

# Indicadores Ecológicos da Regeneração Natural

André Giles

25 de setembro de 2023

Simpósio:

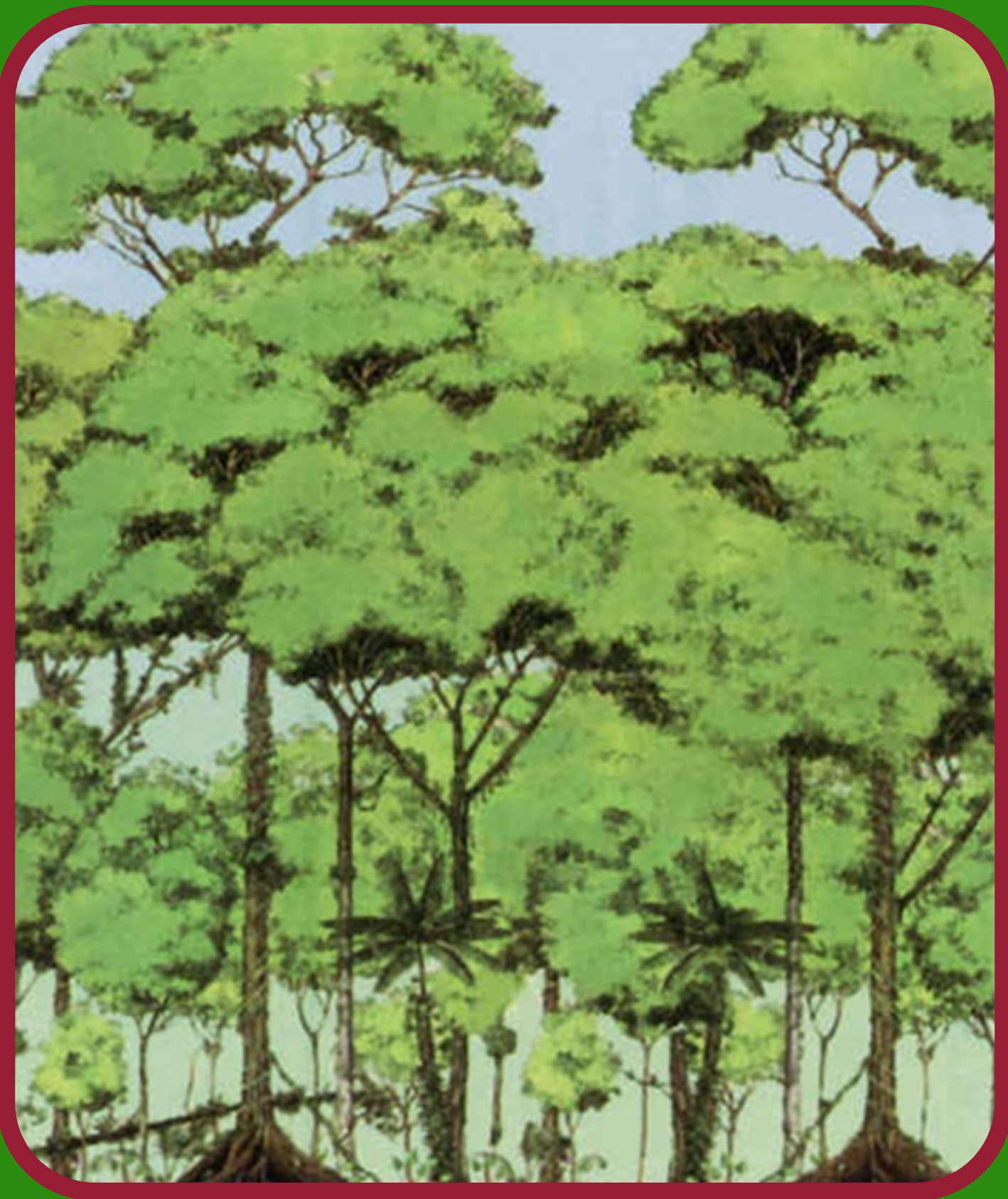
“A regeneração natural da floresta amazônica no contexto da regularização ambiental e da restauração florestal”



CENTRO DE SÍNTESE EM  
BIODIVERSIDADE E  
SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS



**Como descrevemos  
uma floresta?**



# “Atributos” das floresta

## NÚMERO DE ÁRVORES

Densidade de caules



## TAMANHO DAS ÁRVORES

Área Basal

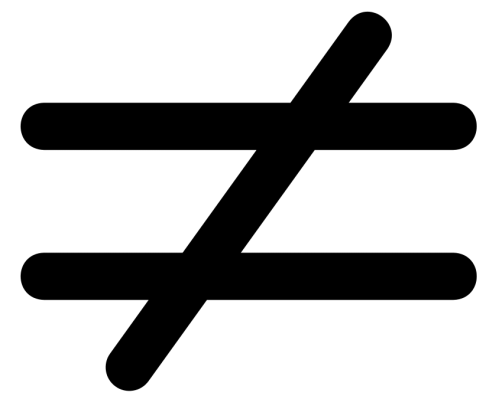


## COMPOSIÇÃO E NÚMERO DE ESPÉCIES

Riqueza, Identidade e Diversidade



# Floresta "A"



DENSIDADE DE  
IND.

ÁREA BASAL

RIQUEZA E  
DIVERSIDADE DE  
ESPECIES

BIOMASSA

# Floresta "B"



# Indicadores ecológicos

1. PERMITE DIFERENCIAR OS TIPOS DE FLORESTA

2. CAPACIDADE DE CAPTURAR MUDANÇAS LONGO DO TEMPO



3. SENSIBILIDADE À DISTÚRBIOS



# A busca de indicadores

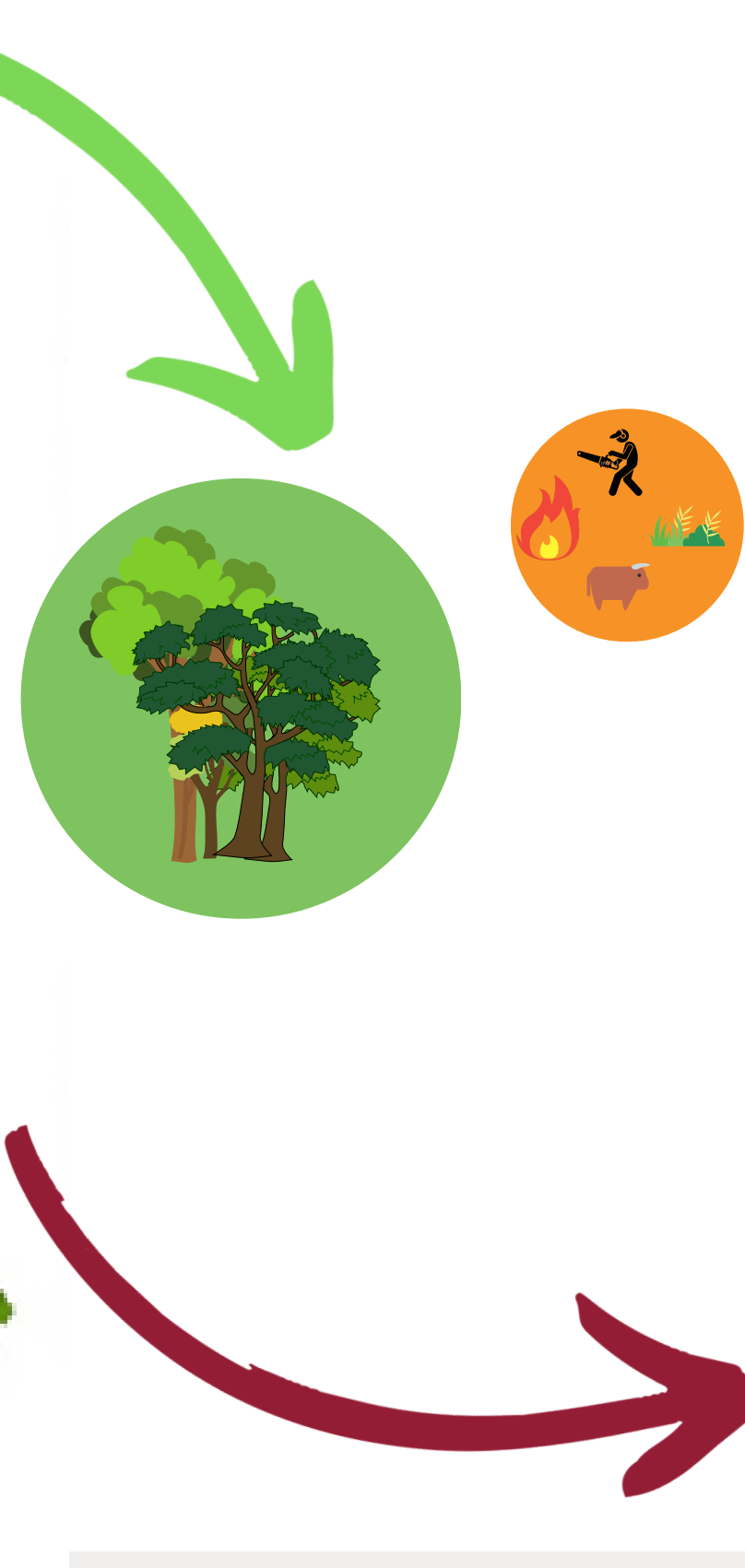
- **Atributo do ecossistema** ou medida de fenômenos ambientalmente relevantes usados para representar ou **avaliar o ecossistema condições e suas mudanças** ou para definir metas ambientais
- **Sensíveis** a mudanças e possui uma resposta conhecida a condições naturais e **distúrbios antropogênicos** e mudanças ao **longo do tempo**



