

Avaliação da sensibilidade do clima às mudanças no uso e cobertura da terra na bacia do Paraná: modelagem da vegetação original e da paisagem atual

Carolyne Bueno Machado

carolyne.bmachado@gmail.com

Prof. Dr. Edmilson Dias de Freitas

Apresentação pessoal

Carolayne Bueno Machado

✓ **Graduação em Engenharia Ambiental → UTFPR - Londrina**



✓ **Iniciação científica → Eae Lab**

- Estatística de eventos atmosféricos extremos
- Banco de dados de precipitação da ANA
- Programação em FORTRAN 90



✓ **Mestrado em Sensoriamento Remoto → INPE - São José dos Campos**

- Séries temporais de dados orbitais: CERES, GRACE, TRMM, MODIS
- Índices de vegetação e comportamento espectral
- Geoprocessamento e MATLAB



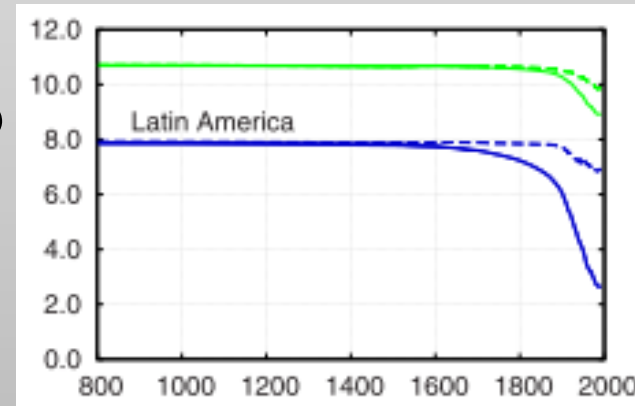
Conversão da vegetação original

✓ Crescimento populacional → alimentos, energia, moradia, transporte.

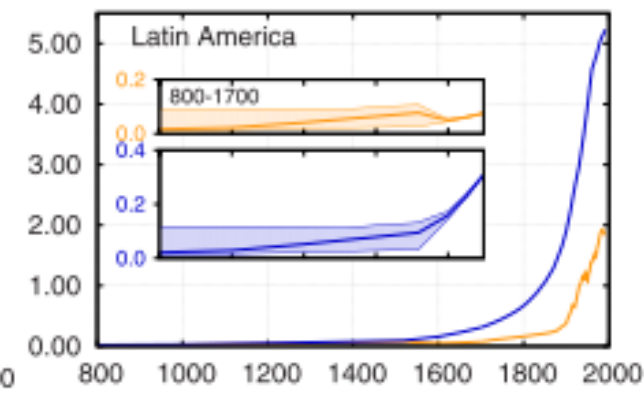
✓ De 1990 a 2010:

- 30 % de aumento da população
- 23 % de aumento de áreas cultivadas

Vegetação natural



Agricultura e pastagem



Fonte: Pongratz et al. (2008)

✓ Início do século XX → expansão agrícola.

Conversão da vegetação original

✓ Distribuição irregular da expansão da agropecuária.

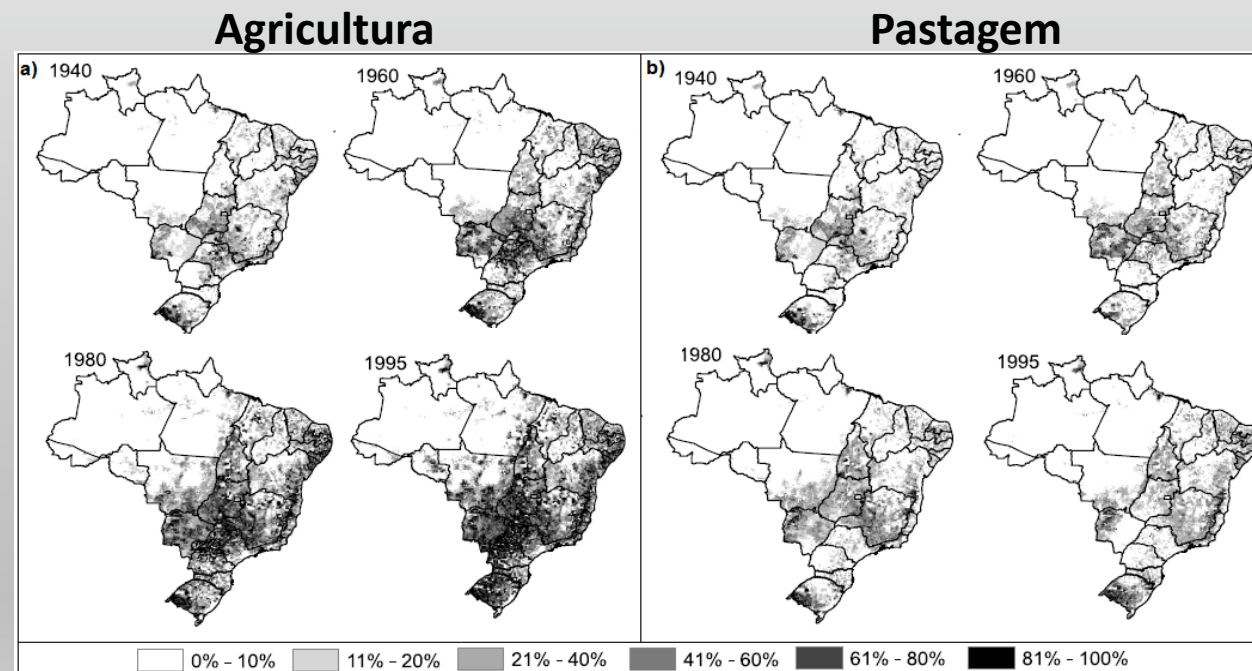
- Áreas urbanas.

✓ Regiões Sul e Sudeste:

- metade da população urbana nacional.

✓ Antropização:

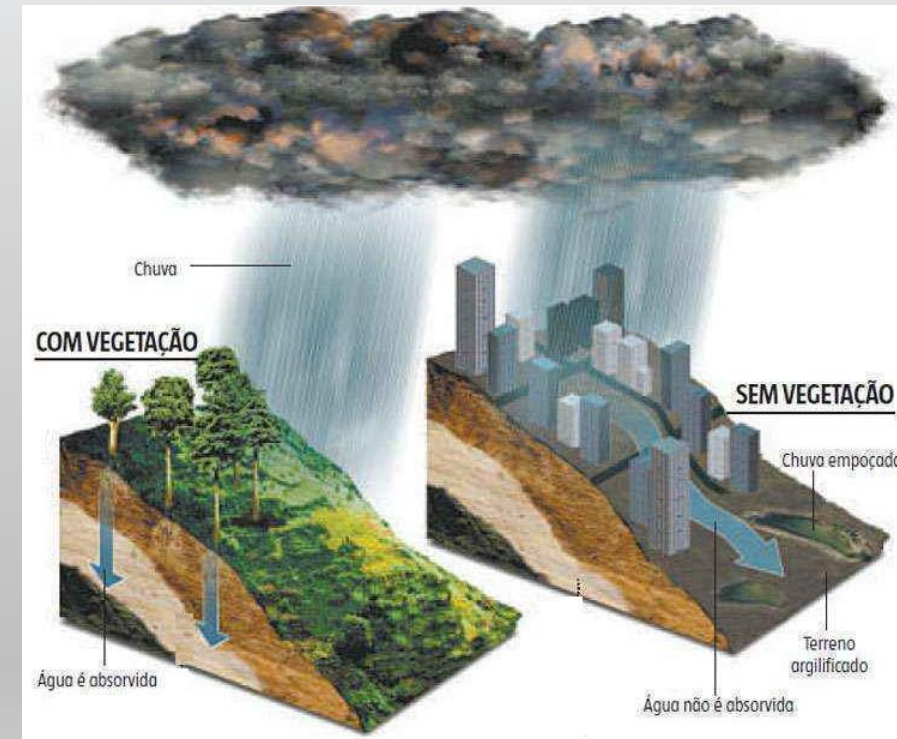
- Cerrado → 48,9% (2009)
- Mata Atlântica → 75,9 % (2010)



Fonte: Leite et al. (2012).

