



**Pós - graduação em
Sensoriamento Remoto**

Monografia:

Estimativa de perda de CO₂ pelas queimadas: um estudo de caso no estado do Maranhão, Brasil.

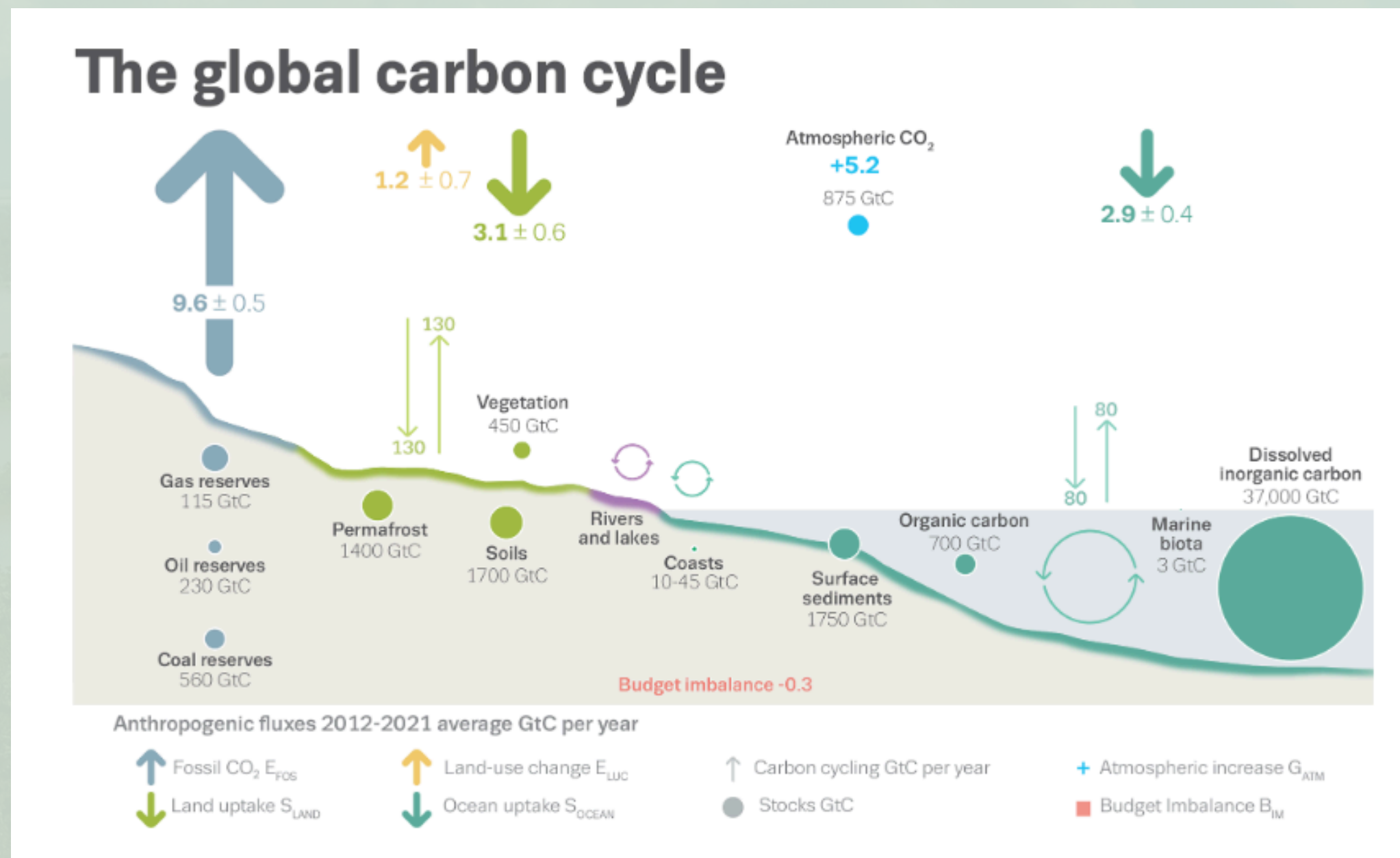
Débora J. Dutra

São José dos Campos, 27 de maio de 2024



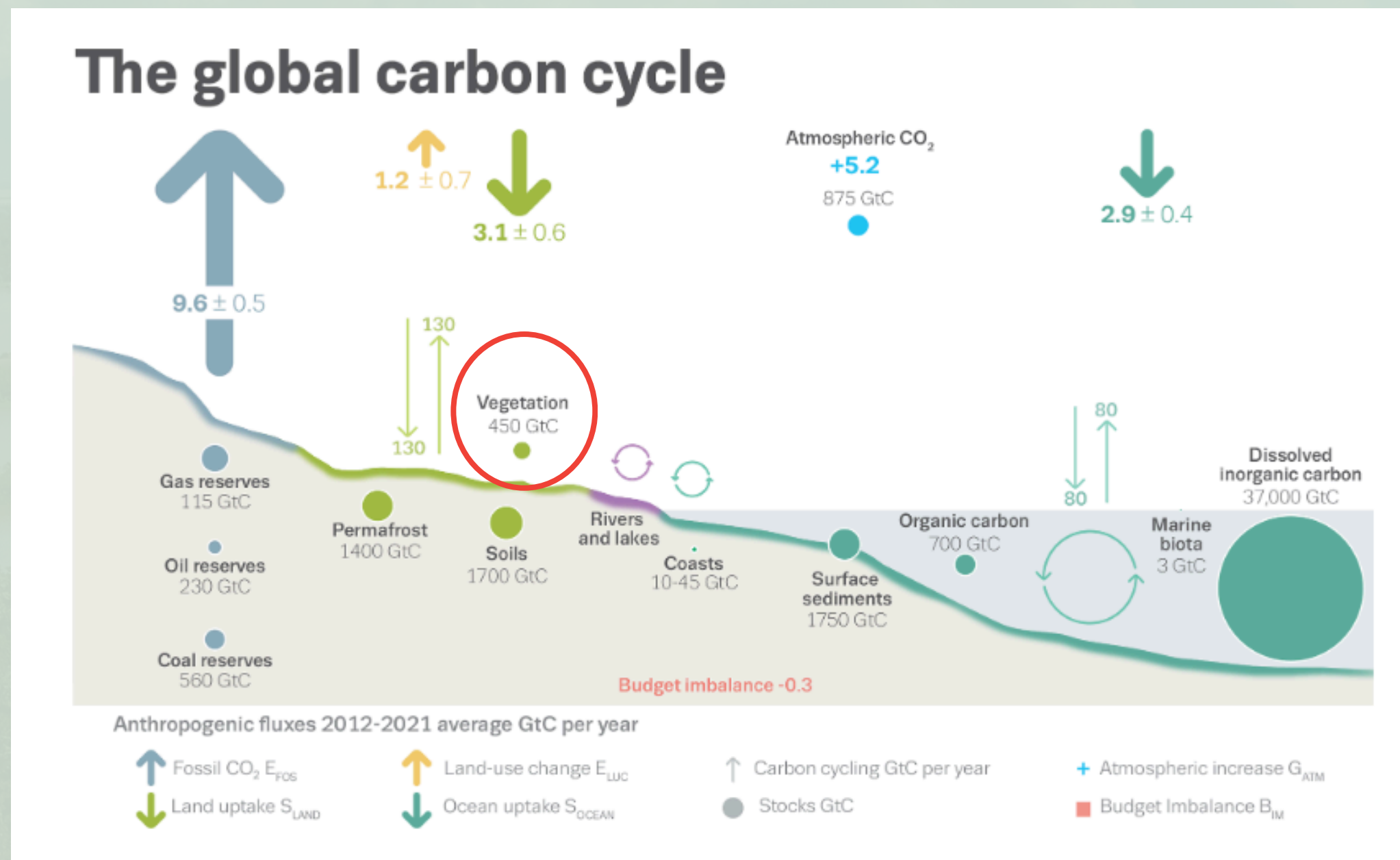


Introdução



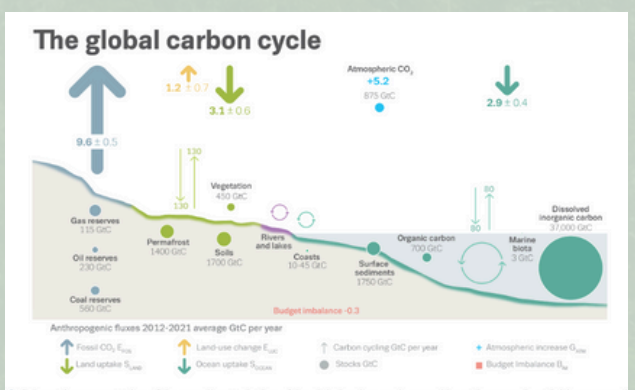
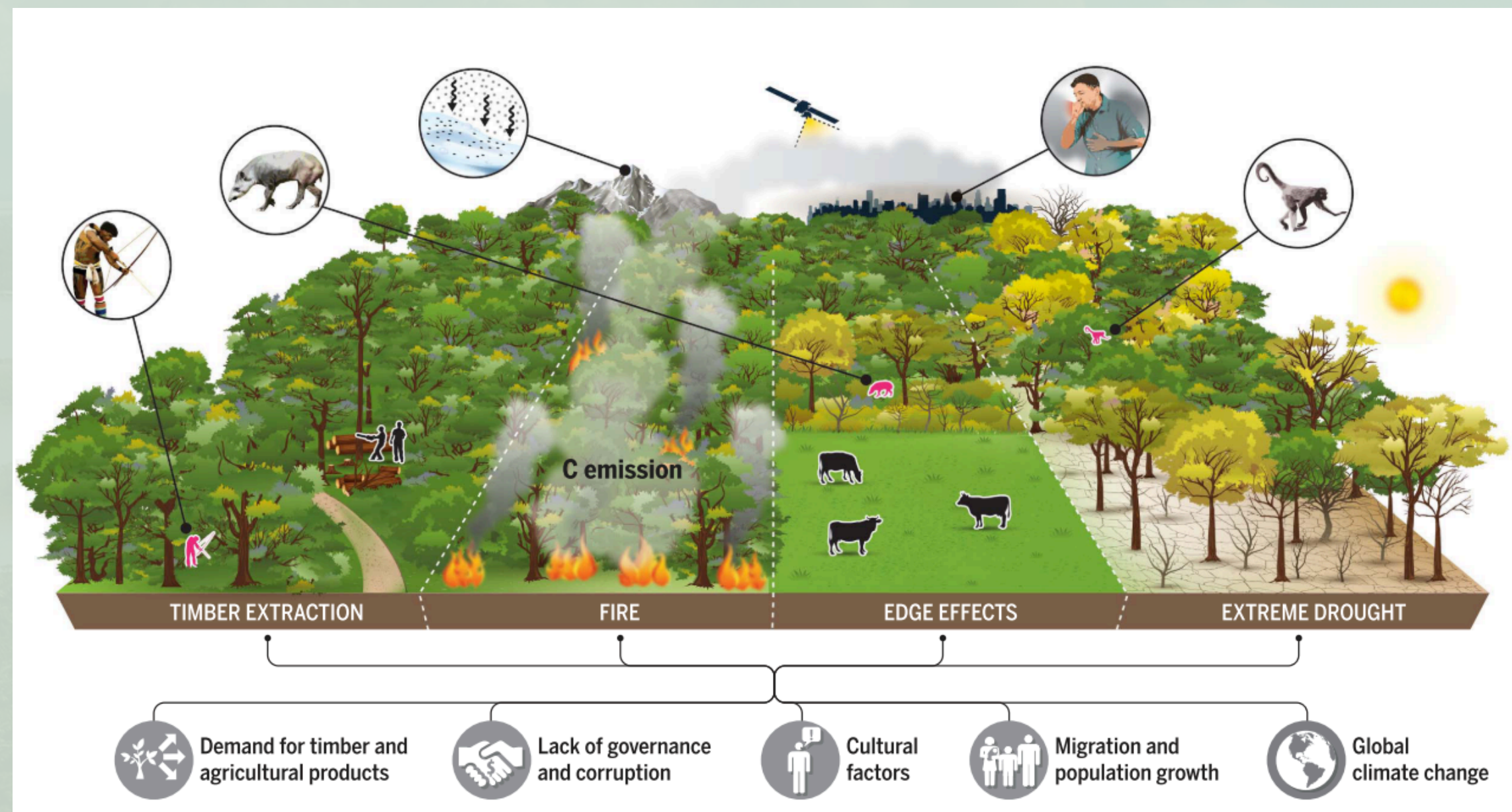