**Tempo**



**TRAJETÓRIAS SUCESSIONAIS**



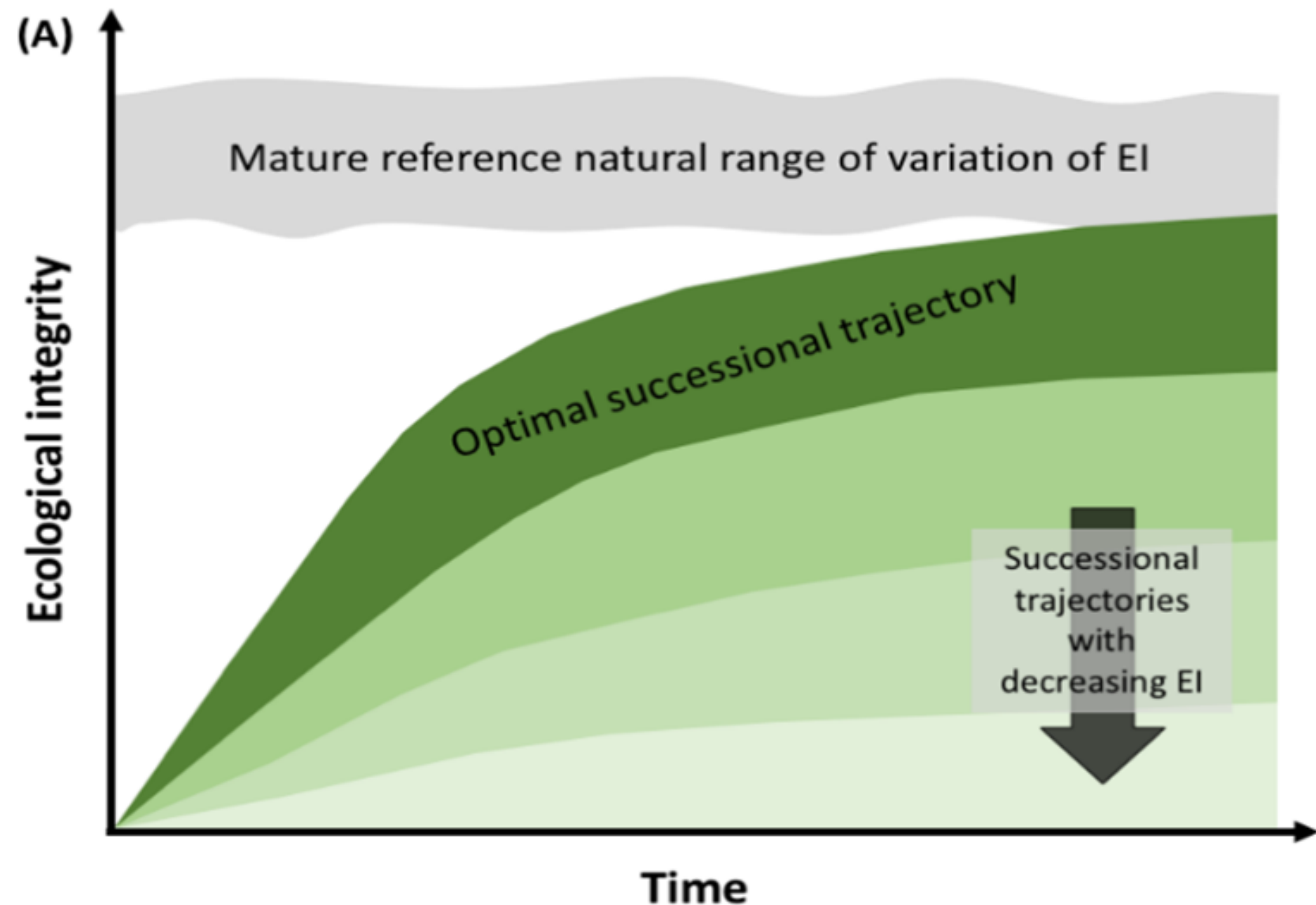
**HISTÓRICO DE  
USO DO SOLO**

**COBERTURA  
FLORESTAL  
NA PAISAGEM**

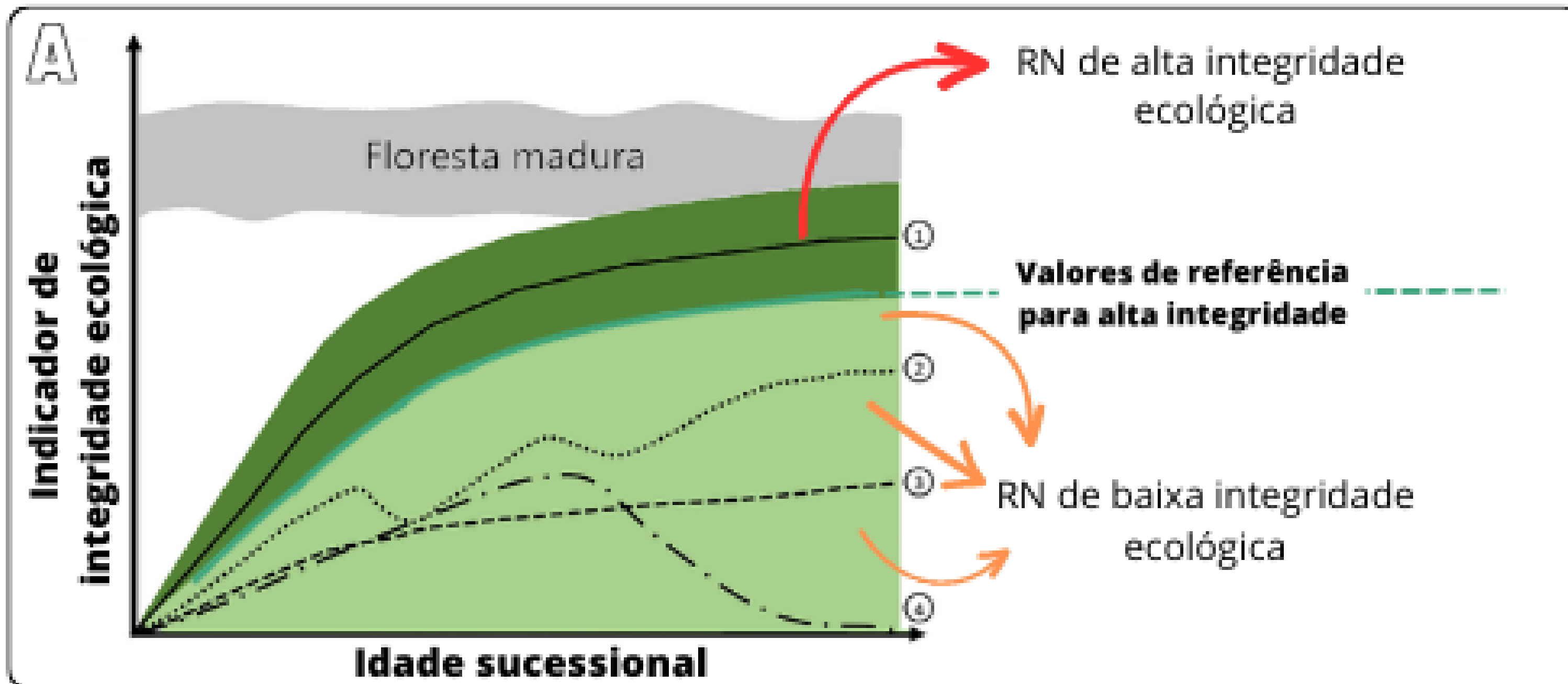
# Integridade Ecológica da RN

## CONCEITO

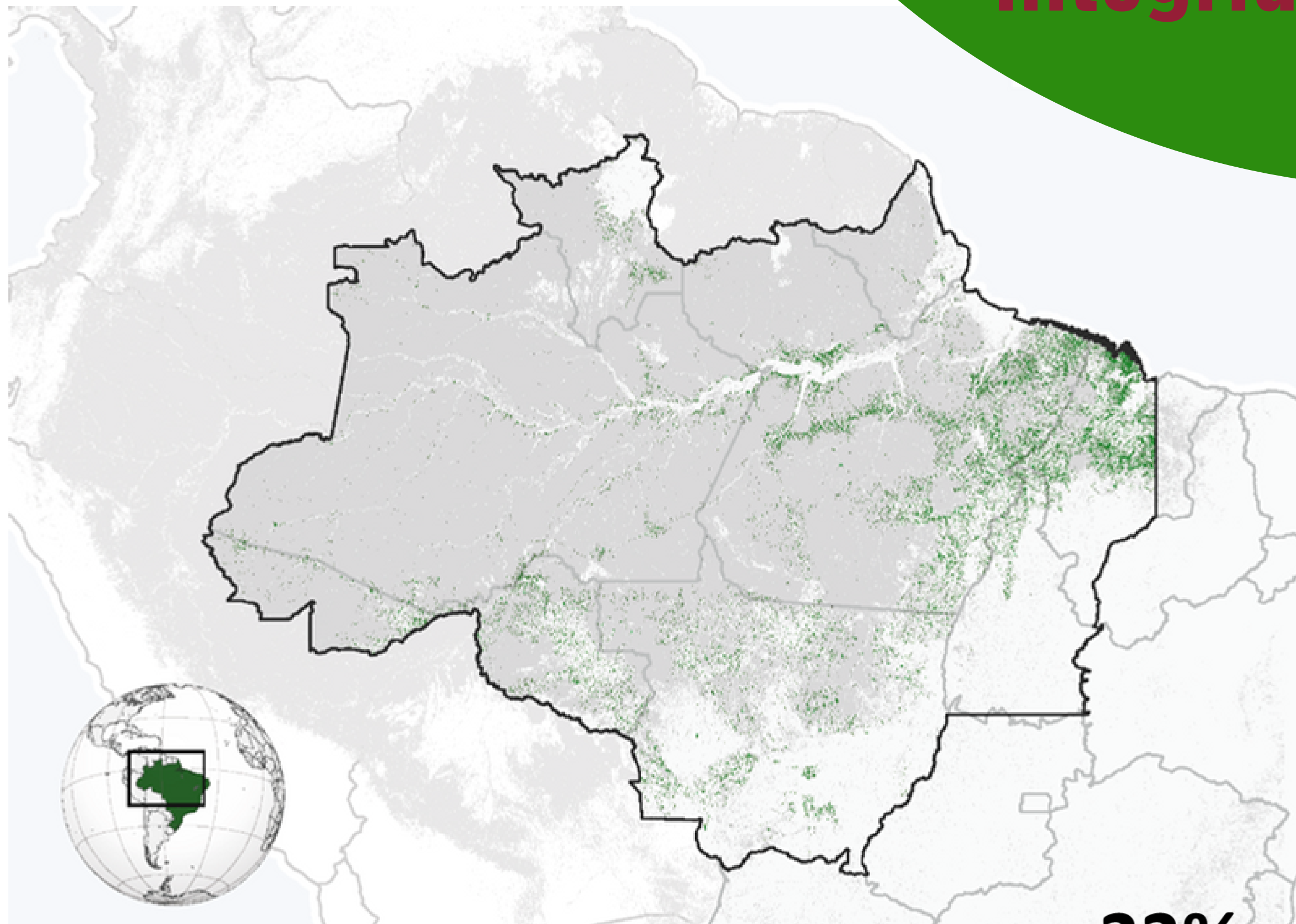
“A capacidade de um sistema ecológico sustentar e manter uma comunidade de organismos que possui composição de espécies, diversidade e organização funcional comparáveis aos habitats naturais dentro de uma região e em uma determinada faixa de idade”



