabel Escada, Prof. Gilberto Câmara – INPE, Brazil





## Rondônia – Cenário atual

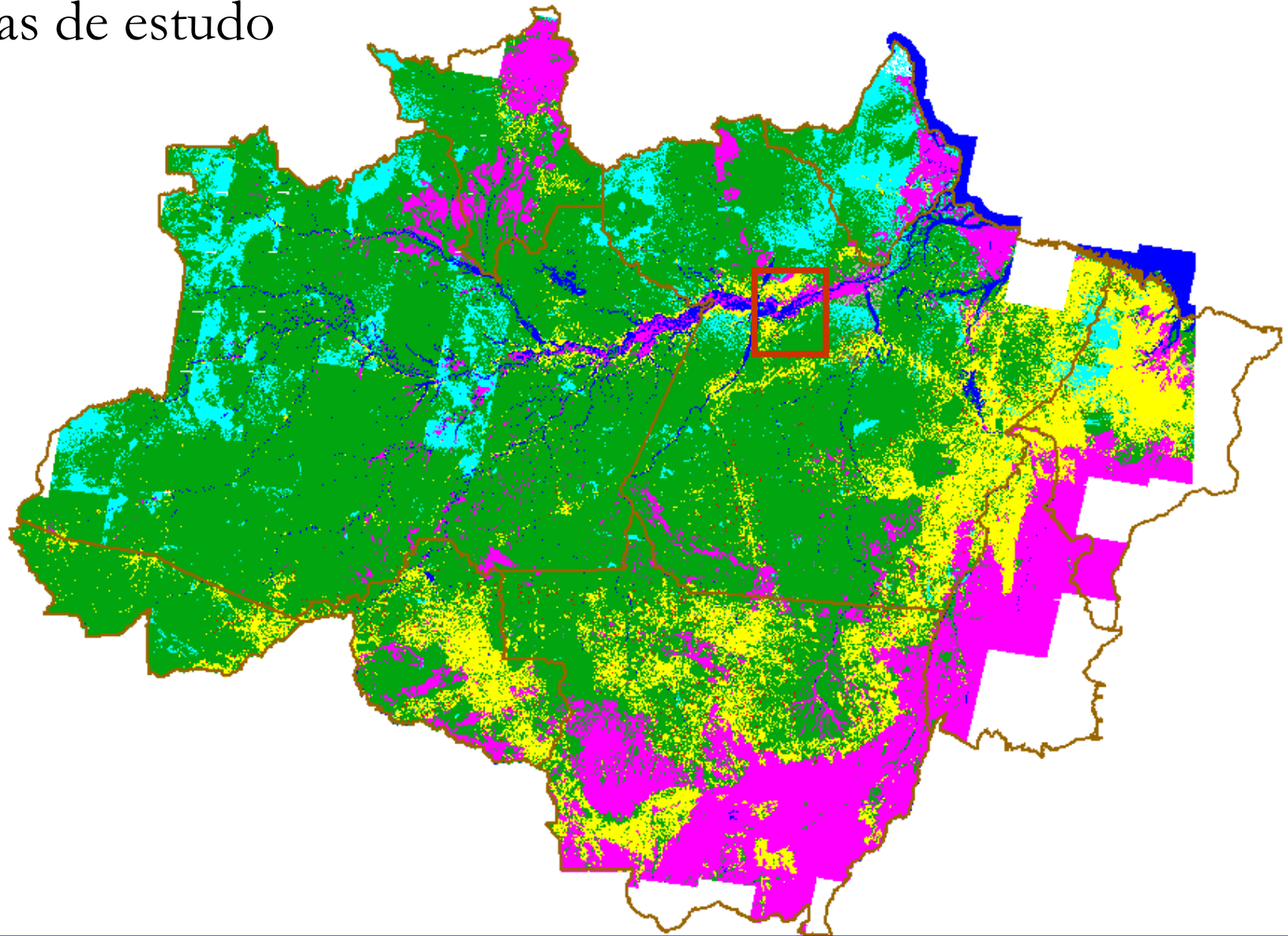
- Falta de políticas econômicas apropriadas aos projetos de assentamento.
- Efeitos
  - Empobrecimento
  - Concentração de terra
  - Êxodo Rural
- Perspectivas:
  - Relação com novas áreas de ocupação em MT e Sul do Amazonas
  - Alternativas de políticas públicas para a região, em cenários alternativos
  - Modelos multi-escala em ambiente TerraME



Fotos: Luciana Soler



# Áreas de estudo





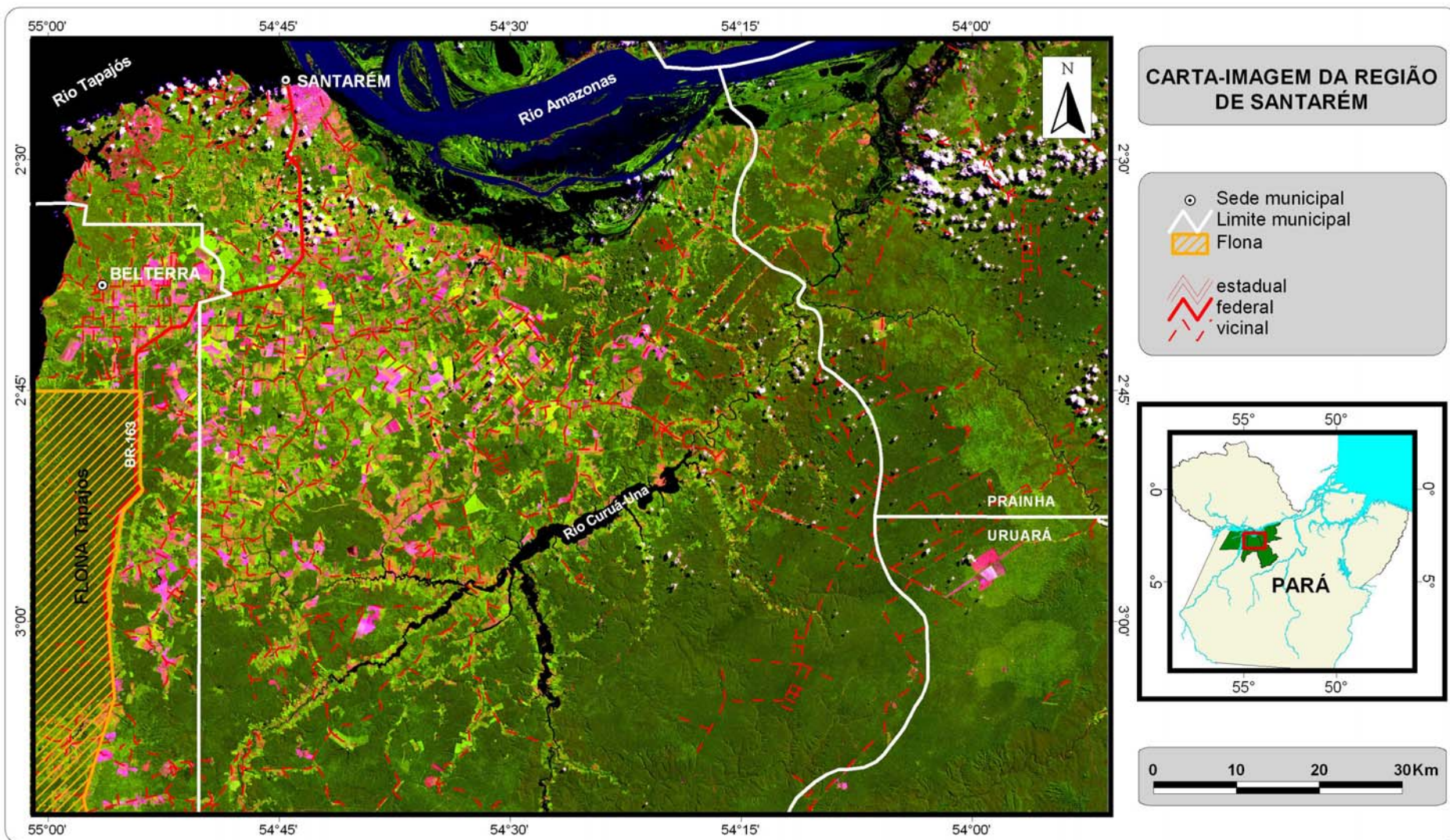
# Modelagem na região de Santarém: expansão da agricultura capitalizada

