

# MONITORAMENTO DA RESTAURAÇÃO FLORESTAL



Ricardo Viani – [viani@cca.ufscar.br](mailto:viani@cca.ufscar.br)  
LASPEF - UFSCar/Araras



# **OBJETIVOS DESTE TÓPICO:**

## **Aspectos atuais do monitoramento:**

- **Parte I: conceitos e definições;**
- **Parte II: principais indicadores para monitoramento;**
- **Parte III: amostragem e coleta de dados;**
- **Parte IV: exemplos de protocolo de monitoramento.**

**PARTE I – CONCEITOS E  
DEFINIÇÕES RELACIONADAS AO  
MONITORAMENTO**

# O QUE É RESTAURAÇÃO FLORESTAL?

## **Restauração ecológica (SER):**

**“processo de assistir a recuperação (função, estrutura e composição) de um ecossistema que foi degradado, perturbado ou destruído”**

<http://www.ser.org/resources/resources-detail-view/ser-international-primer-on-ecological-restoration>

**Restauração florestal:** mesma definição acima, porém, para ecossistemas florestais.

# O QUE É RESTAURAÇÃO FLORESTAL?



**Restauração**



**Florestal**

**Exames = Diagnóstico ambiental**

**Prescrição de um tratamento = seleção de método de restauração**

**Acompanhamento = monitoramento da área em restauração**

# CONCEITOS E DEFINIÇÕES:

## Monitoramento de áreas em restauração:

“Mensuração periódica de indicadores ou variáveis ambientais, em áreas em processo de restauração, visando avaliar sua **trajetória ecológica ou outros objetivos específicos**”

# ATRIBUTOS DE UM ECOSSISTEMA RESTAURADO



- 1 – Estrutura (densidade, fisionomia, formas de vida, etc.) da comunidade é similar a do **ecossistema de referência**;
- 2 – Espécies nativas na maior extensão possível;
- 3 – Representatividade dos grupos funcionais e diversidade de **referência**;
- 4 – Ambiente físico capaz de suportar a comunidade de **referência**;
- 5 – Funcionamento sem sinais de perturbação recente em **áreas com práticas de restauração recém implantadas: em processo de restauração ou áreas restauradas?**
- 6 – Interage com a paisagem local por meio do fluxo genico;
- 7 – Ameaças nas áreas circundantes foram eliminadas ou reduzidas;
- 8 – Resiliente para suportar perturbações normais e periódicas;
- 9 – Autossustentável no mesmo grau que o **ecossistema de referência**.

# FORMAS DE MONITORAR



1 - **Comparação direta**: comparação de alguns parâmetros com **ecossistema de referência**.

2 – **Avaliação de atributos**: seleção de atributos (1-9) com base nos objetivos da restauração.

3 – **Análise da trajetória**: dados coletados periodicamente são plotados para acompanhar evolução em direção à referência.

# QUE REFERÊNCIA UTILIZAR?

## ECOSSISTEMAS DE REFERÊNCIA: ECOSSISTEMA MODELO OU ALVO DA RESTAURAÇÃO (METAS DE MONITORAMENTO)

1



Floresta em estágio avançado de regeneração – Est. Ecol. Caetetus

2



Floresta em estágio inicial ou médio de regeneração

# ECOSSISTEMAS DE REFERÊNCIA:

**Table 1.** Mean values for the attributes of riparian forest communities in three types of reference ecosystems (Old-growth Forest, Degraded Forest, Secondary Forest) in the region of Semideciduous Tropical Forest, Brazil, and estimated time (years) for communities undergoing restoration to reach those values on the basis of the models provided by the chronosequence. SE: standard error.

	<i>Old-growth Forest (n=3)</i>		<i>Degraded Forest (n=3)</i>		<i>Secondary Forest (n=3)</i>	
	<i>Mean ± SE</i>	<i>Time</i>	<i>Mean ± SE</i>	<i>Time</i>	<i>Mean ± SE</i>	<i>Time</i>
<b>Forest structure</b>						
Basal area (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	31.7 ± 4.6	15	20.5 ± 2.6	8	24.7 ± 1.6	10
Canopy cover (%)	89 ± 2	36	87 ± 2	32	83 ± 2	24
Total density of tree species (ind. ha <sup>-1</sup> )	11,180 ± 914	51	9,963 ± 1,646	37	9,927 ± 1,737	37
Density of the whole understory (ind. ha <sup>-1</sup> )	9,990 ± 805	51	8,743 ± 1,596	37	8,207 ± 1,781	32
Density of saplings (ind. ha <sup>-1</sup> )	2,693 ± 427	71	2,650 ± 187	68	2,913 ± 487	87
Density of pteridophytes (ind. ha <sup>-1</sup> )	10,913 ± 1,312 <sup>a</sup>	—	690 ± 571 <sup>b</sup>	—	170 ± 47 <sup>b</sup>	—
Density of lianas (ind. ha <sup>-1</sup> )	2,273 ± 90 <sup>b</sup>	—	4,407 ± 720 <sup>a</sup>	—	3,547 ± 595 <sup>ab</sup>	—
Density of phorophytes (ind. ha <sup>-1</sup> )	173 ± 19 <sup>a</sup>	—	127 ± 3 <sup>a</sup>	—	30 ± 6 <sup>b</sup>	—
Density of shrubs (ind. ha <sup>-1</sup> )	273 ± 155	—	873 ± 559	—	1,237 ± 537	—
<b>Richness (tree species in 1,000 m<sup>2</sup>)</b>						
Total richness	78 ± 7	70	57 ± 6	23	51 ± 10	16
Overstory richness	41 ± 3 <sup>a</sup>	—	30 ± 6 <sup>ab</sup>	—	20 ± 4 <sup>b</sup>	—
Richness of the whole understory	71 ± 6	77	49 ± 3	29	48 ± 9	27
Richness of saplings	42 ± 11	86	39 ± 4	69	32 ± 9	43
Rarefied richness for 100 individuals naturally regenerating	33 ± 3	39	25 ± 2	34	25 ± 5	34
<b>Functional guilds (tree species)</b>						
Proportion of animal-dispersed species	0.67 ± 0.02	49	0.64 ± 0.01	29	0.65 ± 0.05	35
Proportion of animal-dispersed individuals	0.54 ± 0.11	—	0.42 ± 0.14	—	0.57 ± 0.13	—
Proportion of shade tolerant species	0.81 ± 0.04	61	0.82 ± 0.02	64	0.77 ± 0.05	51
Proportion of shade tolerant individuals	0.93 ± 0.01	75	0.92 ± 0.04	73	0.73 ± 0.12	40
Proportion of slow growing species	0.41 ± 0.04	36	0.45 ± 0.02	45	0.40 ± 0.05	34
Proportion of slow growing individuals	0.66 ± 0.08	270	0.64 ± 0.13	247	0.37 ± 0.06	46

Values followed by the same letter or not followed by letters in a line do not differ statistically by ANOVA followed by Tukey test ( $p < 0.05$ ). For attributes where there are no time values, these values are omitted because they show no predictable trajectories over time.

# ECOSSISTEMAS DE REFERÊNCIA:

Nitrogen dynamics during ecosystem development in tropical forest restoration

Nino Tavares Amazonas<sup>a,\*</sup>, Luiz Antonio Martinelli<sup>b</sup>, Marisa de Cássia Piccolo<sup>b</sup>, Ricardo Ribeiro Rodrigues<sup>a</sup>

Forest Ecology and Management 262 (2011) 1551–1557



**Floresta conservada**

**Ciclo do N ainda não restabelecido mesmo na área com 52 anos quando comparada com floresta conservada**



**Área em restauração de 31 anos**



**Área em restauração de 52 anos**



Retratos atuais da área em processo de restauração, de acordo com vários indicadores

restauração



Tempo 0

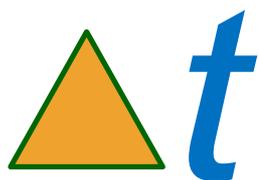
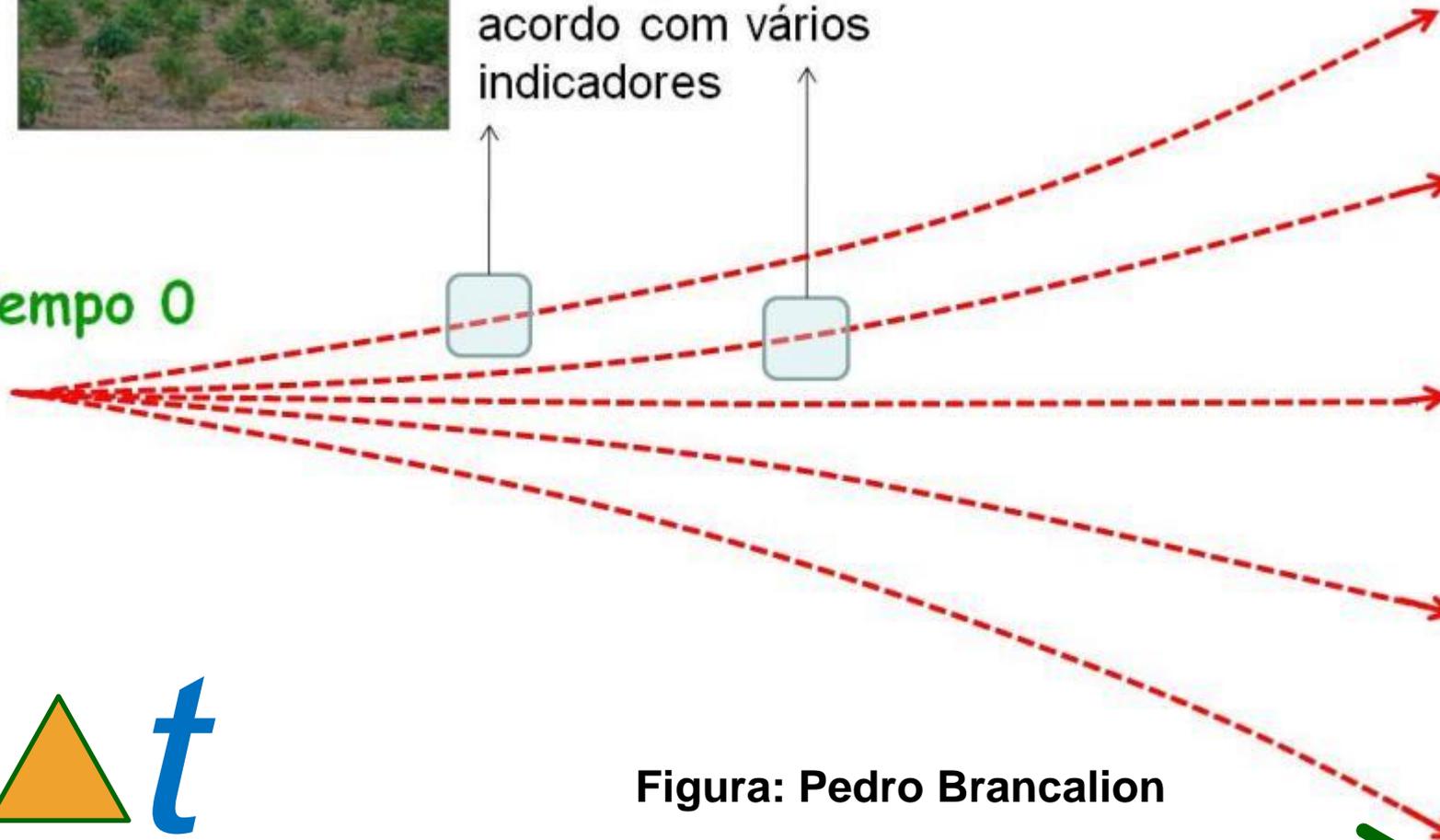


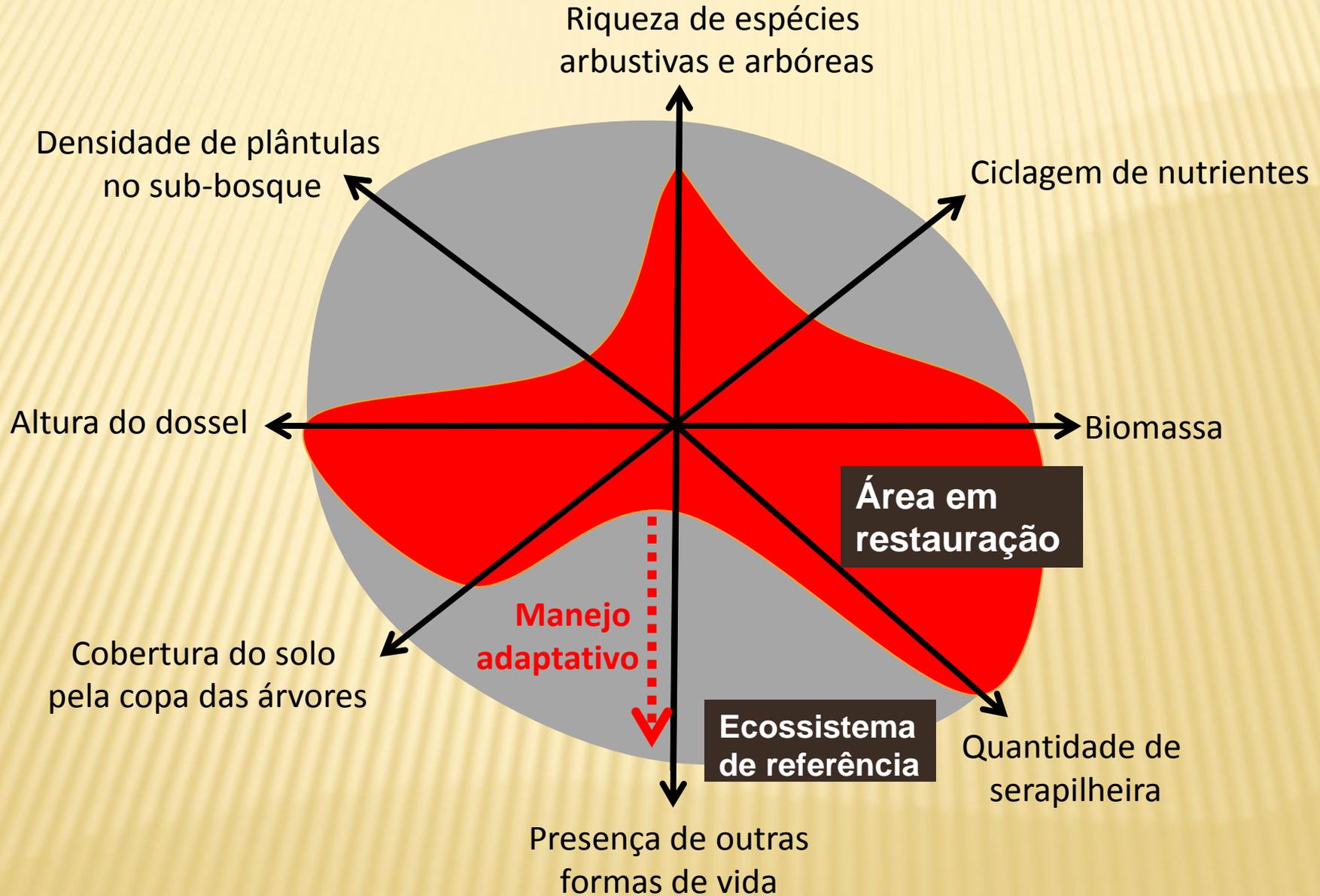
Figura: Pedro Brancalion



degradação

Com o monitoramento, diagnosticamos a trajetória de um ecossistema em restauração

# As trajetórias ecológicas são independentes para cada atributo do ecossistema



Adaptado de Pedro Brancalion

# POR QUE MONITORAR?

**O monitoramento pode atender objetivos espe- ou programa de restauração:**

1 – Indicadores escolhidos dependem do objetivo do monitoramento;

2 – É fundamental ter clareza quanto aos objetivos do monitoramento

- ✓ cumprimento de demandas legais (fiscalização);
- ✓ pesquisa científica;
- ✓ produção madeireira e não-madeireira
- ✓ serviços ecossistêmicos (carbono, água, biodiversidade);
- ✓ conservação de espécies/populações;
- ✓ aspectos socioeconômicos
- ✓ **avaliação da trajetória ecológica.**

# POR QUE MONITORAR?

## *Programas de restauração em larga escala*



**PACTO**  
PELA RESTAURAÇÃO DA  
MATA ATLÂNTICA

15 Mha até 2050

**Initiative**  
**20x20**

Bringing **20 million** hectares of degraded land in Latin America & the Caribbean into restoration by **2020**

## **Cracking Brazil's Forest Code**

Britaldo Soares-Filho,<sup>1\*</sup> Raoni Rajão,<sup>1</sup> Marcia Macedo,<sup>1,2</sup> Arnaldo Carneiro,<sup>3</sup> William Costa,<sup>1</sup> Michael Coe,<sup>2</sup> Hermann Rodrigues,<sup>1</sup> Ane Alencar<sup>4</sup>

SCIENCE VOL 344 25 APRIL 2014

Estimativas de restauração legal Brasil: 21 Mha



**BONN**  
**CHALLENGE**

150 Mha até 2020



Convention on  
Biological Diversity



Metas de Aichi:  
Restaurar 15%  
dos ecossistemas  
degradados



**Atenção: monitorar a trajetória ecológica é diferente de acompanhamento do projeto!**



**\* Acompanhamento: avaliação contínua das técnicas específicas de restauração e das práticas silviculturais iniciais**

# **PONTOS A DESTACAR:**

- **O monitoramento é parte integrante da restauração ecológica;**
- **Os ecossistemas restaurados têm vários atributos específicos que devem ser monitorados para se aferir sua trajetória ecológica;**
- **Os indicadores a serem monitorados dependem dos objetivos da restauração;**
- **É fundamental ter clareza prévia quanto aos objetivos do monitoramento.**

**PARTE II – INDICADORES PARA  
O MONITORAMENTO DA  
TRAJETÓRIA ECOLÓGICA DE  
ÁREAS EM RESTAURAÇÃO**

## PARTE 2. INDICADORES PARA O MONITORAMENTO

### O que são indicadores?

**Indicadores ecológicos:** variáveis cuja finalidade é medir alterações em um fenômeno ou processo do ecossistema.

# CLASSIFICAÇÃO QUANTO A FORMA DE MEDIÇÃO OU COLETA DO INDICADOR

## Indicadores Qualitativos

obtidos de forma não mensurável, com base na observação e julgamento do observador.