# Integridade Ecológica da RN



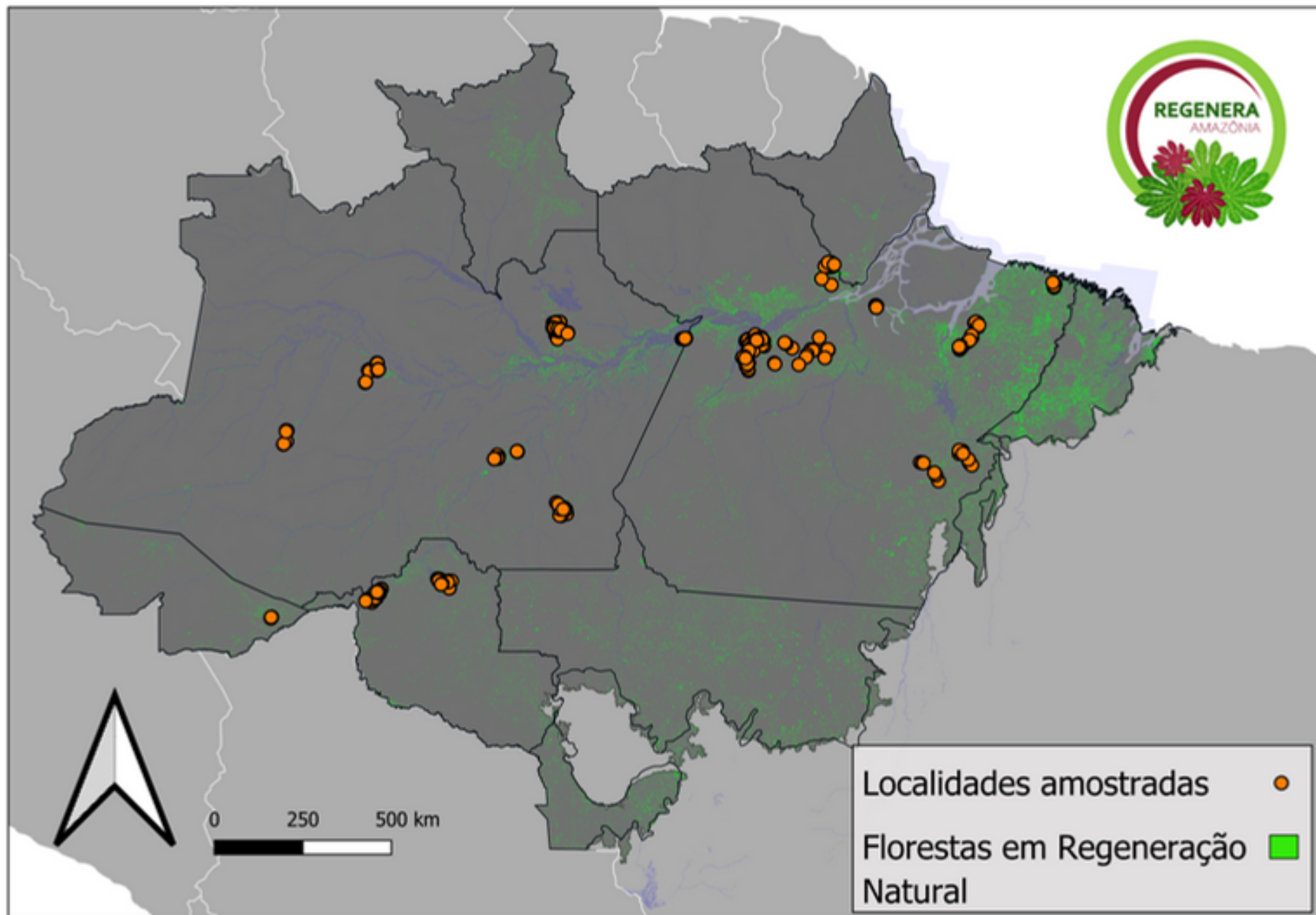
# Integridade Ecológica da RN



**22%**

INPE/TerraClass

# Integridade Ecológica da RN



## Amostragem representativa

448 plots

25 localidades

150 741 indivíduos

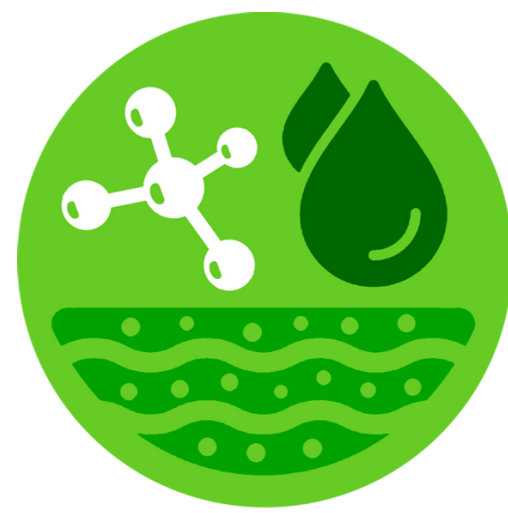
5cm de DAP





**1. Quais fatores que afetam a regeneração Natural na Amazônia**

**2. Quais são os valores dos indicadores para identificar a trajetória de alta integridade ecológica?**



Condições Ambientais

# 1. Quais fatores que afetam a regeneração Natural na Amazônia

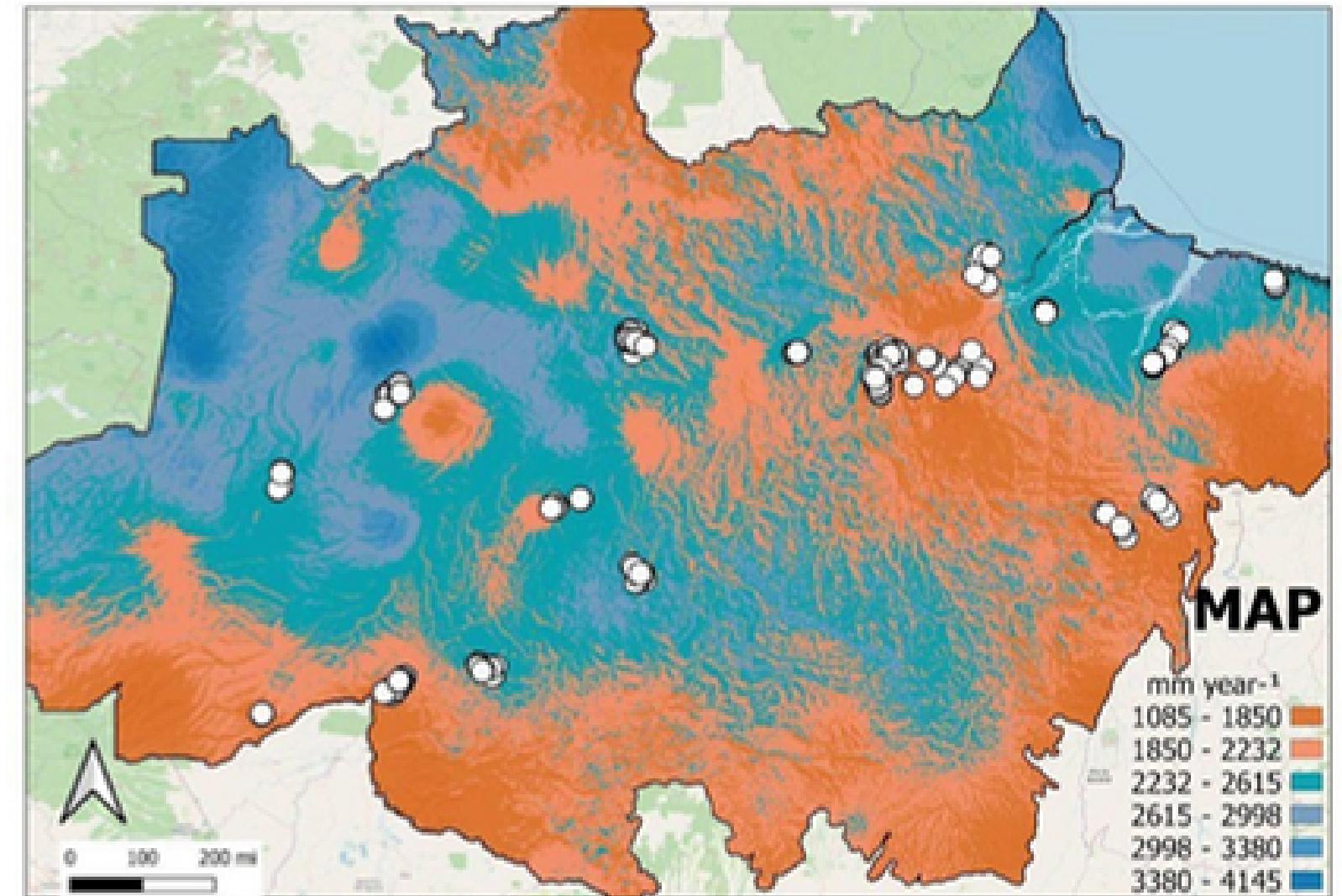
**Idade** (dados de campo)

