



# MONITORAMENTO DA RESTAURAÇÃO

*Prof. Pedro Brancalion*



**ESALQ**

**LAS TROP**



# O monitoramento no contexto da restauração ecológica

RESTAURAÇÃO



ECOLÓGICA



1. Exame (diagnóstico ambiental)
2. Prescrição de um tratamento (métodos de restauração ecológica)
3. Acompanhamento (monitoramento)

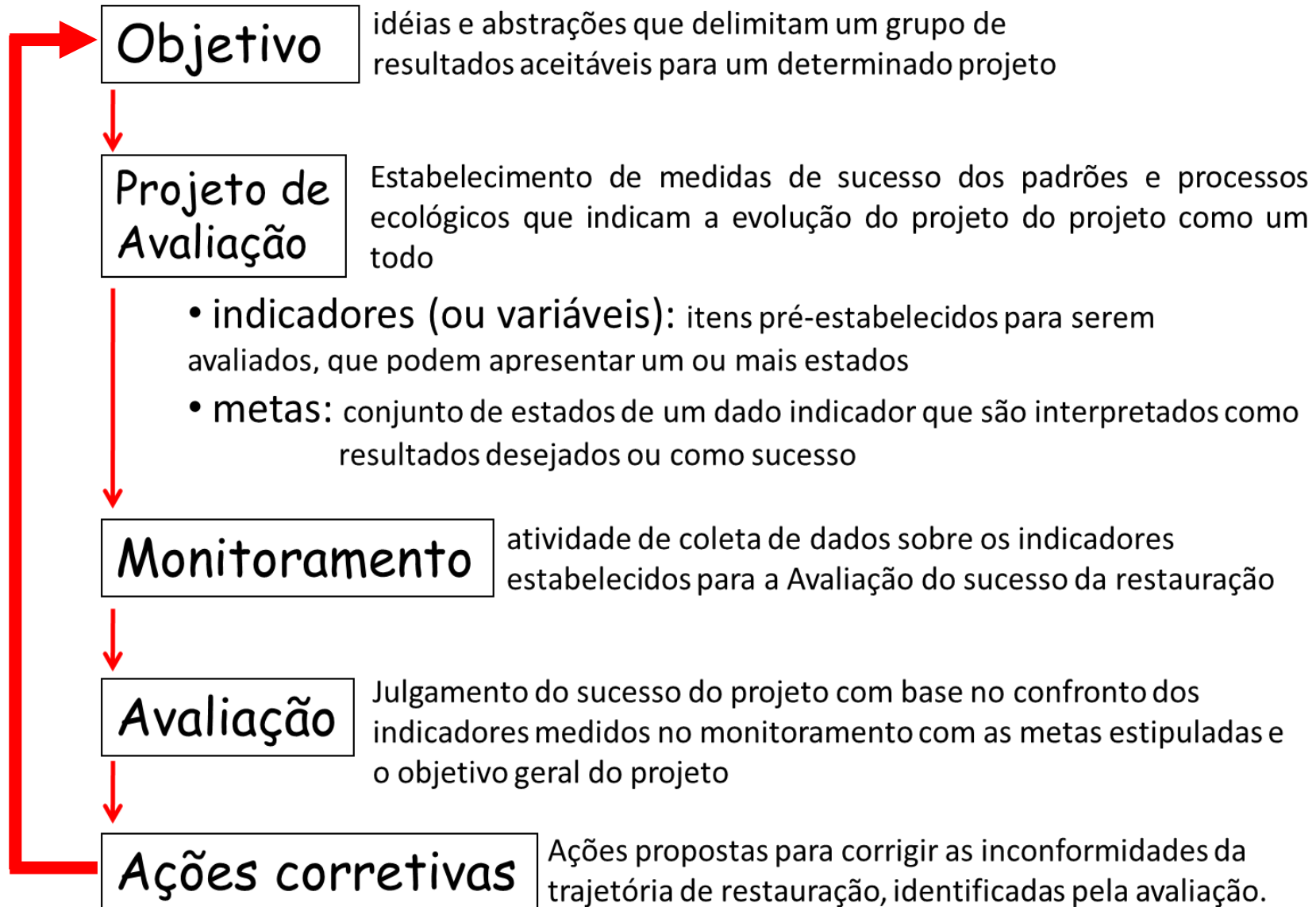


# Contextos do monitoramento da restauração ecológica

- Aferição de serviço prestado
- Cumprimento de demandas legais
- Manejo adaptativo
- Aferição de benefícios almejados (<https://www.youtube.com/watch?v=YUJpRxCgUBk>)
- Pagamento por serviços ambientais
- Pesquisa científica e tecnológica



# Estrutura lógica de um processo de monitoramento



## Características de um bom indicador ecológico

1. Ser **sensível** a fatores que modificam o ecossistema;
2. Responder aos fatores que atuam sobre o ecossistema de forma **previsível**;
3. Possibilitar **predições** sobre os efeitos dos agentes de degradação ou sobre os efeitos benéficos de intervenções que venham a ser aplicadas;
4. Ser **integrativo** (representar, na medida do possível, outras variáveis mais difíceis de medir);
5. Ter **baixa variabilidade** nas respostas aos fatores que representa.

# Atributos dos ecossistemas e indicadores associados

## **Estrutura**

forma como a comunidade vegetal está organizada espacialmente. Ex: altura média do dossel, estratificação, a cobertura do solo, área basal, a densidade de indivíduos.

