

Mapeamento florestal usando drones

CBRA 2023
VII Congresso
Brasileiro de
Reflorestamento Ambiental



CePE-Geo





DÉCADA DAS NAÇÕES UNIDAS DA
**RESTAURAÇÃO
DE ECOSISTEMAS**
2021-2030

Contexto

Porque restauramos florestas?

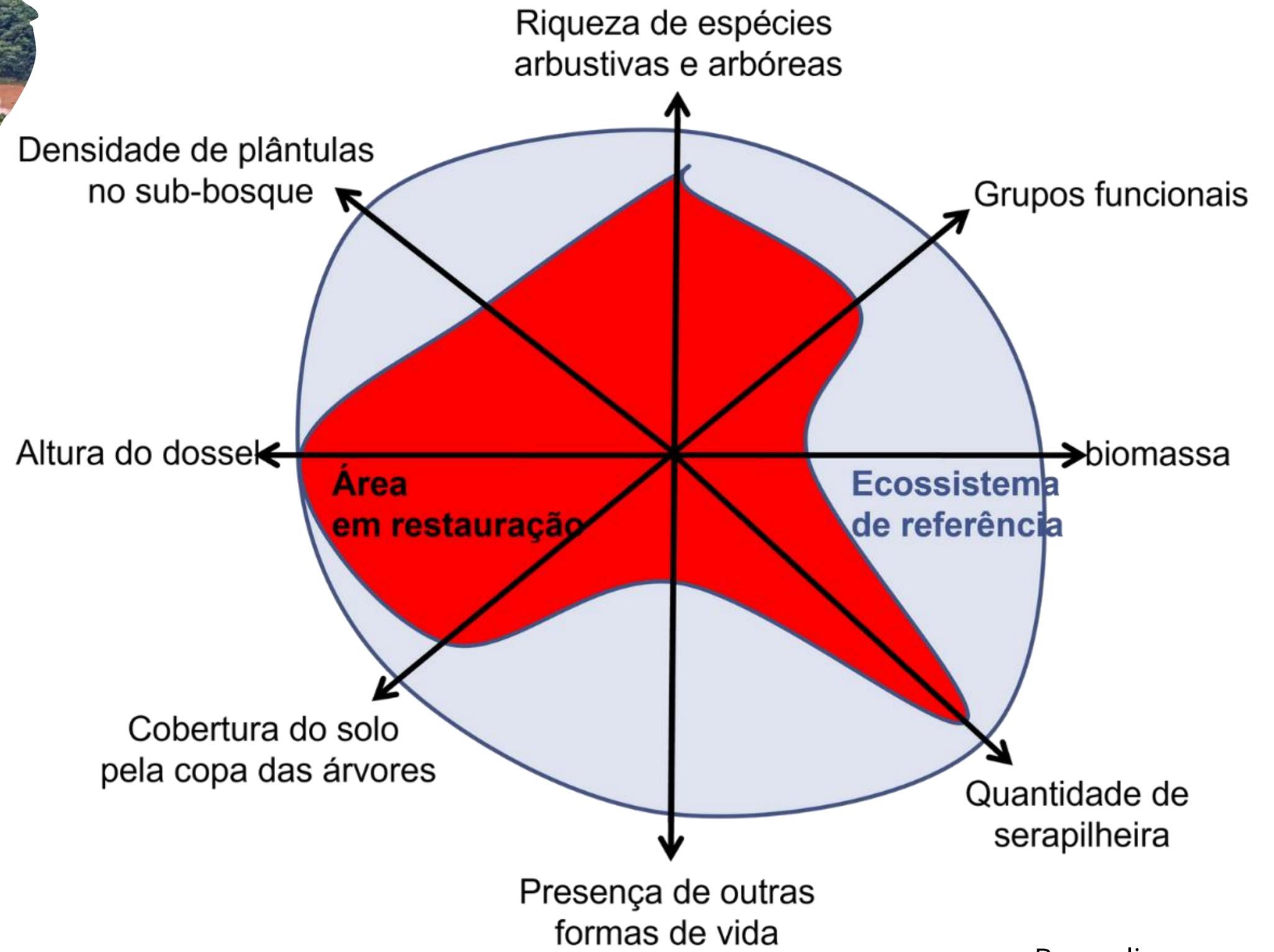
- Cumprimento de legislação
- Compensação Ambiental
- Recuperação de área degradada
- Atividade voluntária
- Pagamento por Serviços Ambientais



Contexto

Porque monitoramos florestas?

- Diagnóstico / Planejamento
- Aferição de serviço prestado
- Controle de qualidade (plantio)
- Cumprimento de legislação
- Correção de trajetória da restauração
- Quantificação e qualificação (Serviços Ecossistêmicos)
- Pesquisa Científica e tecnológica



Um bom projeto de restauração tem que ter...



newfor



Compreendendo florestas restauradas para o benefício das pessoas e da natureza - NewFor



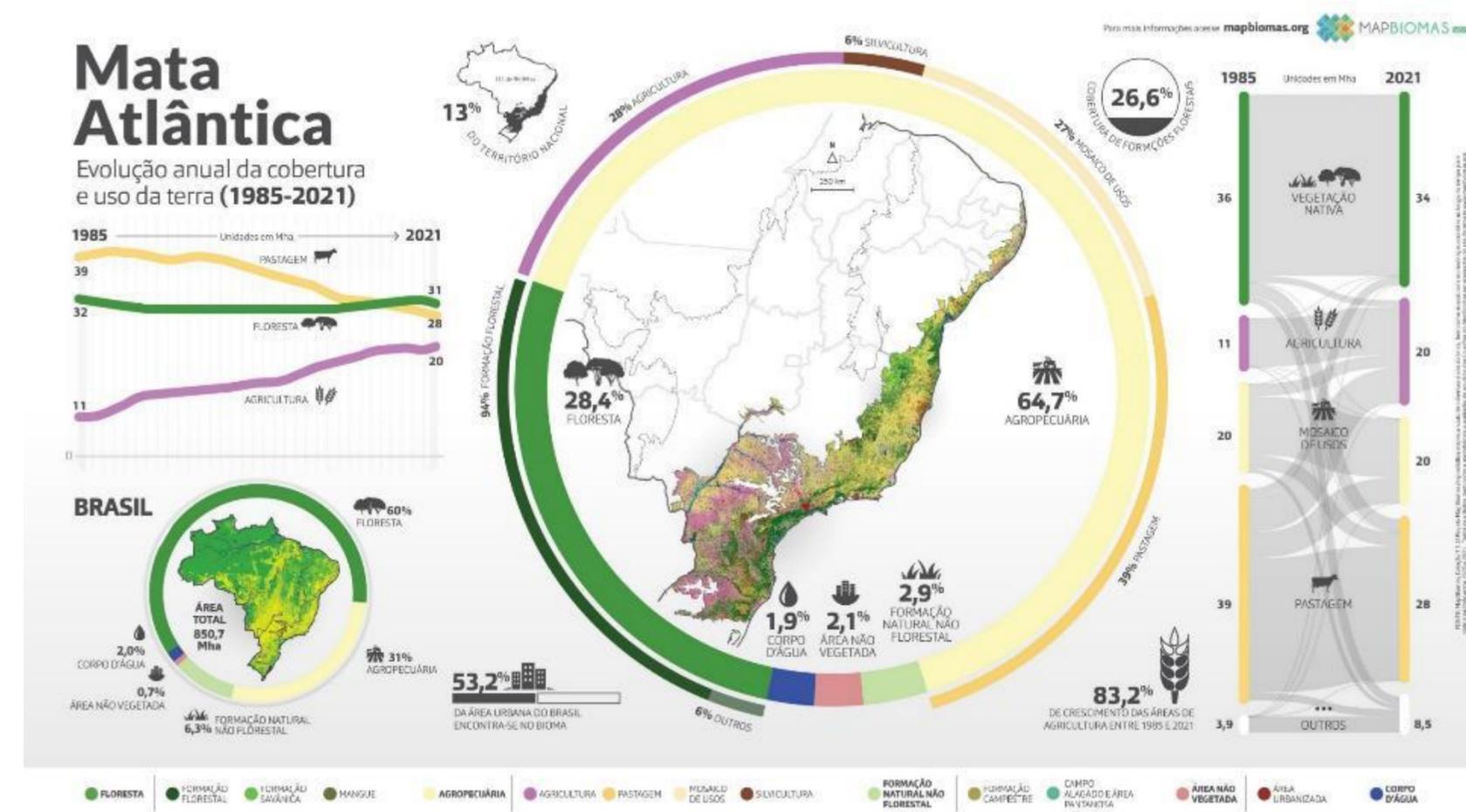
BIOTA
FAPESP

20
anos



Netherlands Organisation
for Scientific Research

O que é uma “nova Floresta”?



Floresta Conservada

Floresta Degradada

Regeneração Natural

Plantios de Restauração

Monocultivo abandonado

Plantios Mistos Comerciais

Sistemas Agroflorestais

Integração Lavoura Pastagem Floresta

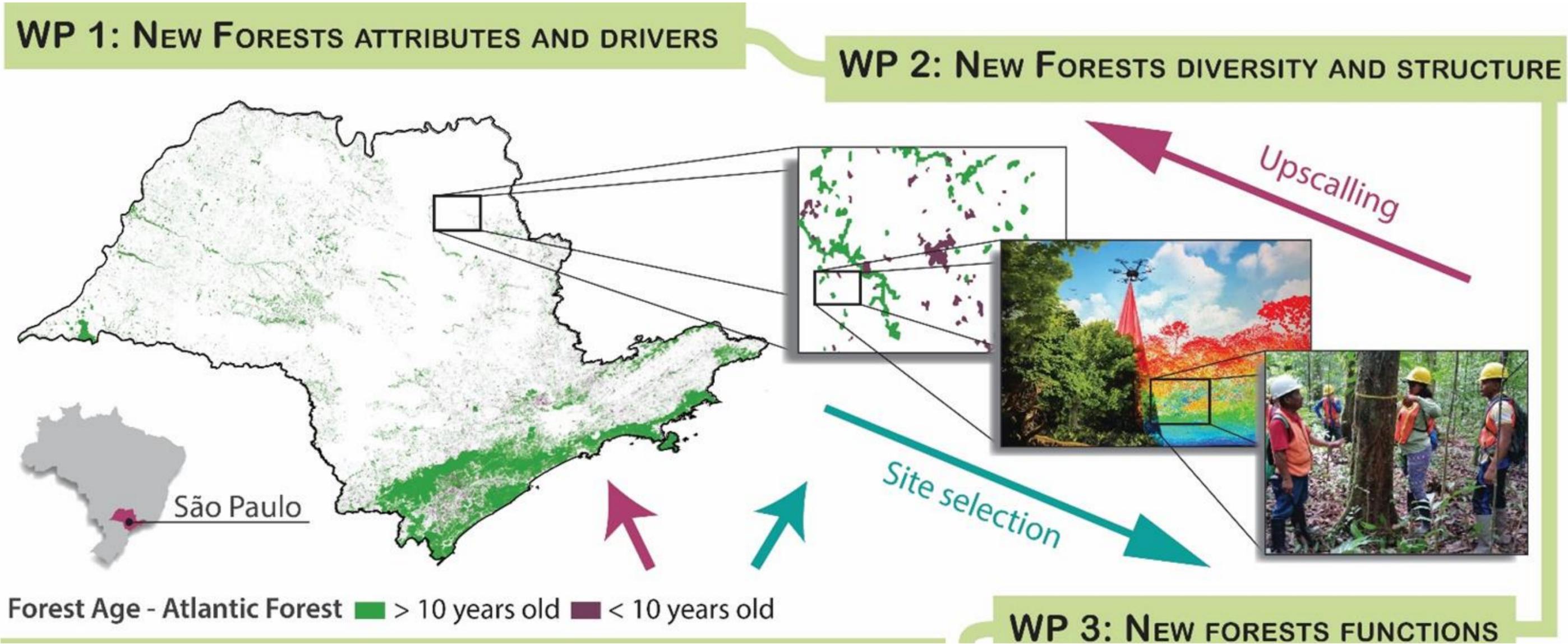


O1 - Determinando os atributos de novas florestas e determinantes de sua dinâmica de regeneração / desmatamento, através das principais ecorregiões do estado de São Paulo