Em parceria com:

Emprapa Amazônia Oriental

Dr. Adriano Venturieri

Andréa Coelho (Dissertação de Mestrado)









# Modelagem Santarém - Objetivos:

Entender transições e fatores determinantes (1986-2006)

- Floresta
- Pastagem
- Capoeira
- Agricultura capitalizada
- Agricultura familiar
- Adaptar modelo de alocação em TerraME para as características da região;
- Ligar cenários qualitativos construídos no âmbito do ZEE da BR 163 aos modelos quantitativos;
  - Analisar alternativas de políticas públicas dentro do contexto dos cenários ZEE (2020), servindo como subsídio ao processo de tomada de decisão e negociação entre atores.
  - Ser um piloto para atividades semelhantes na área do ZEE BR 163.

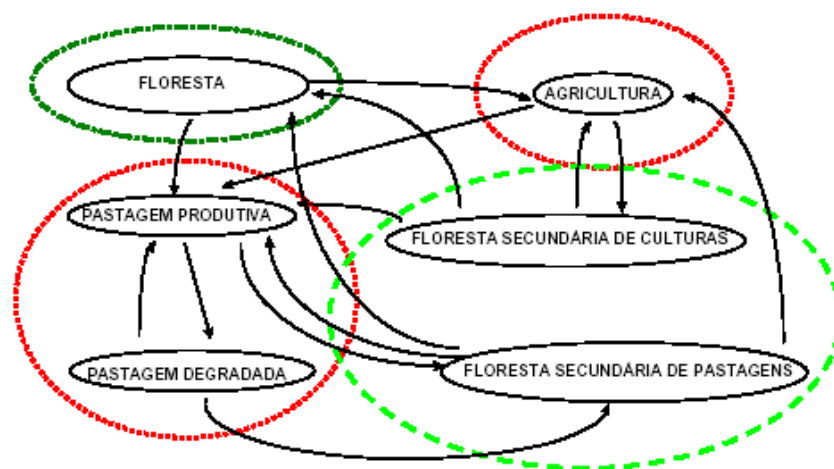
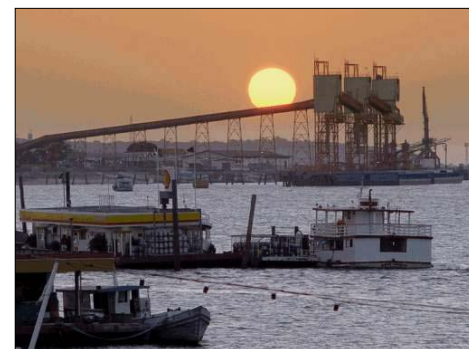


Fig. 2.20 - Estados e transições da dinâmica de uma paisagem amazônica de fronteira de colonização. As linhas tracejadas representam o modelo adotado por este trabalho. Fonte: FEARNSIDE (1996)