*(exemplos, problemas e vantagens)*

## Indicadores Quantitativos

se valem da mensuração de determinados descritores da área em processo de restauração (valores, números)

*(exemplos, problemas e vantagens)*

# INDICADORES PARA O MONITORAMENTO

## Grupos de indicadores:

### Diversidade

espécies e grupos funcionais que integram o ecossistema.

Ex. riqueza de espécies

### Estrutura

Forma como a comunidade vegetal está organizada espacialmente

Ex. cobertura do solo pelas copas

### Funcionamento

restabelecimento dos processos ecológicos que permitem a autoperpetuação do ecossistema.

Ex. dispersão de sementes

# QUAIS OS INDICADORES PARA O MONITORAMENTO?

REVIEW ARTICLE

## Evaluating Ecological Restoration Success: A Review of the Literature

Liana Wortley,<sup>1,2</sup> Jean-Marc Hero,<sup>3</sup> and Michael Howes<sup>1</sup>

SEPTEMBER 2013 *Restoration Ecology* Vol. 21, No. 5, pp. 537–543

- Pesquisa dos termos *restoration* ou *restored* / *eco\** / *monitor\** ou *success\** ou *evaluat\** ou *assess\** publicados em inglês em revistas científicas
- Encontrados 371 estudos de monitoramento de áreas em restauração

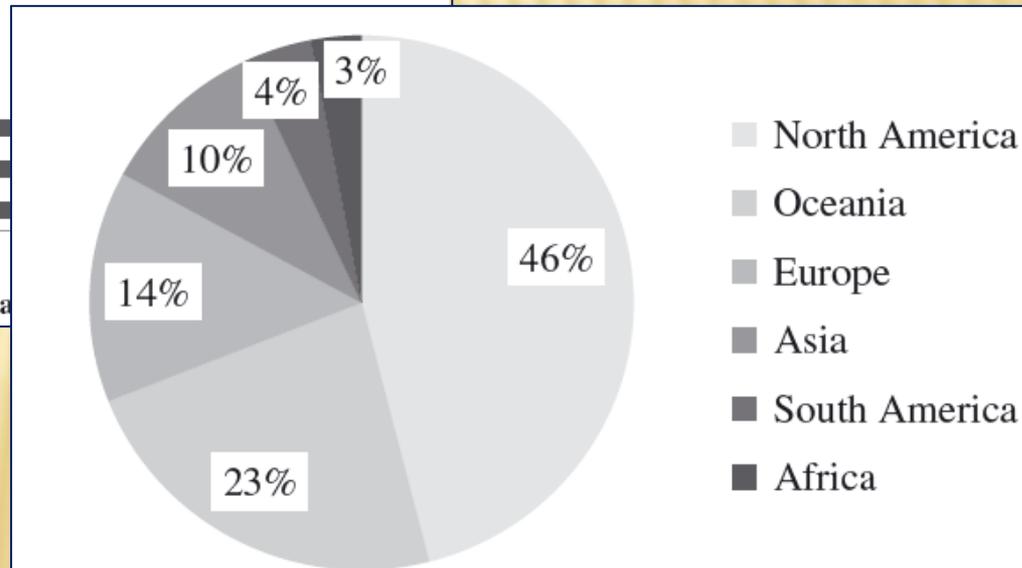
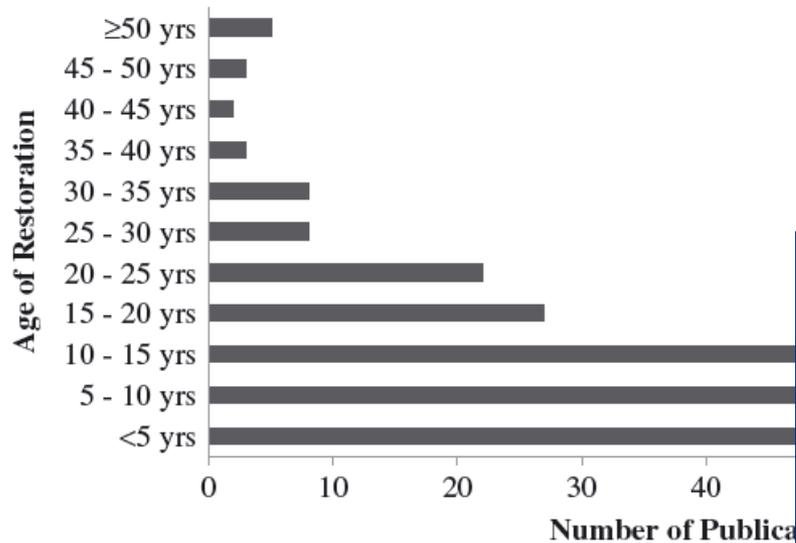
# QUAIS OS INDICADORES PARA O MONITORAMENTO?

REVIEW ARTICLE

## Evaluating Ecological Restoration Success: A Review of the Literature

Liana Wortley,<sup>1,2</sup> Jean-Marc Hero,<sup>3</sup> and Michael Howes<sup>1</sup>

SEPTEMBER 2013 *Restoration Ecology* Vol. 21, No. 5, pp. 537–543

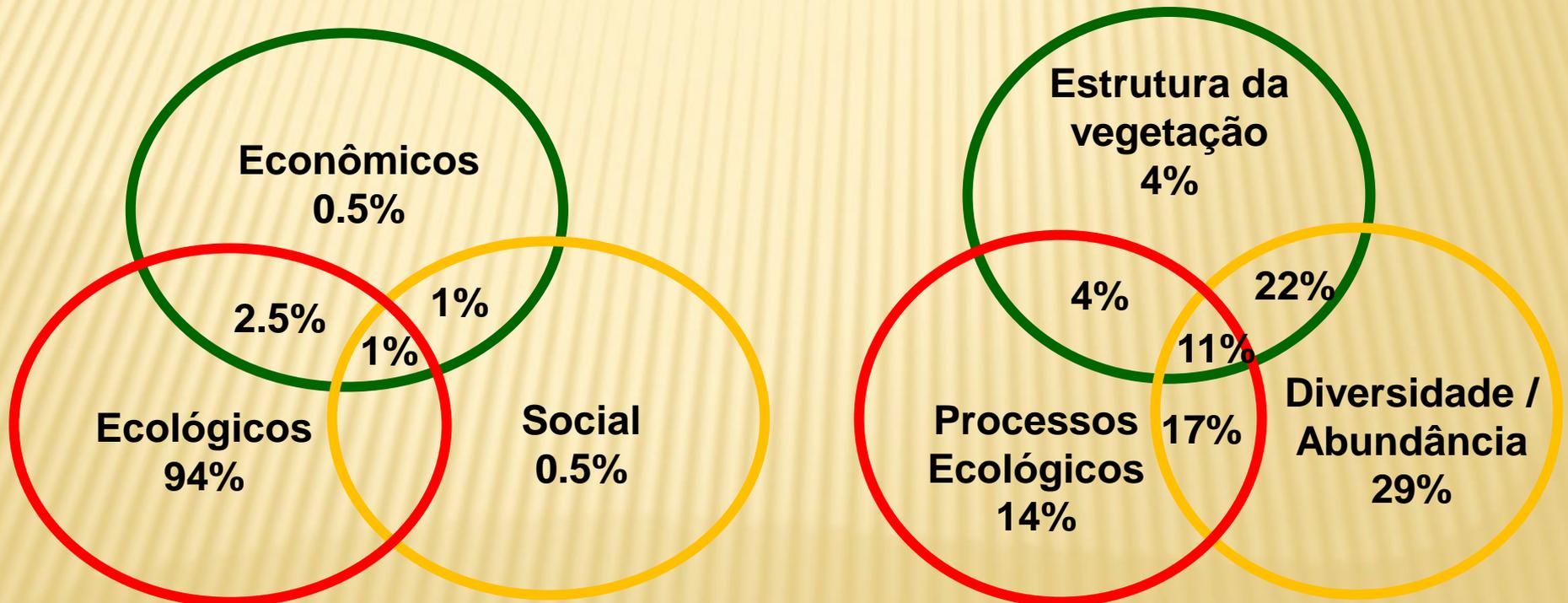


# Evaluating Ecological Restoration Success: A Review of the Literature

(2013)

Liana Wortley,<sup>1,2</sup> Jean-Marc Hero,<sup>3</sup> and Michael Howes<sup>1</sup>

## Os atributos avaliados:



# QUAIS OS INDICADORES PARA O MONITORAMENTO?

Um bom indicador:

1. É **sensível** aos fatores que atuam sobre o ecossistema;
2. Possibilita **predições** dos efeitos da degradação ou de práticas de restauração sobre o ecossistema;
3. É **integrativo** (representa, na medida do possível, outras variáveis mais difíceis de medir);
4. **Fácil medição (rápido, simples e barato) e interpretação**

# COLETA DE INDICADORES PARA O MONITORAMENTO

## Estrutura

1 - cobertura da área por herbáceas hiperabundantes:



# COLETA DE INDICADORES PARA O MONITORAMENTO

## Estrutura

1 - cobertura da área por herbáceas hiperabundantes: não são só gramíneas invasoras...



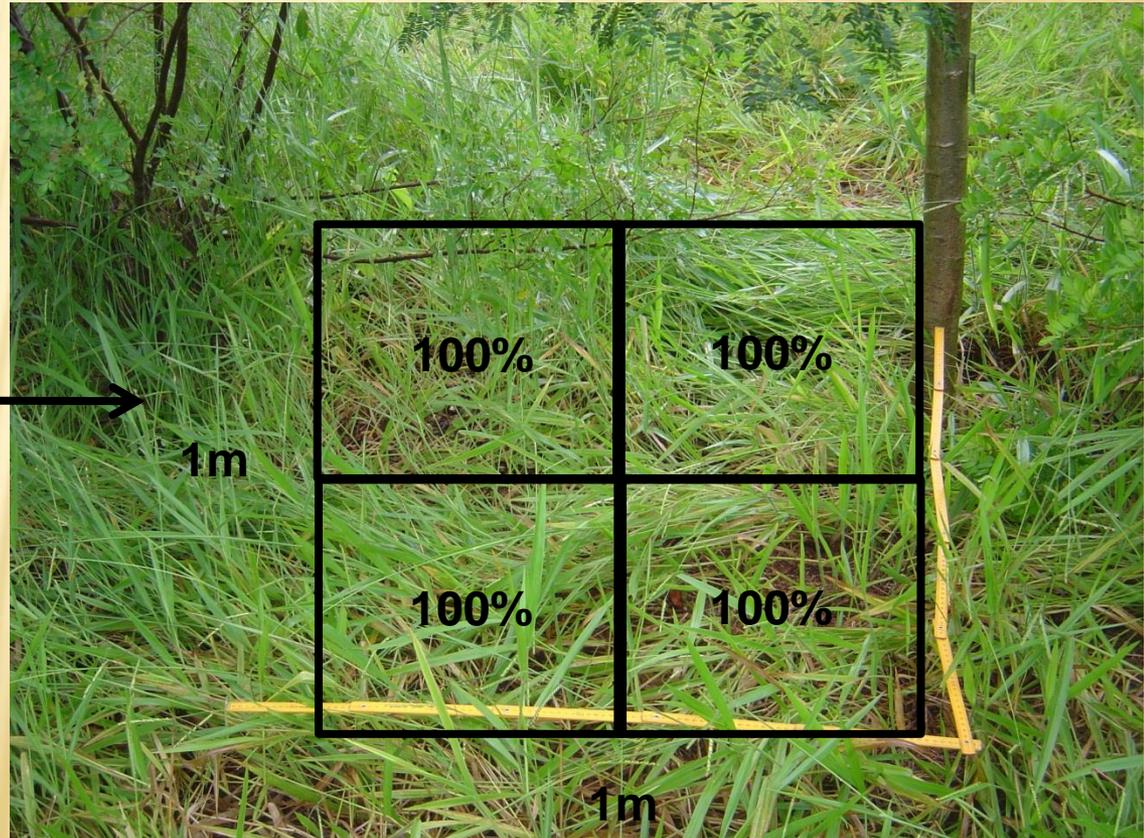
Infestações de *Pteridium sp.*  
(espécie-problema em trechos da Mata Atlântica)

# COLETA DE INDICADORES PARA O MONITORAMENTO

## Estrutura

1 - cobertura da área por herbáceas hiperabundantes: estimativa do % de área do solo coberto pelas herbáceas hiperadundantes.

Cobertura de 100%



# COLETA DE INDICADORES PARA O MONITORAMENTO

## Estrutura

### 1 - cobertura da área por herbáceas hiperabundantes:

#### Sugestão de avaliação:

Quanto menor, melhor!

Limpa: 0-15%

Média: 15-50%

Alta: >50%

**Atenção:** área limpa não implica em ter o solo exposto. Solo exposto não é vantagem!

#### Vantagens:

Medição fácil e rápida;

#### Desvantagens:

Pontual; mudança brusca com práticas realizadas previamente.