Introdução



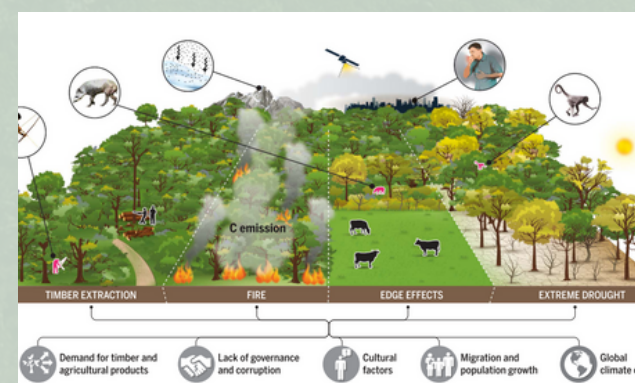
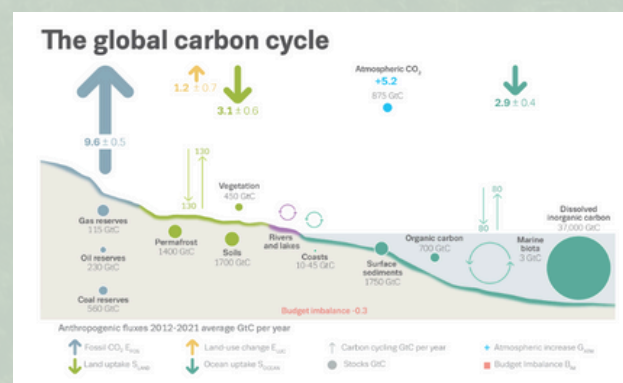
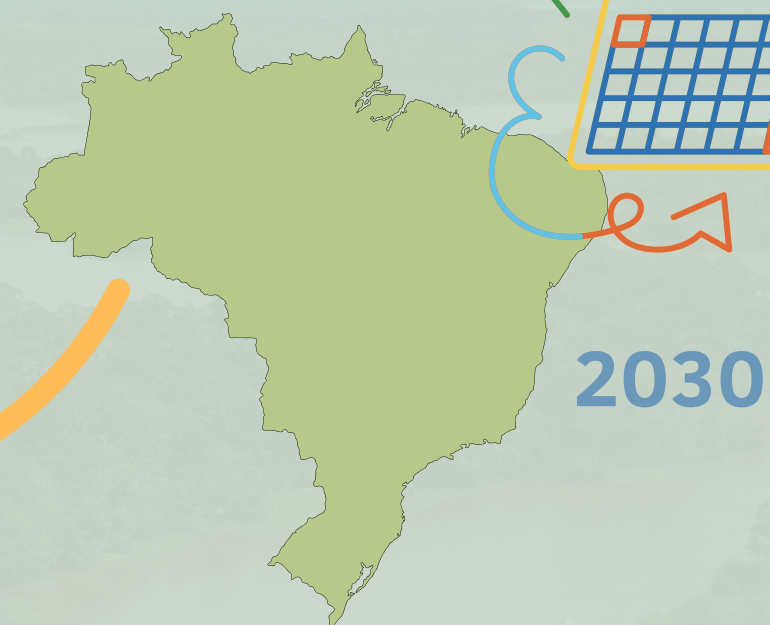


Introdução





Introdução





Objetivos

Analisar a dinâmica de perda de biomassa entre os anos de 2019 e 2020 no estado do Maranhão e estimar os prejuízos econômicos advindos do processo emissões de carbono associado a queimadas por meio da aplicação de álgebra de mapas





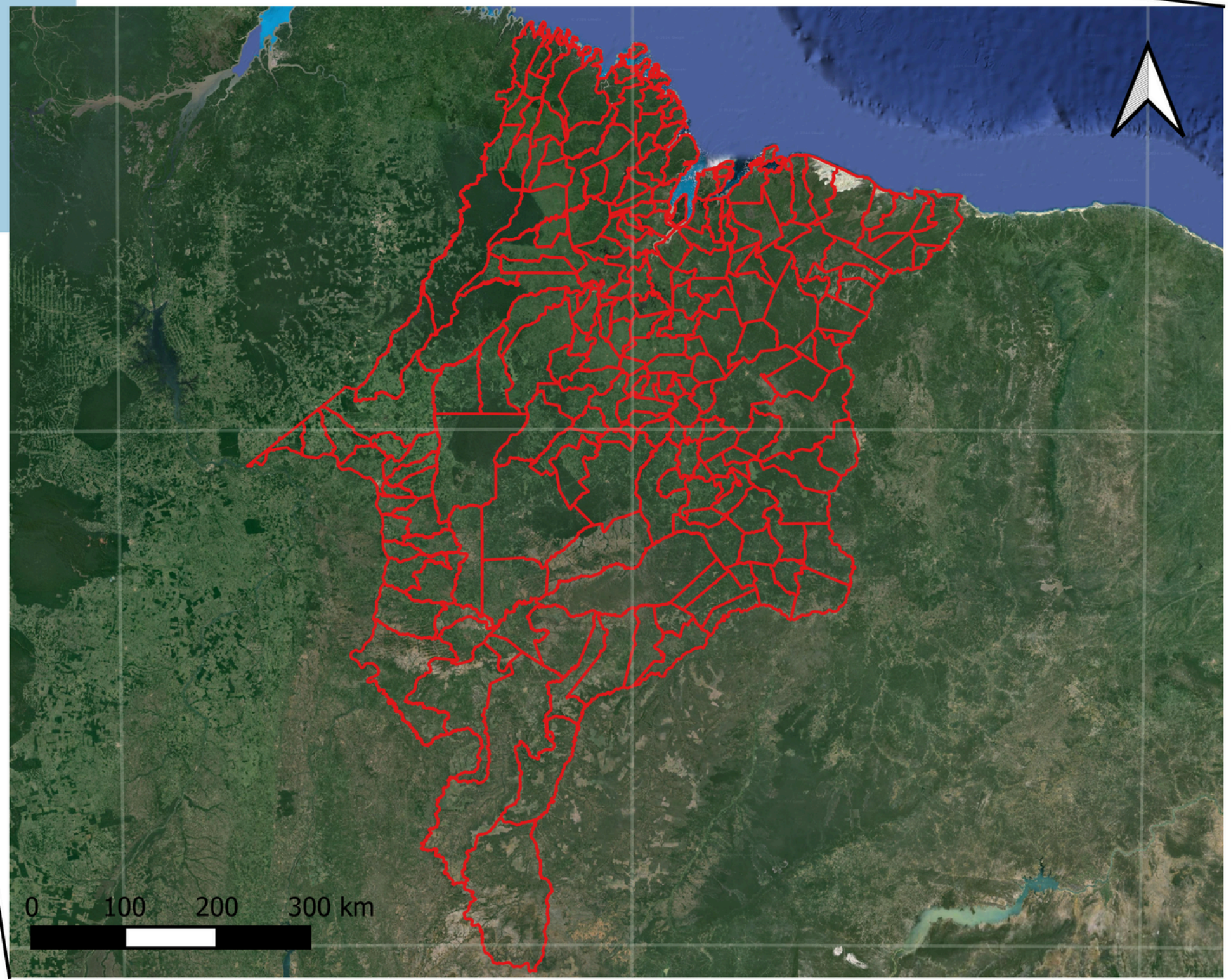
Objetivos

Analisar a dinâmica de perda de biomassa entre os anos de 2019 e 2020 no estado do Maranhão e estimar os prejuízos econômicos advindos do processo emissões de carbono associado a queimadas por meio da aplicação de álgebra de mapas

- Qual a perda de biomassa ocasionadas pelas queimadas entre 2019 e 2020?;
- Qual a emissão de carbono equivalente para região de estudo?;
- Qual a biomassa remanescente na região após as queimadas?; e
- Quais as diferenças de perdas econômicas advindas da emissão de carbono para diferentes precificações de carbono?



-  Municípios do Maranhão
-  Estados do Brasil



0 100 200 300 km

50°0'W 45°0'W 40°0'W

5°0'S

10°0'S



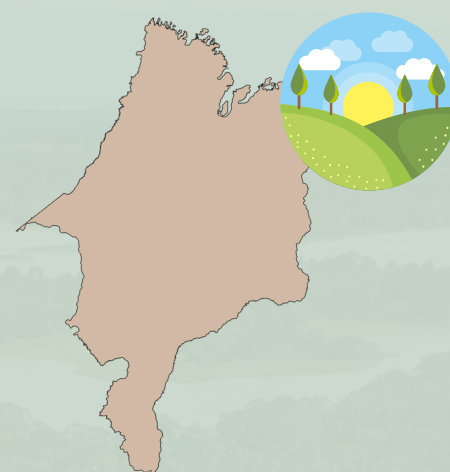
Dados



Área queimada
Leão et al. (2023)



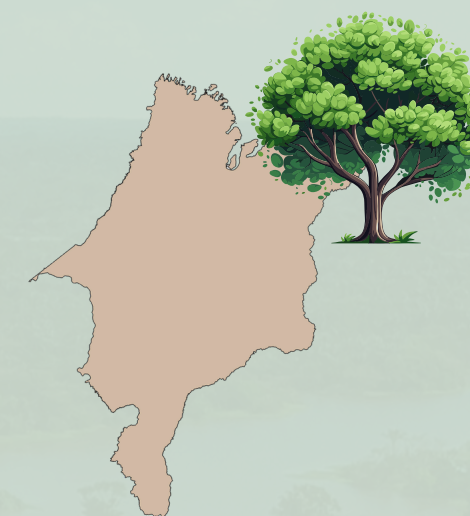
2001-2020



Uso do solo
Mapbiomas 8



1985-2020



Biomassa
ESA, 2021

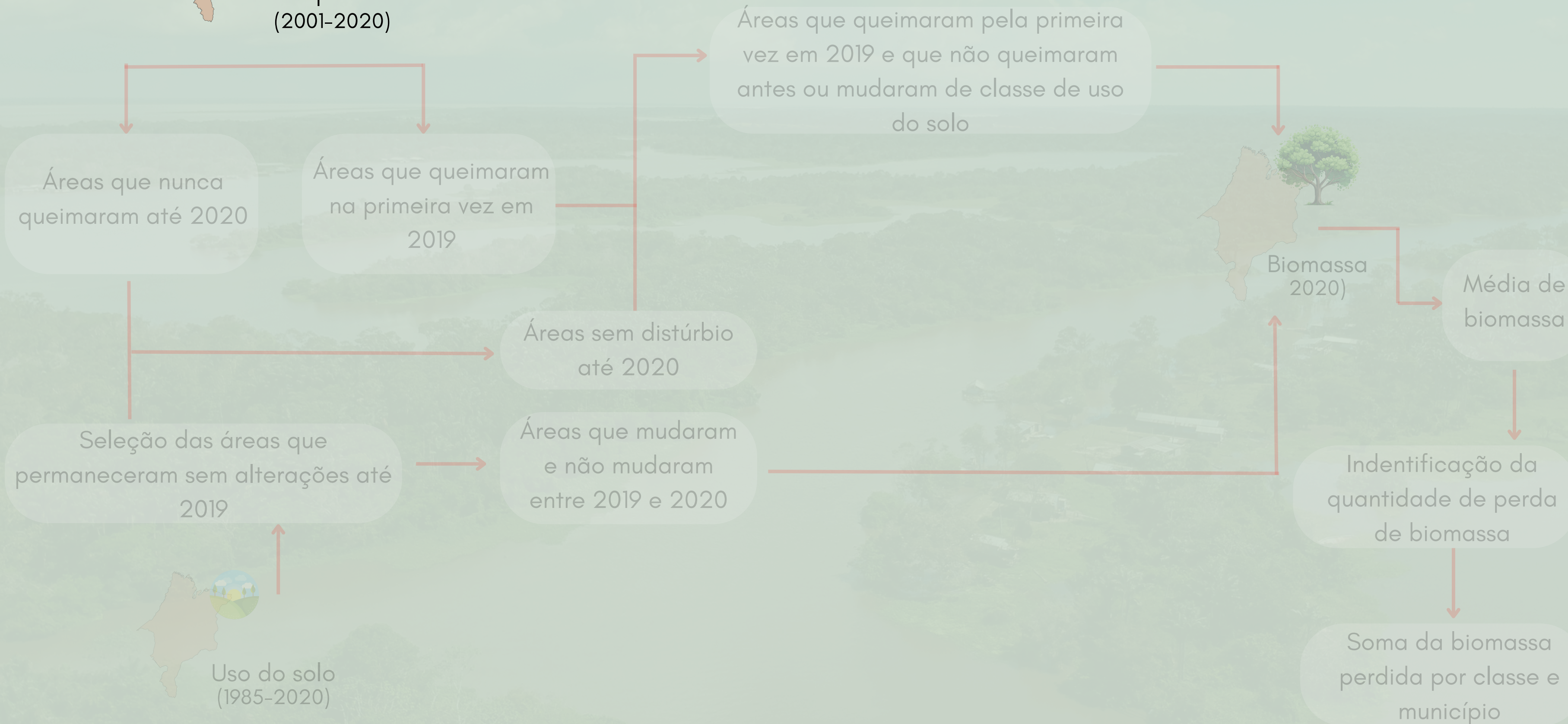


2019-2020



Área queimada
(2001-2020)