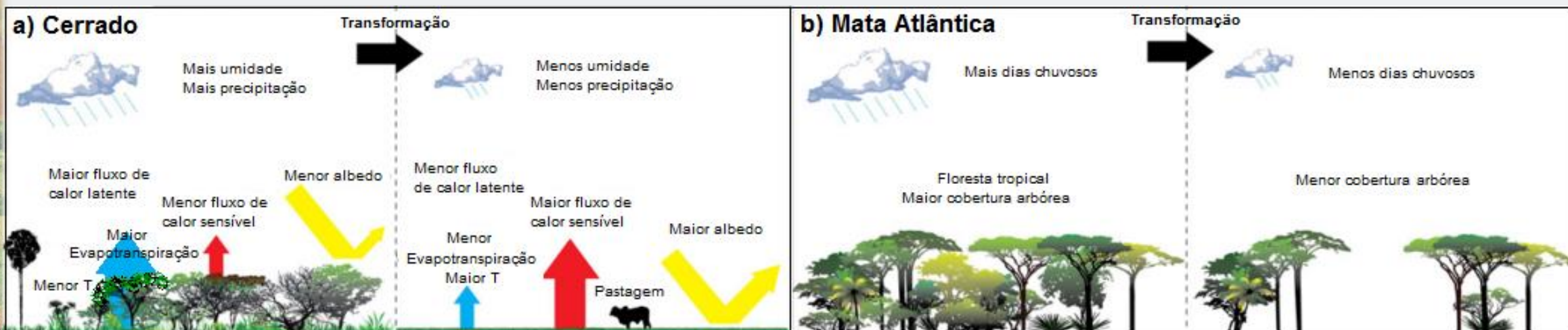
Impactos da ocupação do solo

- ✓ Alterações no balanço hidrológico e de energia;
- ✓ Emissões atmosféricas.



- ✓ Maior albedo, menos fotossíntese, menor rugosidade/infiltração;

Impactos da ocupação do solo

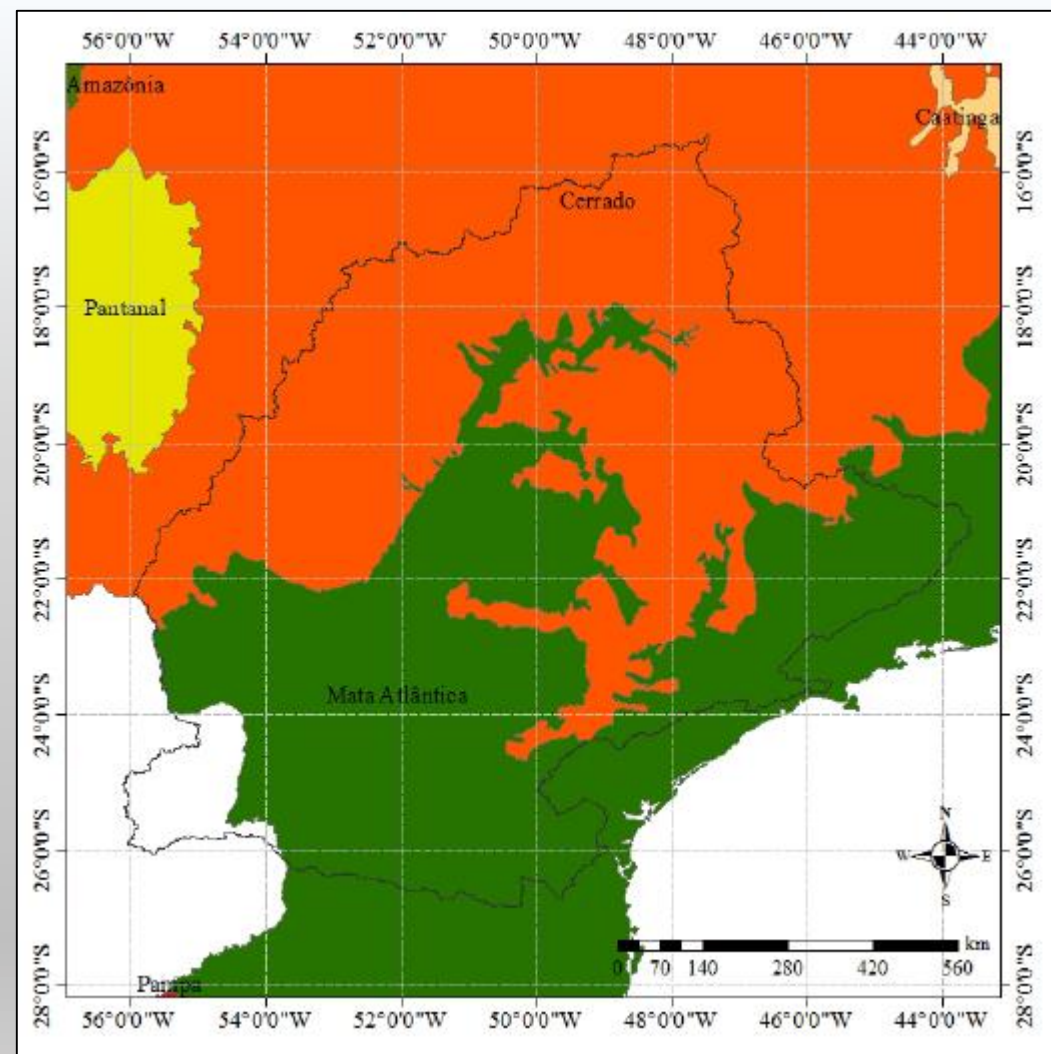


Fonte: Salazar et al. (2015)

- ✓ Transição Amazônia/Cerrado → 0,5°C (pastagens), 0,7°C (agricultura); 1,2°C (solo exposto) (Pongratz et al., 2006).
- ✓ Cerrado/cana-de-açúcar → ±1°C estação seca/chuvosa (Georgescu et al. 2013).
- ✓ Sul e Sudeste → extremos de ±200 mm/ano na estação úmida e ±50mm/ano na estação seca (Juarez, 2004).

Justificativa

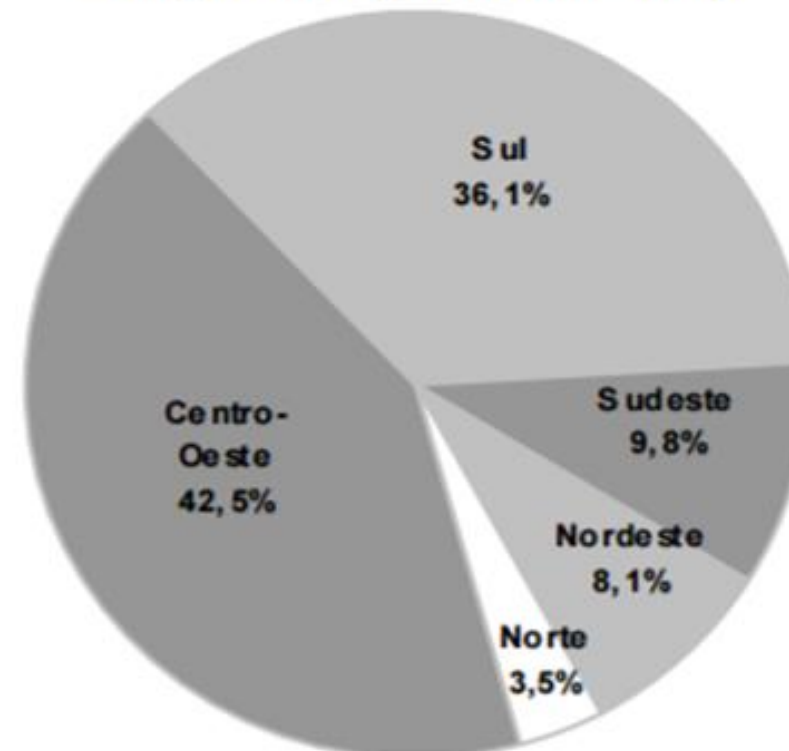
- ✓ Localização da Bacia do Paraná;



Justificativa

- ✓ Localização da Bacia do Paraná;
- ✓ Importância econômica;

Produção Agrícola de Cereais, leguminosas e oleaginosas (janeiro de 2017)



Fonte: IBGE (2017)