**Mais usado para o acompanhamento.** Tende a ser eliminado quando a área atinge níveis maiores de cobertura.

# COLETA DE INDICADORES PARA O MONITORAMENTO

## Estrutura

### 2 - cobertura do solo pelas copas:

**cobertura % do solo pela copa das árvores da área em restauração**

#### Vantagens:

- quantitativo;
- medição relativamente fácil e rápida;
- correlação com outras variáveis estruturais.
- não é tão pontual e sensível a práticas realizadas previamente como é a cobertura de gramíneas;

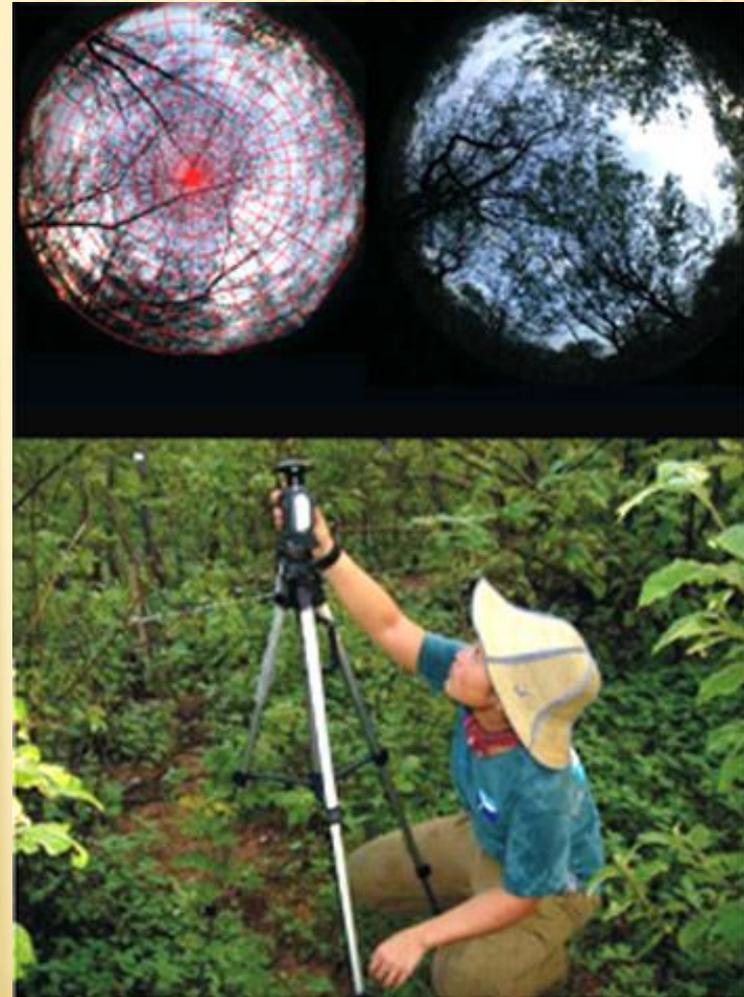
**Indicador mais utilizado para aferir evolução estrutural da área em restauração**

# COLETA DE INDICADORES PARA O MONITORAMENTO

## Estrutura

2 - cobertura do solo pelas copas:

Formas de avaliação:  
**Fotos hemisféricas**



# COLETA DE INDICADORES PARA O MONITORAMENTO

## Estrutura

### 2 - cobertura do solo pelas copas:

Formas de avaliação: **Densiômetro florestal (cerca de R\$ 900)**



Foto:  
<http://www1.uprh.edu/odum/images/BAguirreJul3%20001.jpg>

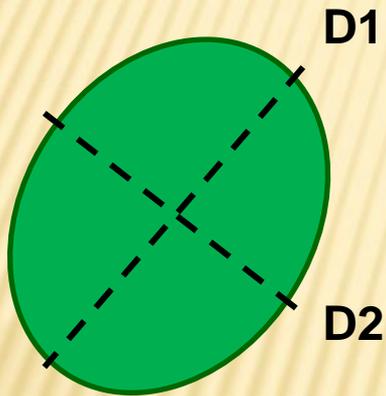
<http://www.ecology-climate.org/node/214>

# COLETA DE INDICADORES PARA O MONITORAMENTO

## Estrutura

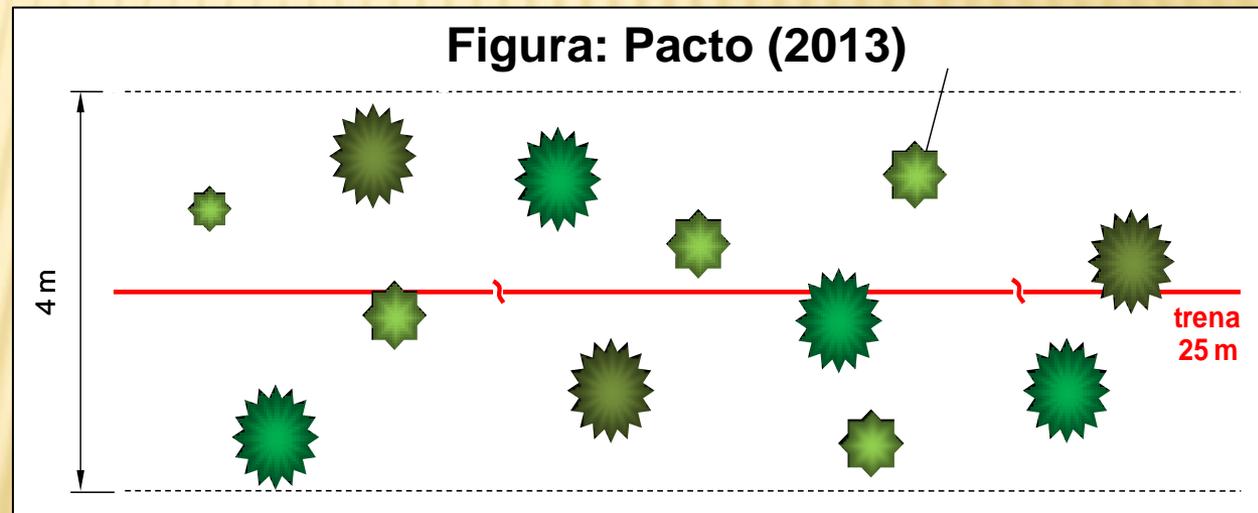
### 2 - cobertura do solo pelas copas:

**cobertura percentual pela projeção da copa das árvores no solo**



Ajuda a identificar  
espécies  
“estruturantes”

1 - Medir o maior e menor diâmetro da copa da árvore e calcular sua área média ( $\pi R^2$ )



2 – Somar a área de cada copa e medir o percentual de área coberta pela copa (%).

Ex. as 12 árvores da figura tem cobertura total de  $15\text{m}^2$ , assim, a cobertura é  $15/100 = 15\%$ .

# COLETA DE INDICADORES PARA O MONITORAMENTO

## Estrutura

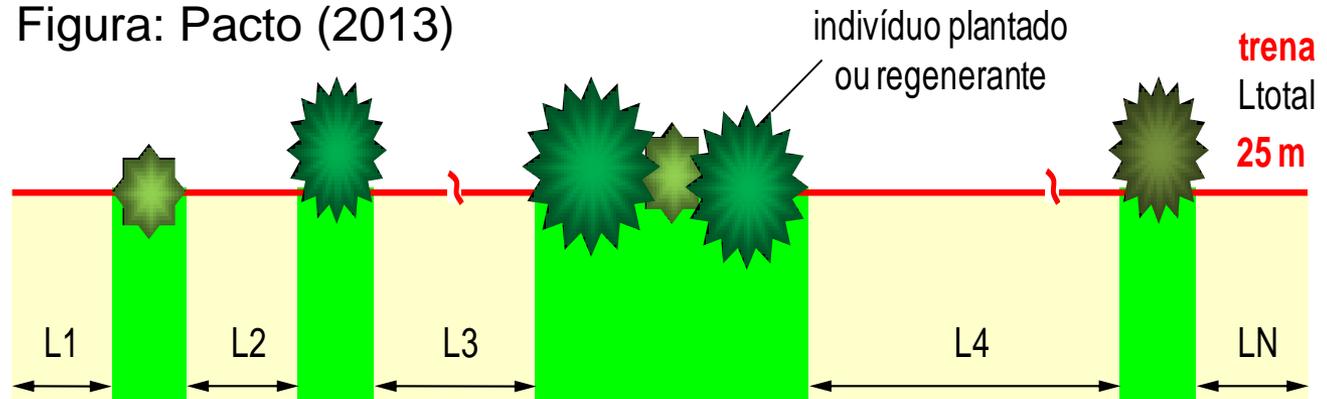
### 2 - cobertura do solo pelas copas:

**Método da cobertura na linha: estimar projeção das copas sobre uma linha esticada numa orientação aleatória**

- Rápido e barato;
- Não exige medir a área de cada copa;

**Atenção:** em plantios, a linha deve ter orientação aleatória para não superestimar a cobertura da área!

Figura: Pacto (2013)



$$\text{Cobertura arbustivo-arbórea (\%)} = \frac{L_{\text{total}} - (L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + \dots + L_N)}{L_{\text{total}}} \times 100$$



# COLETA DE INDICADORES PARA O MONITORAMENTO

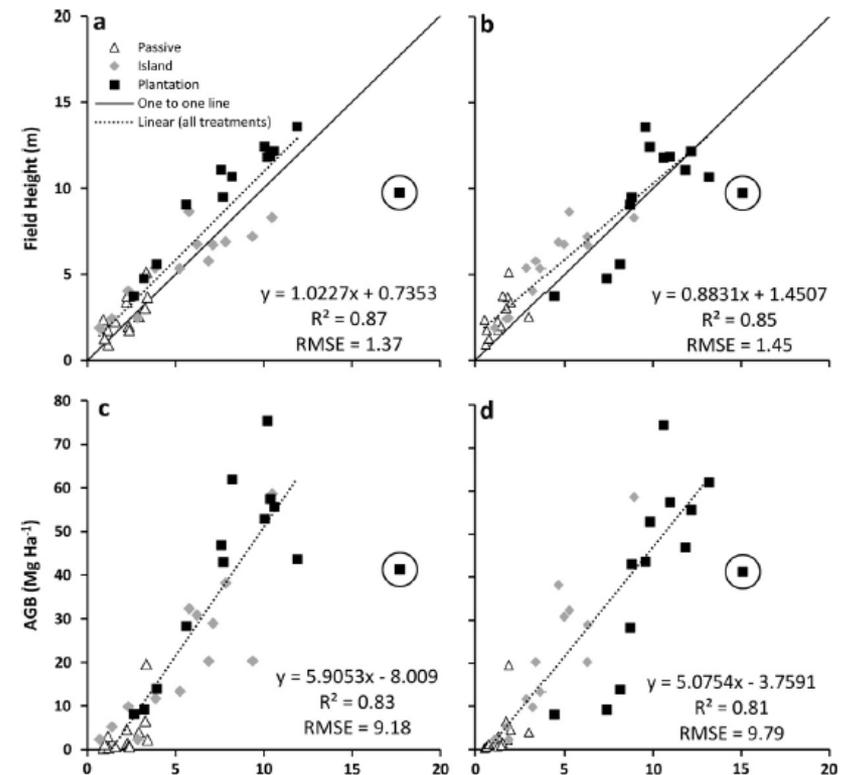
## Estrutura

## 2 - cobertura do solo pelas copas: sensoriamento remoto

Using lightweight unmanned aerial vehicles to monitor tropical forest recovery



Rakan A. Zahawi<sup>a,\*</sup>, Jonathan P. Dandois<sup>b</sup>, Karen D. Holl<sup>c</sup>, Dana Nadwodny<sup>b</sup>, J. Leighton Reid<sup>c,d</sup>, Erle C. Ellis<sup>b</sup>



# COLETA DE INDICADORES PARA O MONITORAMENTO

## Estrutura

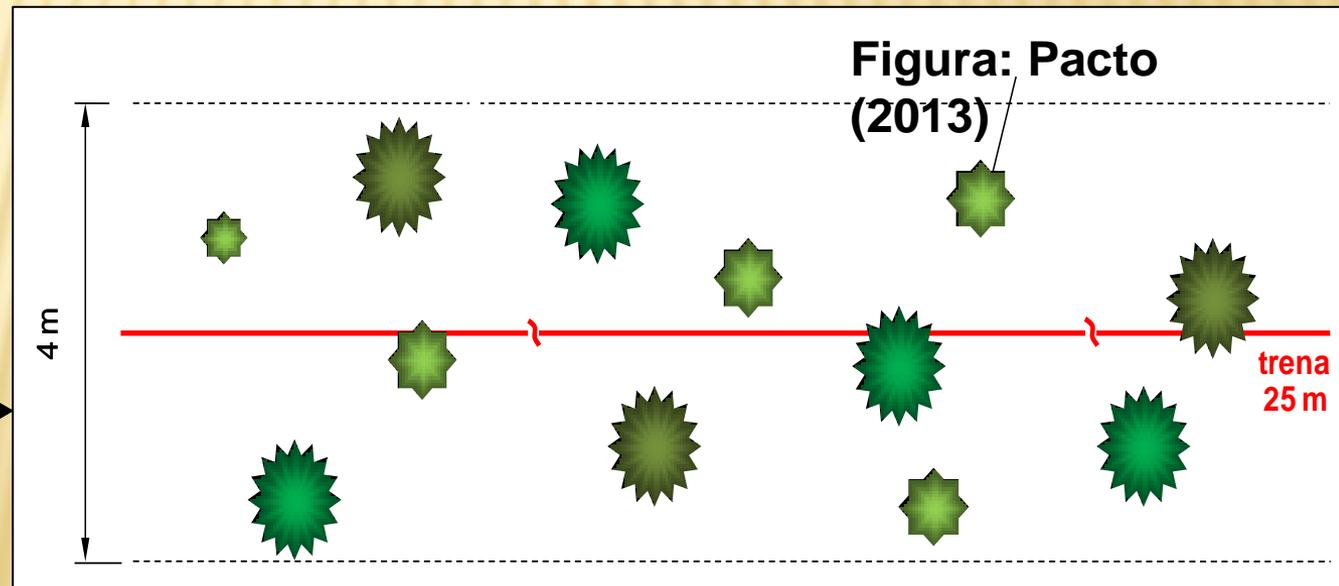
3 - densidade de árvores: número de árvores por hectare

Pode ser obtido para diferentes classes de tamanho:

Classe 1:  $> 50$  cm H, CAP  $< 15$ cm

Classe 2: CAP  $\geq 15$ cm

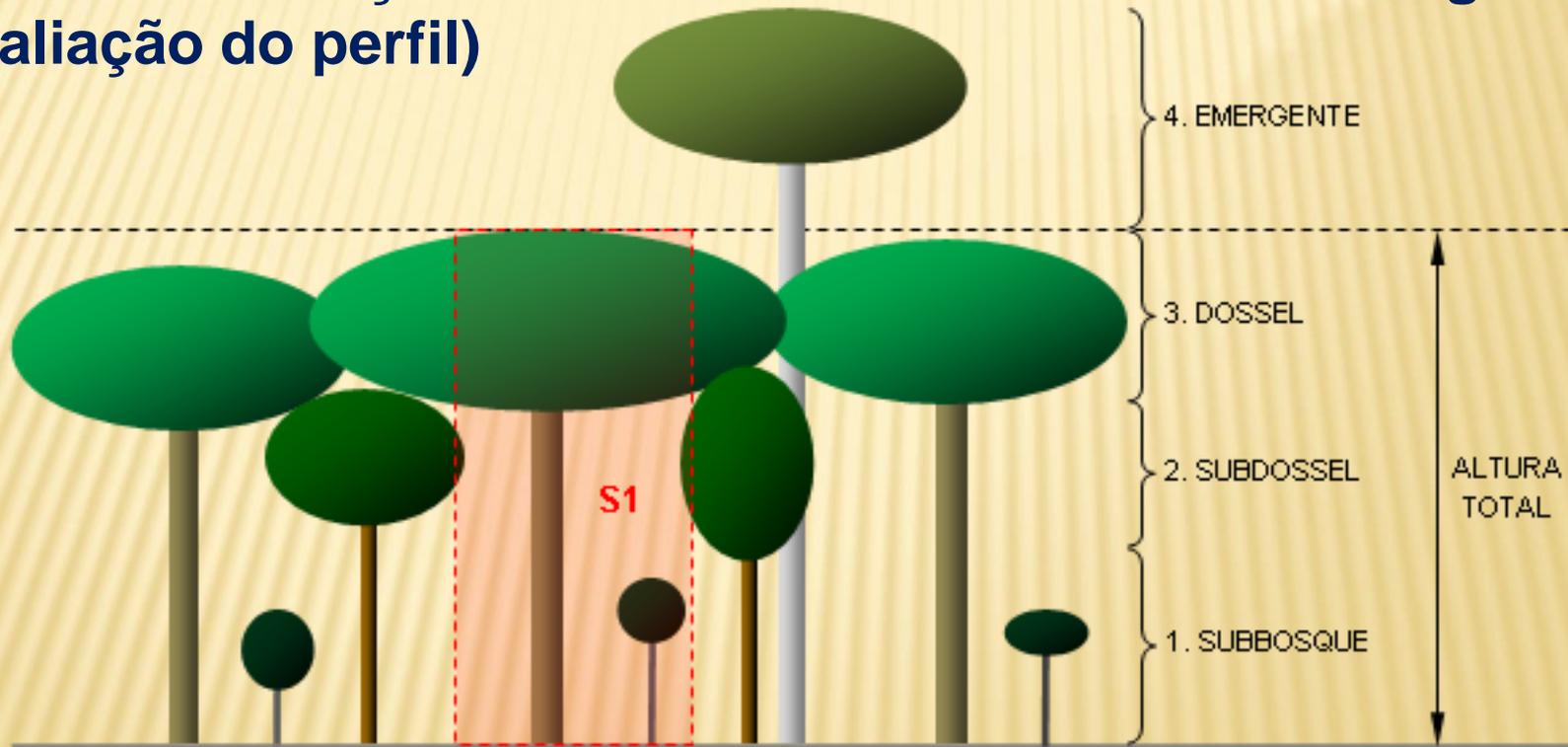
Ex:  
12 árvores em  
100m<sup>2</sup>  
1.200 árvores em 1  
ha



# COLETA DE INDICADORES PARA O MONITORAMENTO

## Estrutura

4 - estratificação: número de estratos da vegetação (avaliação do perfil)