**Clima** (Chelsea)

CWD, temperature, seasonality

**Solo** (SoilGrids & Zuquim et al. 2023)

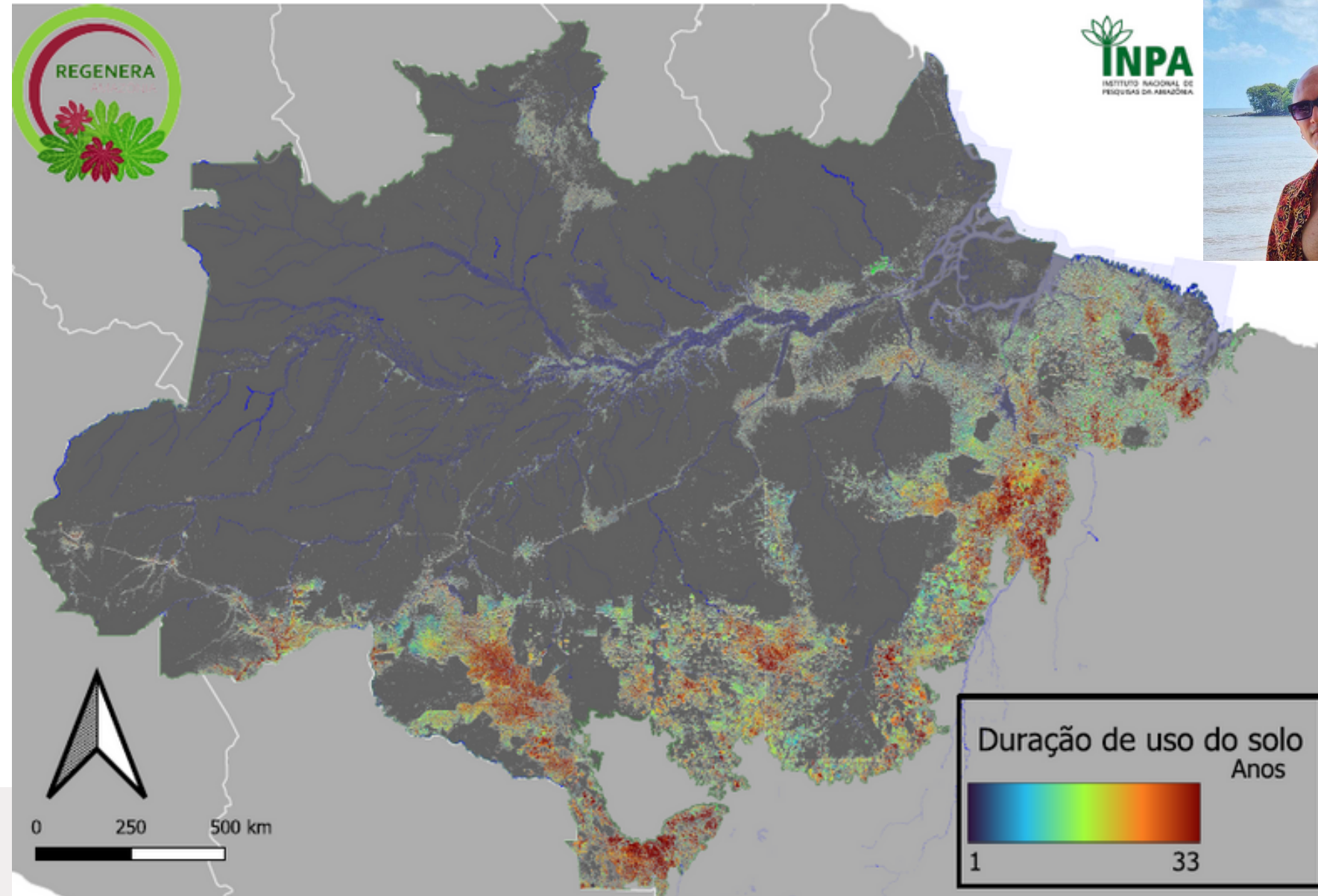
pH, soma de bases, CTC, granulometria, carbono e bulk density



# 1. Quais fatores que afetam a regeneração Natural na Amazônia

## Impactos antropogênicos (MapBiomas)

Duração de uso da Terra  
Cobertura de floresta  
Frequência de desmatamento  
Frequência de fogo



# 1. Quais fatores que afetam a regeneração Natural na Amazônia

## ESTRUTURA



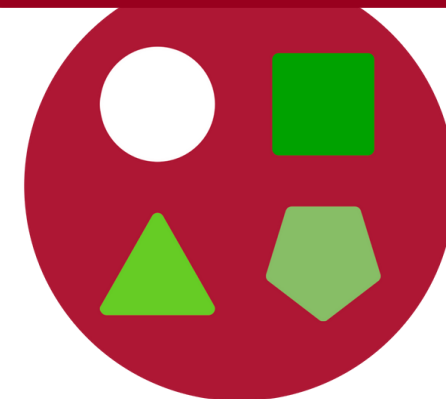
Área Basal

Diâmetro máximo

Densidade de caules

Heterogeneidade estrutural (Gini index)

## DIVERSIDADE



Riqueza de espécies (Rarefeita  
100 ind)

Diversidade de espécies (H1 e H2)

## FUNÇÃO



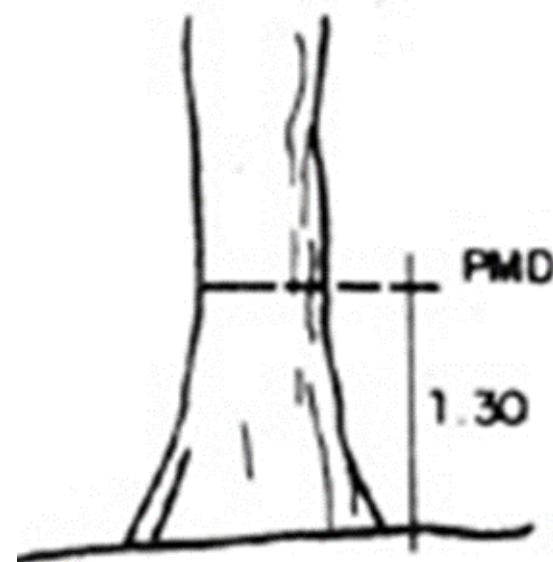
Biomassa

# Floresta "A"



## Índice de Gini

Índice de Heterogeneidade

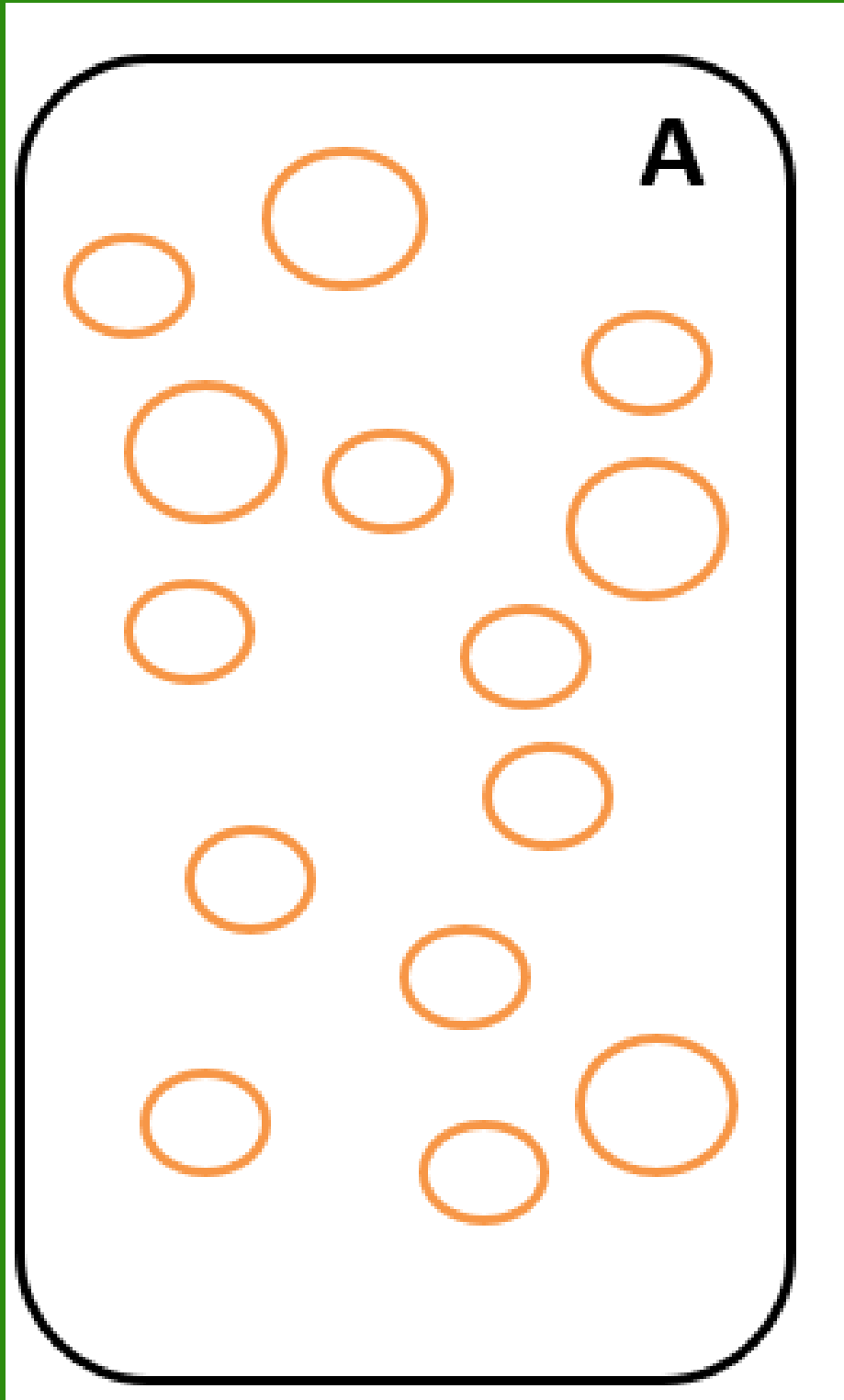


# Diâmetro

# Floresta "B"

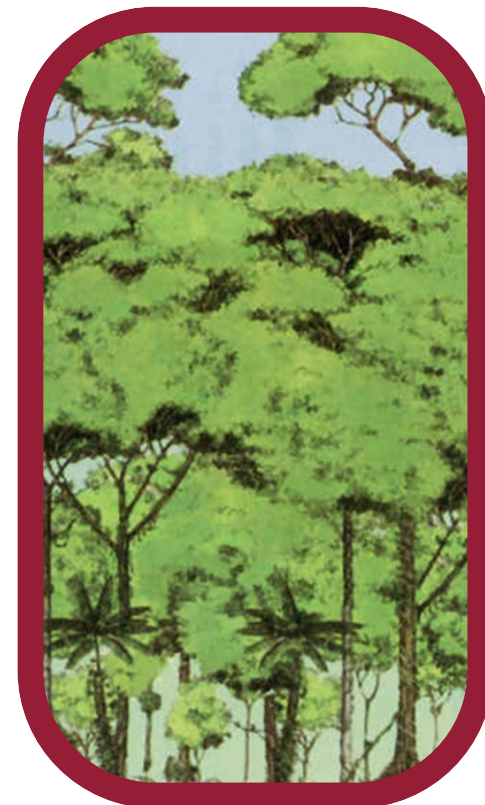
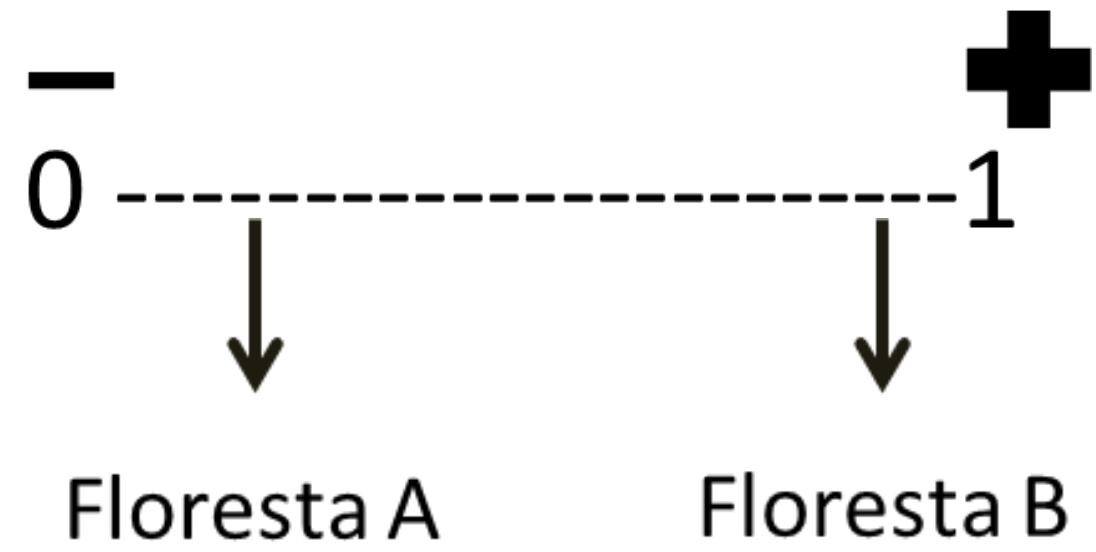