Justificativa

- ✓ Localização da Bacia do Paraná;
- ✓ Importância econômica;
- ✓ Demanda de recursos hídricos;

Demanda média por recursos hídricos

Região hidrográfica	Retirada	
	m ³ /s	% do total
Amazônica	47	3
Tocantins/Araguaia	55	3
Atlântico Nordeste Ocidental	15	1
Parnaíba	19	1
Atlântico Nordeste Oriental	170	11
São Francisco	166	10
Atlântico Leste	68	4
Atlântico Sudeste	168	11
Atlântico Sul	240	15
Uruguai	146	9
Paraná	479	30
Paraguai	19	1
Brasil	1.592	100

Fonte: ANA (2017)

Justificativa

- ✓ Localização da Bacia do Paraná;
- ✓ Importância econômica;
- ✓ Demanda de recursos hídricos;
- ✓ Vulnerabilidade da população;

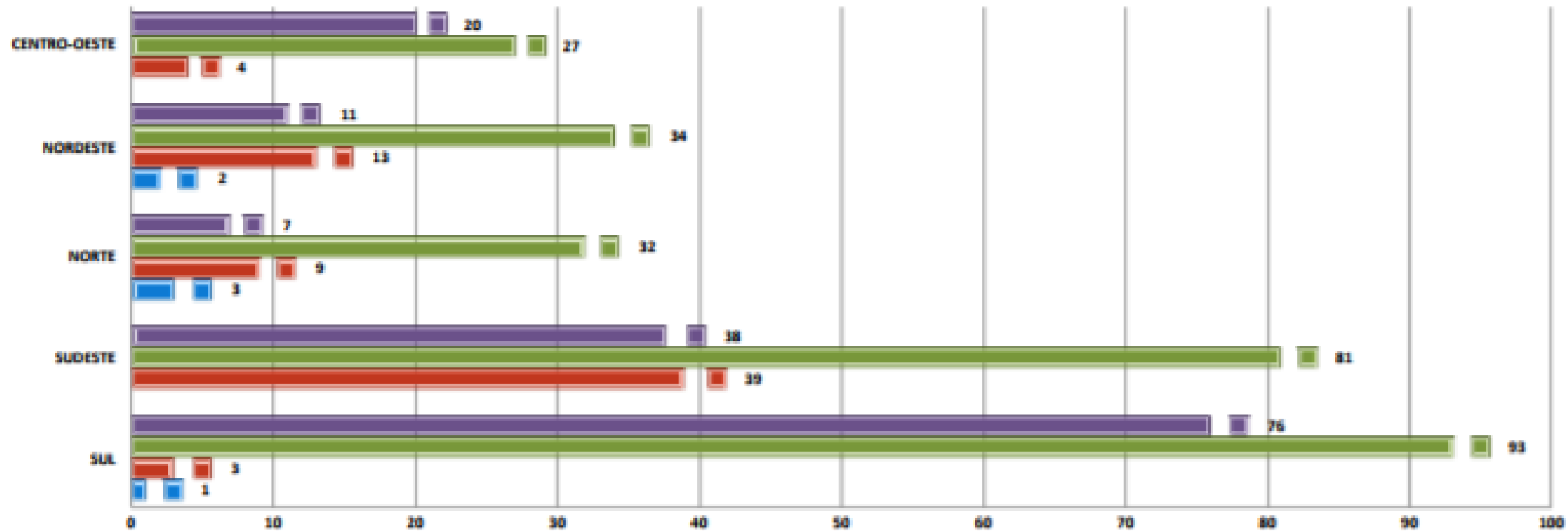
Demanda média por recursos hídricos

Região hidrográfica	Retirada	
	m ³ /s	% do total
Amazônica	47	3
Tocantins/Araguaia	55	3
Atlântico Nordeste Ocidental	15	1
Parnaíba	19	1
Atlântico Nordeste Oriental	170	11
São Francisco	166	10
Atlântico Leste	68	4
Atlântico Sudeste	168	11
Atlântico Sul	240	15
Uruguai	146	9
Paraná	479	30
Paraguai	19	1
Brasil	1.592	100

Fonte: ANA (2017)

Justificativa

Afetados em 2013 por Desastres Naturais



	CENTRO-OESTE	NORDESTE	NORTE	SUDESTE	SUL
CLIMATOLÓGICO	0	2	3	0	1
GEOLÓGICO	4	13	9	39	3
HIDROLÓGICO	27	34	32	81	93
METEOROLÓGICO	20	11	7	38	76

Fonte: Defesa Civil (2013)

Justificativa

- ✓ Localização da Bacia do Paraná;
- ✓ Importância econômica;
- ✓ Demanda de recursos hídricos;
- ✓ Vulnerabilidade da população;
- ✓ Contribuir com o projeto CAPES/ANA no Edital Mudanças do Clima e Recursos Hídricos n° 19/2015.

Objetivo geral

- ✓ Avaliar o impacto das mudanças históricas no uso e cobertura da terra da Bacia do Paraná na variabilidade do clima regional.

Objetivos específicos

1. Gerar um arquivo de cobertura da terra para o passado, representando a paisagem não alterada.
2. Fazer um levantamento histórico de alteração da bacia hidrográfica, compilando dados históricos, como: mapeamentos, fundação de municípios, produção agropecuária, represamentos, censos populacionais, etc.
3. Criar um algoritmo para reconstruir a evolução da ocupação da superfície terrestre da bacia, desde a fundação dos primeiros municípios, de forma a se ter acesso à essa informação durante as décadas sem dados disponíveis de sensoriamento remoto.
4. Organizar um banco de dados com as variáveis meteorológicas sobre a bacia, para servir de base para a validação do modelo BRAMS.

Objetivos específicos

1. Gerar um arquivo de cobertura da terra para o passado, representando a paisagem não alterada.
2. Fazer um levantamento histórico de alteração da bacia hidrográfica, compilando dados históricos, como: mapeamentos, fundação de municípios, produção agropecuária, represamentos, censos populacionais, etc.
3. Criar um algoritmo para reconstruir a evolução da ocupação da superfície terrestre da bacia, desde a fundação dos primeiros municípios, de forma a se ter acesso à essa informação durante as décadas sem dados disponíveis de sensoriamento remoto.
4. Organizar um banco de dados com as variáveis meteorológicas sobre a bacia, para servir de base para a validação do modelo BRAMS.

Objetivos específicos

1. Gerar um arquivo de cobertura da terra para o passado, representando a paisagem não alterada.
2. Fazer um levantamento histórico de alteração da bacia hidrográfica, compilando dados históricos, como: mapeamentos, fundação de municípios, produção agropecuária, represamentos, censos populacionais, etc.
3. Criar um algoritmo para reconstruir a evolução da ocupação da superfície terrestre da bacia, desde a fundação dos primeiros municípios, de forma a se ter acesso à essa informação durante as décadas sem dados disponíveis de sensoriamento remoto.
4. Organizar um banco de dados com as variáveis meteorológicas sobre a bacia, para servir de base para a validação do modelo BRAMS.

Objetivos específicos

1. Gerar um arquivo de cobertura da terra para o passado, representando a paisagem não alterada.
2. Fazer um levantamento histórico de alteração da bacia hidrográfica, compilando dados históricos, como: mapeamentos, fundação de municípios, produção agropecuária, represamentos, censos populacionais, etc.
3. Criar um algoritmo para reconstruir a evolução da ocupação da superfície terrestre da bacia, desde a fundação dos primeiros municípios, de forma a se ter acesso à essa informação durante as décadas sem dados disponíveis de sensoriamento remoto.
4. Organizar um banco de dados com as variáveis meteorológicas sobre a bacia, para servir de base para a validação do modelo BRAMS.

Objetivos específicos

5. Testar e aplicar técnicas de espacialização dos dados meteorológicos pontuais, permitindo compreender a distribuição espaço-temporal dos padrões climáticos na bacia, para também testar as simulações feitas com o modelo numérico.
6. Calibrar o modelo BRAMS utilizando o UCT do cenário atual, testando diferentes parametrizações, e validar com os dados meteorológicos observados.
7. Aplicar o modelo BRAMS utilizando os arquivos de UCT gerados para o passado, e, avaliar a influência das mudanças na superfície terrestre sobre índices de precipitação e temperatura.

