





**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**



**Modelagem atual e futura de biomassa e estoques de carbono  
associadas a mudanças na cobertura da terra no bioma  
Amazônia**

Doutoranda: Kaíse Barbosa de Souza

Prof. Dr. Alexandre Rosa dos Santos (Orientador)  
Prof. Dr. José Eduardo Macedo Pezzopane  
(Coorientador)

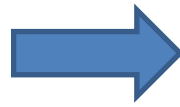
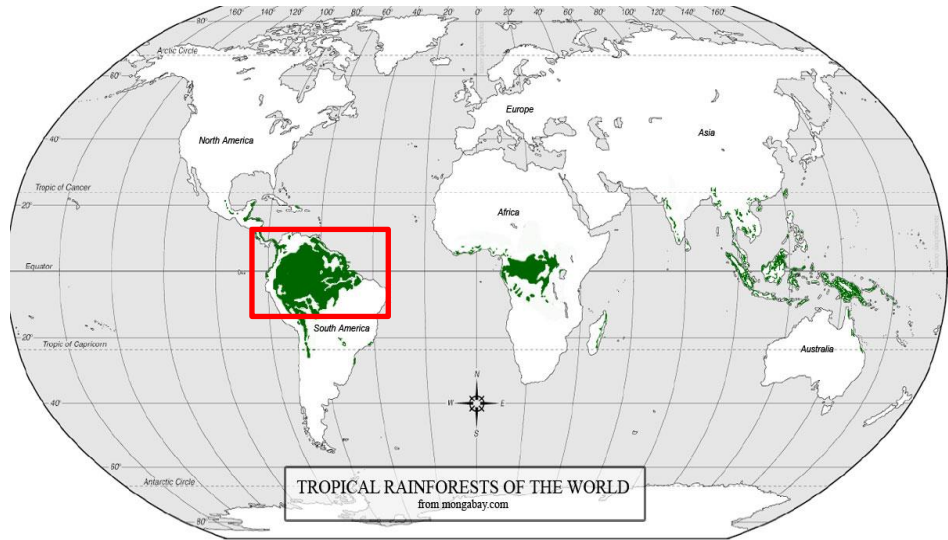
**Jerônimo Monteiro/ES  
20 de junho de 2020**

**Capítulo 1**  
**Análise de mudanças do uso e cobertura da terra e projeções de cenários  
futuros para o bioma Amazônia**

**Capítulo 2**  
**Modelagem atual e futura de biomassa e estoques de carbono para o  
bioma Amazônia**

# CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

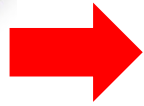
- Introdução Geral
- Objetivos (Cap. 1 e Cap. 2)
- Material e métodos (Cap. 1 e Cap. 2)
- Resultados (Cap. 1 e Cap. 2)
- Conclusões (Cap. 1 e Cap. 2)
- Conclusões Gerais



Floresta Tropical Úmida



- Biodiversidade
- Influência no clima regional e global (MALHI et al., 2008)



gases e aerossóis

Destruição das florestas



20% de todas as emissões de GEE (VAN SOLINGE, 2010)

Prevê-se o nível de CO<sub>2</sub> atmosférico aumente neste e no próximo século



Modificações nos padrões

temperatura

precipitação

distribuição e fisiologia da vegetação natural

(ARMSTRONG et al., 2016)

- WWF-BRASIL (2017): Brasil é um dos líderes mundiais em emissões de CO<sub>2</sub> para a atmosfera
- IPAM (2017): o desmatamento desordenado na Amazônia ocasionou a emissão de 218 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> a mais em 2016 do que em 2015.

Monitoramento  
dos estoques de  
carbono

extremamente importante

compreender os processos  
que afetam o seu equilíbrio

A maior %  
de carbono  
estocado

biomassa vegetal das florestas



o conhecimento  
sobre a estimativa  
de biomassa

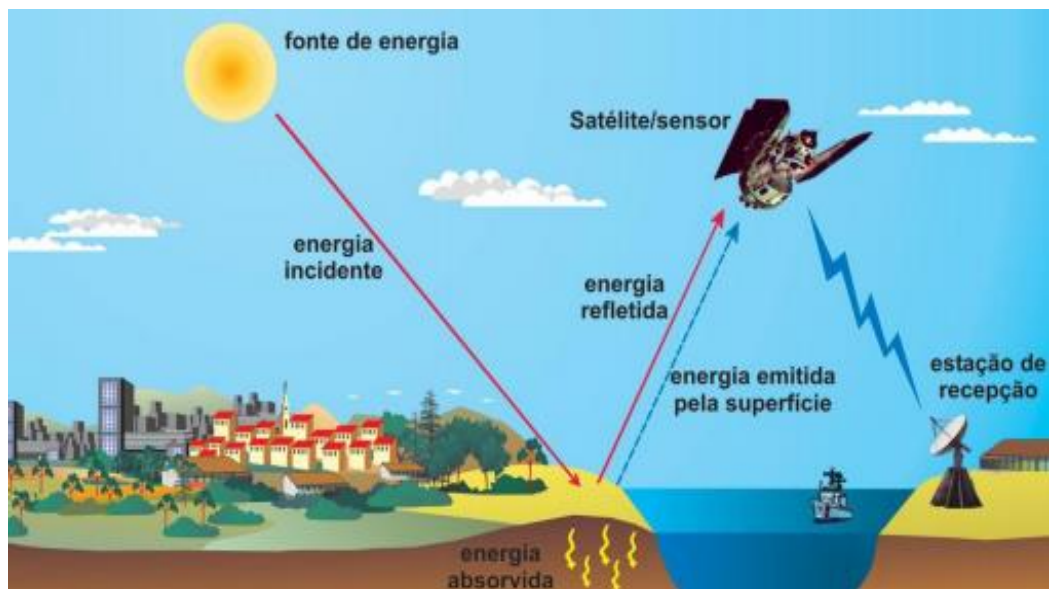
imprescindível

volume e distribuição da mesma servem de base para a predição futura das mudanças climáticas (DIXON et al., 1994).



# Geotecnologias

## Sensoriamento Remoto



## Sistemas de Informações Geográficas (SIG's)

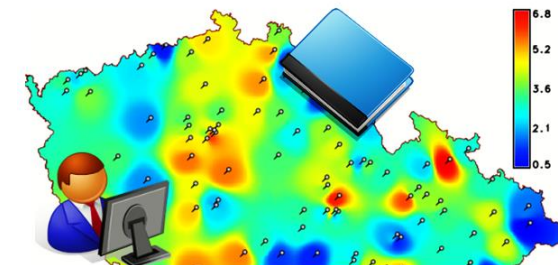


## Modelagem do ambiente terrestre





- Os modelos *Land Cover and Use Change* (LUCC), procuram explicar as causas das mudanças além de **prever onde, quando e como as mudanças ocorrerão** e auxiliam no estabelecimento dos fatores associados a elas, nas projeções e na **exploração de diferentes cenários** (VELDKAMP, 2004).
- As técnicas geoestatísticas permitem também a predição de valores em locais não amostrados obtendo-se então uma distribuição e variabilidade espacial da biomassa e estoques de carbono.



## **Capítulo 1**

# **Análise de mudanças do uso e cobertura da terra e projeções de cenários futuros para o bioma Amazônia**

Inovação



cenário futuro de forma determinística do UOT



UOT  
MapBiomas

Precisa (30m)

1985-2014 e 2017

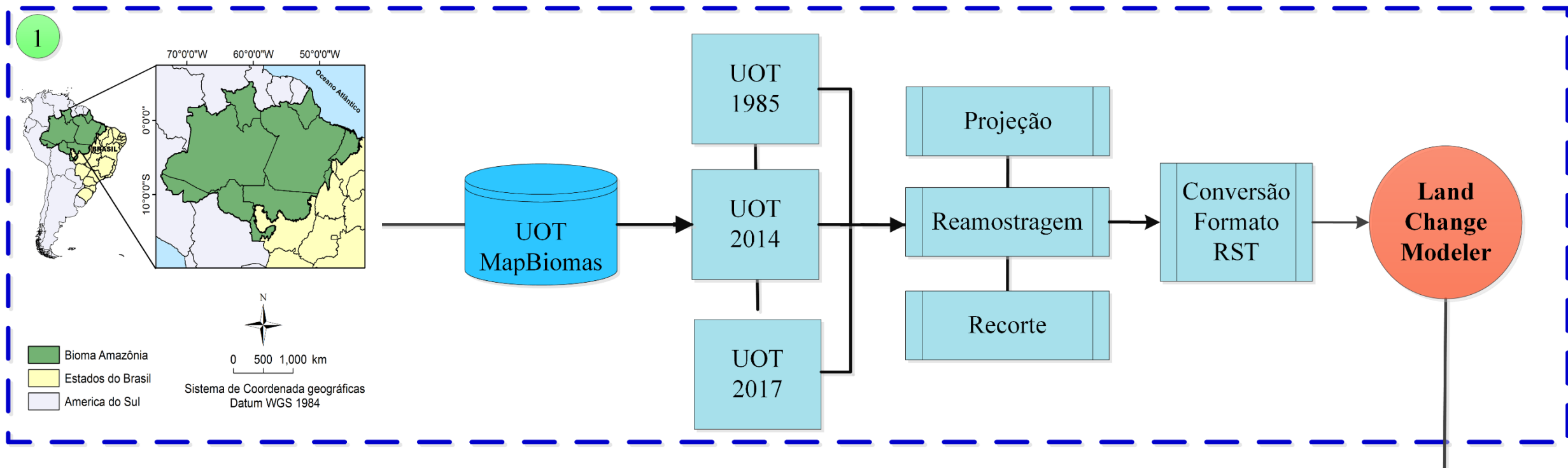
## ➤ Objetivo

Analisar a dinâmica do uso e ocupação da terra ao longo do tempo por meio da modelagem espacial e projeção de cenário futuro para o bioma Amazônia.

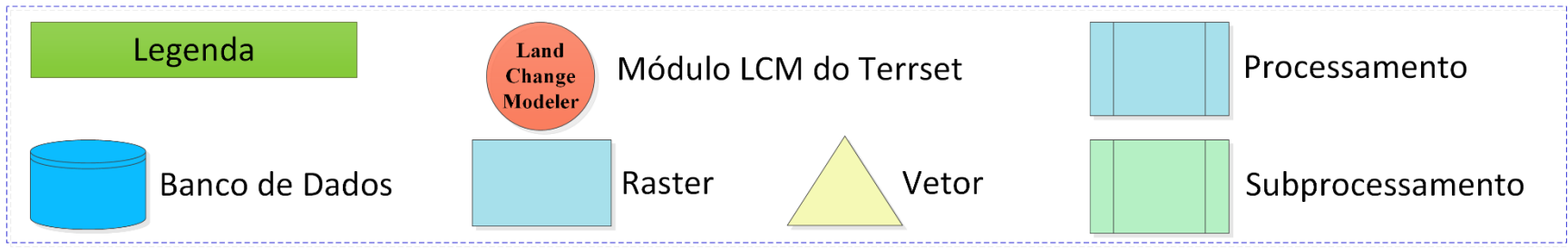


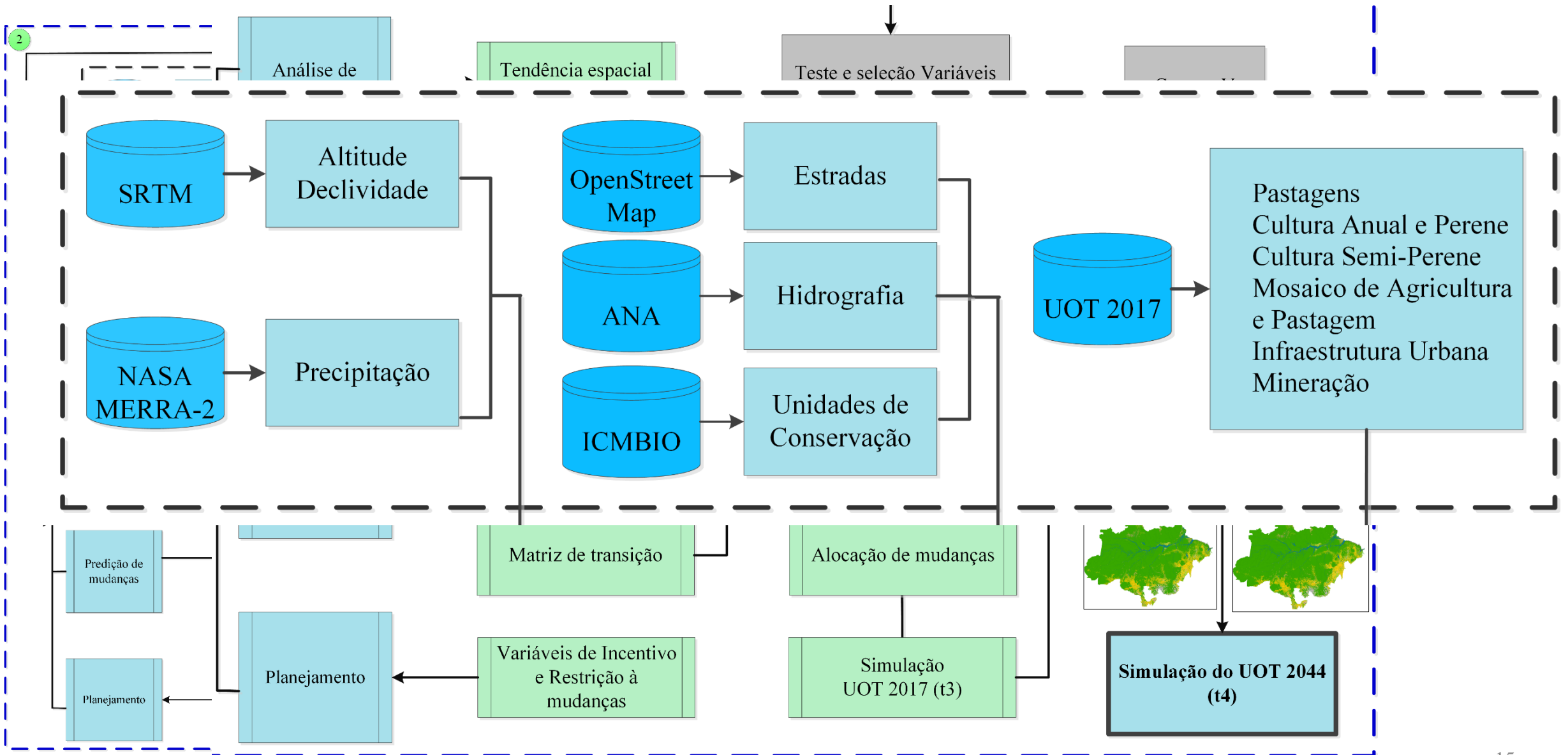
### ➤ **Objetivo Específicos**

- ✓ Avaliar as mudanças de cobertura da terra entre os anos 1985, 2014 e 2017.
- ✓ Identificar os ganhos e perdas, variação líquida, persistência e transições entre classes de uso.
- ✓ Obter um modelo de mudança de uso e ocupação da terra a partir da avaliação de mudanças e integração de variáveis explanatórias para análise do desmatamento.
- ✓ Estabelecer uma projeção do uso e ocupação da terra futura.