## **Composição**

espécies e aos grupos funcionais que integram a comunidade vegetal. Ex: riqueza de espécies nativas regionais, árvores exóticas invasoras, grupos funcionais.

## **Funcionamento**

restabelecimento dos processos ecológicos que permitem a auto-perpetuação da comunidade vegetal. Ex: mortalidade, herbivoria, predação de sementes, fenologia, polinização, chuva de sementes, recrutamento, acúmulo de biomassa.

## Forma de medição ou coleta do indicador

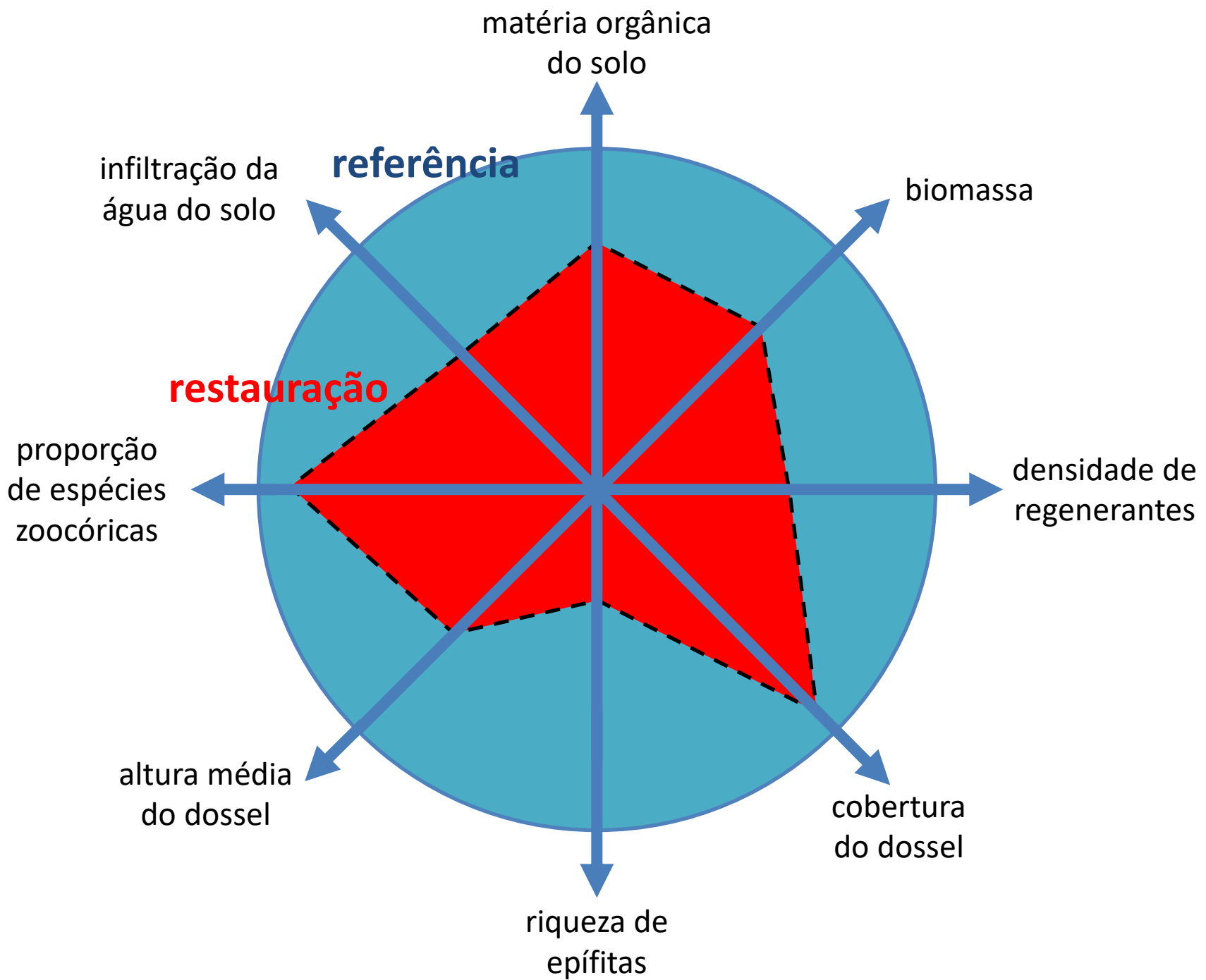
**Indicadores qualitativos:** obtidos de forma não mensurável, com base na observação e julgamento do observador. Tais indicadores são utilizados normalmente de forma abstrata e subjetiva, sem que haja um conjunto de dados para que um determinado indicador seja incluído em cada categoria de qualidade.

*(exemplos, problemas e vantagens)*

**Indicadores quantitativos:** se valem da mensuração de determinados descritores da área em processo de restauração.

*(exemplos, problemas e vantagens)*

**Formas de medição:** direta e indireta



matéria orgânica do solo

biomassa

densidade de regenerantes

cobertura do dossel

riqueza de epífitas

altura média do dossel

proporção de espécies zoocóricas

infiltração da água do solo

**referência**

**restauração**



## Exemplo de protocolo: SIMA SP (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.**

I – exigidos como condição para a emissão de autorizações e licenças ambientais pela CETESB;

II – exigidos pelos órgãos ambientais visando promover a reparação de danos ambientais, medidas mitigadoras ou compensatórias ambientais (TAC ou TCRA);

III – previstos na nova lei florestal ou na recomposição de Reserva Legal e de APP, inclusive por meio de Projetos de Recomposição de Áreas Degradadas e Alteradas (PRADA) dos Programas de Regularização Ambiental (PRA);

IV – financiados com recursos públicos para fins de recomposição, sujeitos à aprovação de órgãos e entidades integrantes do SEAQUA.