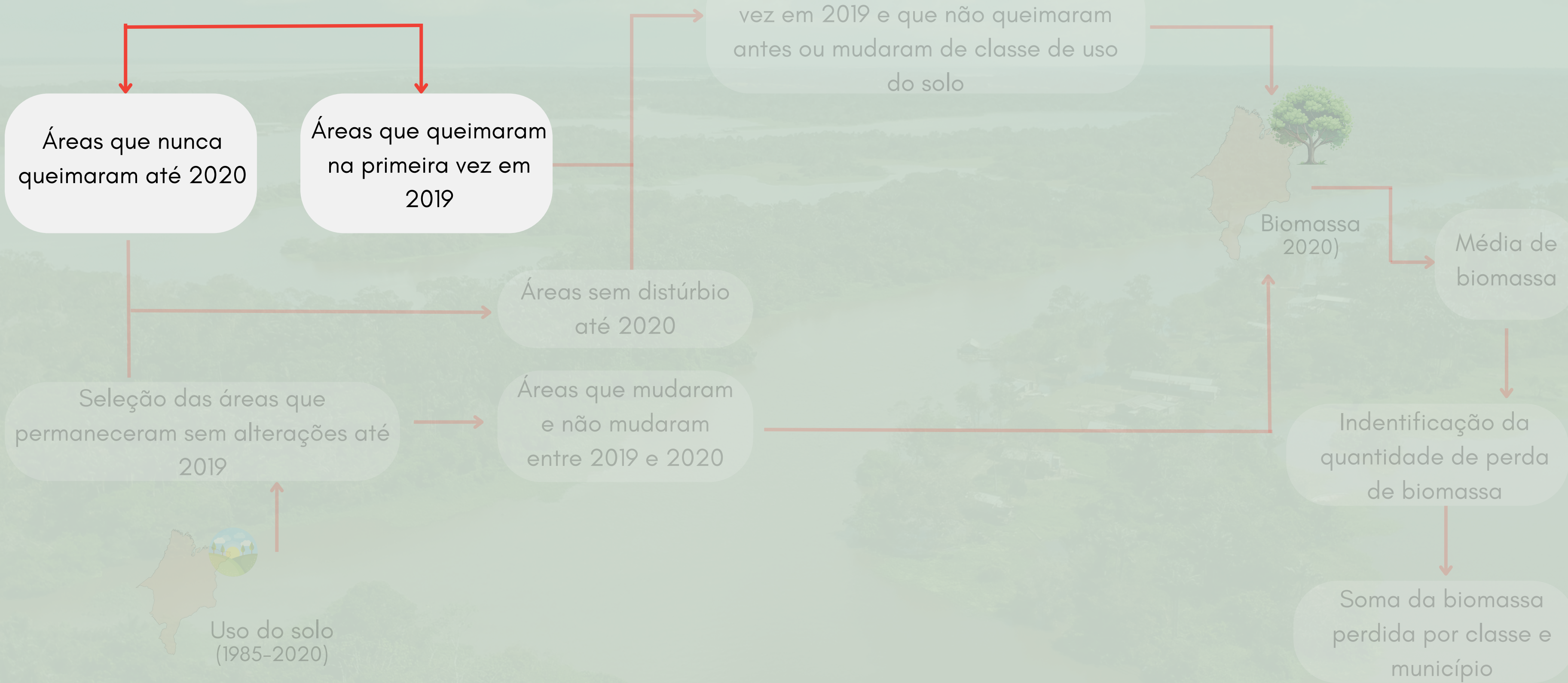
Metodologia





Área queimada
(2001-2020)

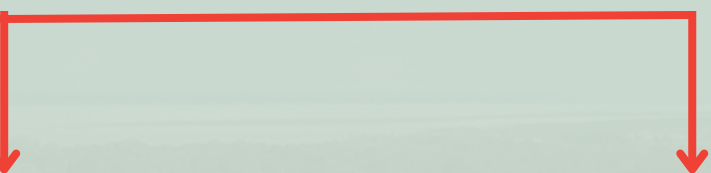
Metodologia



Metodologia



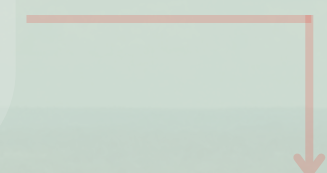
Área queimada
(2001-2020)



Áreas que nunca
queimaram até 2020

Áreas que queimaram
na primeira vez em
2019

Áreas que queimaram pela primeira
vez em 2019 e que não queimaram
antes ou mudaram de classe de uso
do solo



Biomassa
2020)

Média de
biomassa



Seleção das áreas que
permaneceram sem alterações
até 2019

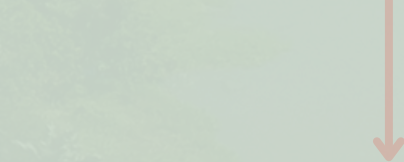
Áreas sem distúrbio
até 2020

Áreas que mudaram
e não mudaram
entre 2019 e 2020



Identificação da
quantidade de perda
de biomassa

Soma da biomassa
perdida por classe e
município



Uso do solo
(1985-2020)



Metodologia



Área queimada
(2001-2020)

Áreas que nunca
queimaram até 2020

Áreas que queimaram
na primeira vez em
2019

Áreas que queimaram pela primeira
vez em 2019 e que não queimaram
antes ou mudaram de classe de uso
do solo

Áreas sem distúrbio
até 2020

Seleção das áreas que
permaneceram sem alterações
até 2019

Áreas que mudaram
e não mudaram
entre 2019 e 2020

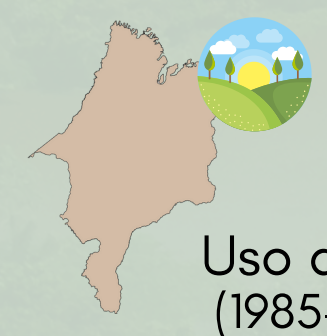


Biomassa
2020)

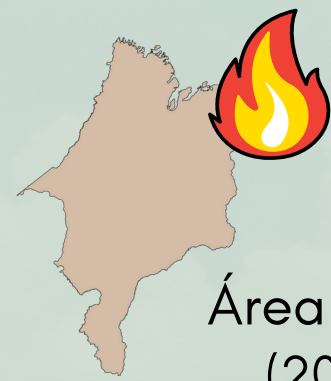
Média de
biomassa

Identificação da
quantidade de perda
de biomassa

Soma da biomassa
perdida por classe e
município

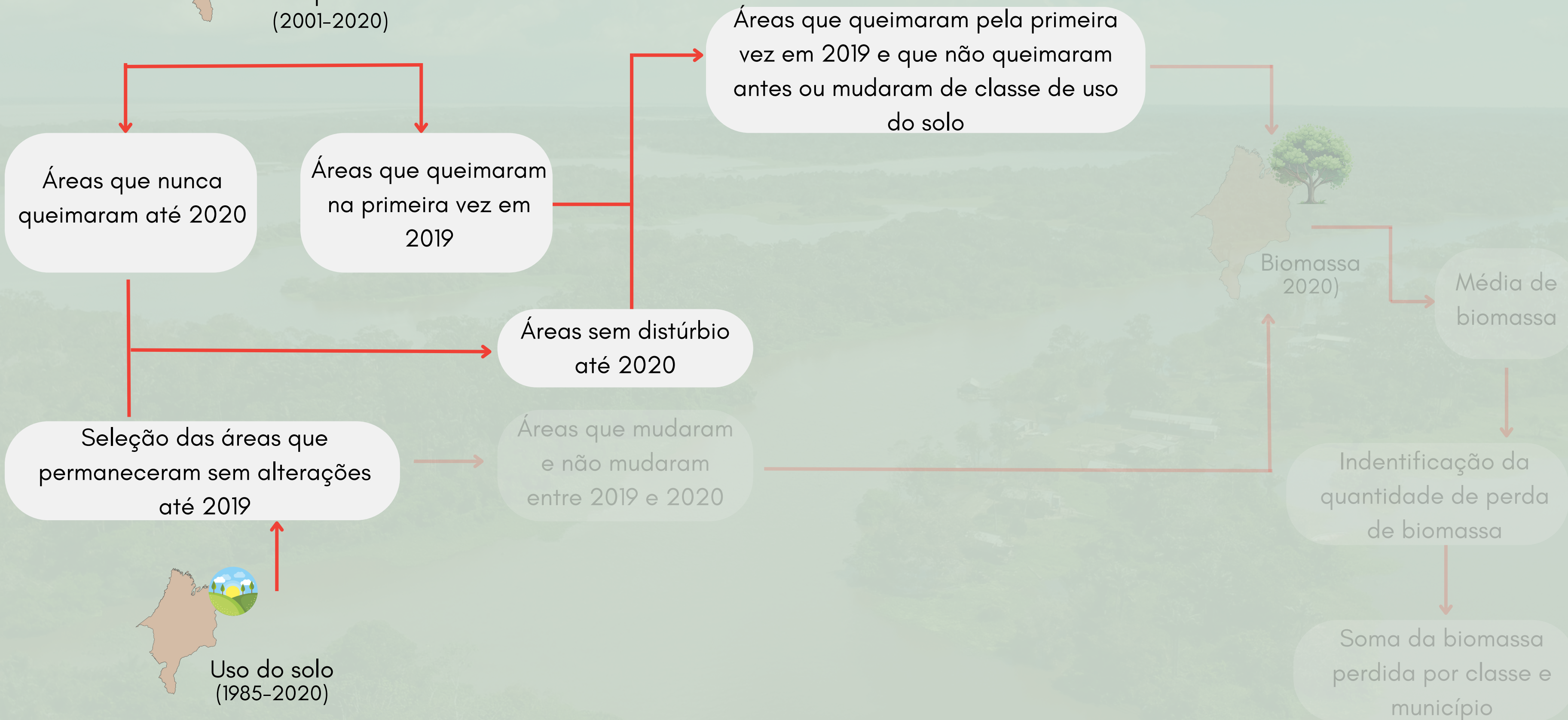


Uso do solo
(1985-2020)



Área queimada
(2001-2020)

Metodologia



Metodologia



Área queimada
(2001-2020)

Áreas que nunca
queimaram até 2020

Áreas que queimaram
na primeira vez em
2019

Áreas que queimaram pela primeira
vez em 2019 e que não queimaram
antes ou mudaram de classe de uso
do solo

Áreas sem distúrbio
até 2020

Seleção das áreas que
permaneceram sem alterações
até 2019

Áreas que mudaram
e não mudaram
entre 2019 e 2020



Biomassa
2020)

Média de
biomassa

Identificação da
quantidade de perda
de biomassa

Soma da biomassa
perdida por classe e
município



Uso do solo
(1985-2020)

Metodologia

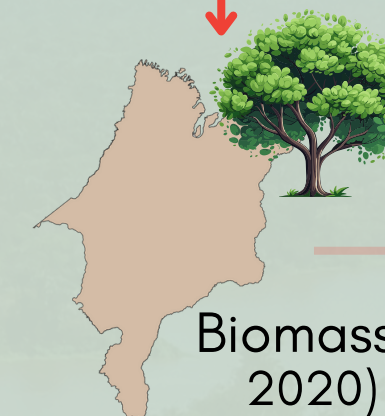


Área queimada
(2001-2020)

Áreas que nunca
queimaram até 2020

Áreas que queimaram
na primeira vez em
2019

Áreas que queimaram pela primeira
vez em 2019 e que não queimaram
antes ou mudaram de classe de uso
do solo



Biomassa
2020)

Média de
biomassa

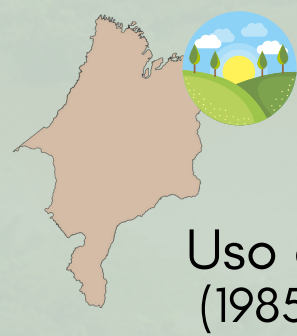
Áreas sem distúrbio
até 2020

Áreas que mudaram
e não mudaram
entre 2019 e 2020

Identificação da
quantidade de perda
de biomassa

Soma da biomassa
perdida por classe e
município

Seleção das áreas que
permaneceram sem alterações
até 2019



Uso do solo
(1985-2020)

Metodologia

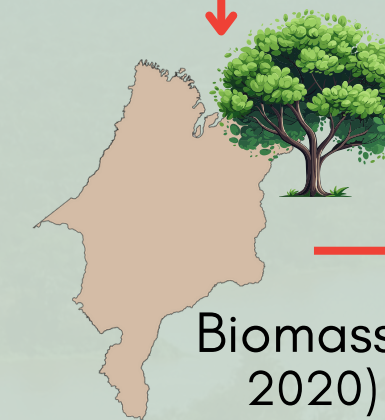


Área queimada
(2001-2020)

Áreas que nunca
queimaram até 2020

Áreas que queimaram
na primeira vez em
2019

Áreas que queimaram pela primeira
vez em 2019 e que não queimaram
antes ou mudaram de classe de uso
do solo



Biomassa
2020)