- 1 Pré-processamento das imagens
- 2 Análise de mudanças e projeção futura







➤ Mapeamento do uso e ocupação da terra entre os anos 1985, 2014 e 2017

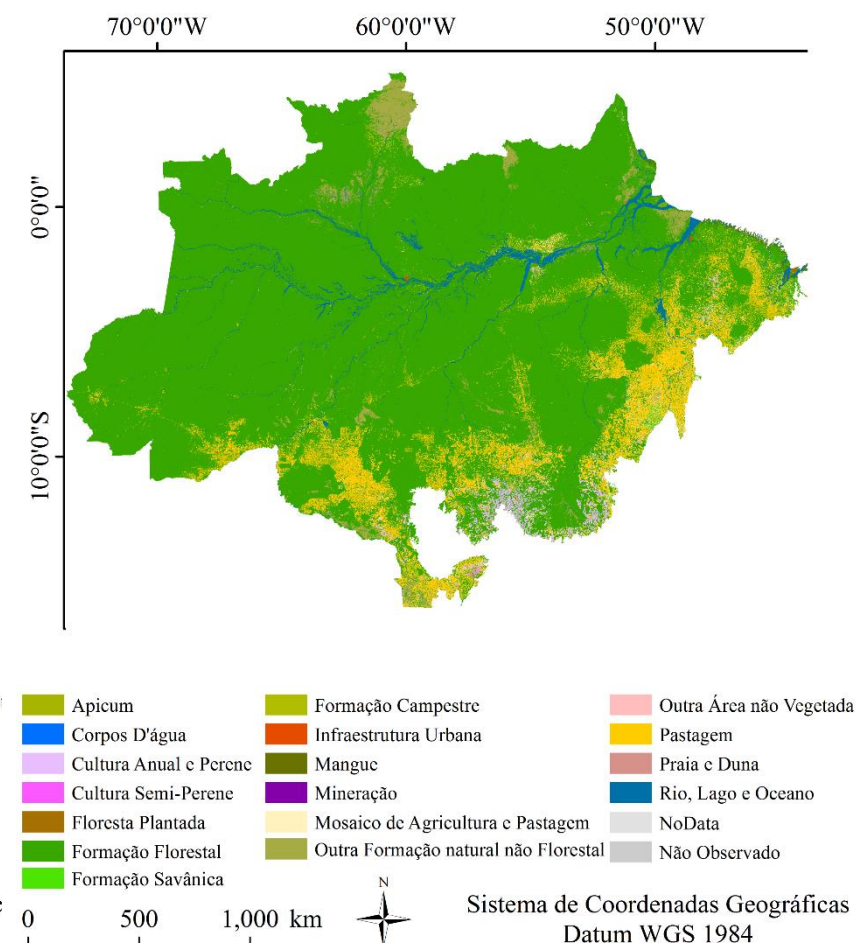
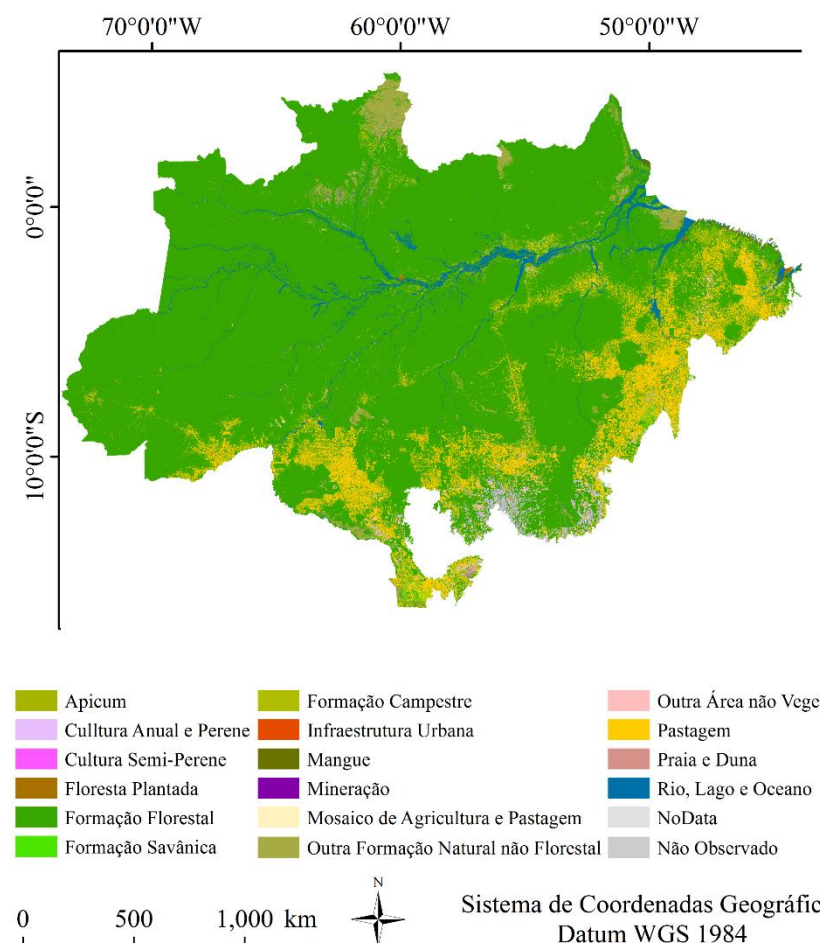
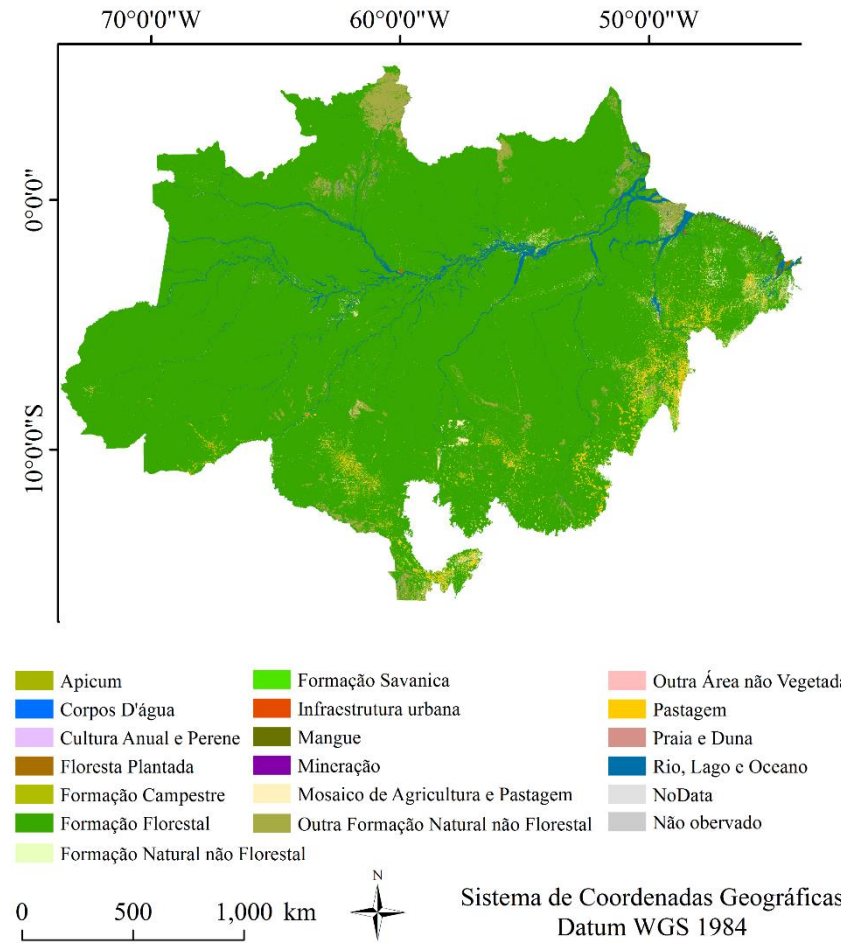


Figura 5 – Uso e ocupação da terra em 1985.

Figura 6 – Uso e ocupação da terra em 2014.

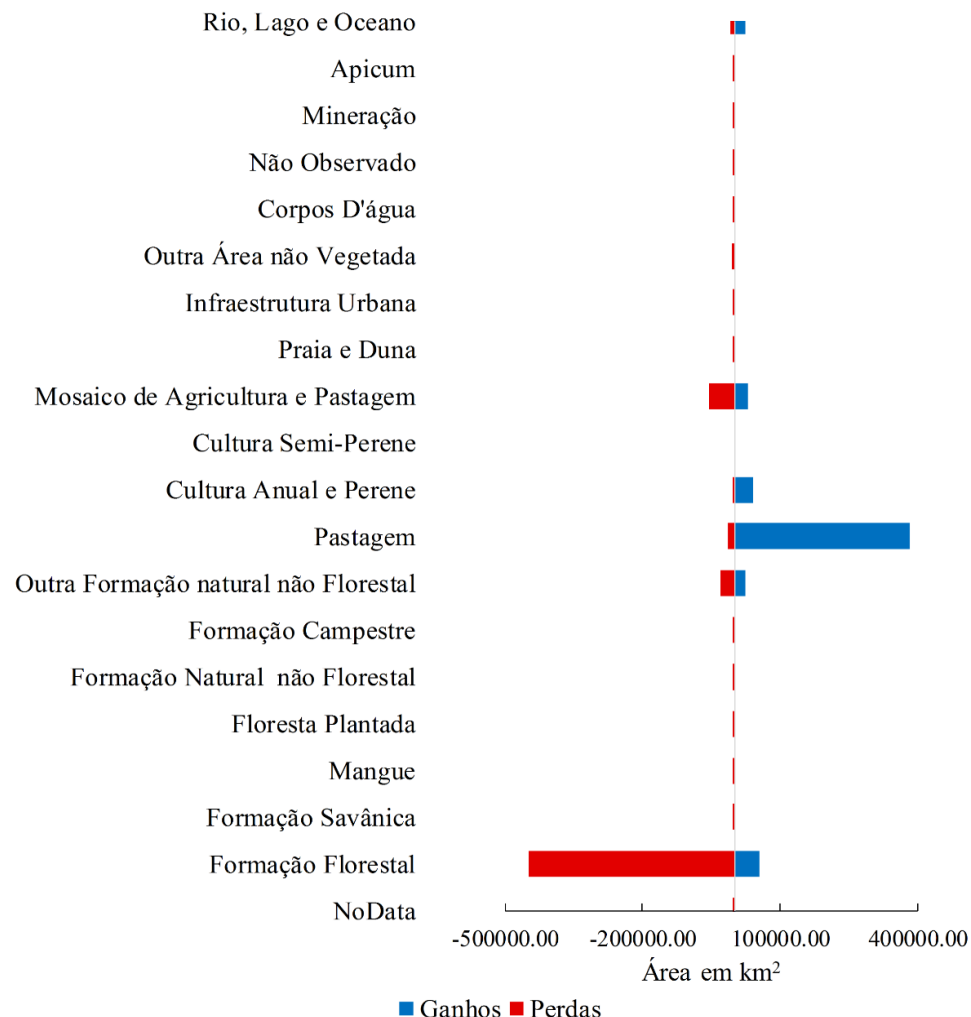
Figura 7 – Uso e ocupação da terra em 2017. 16

➤ Mapeamento do uso e ocupação da terra entre os anos 1985, 2014 e 2017

Tabela 1– Áreas das classes de uso e cobertura da terra dos anos de 1985, 2014 e 2017.

Classes	1985		2014		2017	
	Área(km <sup>2</sup> )	%	Área(km <sup>2</sup> )	%	Área(km <sup>2</sup> )	%
Formação Florestal	3.844.800,75	91,20	3.452.129,25	81,89	3.482.721,50	82,61
Formação Savânica	4.708,50	0,11	4.804,50	0,11	3.060,25	0,07
Mangue	7.234,25	0,17	7.510,25	0,18	6.827,50	0,16
Floresta Plantada	25,00	0,00	305,25	0,01	438,00	0,01
Formação Natural Não Florestal	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Formação Campestre	3.340,75	0,08	5.573,75	0,13	3.574,25	0,08
Apicum	139,25	0,00	283,00		401,75	
Outra Formação Natural Não Florestal	117.054,50	2,78	110.970,75	8,69%	114.915,75	1,48%
Pastagem	71.046,50	1,69	437.670,00	10,38	375.159,50	8,90
Cultura Anual e Perene	793,25	0,02	41.232,50	0,98	44.500,50	1,06
Cultura Semi-Perene	0,00	0,00	709,00	0,02	608,75	0,01
Mosaico de Agricultura e Pastagem	58.849,75	1,40	33.311,75	0,79	69.413,25	1,65
Infraestrutura urbana	1.939,75	0,05	2.798,50	0,07	2.781,25	0,07
Mineração	13,25	0,00	119,00	0,00	146,75	0,00
Praia e Duna	31,00	0,00	53,50	0,00	43,00	0,00
Outra Área Não Vegetada	6.299,25	0,15	3.079,25	0,07	3.316,50	0,08
Corpos D'água	6,00	0,00	0,00	0,00	8,25	0,00
Rio, Lago e Oceano	99.112,25	2,35	114.814,50	2,72	107.465,25	2,55
Não Observado	53,75	0,00	160,75	0,00	57,75	0,00
NoData	195,00	0,00	117,75	0,00	203,50	0,00
<b>SOMA</b>	<b>4215643.25</b>	<b>100</b>	<b>4215643.25</b>	<b>100</b>	<b>4215643.25</b>	<b>100</b>

## ➤ Ganhos e perdas por categoria



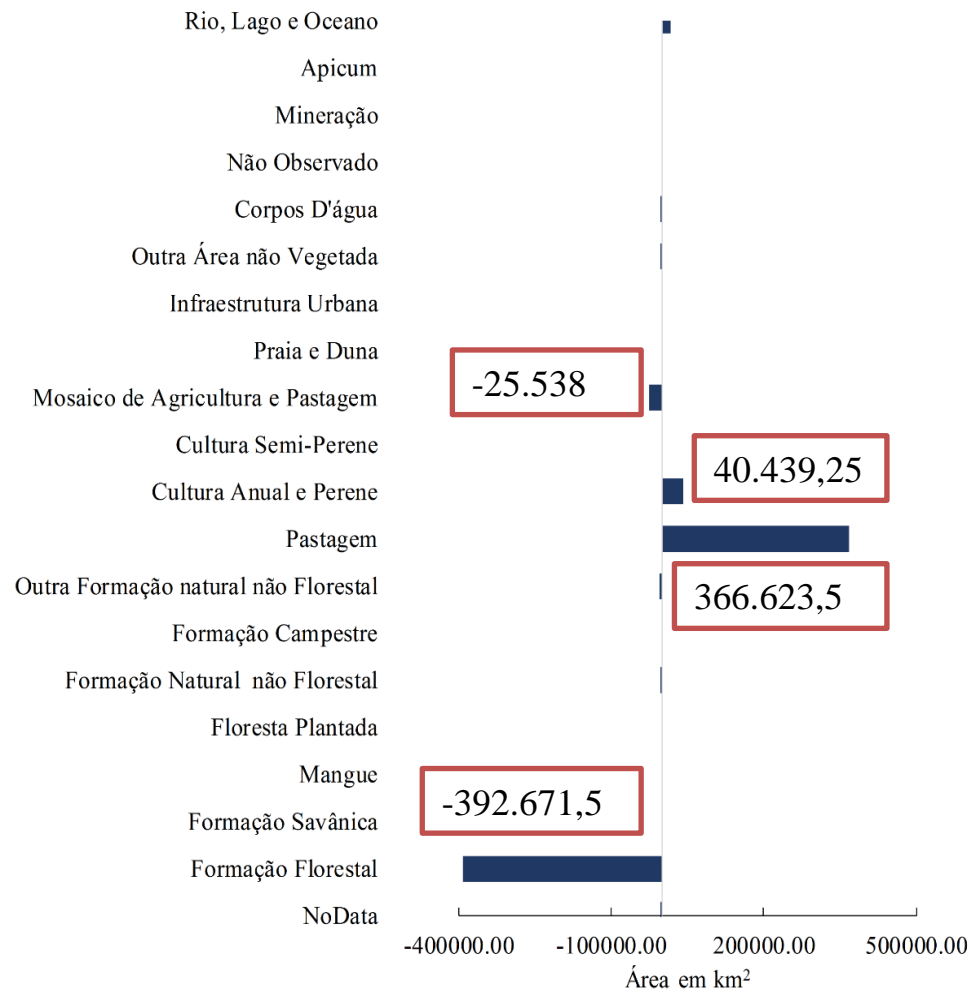
✓ Formação Florestal reduziu (447.377 km<sup>2</sup>)

✓ A Pastagem apresentou maior incremento em área (381.386,25 km<sup>2</sup>)

Classes	Perdas (km <sup>2</sup> )	Ganhos (km <sup>2</sup> )	Classes	Perdas (km <sup>2</sup> )	Ganhos (km <sup>2</sup> )
NoData	-115,75	38,50	Cultura Semi-Perene	0,00	709,00
Formação Florestal	-447.377,00	54.705,50	Mosaico de Agricultura e Pastagem	-54.230,25	28.692,25
Formação Savânica	-3.517,50	3.613,50	Praia e Duna	-18,25	40,75
Mangue	-1.290,25	1.566,50	Infraestrutura Urbana	-306,25	1.165,00
Floresta Plantada	-22,50	302,75	Outra Área não Vegetada	-6.087,75	2.867,75
Formação Natural não Florestal	-0,50	0,00	Corpos D'água	-6,00	0,00
Formação Campestre	-1.526,25	3.759,25	Não Observado	-33,25	140,25
Outra Formação natural não Florestal	-31.115,25	25.031,50	Mineração	-10,50	116,25
Pastagem	-14.762,75	381.386,25	Apicum	-103,50	247,25
Cultura Anual e Perene	-167,50	40.606,75	Rio, Lago e Oceano	-9.566,50	25.268,75

Figura 8 – Ganhos e perdas por categoria entre 1985 a 2014.