Objetivos específicos

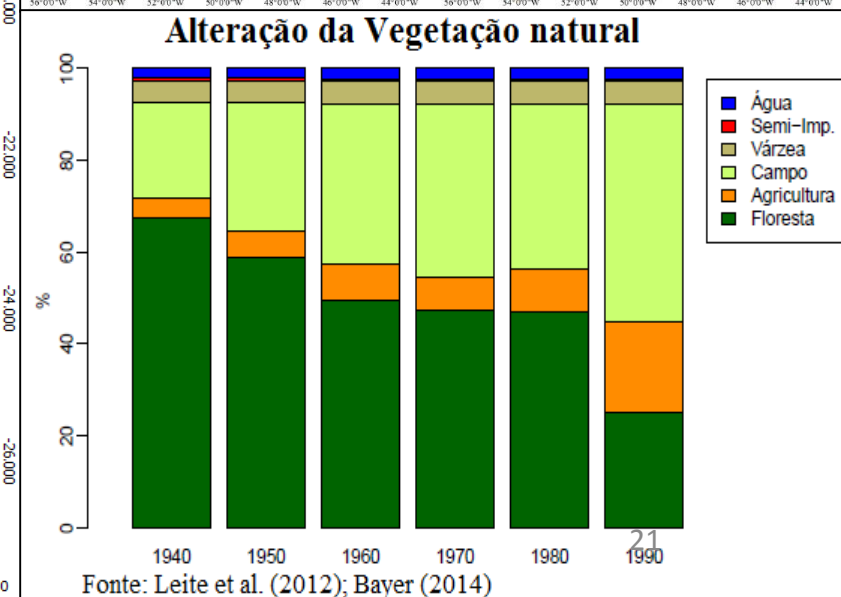
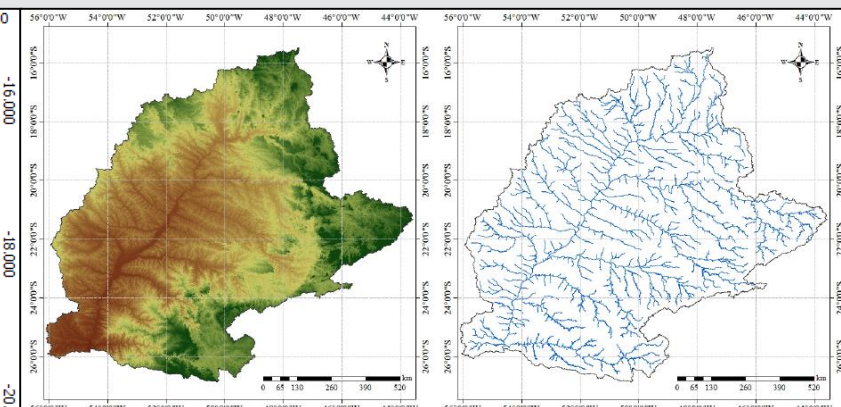
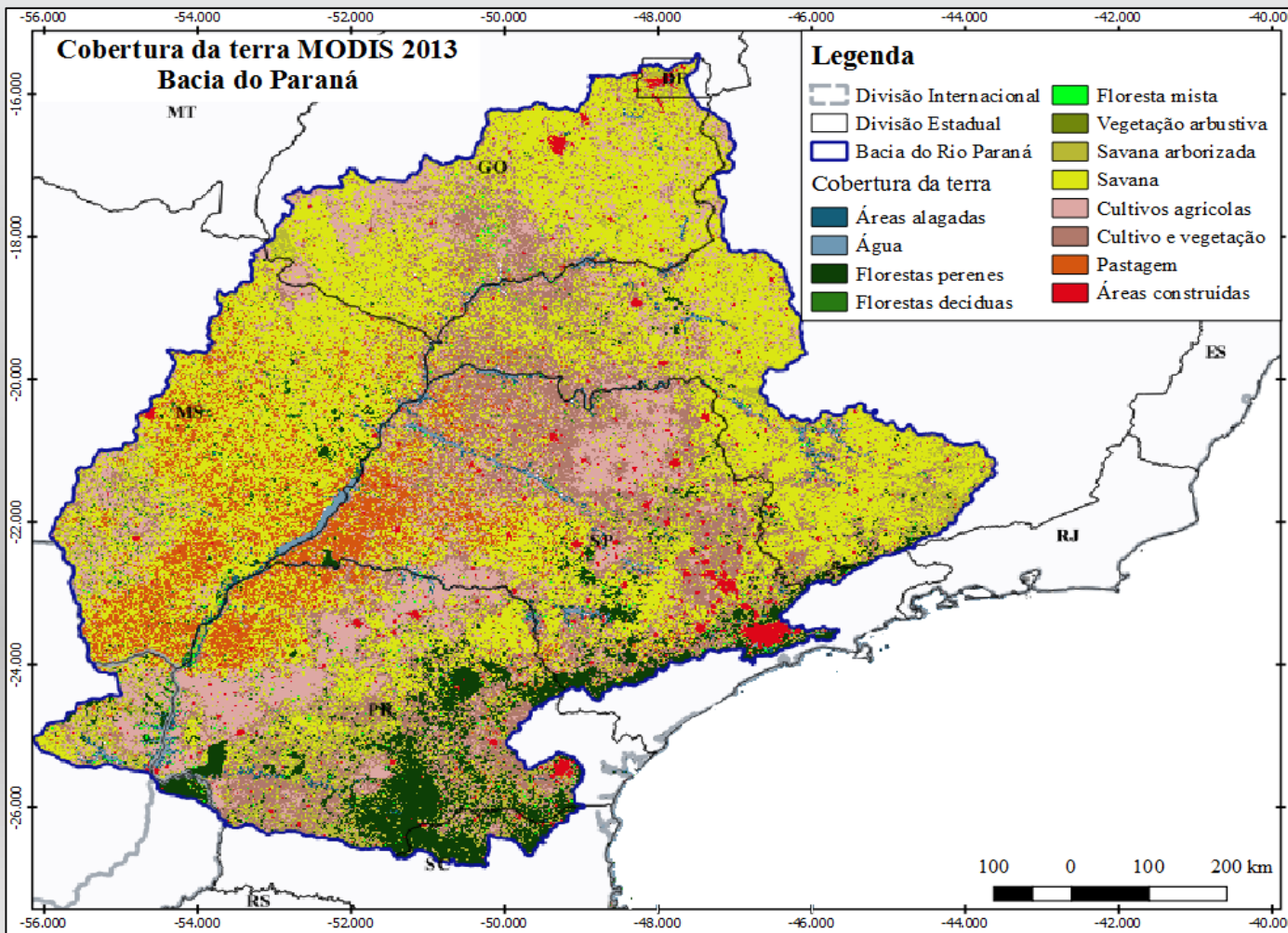
5. Testar e aplicar técnicas de espacialização dos dados meteorológicos pontuais, permitindo compreender a distribuição espaço-temporal dos padrões climáticos na bacia, para também testar as simulações feitas com o modelo numérico.
6. Calibrar o modelo BRAMS utilizando o UCT do cenário atual, testando diferentes parametrizações, e validar com os dados meteorológicos observados.
7. Aplicar o modelo BRAMS utilizando os arquivos de UCT gerados para o passado, e, avaliar a influência das mudanças na superfície terrestre sobre índices de precipitação e temperatura.

Objetivos específicos

5. Testar e aplicar técnicas de espacialização dos dados meteorológicos pontuais, permitindo compreender a distribuição espaço-temporal dos padrões climáticos na bacia, para também testar as simulações feitas com o modelo numérico.
6. Calibrar o modelo BRAMS utilizando o UCT do cenário atual, testando diferentes parametrizações, e validar com os dados meteorológicos observados.
7. Aplicar o modelo BRAMS utilizando os arquivos de UCT gerados para o passado, e, avaliar a influência das mudanças na superfície terrestre sobre índices de precipitação e temperatura.

Área de estudo

✓ Mais de 800 mil km² → ~10% do território nacional.