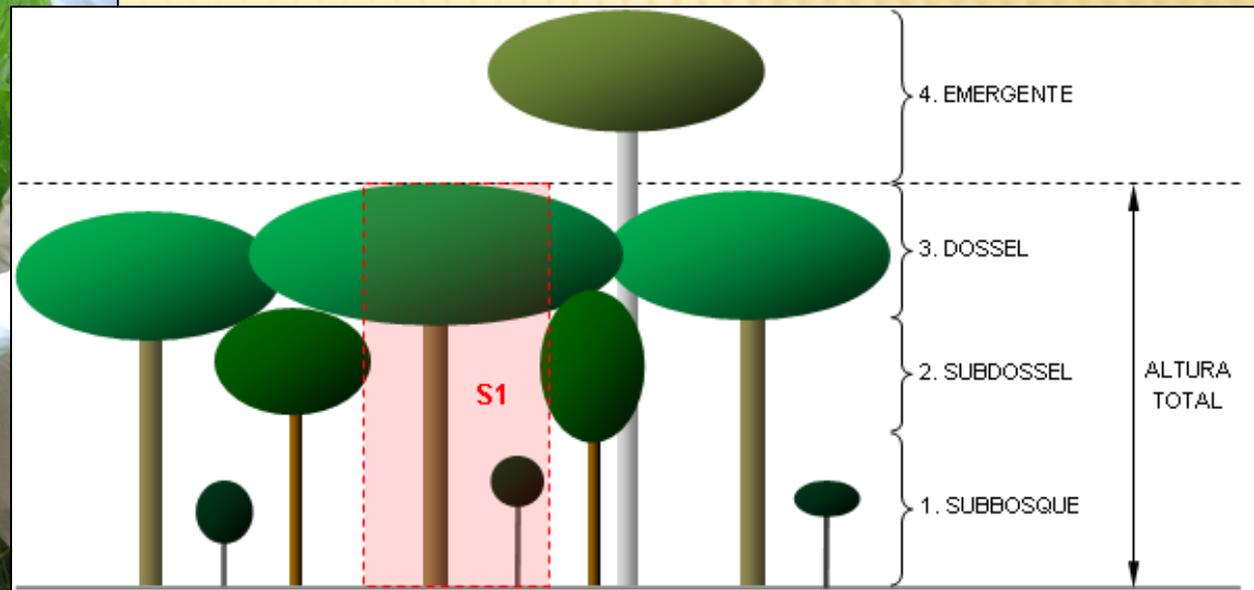
A presença de diversos estratos é um bom indicativo da estrutura e funcionamento de áreas em restauração, **mas sua determinação é difícil e subjetiva.**

# COLETA DE INDICADORES PARA O MONITORAMENTO

## Estrutura

## 6 – altura

### 2 - Altura média das árvores do “dossel”



1 - Altura média das árvores da área em restauração

- Indicador sujeito a muitos erros de medição.
- Ajuda a identificar **espécies “estruturantes”**

# COLETA DE INDICADORES PARA O MONITORAMENTO

## Composição:

1 - riqueza (ou número) de espécies arbóreas nativas:

Contagem das espécies (soma das espécies encontradas em todas as parcelas da amostragem);

- **Representatividade da flora regional: atributo de ecossistemas restaurados**
- **Quanto a coleta do indicador: difícil obtenção (implica em saber identificar as espécies)**

# COLETA DE INDICADORES PARA O MONITORAMENTO

## Composição:

### 2 - riqueza e densidade de espécies arbóreas invasora:

contar número e avaliar a densidade de espécies reconhecidamente invasoras no projeto de restauração

- Quanto a coleta do indicador: implica em saber identificar as espécies – embora sejam poucas!



## Fontes para reconhecimento de espécies invasoras:

1 – listas oficiais dos estados ou regiões (ex: nordeste -

<http://cepan.org.br/uploads/file/arquivos/6b89ddc79ee714e00e787138edee8b79.pdf>

2 - Instituto Horus ([http://www.institutohorus.org.br/inf\\_fichas.htm](http://www.institutohorus.org.br/inf_fichas.htm))

# COLETA DE INDICADORES PARA O MONITORAMENTO

## Funcionamento

**3 – regeneração (densidade e riqueza) de espécies arbustivas ou arbóreas colonizadoras (não plantadas nas áreas em restauração)**

- **Permite saber se novas espécies estão chegando à área em restauração;**
- **É integrativo, permite inferir sobre dispersão de sementes e estabelecimento.**
- **Dificuldade: conhecer o que foi plantado/semado e identificar as espécies**

**PARTE III – AMOSTRAGEM E  
PLANEJAMENTO DO  
MONITORAMENTO**

# AMOSTRAGEM PARA O MONITORAMENTO

## CENSO

- ❖ Medição de TODOS os indivíduos de uma população ou comunidade;
- ❖ Sem erro amostral;
- ❖ Utilizado apenas em pequenas áreas, em função dos custos e tempo despendidos

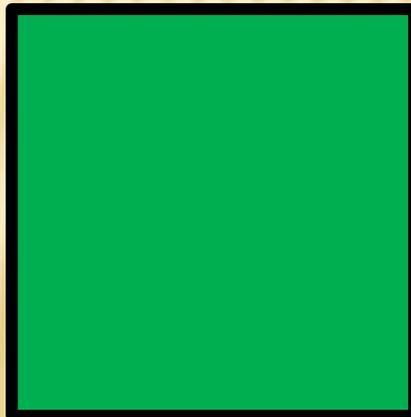
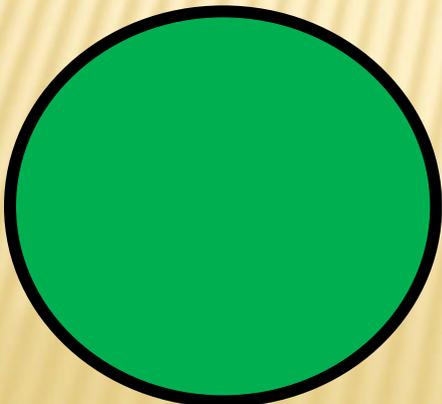
## AMOSTRAGEM

- ❖ Medição de uma amostra representativa de uma população ou comunidade por meio de parcelas;
- ❖ **Sujeita a um erro amostral;**
- ❖ Mais utilizado no monitoramento de áreas em restauração

# COMO AMOSTRAR?

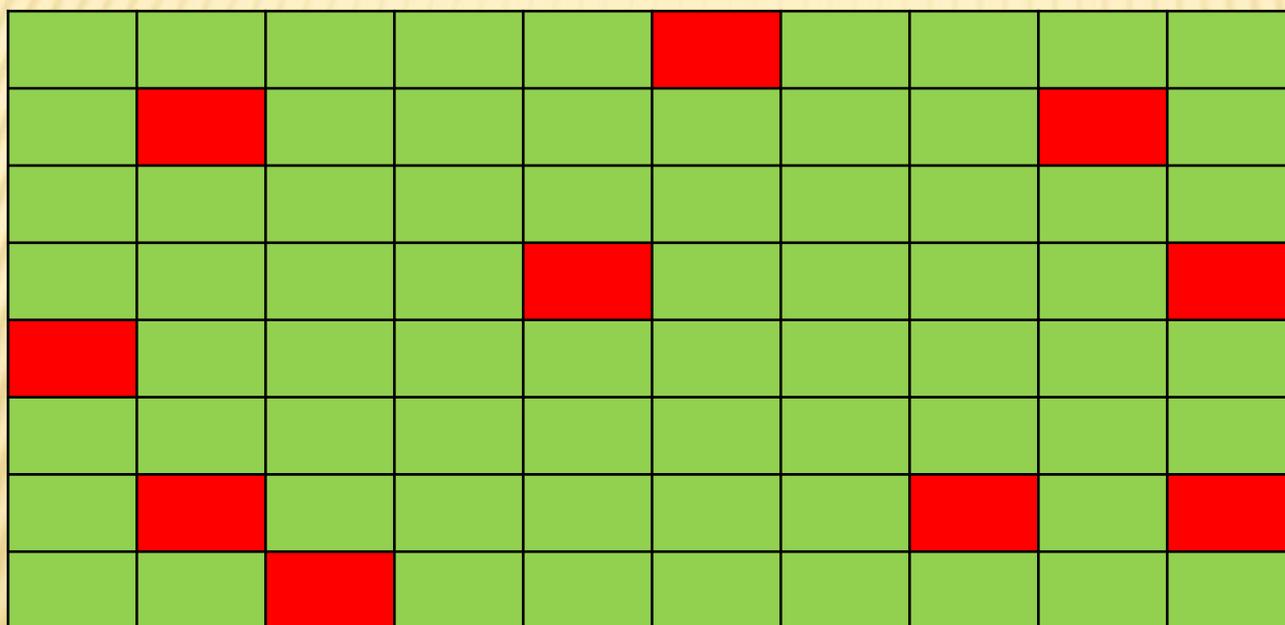
**Parcela: unidade amostral para a coleta da maioria dos indicadores**

- **Duração: Permanentes (melhor – investigações científicas, projetos de carbono) ou temporárias**
- **Formas das parcelas: circulares ou retangulares/quadradas**
- **Tamanhos variáveis: 100m<sup>2</sup> (4x25m) até 800m<sup>2</sup> (40x20m)**



# COMO AMOSTRAR?

**Simple aleatória:** parcelas distribuídas pela área de forma aleatória (sorteio)



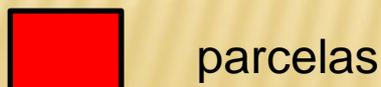
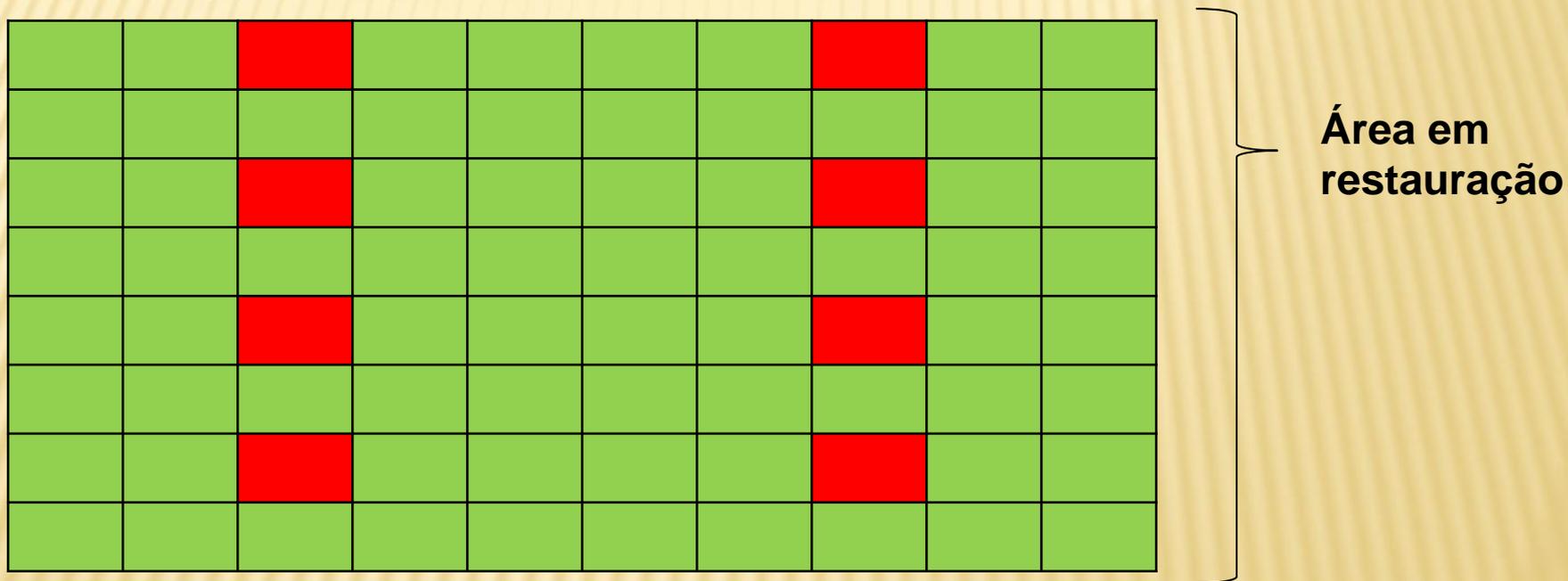
Área em restauração



parcelas

# COMO AMOSTRAR?

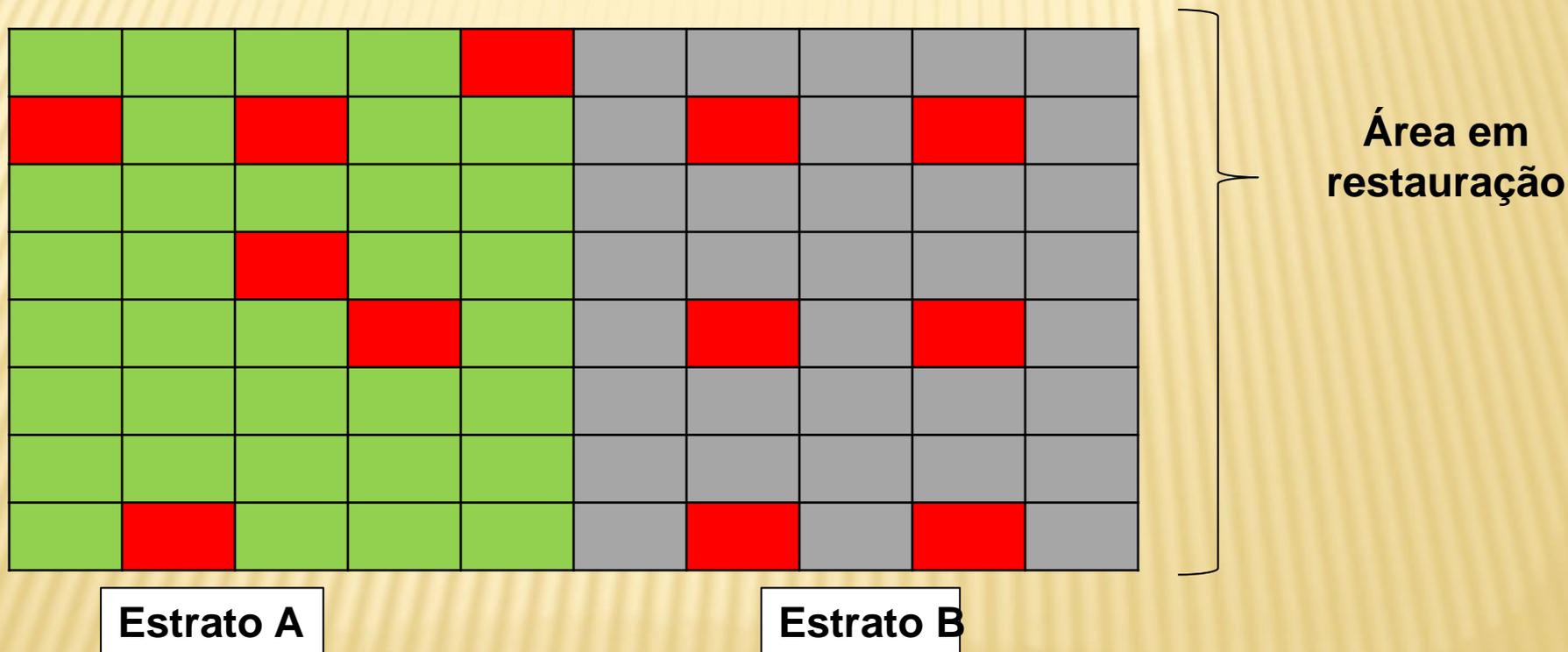
**Simplex sistemática:** parcelas com distribuição equidistante pela área, seguindo uma regra pré-definida ( a cada X m, a cada X linhas, etc.)



**Área em restauração:** costumam ser faixas estreitas ao longo do rio: importante localizar parcelas na borda e não borda

# COMO AMOSTRAR?

**Estratificada:** A área é dividida em **estratos**, cada qual abrangendo áreas com características mais homogêneas de solo, crescimento das árvores, idades de plantio, etc. Pode ser aleatória ou sistemática.