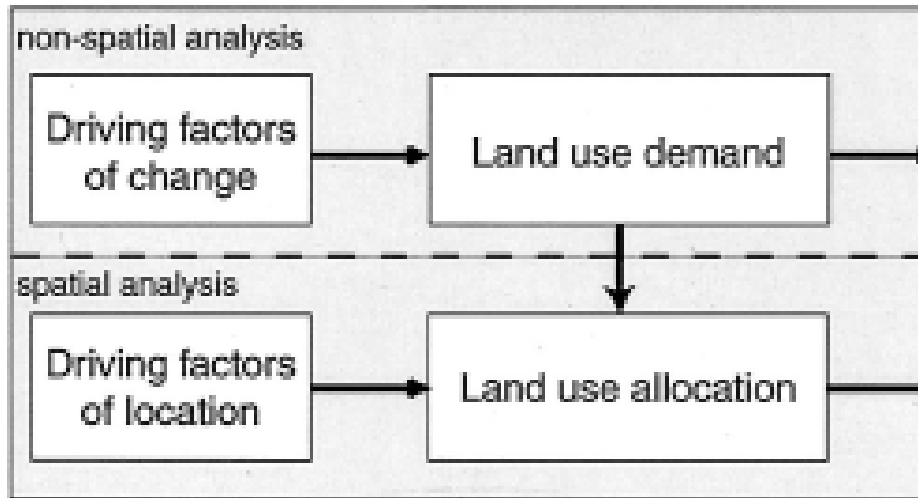


Santarém, PA – Cargill grain port  
2005. Foto: Carlos Stefen

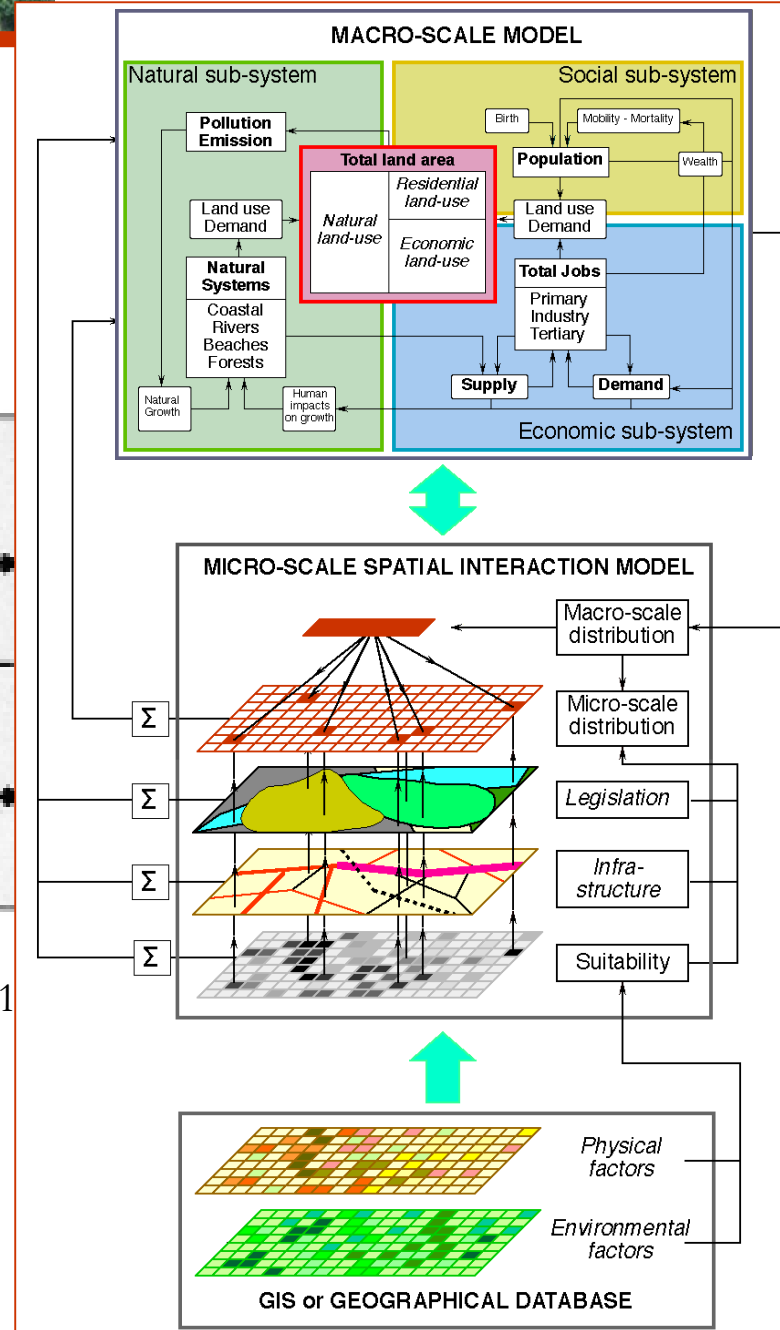


# Modelo de alocação: celular

Top-down

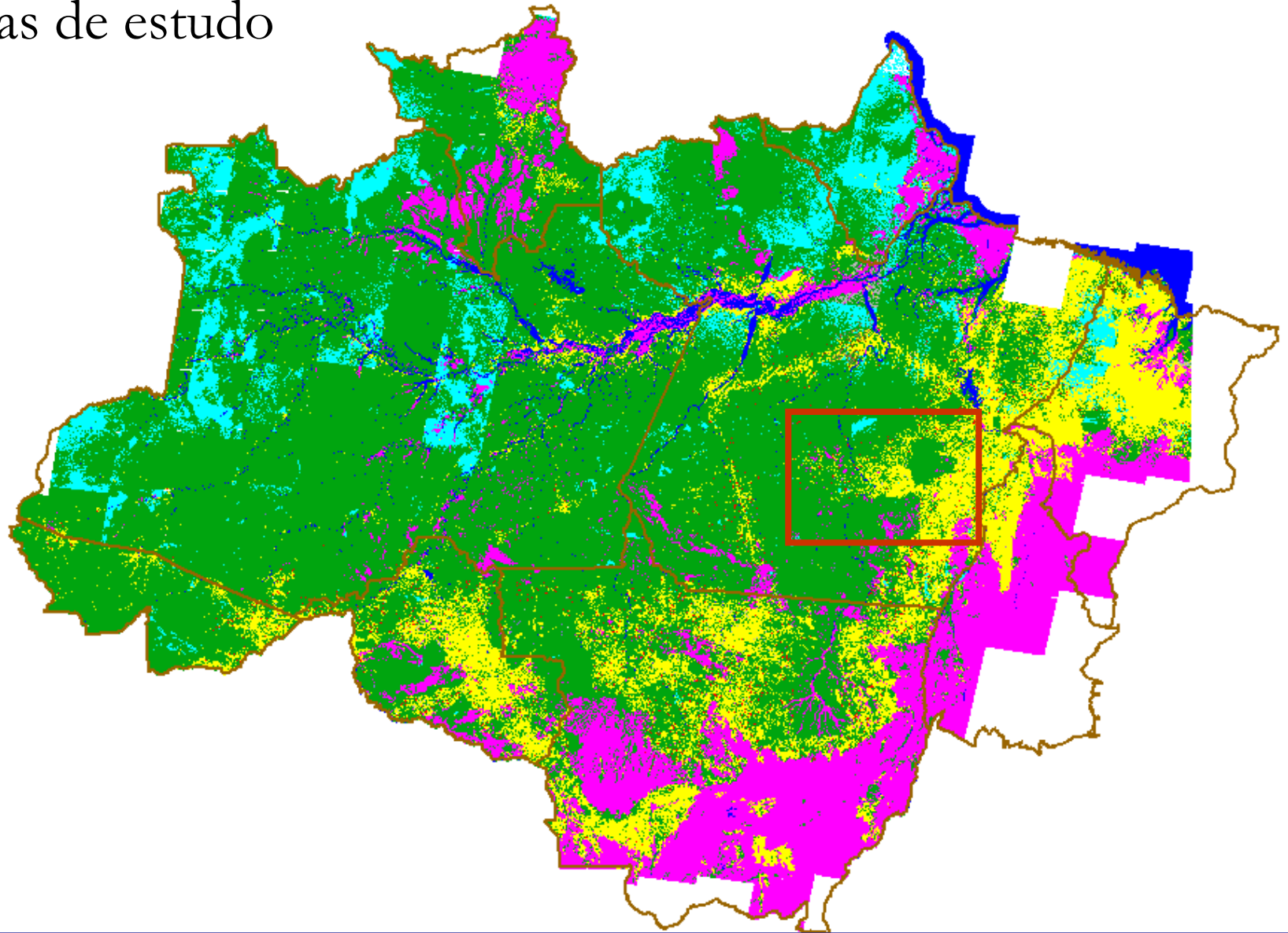


Fonte: Verburg et al, Env. Man., Vol. 30, No. 3, pp. 391





# Áreas de estudo





# Modelagem São Felix do Xingu: cenários de expansão da pecuária

Em parceria com:

Museu Emílio Goeldi

Dra. Ima Vieira

Arlete Almeida

Carmem Américo

Magno Macedo

Embrapa Oriental

Dr. Jonas Veiga

UFPA/Economia

Dr. Sergio Rivero

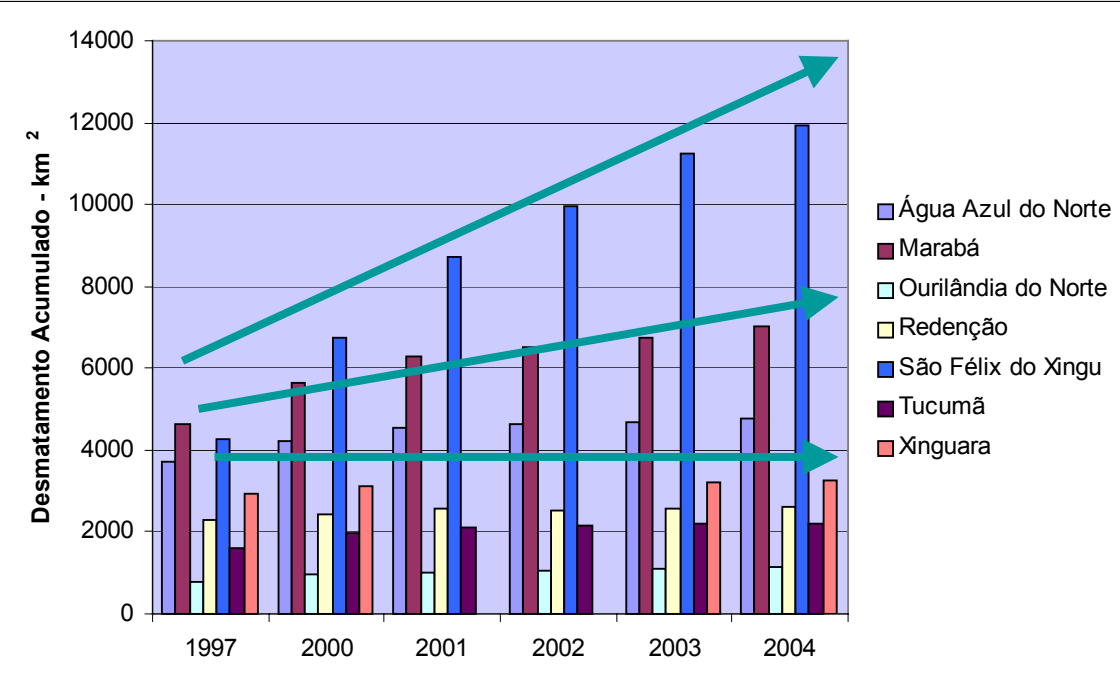
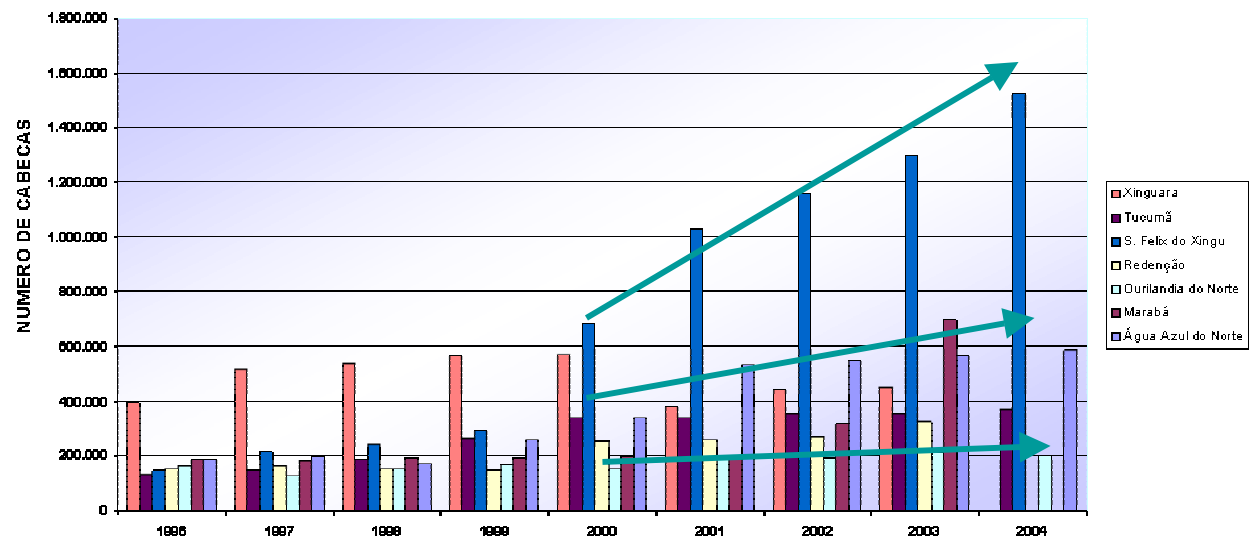
UFOP

Dr. Tiago Carneiro





EVOLUCAO DO REBANHO BOVINO NA AREA ESTUDADA

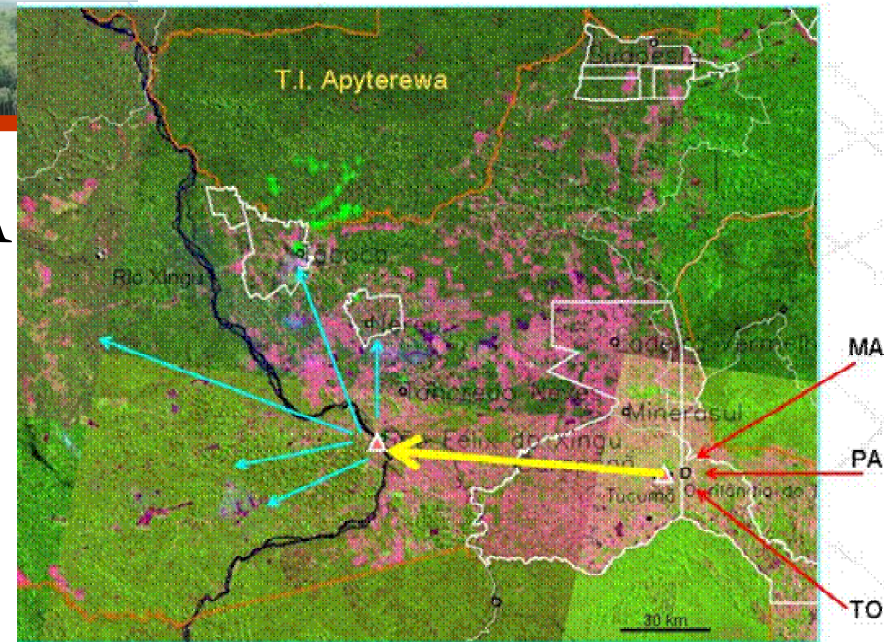


**Museu Paraense Emílio Goeldi e Embrapa Oriental**

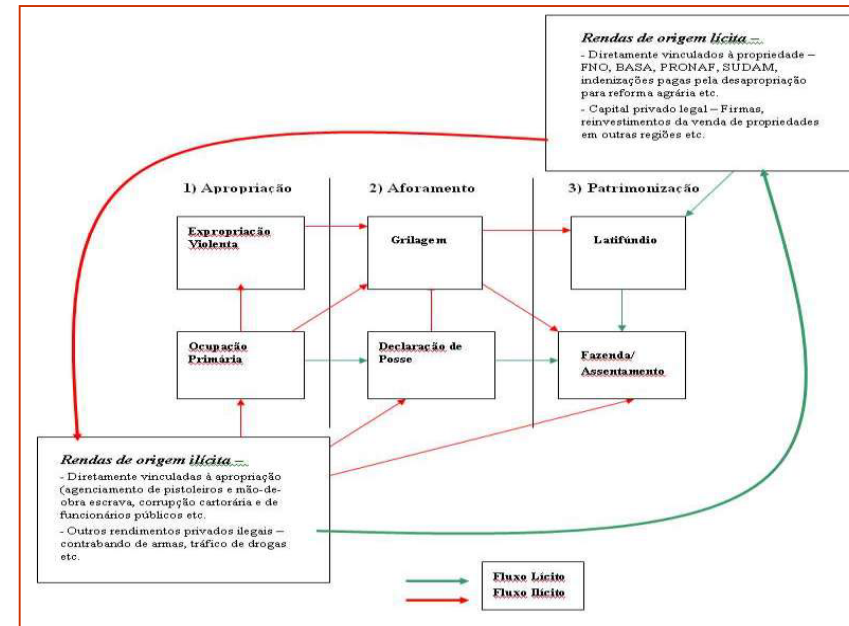


# Projeto Integrado - GEOMA

- Papel da Pecuária na estruturação do espaço na frente pioneira
- Dinâmica populacional e o papel das redes
- Dinâmica Fundiária
- Dinâmica da Paisagem