➤ **Variação líquida por categoria entre os anos 1985 e 2014**



Classes	Variação (km <sup>2</sup> )	Classes	Variação (km <sup>2</sup> )
NoData	-77,25	Cultura Semi-Perene	709,00
Formação Florestal	-392.671,50	Mosaico de Agricultura e Pastagem	-25.538,00
Formação Savânica	96,00	Praia e Duna	22,50
Mangue	276,00	Infraestrutura Urbana	858,75
Floresta Plantada	280,25	Outra Área não Vegetada	-3.220,00
Formação Natural não Florestal	-0,50	Corpos D'água	-6,00
Formação Campestre	2.233,00	Não Observado	107,00
Outra Formação natural não Florestal	-6.083,75	Mineração	105,75
Pastagem	366.623,50	Apicum	143,75
Cultura Anual e Perene	40.439,25	Rio, Lago e Oceano	15.702,25

Figura 9 – Variação líquida por categoria entre 1985 a 2014

➤ **Variação líquida por categoria entre os anos 1985 e 2014**

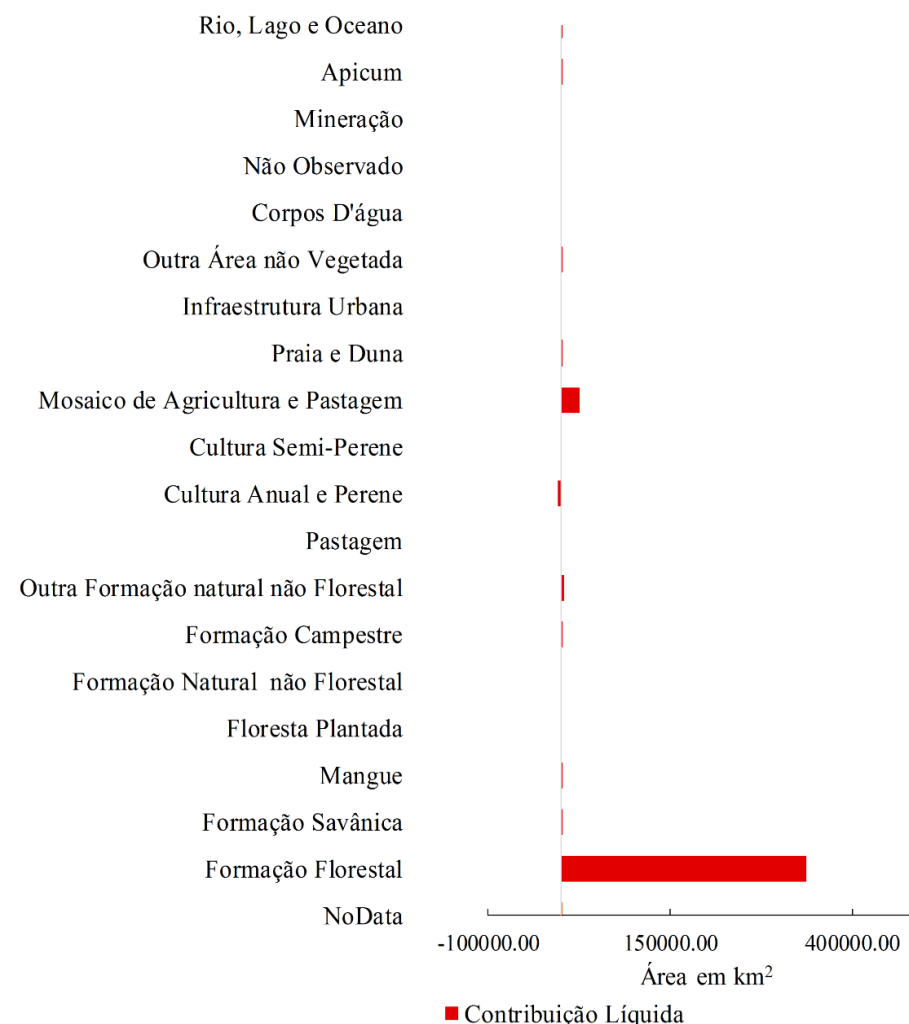
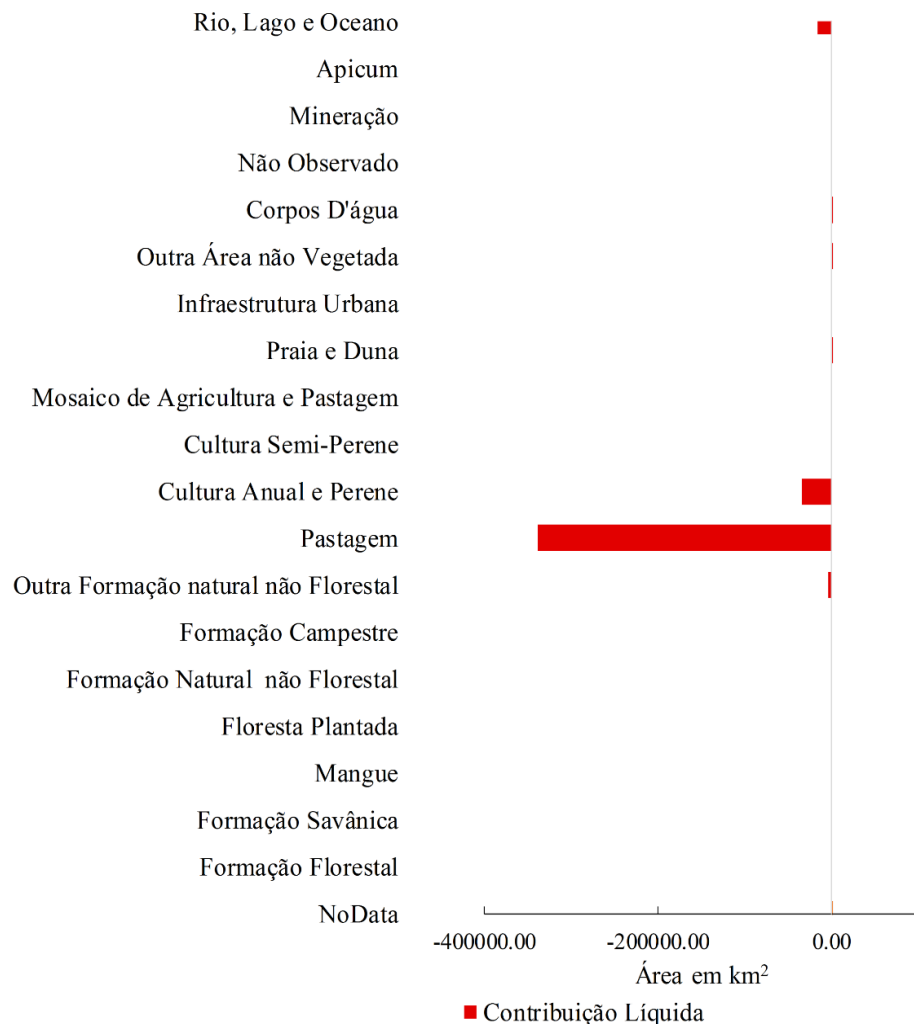


Figura 10 – Variação da classe Formação Florestal em relação às demais classes.

Figura 11 – Variação da classe Pastagem em relação às demais classes.



➤ **Análise da mudança no uso e cobertura da terra**

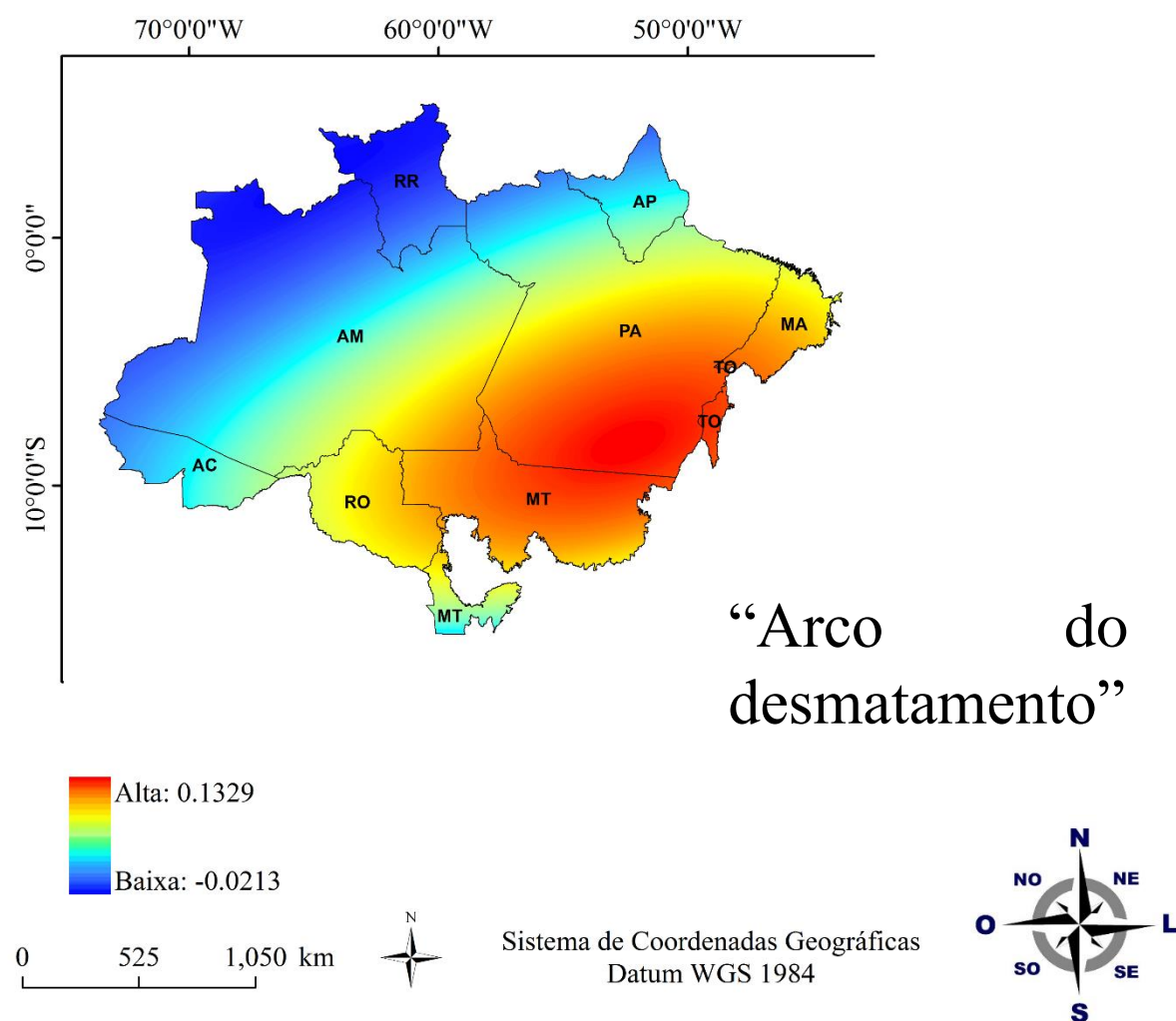
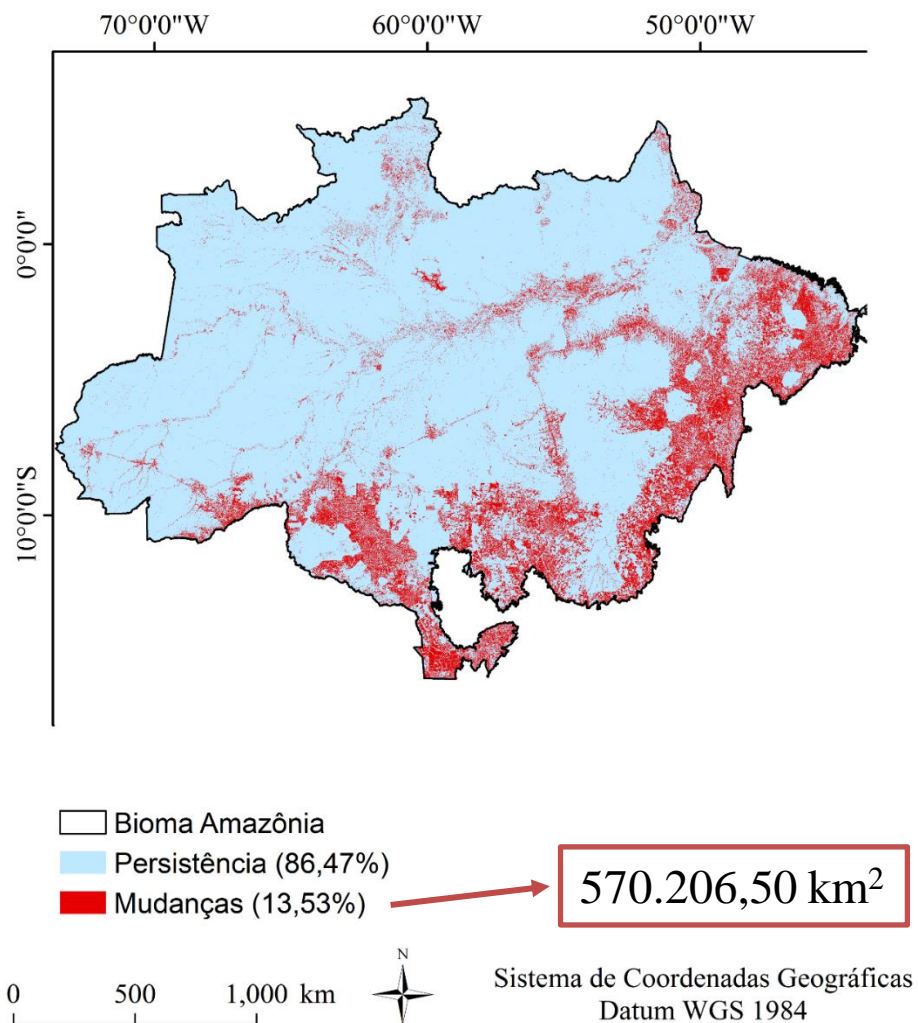


Figura 12 – Áreas de mudanças de classes entre 1985 a 2014.

Figura 14 – Tendência de mudanças de entre 1985 a 2014.

➤ **Calibração e validação do sub-modelo de transição potencial**

Tabela 2 – Teste e seleção das variáveis explanatórias para inclusão no sub-modelo de transição potencial.

Variáveis Explanatórias	Unidade	Cramer-V	Status de seleção
Altitude	m	0,3015	Selecionada
Declividade	%	0,3021	Selecionada
Precipitação Média Anual	mm	0,3056	Selecionada
Distância de Rodovias	m	0,2142	Selecionada
Distância dos Cursos d'água	m	0,2467	Selecionada
Distância de áreas com Infraestrutura Urbana	m	0,2361	Selecionada
Distância de áreas com Pastagem	m	0,2214	Selecionada
Distâncias Cultura Anual e Perene	m	0,1601	*Não Selecionada
Distância Cultura Semi-Perene	m	0,1561	*Não Selecionada
Distância Mosaico de Agricultura e Pastagem	m	0,2517	Selecionada
Distância de Mineração	m	0,1604	Selecionada
Distância de unidades de conservação	m	0,2159	Selecionada
Distância das áreas de mudanças	m	0,2597	Selecionada

✓ valores acima de 0,15

Em que: \* = Variável não foi incluída no modelo com o objetivo de melhorar o desempenho da modelagem da Rede neural.