Média de
biomassa

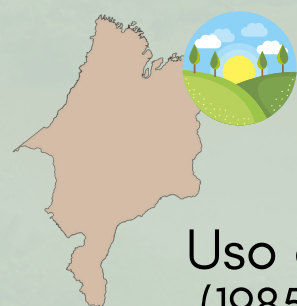
Áreas sem distúrbio
até 2020

Áreas que mudaram
e não mudaram
entre 2019 e 2020

Identificação da
quantidade de perda
de biomassa

Soma da biomassa
perdida por classe e
município

Seleção das áreas que
permaneceram sem alterações
até 2019

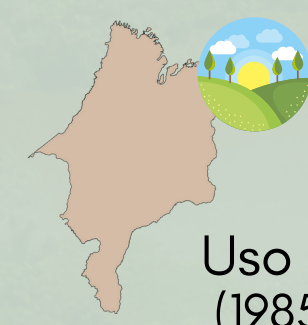
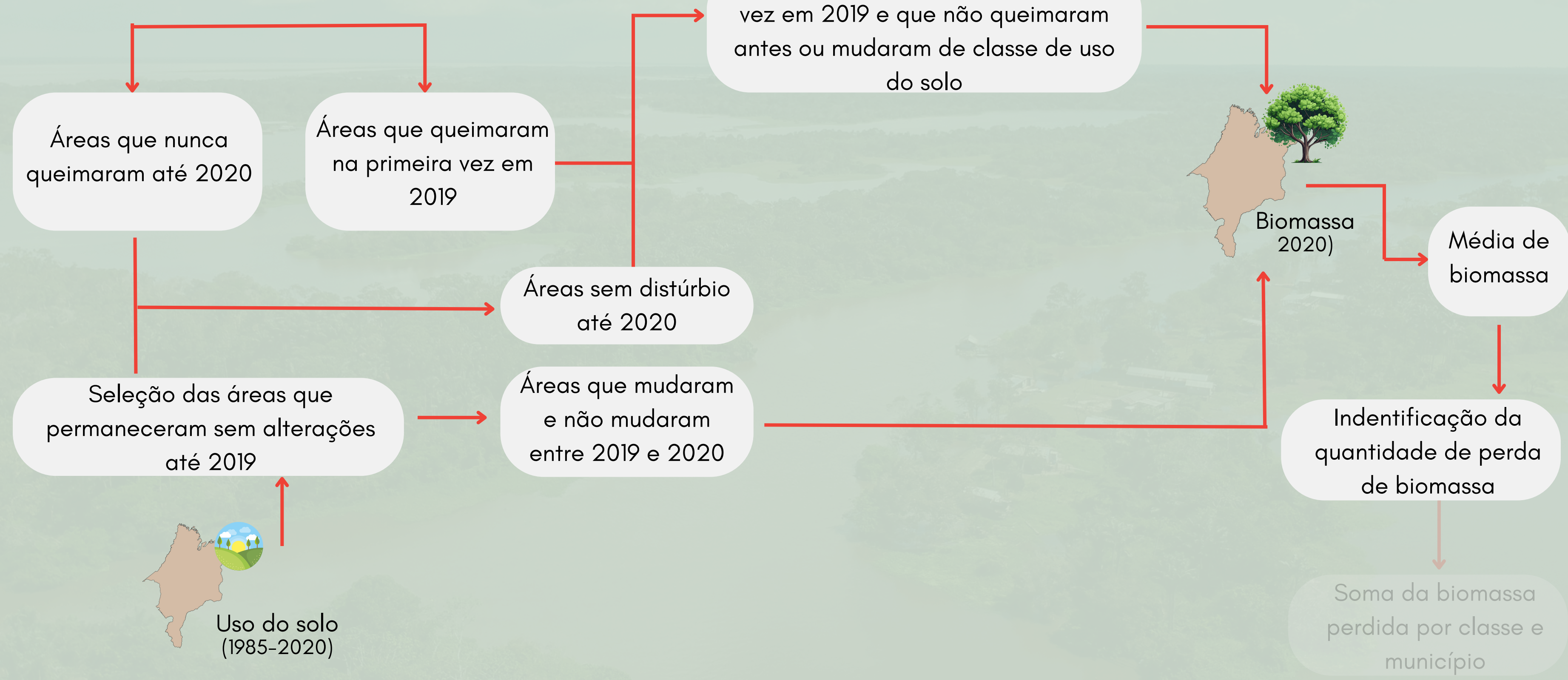


Uso do solo
(1985-2020)

Metodologia



Área queimada
(2001-2020)



Uso do solo
(1985-2020)

Metodologia

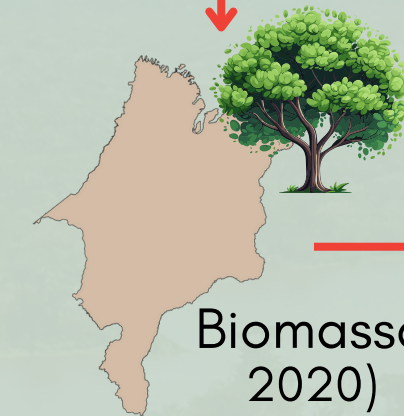


Área queimada
(2001-2020)

Áreas que nunca
queimaram até 2020

Áreas que queimaram
na primeira vez em
2019

Áreas que queimaram pela primeira
vez em 2019 e que não queimaram
antes ou mudaram de classe de uso
do solo



Biomassa
2020)

Média de
biomassa

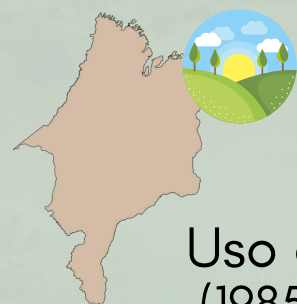
Áreas sem distúrbio
até 2020

Áreas que mudaram
e não mudaram
entre 2019 e 2020

Identificação da
quantidade de perda
de biomassa

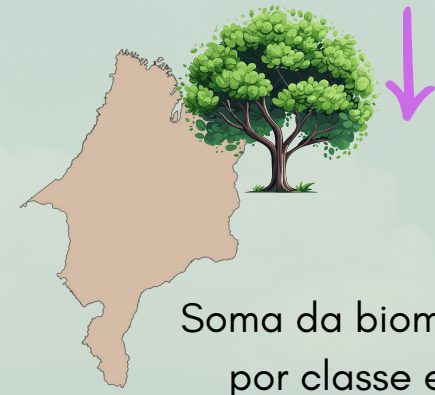
Soma da biomassa
perdida por classe e
município

Seleção das áreas que
permaneceram sem alterações
até 2019



Uso do solo
(1985-2020)

Metodologia



Soma da biomassa perdida
por classe e município

Aplicação da equação de
Pessôa (2022) para retirada da
biomassa remanescente após
passagem das queimadas

Aplicação do modelo de meia-vida de Chamber et al
(2000) para identificar o tempo de decomposição da
biomassa remanescente após a passagem do fogo e a
contribuição nas emissões futuras de carbono

Aplicação das diretrizes do
IPCC (2006) para conversão
de biomassa para carbono
equivalente

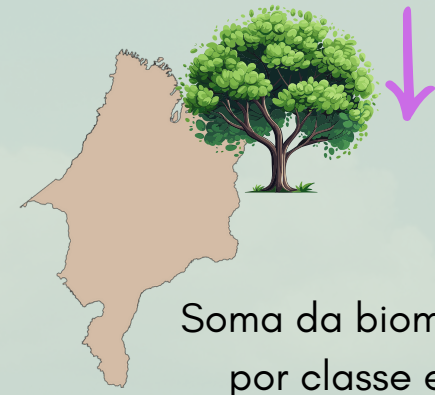
Valoração do carbono por
meio da aplicação de
quatro taxas de
precificação de carbono

- World Bank: US\$155.86/ tCOeq;
- World Bank (América do Sul): US\$ 42.3175/ tCOeq
- Valor social do carbono US\$185/ tCOeq
- Projeto de Lei nº 2148/2015 (atual 1548579): 25-35/
tCOeq

Mapa das perdas
econômicas por município



Metodologia



Soma da biomassa perdida
por classe e município

Aplicação da equação de
Pessôa (2022) para retirada da
biomassa remanescente após
passagem das queimadas

Aplicação do modelo de meia-vida de Chamber et al
(2000) para identificar o tempo de decomposição da
biomassa remanescente após a passagem do fogo e a
contribuição nas emissões futuras de carbono

Aplicação das diretrizes do
IPCC (2006) para conversão
de biomassa para carbono
equivalente

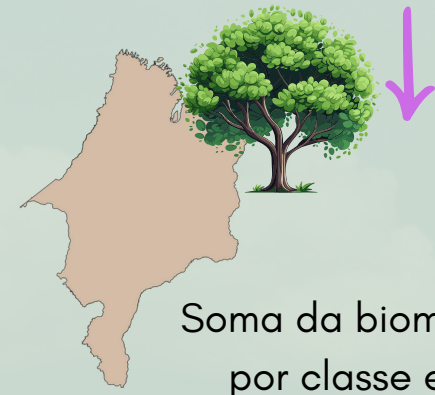
Valoração do carbono por
meio da aplicação de
quatro taxas de
precificação de carbono

- World Bank: US\$155.86/ tCOeq;
- World Bank (América do Sul): US\$ 42.3175/ tCOeq
- Valor social do carbono US\$185/ tCOeq
- Projeto de Lei nº 2148/2015 (atual 1548579): 25-35/
tCOeq

Mapa das perdas
econômicas por município



Metodologia



Soma da biomassa perdida
por classe e município

Aplicação da equação de
Pessôa (2022) para retirada da
biomassa remanescente após
passagem das queimadas

Aplicação do modelo de meia-vida de Chamber et al
(2000) para identificar o tempo de decomposição da
biomassa remanescente após a passagem do fogo e a
contribuição nas emissões futuras de carbono

Aplicação das diretrizes do
IPCC (2006) para conversão
de biomassa para carbono
equivalente

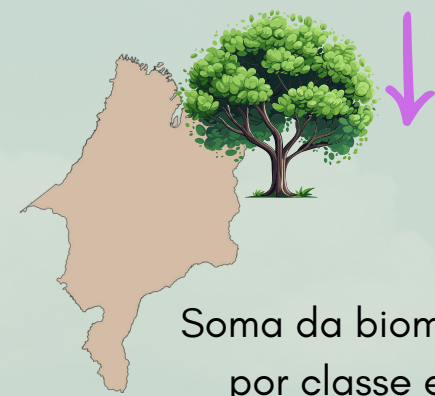
Valoração do carbono por
meio da aplicação de
quatro taxas de
precificação de carbono

- World Bank: US\$155.86/ tCOeq;
- World Bank (América do Sul): US\$ 42.3175/ tCOeq
- Valor social do carbono US\$185/ tCOeq
- Projeto de Lei nº 2148/2015 (atual 1548579): 25-35/
tCOeq

Mapa das perdas
econômicas por município



Metodologia



Soma da biomassa perdida
por classe e município

Aplicação da equação de
Pessôa (2022) para retirada da
biomassa remanescente após
passagem das queimadas

Aplicação do modelo de meia-vida de Chamber et al
(2000) para identificar o tempo de decomposição da
biomassa remanescente após a passagem do fogo e a
contribuição nas emissões futuras de carbono

Aplicação das diretrizes do
IPCC (2006) para conversão
de biomassa para carbono
equivalente

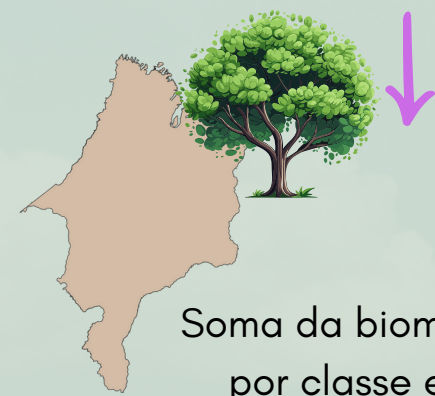
Valoração do carbono por
meio da aplicação de
quatro taxas de
precificação de carbono

- World Bank: US\$155.86/ tCOeq;
- World Bank (América do Sul): US\$ 42.3175/ tCOeq
- Valor social do carbono US\$185/ tCOeq
- Projeto de Lei nº 2148/2015 (atual 1548579): 25-35/
tCOeq

Mapa das perdas
econômicas por município



Metodologia



Soma da biomassa perdida
por classe e município

Aplicação da equação de
Pessôa (2022) para retirada da
biomassa remanescente após
passagem das queimadas

Aplicação do modelo de meia-vida de Chamber et al
(2000) para identificar o tempo de decomposição da
biomassa remanescente após a passagem do fogo e a
contribuição nas emissões futuras de carbono

Aplicação das diretrizes do
IPCC (2006) para conversão
de biomassa para carbono
equivalente

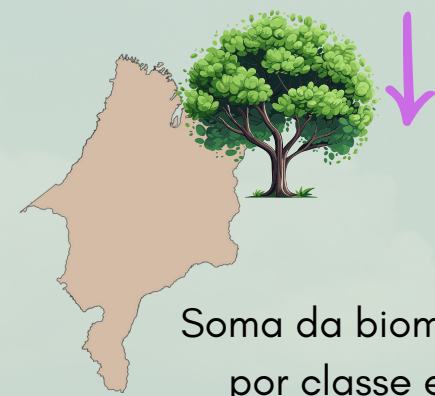
Valoração do carbono por
meio da aplicação de
quatro taxas de
precificação de carbono