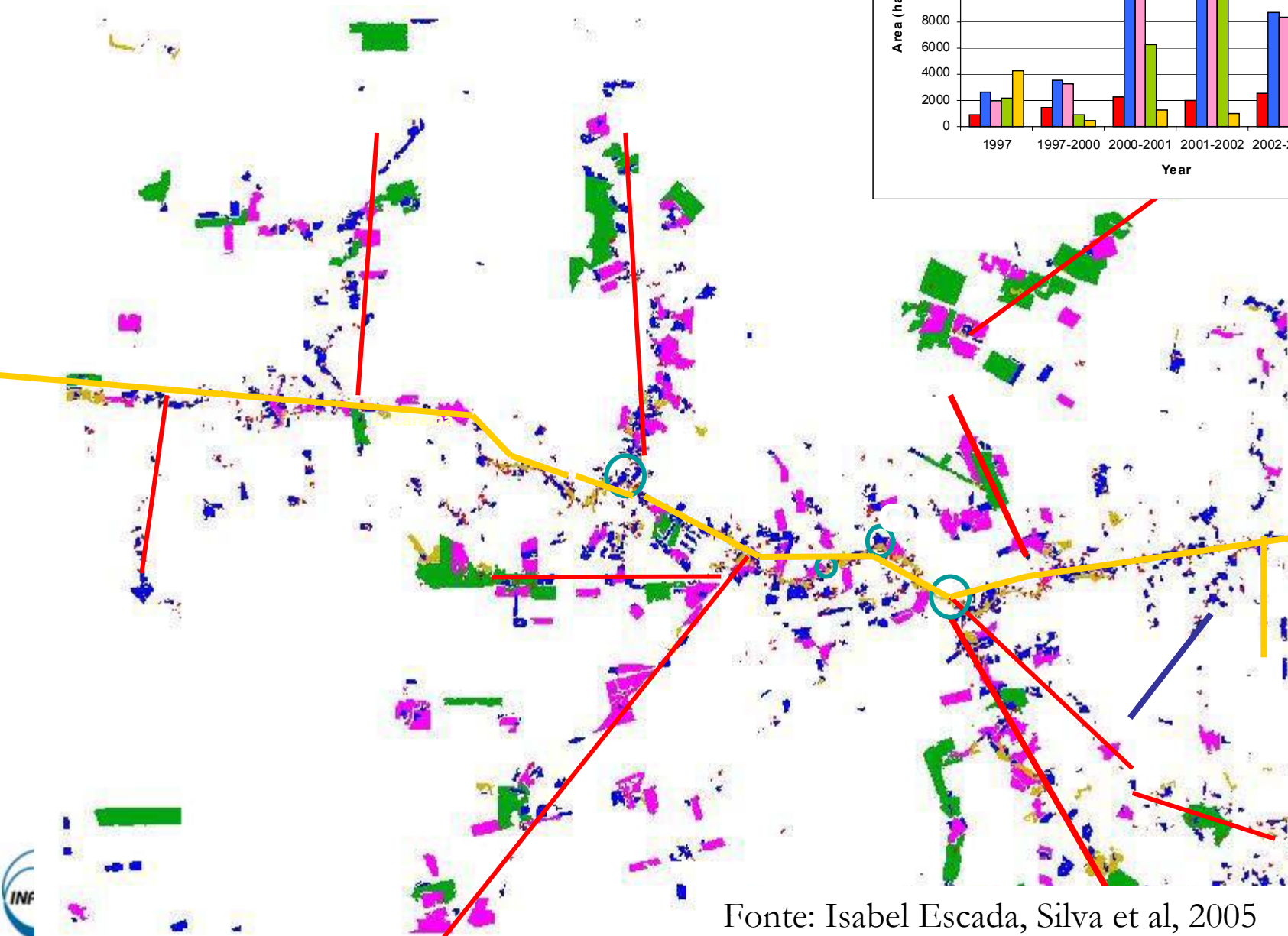
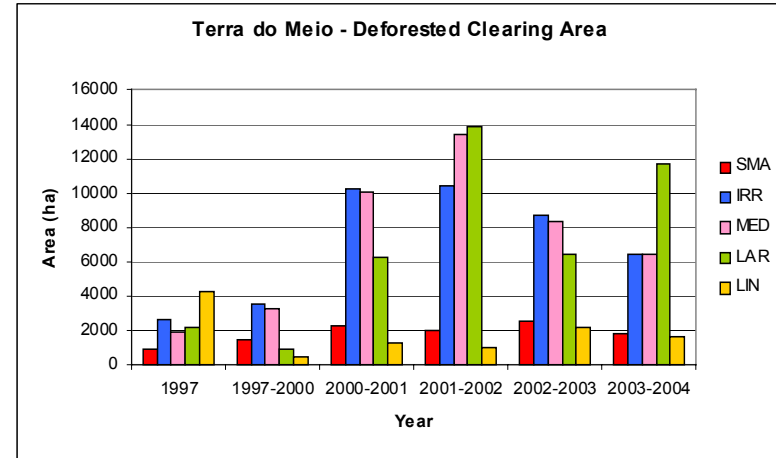
Fonte: Silvana Amaral Kempel