# Floresta "A"

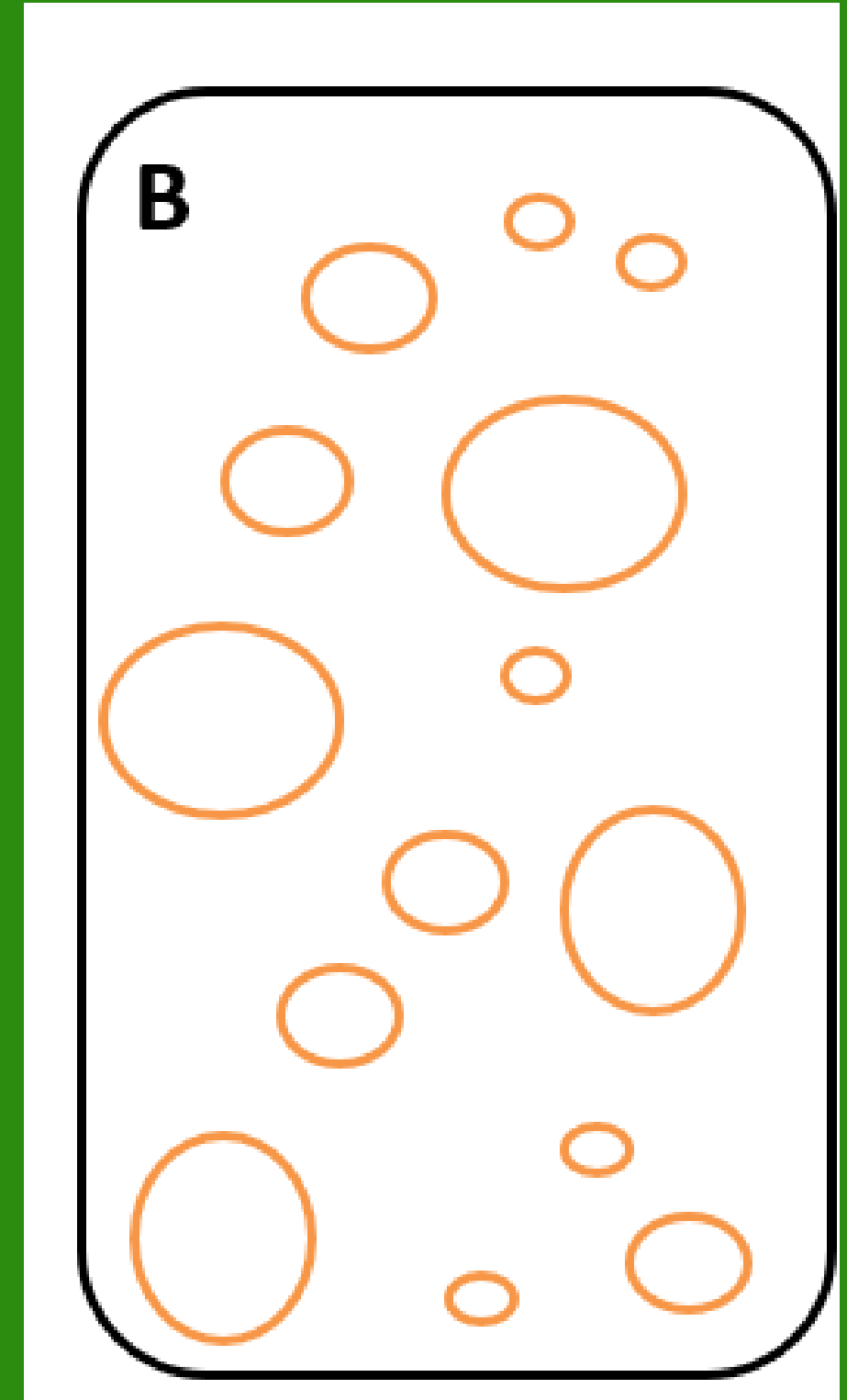


## Índice de Gini

Índice de Heterogeneidade



# Floresta "B"





# 1. Quais fatores que afetam a regeneração Natural na Amazônia



Stem density stems.ha-  
 Max. DBH cm  
 Basal Area m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>  
 SH index  
 Species Richness N.Spp. ind<sup>-1</sup>  
 Species diversity Hill1  
 AGB m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>

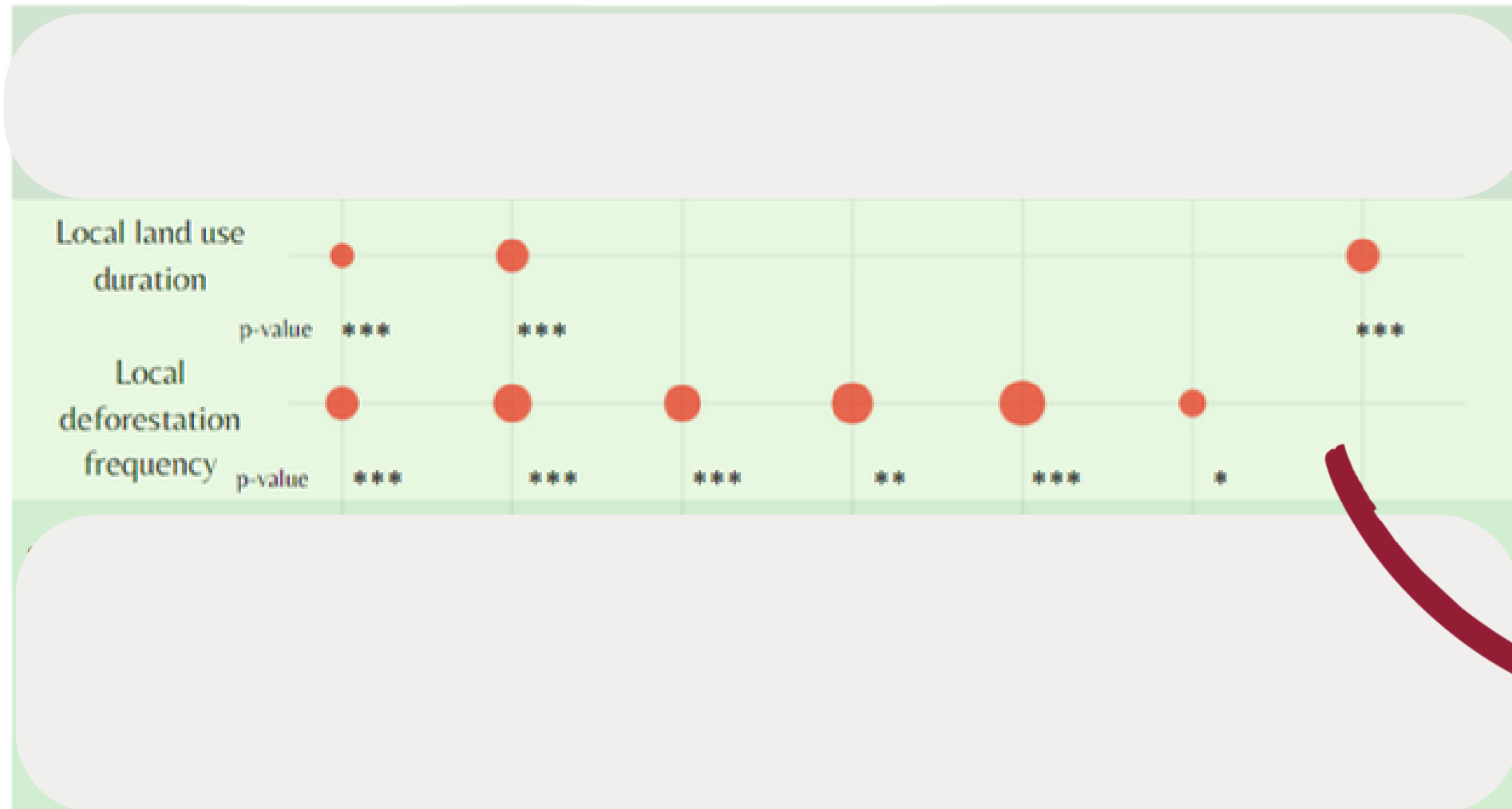
Forest Age



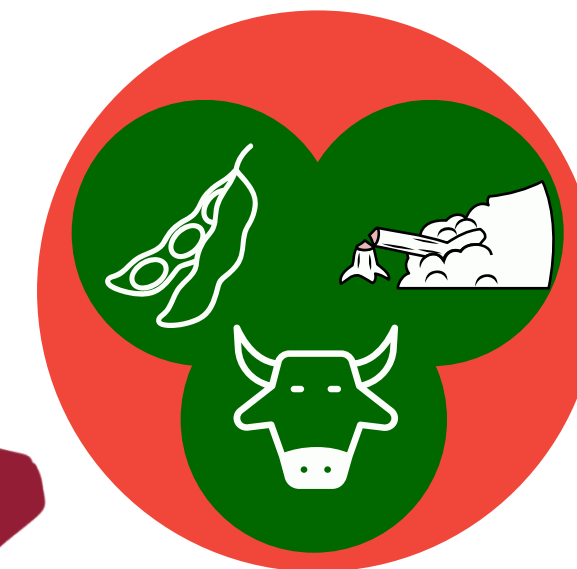
Antropogenic Impacts



Soil physical conditions



R <sup>2</sup>	0.20	0.42	0.34	0.30	0.36	0.33	0.34
p-value	***	***	***	***	***	***	***