A estratificação por idade, tipo de solo e técnica de restauração é recomendada no monitoramento da restauração

# QUANTO AMOSTRAR?

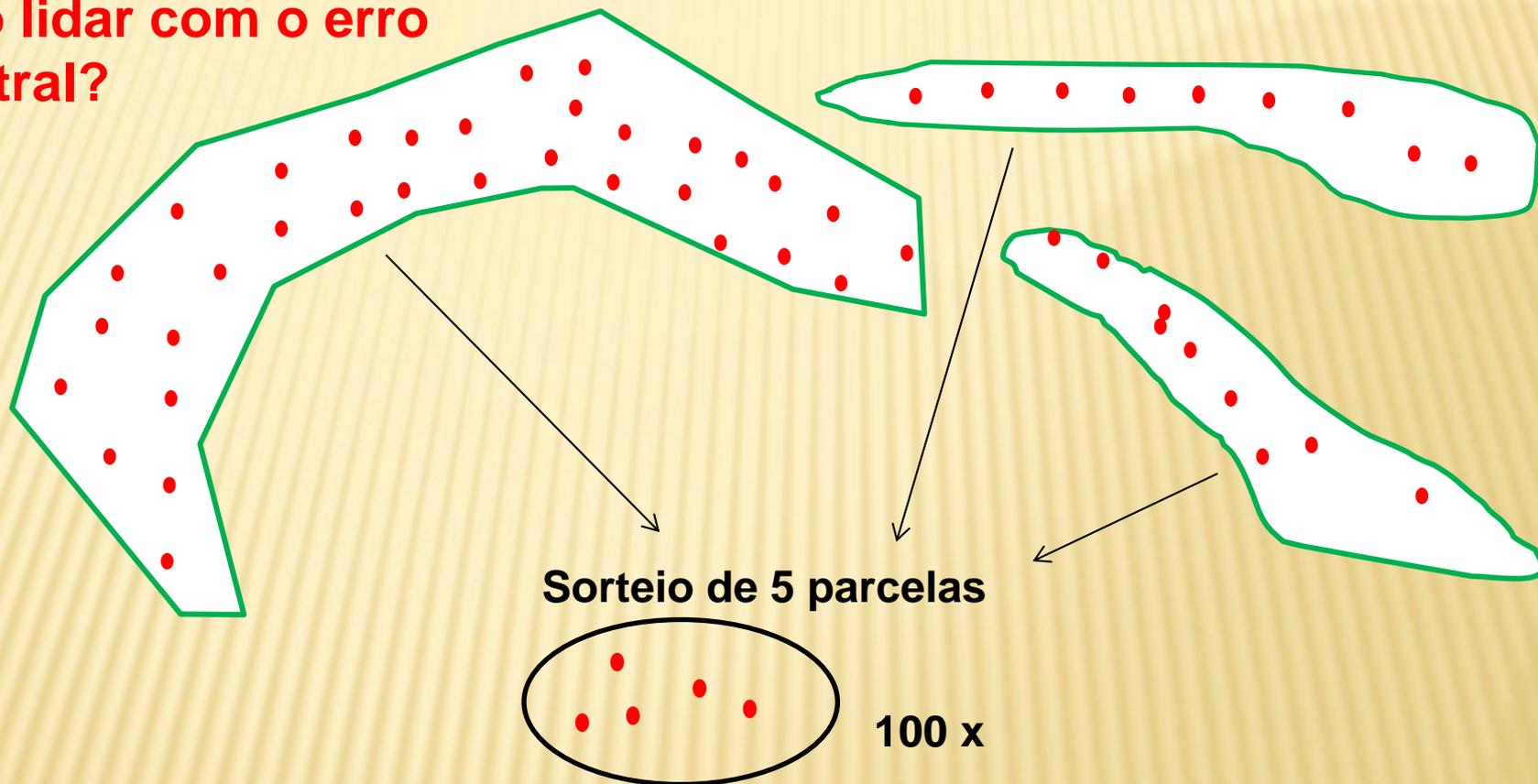
## 1 - Definir a priori uma intensidade amostral;

Área do projeto (ha)	Nº parcelas amostrais
$\leq 0,5$	Desprezar para fins de monitoramento
$>0,5$ e $\leq 1$	5
$> 1$	$5 + (1 \text{ por hectare adicional})^*$

## 2 - Definir durante a amostragem, com base no erro amostral das variáveis;

# AMOSTRAGEM PARA O MONITORAMENTO

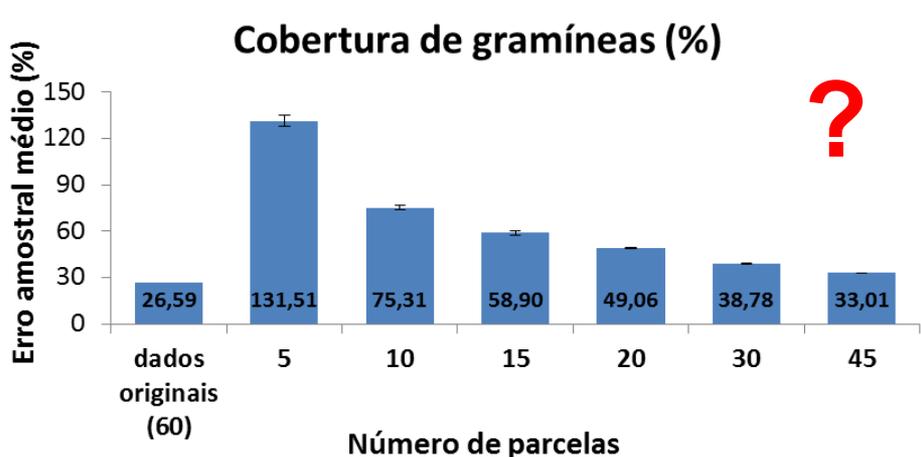
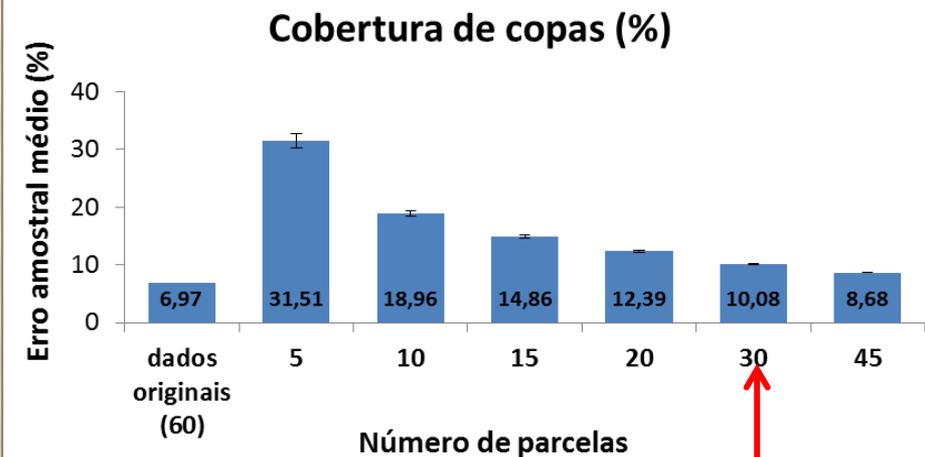
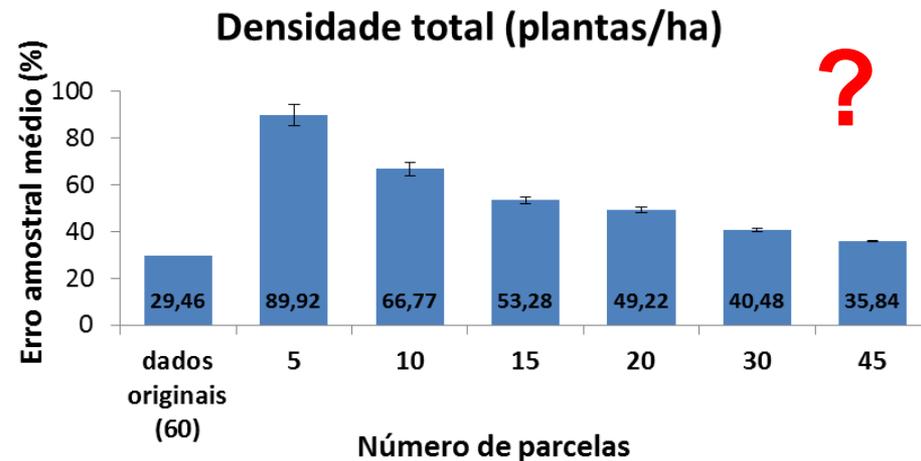
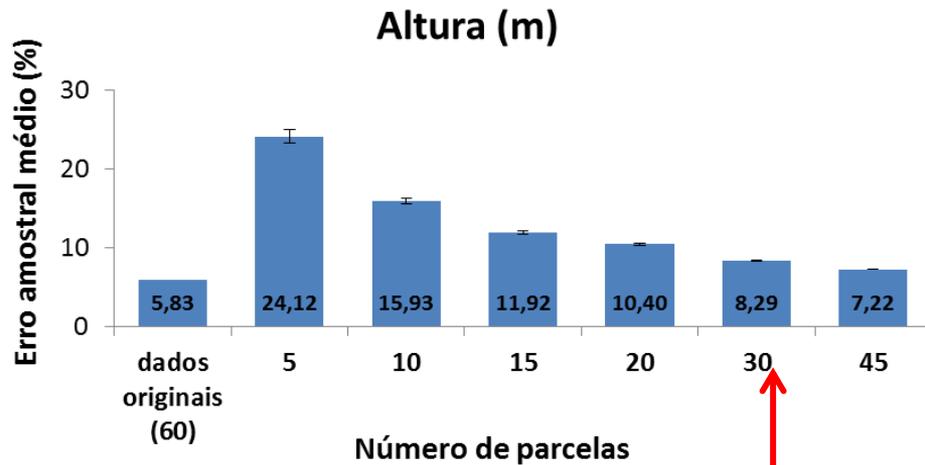
Como lidar com o erro amostral?



Análise de plantios com 5 anos no Médio Paranapanema (SP,PR) – 60 parcelas

Mesmo procedimento sorteando 10, 15, 20, 30, 45 parcelas

# AMOSTRAGEM PARA O MONITORAMENTO



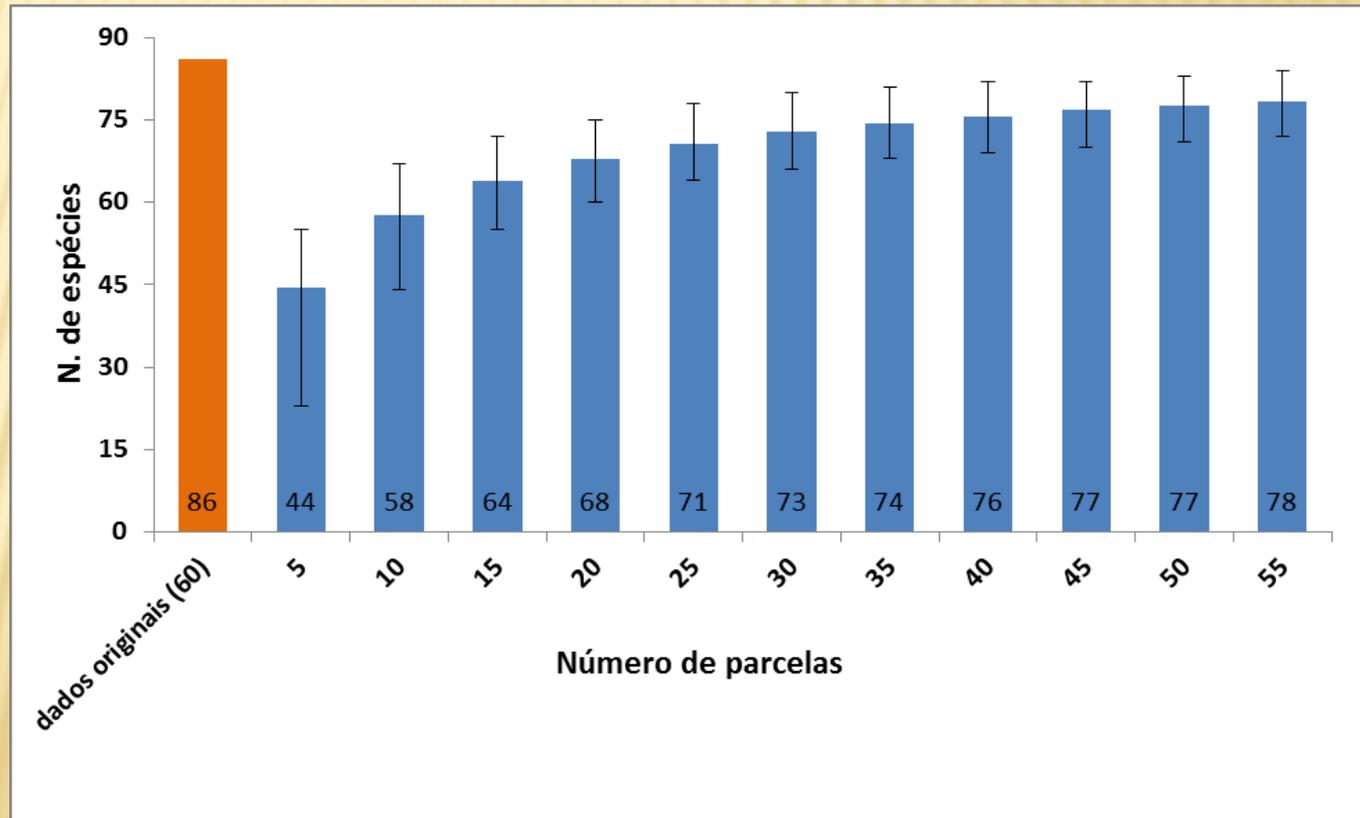
**Erro amostral (E%):**  $((S/\sqrt{n}) \cdot t / \text{média}) \cdot 100$

**Nível de significância = 0.05**

# AMOSTRAGEM PARA O MONITORAMENTO

## Número de espécies:

- 1000 subamostragens em cada intensidade
- Número médio de espécies por subamostras
- Comparação estatística total de spp X spp em cada intensidade amostral (test T)



# AMOSTRAGEM PARA O MONITORAMENTO

- Cada variável tem um erro amostral típico;

- **Trabalhar com erro amostral:**

**Pró:** conhecimento do grau de incerteza sobre medições.

**Contra:** logística (ida a campo sem saber número de parcelas a serem instaladas);

- **Sugestão:** associar as variáveis medidas a um erro amostral e definir intensidade na qual o indicador mais importante tenha um erro amostral tolerável (<15%?);

# O QUE FAZER COM OS DADOS DO MONITORAMENTO?

**Os dados de monitoramento devem:**

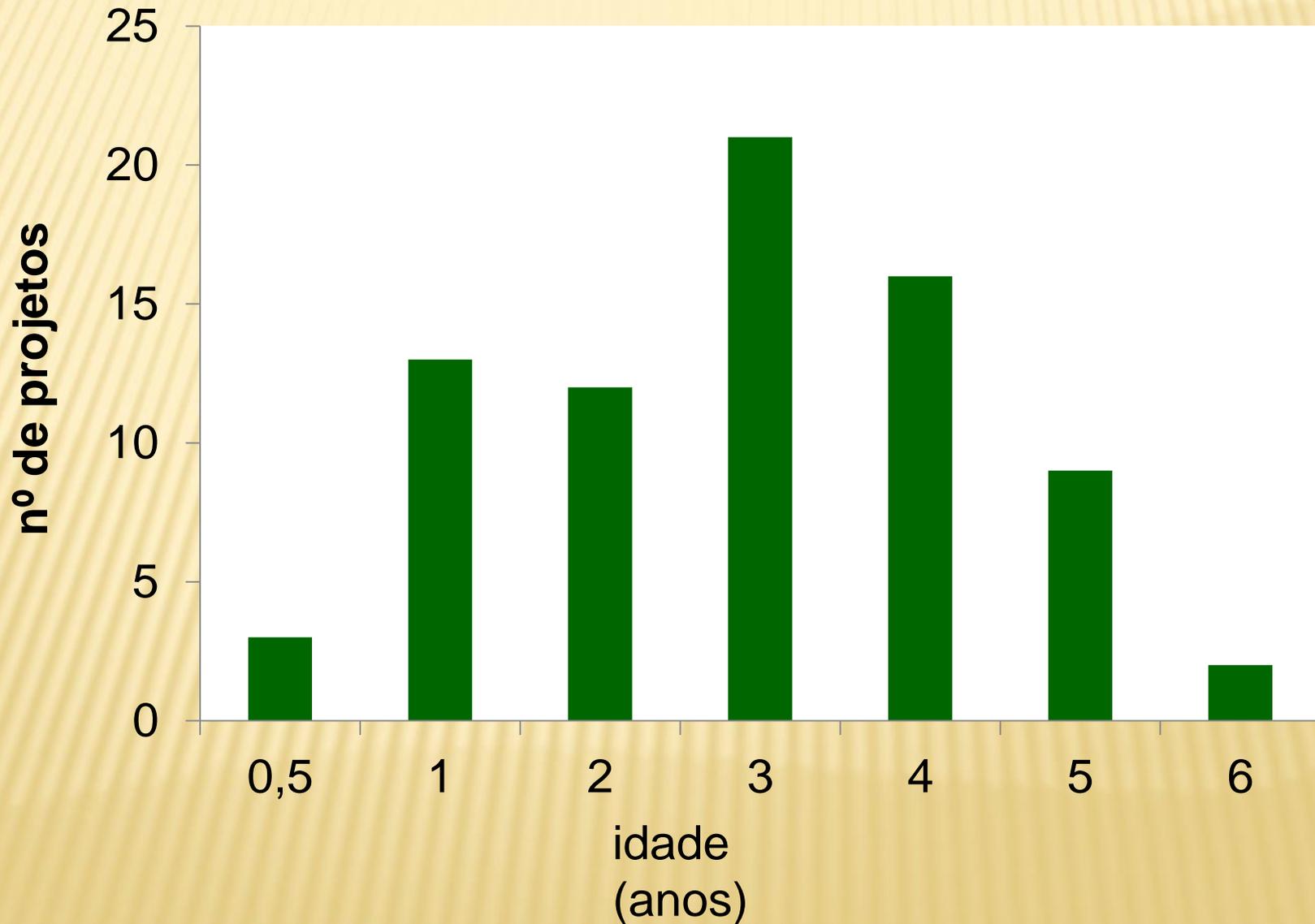
- 1 – Ser utilizados para a constituição de um banco de dados regional/local;**
- 2 – Propiciar a geração de valores de referência para projetos na região;**
- 3 - subsidiar a tomada de decisão para ações corretivas nas trajetórias ecológicas**