- World Bank: US\$155.86/ tCOeq;
- World Bank (América do Sul): US\$ 42.3175/ tCOeq
- Valor social do carbono US\$185/ tCOeq
- Projeto de Lei nº 2148/2015 (atual 1548579): 25-35/
tCOeq

Mapa das perdas
econômicas por município



Metodologia



Soma da biomassa perdida
por classe e município

Aplicação da equação de
Pessôa (2022) para retirada da
biomassa remanescente após
passagem das queimadas

Aplicação do modelo de meia-vida de Chamber et al
(2000) para identificar o tempo de decomposição da
biomassa remanescente após a passagem do fogo e a
contribuição nas emissões futuras de carbono

Aplicação das diretrizes do
IPCC (2006) para conversão
de biomassa para carbono
equivalente

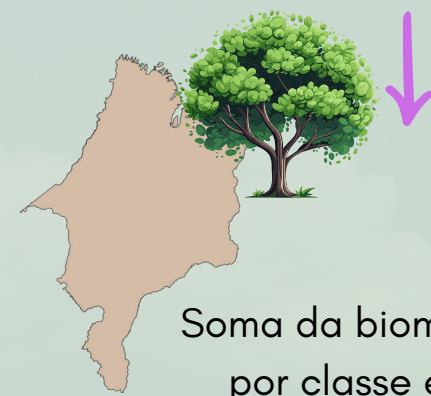
Valoração do carbono por
meio da aplicação de
quatro taxas de
precificação de carbono

- World Bank: US\$155.86/ tCOeq;
- World Bank (América do Sul): US\$ 42.3175/ tCOeq
- Valor social do carbono US\$185/ tCOeq
- Projeto de Lei nº 2148/2015 (atual 1548579): 25-35/
tCOeq

Mapa das perdas
econômicas por município



Metodologia



Soma da biomassa perdida
por classe e município

Aplicação da equação de
Pessôa (2022) para retirada da
biomassa remanescente após
passagem das queimadas

Aplicação do modelo de meia-vida de Chamber et al
(2000) para identificar o tempo de decomposição da
biomassa remanescente após a passagem do fogo e a
contribuição nas emissões futuras de carbono

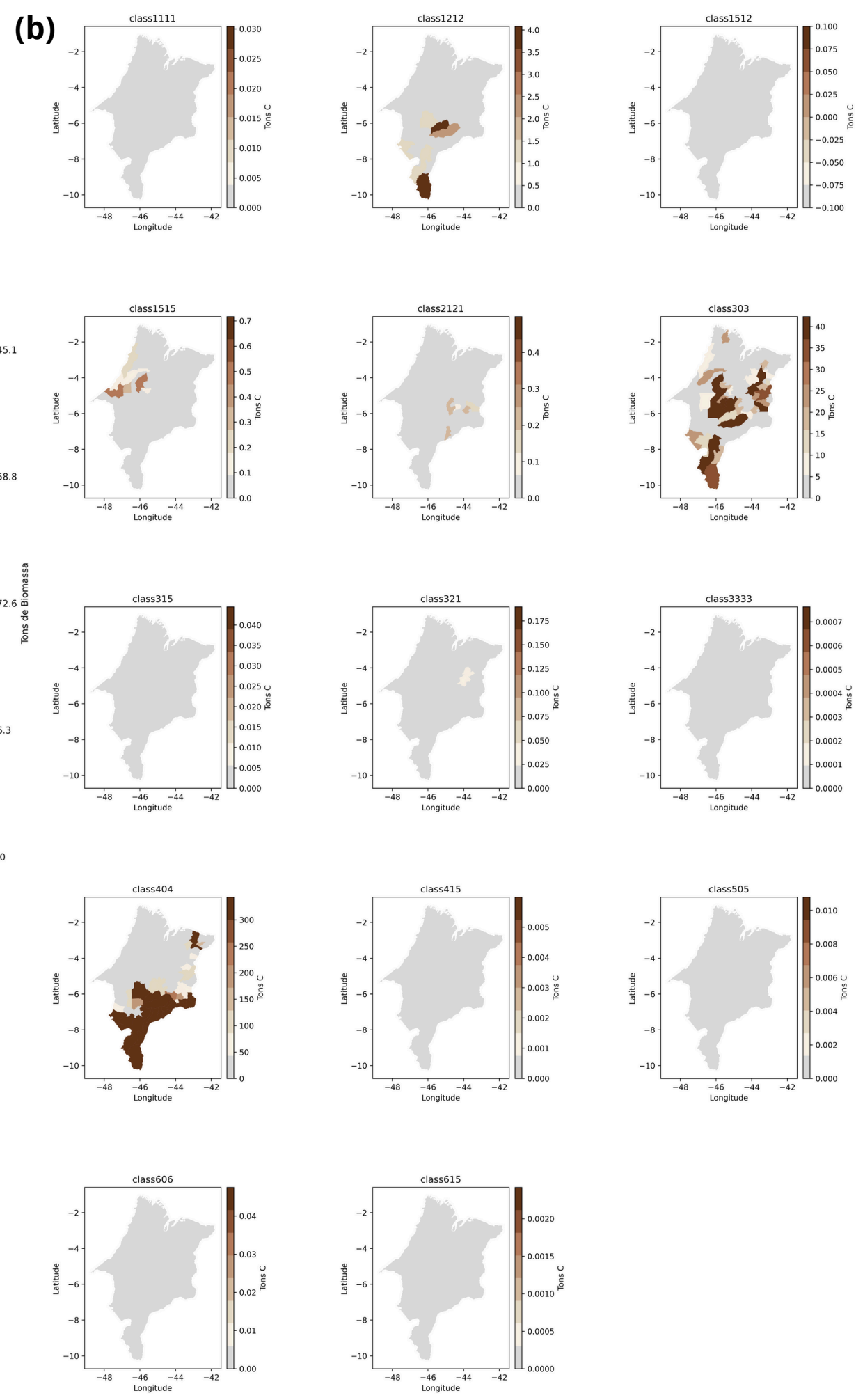
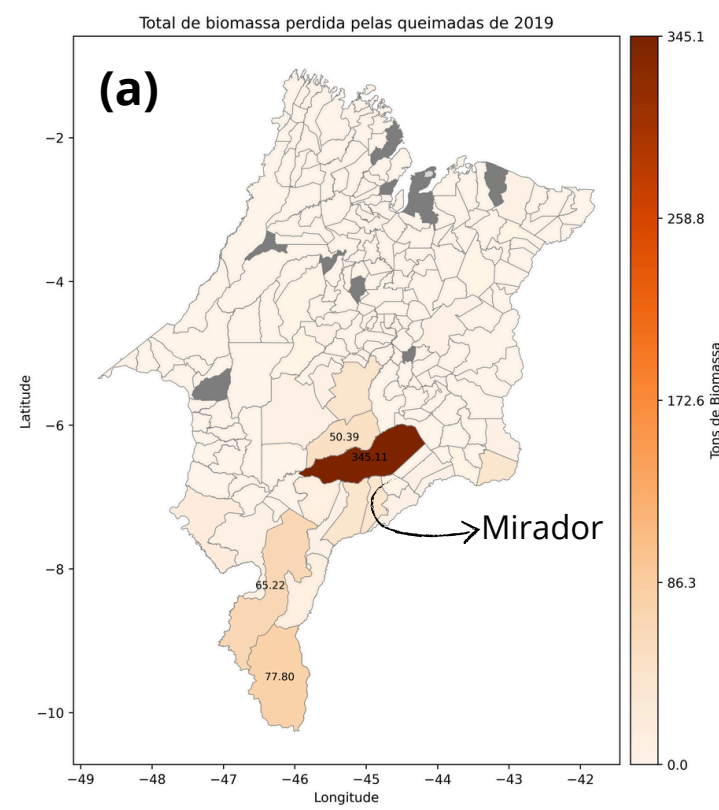
Aplicação das diretrizes do
IPCC (2006) para conversão
de biomassa para carbono
equivalente

Valoração do carbono por
meio da aplicação de
quatro taxas de
precificação de carbono

- World Bank: US\$155.86/ tCOeq;
- World Bank (América do Sul): US\$ 42.3175/ tCOeq
- Valor social do carbono US\$185/ tCOeq
- Projeto de Lei nº 2148/2015 (atual 1548579): 25-35/
tCOeq

Mapa das perdas
econômicas por município

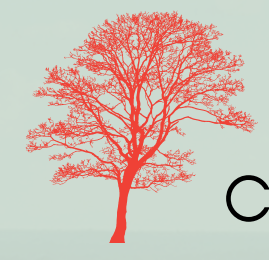




Resultados



Amazônia



Cerrado



Umidade

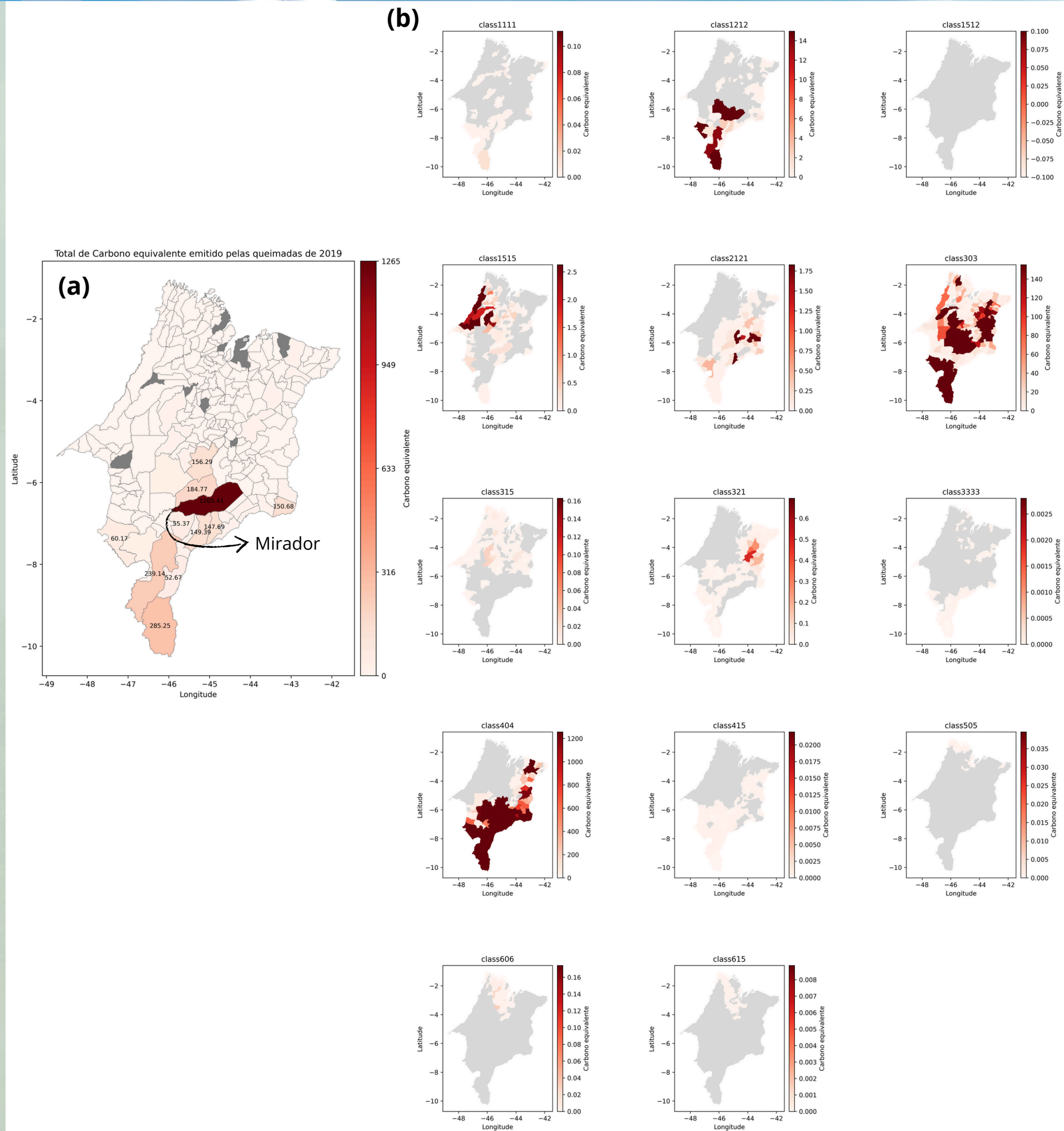


Intensidade do fogo e histórico de incêndios

Secas prolongadas aumentam a probabilidade de incêndios intensos



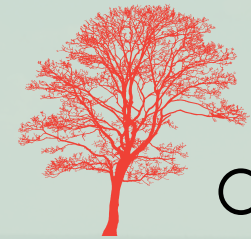
Conversão de florestas em pastagens aumenta a fragmentação e suscetibilidade a incêndios