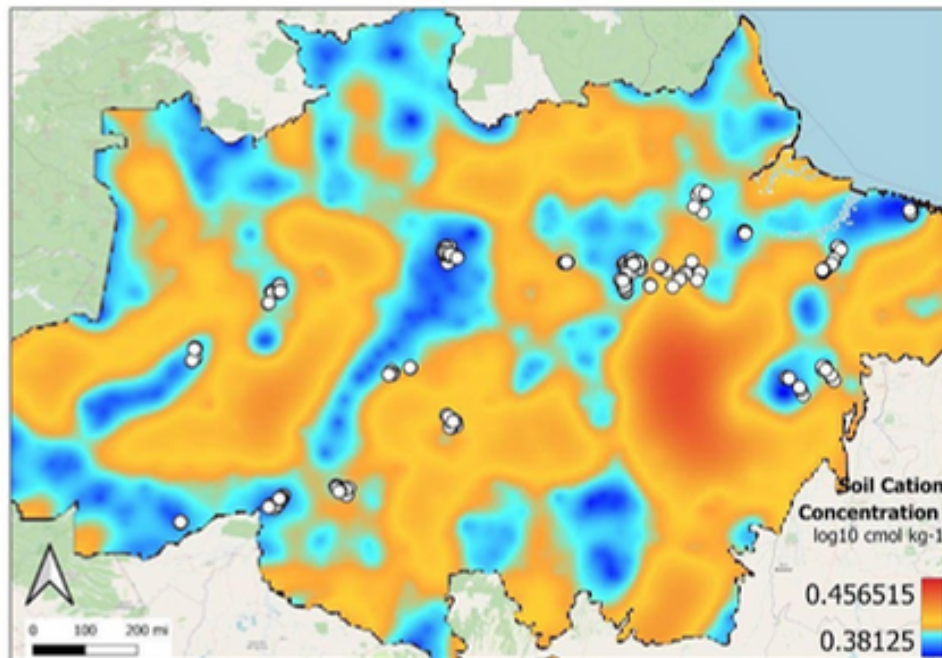


**Impactos Antropogênicos**

## 2. Quais são os valores dos indicadores para identificar a trajetória de alta integridade ecológica?

$$\text{Indicador} = \text{Idade} + \text{Solo} + \text{Impacto antrópico} + e$$

1 a 20 anos



Simulação de cenários de alta integridade



Frequência de desmatamento

1 ciclo de corte



Duração do uso do solo

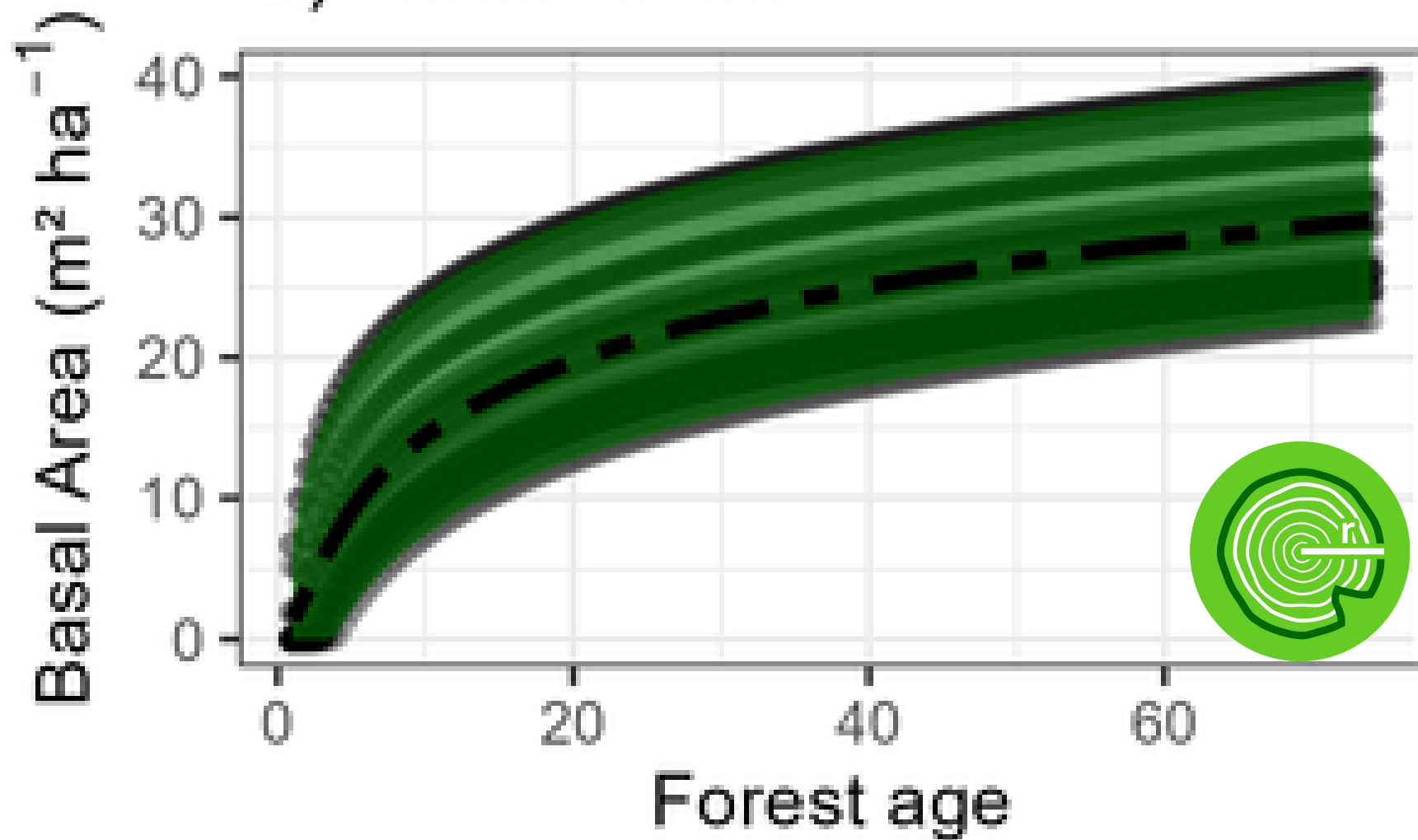
8 anos de duração

# Quais são os valores?

ESTRUTURA



C) Basal area



5 anos

10 anos

15 anos

20 anos

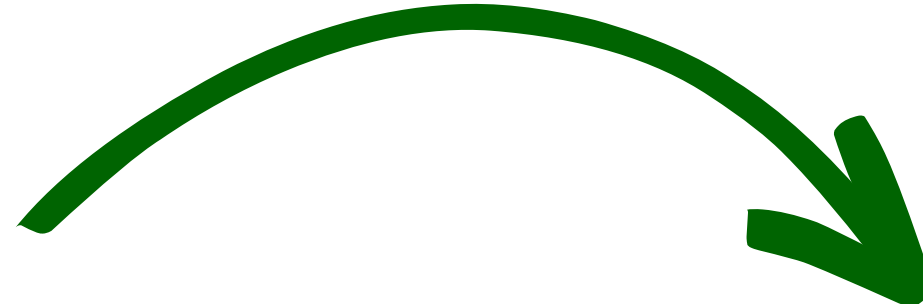
9 ± 5.9

14.4 ± 5.9

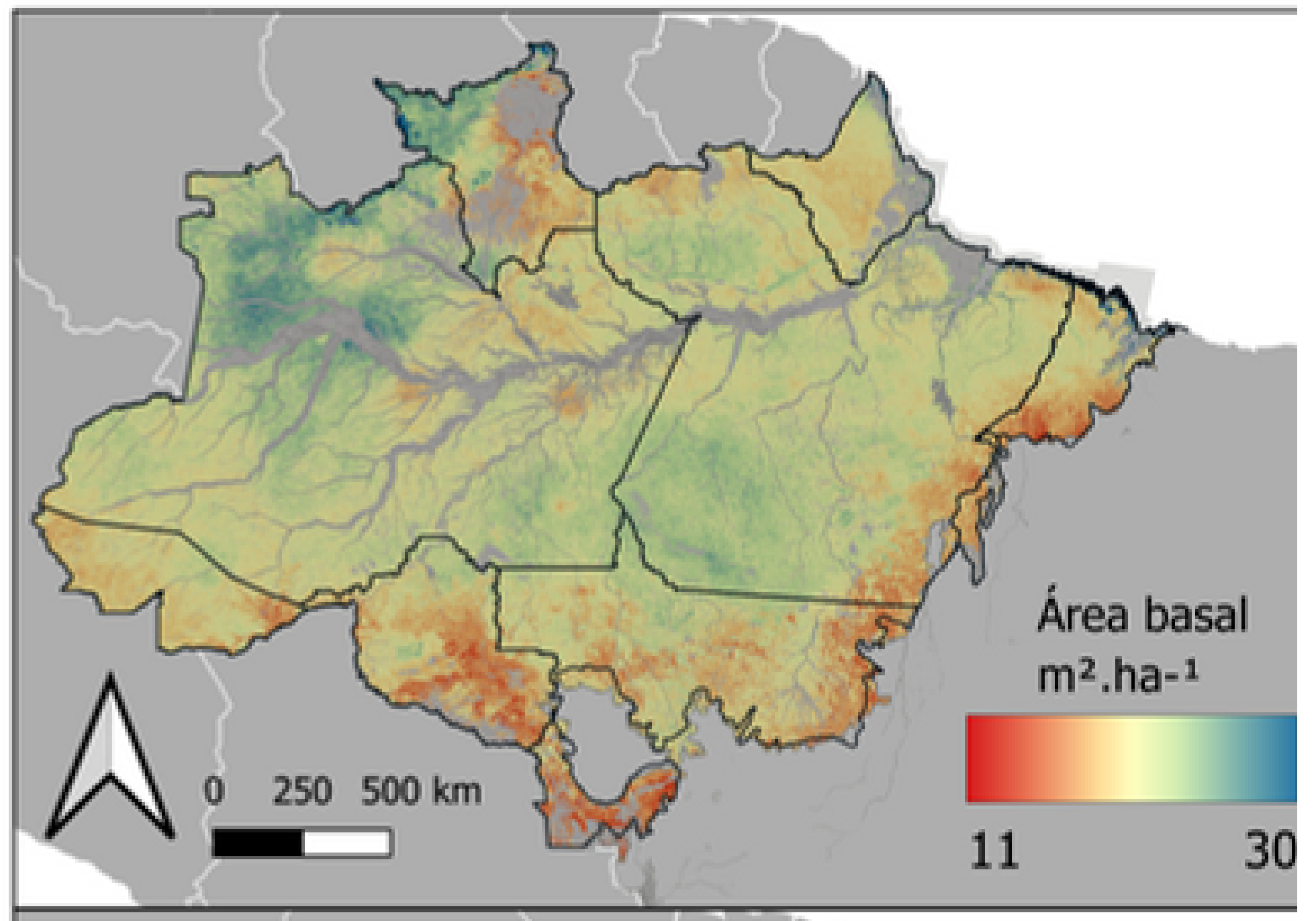
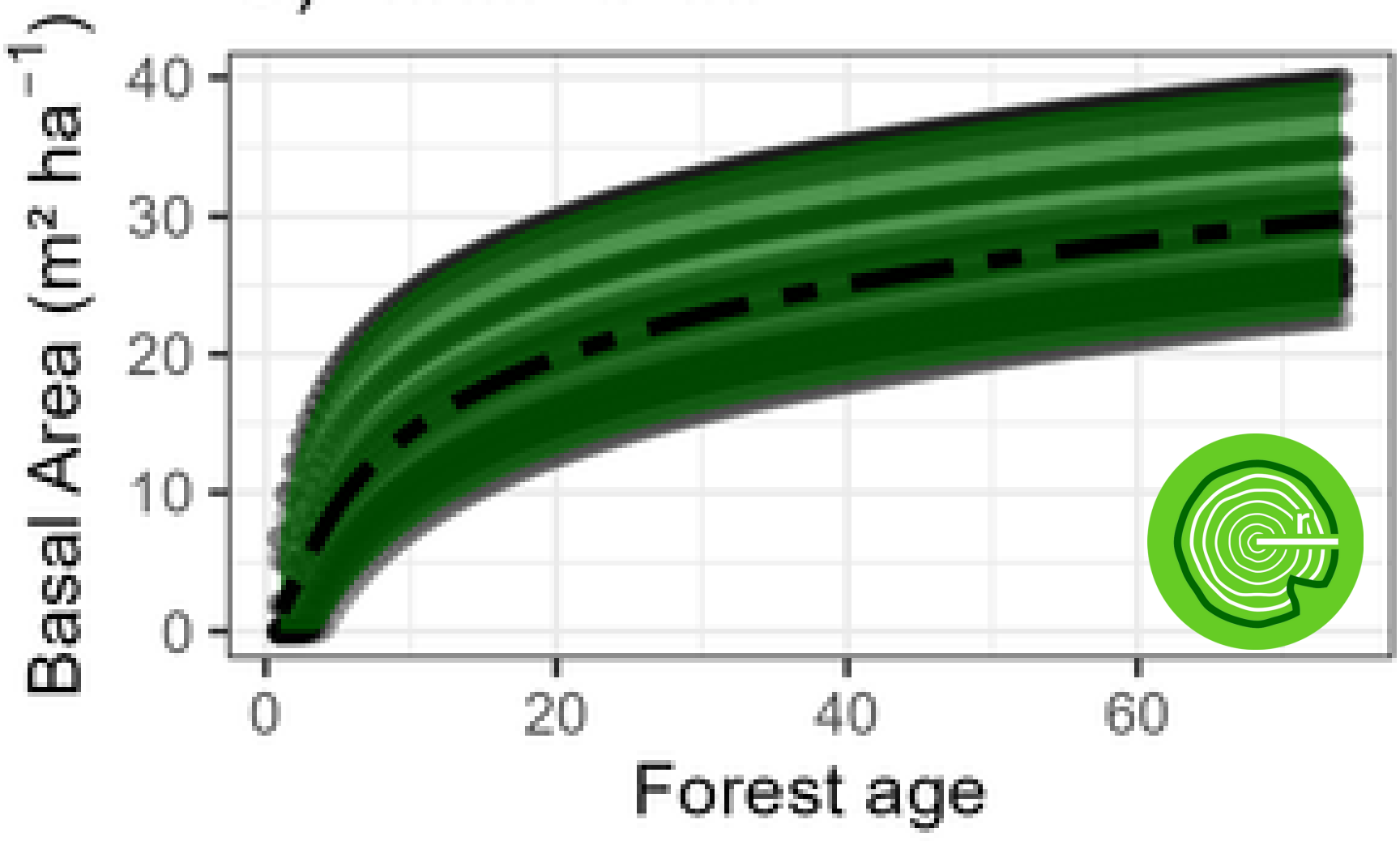
17.5 ± 5.9