Fonte: Roberto Araújo, Isabel Escada



# Terra do Meio 1997 - 2004



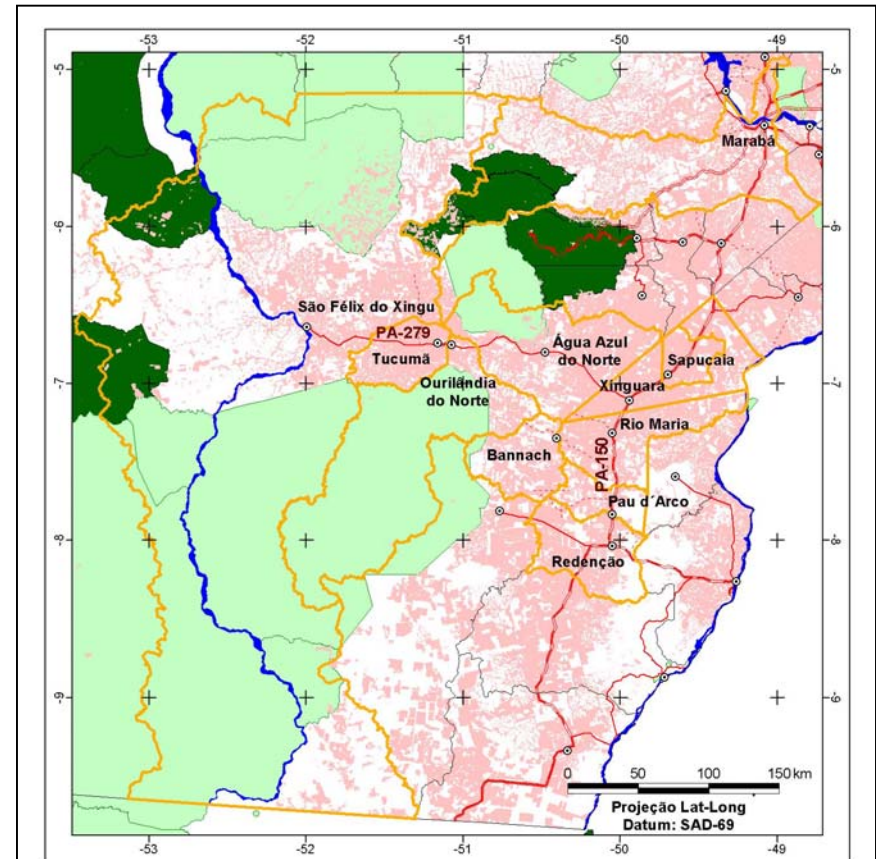
Fonte: Isabel Escada, Silva et al, 2005





# Modelagem Pecuária São Félix do Xingu/Iriri – Objetivos:

- Modelar com abordagens complementares e múltiplas escalas diferentes aspectos da questão da pecuária;
- Projetar futuros possíveis e desejáveis para a região;
- Foco em políticas de ordenamento territorial, tecnologia, crédito versus estruturação da cadeia de mercado da carne.



REGIÃO SUL E SUDESTE DO ESTADO DO PARÁ

Convenções Cartográficas

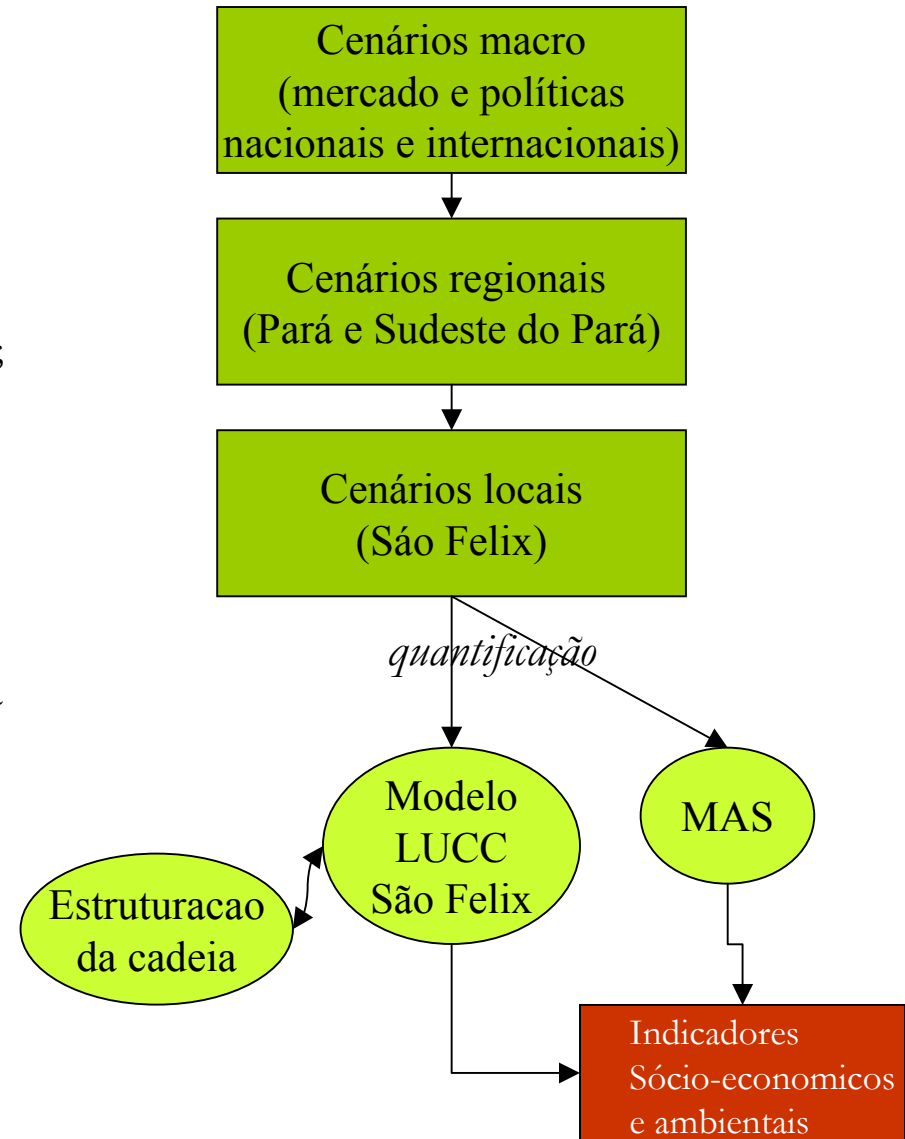
Limite Municipal	<b>RODOVIAS</b>
Municípios Envolvidos na Pesquisa	Pavimentada
Sede Municipal	Não Pavimentada
Desflorestamento Total em 2003	Vicinais
Terras Indígenas	Ferrovias
Áreas Especiais	Rios Principais