# O QUE FAZER COM OS DADOS DO MONITORAMENTO?

## **Exemplo: Dados de monitoramento na região de Batatais-SP (Fonte: Fabiano T. Farah / Bioflora / LERF)**

- ✓ Seleção de 76 projetos de plantio total
- ✓ Idades variando de 0,5 a 6 anos
- ✓ Agrupando projetos com idades parecidas, em classes com
- ✓ 0,5; 1; 2; 3; 4; 5 ; 6 anos
- ✓ Ex.: 2,3 ~ 2 anos

# O QUE FAZER COM OS DADOS DO MONITORAMENTO?



# O QUE FAZER COM OS DADOS DO MONITORAMENTO?

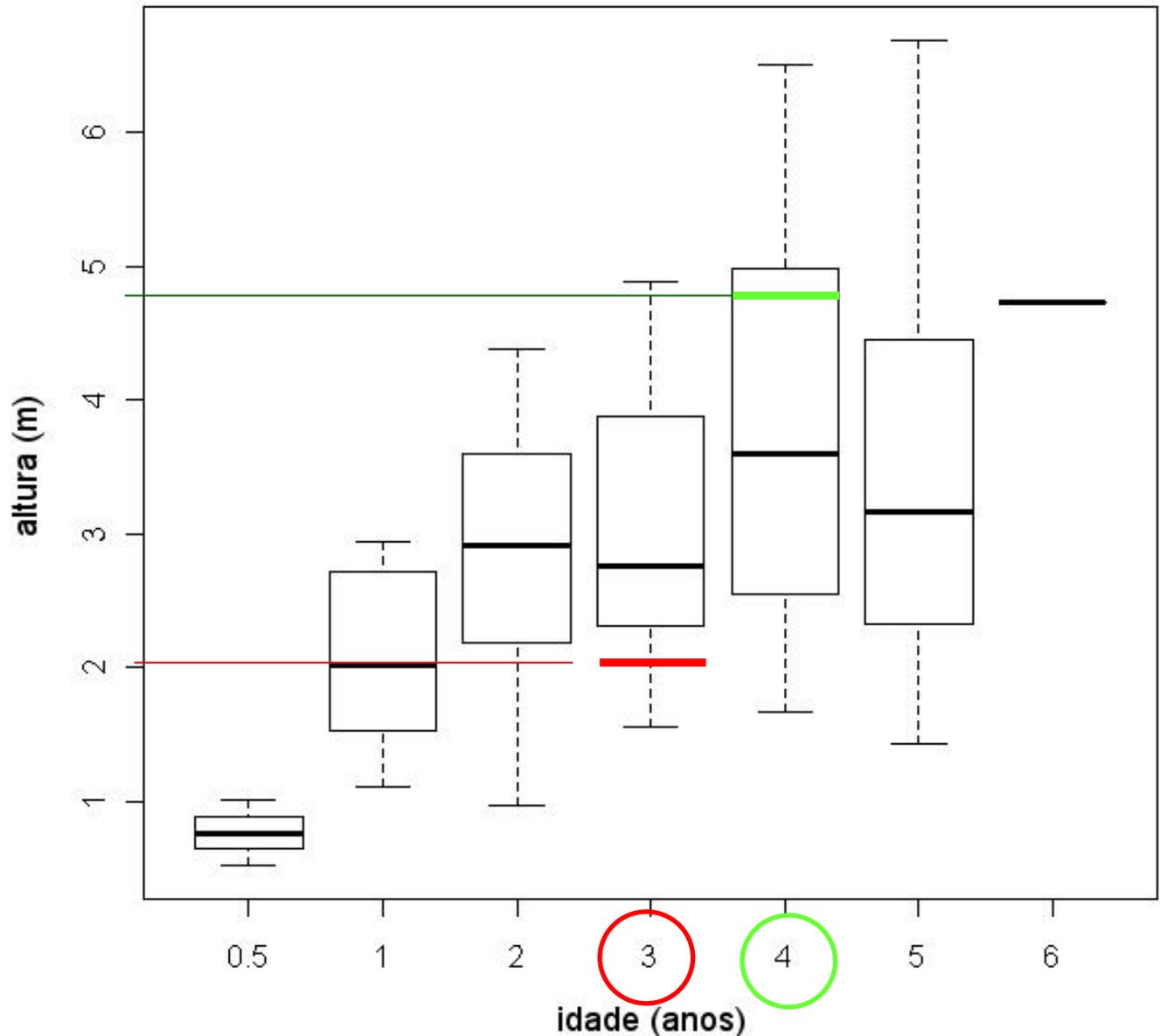
1 - Plotar os dados de cada projeto para os principais indicadores e calcular médias e variação dos dados

2 – definir valores extremos e aceitáveis

3 – gerar relatórios de situação

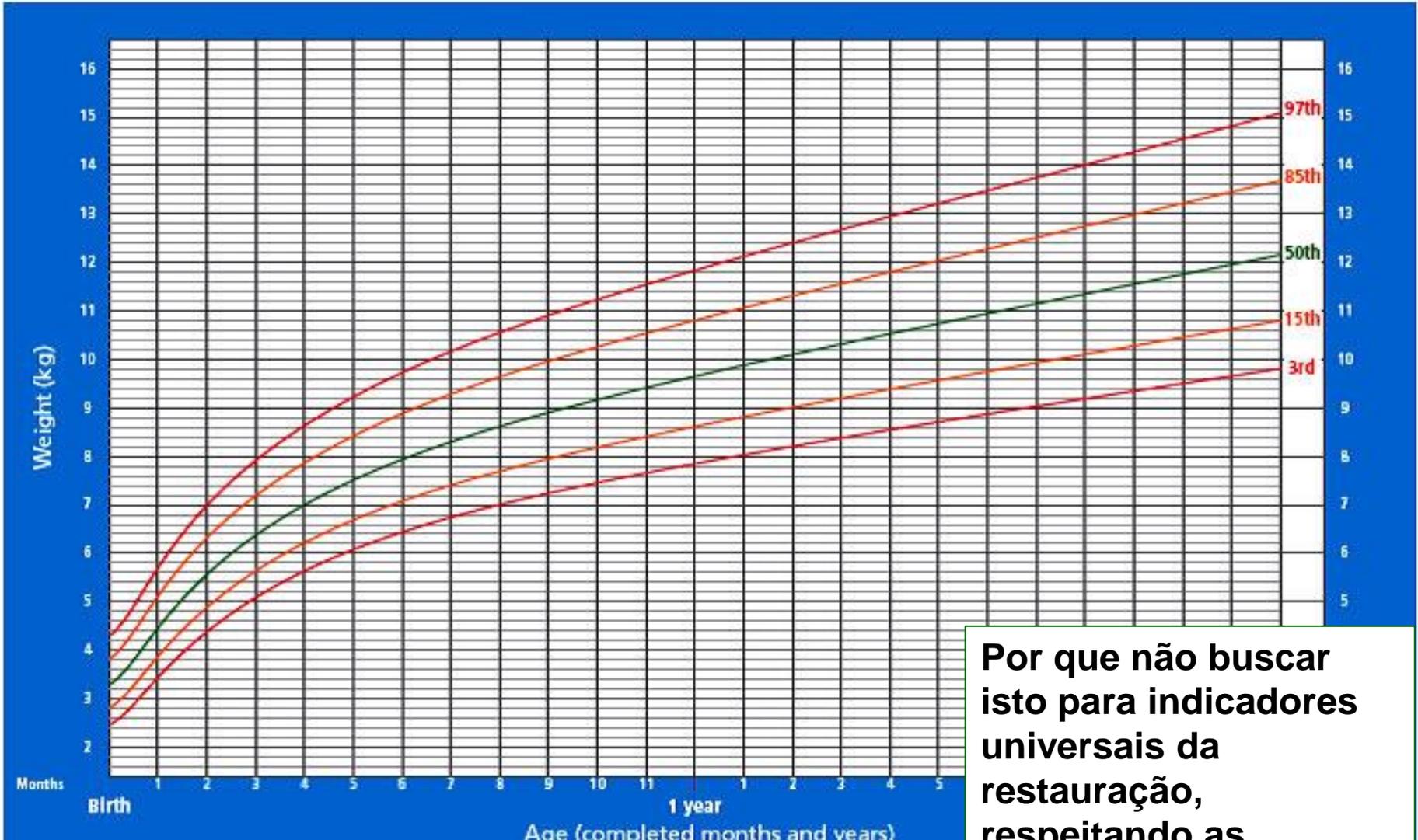
**Ex.: projeto P1**

**Ex.: projeto P2**



# Weight-for-age BOYS

Birth to 2 years (percentiles)



**Por que não buscar isto para indicadores universais da restauração, respeitando as regionalidades?**

**PARTE IV – EXEMPLO DE  
PROTOCOLO DE  
MONITORAMENTO**

# EXEMPLO DE PROTOCOLO: PACTO



**PACTO**  
PELA RESTAURAÇÃO DA  
MATA ATLÂNTICA

**PROTOCOLO DE MONITORAMENTO  
PARA PROGRAMAS / PROJETOS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL**

**2013**

# O PACTO PELA RESTAURAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA



**7 de Abril de 2009 – Lançamento do PACTO**

## **Objetivos:**

- Restauração de 15 milhões de hectares até 2050;**
- Criar sinergia entre as instituições envolvidas com a restauração.**

# PROTOCOLO DE MONITORAMENTO: POR QUÊ?



- Como levantar informações e entender os resultados dos projetos de restauração?
- Esforço coletivo de mais de 70 membros (workshop em fev/2011)



# PROTOCOLO DE MONITORAMENTO: POR QUÊ?



- Lançamento da primeira versão do protocolo em Ago/2011;
- Aplicação do protocolo no campo por algumas instituições vinculadas ao Pacto (Ongs, empresas e universidades);
- Novo esforço coletivo em Mar/2013, incorporando lições aprendidas e buscando simplificar a aplicação



# A ESTRUTURA DO PROTOCOLO DE MONITORAMENTO

- **Em níveis hierárquicos**
  - Princípios, Critérios, Indicadores e Verificadores



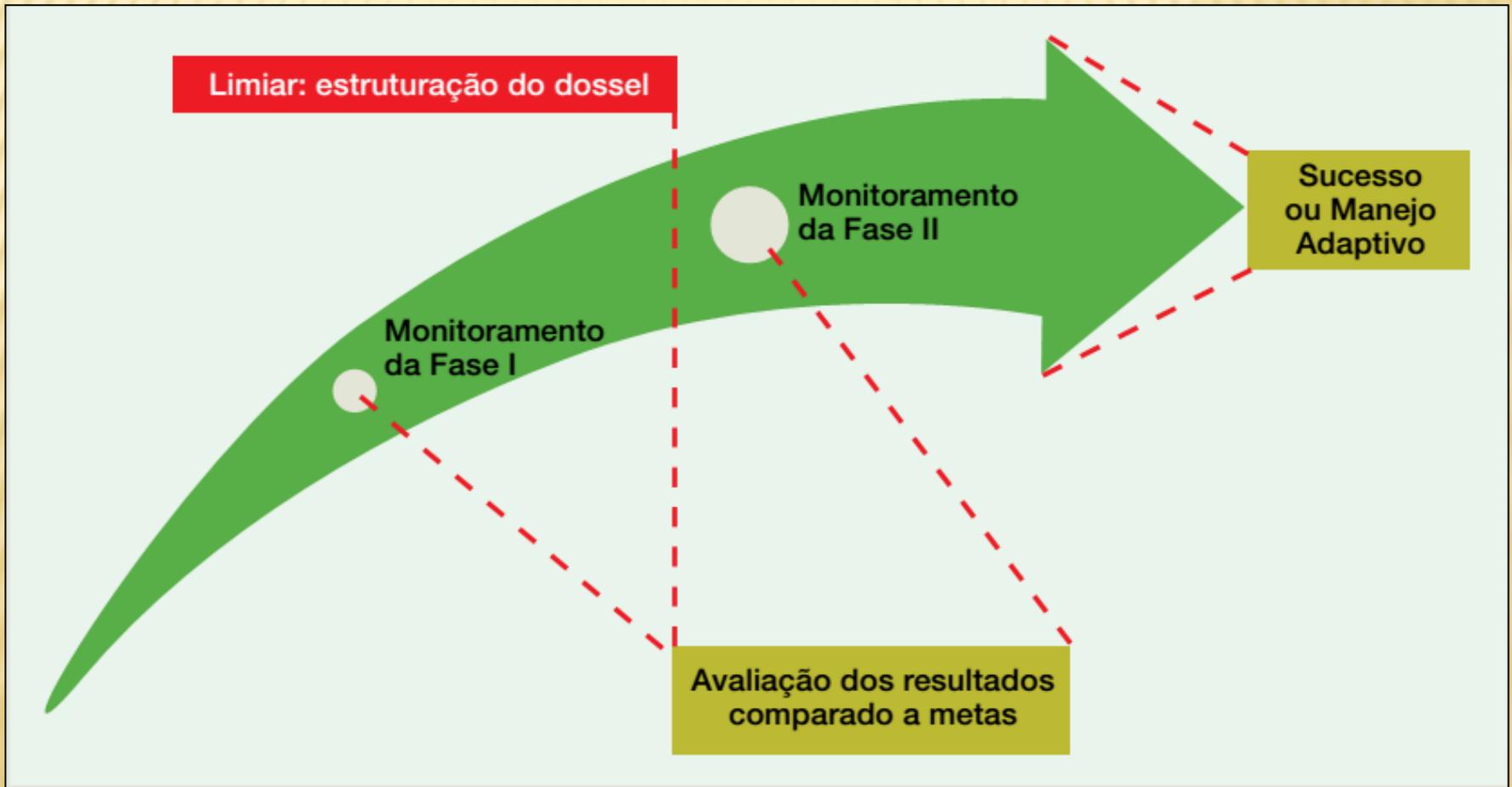
# OS PRINCÍPIOS DO PROTOCOLO DE MONITORAMENTO DA RESTAURAÇÃO



**Relações entre os princípios do protocolo de monitoramento da restauração do Pacto**

# PRINCÍPIO ECOLÓGICO

**A restauração florestal deve restabelecer os processos ecológicos com a diversidade de espécies nativas regionais, de forma a garantir a perpetuação dos ecossistemas em processo de restauração.**



# PRINCÍPIO ECOLÓGICO – FASE I

**Estruturação do dossel:** área em restauração deve atingir uma **cobertura florestal mínima de 80%**. Fase de avaliação dos fatores limitantes à estruturação do dossel.

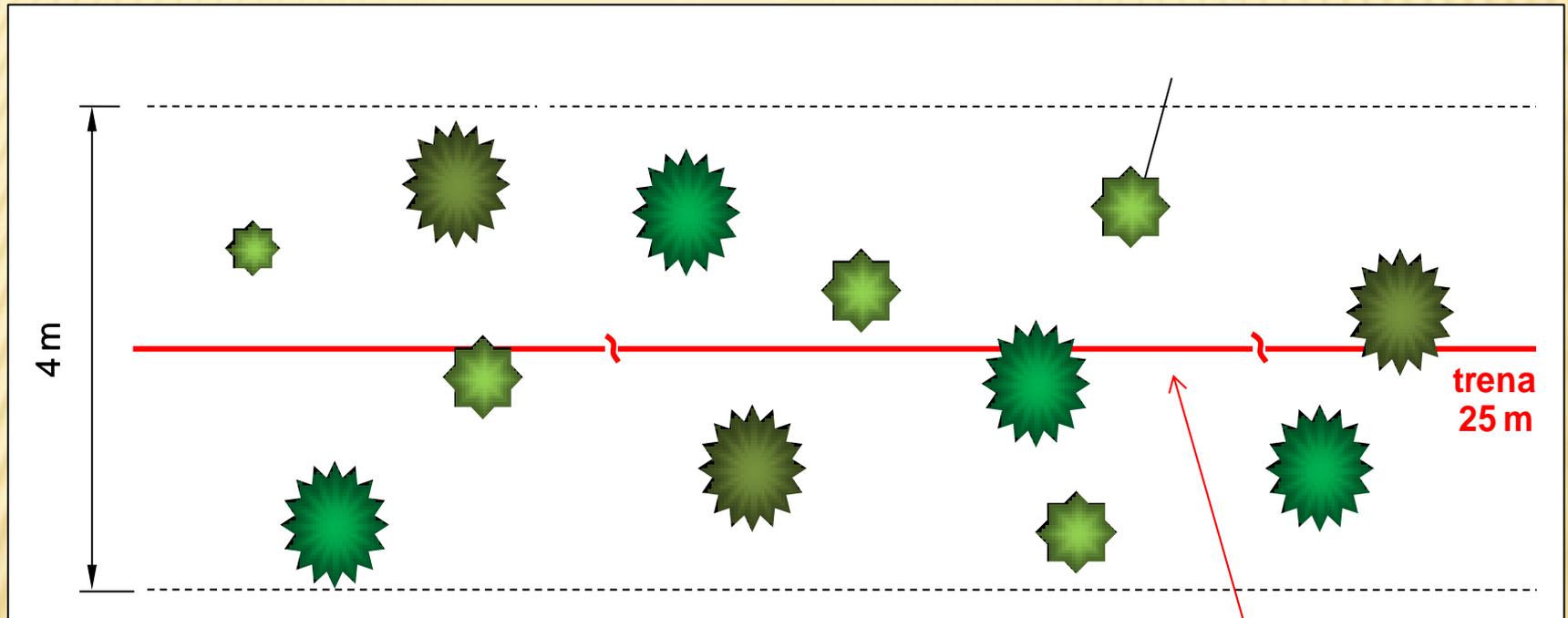


# PRINCÍPIO ECOLÓGICO – FASE I

## Exemplo:

Item	Descrição
C.1. Estrutura	Distribuição vertical e horizontal da comunidade vegetal em restauração.
I.1.1. Cobertura florestal	Percentual de cobertura do solo pela projeção da copa das árvores não invasoras.
V.1.1.1. Percentual de linha do terreno coberta pela projeção da copa de árvores não invasoras	Soma das medidas dos trechos da linha amostral cobertos por copa das árvores não invasoras (m), em relação ao comprimento da linha.