- Tarefa 1: Mapear novas florestas
- Tarefa 2: determinar os direcionadores espaciais da regeneração de novas florestas / dinâmica de desmatamento
- Tarefa 3: produzir mapas de oportunidades de regeneração / desmatamento

O2 - Avaliação da diversidade e estrutura acima do solo das novas florestas

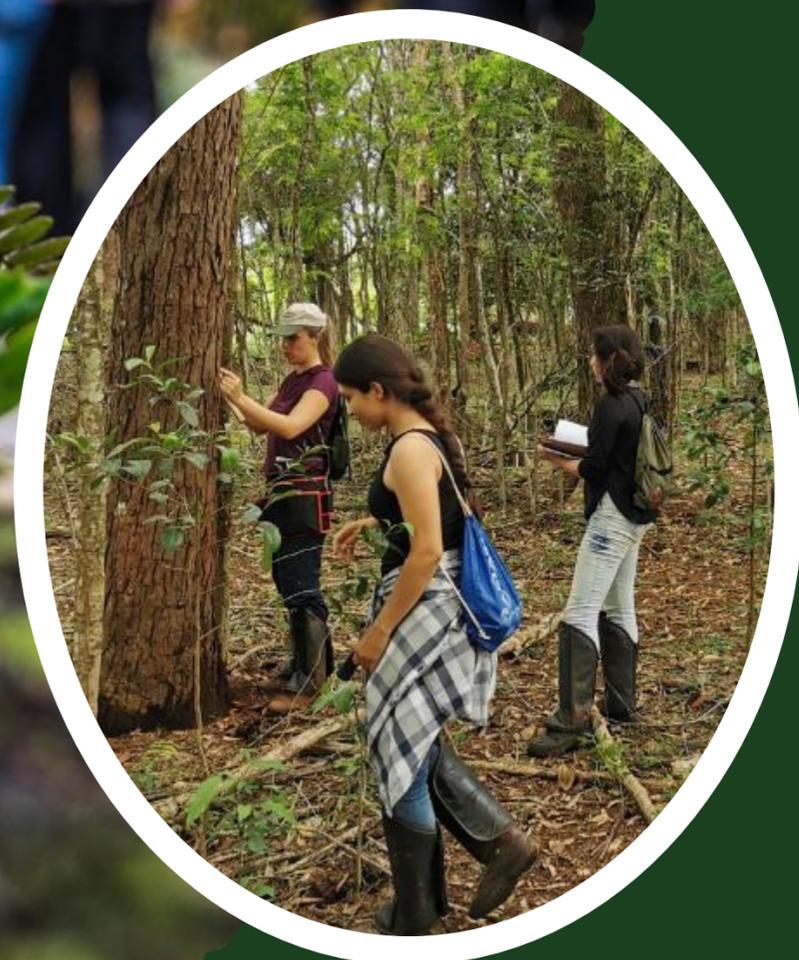
- Tarefa 1: realizar voos com um drone equipado com um LiDAR e um sensor hiperespectral
- Tarefa 2: inventários florestais e análises de campo
- Tarefa 3: upscaling



No Campo (Inventário)

Conferência das tipologias pré-classificadas
Confirmação da localização das parcelas
Parcelas 30 x 30m
Pontos GNSS precisos/acurados nos 4 vértices
Inventário Florestal (Protocolo NewFor)

- Biomassa acima do solo
- Espécies
- Regenerantes
- Espécies infestantes
- Diversidade funcional
- Madeira morta caída
- Serapilheira
- Solos
- Raízes Finas
- Infiltração de água no solo



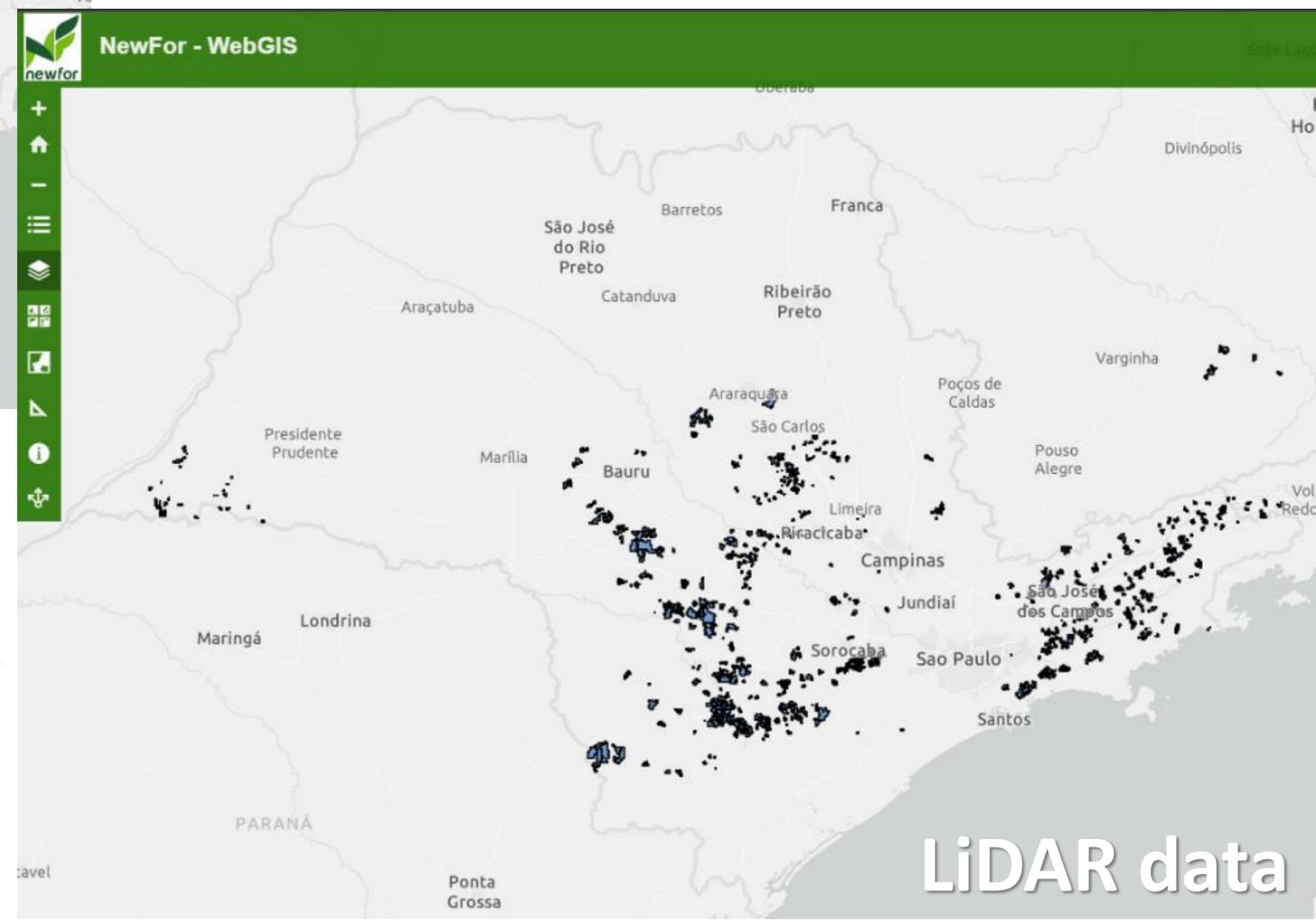
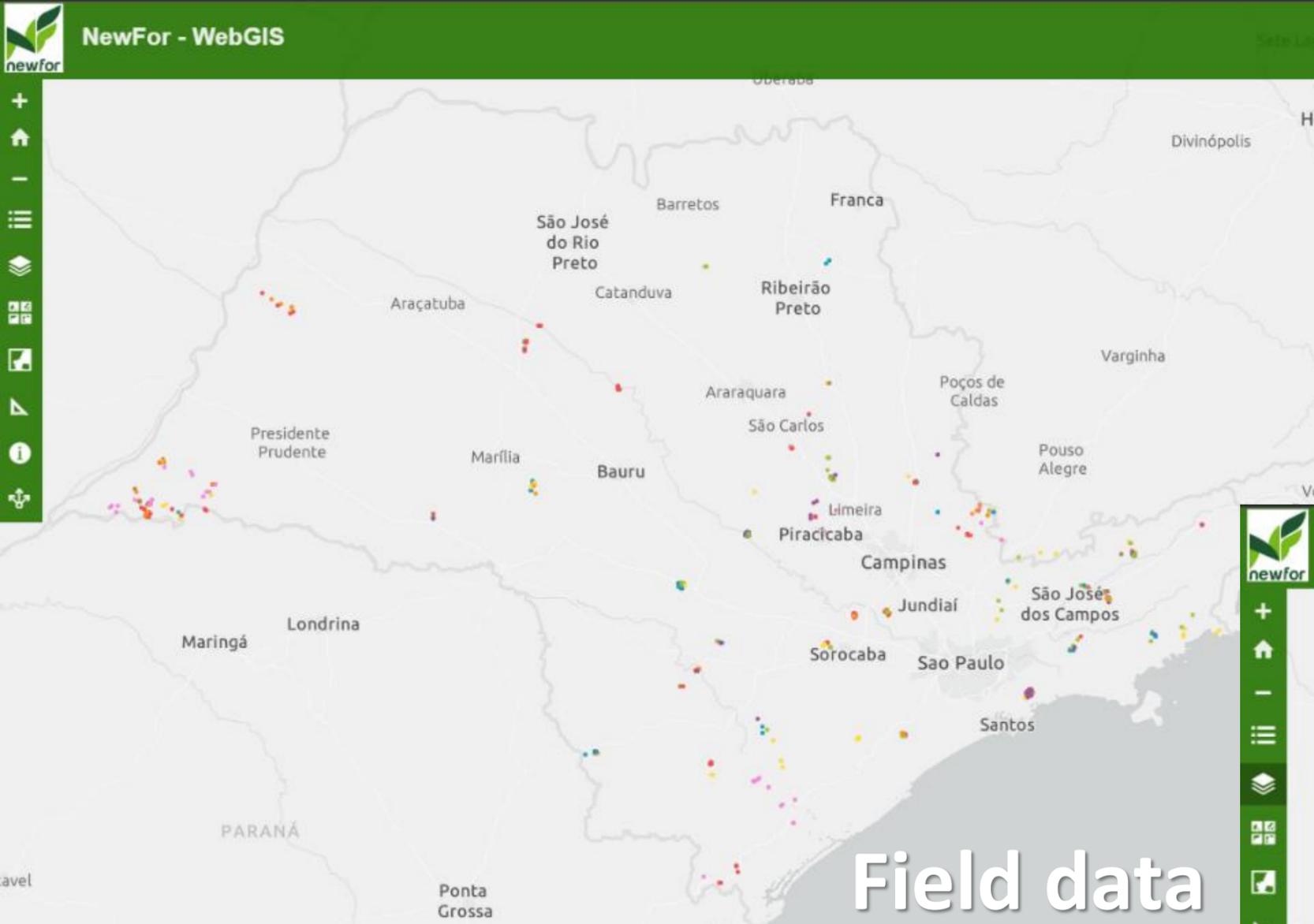
No Campo (RPAS/Drones)

Sobrevoos na paisagem
Imagens RGB
Imagens Multiespectrais
Imagens Hiperespectrais
Nuvem de pontos LiDAR