Resultados



Amazônia



Cerrado



Umidade



Intensidade do fogo e histórico de incêndios

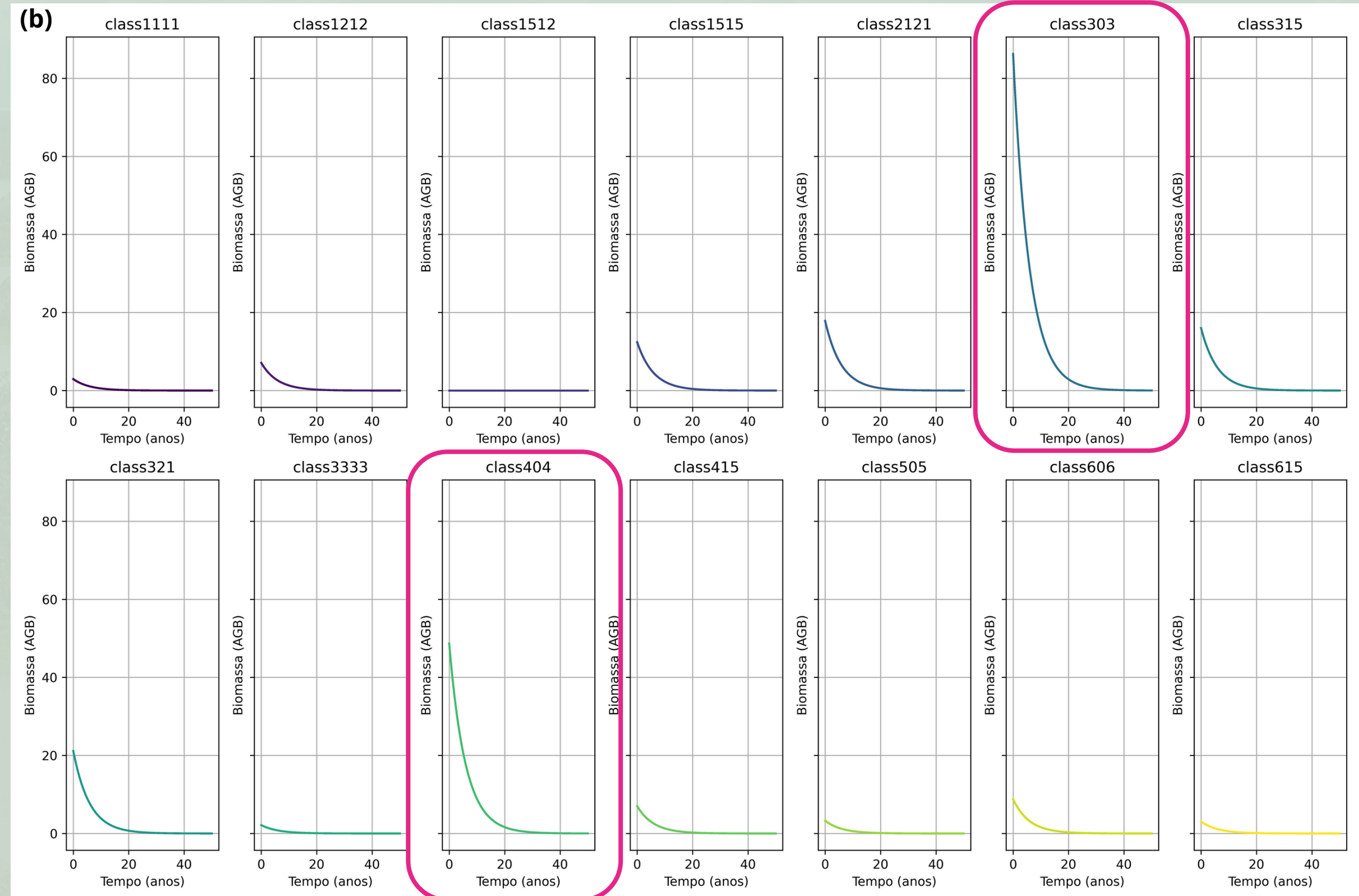
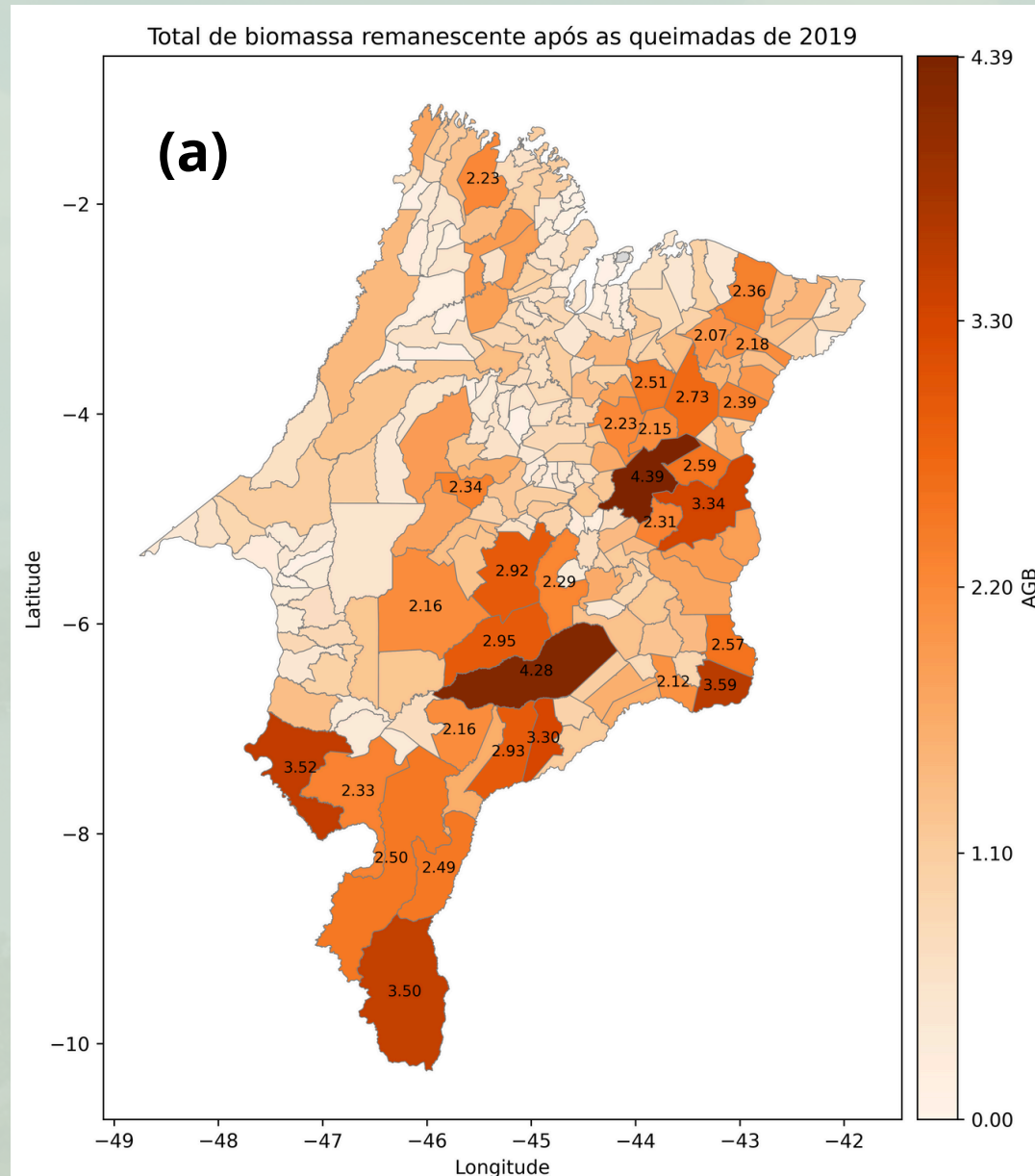


Secas prolongadas aumentam a probabilidade de incêndios intensos



Conversão de florestas em pastagens aumenta a fragmentação e suscetibilidade a incêndios