Banco de dados

✓ Mapa de cobertura original → IBGE ou outros;

✓ Divisas municipais com ano de fundação e demais vetores: hidrografia, reservatórios, estradas, etc.;

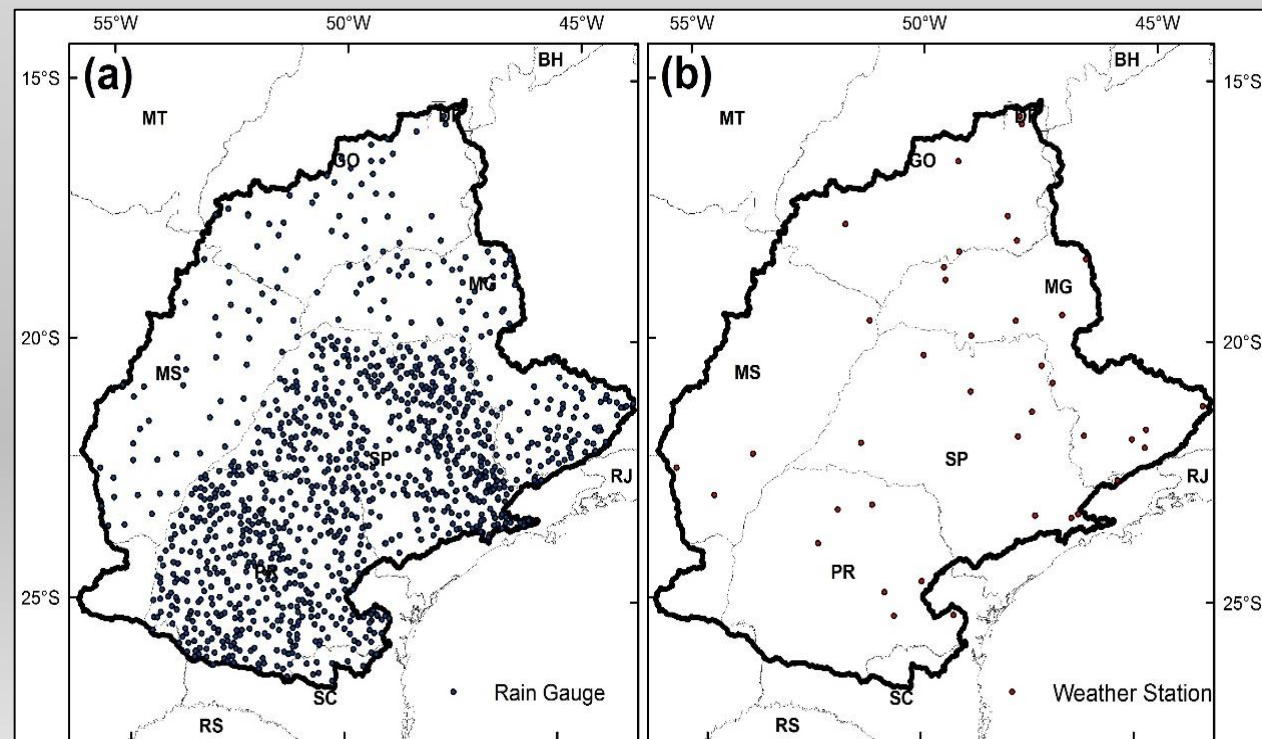
✓ Mapa de solos do IBGE e de topografia (SRTM);

✓ Dados de umidade do solo ($0,25^\circ$), Temperatura da Superfície do mar e condições de contorno da atmosfera ($0,5^\circ$) (NCEP).



Banco de dados

- ✓ NDVI MODIS → sazonalidade dos alvos.
- ✓ Imagens MODIS 2017/2018 (bandas 1 e 2) → cenário atual.
- ✓ Estações pluviométricas e climáticas (ANA e INMET).
 - qualidade das séries históricas.



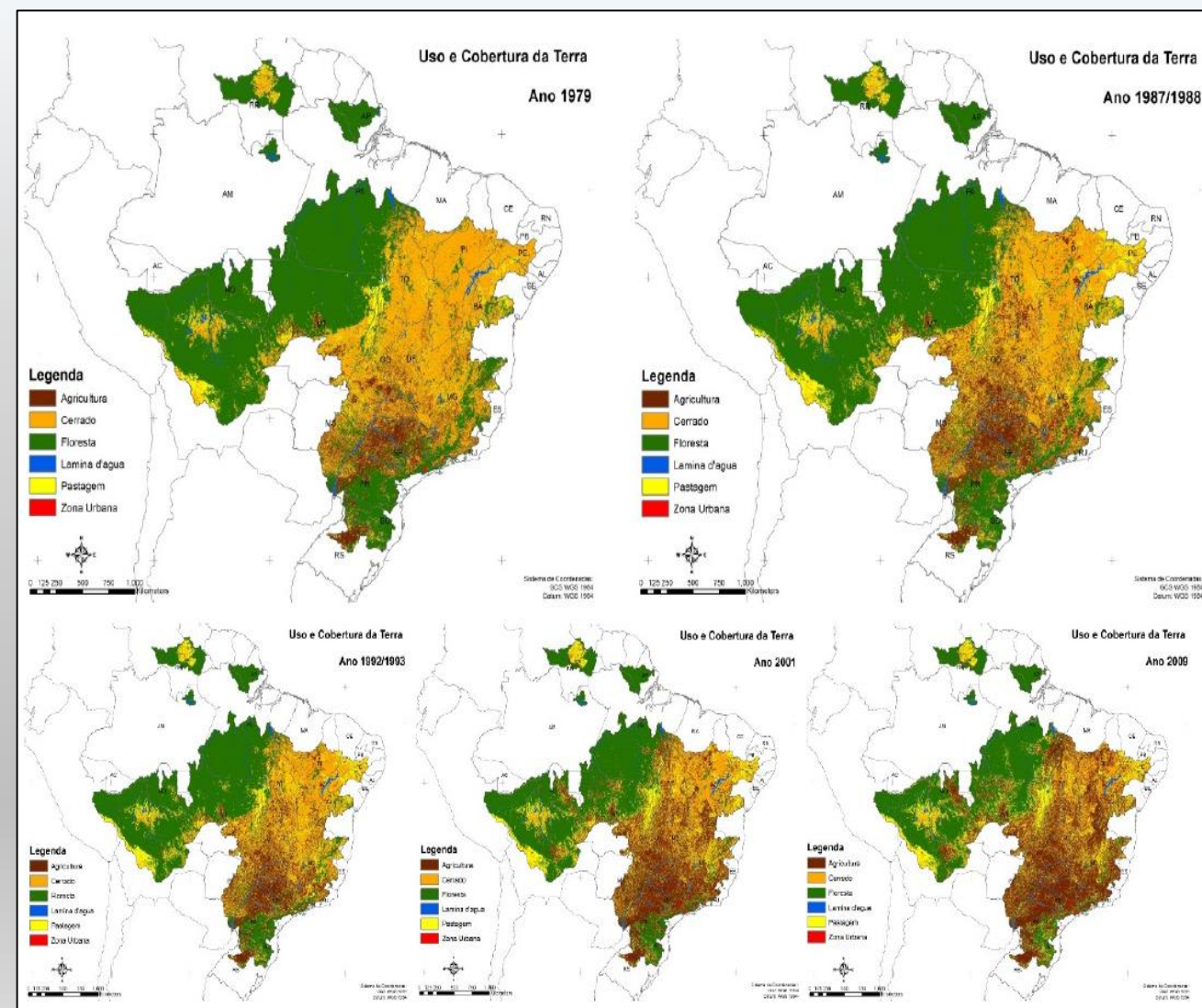
Banco de dados

✓ Mapeamentos já realizados:

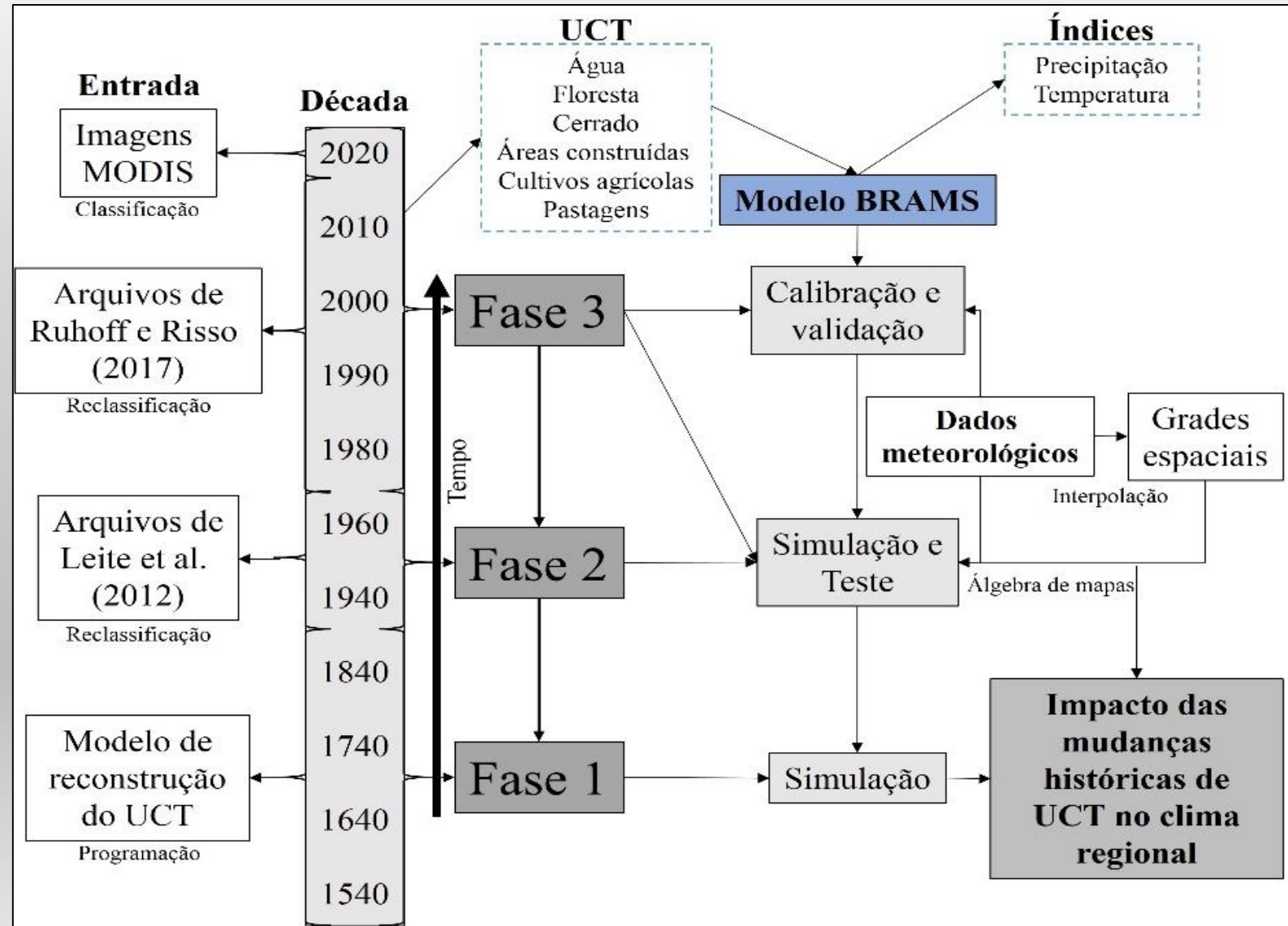
- Ruhoff e Risso (2017);
- Leite et al. (2012);

✓ Reconstruções globais:

- Ramankutty e Foley (1999);
- Pongratz et al. (2008).



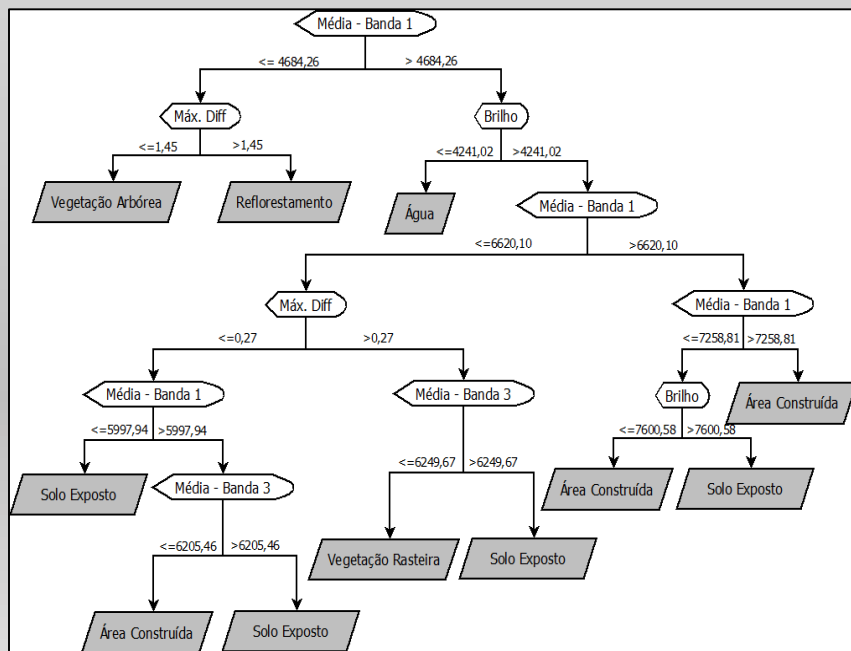
Metodologia



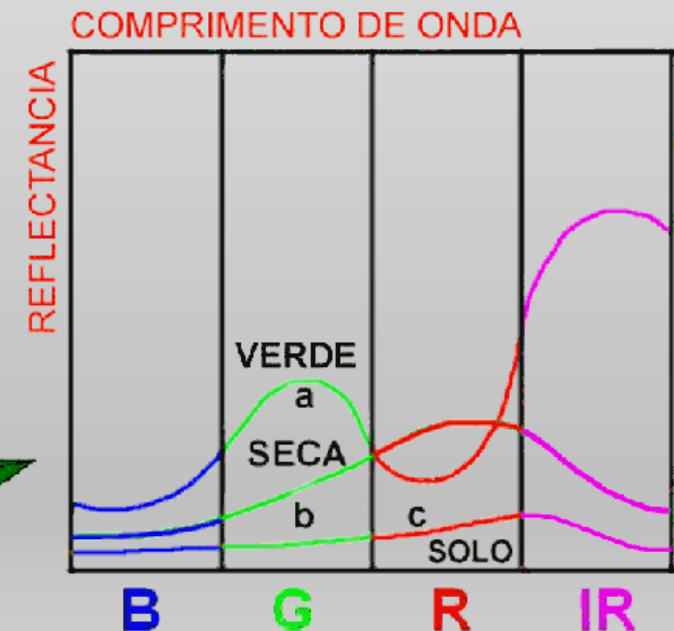
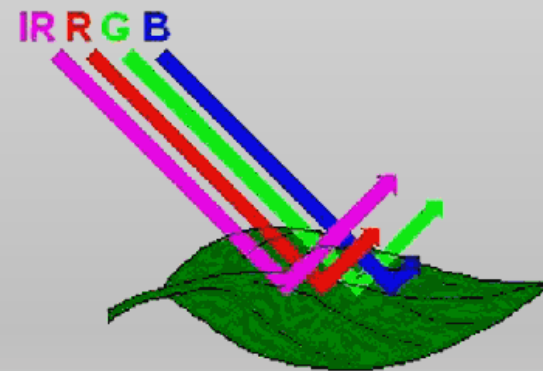
Classificação do Cenário atual

- ✓ Classes: Floresta, Cerrado, Água, Pastagem, Agricultura e Áreas construídas;
- ✓ NDVI MODIS → período chuvoso e seco;
- ✓ Amostras → imagens TM/Landsat.