19.7 ± 5.9

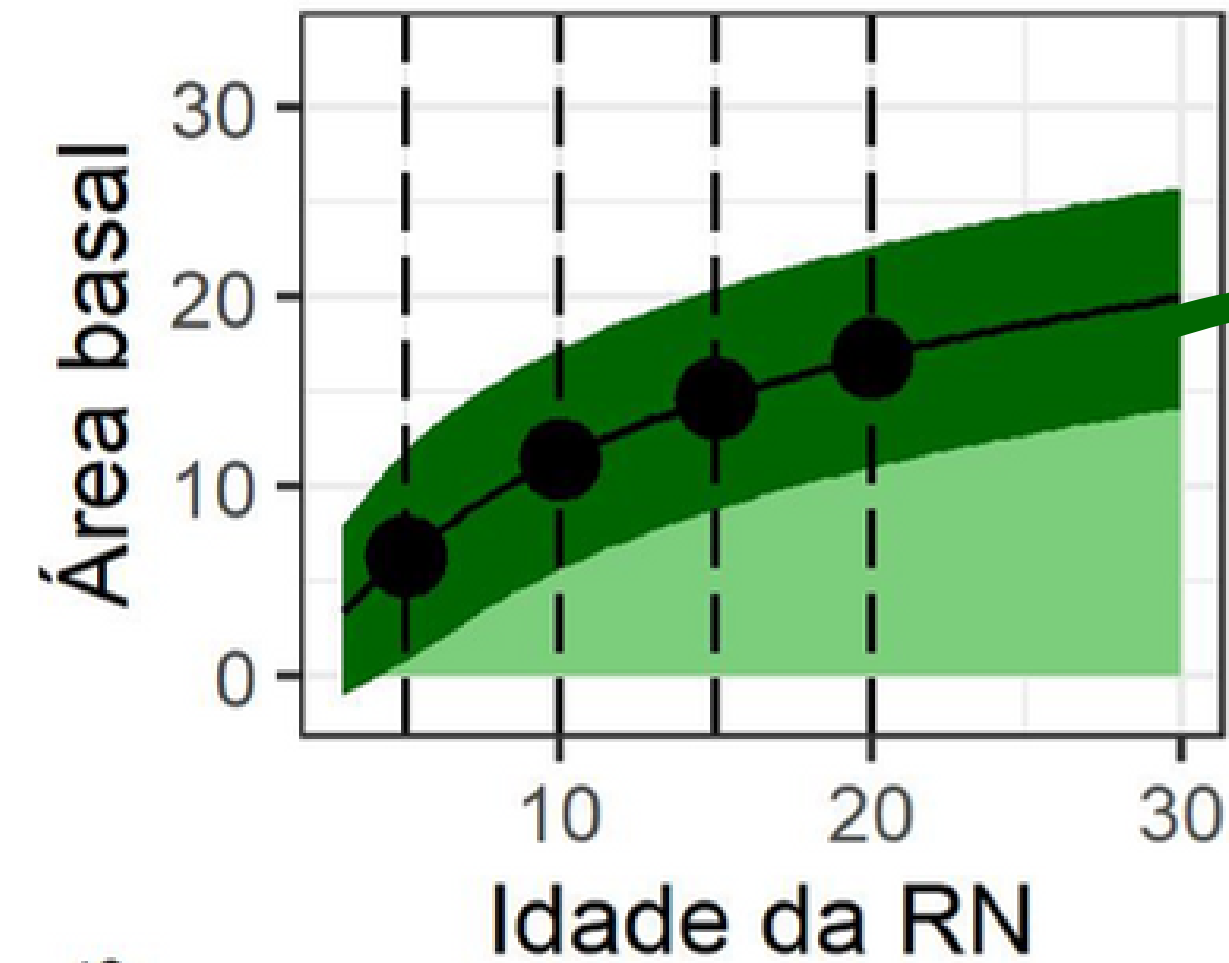
# Como utilizar esses dados?