## Exemplo de protocolo: SIMA SP (Resolução 32/14)

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



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);

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

**II – densidade de indivíduos nativos regenerantes**

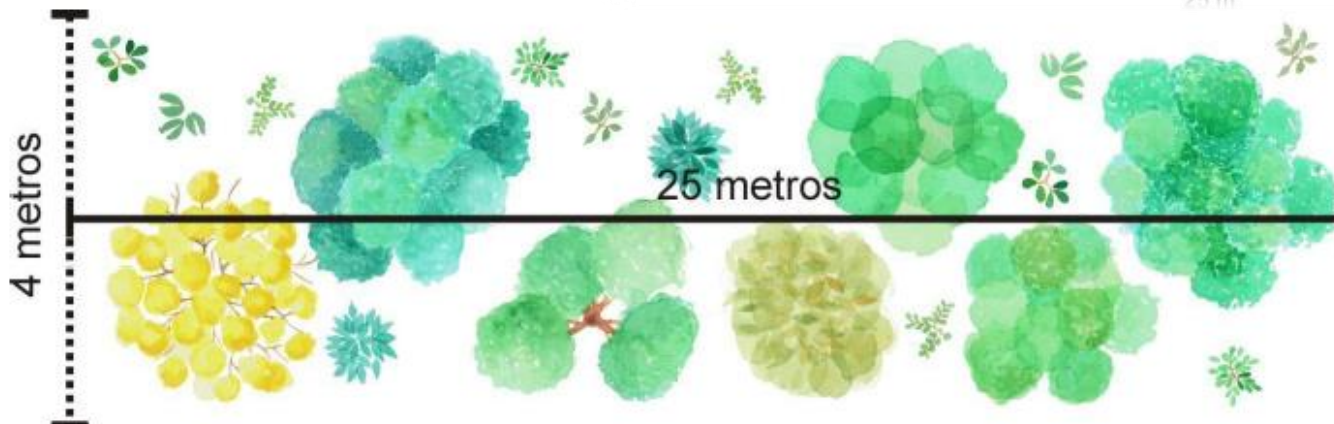
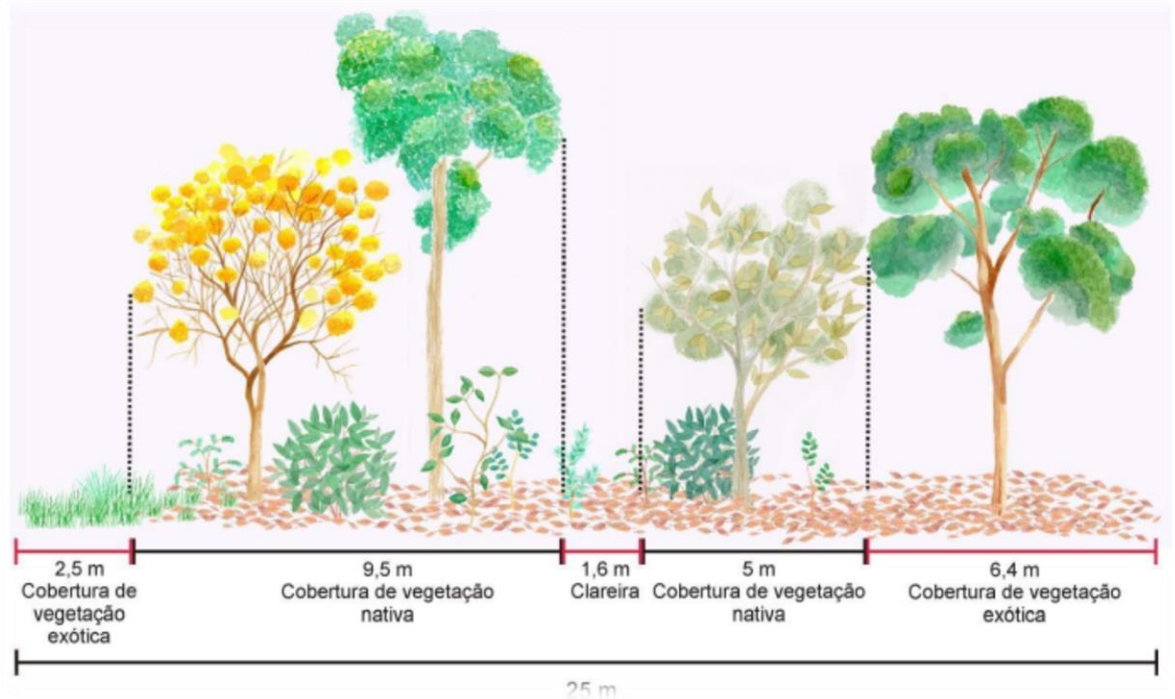
**III – número de espécies nativas regenerantes.**