## ➤ Modelagem das transições potenciais a partir MLP Neural Network

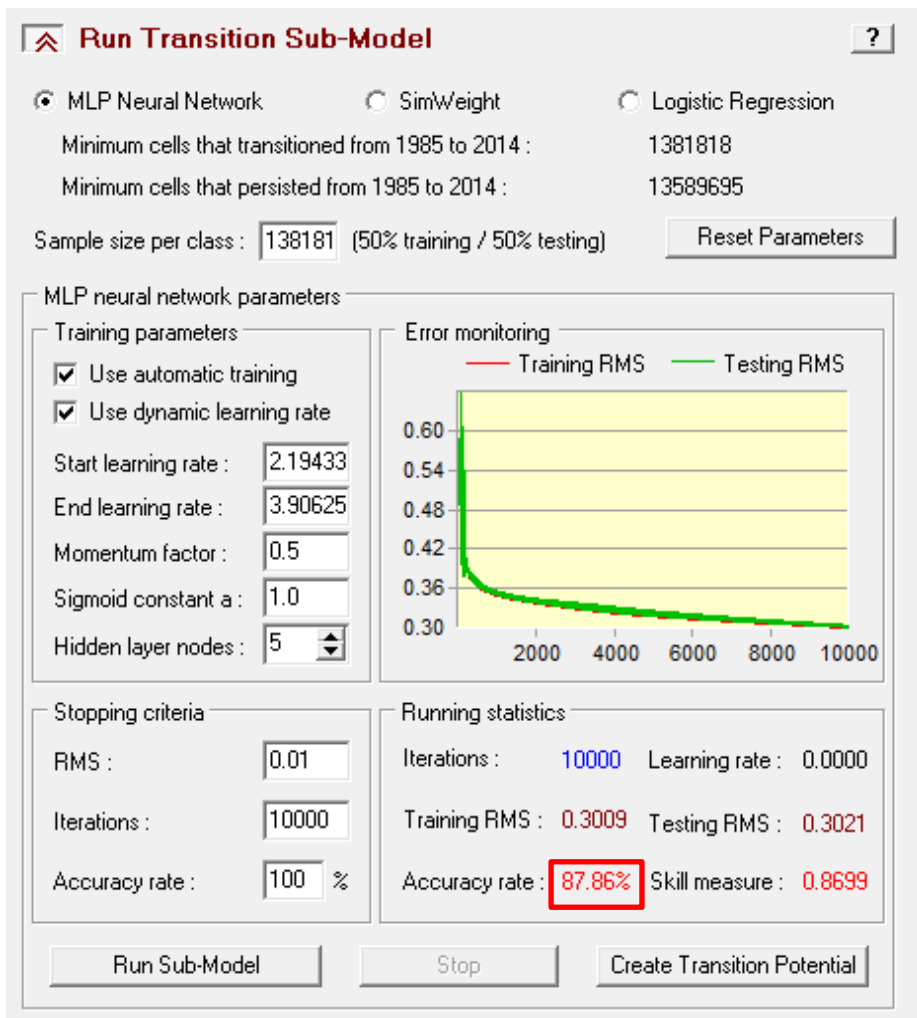


Figura 15– Painel de execução do sub-modelo (Run Transition Sub-Model) e taxa de acurácia final.

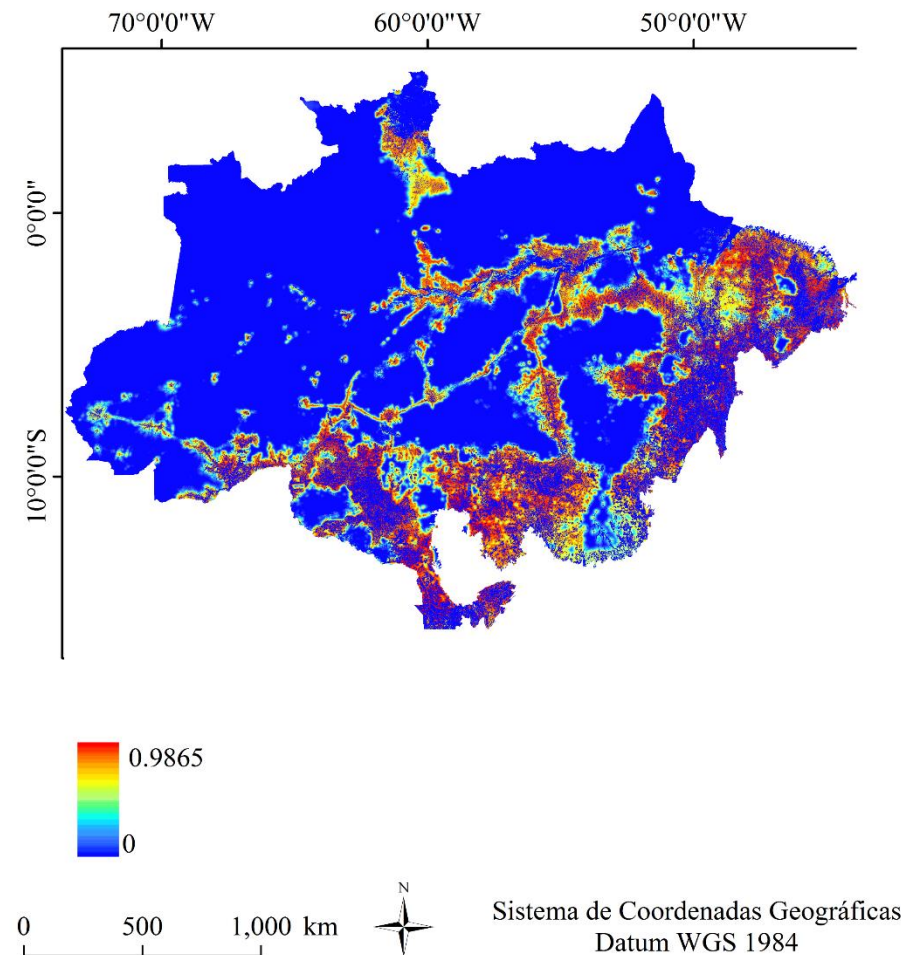


Figura 16 – Potencial de Conversão de Formação Florestal para Pastagem

➤ Modelagem das mudanças da cobertura da terra

✓ Acurácia da modelagem das mudanças

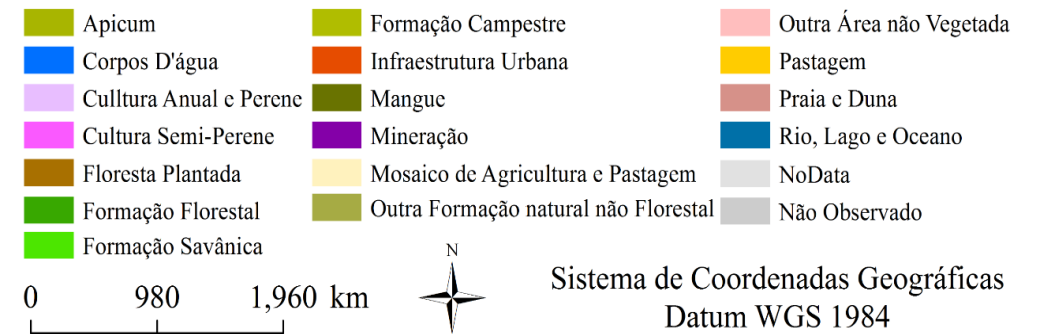
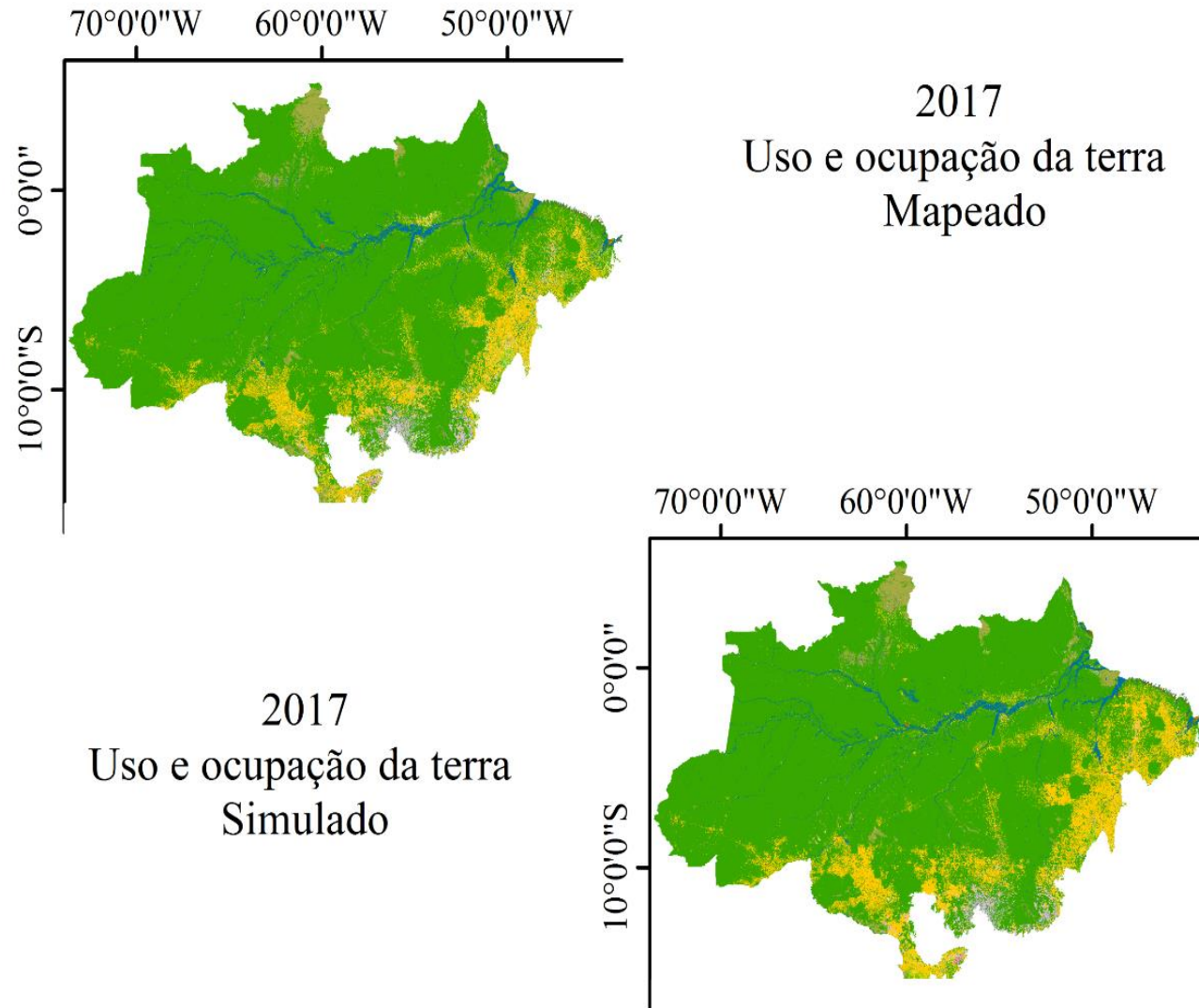
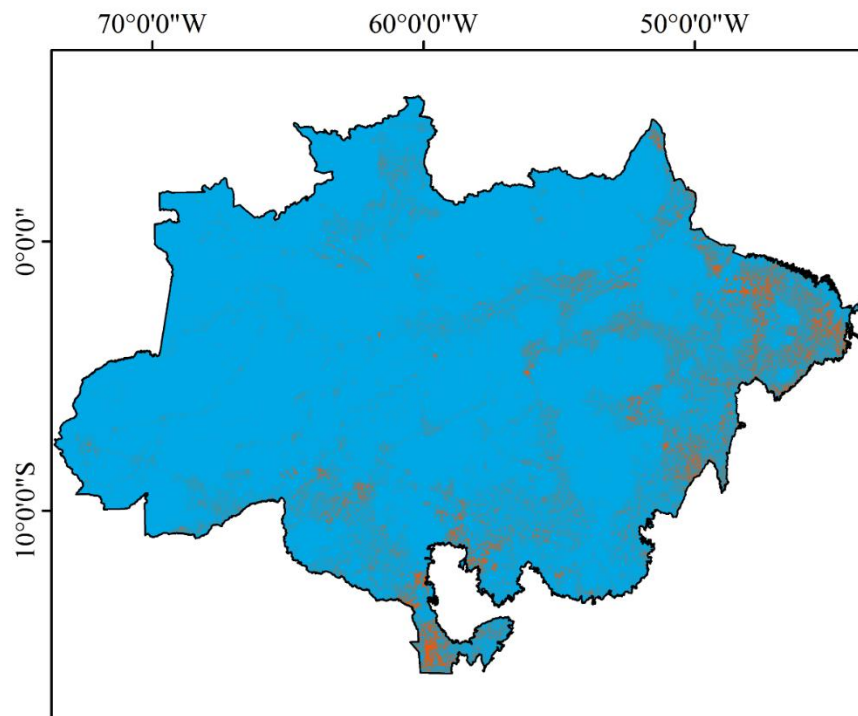


Figura 17 – Uso e ocupação da terra mapeado e simulado pra 2017.

➤ Modelagem das mudanças da cobertura da terra



P(m)-acordo com localização ajustada  
 M(m)-acordo padrão  
 N(m)-acordo de quantidade

Quanto um par de mapas coincide, em quantidade de pixels e localização dos pixels em cada categoria

□ Bioma Amazônia  
 ■ Acertos (93.76%)  
 ■ Erros (6.24%)



Sistema de Coordenadas Geográficas  
 Datum WGS 1984

Figura 18 – Validação da simulação do uso e cobertura da terra para 2017.

✓ Acurácia da modelagem das mudanças

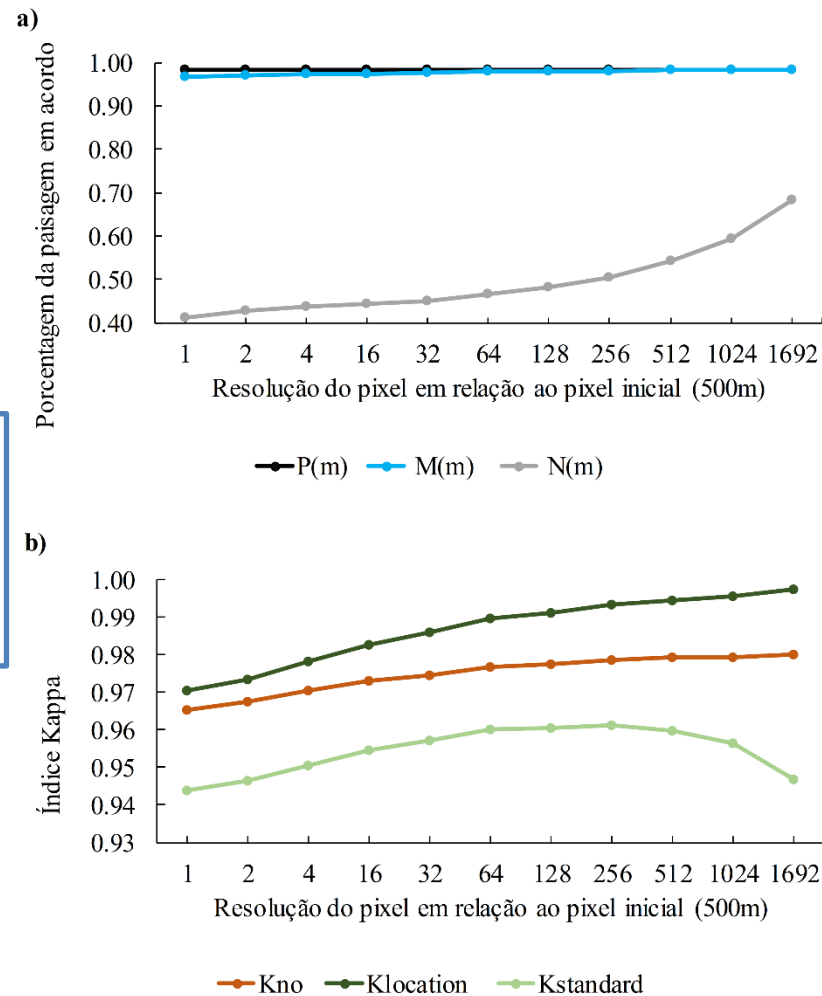
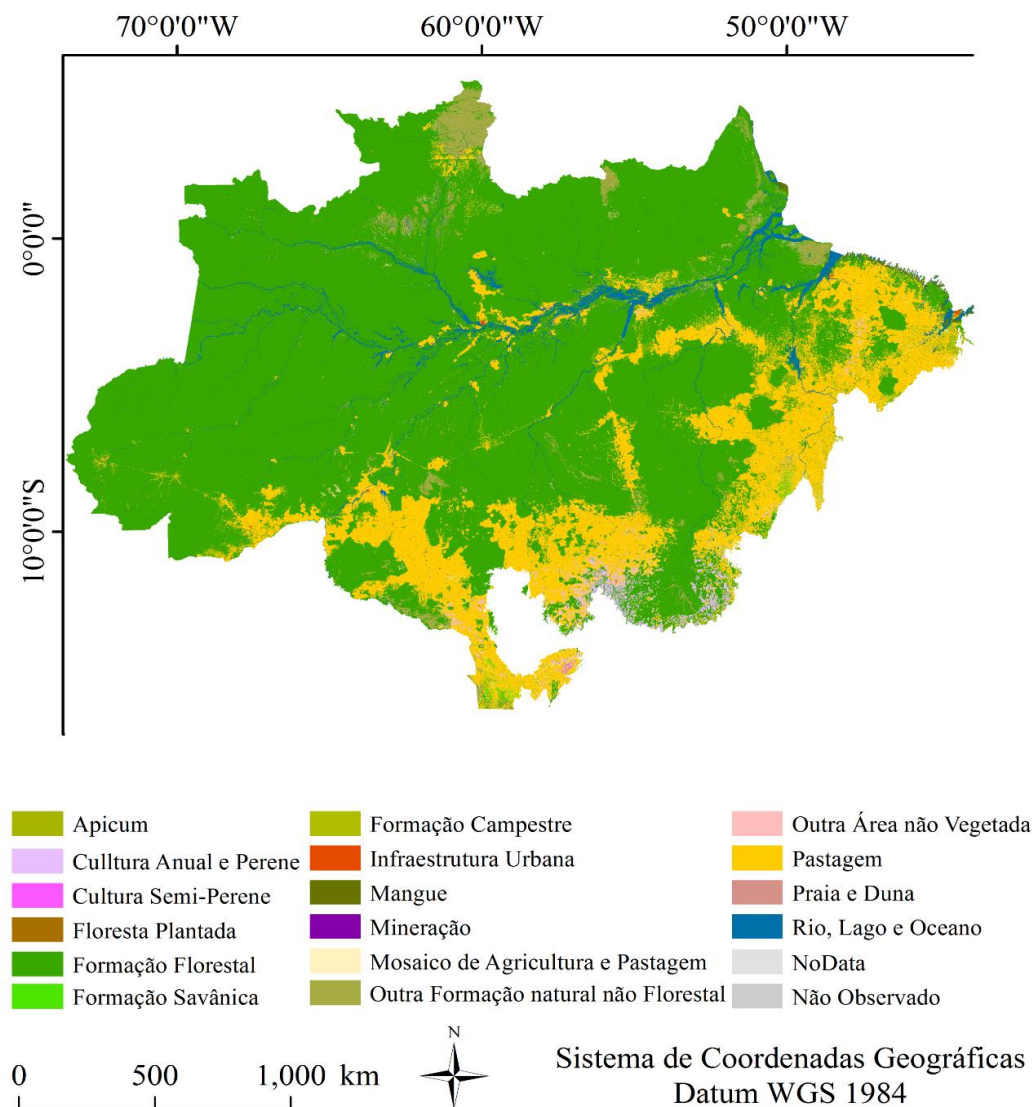