C) Basal area

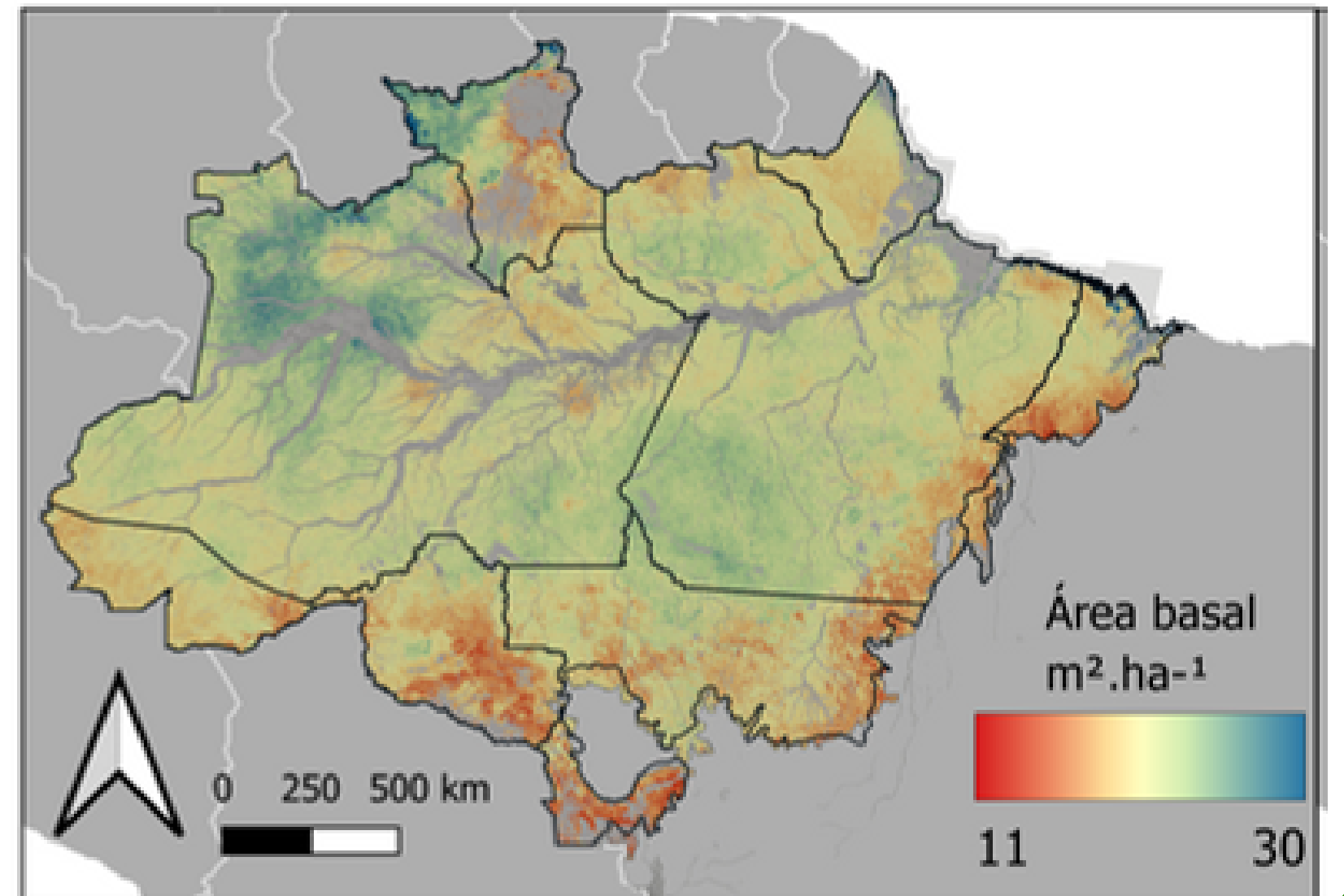
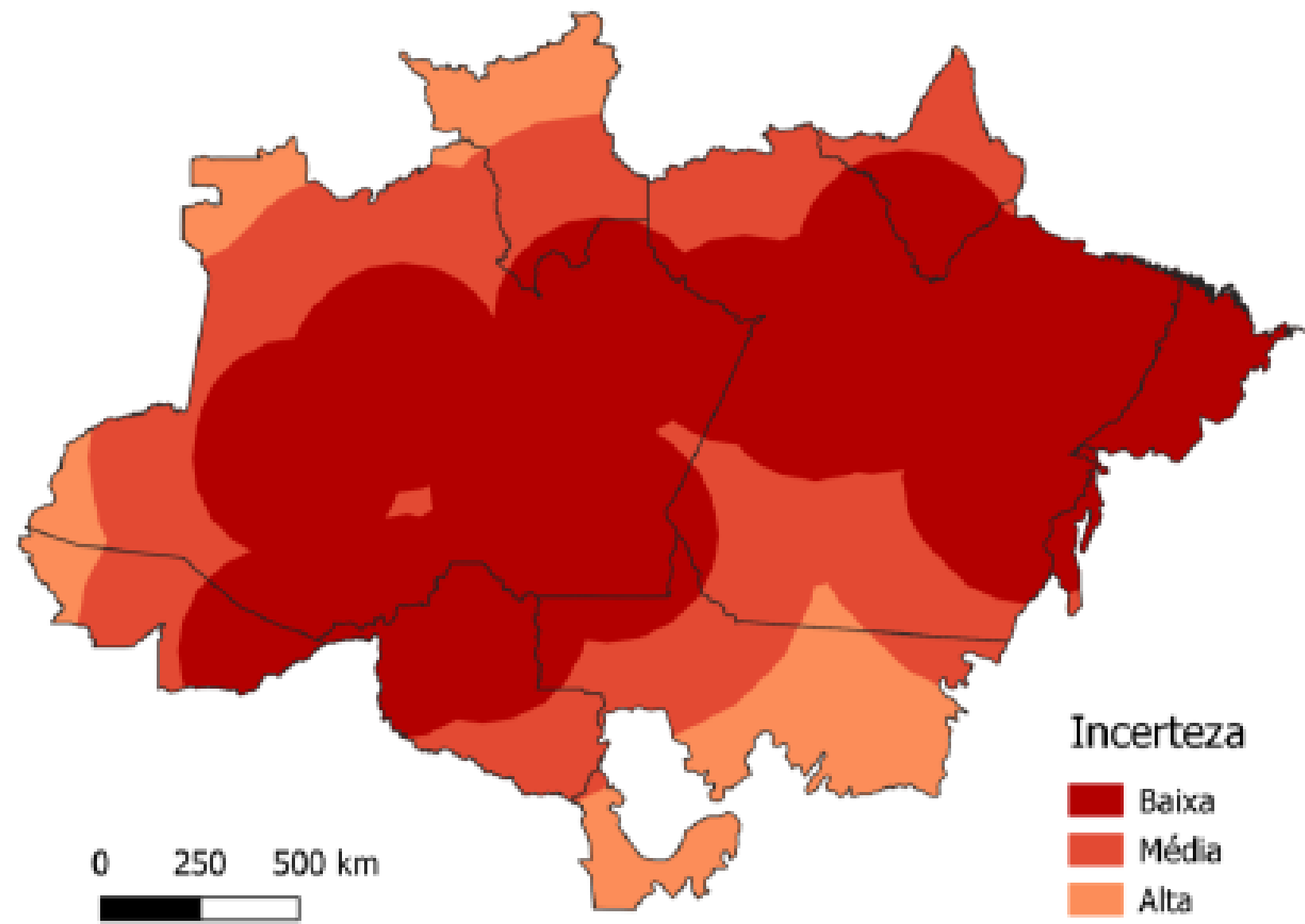


# Como utilizar esses dados?

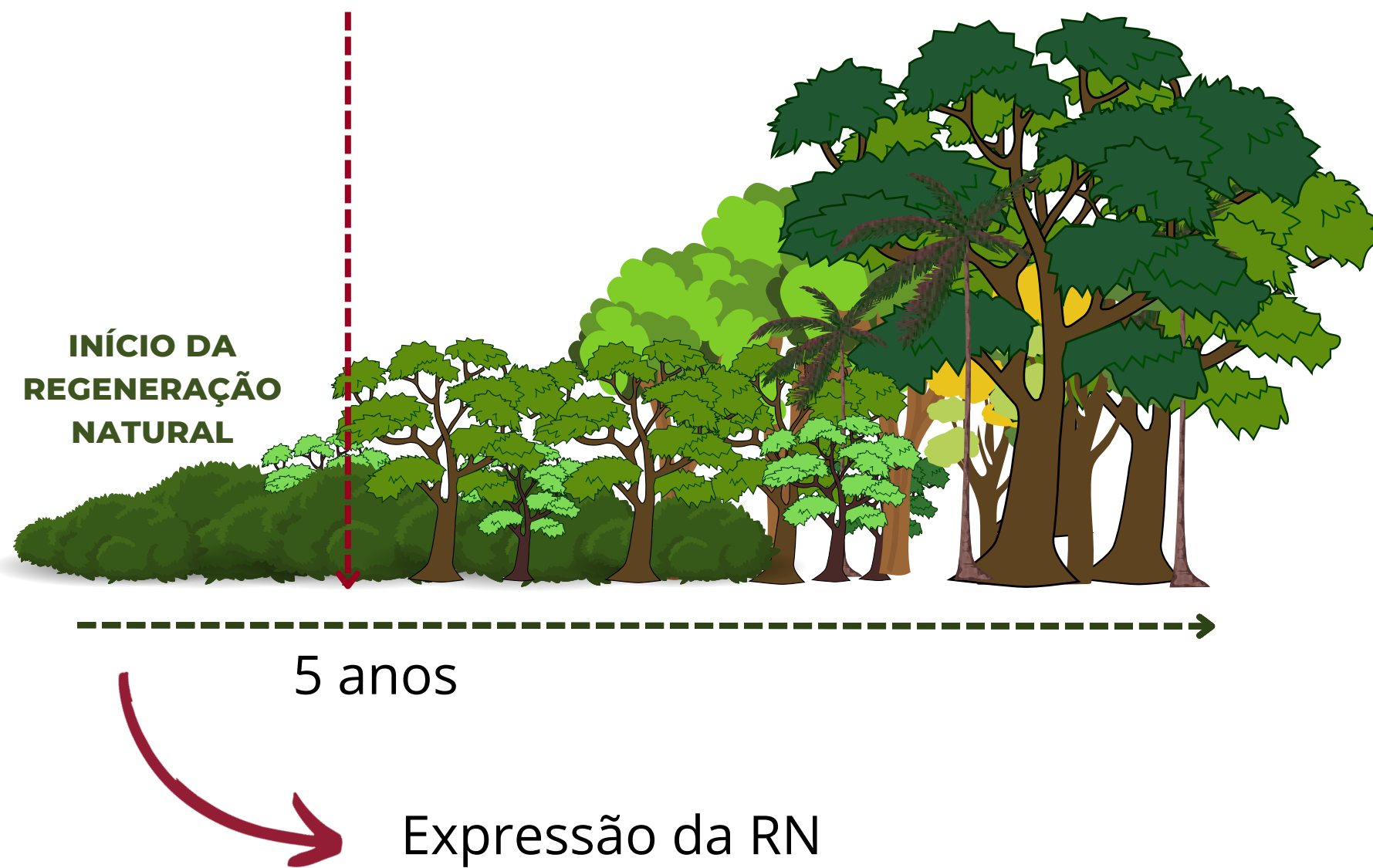


Idade da regeneração/ Estados	5 anos		10 anos		15 anos		20 anos	
	Média	± DP	Média	± DP	Média	± DP	Média	± DP
<b>Área Basal (m<sup>2</sup>/ha)</b>								
Acre	8,9	1,2	14,3	1,2	17,4	1,2	19,6	1,2
Amazonas	10,9	1,7	16,3	1,7	19,4	1,7	21,6	1,7
Amapá	9,5	1,3	14,8	1,3	17,9	1,4	20,2	1,7
Maranhão	8,4	2,1	13,7	2,1	16,9	2,2	19,6	3,8
Mato Grosso	8,9	2,1	14,2	2,1	17,4	2,1	19,6	2,1
Pará	10,5	1,6	15,8	1,6	18,9	1,6	21,2	1,7
Rondônia	8,3	2,1	13,6	2,1	16,8	2,1	19,0	2,1
Roraima	10,4	3,2	15,8	3,2	18,9	3,3	21,2	3,4
Tocantins	7,6	1,4	12,9	1,4	16,0	1,4	18,2	1,5
<b>Média para a Amazônia</b>	<b>10,1</b>	<b>2,0</b>	<b>15,5</b>	<b>2,0</b>	<b>18,6</b>	<b>2,3</b>	<b>20,8</b>	<b>2,2</b>

# Como utilizar esses dados?



# Onde funciona e não funciona?



**Monitoramento da RN  
acima de 5 anos**



**Potencial da  
Regeneração Natural**



## Porque esses indicadores?

- São de baixo custo e de simples amostragem
- São mensuráveis em campo e têm valores de referência desde os 5 anos até a floresta madura.
- Possuem alta sensibilidade aos impactos antrópicos e são relativamente pouco afetados pela variação de condições ambientais na Amazônia.
- Estão associados à serviços ecossistêmicos



# Mensagens finais e recomendações



Recomendamos o uso conjunto de pelo menos um indicador para cada categoria: Função, Estrutura e Diversidade.

Sugerimos o uso da biomassa como indicador de função, área basal e heterogeneidade estrutural como indicadores de estrutura, e riqueza de morfoespécies como indicador de diversidade

Utilizar os dados gerados pelo monitoramento dos PRADAs para validar e refinar os valores de referência aqui propostos

# GERA AMAZÔNIA



SIN  
BIO  
SE

CENTRO DE SÍNTESE EM  
BIODIVERSIDADE E  
SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS



## APOIO E EQUIPE