Plataformas:

DJI Matrice 600 RTK
DJI Matrice 300 RTK
DJI Mavic 2 Pro
Sensefly/AgEagle eBee-X RTK





Principais Resultados

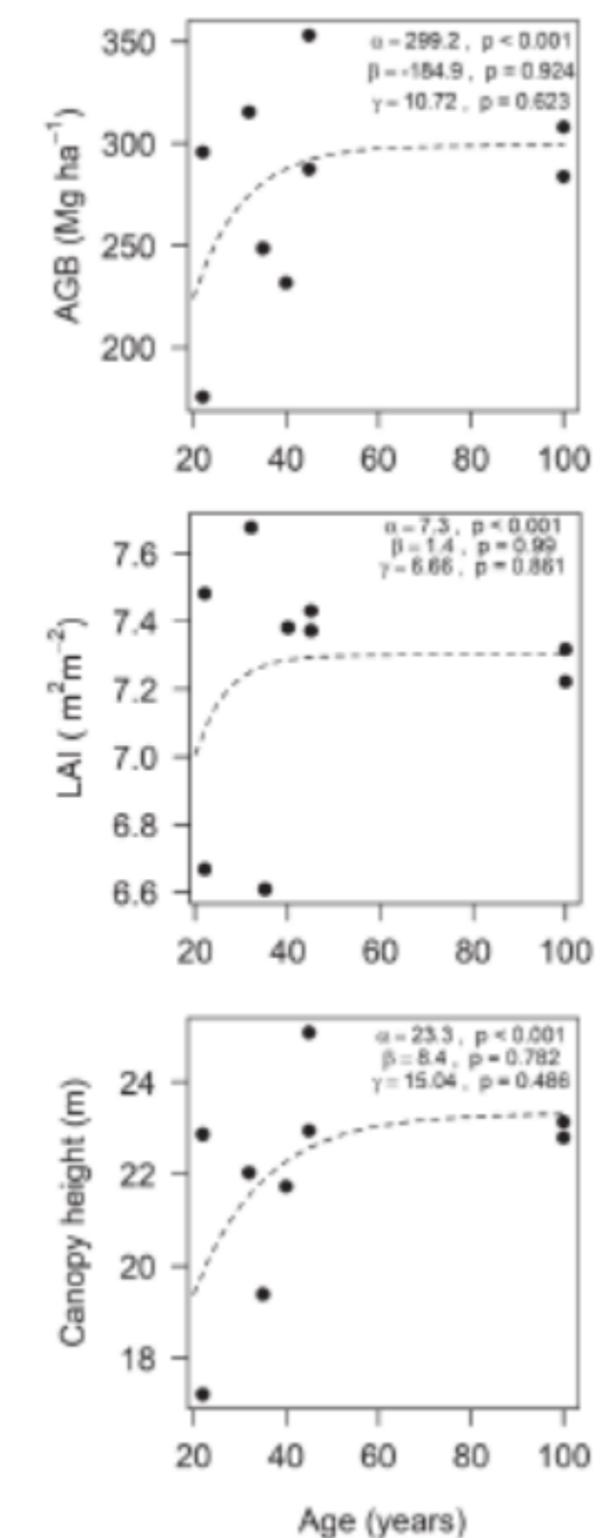
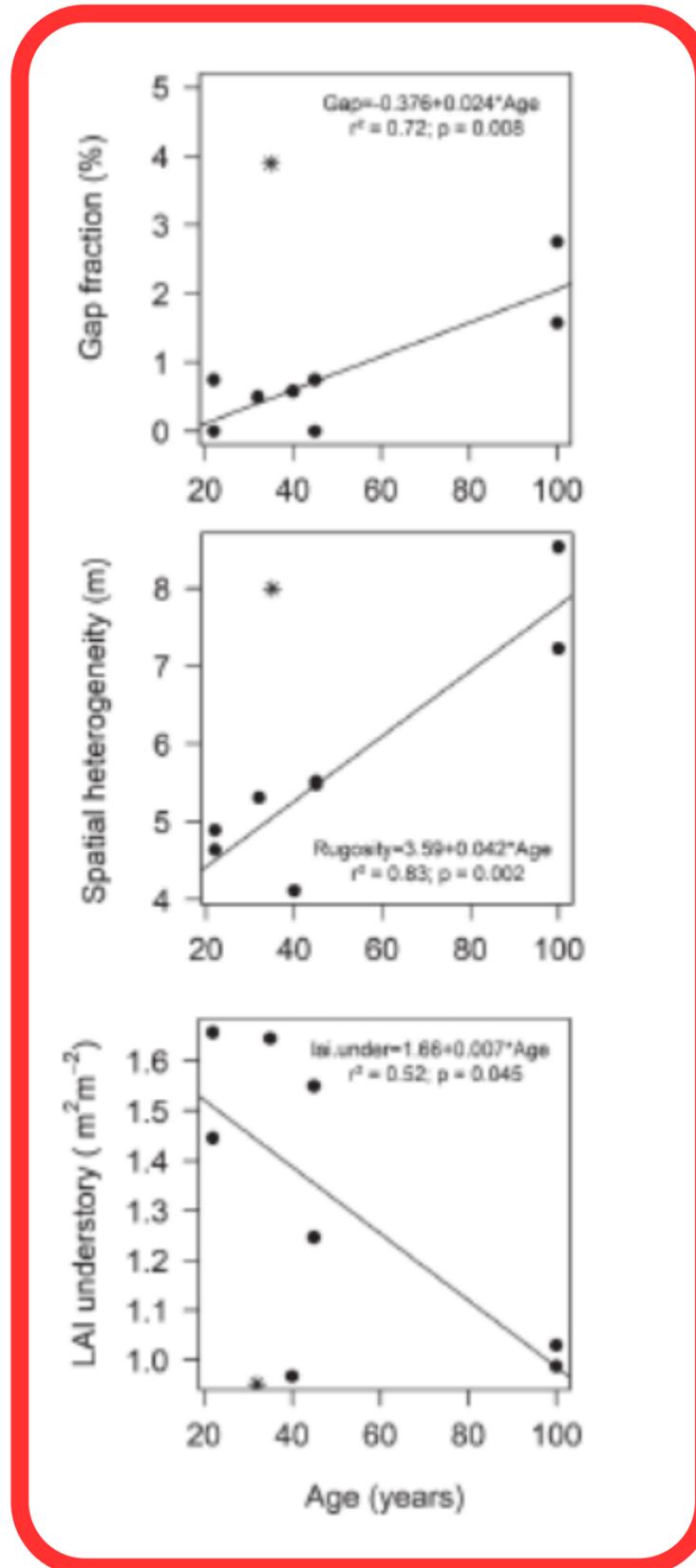
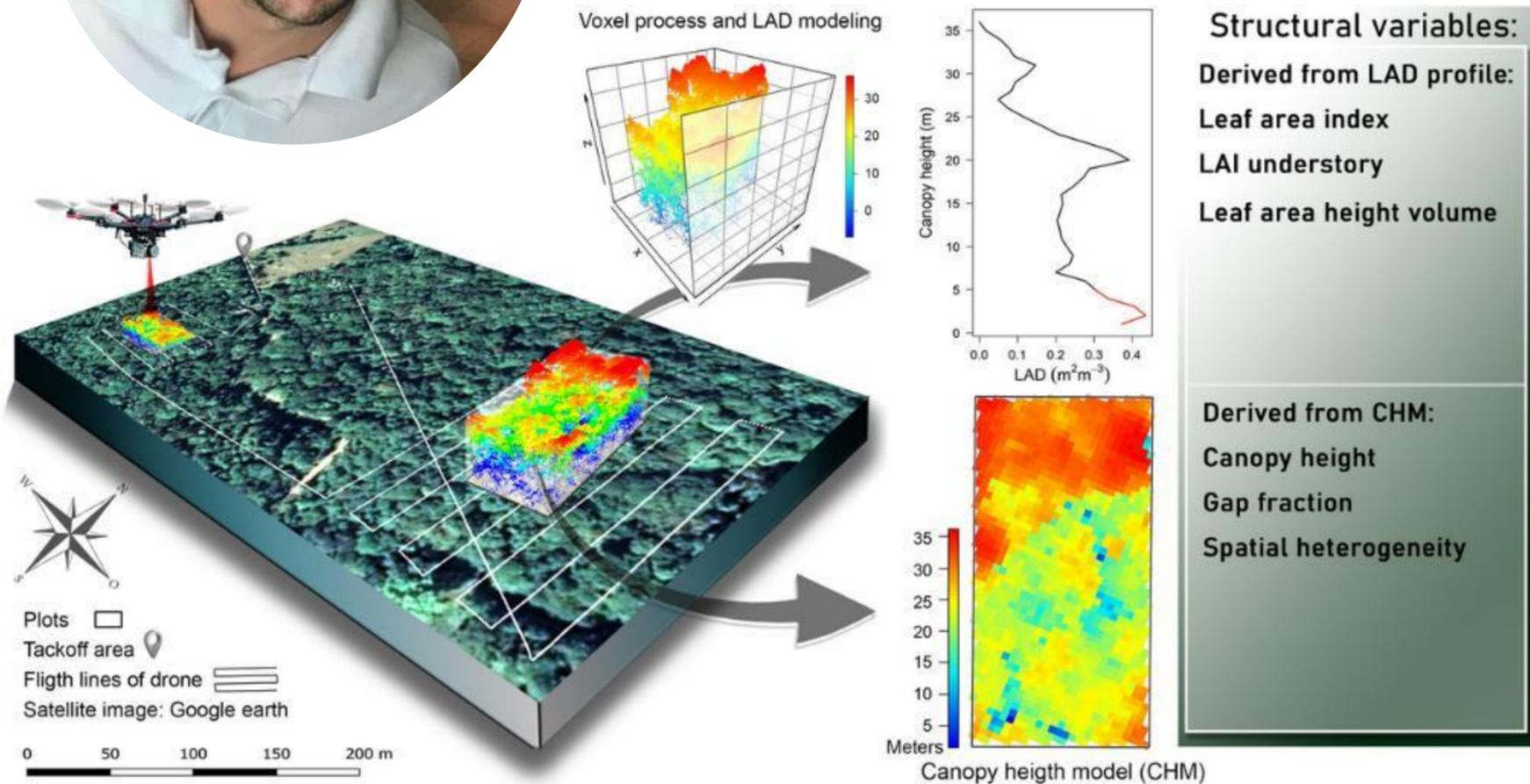


ORIGINAL ARTICLE | Full Access

Detecting successional changes in tropical forest structure using GatorEye drone-borne lidar