## Exemplo de protocolo: SIMA SP (Resolução 32/14)

	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		

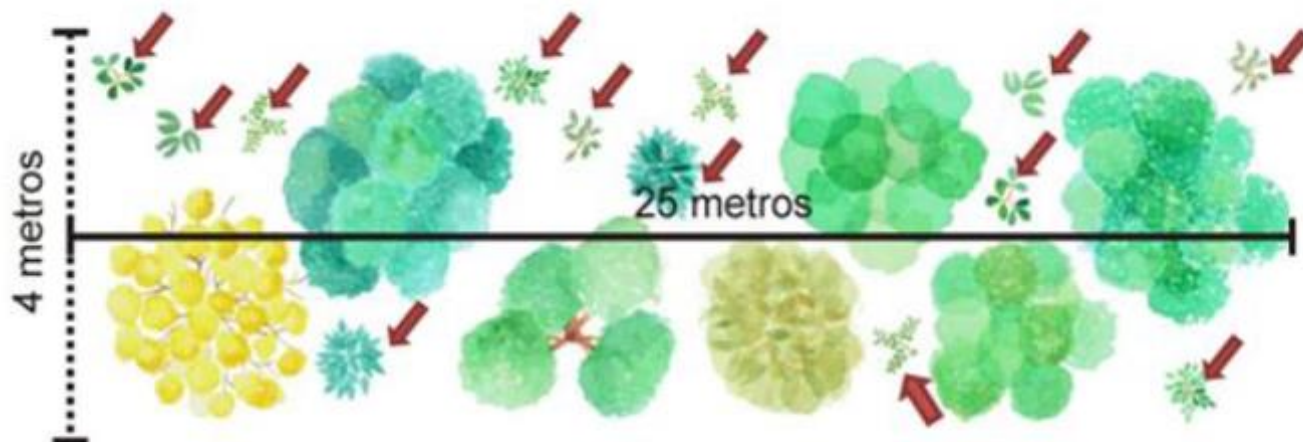
# Exemplo de protocolo: SIMA SP (Resolução 32/14)

Como amostrar?



# Exemplo de protocolo: SIMA SP (Resolução 32/14)

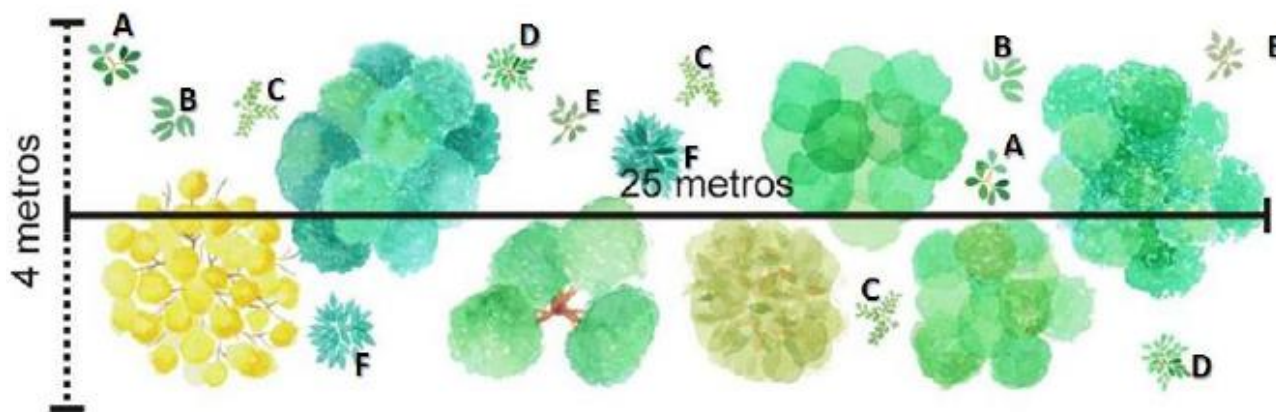
## Densidade de indivíduos nativos regenerantes (plantas/ha)



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

Calcular por parcela e tirar a média.

## Riqueza de espécies nativas regenerantes (total de espécies amostradas)



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

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



## Exemplo de protocolo: SIMA SP (Resolução 32/14)

### 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.

## Exemplo de protocolo: SIMA SP (Resolução 32/14)

**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.

# Exemplo de protocolo: SIMA SP (Resolução 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° ssp.)***			
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	<b>0 a 80</b>	-	<b>acima de 80</b>	<b>0 a 3000</b>	-	<b>acima de 3000</b>	<b>0 a 30</b>	-	<b>acima de 30</b>