# PRINCÍPIO ECOLÓGICO – FASE I



Trena para avaliação da cobertura florestal

**Parcela de amostragem recomendada para a Fase I  
(avaliação da cobertura florestal e densidade de invasoras)**

# PRINCÍPIO ECOLÓGICO – FASE II

**Trajectoria ecológica:** avaliação de indicadores de estrutura e composição relacionados ao funcionamento do ecossistema em restauração.



**Estrutura**

- Densidade (classes de tamanho: 1: > 50cm, < 15 cm CAP; 2:  $\geq$  15 cm CAP)
- Área basal
- Cobertura florestal\*

**Composição**

- Riqueza de espécies regionais
- Espécies invasoras

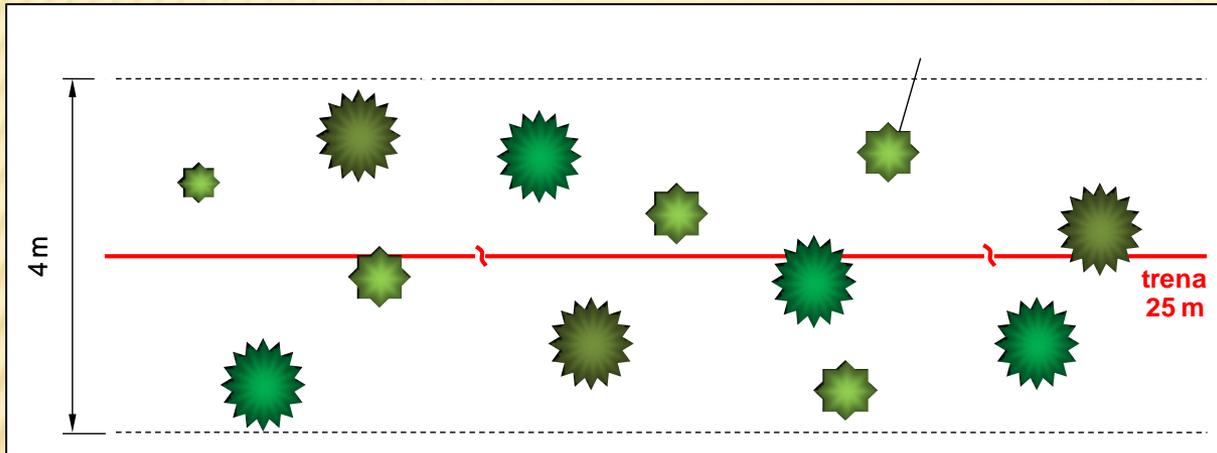
**Sugestão: periodicidade bianual até 6 anos e depois a cada cinco anos**

# PRINCÍPIO ECOLÓGICO – FASE II

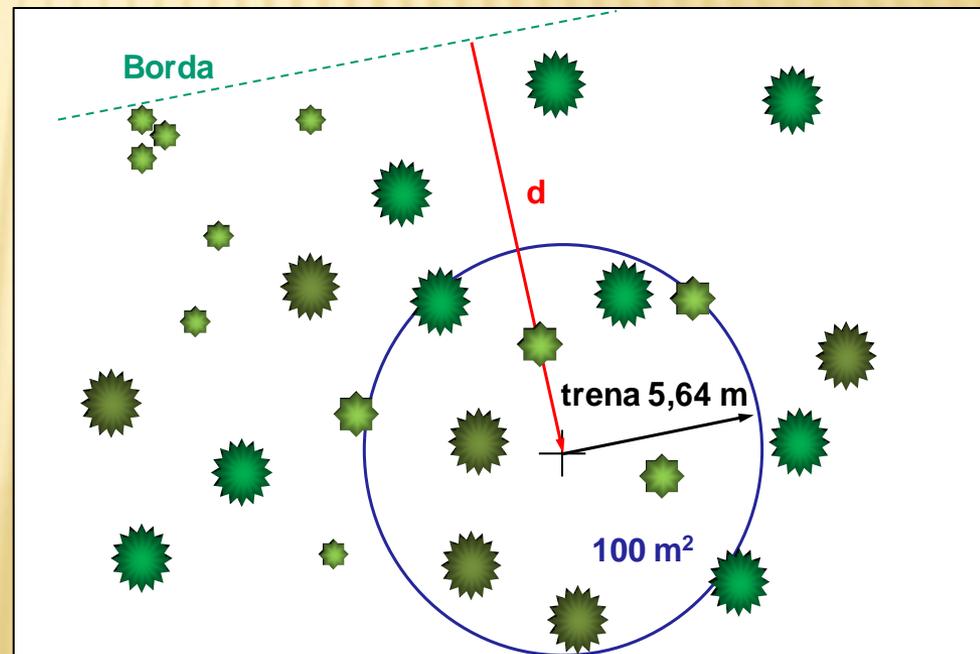
## Exemplo:

Item	Descrição
C.1. Estrutura	Distribuição vertical e horizontal da comunidade vegetal em restauração.
I.1.1. Densidade de indivíduos de menor porte	Quantidade de indivíduos de menor porte de espécies arbustivas e arbóreas não <i>invasoras</i> por área.
V.1.1.1. Número de indivíduos de espécies não invasoras por área	Contagem de indivíduos de espécies não invasoras por área, com <i>altura</i> > 0,5 e CAP < 15 cm.
I.1.2. Densidade de indivíduos de maior porte	Quantidade de indivíduos de maior porte de espécies arbustivas e arbóreas não invasoras por área.
V.1.2.1. Número de indivíduos de espécies não invasoras por área	Contagem de indivíduos de espécies não invasoras por área, com CAP ≥ 15 cm.

# PRINCÍPIO ECOLÓGICO – FASE II



**Parcelas de amostragem recomendadas para a Fase II (avaliação da área basal, densidade e riqueza de nativas e invasoras)**



# PRINCÍPIO ECOLÓGICO

## Número de parcelas a serem usadas.

Área do projeto (ha)	Nº parcelas amostrais
$\leq 0,5$	Desprezar para fins de monitoramento
$>0,5$ e $\leq 1$	5
$> 1$	$5 + (1 \text{ por hectare adicional})^*$

**\*Limitado a um número máximo de 50 parcelas por projeto.**

**Número serão reavaliados após a coleta e análise dos dados iniciais de aplicação deste protocolo**

# PRINCÍPIO SOCIOECONÔMICO – CRITÉRIOS ECONÔMICOS

- Quais são os mecanismos financeiros que sustentam o projeto?
- Geração de empregos e renda são favoráveis ao sucesso dos projetos de restauração?



Fonte de recursos

- De onde vem os recursos

Geração de emprego e renda

- Número de empregos gerados
- Valor do investimento do programa/projeto
- Pagamento por serviços ambientais (PSA)
- Comercialização de produtos florestais madeireiros e não madeireiros
- Compensação da RL e incentivos fiscais

Receitas e incentivos financeiros associados

# PRINCÍPIO SOCIOECONÔMICO – CRITÉRIOS SOCIAIS

As iniciativas de restauração melhoram o bem estar socioeconômico das partes interessadas?



Oportunidades de trabalho e treinamento

Saúde ocupacional

Segurança no trabalho

Relação com comunidade do entorno

- Emprega trabalhadores da região e gera renda local
- Oportunidades iguais
- Assegura segurança dos trabalhadores
- Impacto na comunidade
- Atividades de educação ambiental
- Ações de educação ambiental e envolvimento da comunidade local

# PRINCÍPIO DE GESTÃO

As iniciativas de restauração estão sendo documentadas?



# PRÓXIMOS PASSOS

- Publicar nova versão atualizada ([www.pactomataatlantica.org.br](http://www.pactomataatlantica.org.br));
- Treinamento de pessoas para aplicação do protocolo;
- Desenvolver aplicativos que permitam a coleta de dados no campo diretamente em tablets, smartphones, etc.
- Criar um banco de dados do PACTO para receber as informações, que seja retroalimentado por restauradores e instituições vinculadas;
- Gerar valores de referência regionalizados para os indicadores ecológicos



# ESTADO DE SÃO PAULO: A RESOLUÇÃO 32/14

estabelece diretrizes e orientações para a elaboração, execução e monitoramento de Projetos de Restauração Ecológica no Estado de São Paulo, além de critérios e parâmetros para avaliar seus resultados e atestar sua conclusão.

# **ESTADO DE SÃO PAULO: A RESOLUÇÃO 32/14**

**Se aplica aos projetos de restauração:**

**I – de licenças ambientais emitidas pela CETESB;**

**II – exigidos pelos órgãos ambientais em TAC ou TCRA;**

**III – previstos na nova lei florestal, na recomposição de RL e APP;**

**IV – financiados com recursos públicos.**

# ESTADO DE SÃO PAULO: A RESOLUÇÃO 32/14

1 - Os projetos de restauração só serão considerados concluídos (cumpridos) quando atingirem **valores pré-estabelecidos para certos in** ou com compromissos **dicadores.**

2 – O restaurador deverá informar no **SARE** os valores encontrados para os indicadores ecológicos nos anos **3, 5, 10, 15 e 20** (ou até que atinjam os níveis esperados);

# ESTADO DE SÃO PAULO: A RESOLUÇÃO 32/14

## Indicadores ecológicos considerados:

**I – cobertura do solo com vegetação nativa(%);**

**II – densidade de indivíduos nativos regenerantes ,  
em indivíduos por hectare;**

**III – número de espécies nativas regenerantes.**

# ESTADO DE SÃO PAULO: A RESOLUÇÃO 32/14

## Indicadores ecológicos considerados:

	Cobertura do solo com vegetação nativa	Densidade de indivíduos nativos regenerantes	Número de espécies nativas regenerantes
Florestas Ombrófilas e Estacionais	X	X	X
Restinga Florestal	X	X	X
Mata Ciliar em região de Cerrado	X	X	X
Cerradão ou Cerrado <i>stricto sensu</i>	X	X	X
Manguezal	X		
Formações abertas e campestres no bioma Mata Atlântica (Campos de Altitude; Restinga não-florestal)	X		
Formações abertas no Bioma Cerrado (Campo Cerrado, Campo Sujo, Campo Limpo ou Campo Úmido)	X		

# PROTOCOLO DE MONITORAMENTO DA SMA/SP

## Como amostrar?

Portaria CBRN 01/2015

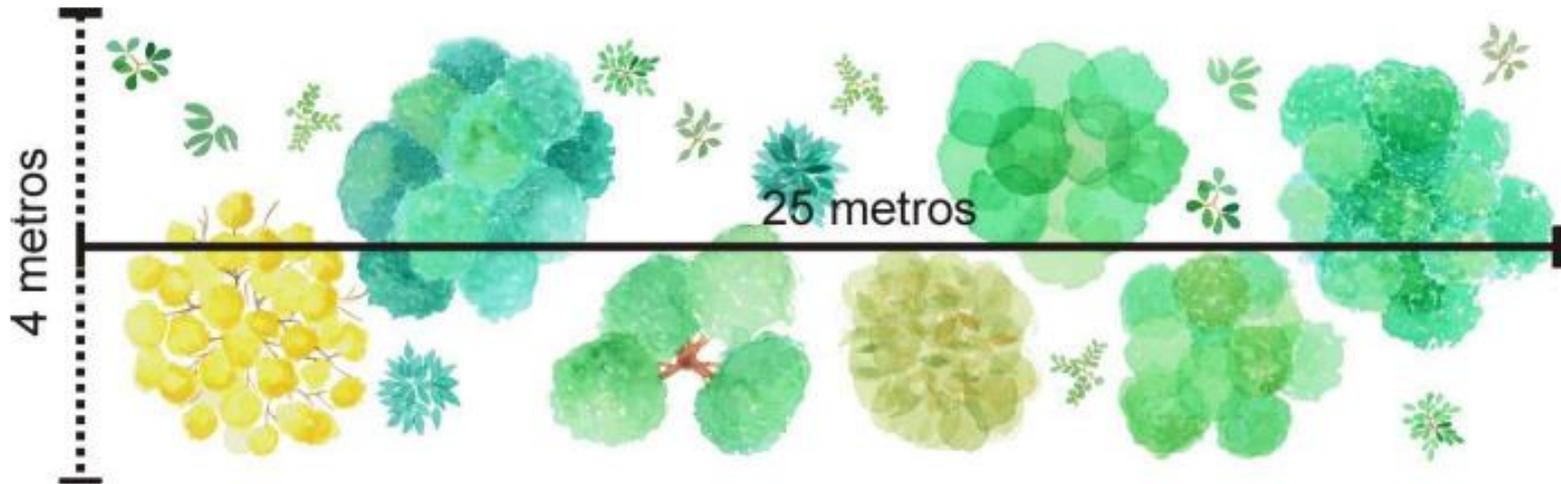
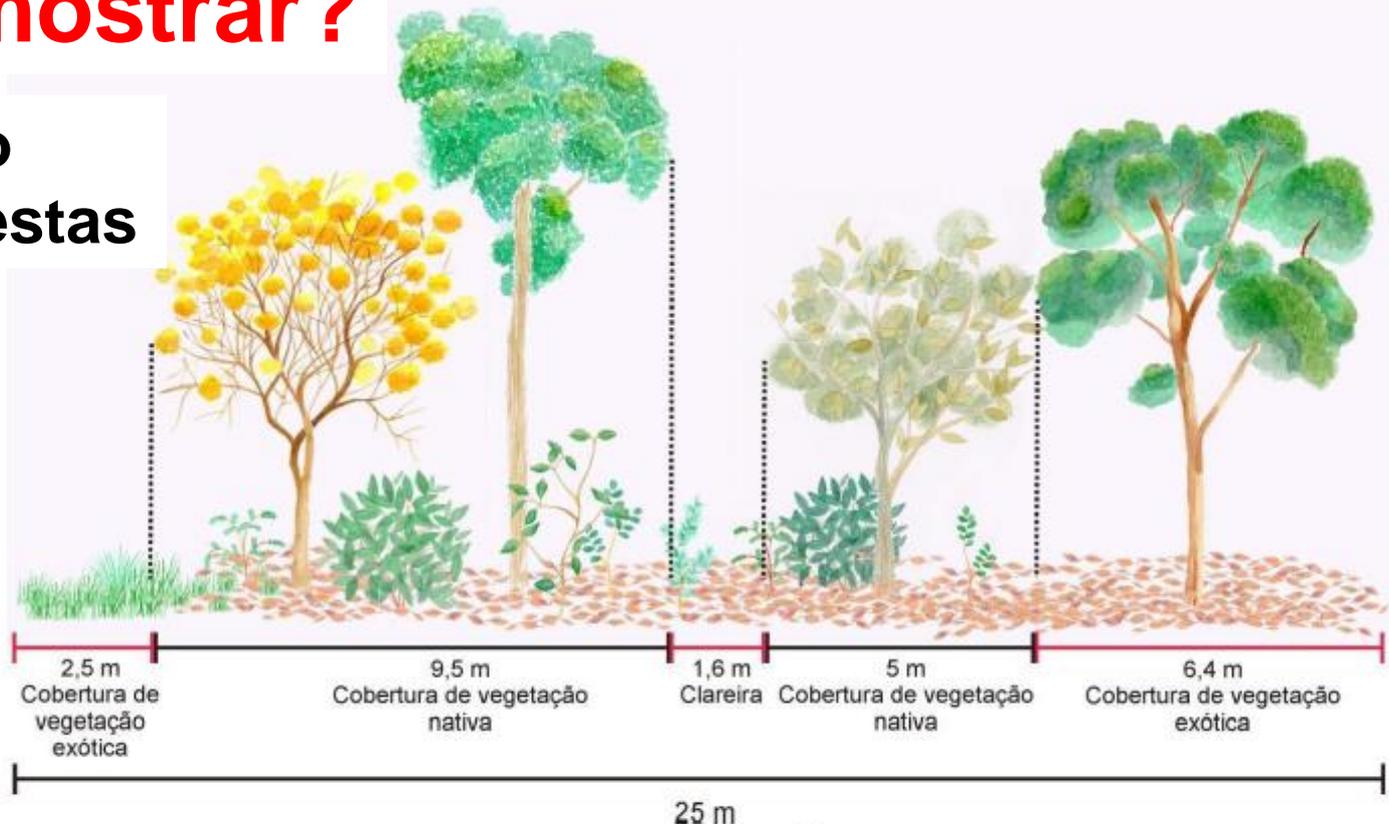


Figura 2: Vista aérea da parcela amostral. A linha amostral é visualizada ao centro.