Danilo Roberti Alves de Almeida

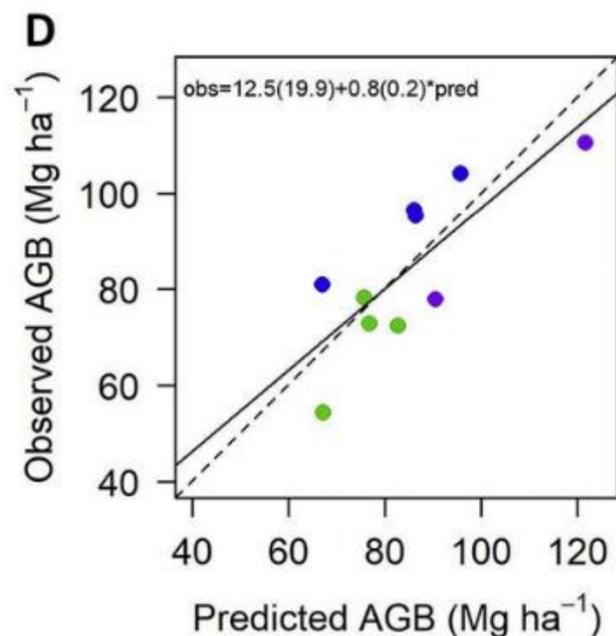
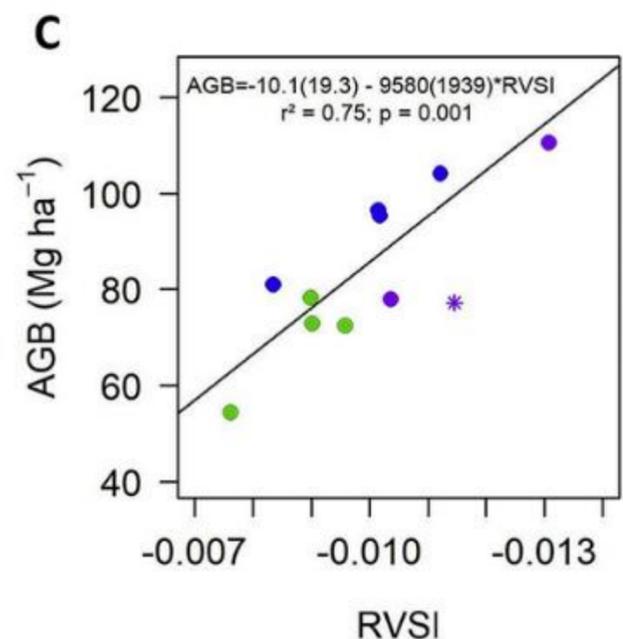
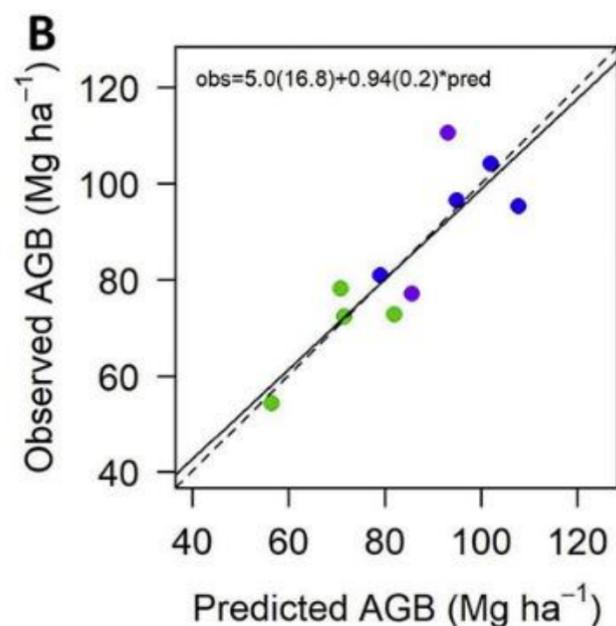
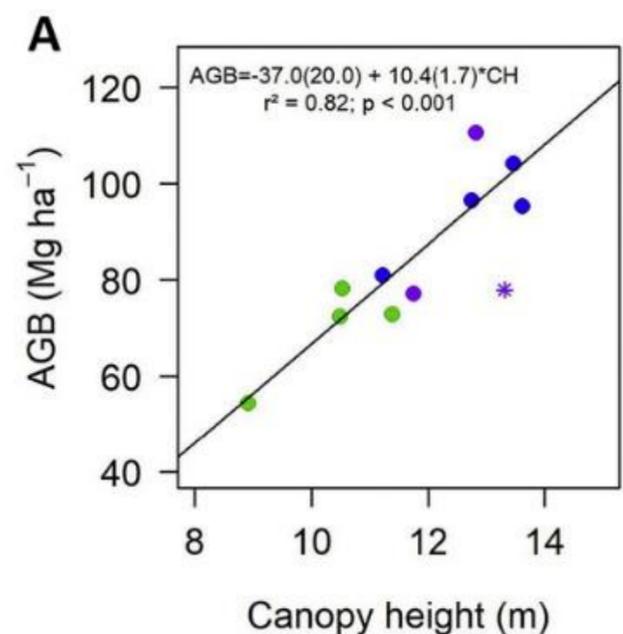




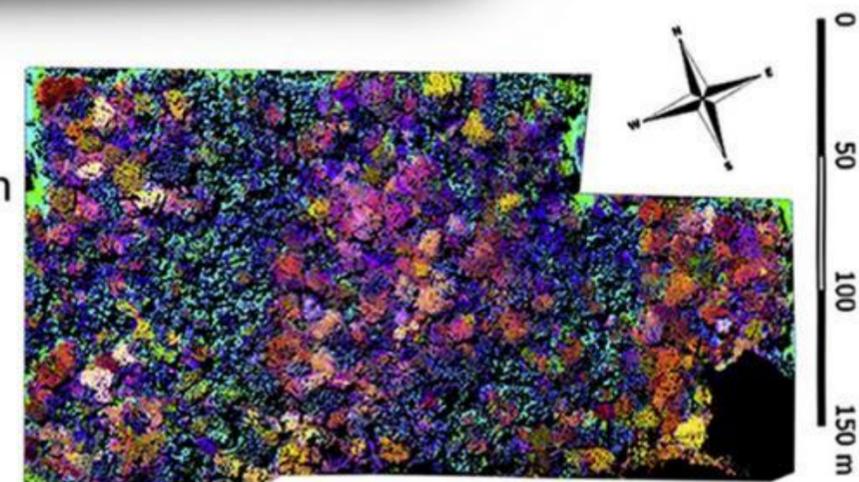
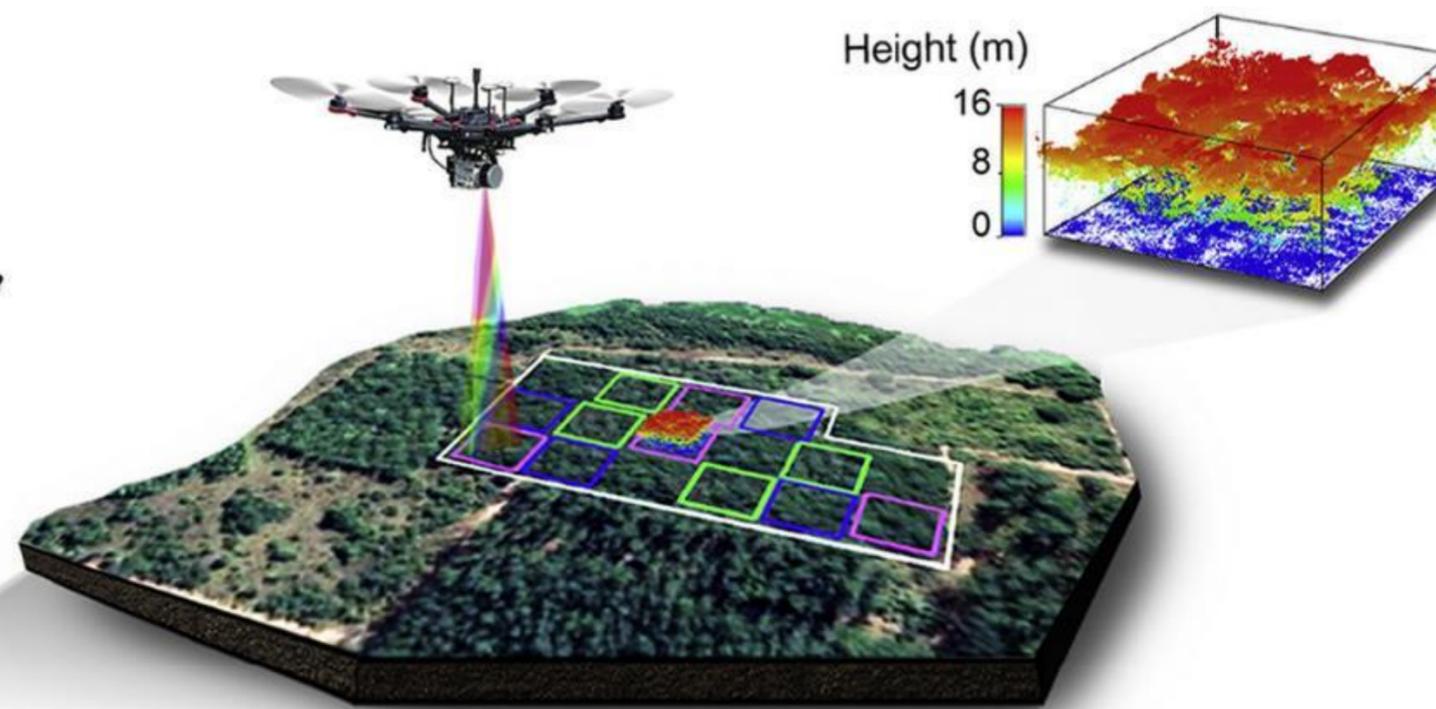
Highlights

- We evaluated a UAV-lidar-HSI system to assess Atlantic Forest restoration.
- **LAI and structural VIs increased with increasing species richness.**
- **Hyperspectral** signal was related to **species richness.**
- **Aboveground biomass** was better predicted by **LiDAR** than hyperspectral variables.

Monitoring restored tropical forest diversity and structure through UAV-borne hyperspectral and lidar fusion



- Treatments**
- 20 sp
 - 60 sp
 - 120 sp
- Anhembi experimental station
 - Anhembi municipality
 - São Paulo State
 - Google Earth image
 - Hyperspectral image



Distinguishing forest types in restored tropical landscapes with UAV-borne LIDAR

Production

Monoculture plantation



Abandoned monoculture



Mixed plantation



Conservation

Restoration plantation



Second-growth forest

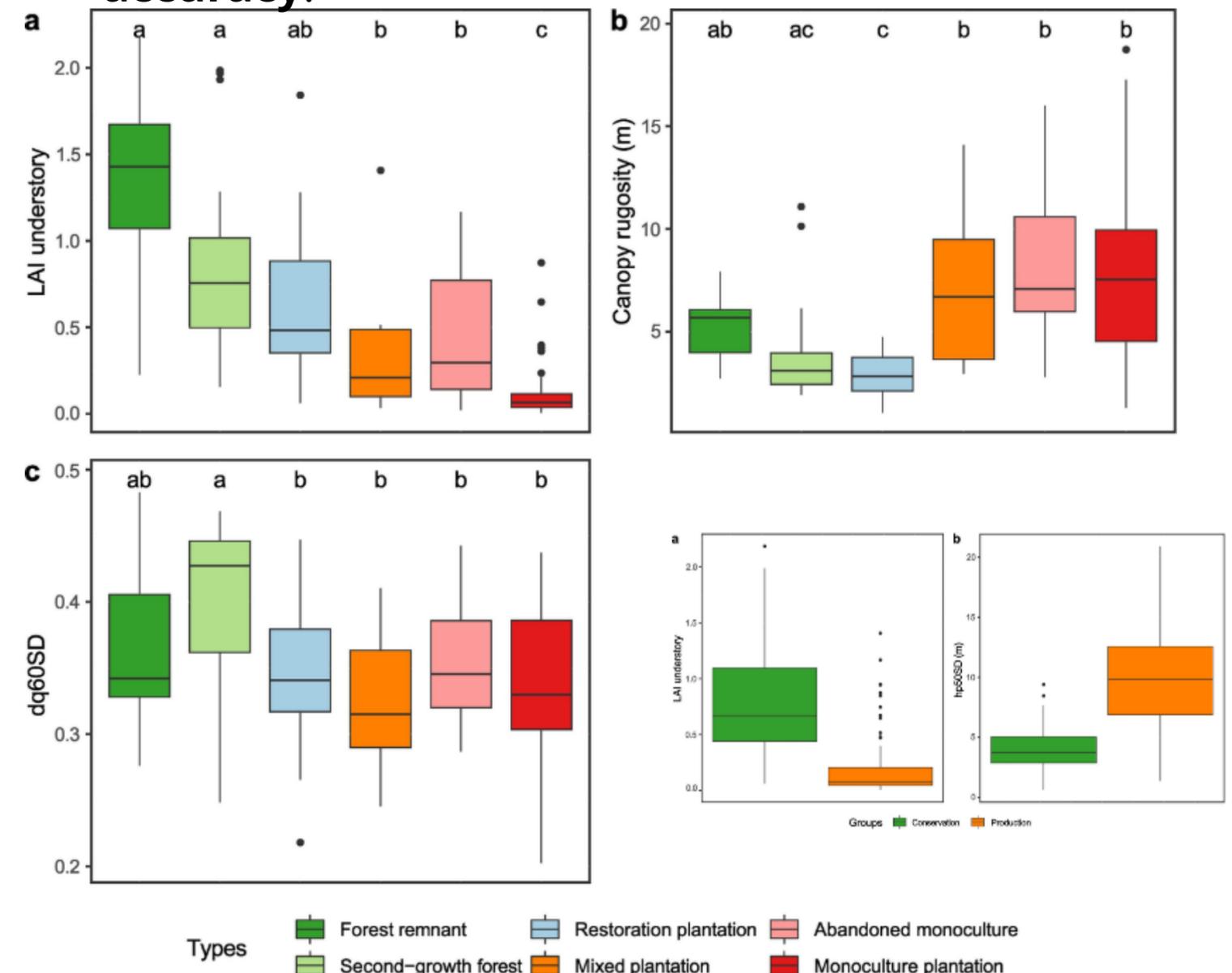


Forest remnant



Highlights

- UAV-LiDAR efficiently monitors forest typologies in tropical forest landscapes.
- LiDAR-derived understory LAI was the most important classification metric.
- A **simplified classifier** (conservation vs production forest) reached **90% accuracy**.
- A **full model** with all forest types reached **62% accuracy**.