Figura 19 – Indicadores de concordância entre o uso e ocupação da terra mapeado e simulado para 2017.

➤ **Simulação da cobertura da terra e predição futura para 2044**



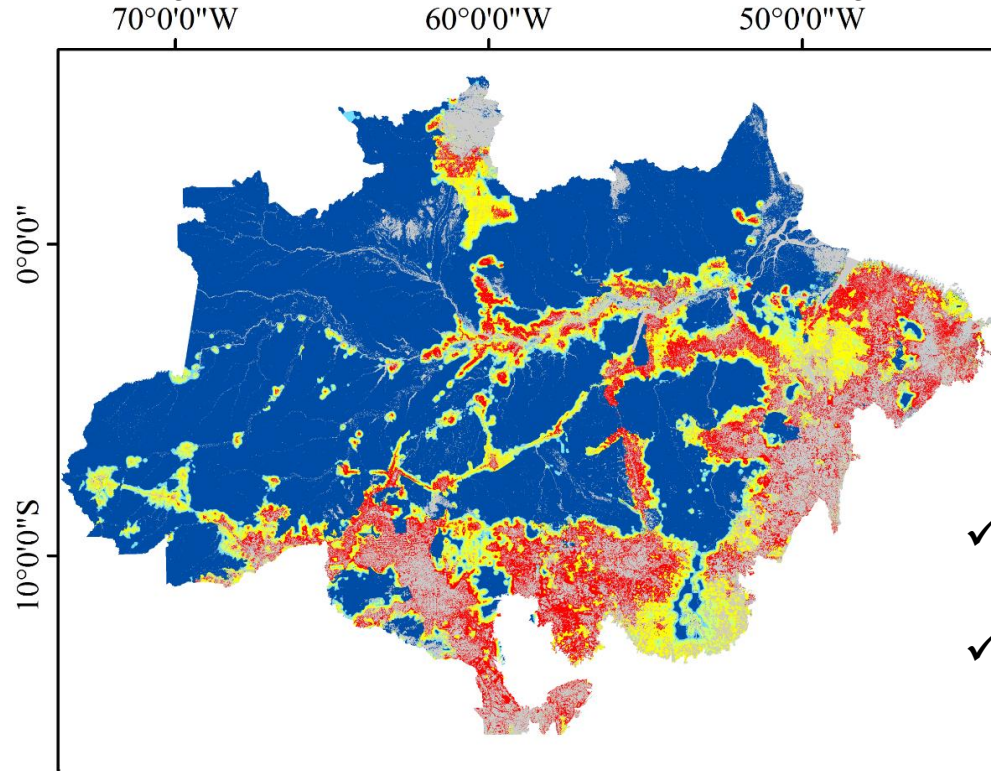
➤ De acordo com a matriz de transição da cobertura da terra gerada para 2014 e 2044

➤ Formação Florestal ainda será a maior classe representativa seguida da classe Pastagem, caso seja mantido as mesmas dinâmicas de transições

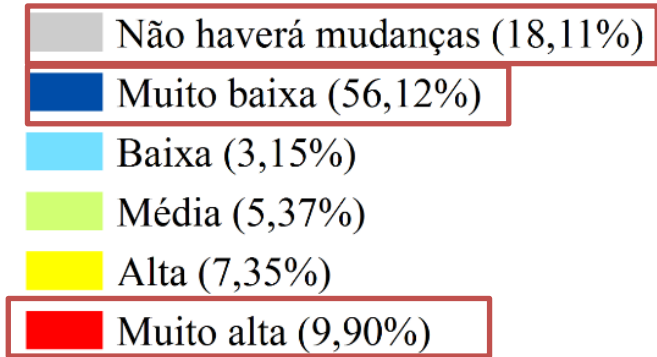
Figura 22 – Simulação futura para o uso e ocupação da terra para 2044.



➤ Simulação da cobertura da terra e predição futura para 2044



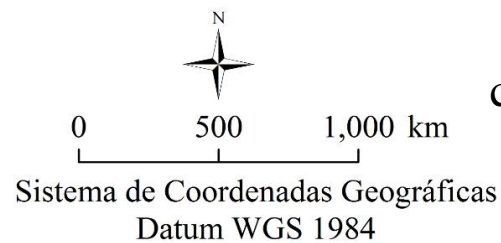
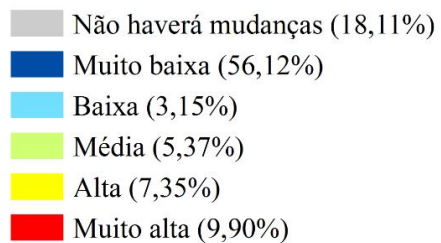
**Vulnerabilidade á mudança em 2044**



- ✓ Muito alta e Alta = áreas adjacentes às áreas de Pastagem.
- ✓ Média = associadas às áreas de pastagens, porém com uma distância maior em relação as estas áreas.

22, 62%  
(953.578,50 km<sup>2</sup>)  
↑ MT

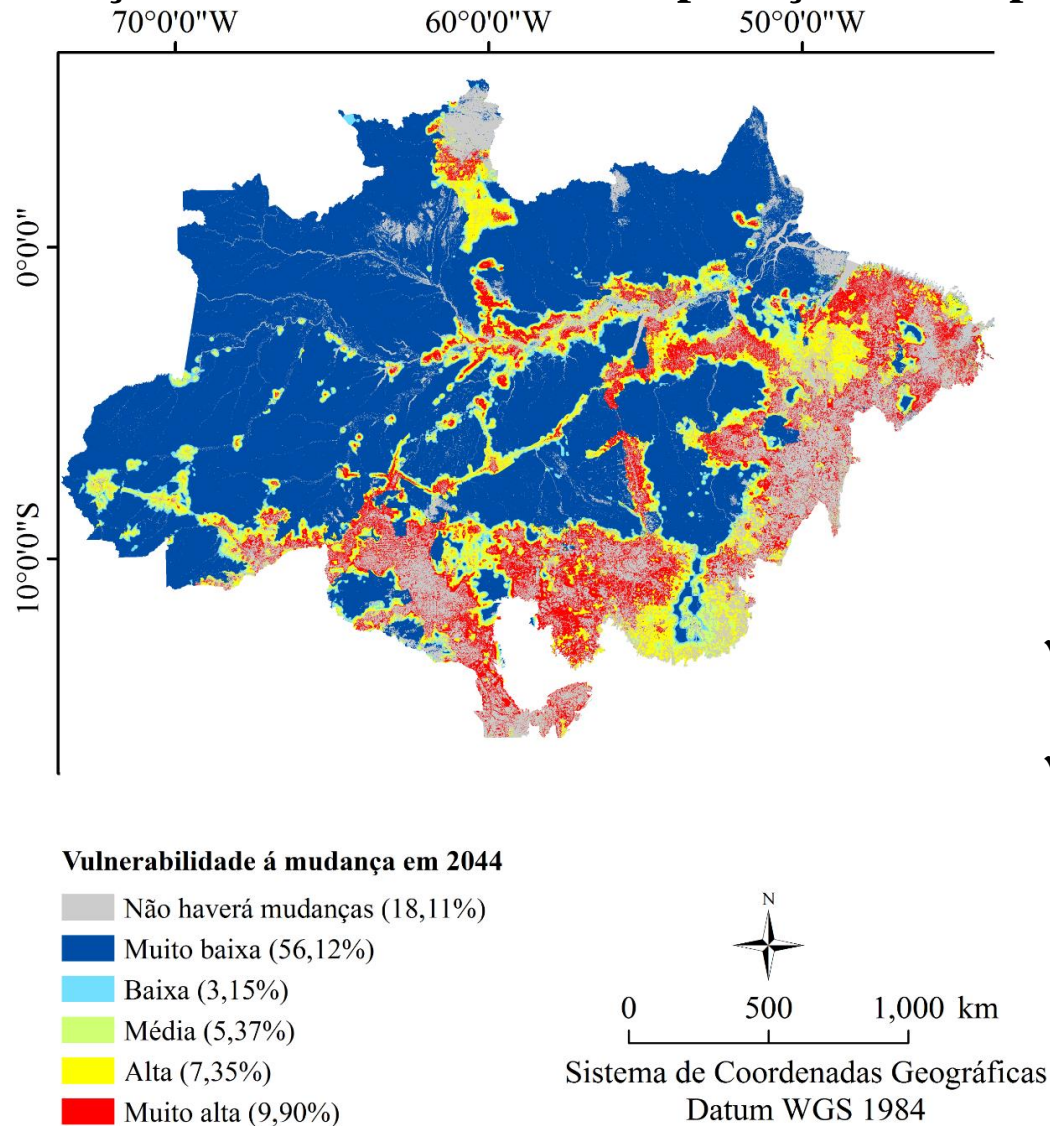
**Vulnerabilidade á mudança em 2044**



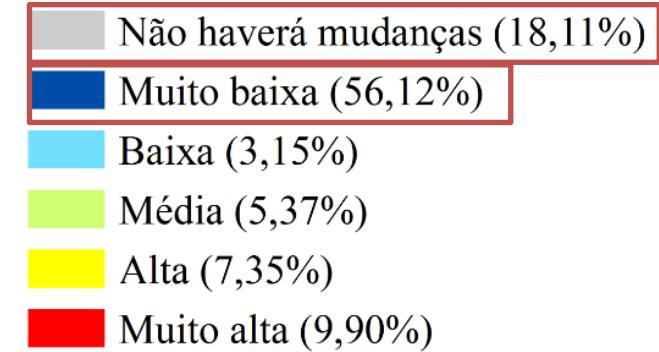
Quanto mais próxima de alguma área que ocorreu mudanças, maior a chance de ocorrer alguma conversão no uso e cobertura da terra (Luiz, 2014)

Figura 21 – Vulnerabilidade à mudança para o ano 2044

## ➤ Simulação da cobertura da terra e predição futura para 2044



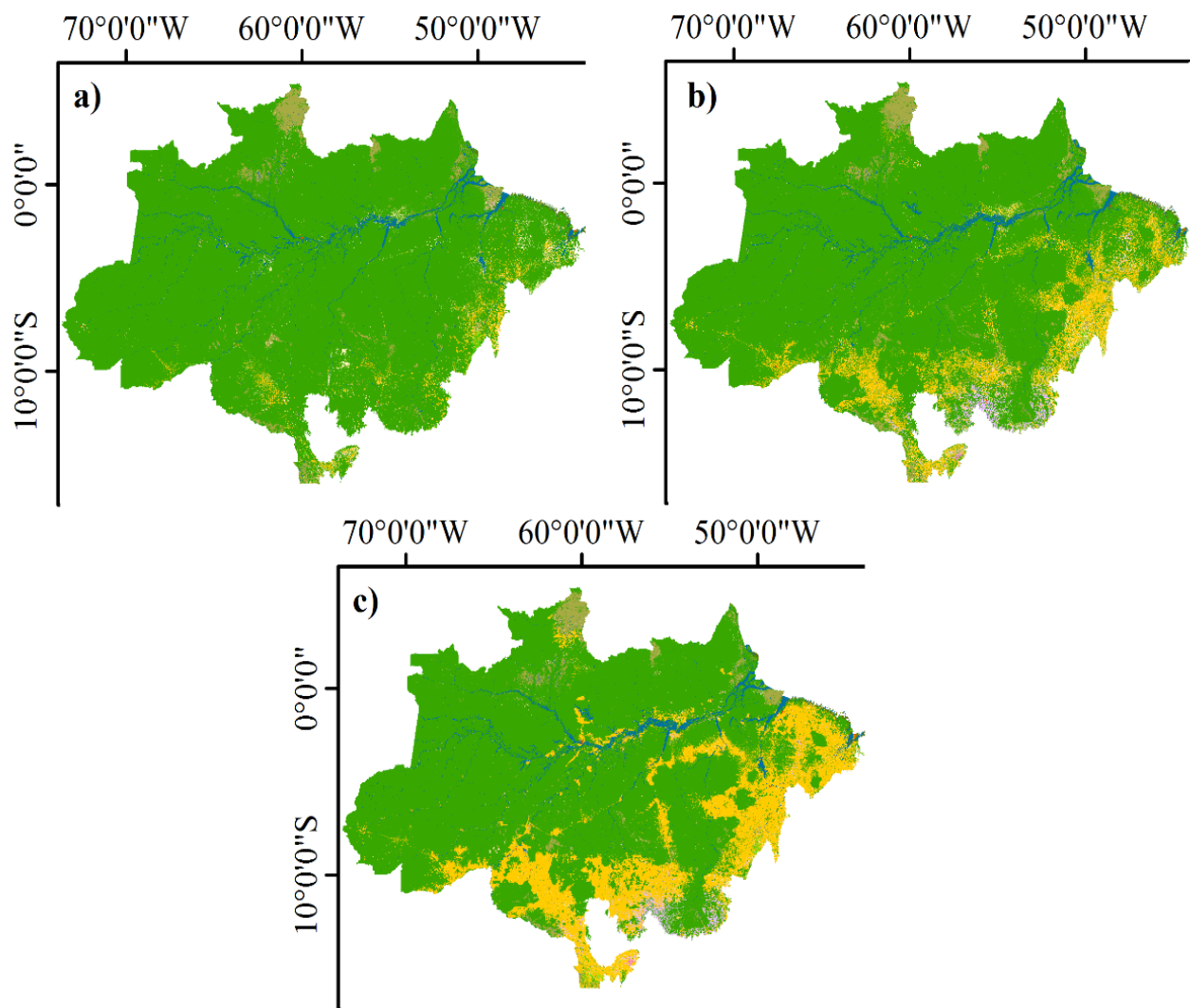
### Vulnerabilidade á mudança em 2044



- ✓ Muito baixa = proximidade e influência das Ucs
- ✓ Não haverá mudanças = pastagens consolidadas e áreas representadas pela classe Outra Formação natural não florestal na porção norte do bioma.