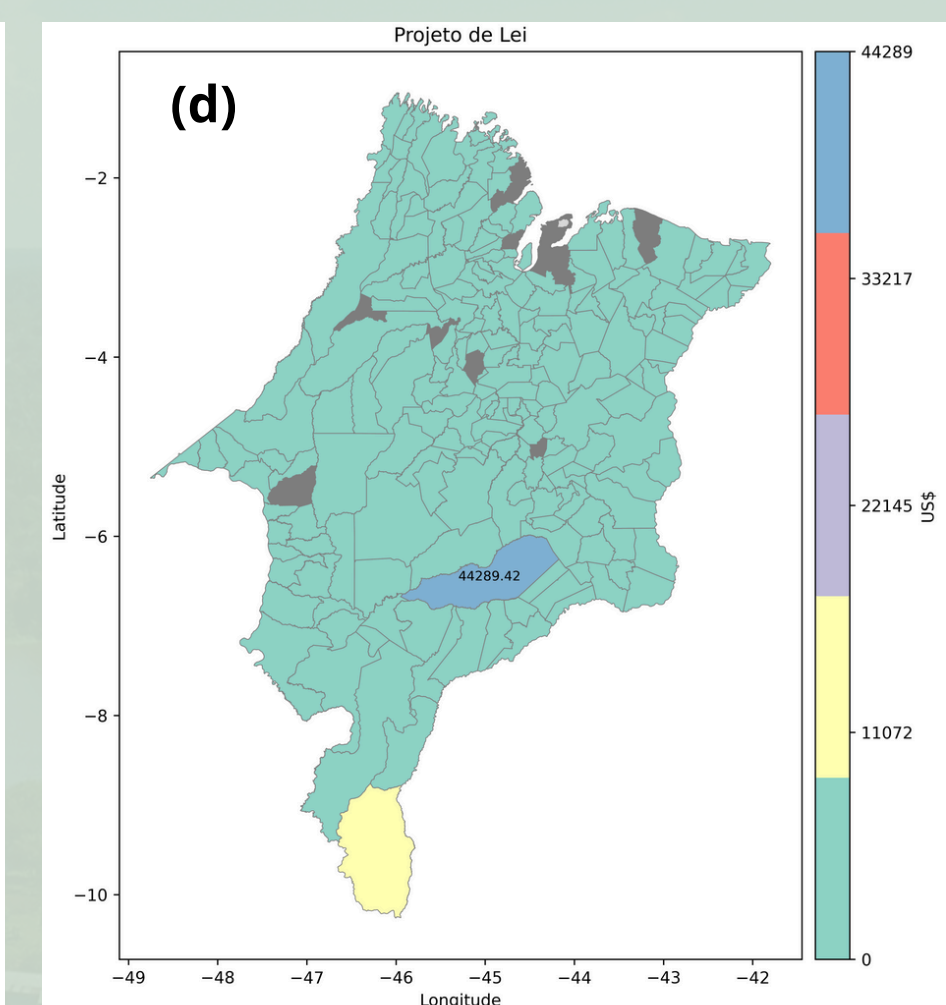
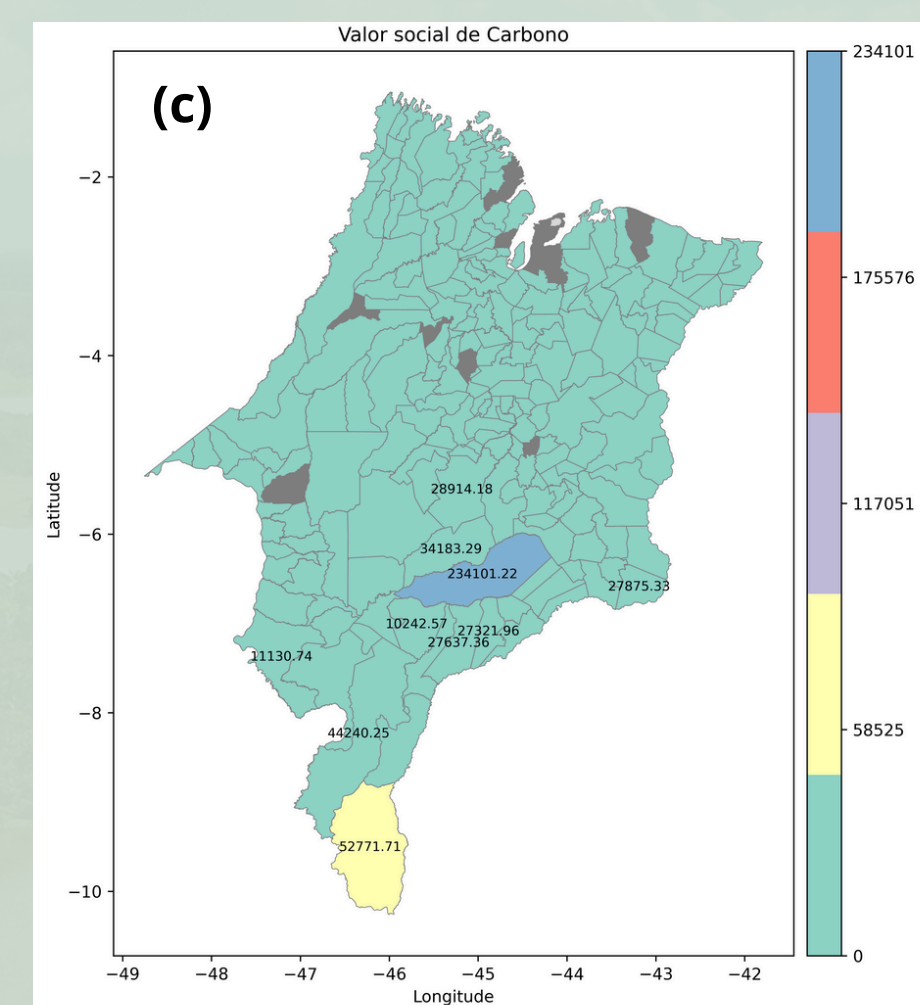
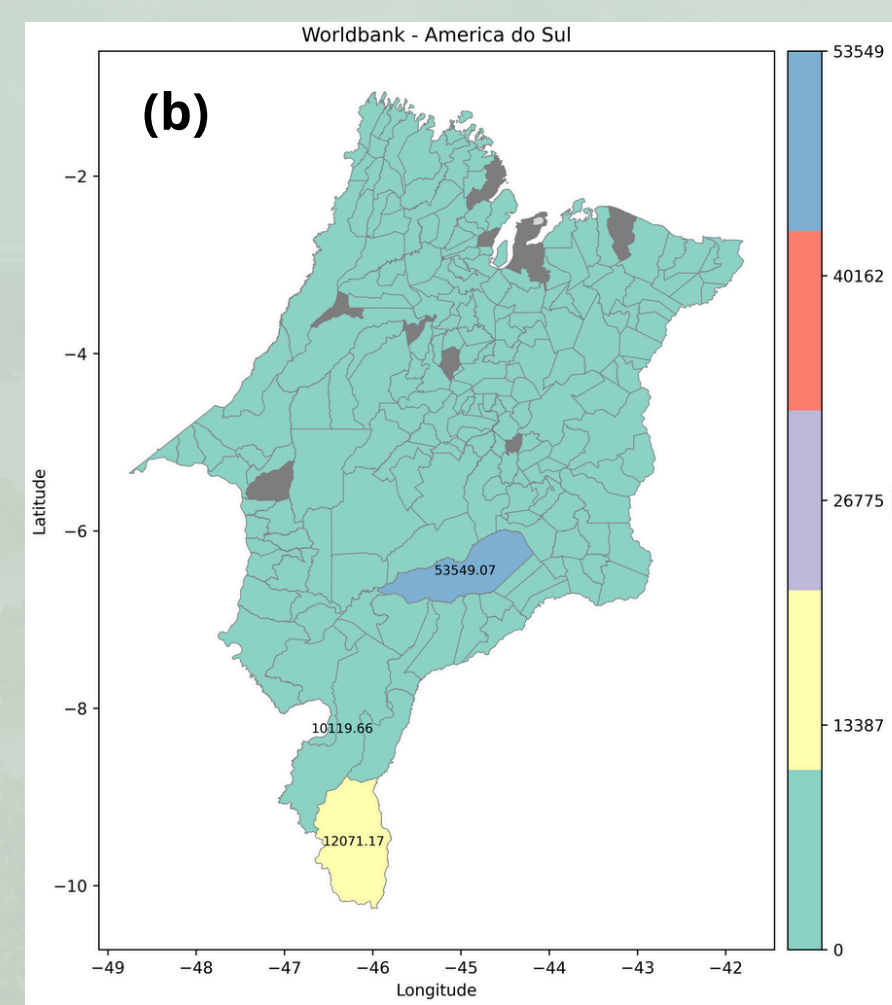
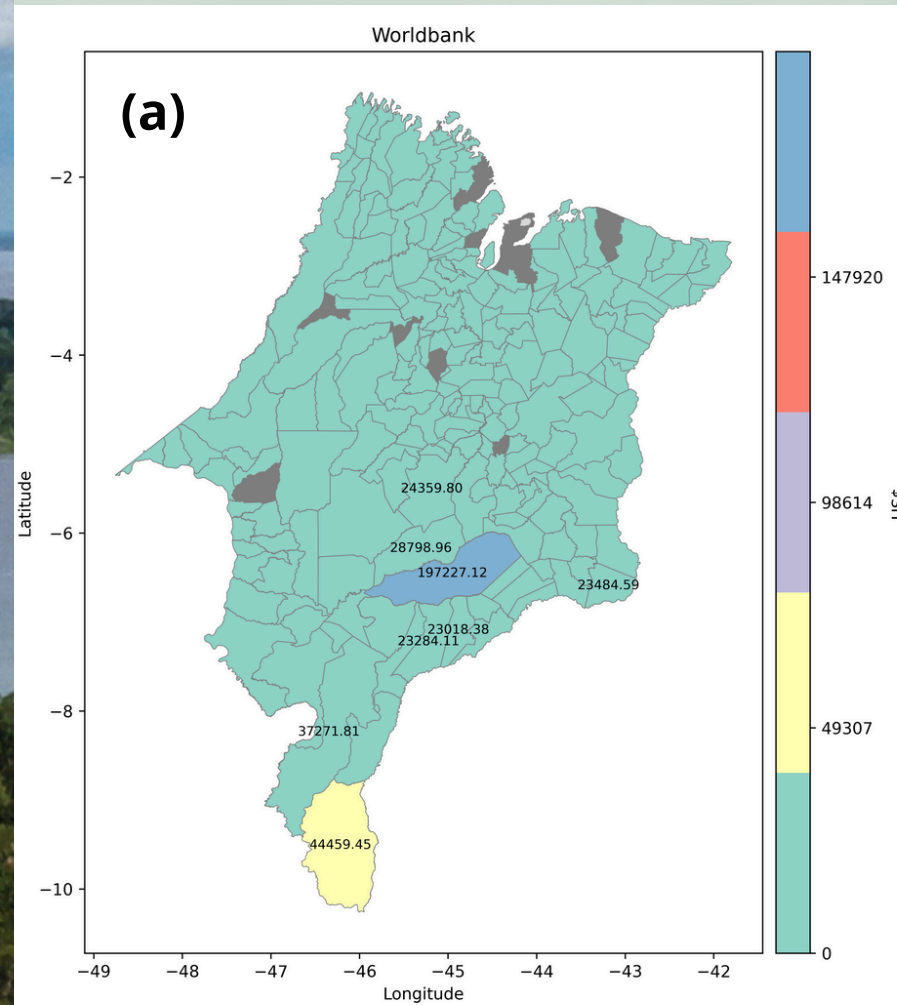
Resultados



Características da vegetação dos biomas influenciam no processo de regeneração e decomposição da biomassa remanescente



Resultados



Grandes variações entre metodologias



Valor social do carbono e estimativas do World Bank refletem diferentes prioridades

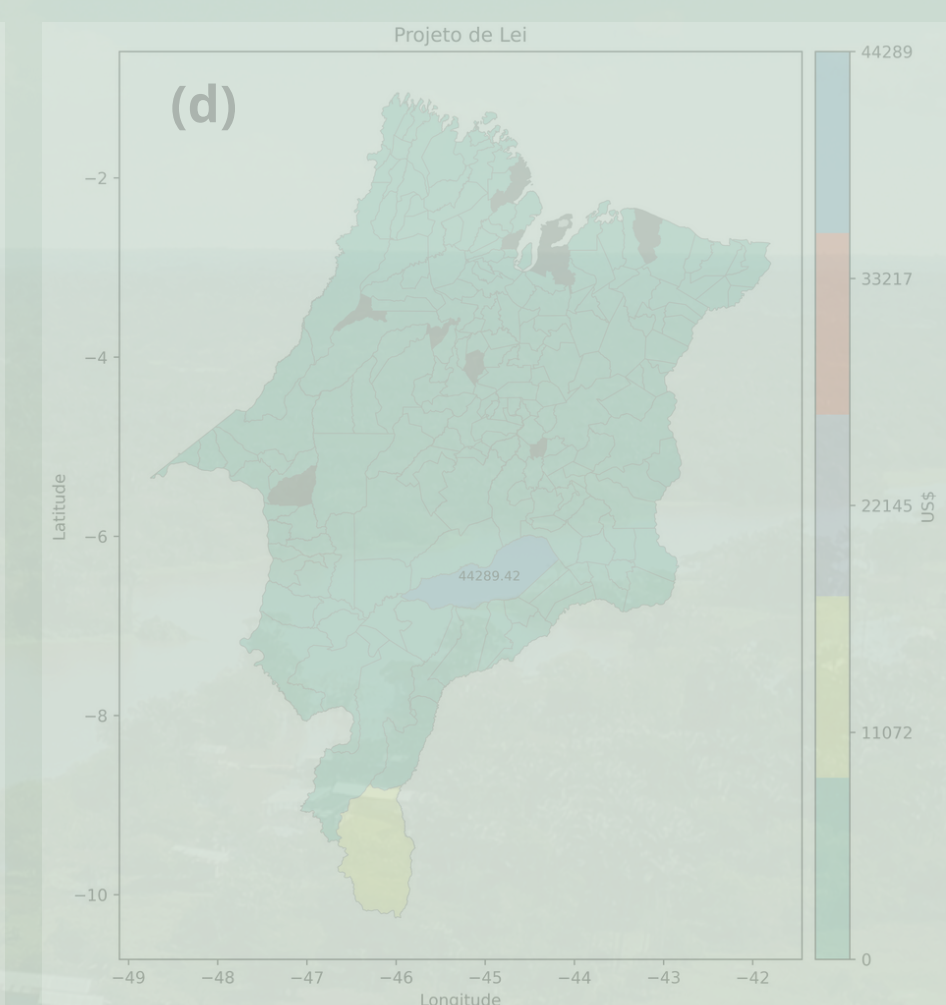
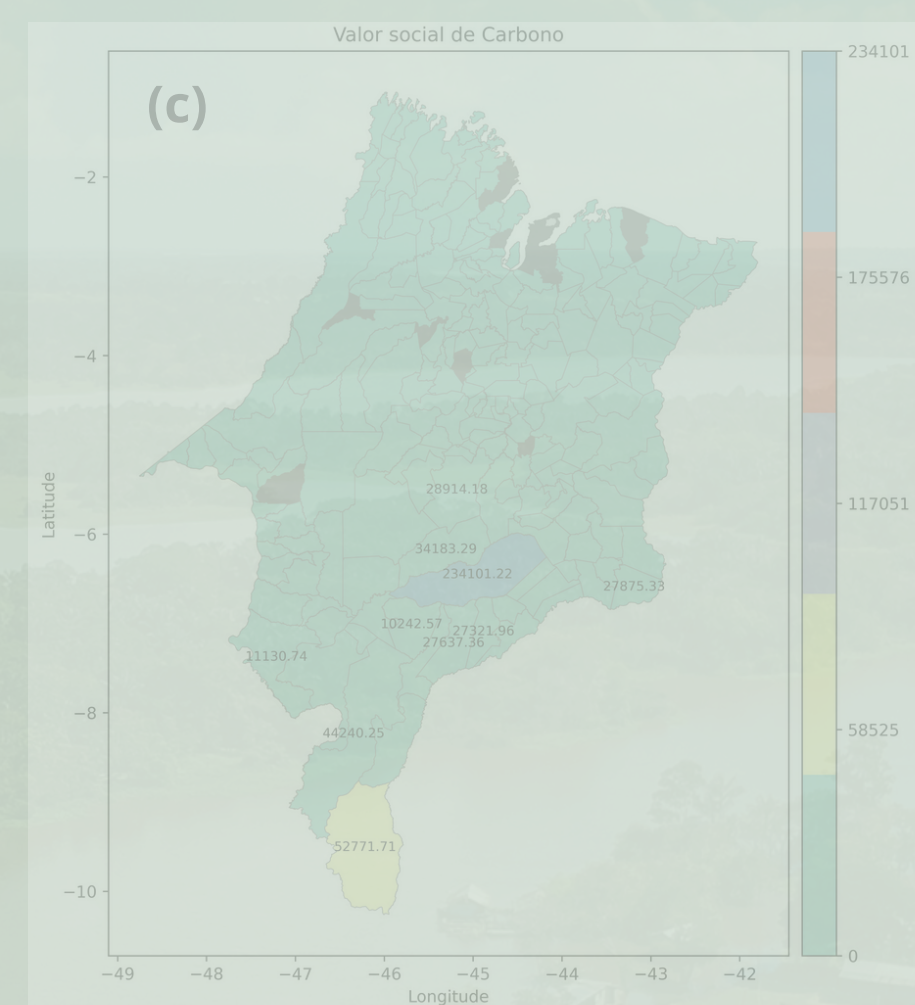
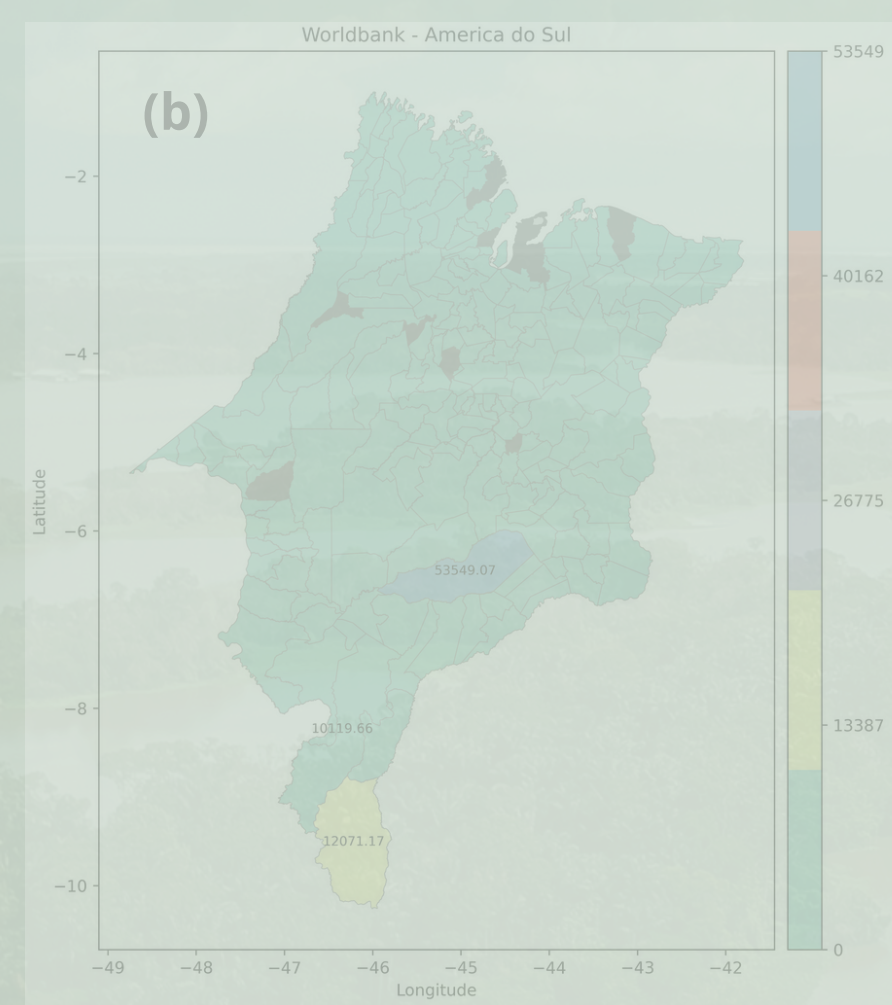
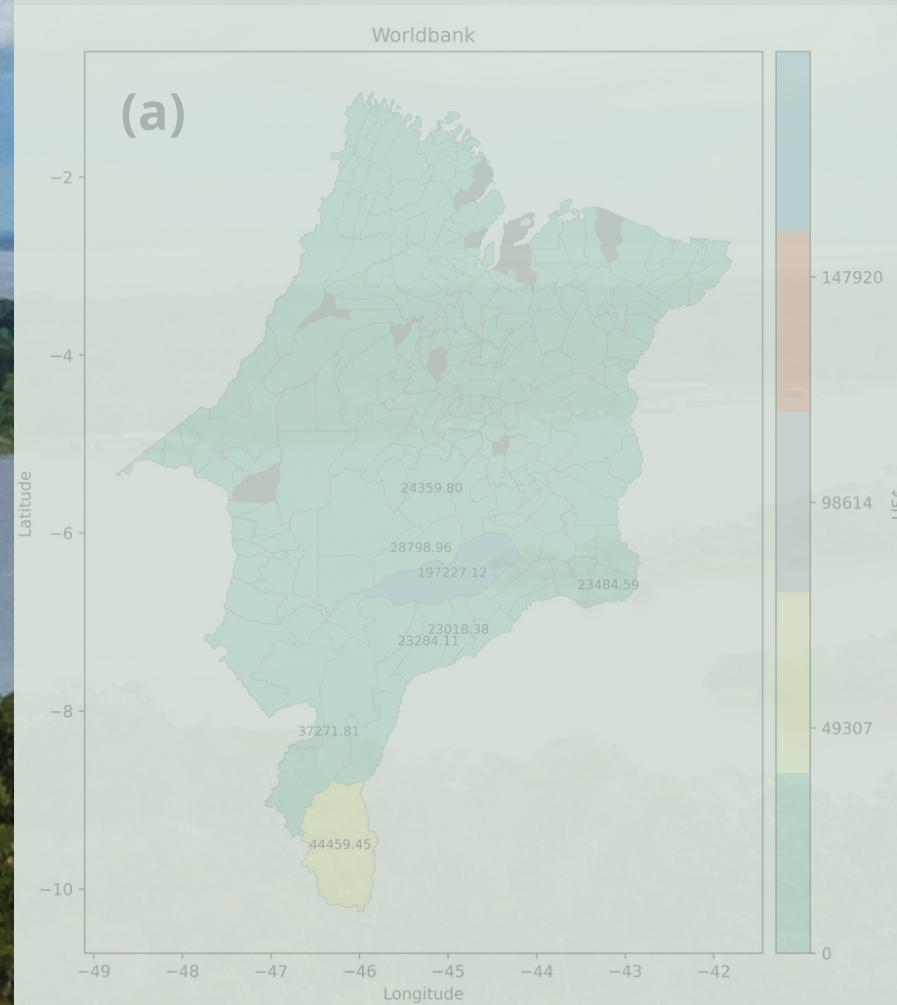