# Exemplo de protocolo: SIMA SP (Resolução 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	-	-

# Exemplo de protocolo: Pacto Mata Atlântica



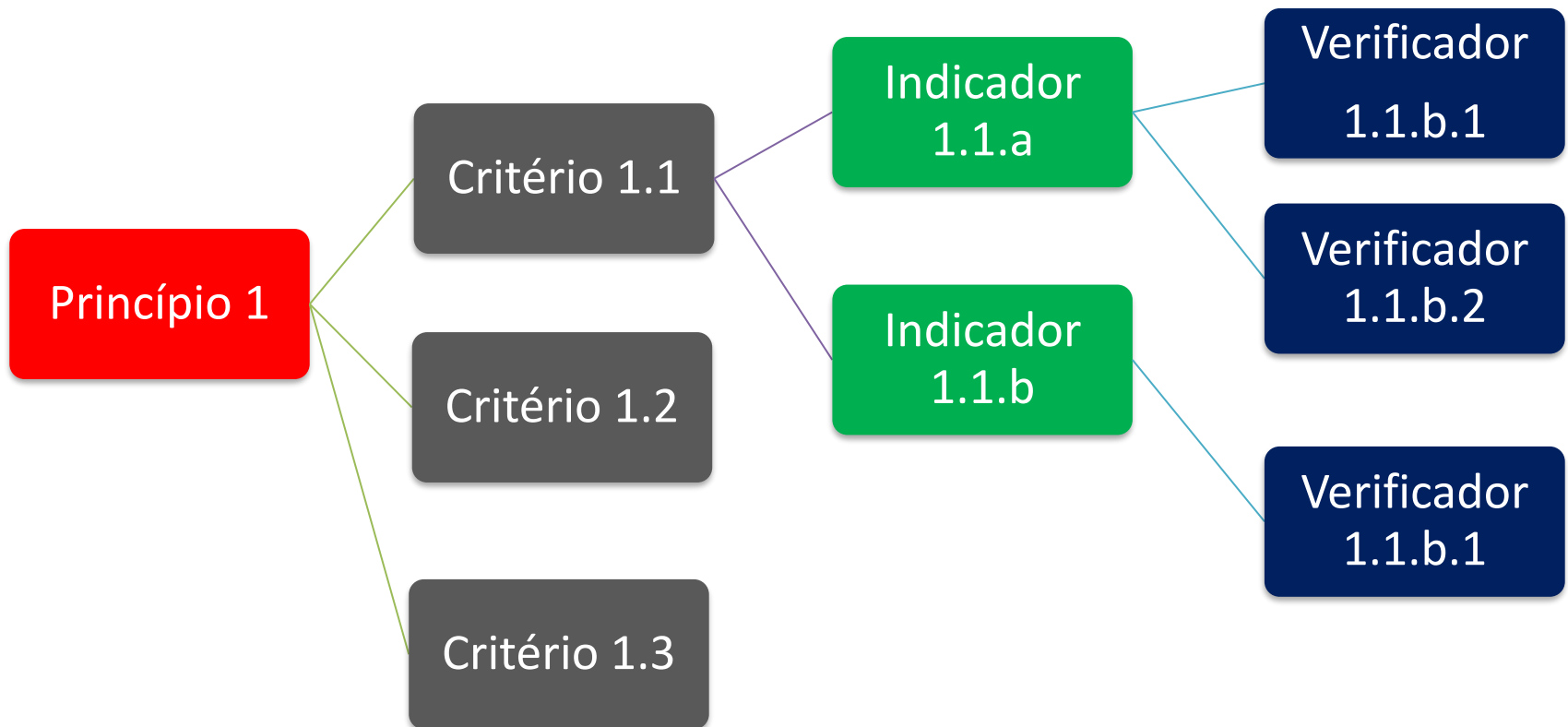
PROTOCOLO DE MONITORAMENTO  
PARA PROGRAMAS / PROJETOS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL

2013



# Exemplo de protocolo: Pacto Mata Atlântica

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



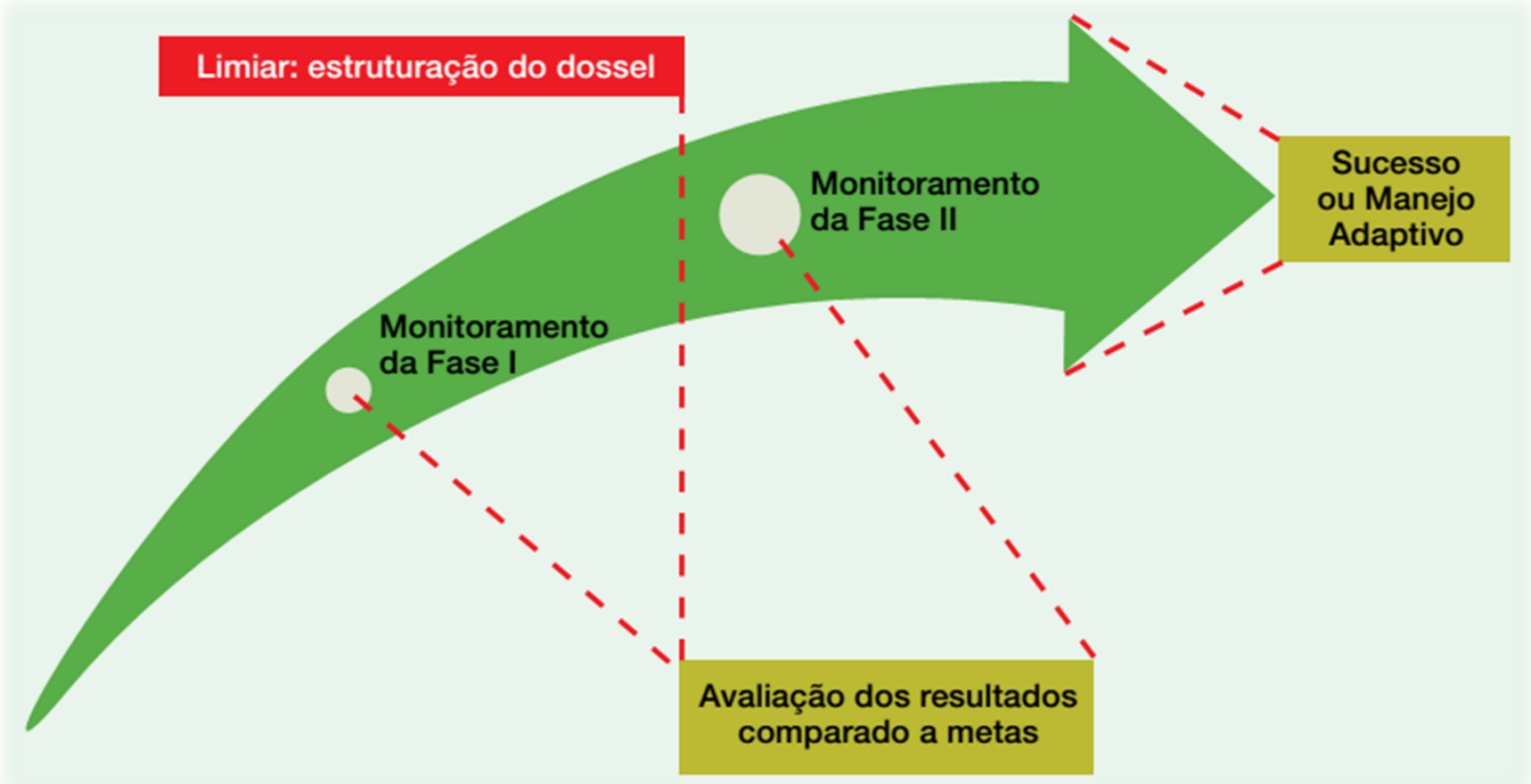
## Exemplo de protocolo: Pacto Mata Atlântica