Figura 21 – Vulnerabilidade à mudança para o ano 2044

➤ Simulação da cobertura da terra e predição futura para 2044



↓ Formação Florestal  
 ↑ Pastagem

É importante ressaltar que, essas mudanças poderão ocorrer caso permaneçam as mesmas alterações ocorridas entre os anos 1985 e 2014

- |                        |                                      |                         |
|------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| Apicum                 | Formação Campestre                   | Outra Área não Vegetada |
| Corpos D'água          | Formação Natural não Florestal       | Pastagem                |
| Cultura Anual e Perene | Infraestrutura Urbana                | Praia e Duna            |
| Cultura Semi-Perene    | Mangue                               | Rio, Lago e Oceano      |
| Floresta Plantada      | Mineração                            | NoData                  |
| Formação Florestal     | Mosaico de Agricultura e Pastagem    | Não Observado           |
| Formação Savânica      | Outra Formação natural não Florestal |                         |

0 950 1,900 km  Sistema de Coordenadas Geográficas Datum WGS 1984

Figura 23. Uso e ocupação da terra para os anos em 1985(a), 2017(b) e 2044(c).



➤ **Simulação da cobertura da terra e predição futura para 2044**

Tabela 6 – Áreas das classes de uso e cobertura da terra dos anos de 1985, 2017 e 2044.

Classes	1985		2017		2044	
	Área(km <sup>2</sup> )	%	Área(km <sup>2</sup> )	%	Área(km <sup>2</sup> )	%
Formação Florestal	3.844.800,75	91,20	3.482.721,50	82,61	3.115.892,25	73,91
Formação Savânica	4.708,50	0,11	3.060,25	0,07	4.804,50	0,11
Mangue	7.234,25	0,17	6.827,50	0,16	7.510,25	0,18
Floresta Plantada	25,00	0,00	438,00	0,01	305,25	0,01
Formação Natural Não Florestal	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Formação Campestre	3.340,75	0,08	3.574,25	0,08	5.573,75	0,13
Apicum	139,25	0,00	401,75	0,01	283,00	0,01
Outra Formação Natural Não Florestal	117.054,50	2,78	114.915,75	2,73	110.970,75	2,63
Pastagem	71.046,50	1,69	375.159,50	8,90	773.907,00	18,36
Cultura Anual e Perene	793,25	0,02	44.500,50	1,06	41.232,50	0,98
Cultura Semi-Perene	0,00	0,00	608,75	0,01	709,00	0,02
Mosaico de Agricultura e Pastagem	58.849,75	1,40	69.413,25	1,65	33.311,75	0,79
Infraestrutura urbana	1.939,75	0,05	2.781,25	0,07	2.798,50	0,07
Mineração	13,25	0,00	146,75	0,00	119,00	0,00
Praia e Duna	31,00	0,00	43,00	0,00	53,50	0,00
Outra Área Não Vegetada	6.299,25	0,15	3.316,50	0,08	3.079,25	0,07
Corpos D'água	6,00	0,00	8,25	0,00	0,00	0,00
Rio, Lago e Oceano	99.112,25	2,35	107.465,25	2,55	114.814,50	2,72
Não Observado	53,75	0,00	57,75	0,00	160,75	0,00
NoData	195,00	0,00	203,50	0,00	117,75	0,00
<b>SOMA</b>	<b>4215643,25</b>	<b>100</b>	<b>4215643,25</b>	<b>100</b>	<b>4215643,25</b>	<b>100</b>

↓ 8,7%  
 =367 mil km<sup>2</sup>  
 MS+DF  
↑ 9,44%  
 375 mil km<sup>2</sup>

- As classes que mais sofreram alterações foram Formação Florestal e Pastagens, seguidos da Cultura Anual e Perene e Mosaico de Agricultura e Pastagem.
- O principal determinante do desmatamento da região Amazônica são as atividades antrópicas, pois há substituição da Formação florestal em função das práticas agrícolas, representada principalmente pelo incremento das áreas de Pastagem.
- O uso de ferramentas de modelagem, por meio do Land Change Modeler, gerou um modelo de predição de mudança do uso do solo robusto, conforme comprovado pela validação.
- O uso e cobertura da terra em 2044 aponta um cenário de redução da Formação Florestal e um aumento expressivo da classe Pastagem.

- As simulações previstas por esse trabalho constituem-se em importante instrumento que podem fornecer subsídios para o planejamento da ocupação territorial na região, criação e gestão de áreas protegidas, implementação de políticas públicas, estímulo a melhores práticas de impacto reduzido em áreas de pastagens e demonstra a necessidade de incentivos para reduzir as emissões de gases de efeito estufa provenientes do desmatamento.
- A metodologia empregada apresenta potencial de uso e adaptação para demais biomas e outras regiões de estudo.

## **Capítulo 2**

**Análise de mudanças do uso e cobertura da terra e projeções de cenários futuros para o bioma Amazônia**

Inovação



biomassa e estoques de carbono de forma **atual** e com **projeção futura**

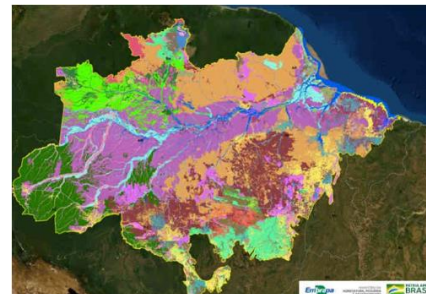
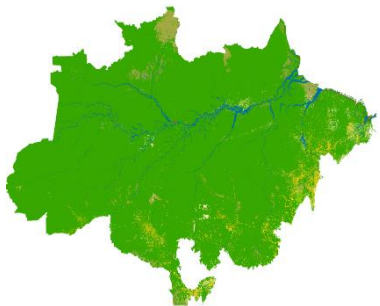


associadas as mudanças no UOT



## ➤ Objetivo

Modelar a distribuição espacial de biomassa acima do solo e estoques de carbono atual e futura por fitofisionomias associadas a mudanças da cobertura da terra no Bioma Amazônia

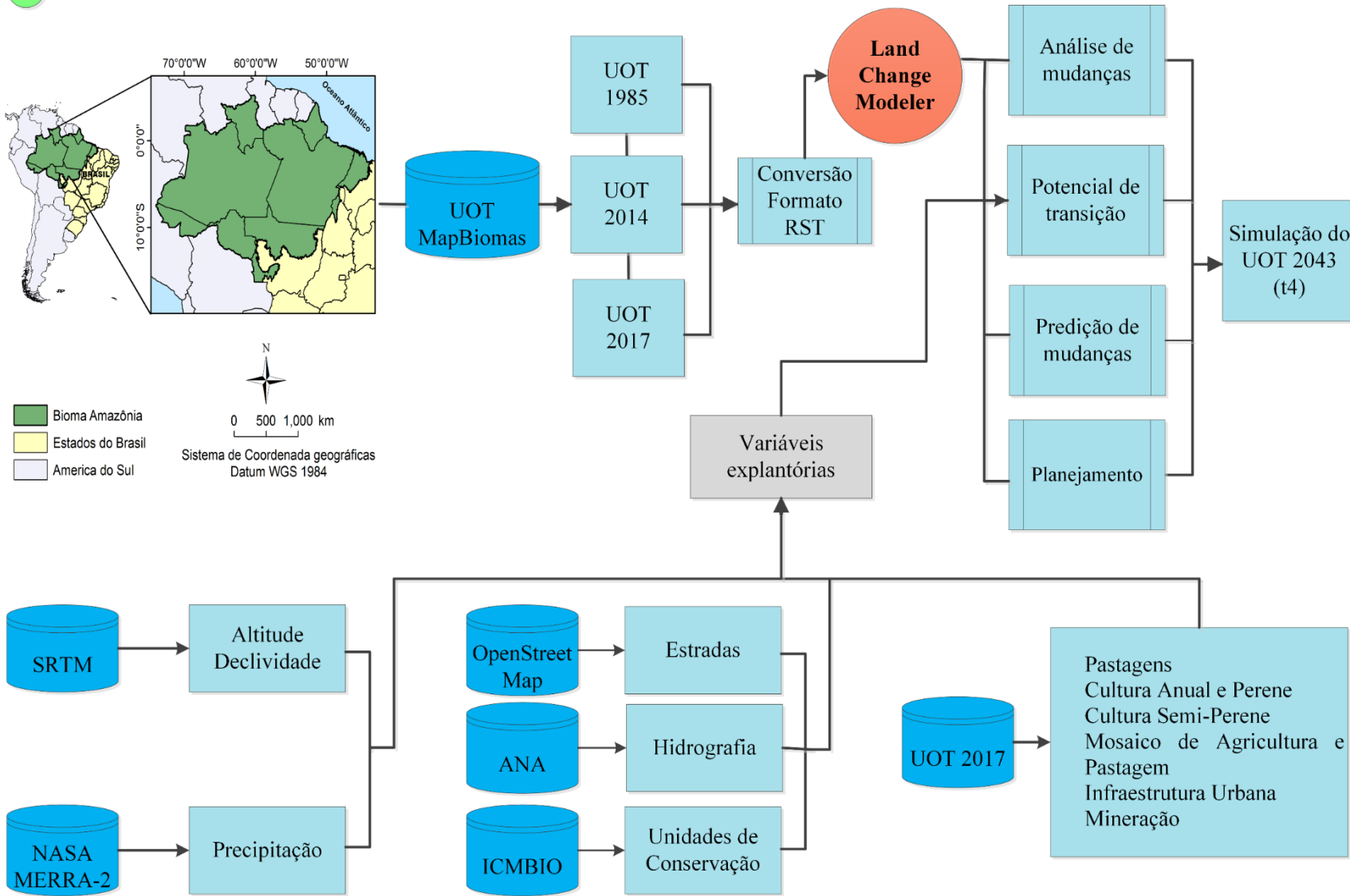


### ➤ **Objetivo Específicos**

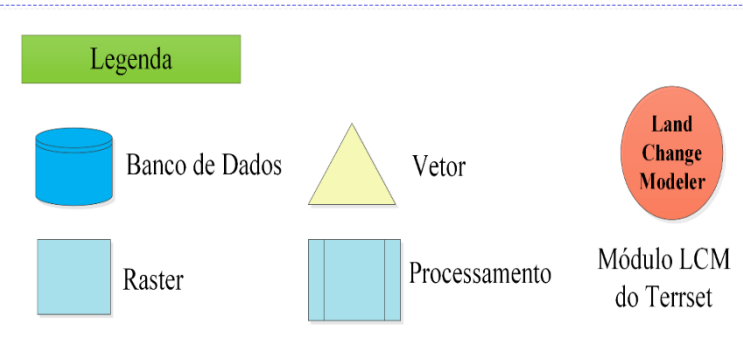
- ✓ Avaliar as mudanças de cobertura da terra entre os anos 1985, 2014 e 2017 e projetar um cenário futuro;
- ✓ Mapear a distribuição espacial da biomassa acima do solo a partir de técnicas de geoestatísticas;
- ✓ Quantificar estoques da biomassa acima do solo por fitofisionomias decorrentes das mudanças na cobertura da terra para os anos 1985, 2017 e 2044; e
- ✓ Quantificar estoques carbono terra por fitofisionomias para os anos 1985, 2017 e 2044.