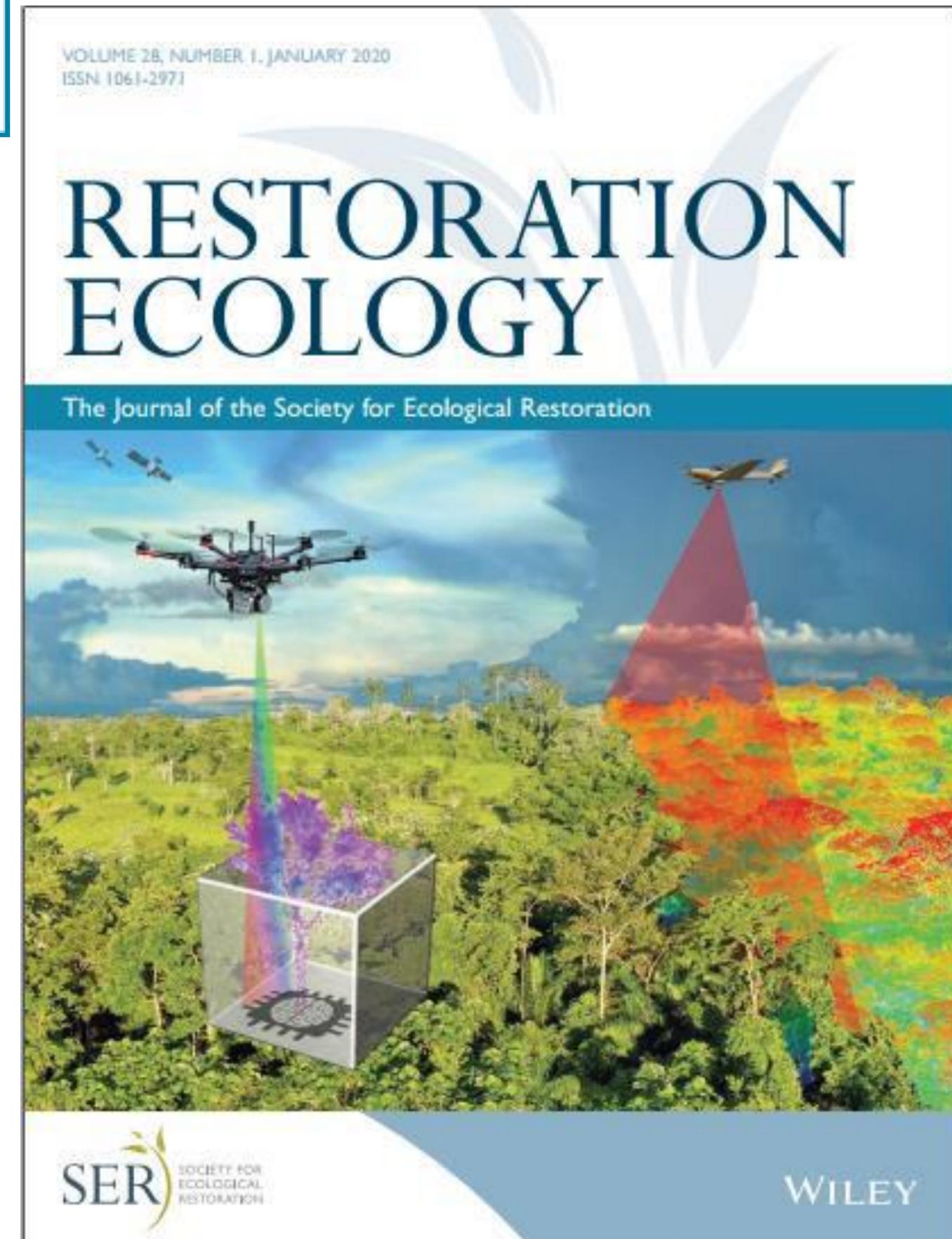
RE-NEW OPINION ARTICLE | [Full Access](#)

A new era in forest restoration monitoring

Implications for Practice

- Advances in technology now allow for unprecedented shifts in the way restoration is planned, implemented, and monitored.
- Drones coupling **lidar and hyperspectral** sensors have great potential of use in the **estimation of forest structure and diversity**.
- Normalized difference vegetation index data at 10–30 m spatial resolution has great potential to monitoring forest restoration trajectory.
- The rise of **airborne and orbital optical sensors with greater spatial, spectral, and temporal resolutions enables upscaling restoration monitoring at the global level**.