### Os princípios do Protocolo de Monitoramento da Restauração



## Exemplo de protocolo: Pacto Mata Atlântica

**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.



# Exemplo de protocolo: Pacto Mata Atlântica

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



**Estrutura**

**Composição**

**Edáfico**

**Fatores de  
degradação**

- **Cobertura florestal**
- Cobertura de herbáceas invasoras
  - Composição e densidade de arbóreas invasoras;
  - Identificação de espécies de recobrimento;
- Compactação do solo, fertilidade e textura;
- Conservação do solo;
- Fogo;
- Gado;
- Formigas-cortadeiras, etc.

## Exemplo de protocolo: Pacto Mata Atlântica

### Princípio Ecológico – Fase I

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 <i>invasoras</i> <i>não</i>	Soma das medidas dos trechos da linha amostral cobertos por copa das árvores não invasoras (m), em relação ao comprimento da linha.



# Exemplo de protocolo: Pacto Mata Atlântica

## 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**

## Exemplo de protocolo: Pacto Mata Atlântica

### 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.

## Exemplo de protocolo: Pacto Mata Atlântica

# Como e quanto amostrar?

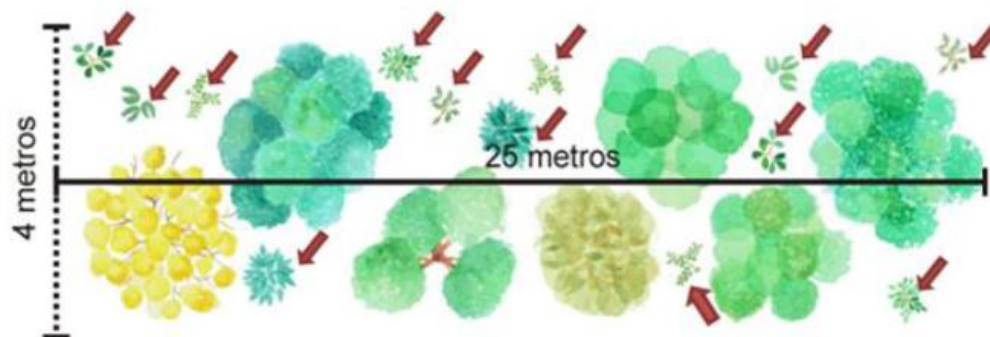


Tabela 2: Cálculo do número (N) de parcelas por Projeto.

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.

Idêntico ao protocolo SMA32/2014!

# Exemplo de protocolo: Pacto Mata Atlântica

## Princípio Socioeconômico:

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



Fonte de recursos

- De onde vem os recursos

Geração de emprego e renda

- Número de empregos gerados
- Valor do investimento do programa/projeto

Receitas e incentivos financeiros

- Pagamento por serviços ambientais (PSA)
- Comercialização de produtos florestais madeireiros e não madeireiros
- Compensação da RL e incentivos fiscais

# Exemplo de protocolo: Pacto Mata Atlântica

## Princípio de Gestão:

As iniciativas de restauração estão sendo documentadas?