$$NDVI = \frac{\rho_{IR} - \rho_R}{\rho_{IR} + \rho_R}$$



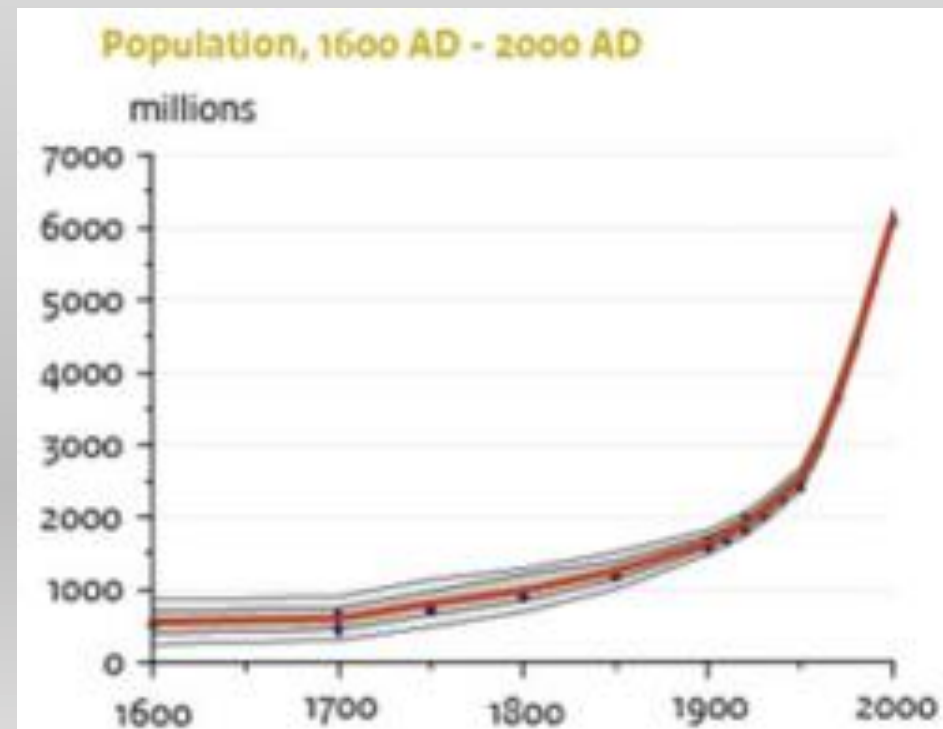
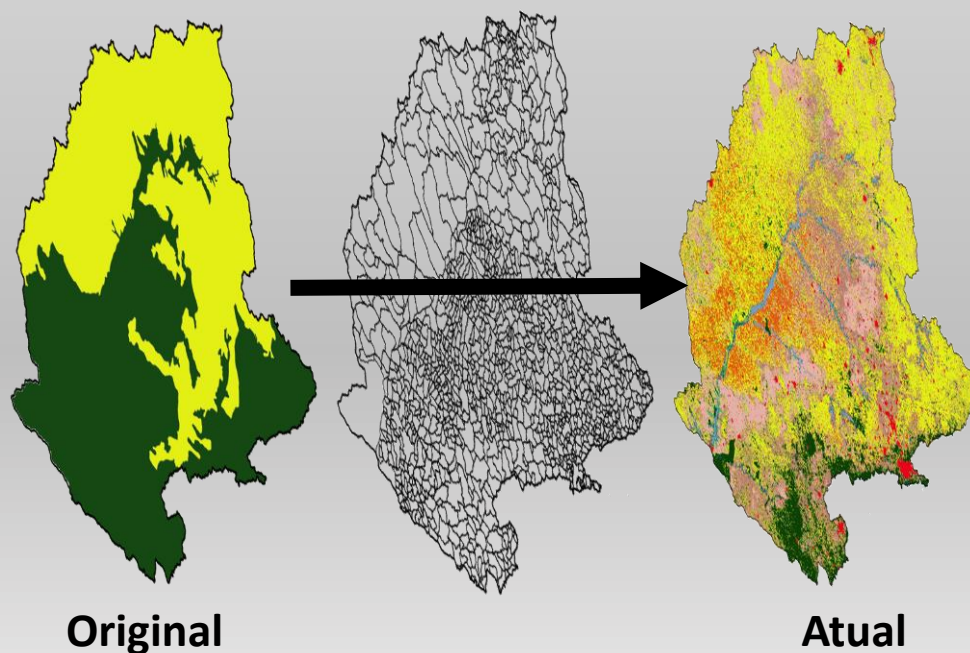
Fonte: Machado e Neves (2017).



✓ Esquema de árvore de decisão.

Modelo de reconstrução

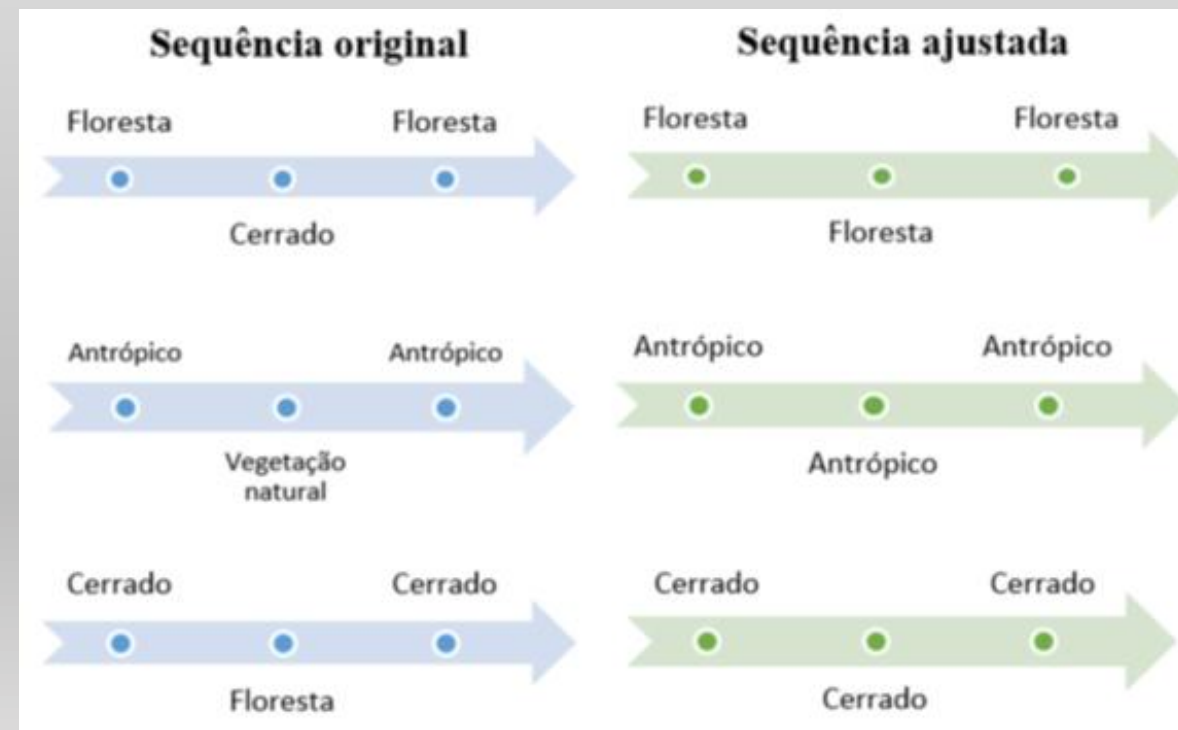
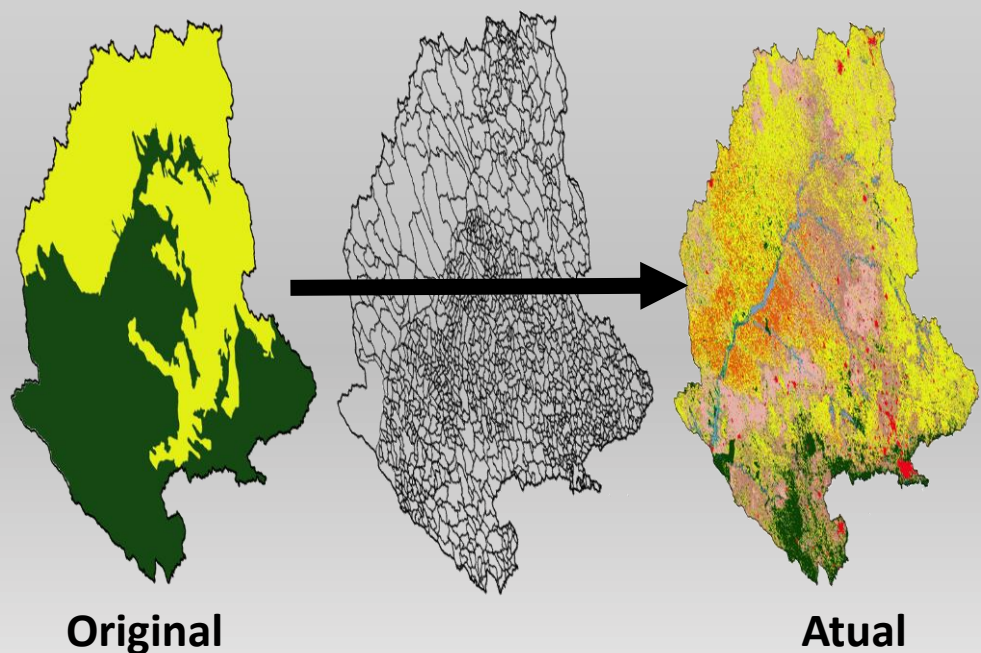
- ✓ Anos \rightarrow 1640, 1740, 1840 (pode sofrer alteração);
- ✓ Utilizar a população como um proxy de expansão das áreas;
- ✓ População \sim produção agrícola.