# Componentes

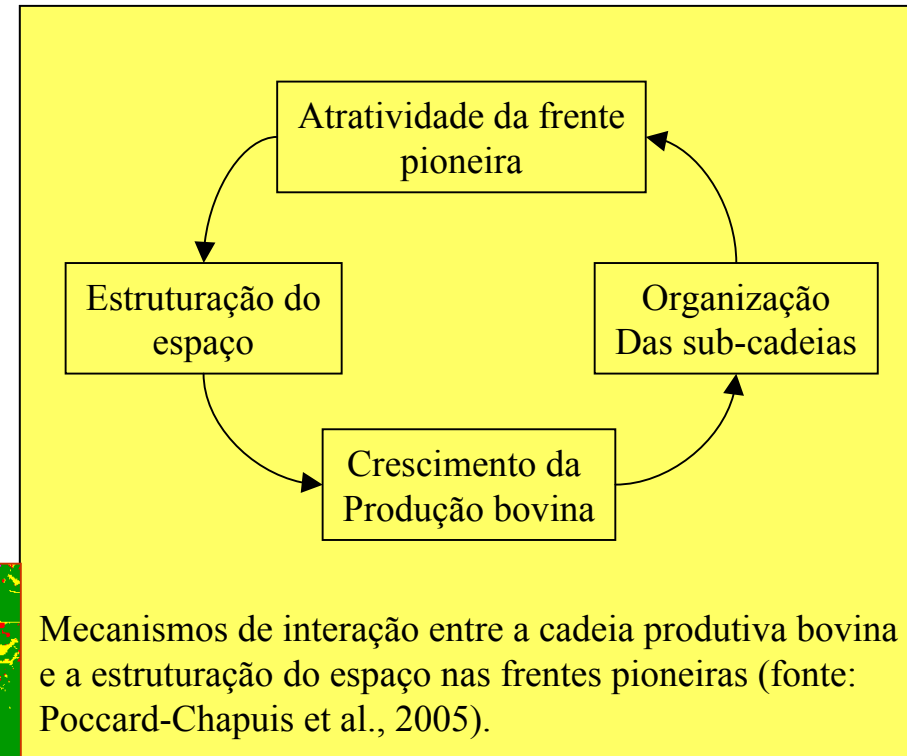
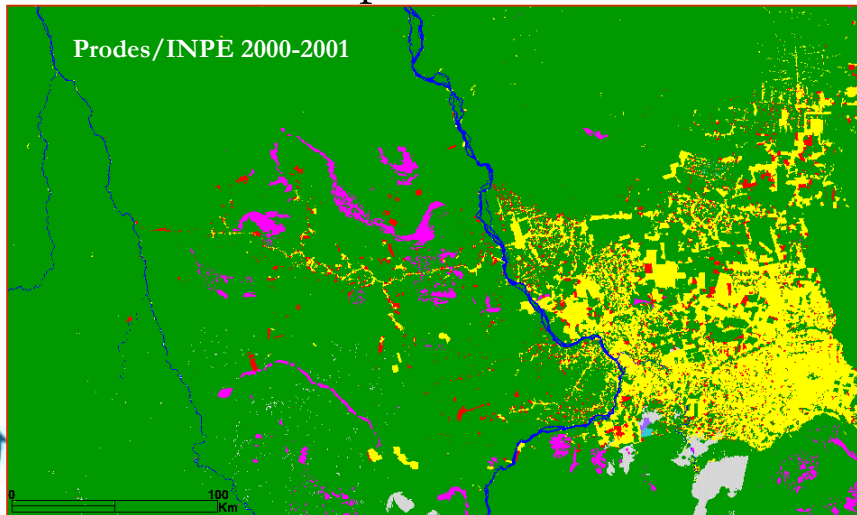
- **Cenários qualitativos:**
  - Especificar cenários qualitativos para a Pecuária (Pará e São Felix): explorativos (orientação estratégica) e construção de visão (com atores locais);
  - Quantificar cenários e integrá-los aos modelos computacionais.
- **Modelagem:**
  - **Modelos alocação:** relação entre a estruturação da cadeia bovina e do desflorestamento/expansão da pecuária para diferentes atores;
  - **Modelos multi-agente:** desenvolvimento de modelos multi-agentes das estratégias de uso e trajetórias de diferentes atores, e modelos alternativos de manejo das propriedades.





## Modelo de desflorestamento versus estruturação da cadeia de mercado: Sul do Pará e São Felix

- Modelar nós e fluxos das cadeias, e sua evolução temporal;
- Associar com desflorestamento e dinâmica de uso na região;
- Analisar quais políticas podem interferir na expansão da fronteira.



Mecanismos de interação entre a cadeia produtiva bovina e a estruturação do espaço nas frentes pioneiras (fonte: Pocard-Chapuis et al., 2005).

*Modelo celular integrado, porém diferenciando os fatores determinantes para grandes e pequenos*



## Modelos multi-agente: propriedades individuais de diferentes tipos de atores

- Criar modelos representativos das diferentes estratégias espaciais
- Testar hipóteses sobre fatores em relação a estas estratégias
- Avaliar impactos de *políticas alternativas de crédito, tecnologia e valoração de serviços ambientais* nestas trajetórias

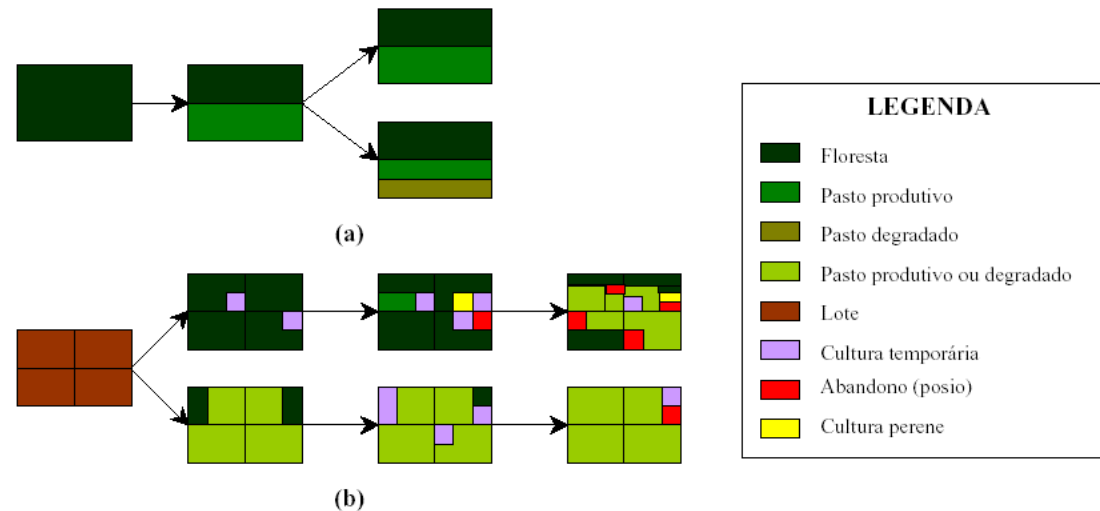


Diagrama de evolução do uso e cobertura da terra: (a) em grande ou média propriedade e (b) em área de assentamento (adaptado da literatura).