.... eInteligência Artificial

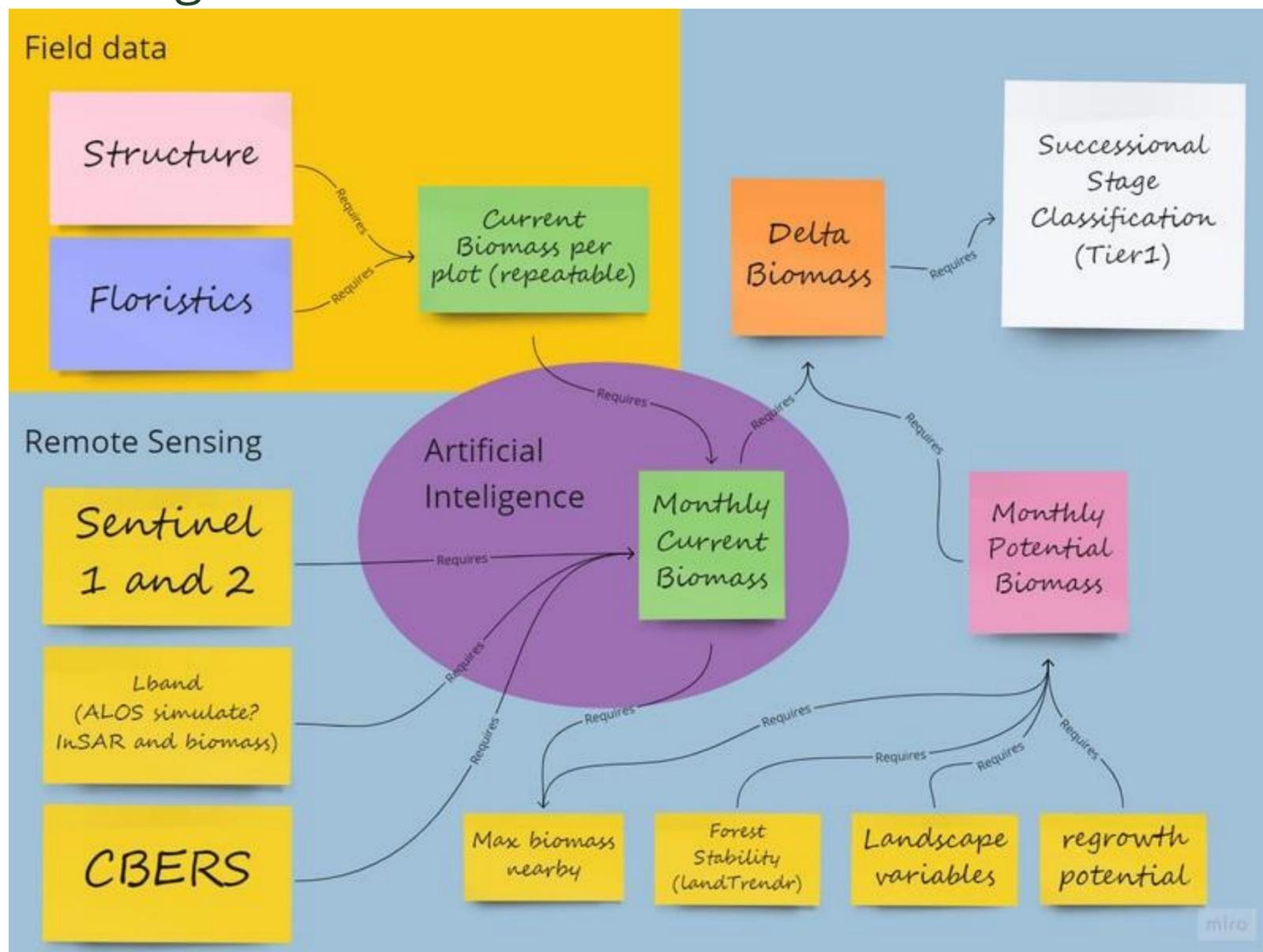


Estudos em Andamento



Angélica Resende

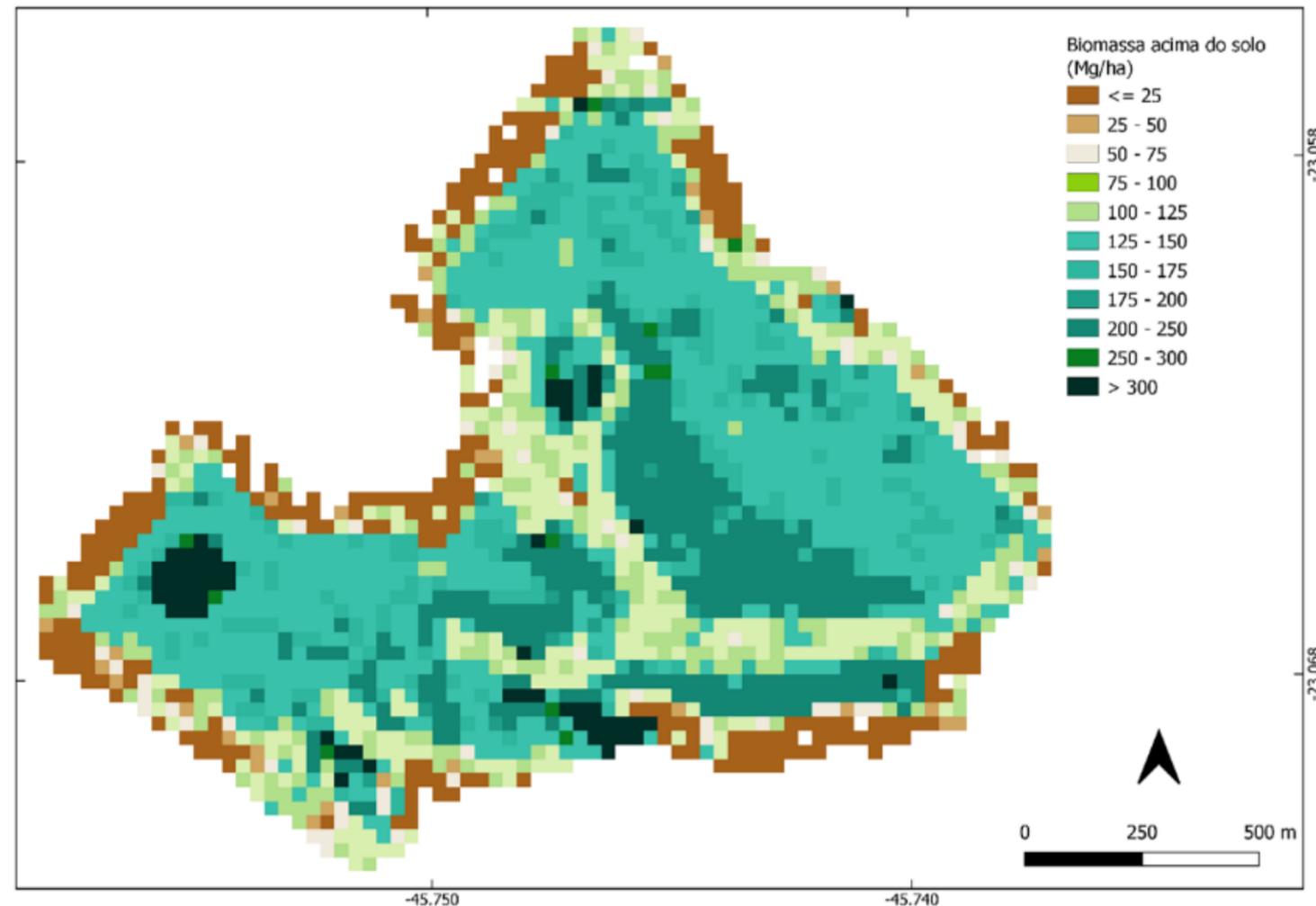
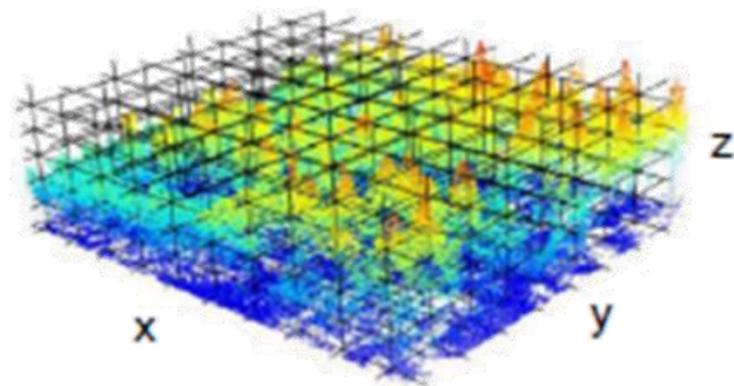
- Classificação de estágios sucessionais (Lei da Mata Atlântica)
- Uso de *deep learning* para classificação e delimitação dos estágios sucessionais



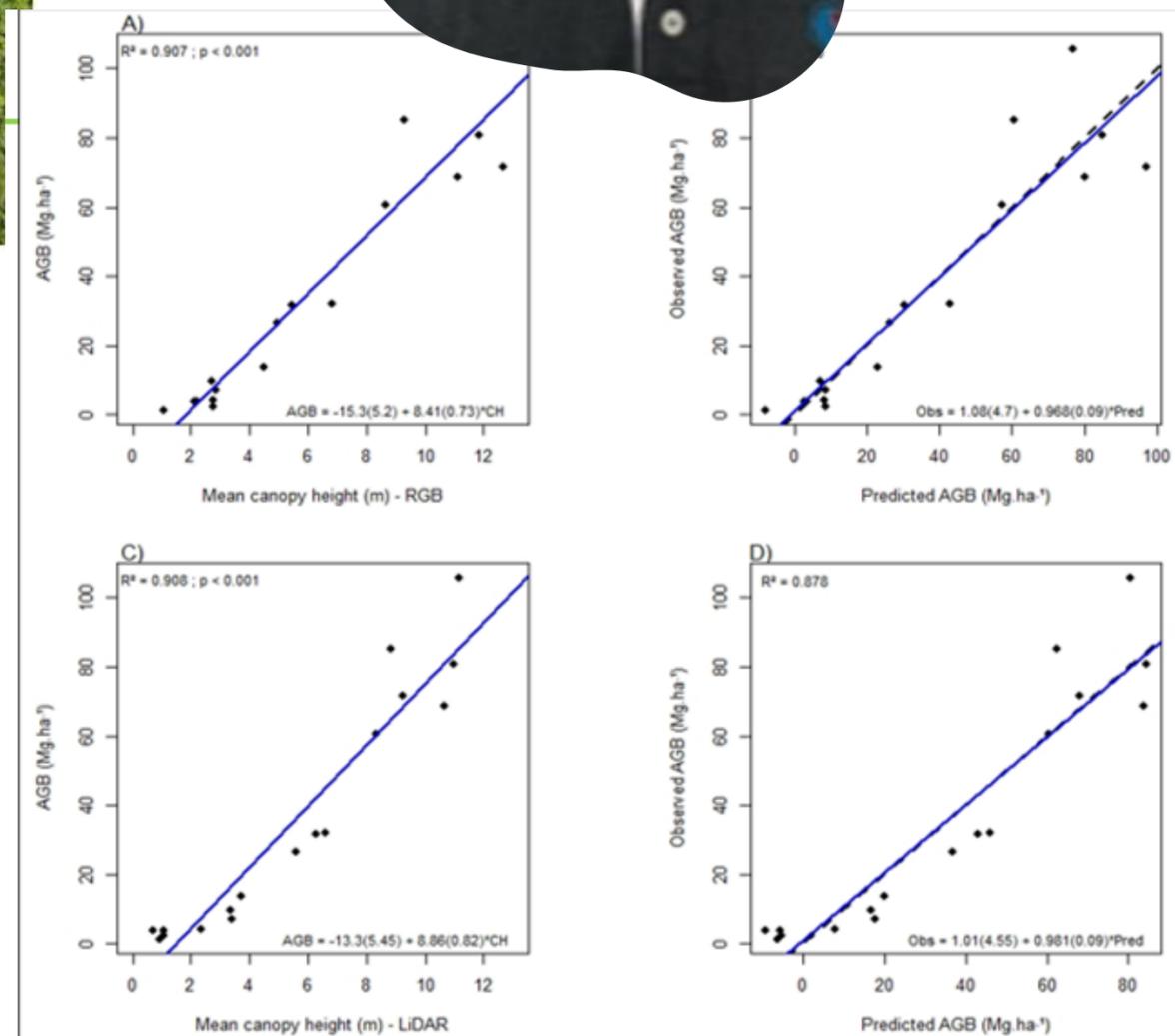
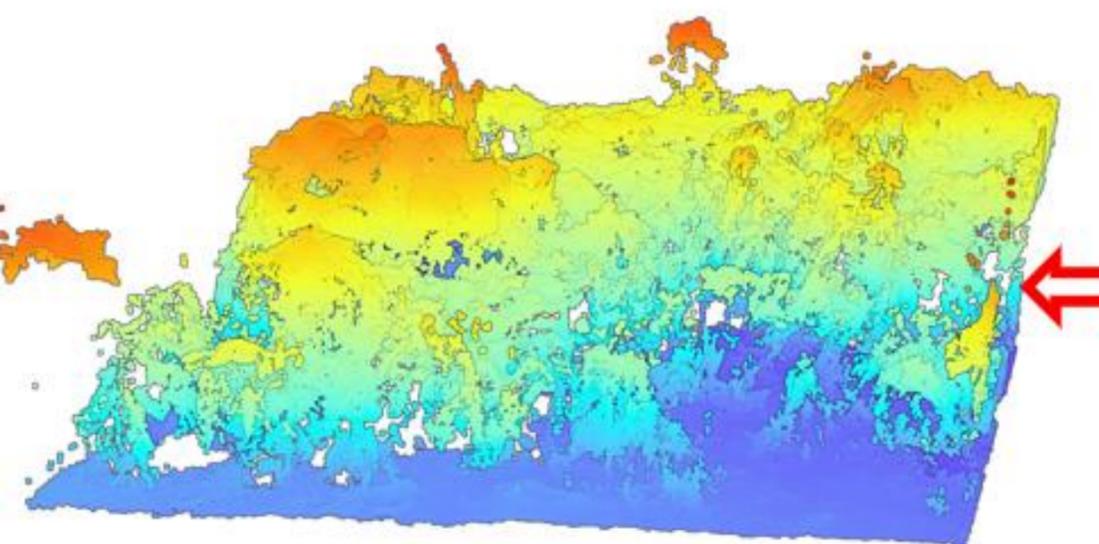
Catherine Torres de Almeida