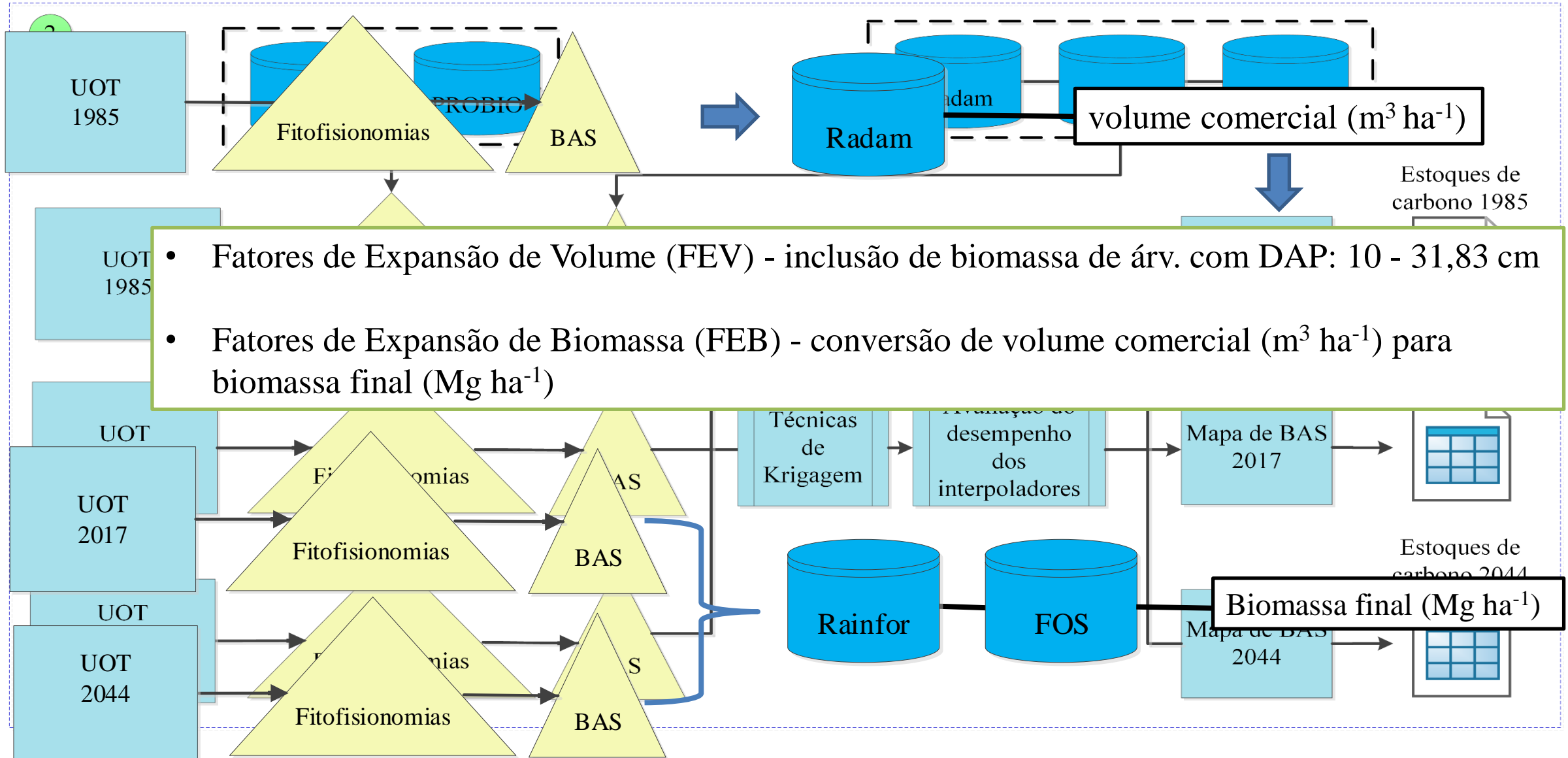


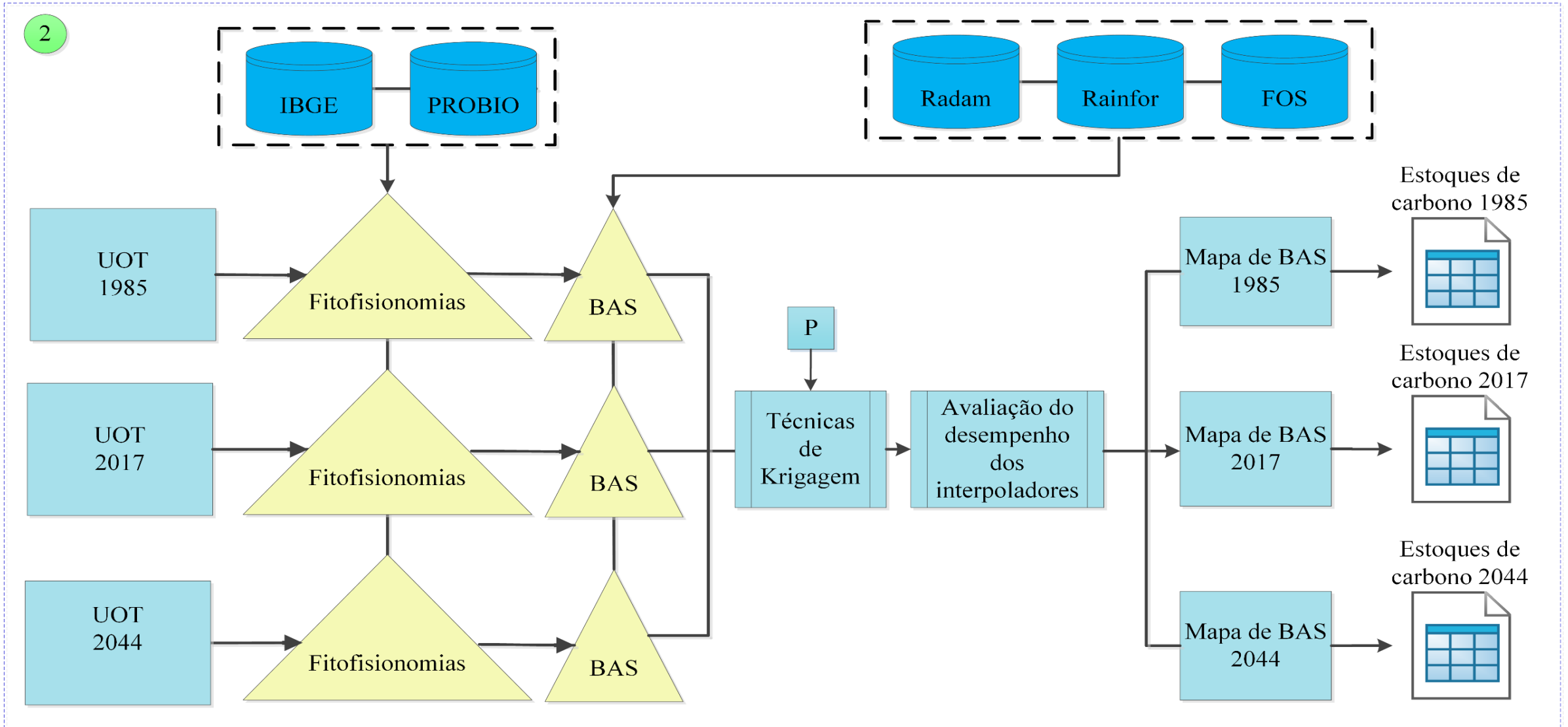
1



- 1- Análise das mudanças e projeção futura
  - 2- Distribuição espacial da BAS e estoques de carbono atual e futuro
- UOT- Uso e ocupação da terra  
 BVHAS- Biomassa acima do solo  
 P- Precipitação média anual







- **Análise de mudanças da cobertura da terra entre os anos 1985, 2014 e 2017 e projeção de cenário futuro;**

**Demostrados anteriormente no capítulo 1**

Biomassa média ponderada por unidade de área

Distribuição espacial da BAS

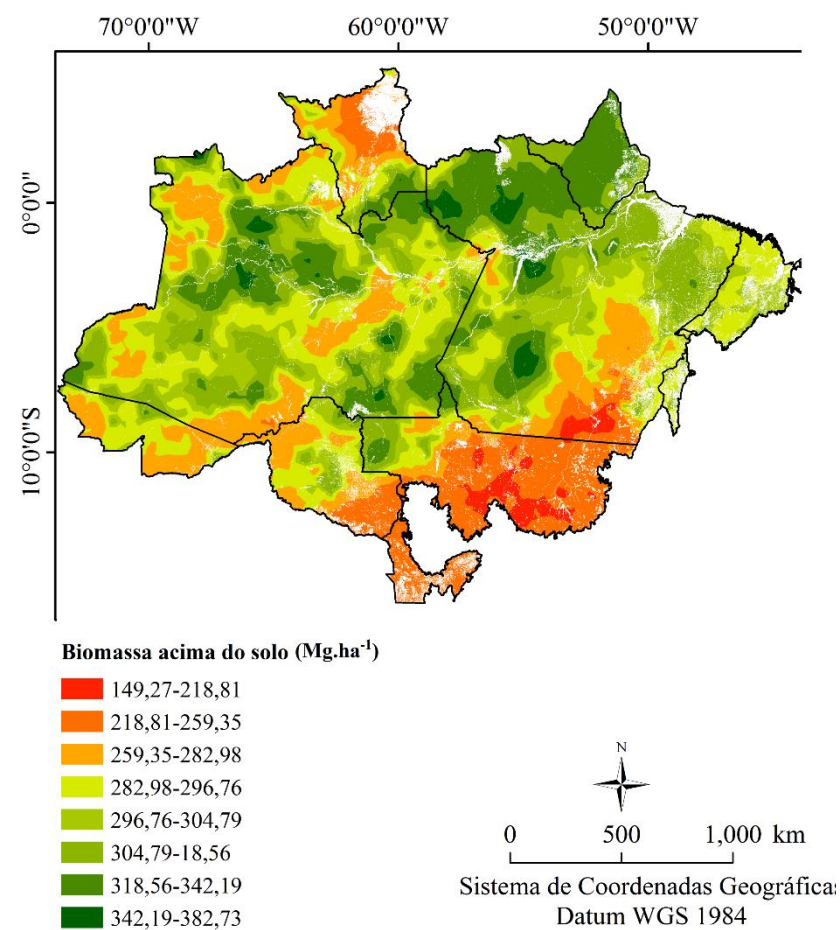


Figura 10 – Distribuição espacial da BAS (Mg ha-1) em 1985

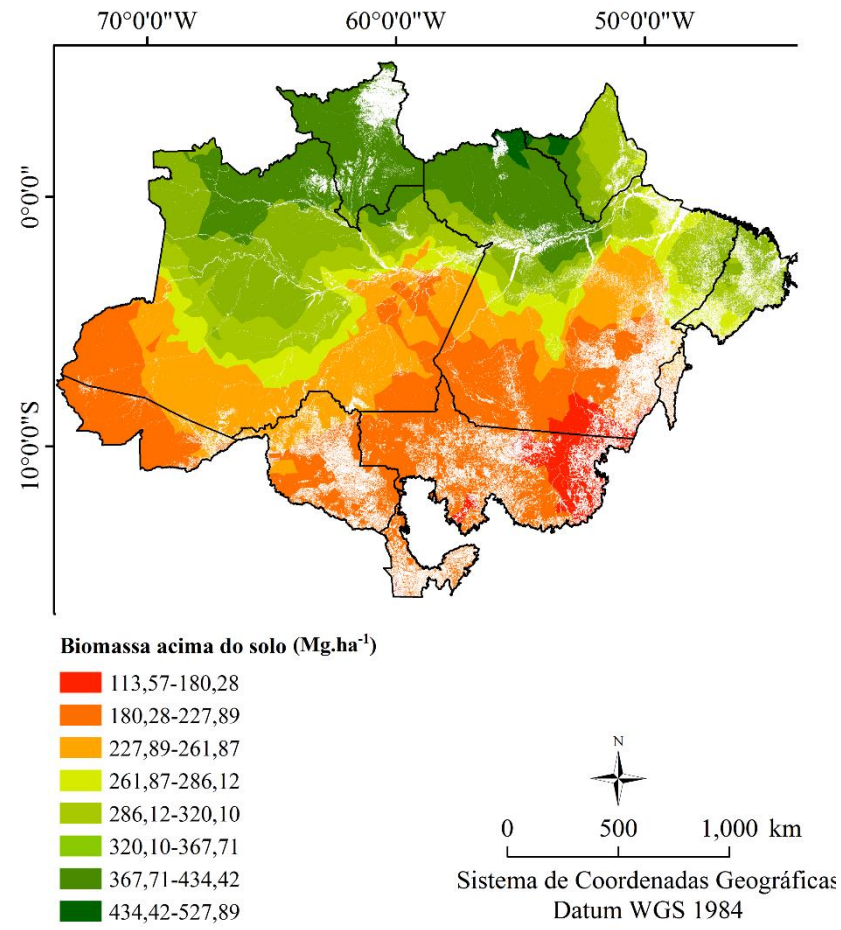


Figura 11 – Distribuição espacial da BAS (Mg ha-1) em 2017

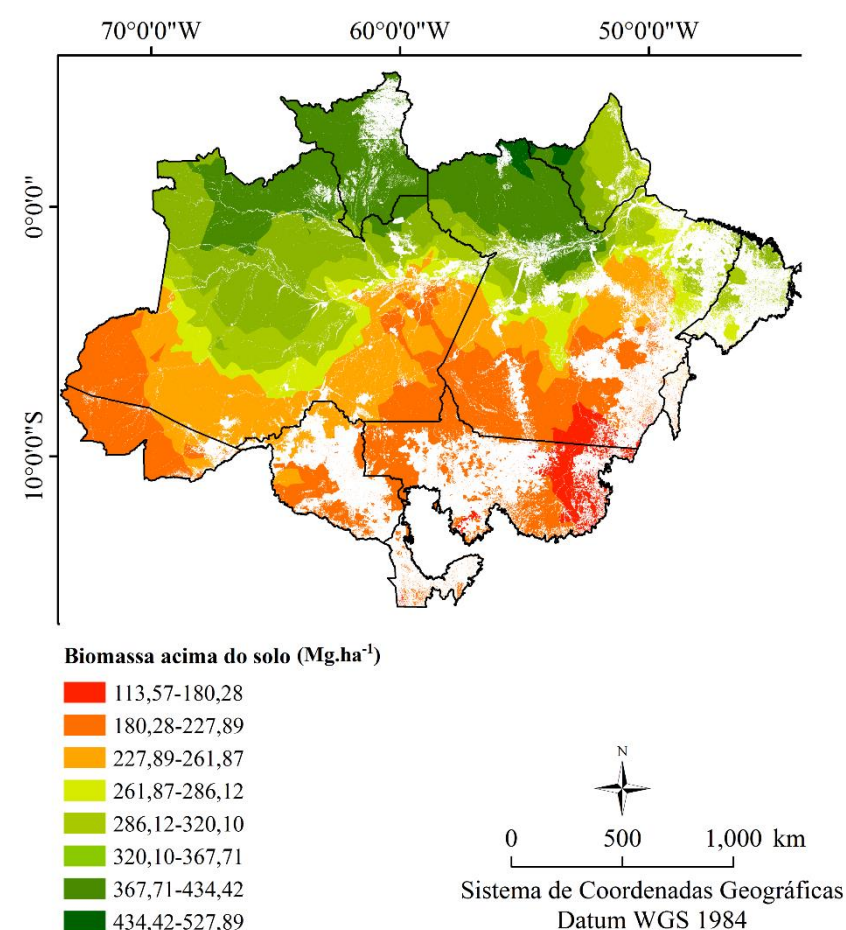


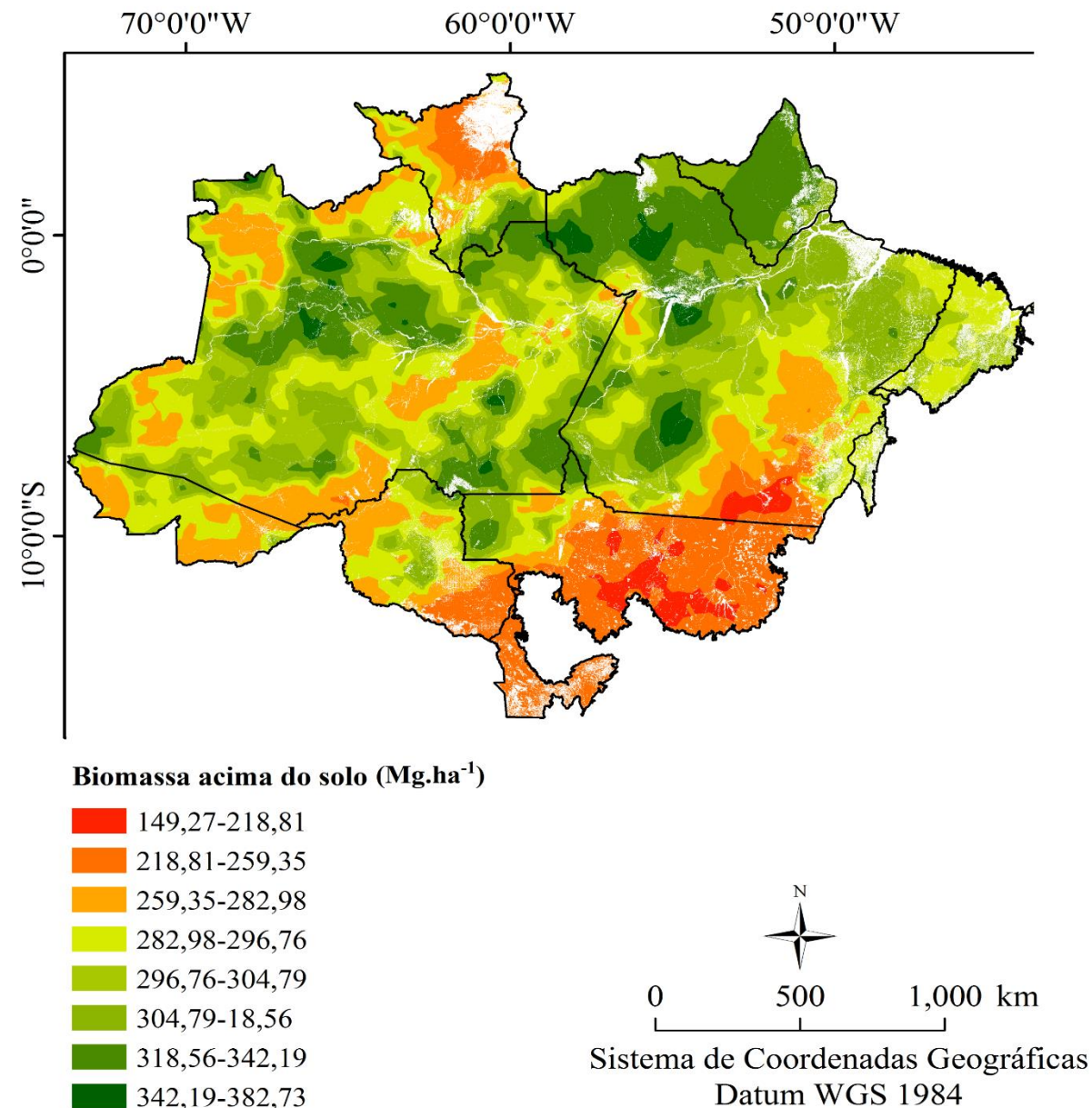
Figura 12 – Distribuição espacial da BAS (Mg ha-1) em 2044(cenário pessimista).



## ➤ Distribuição espacial da BAS

- ✓ Amapá, região norte do Pará e Amazonas e Sudoeste do Pará e Noroeste do Amazonas representam os maiores estoques de biomassa (Floresta Ombrófila Densa.)
- ✓ As regiões sul e leste do bioma, algumas porções de forma difusa do Amazonas e Acre e a maior parte do estado de Roraima contemplam os menores valores de biomassa (Floresta Estacional Semidecidual, Savanas, Écotonos e Floresta Ombrófila Aberta e Campinaranas.)