Fonte: Goldewijk e Verburg (2013)

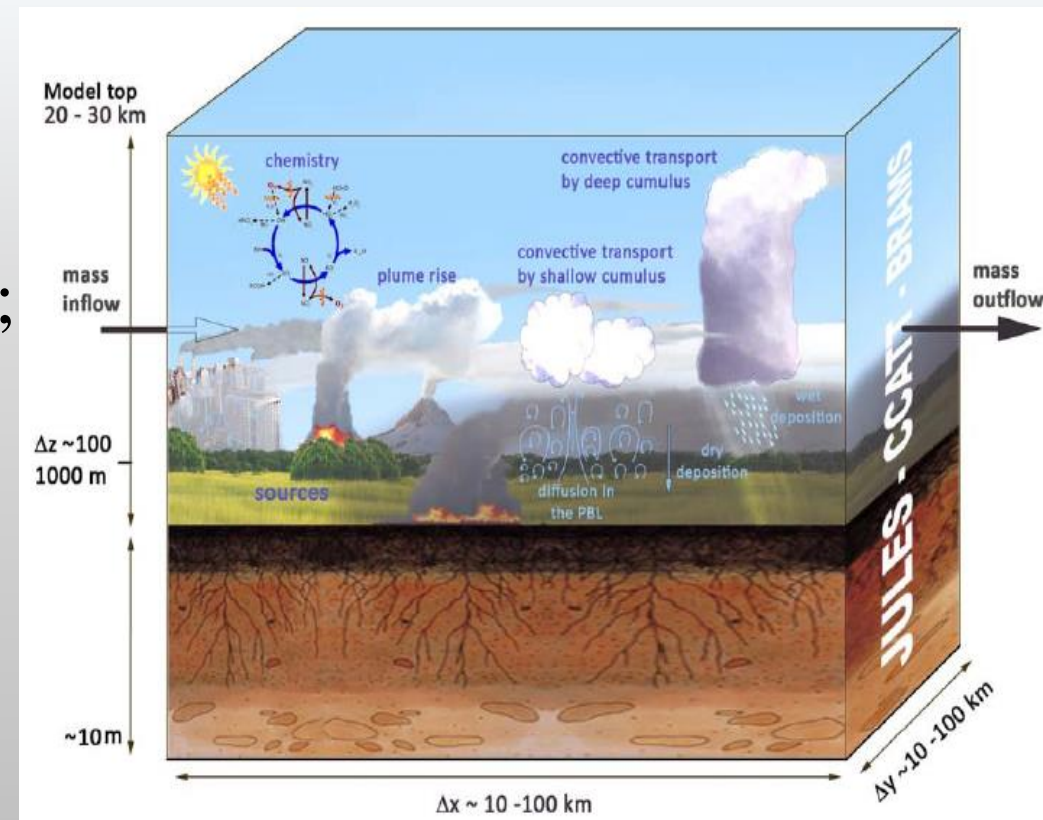
Modelo de reconstrução

- ✓ Anos → 1640, 1740, 1840 (pode sofrer alteração);
- ✓ Utilizar a população como um proxy de expansão das áreas;
- ✓ População ~ produção agrícola.



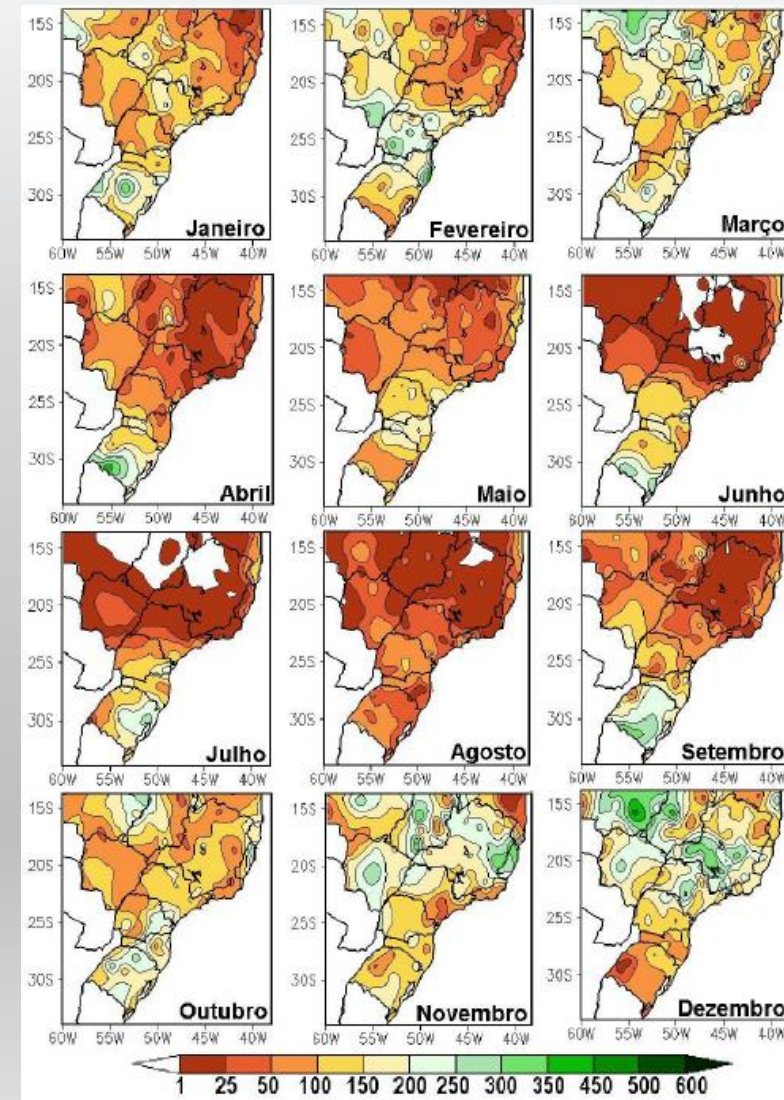
Modelo BRAMS

- ✓ Modelagem atmosférica regional;
- ✓ Previsão do tempo → diferentes escalas;
- ✓ Aninhamento de grades;
- ✓ Conjuntos de módulos:
 - transferência radiativa;
 - troca de água, calor e momento entre a superfície e a atmosfera;
 - transporte turbulento na camada limite planetária;
 - e microfísica das nuvens.




Experimentos de sensibilidade com o BRAMS

- ✓ Metodologia semelhante Juarez (2004);
- ✓ Calibração e validação → cenários recentes;
 - Estatística → Correlação de Pearson (R) e Raiz do Erro Médio Quadrático (RMSE);
- ✓ Manter as mesmas condições atmosféricas e alterar somente os arquivos de UCT;
- ✓ Testar as simulações com dados disponíveis.



Juarez (2004)

- 
- ✓ Compreender a evolução histórica da bacia;
 - ✓ Obter um ajuste satisfatório do modelo BRAMS.
 - ✓ Quantificar a diferença entre os índices médios de temperatura e precipitação para os diversos cenários de UCT.
 - ✓ Identificar os períodos mais críticos de influência no clima regional.
 - ✓ Espera-se observar:
 - Queda na quantidade/frequência de precipitação;
 - Aumento da temperatura do ar durante a estação seca e queda durante a estação chuvosa.

Obrigada pela atenção!





Perguntas?