Necessidade de critérios uniformes e abrangentes



Desenvolvimento de modelos precisos para informar políticas eficazes.

Resultados



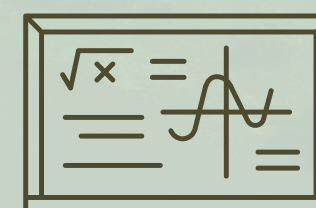
Grandes variações entre metodologias



Valor social do carbono e estimativas do World Bank refletem diferentes prioridades

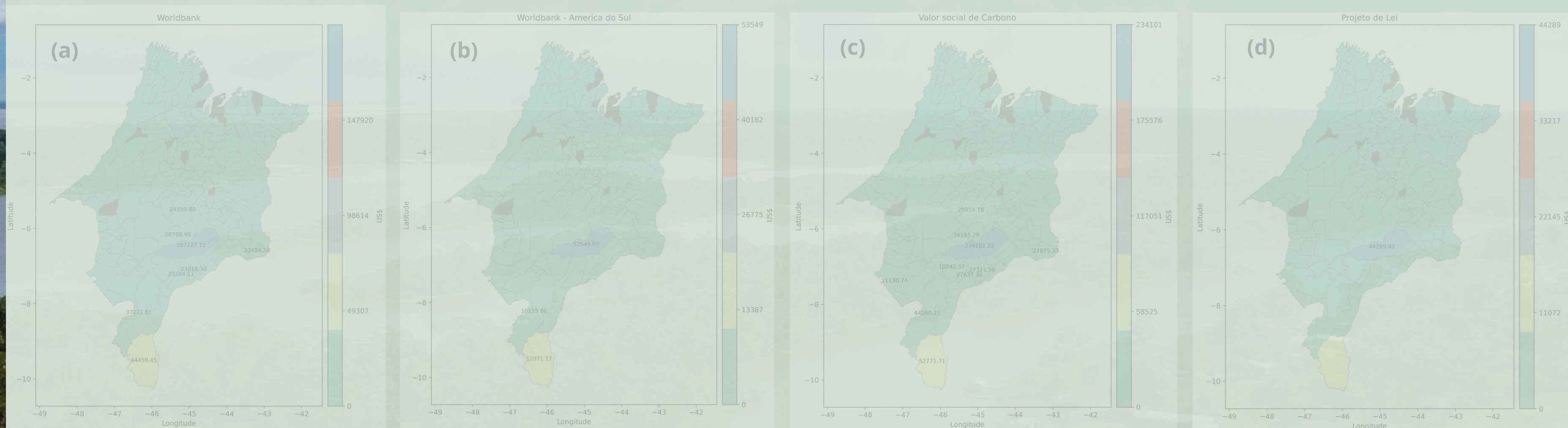


Necessidade de critérios uniformes e abrangentes



Desenvolvimento de modelos precisos para informar políticas eficazes.

Resultados



US\$	World Bank	World Bank (América do Sul)	Valor social de carbono	Projeto de Lei nº 1548579
World Bank	0.0			
World Bank - (América do Sul)	348740.37	0.0		
Valor social de carbono	89502.12	438242.49	0.0	
Projeto de Lei nº 1548579	371215.72	22475.35	460717.84	0.0

Limitações:



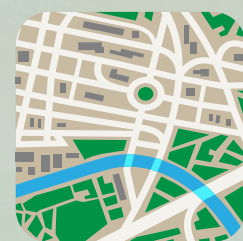
Baseado em dados de apenas um ano



Não considera regeneração florestal



Não considera as emissões do processo de decomposição da biomassa remanescente após passagem do fogo



Diferentes resoluções espaciais

Resultados



Estudos Futuros:

Análises detalhadas sobre regeneração e decomposição da biomassa



Avaliar efeitos cumulativos de outros processos de degradação florestal e resiliência dos ecossistemas ao fogo.

Limitações:



Baseado em dados de apenas um ano



Não considera regeneração florestal



Não considera as emissões do processo de decomposição da biomassa remanescente após passagem do fogo



Diferentes resoluções espaciais

Resultados



Estudos Futuros:

Análises detalhadas sobre regeneração e decomposição da biomassa



Avaliar efeitos cumulativos de outros processos de degradação florestal e resiliência dos ecossistemas ao fogo.

Conclusão



Regiões Afetadas:

- Florestas e cerrado foram as mais afetadas.
- Maiores perdas de biomassa concentradas no sul do estado.
- Florestas transformadas em pastagem e outros usos.
- Cerrado mostrou resiliência, regenerando-se rapidamente.

Emissões de Carbono:

- Áreas queimadas emitiram grandes quantidades de CO₂eq, especialmente nas florestas.
- Quantificação das emissões sublinha a necessidade de estratégias de conservação adaptadas.

Impactos Econômicos:

- Perdas econômicas significativas variaram entre os municípios.
- Metodologias de precificação do carbono mostraram grandes discrepâncias nos valores estimados.
- Avaliações precisas são essenciais para políticas de gestão ambiental e mitigação climática.

Desafios e Recomendações:

- Necessidade de dados a longo prazo e análises detalhadas da regeneração vegetal e recorrência de incêndios.
- Estudos futuros devem expandir essas análises para uma compreensão mais abrangente dos impactos das queimadas.

Conclusão



Regiões Afetadas:

- Florestas e cerrado foram as mais afetadas.
- Maiores perdas de biomassa concentradas no sul do estado.
- Florestas transformadas em pastagem e outros usos.
- Cerrado mostrou resiliência, regenerando-se rapidamente.

Emissões de Carbono:

- Áreas queimadas emitiram grandes quantidades de CO₂eq, especialmente nas florestas.
- Quantificação das emissões sublinha a necessidade de estratégias de conservação adaptadas.

Impactos Econômicos:

- Perdas econômicas significativas variaram entre os municípios.
- Metodologias de precificação do carbono mostraram grandes discrepâncias nos valores estimados.
- Avaliações precisas são essenciais para políticas de gestão ambiental e mitigação climática.

Desafios e Recomendações:

- Necessidade de dados a longo prazo e análises detalhadas da regeneração vegetal e recorrência de incêndios.
- Estudos futuros devem expandir essas análises para uma compreensão mais abrangente dos impactos das queimadas.

Conclusão



Regiões Afetadas:

- Florestas e cerrado foram as mais afetadas.
- Maiores perdas de biomassa concentradas no sul do estado.
- Florestas transformadas em pastagem e outros usos.
- Cerrado mostrou resiliência, regenerando-se rapidamente.

Emissões de Carbono:

- Áreas queimadas emitiram grandes quantidades de COeq, especialmente nas florestas.
- Quantificação das emissões sublinha a necessidade de estratégias de conservação adaptadas.

Impactos Econômicos:

- Perdas econômicas significativas variaram entre os municípios.
- Metodologias de precificação do carbono mostraram grandes discrepâncias nos valores estimados.
- Avaliações precisas são essenciais para políticas de gestão ambiental e mitigação climática.

Desafios e Recomendações:

- Necessidade de dados a longo prazo e análises detalhadas da regeneração vegetal e recorrência de incêndios.
- Estudos futuros devem expandir essas análises para uma compreensão mais abrangente dos impactos das queimadas.

Conclusão



Regiões Afetadas:

- Florestas e cerrado foram as mais afetadas.
- Maiores perdas de biomassa concentradas no sul do estado.
- Florestas transformadas em pastagem e outros usos.
- Cerrado mostrou resiliência, regenerando-se rapidamente.

Emissões de Carbono:

- Áreas queimadas emitiram grandes quantidades de CO₂eq, especialmente nas florestas.
- Quantificação das emissões sublinha a necessidade de estratégias de conservação adaptadas.

Impactos Econômicos:

- Perdas econômicas significativas variaram entre os municípios.
- Metodologias de precificação do carbono mostraram grandes discrepâncias nos valores estimados.
- Avaliações precisas são essenciais para políticas de gestão ambiental e mitigação climática.

Desafios e Recomendações:

- Necessidade de dados a longo prazo e análises detalhadas da regeneração vegetal e recorrência de incêndios.
- Estudos futuros devem expandir essas análises para uma compreensão mais abrangente dos impactos das queimadas.