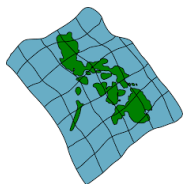
# Projeto NewFor



medidas de campo



mapeamento e modelagem



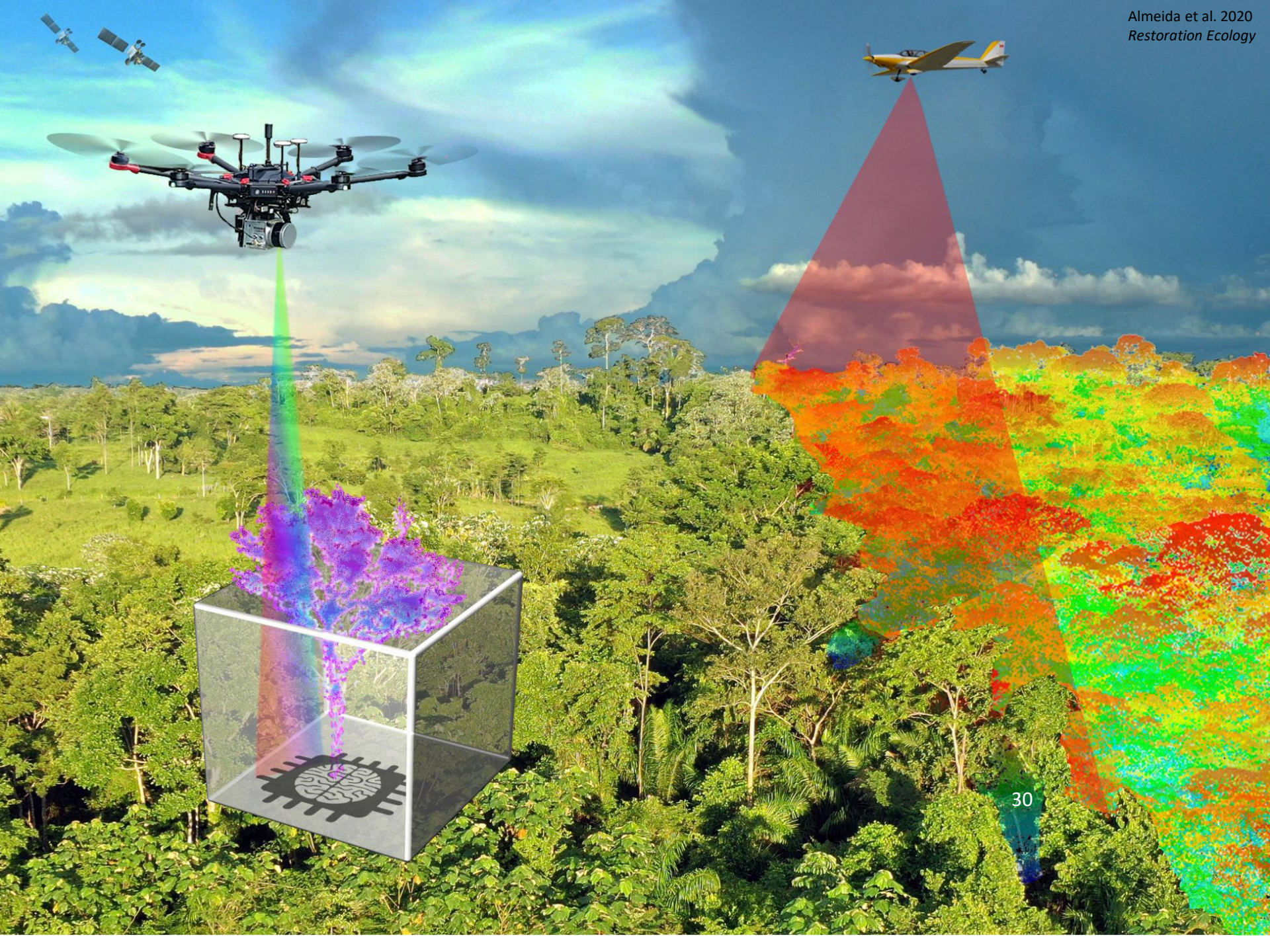
percepções sociais



**Multifuncionalidade** (30x30m plots)

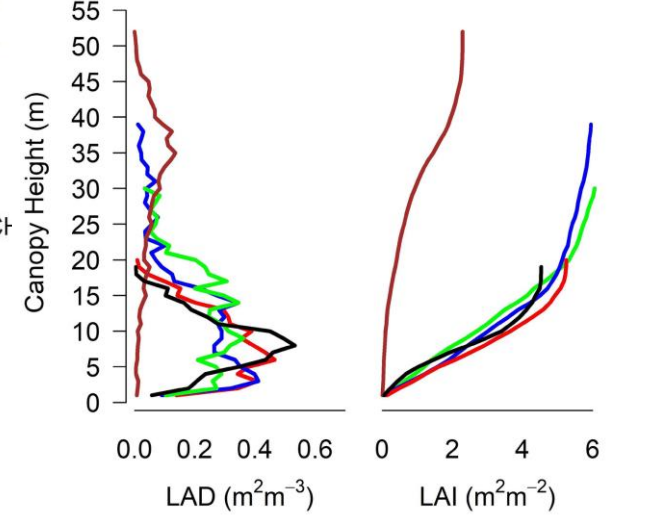
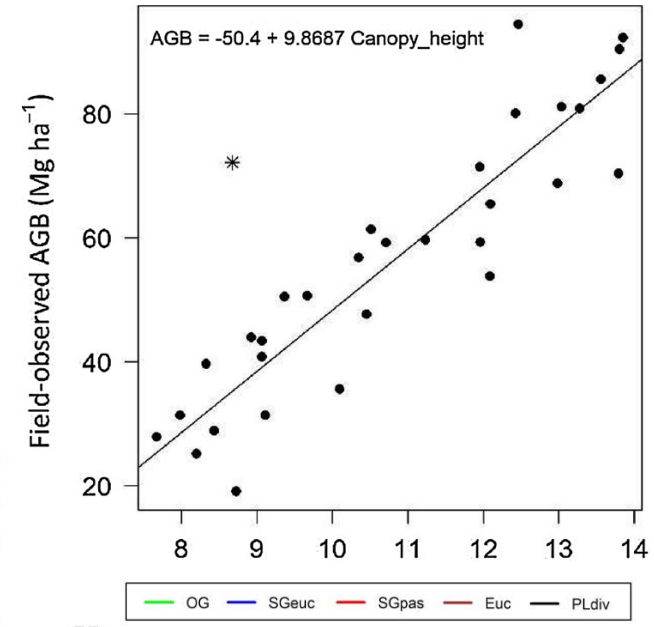
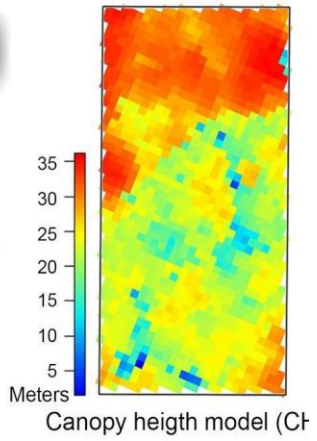
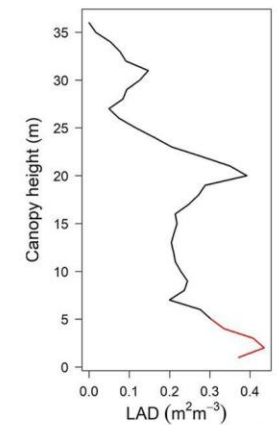
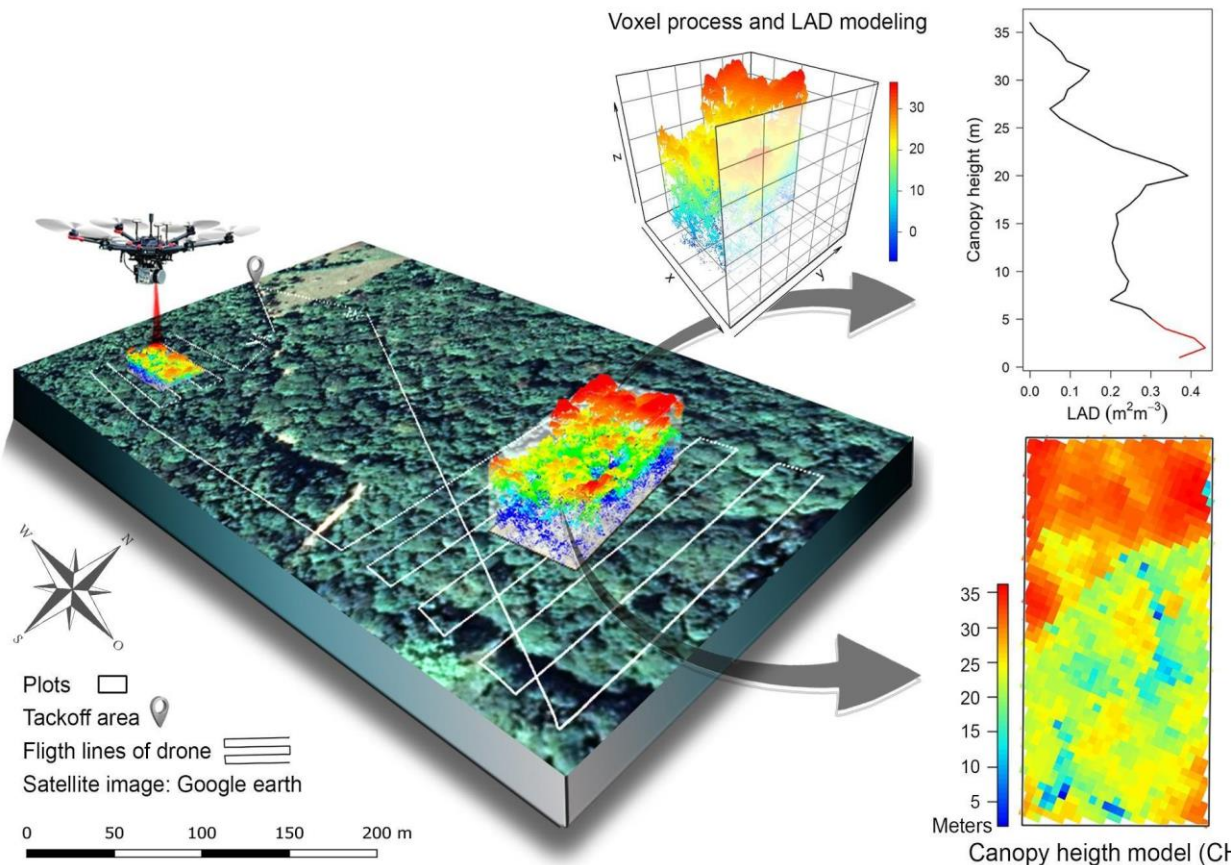
- ✓ biomassa acima do solo
- ✓ produção de madeira
- ✓ raízes finas
- ✓ diversidade taxonômica e funcional de árvores
- ✓ regeneração natural
- ✓ abundância de lianas
- ✓ cobertura de gramíneas
- ✓ madeira morta
- ✓ serapilheira
- ✓ infiltração da água no solo
- ✓ carbono do solo
- ✓ micro- e macro-porosidade
- ✓ textura e nutrientes do solo







# Monitoramento remoto - Lidar









Laboratório de Silvicultura Tropical  
pedrob@usp.br

[www.esalq.usp.br/lastrop](http://www.esalq.usp.br/lastrop)

LASTROP