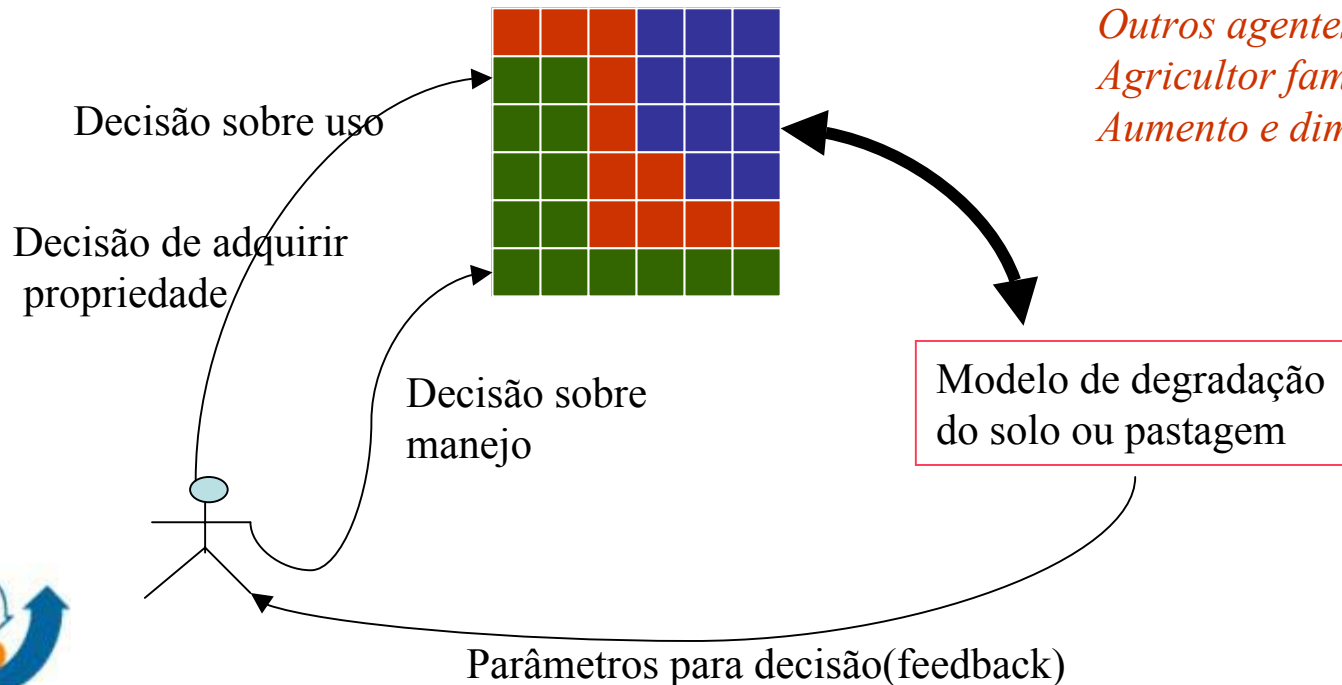
Fonte: REDE GEOMA, 2003  
Roberto Araujo



# Estratégias de atores distintos

Agente: Pecuarista médio porte P1  
 Características culturais, valores,  
 Estratégias (usos, tecnologia,  
 compra, venda, arrendamento)  
 Capital

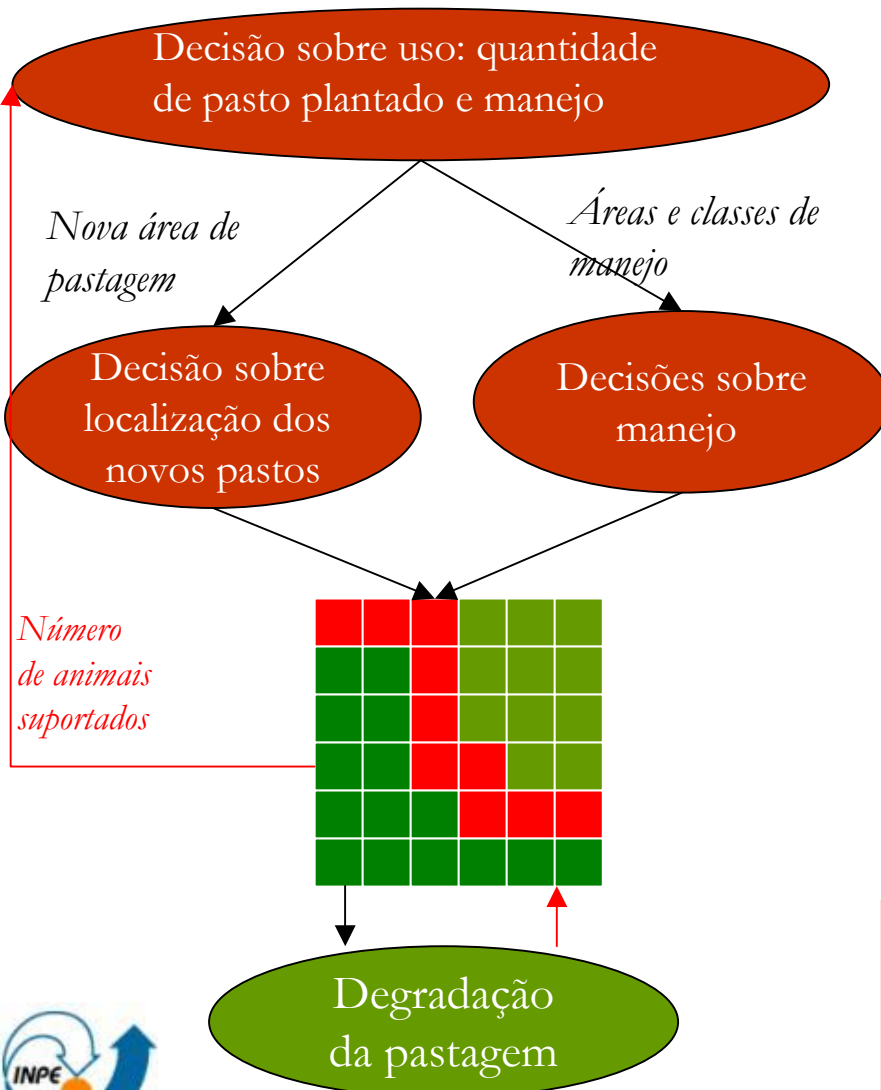
Espaço celular: classe de uso  
 numero de animais  
 tipo de solo  
 código da propriedade  
 etc.



*Outros agentes (pequenos, grandes,  
 Agricultor familiar, mecanizado, etc.)  
 Aumento e diminuição das propriedades*



# Modelo de agentes: processo iterativo de desenvolvimento



Modelo econômico para decisão de estratégia de uso e manejo, com base em (por exemplo):

- Capital disponível
- Custo de desmatamento

Parâmetros locais da propriedade (recalculados a cada passo)

- Número de animais
- Número de animais planejado
- UA/ha medio, % muito baixo
- %pasto
- %floresta (em área plana, em área acidentada)

Variáveis de contexto (hexógenas):

- Mercado (preço do boi, perspectiva de demanda, certificação)
- Presença do Estado

Modelo de alocação, inicialmente só com 2 classes (floresta, pastagem) utilizando:

- Fertilidade
- Declividade
- Proximidade a áreas já abertas
- Proximidade a sede
- Proximidade a estrada

Modelo de degradação da pastagem (celular):

- Tempo de criação do pasto
- Classe de manejo (diferentes curvas)
- UA/ha





## Considerações finais





## Sobre TerraME

- TerraME é uma ferramenta adequada para atividades de modelagem que tenham como objetivo entender diferentes aspectos da realidade:
  - Possibilita testar diferentes hipóteses, e combinar diferentes abordagens
  - Possibilita a implementação de modelos de agentes, celulares e híbridos, e o acoplamento de múltiplas escalas.



## Sobre modelagem LUCC

- Mais importantes que os resultados em si, é o processo de aprendizado, a organização das idéias e *entendimento multi-disciplinar sobre os processos*
- Para apoio à tomada de decisão o mais importante é que as premissas dos modelos estejam claras. Que os atores entendam que não são “previsões”, mas explorações de possibilidades e hipóteses, para “auxiliar nossa capacidade mental” (Constanza, 1998)

**“All models are wrong but some are useful”**

**George Box**



Obrigada...



Fotos: Carlos Nobre



Foto: Luciana Soler