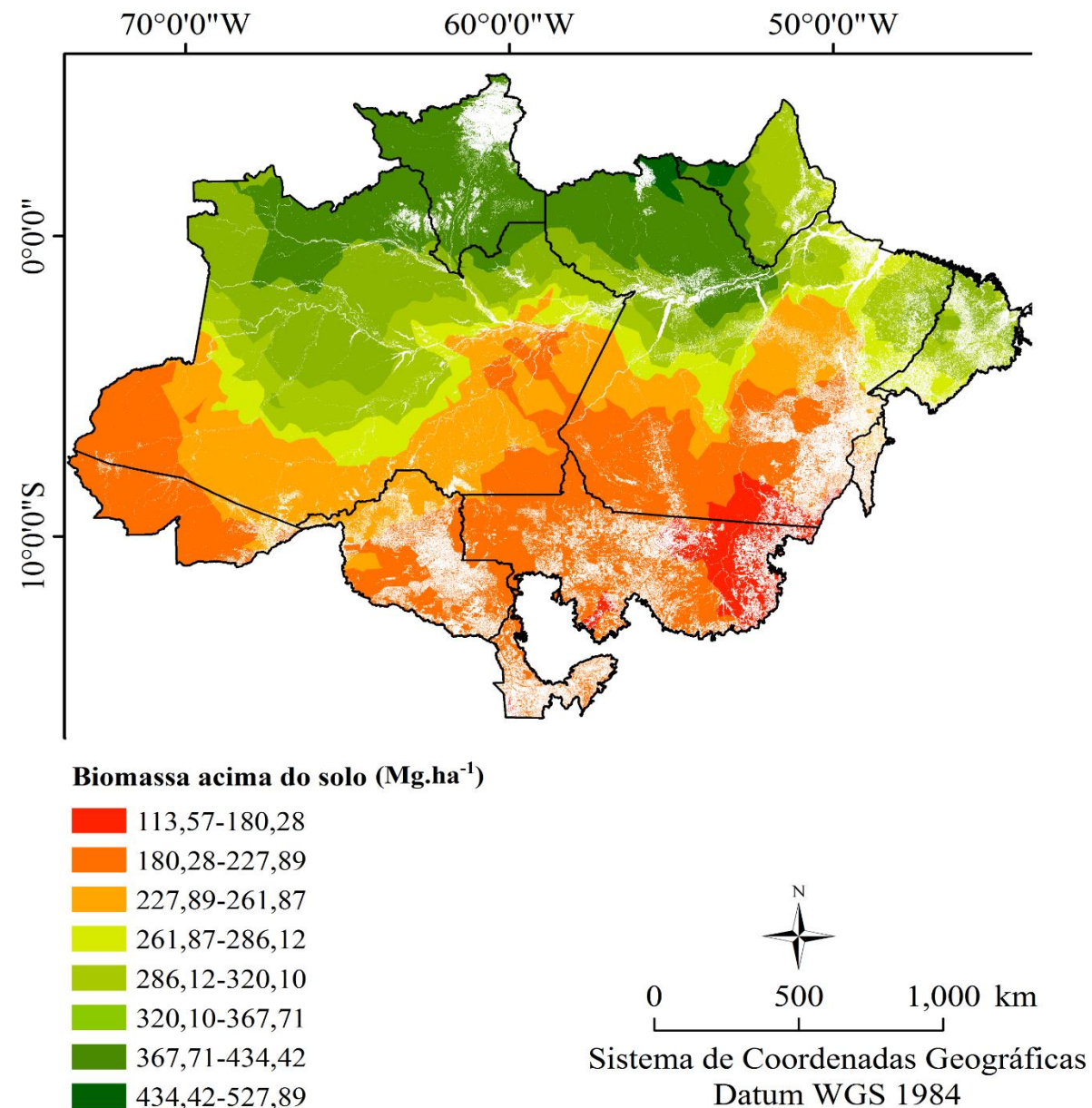
Figura 10 – Distribuição espacial da BAS (Mg ha<sup>-1</sup>) em 1985



## ➤ Distribuição espacial da BAS

- ✓ O estado de Roraima, região norte do Amazonas, Noroeste do Pará, Oeste e Sudoeste do Amapá representam os maiores estoques de biomassa (Floresta Ombrófila Densa e Campinarana).
- ✓ As regiões sul e leste do bioma, sul do Amazonas, Pará e o estado do Acre contemplam os menores valores de biomassa (Floresta Ombrófila Densa e Aberta Floresta Estacional Semidecidual e Savana).

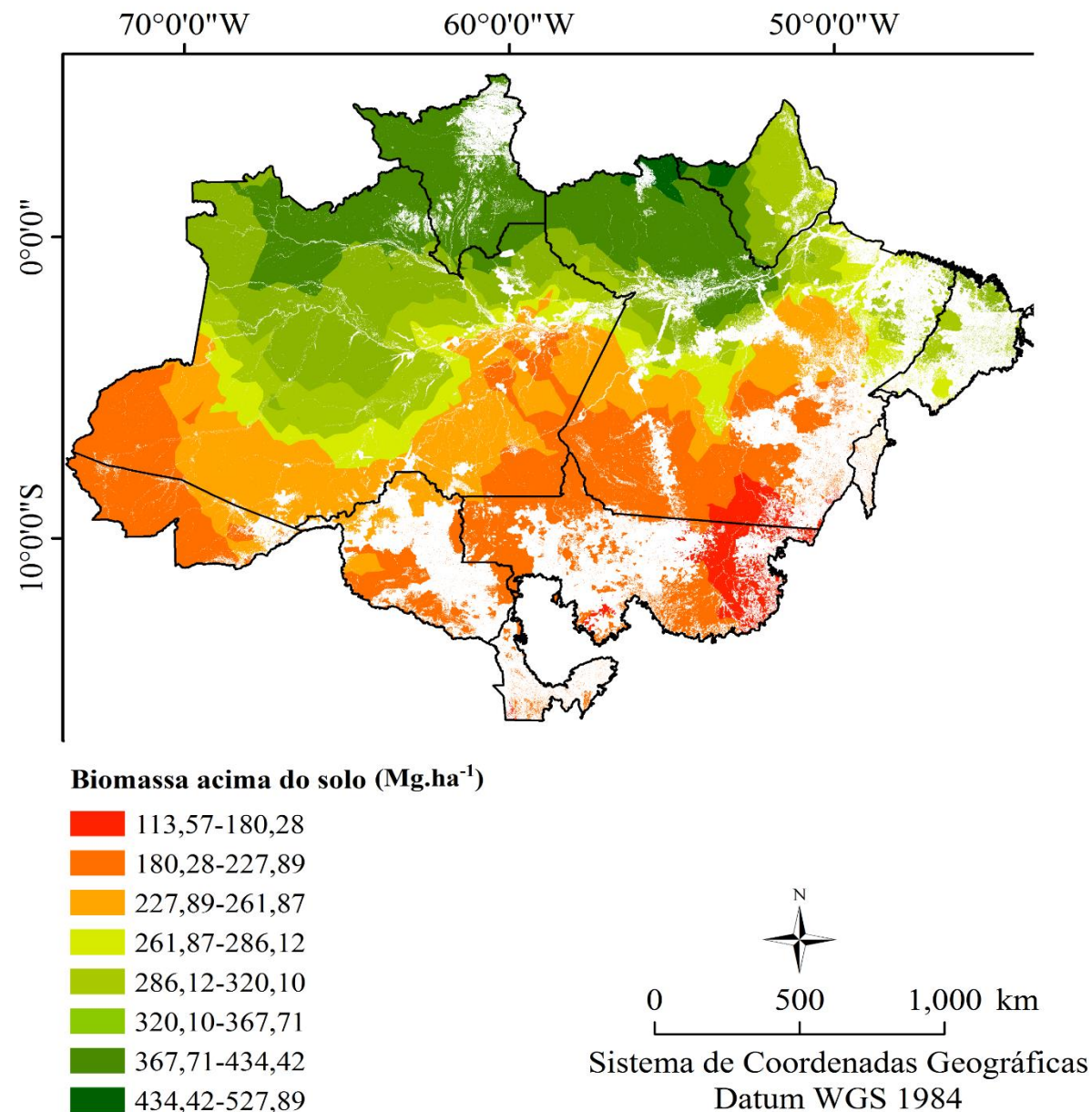
Figura 11 – Distribuição espacial da BAS (Mg ha<sup>-1</sup>) em 2017



### ➤ Distribuição espacial da BAS

- ✓ As regiões que apresentaram maiores valores médios de biomassa (estado de Roraima, região norte do Amazonas, Noroeste do Pará, Oeste e Sudoeste do Amapá)
- ✓ Os menores estoques (regiões sul e leste do bioma, sul do Amazonas e Pará) foram similares a distribuição espacial para o ano de 2017.
- ✓ Apenas o estado do Acre que apresentou redução da menor classe de biomassa (113,57-180,28).

Figura 12 – Distribuição espacial da BAS (Mg ha<sup>-1</sup>) em 2044(cenário pessimista).





## ➤ Distribuição espacial da BAS

### Biomassa Total

Tabela 11 – Estoque de biomassa acima do solo por fitofisionomia no bioma Amazônia em 1985, 2017 e 2044

Fitofisionomias	1985 (10 <sup>6</sup> Mg)	2017 (10 <sup>6</sup> Mg)	2044 (10 <sup>6</sup> Mg)
Aa - Floresta Ombrófila Aberta Aluvial	3.014,18	2275,71	2206,68
Ab - Floresta Ombrófila Aberta das Terras Baixas	10.811,39	8387,63	8154,82
As - Floresta Ombrófila Aberta Submontana	3 14.657,41	3 11121,49	3 8892,38
Cb - Floresta Estacional Decidual das Terras Baixas	14,11	2 4,19	2 4,04
Cs - Floresta Estacional Decidual Submontana	1 172,53	121,86	92,79
Da - Floresta Ombrófila Densa Aluvial	7.403,79	10331,03	8026,06
Db - Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas	2 28.201,33	2 26374,58	1 25427,48
Dm - Floresta Ombrófila Densa Montana	1.090,49	1602,27	1599,29
Ds - Floresta Ombrófila Densa Submontana	1 32.286,05	1 27024,24	2 25395,74
Fa - Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	153,33	124,97	59,40
Fb - Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas	230,37	127,76	27,81
Fm - Floresta Estacional Semidecidual Montana	21,90	39,81	40,36
Fs - Floresta Estacional Semidecidual Submontana	7154,67	3718,72	2635,77
La - Campinarana Arborizada	665,67	812,14	806,24
Ld - Campinarana Florestada com palmeiras	3.658,48	4630,26	4623,38
LO - Contato Campinarana/Floresta Ombrófila - Ecótono	699,96	638,83	637,57
ON - Contato Floresta Ombrófila/Floresta Estacional - Ecótono	15,77	12,40	1 6,01
Sa - Savana Arborizada	723,84	547,17	430,02
Sd - Savana Florestada	1.524,29	1000,04	893,08
SN - Contato Savana/Floresta Estacional - Ecótono	37,79	22,84	17,89
SO - Contato Savana/Floresta Ombrófila - Ecótono	108,07	96,94	81,97
SP - Contato Savana/Formações Pioneiras - Ecótono	3 1,32	3 1,41	3 0,58
ST - Contato Savana/Savana-Estépica - Ecótono	2 9,40	1 4,47	10,05
Ta - Savana-Estépica Arborizada	0,03	0,04	0,04
Td - Savana-Estépica Florestada	15,70	19,69	22,74
<b>TOTAL</b>	<b>112.671,85</b>	<b>99.040,49</b>	<b>90.092,18</b>

## ➤ Quantificação dos estoques de carbono

Tabela 12– Estoques de carbono acima do solo por fitofisionomia no bioma Amazônia em 1985,2017 e 2044.

Fitofisionomias	1985 (Pg C)	2017 (Pg C)	2044 (Pg C)	Saldo (1985-2017)	Saldo (2017-2044)
Aa - Floresta Ombrófila Aberta Aluvial	1,46	1,10	1,07	-0,36	-0,03
Ab - Floresta Ombrófila Aberta das Terras Baixas	5,24	4,07	3,96	-1,17	-0,11
As - Floresta Ombrófila Aberta Submontana	7,11	5,39	4,31	-1,72	-1,08
Cb - Floresta Estacional Decidual das Terras Baixas	0,01	0,00	0,00	-0,01	0,00
Cs - Floresta Estacional Decidual Submontana	0,08	0,06	0,05	-0,02	-0,01
Da - Floresta Ombrófila Densa Aluvial	3,59	5,01	3,89	1,42	-1,12
Db - Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas	13,68	12,79	12,33	-0,89	-0,46
Dm - Floresta Ombrófila Densa Montana	0,53	0,78	0,78	0,25	0,00
Ds - Floresta Ombrófila Densa Submontana	15,66	13,11	12,32	-2,55	-0,79
Fa - Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	0,07	0,06	0,03	-0,01	-0,03
Fb - Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas	0,11	0,06	0,01	-0,05	-0,05
Fm - Floresta Estacional Semidecidual Montana	0,01	0,02	0,02	0,01	0,00
Fs - Floresta Estacional Semidecidual Submontana	3,47	1,80	1,28	-1,67	-0,52
La - Campinarana Arborizada	0,32	0,39	0,39	0,07	0,00
Ld - Campinarana Florestada	1,77	2,25	2,24	0,48	-0,01
LO - Contato Campinarana/Floresta Ombrófila - Ecótono	0,34	0,31	0,31	-0,03	0,00
ON - Contato Floresta Ombrófila/Floresta Estacional - Ecótono	0,01	0,01	0,00	0,00	-0,01
Sa - Savana Arborizada	0,35	0,27	0,21	-0,08	-0,06
Sd - Savana Florestada	0,74	0,49	0,43	-0,25	-0,06
SN - Contato Savana/Floresta Estacional - Ecótono	0,02	0,01	0,01	-0,01	0,00
SO - Contato Savana/Floresta Ombrófila - Ecótono	0,05	0,05	0,04	0,00	-0,01
SP - Contato Savana/Formações Pioneiras - Ecótono	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ST - Contato Savana/Savana-Estépica - Ecótono	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ta - Savana-Estépica Arborizada	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Td - Savana-Estépica Florestada	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>54,64</b>	<b>48,03</b>	<b>43,69</b>	<b>-6,61</b>	<b>-4,34</b>

- A biomassa total para em 1985 presumindo a vegetação original foi estimada em 112,67 Pg, em 2017 representou um estoque de 99,04 Pg e em 2044 haverá redução, representando um estoque de apenas 90,09 Pg.
- De forma geral a região norte apresenta os maiores estoques de biomassa médio e total e possuem em sua maioria fitofisionomias pertencentes ao grupo Floresta Ombrófila Densa. As regiões sul e leste do bioma contemplam os menores valores de biomassa, sendo estas regiões, em sua maioria, representada pelo grupo Floresta Estacional Semidecidual, Savanas, Écotonos e Floresta Ombrófila Aberta e Campinaranas.
- Em referência ao estoque total de carbono provenientes da biomassa florestal em 1985 apresentou 54,64 Pg C, em 2017, 48,03 Pg C e em 2044, haverá redução resultando em um cenário com estoque de 43,69 Pg C.



- A redução da biomassa total e estoques de carbono em 2017 e 2044 foi e será respectivamente, impulsionada pelo desmatamento, principalmente em função da expansão de terras agrícolas, o que poderá acarretar impactos adversos ao meio ambiente.
- As simulações previstas por esse trabalho constituem-se em um importante instrumento que podem fornecer subsídios, implementação de políticas públicas e podem auxiliar na elaboração e implementação de projetos Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação florestal (REDD), apoio aos cálculos de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE).
- A metodologia empregada apresenta potencial de uso e adaptação para demais biomas e outras regiões de estudo.

## **Conclusões Gerais**

- Substituição da Formação Florestal por áreas destinadas as atividades agrícolas, principalmente em função da expansão das áreas de pastagens, onde esse comportamento permanecerá em 2044 com um aumento bastante expressivo desta classe.
  
- Diante do uso e cobertura para os três cenários, fica evidente como as alterações no uso do solo influenciam diretamente os estoques de biomassa acima do solo assim como nos estoques de carbono (Em 1985 havia-se maiores estoques e que estes reduziram ao logo do tempo e irá reduzir caso as mudanças no uso do solo permaneçam.

- Estas informações denotam, que conseqüentemente houve e haverá mais emissões de gases de efeito
- Diante desse contexto, o conhecimento atual e antecipado das dinâmicas do uso e ocupação da terra e dos estoques de biomassa e carbono se torna uma ferramenta essencial para planejamento de ocupação territorial, monitoramento, implementação de projetos Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação florestal (REDD) e intervenções que promovam a conservação e preservação do bioma.
- Porém, é importante ressaltar-que este trabalho possui algumas limitações intrínsecas

- Para futuros trabalhos: recomenda-se realizar uma análise mais profunda quanto a trajetória e destino final da extração madeireira proveniente do desmatamento, onde a mesma pode ser transformada em bens duráveis (exemplo: móveis, entre outros) e é considerada incorretamente como carbono removido do desmatamento e liberado para a atmosfera.
- Reforça-se também a necessidade de mais estudos em relação a estimativa direta da biomassa e carbono no bioma de forma mais atual, parcelas amostrais com uma distribuição espacial considerável e que estas sejam disponibilizadas a fim de se ter uma melhor representatividade destas variáveis



**Laboratório de  
Geotecnologias**



**Família e  
amigos**