# PROTOCOLO DE MONITORAMENTO DA SMA/SP

## Como amostrar?

### Cobertura do solo em florestas

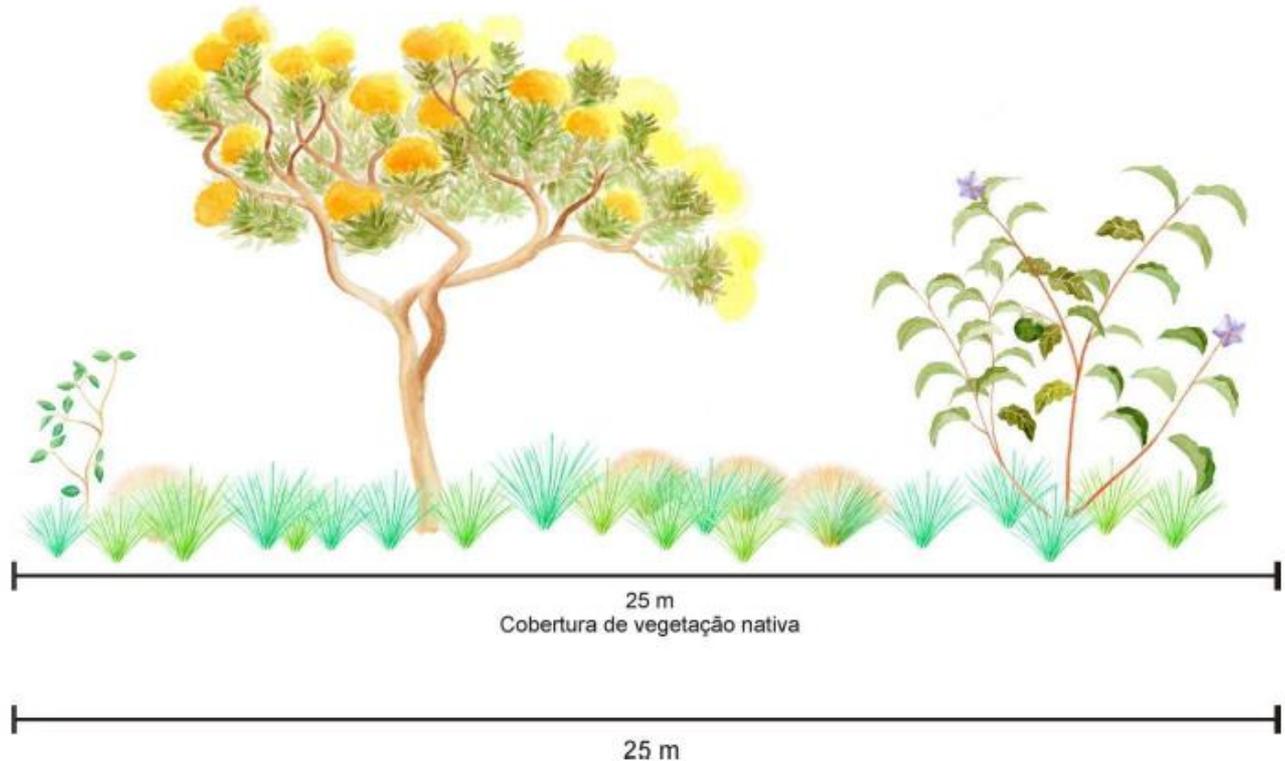


**Figura 4.** Esquema exemplificativo da avaliação do indicador “cobertura do solo com vegetação nativa” para Floresta Estacional Semidecidual, em uma parcela com presença de clareira e espécies exóticas. A cobertura do solo é a área do solo coberta pela copa das espécies nativas. Neste exemplo, a cobertura do solo por espécies nativas na parcela é de 14,5 metros, ou seja, 58%.

# PROTOCOLO DE MONITORAMENTO DA SMA/SP

## Como amostrar?

### Cobertura do solo no Cerrado

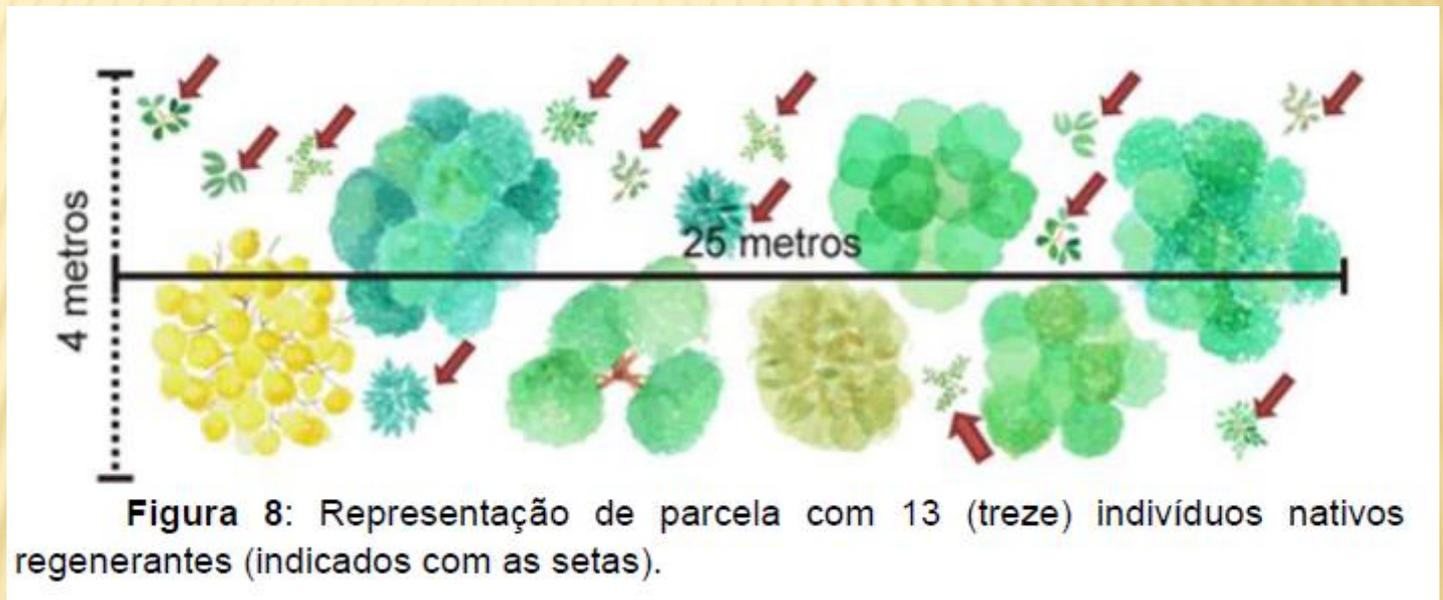


**Figura 6.** Esquema exemplificativo da avaliação do indicador “cobertura do solo com vegetação nativa” para Cerrado *strictu sensu*. A área de solo coberta com quaisquer formas de vida vegetal, desde que nativas, deve ser contabilizada. Neste exemplo, a cobertura do solo por vegetação nativa na parcela é de 25m, ou seja, 100%.

# PROTOCOLO DE MONITORAMENTO DA SMA/SP

## Como amostrar?

Densidade de indivíduos nativos regenerantes (plantas/ha)

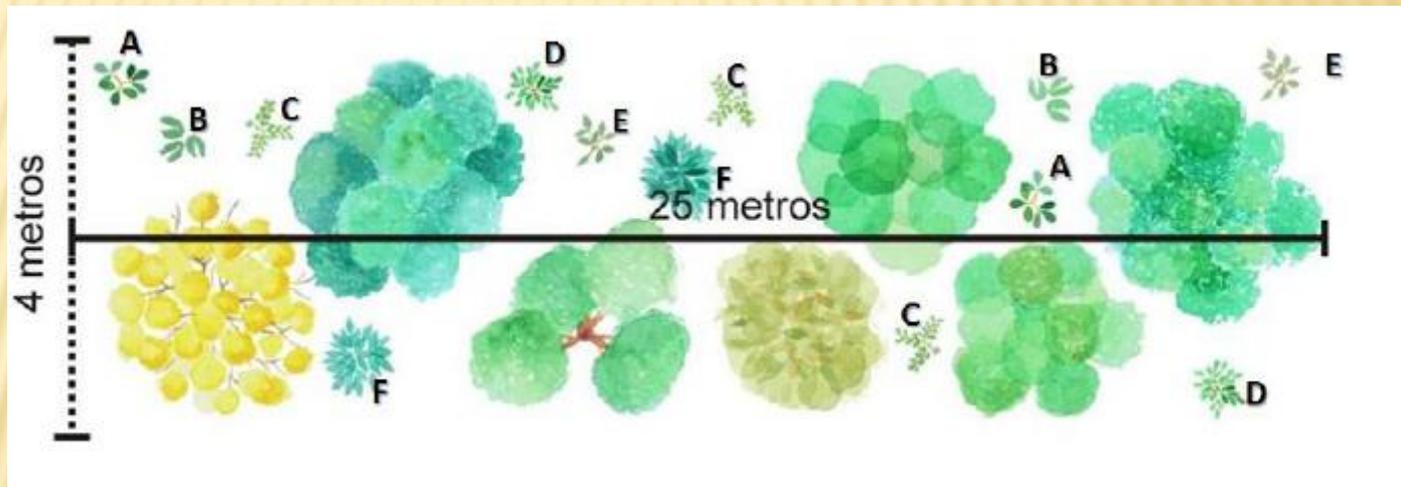


**Critério de inclusão:  $H \geq 50\text{cm}$ ,  $\text{CAP} < 15\text{cm}$**   
**Calcular por parcela e tirar a média.**

# PROTOCOLO DE MONITORAMENTO DA SMA/SP

## Como amostrar?

Riqueza de espécies nativas regenerantes (total de espécies amostradas)



**Critério de inclusão:  $H \geq 50\text{cm}$ ,  $CAP < 15\text{cm}$**

**Atenção: não recontar a espécie se ela aparecer nas parcelas seguintes**

# PROTOCOLO DE MONITORAMENTO DA SMA/SP

## Quanto amostrar?

**Tabela 2:** Cálculo do número (N) de parcelas por Projeto.

Área do projeto (ha) = A	Nº parcelas amostrais
$A \leq 1$	5
$A > 1$	nº de hectares + 4 *

\*Limitado a um número máximo de 50 parcelas, independentemente da área do projeto.

# PROTOCOLO DE MONITORAMENTO DA SMA/SP

**I – Adequado:** valores esperados para o prazo determinado;

**II – Mínimo:** valores estão dentro da margem de tolerância para o prazo determinado e cumprem as exigências mínimas, porém indica a necessidade da realização de ações corretivas para não comprometer resultados futuros .

**III – Crítico:** valores mínimos esperados não atingidos no prazo determinado, sendo exigida a readequação do projeto por meio da realização de ações corretivas.

# RESOLUÇÃO SMA-SP 32/14

## VALORES DE REFERÊNCIA PARA MONITORAMENTO DOS PROJETOS DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA - Florestas

Florestas Ombrófilas e Estacionais ** / Restinga Florestal ** / Mata Ciliar em região de Cerrado **										
Indicador	Cobertura do solo com vegetação nativa (%)*			Densidade de indivíduos nativos regenerantes (ind./ha)**			No. de espécies nativas regenerantes (n° spp.)***			
	Nível de adequação	crítico	mínimo	adequado	crítico	mínimo	adequado	crítico	mínimo	adequado
Valores intermediários de referência	3 anos	0 a 15	15 a 80	acima de 80	-	0 a 200	acima de 200	-	0 a 3	acima de 3
	5 anos	0 a 30	30 a 80	acima de 80	0 a 200	200 a 1000	acima de 1000	0 a 3	3 a 10	acima de 10
	10 anos	0 a 50	50 a 80	acima de 80	0 a 1000	1000 a 2000	acima de 2000	0 a 10	10 a 20	acima de 20
	15 anos	0 a 70	70 a 80	acima de 80	0 a 2000	2000 a 2500	acima de 2500	0 a 20	20 a 25	acima de 25
Valores utilizados para atestar recomposição	20 anos	0 a 80	-	acima de 80	0 a 3000	-	acima de 3000	0 a 30	-	acima de 30

# RESOLUÇÃO SMA-SP 32/14

## VALORES DE REFERÊNCIA PARA MONITORAMENTO DOS PROJETOS DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA - Cerrado

	Cerradão ou Cerrado <i>stricto sensu</i>									
	Indicador	Cobertura do solo com vegetação nativa (%)*			Densidade de indivíduos nativos regenerantes (ind./ha)***			No. de espécies nativas regenerantes (n° spp.) ***		
		Nível de adequação	crítico	mínimo	adequado	crítico	mínimo	adequado	crítico	mínimo
Valores intermediários de referência	3 anos	0 a 15	15 a 80	acima de 80	-	0 a 200	acima de 200	-	0 a 3	acima de 3
	5 anos	0 a 30	30 a 80	acima de 80	0 a 200	200 a 500	acima de 500	0 a 3	3 a 10	acima de 10
	10 anos	0 a 50	50 a 80	acima de 80	0 a 500	500 a 1000	acima de 1000	0 a 10	10 a 15	acima de 15
	15 anos	0 a 70	70 a 80	acima de 80	0 a 1000	1000 a 1500	acima de 1500	0 a 15	15 a 20	acima de 20
Valores usados para atestar recomposição	20 anos	0 a 80	-	acima de 80	0 a 2000	-	acima de 2000	0 a 25	-	acima de 25

# RESOLUÇÃO SMA-SP 32/14

## VALORES DE REFERÊNCIA PARA ATESTAR A RECOMPOSIÇÃO

TIPO DE VEGETAÇÃO	INDICADOR E UNIDADE DE MEDIDA		
	Cobertura do solo com vegetação nativa (%)*	Densidade de indivíduos nativos regenerantes (ind./ha)**	No. de espécies nativas regenerantes (n° spp.) ***
Florestas ombrófilas e estacionais**	acima de 80	acima de 3.000	acima de 30
Restinga Florestal**	acima de 80	acima de 3.000	acima de 30
Mata Ciliar em região de Cerrado**	acima de 80	acima de 3.000	acima de 30
Cerradão ou Cerrado <i>stricto sensu</i>	acima de 80	acima de 2.000	acima de 25
Manguezal**	acima de 80	-	-
Formações abertas e campestres no bioma Mata Atlântica (Campos de Altitude; Restinga Não-florestal)	acima de 80	-	-
Formações abertas no bioma Cerrado (Campo Cerrado, Campo Sujo, Campo Limpo ou Campo Úmido)	acima de 80	-	-

# CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O MONITORAMENTO

1. O **monitoramento** pode ter **diversos objetivos** e definir os indicadores em concordância com o objetivo do monitoramento é fundamental;
2. **Principais indicadores:** cobertura florestal, densidade, regeneração natural de espécies nativas;
3. Há **protocolos de monitoramento** que pode ser aplicados para avaliar a trajetória ecológica, independentemente da técnica de restauração empregada (ex: Pacto e SMA-SP);
4. Há um **grande desafio** para se estabelecer **valores de referência** para os indicadores de monitoramento da restauração;

# REFERÊNCIAS:

- Chaves RB et al. (2015) On the need of legal frameworks for assessing restoration projects success: new perspectives from São Paulo state (Brazil). Restoration Ecology doi: 10.1111/rec.12267;
- Dale VH, Beyeler SC (2001) Challenges in the development and use of ecological indicators. Ecological Indicators 1:3-10
- Suganuma MS, Durigan G (2015) Indicators of restoration success in riparian tropical forests using multiple reference ecosystems. Restoration Ecology 23:238-251.
- Wortley L, Hero JM, Howes M (2013) Evaluating Ecological Restoration Success: A Review of the Literature. Restoration Ecology 5:537-543.
  
- Primer da SER (disponível no site da ser)
- Cadernos de Mata Ciliar – monitoramento (disponível no site da SMA)
- Resolução SMA 32\_14 (disponível no site da SMA)
- Protocolo SMA-SP – Portaria CBRN 01/2015 (disponível site da SMA-SP)
- Protocolo de monitoramento do Pacto (disponível no site do Pacto)