Monitoramento da estrutura florestal usando LiDAR e Sentinel-2

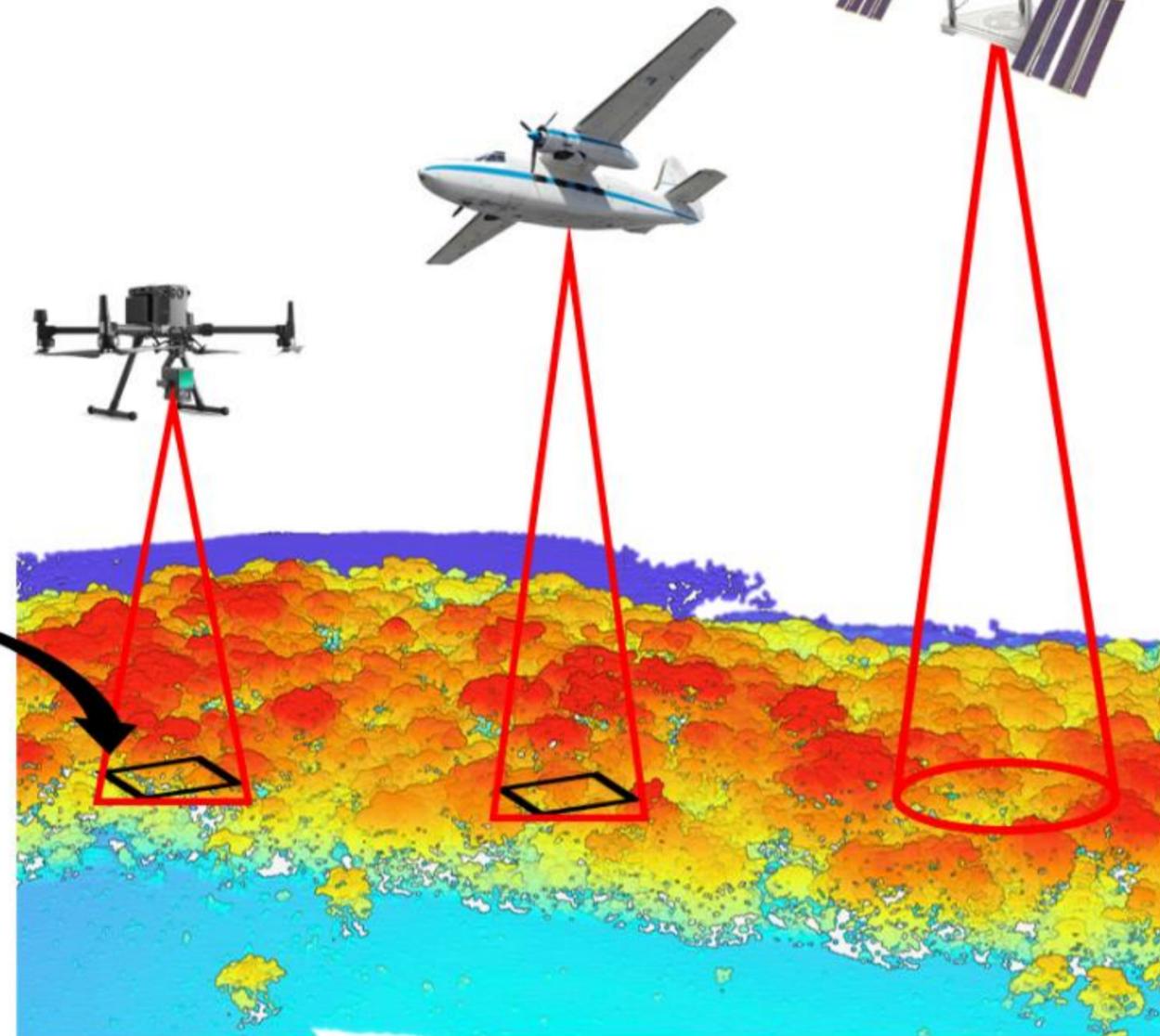
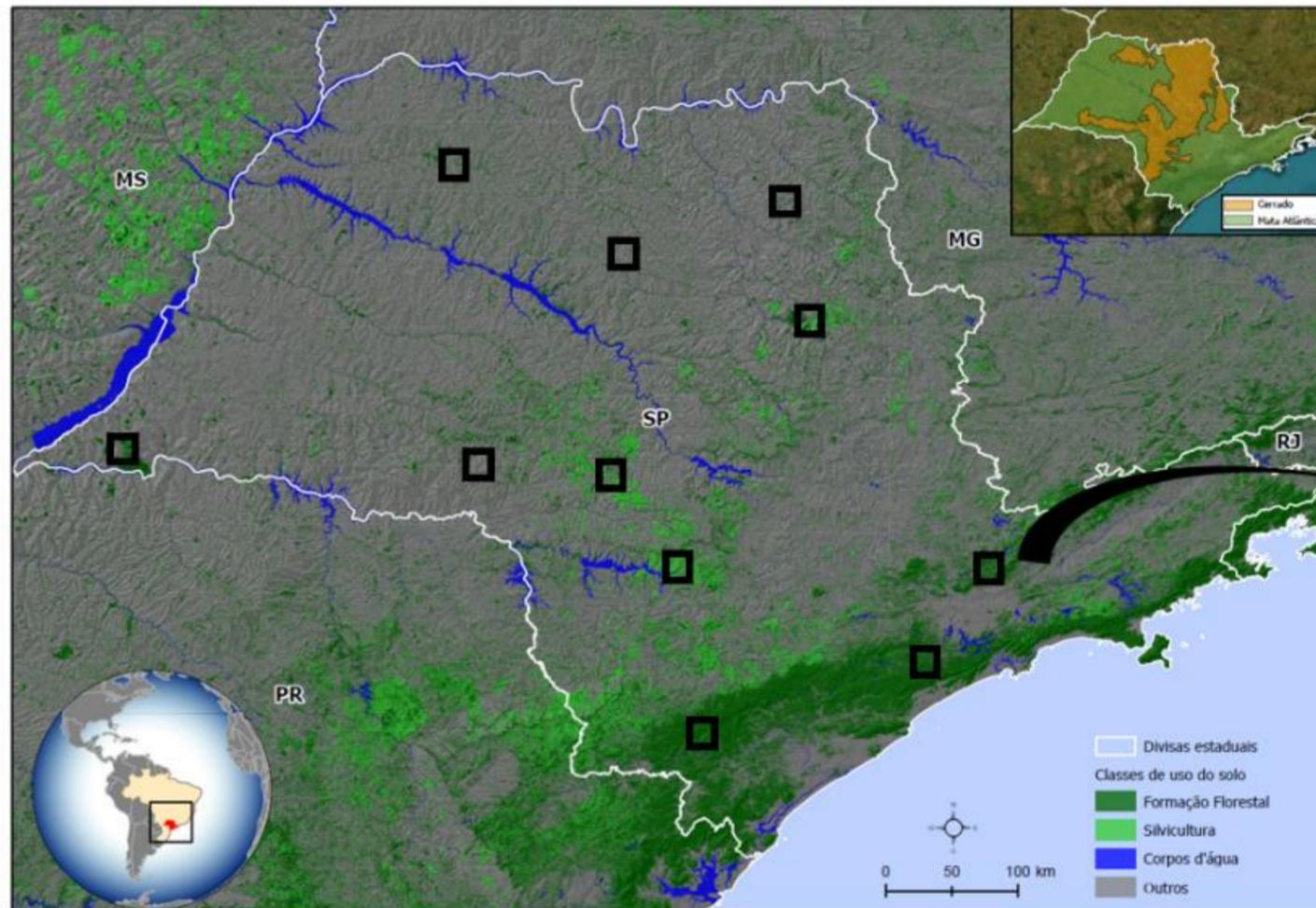
Variáveis de estrutura (altura de dossel, cobertura, biomassa acima do solo) no Estado de São Paulo, integrando inventário florestal, LiDAR e Sentinel-2



Comparativo entre nuvem de pontos gerada por aerofotogrametria RGB e LIDAR: métricas de estrutura em florestas restauradas



Upscaling de estimativa de biomassa: Parcela → Aéreo → Orbital



INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

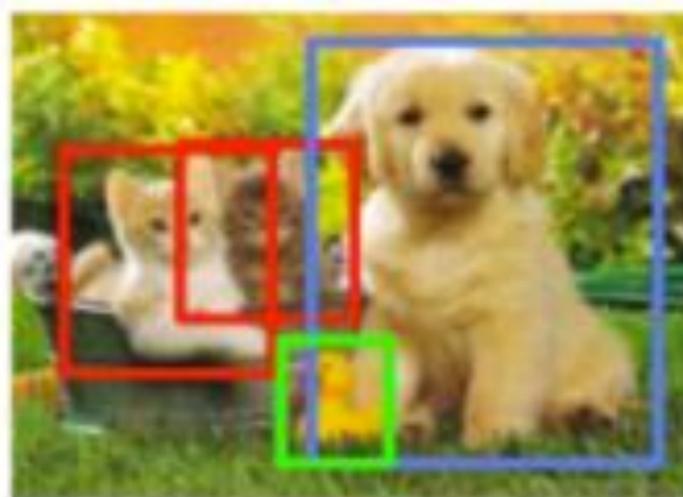
Mask R-CNN é uma Rede Neural Convolutacional (CNN) de segmentação de imagens.

R-CNN (Rede Neural Convolutacional Baseada em Região), é um tipo de modelo de aprendizado de máquina usado para tarefas de visão computacional, especificamente para detecção de objetos.

Classificação +
Localização



Detecção de
objetos



Segmentação de
Instâncias

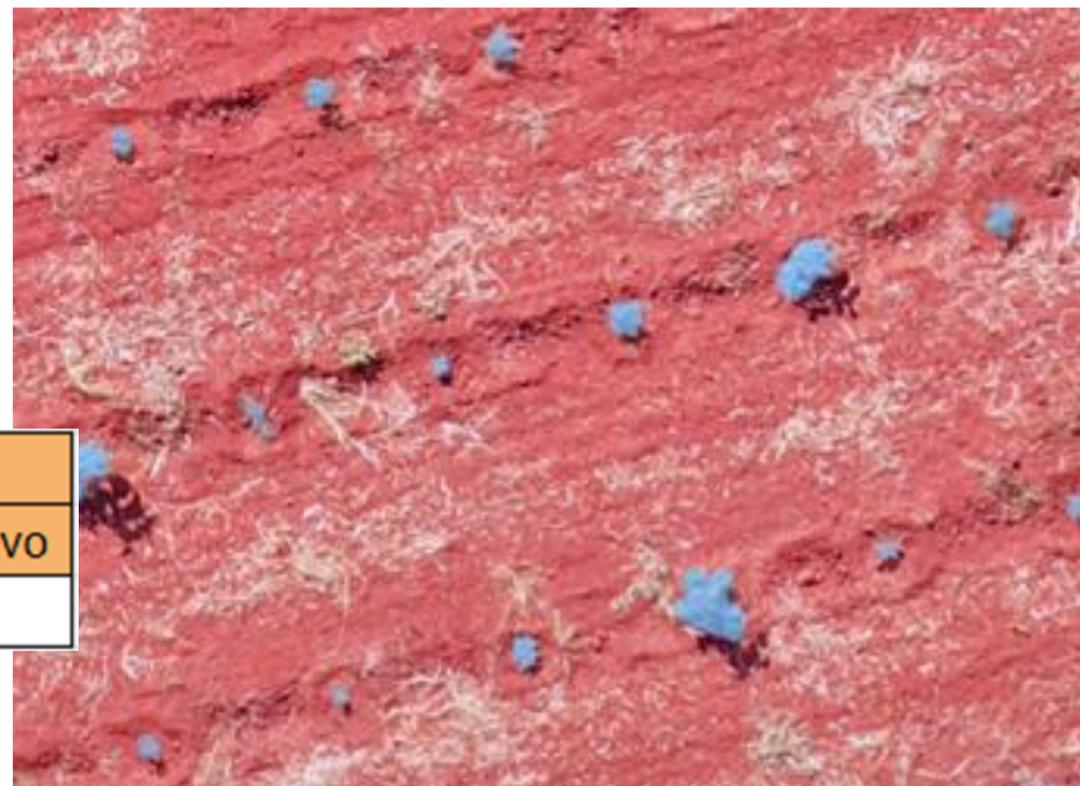


Aplicação de algoritmo *Convolutional Neural Network* (Mask R-CNN) para espacialização de mudas de restauração

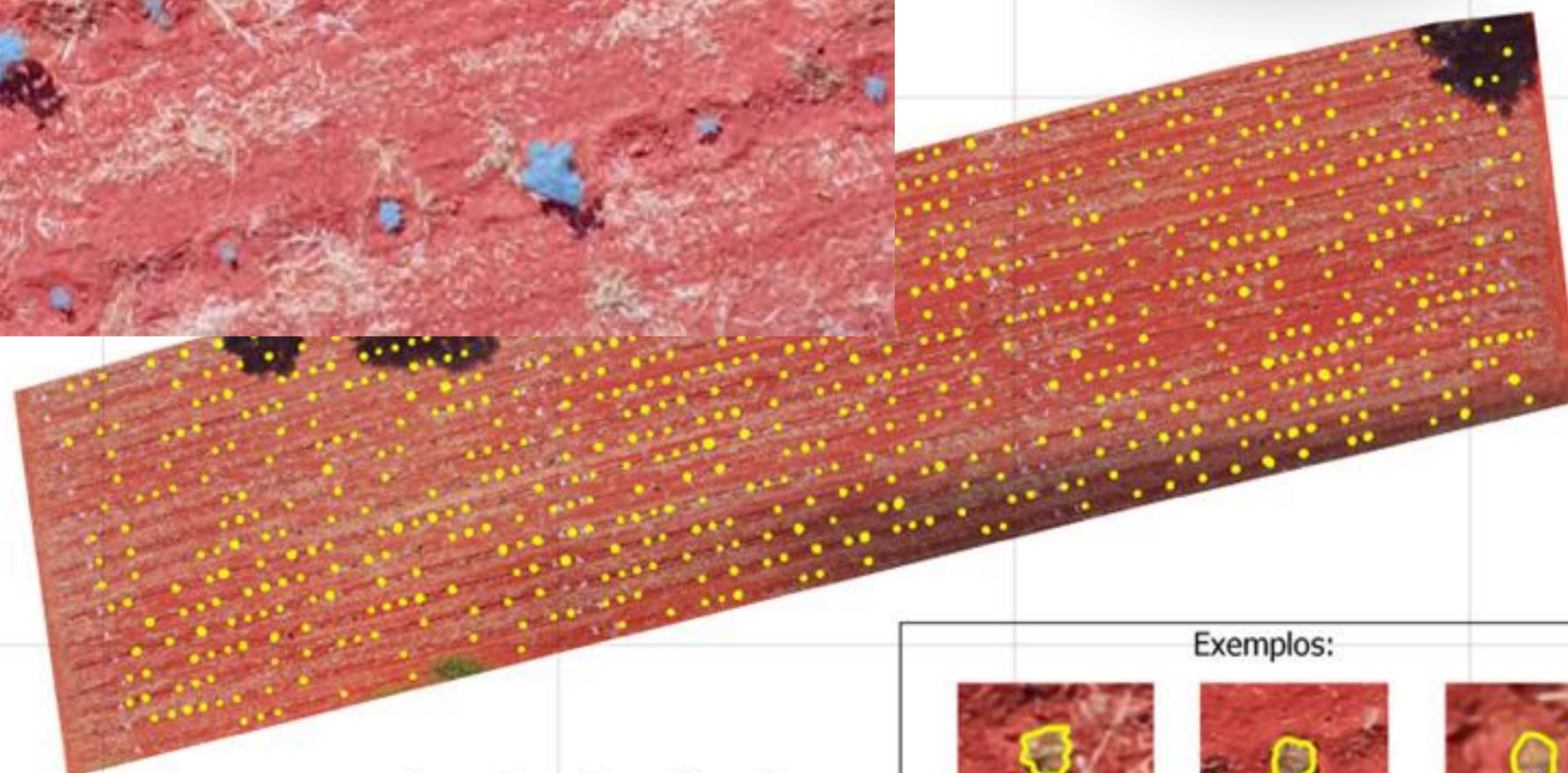


José Matheus S.M. Viveiros
-47.388 -47.388

- Mask R-CNN treinado com 400 amostras RGB
- 67,07% identificações corretas
- Predominância de 50% a 95% de índice Jaccard



Matrix de Confusão			
	Verd. positivo	Falso positivo	Falso negativo
Mudas	717	1	352



Exemplos:



Uso de deep learning para identificação de indivíduos isolados de *Pinus spp.* invasores em área de campo úmido



Processo 147320/2022-4

Giovanna de Andrade Ferreira







Acurácia do aplicativo PlantNet na identificação de espécies arbóreas comuns na restauração da Mata Atlântica

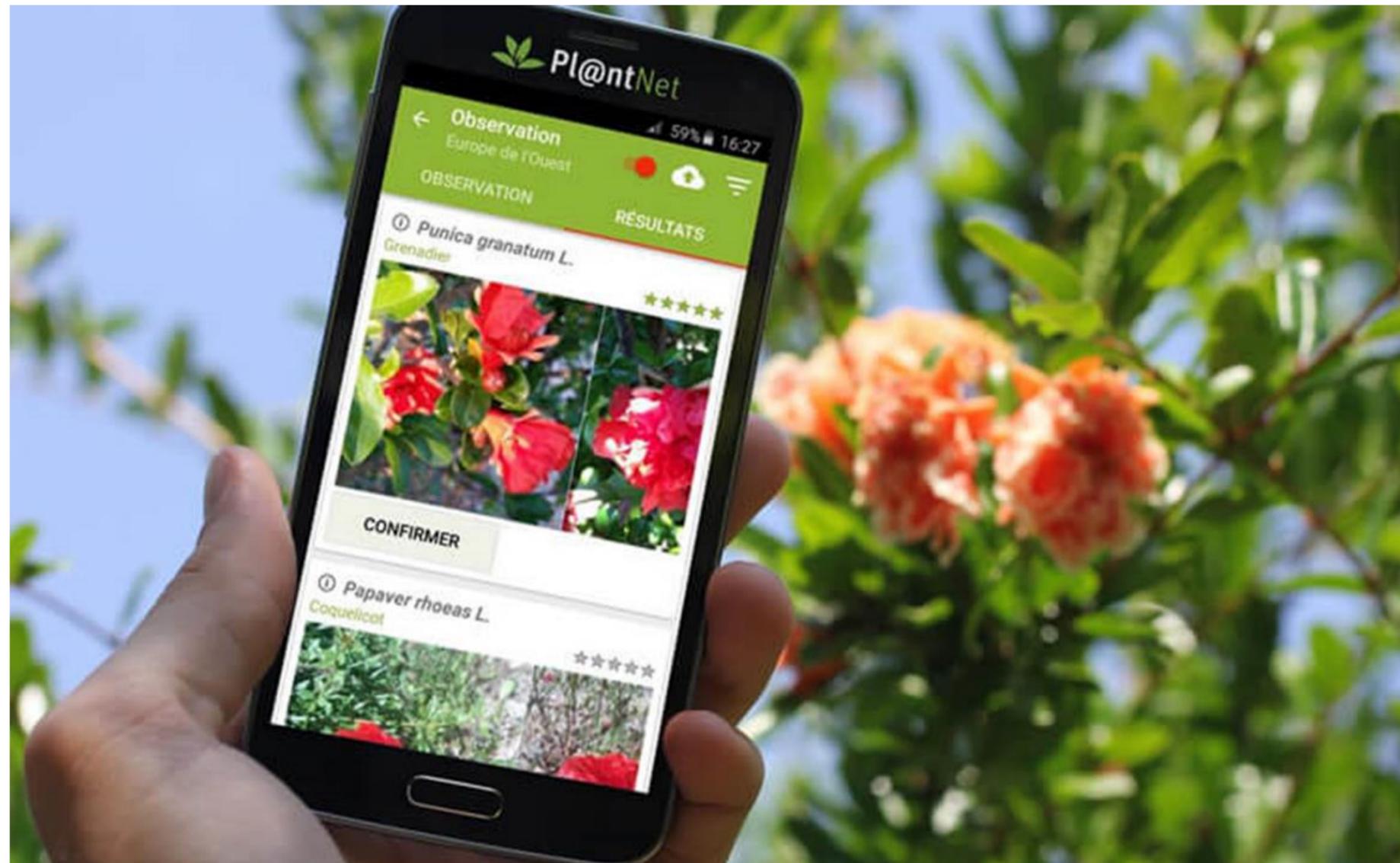


PIBITI
Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação - CNPq



Species identification by photos / UAVs

Nathalia Ravanini Fischer





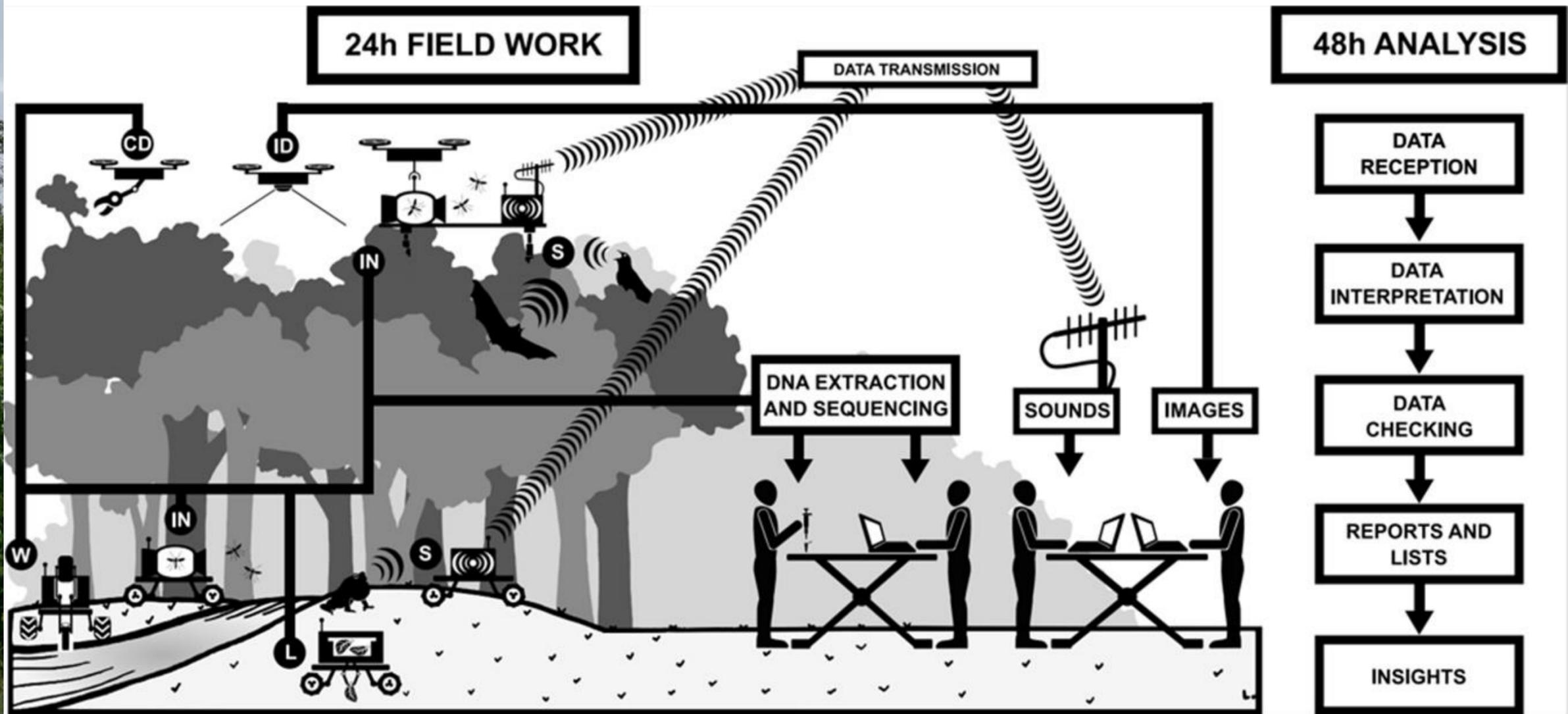
RAINFOREST

XPRIZE®

DISCOVER.
UNDERSTAND.
PRESERVE.

\$10 MILLION

Prize Purse



↔SCROLL TO SEE MORE↔

Team	City	Country	
> Brazilian Team	Piracicaba	Brazil	
> ETH BiodivX	Zurich	Switzerland	
> Map of Life Rapid Assessments	New Haven	United States	
> PROVIDENCE PLUS	Barcelona	Spain	
> Team Waponi!	Grand Junction	United States	
> Welcome to the Jungle	Chicago	United States	



Solução



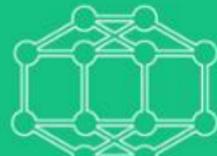
floreviewer



Monitoramento do estoque de carbono e da biodiversidade



Coleta de dados com sensores e câmeras a bordo de drones



Uso de inteligência artificial

Monitoramento de Carbono



Inventário florestal



Dados de sensores LIDAR



Imagens de satélite



Modelos baseados em dados tridimensionais da vegetação



Monitoramento

da biodiversidade



facebook vs floreviewer



Inteligência artificial no facebook



Inteligência artificial no floreviewer

bioflore



Monitoramento e detecção
de espécies arbóreas



Mapeamento de áreas
de alta diversidade.



Críticas, Problemas e Soluções



Críticas/Problemas:

- Dificuldade de colocar em prática o conhecimento
- Ausência de mão de obra especializada
- Softwares caros e pouco intuitivos e/ou user friendly
- Regulamentação/Legislação ANAC/Decea
- Equipamentos caros

Soluções/Propostas:

- Trabalhar na nuvem com plataformas especializadas
- Usar mais Inteligência Artificial
- Drones comerciais/econômicos

Equipe NewFor



Obrigado



Centro de
Pesquisa e
Extensão em
Geotecnologias

Paulo Guilherme Molin
pgmolin@ufscar.br