

Sampling Design to Well Represent the Variation of Biomass in Tropical Forest and the Carbon Content in the Different Component of the System

Moacir A. A. Campos

Niro Higuchi

Adriano Lima

Como Amostrar Adequadamente a Diversidade da Floresta Amazônica?

Dimensão amazônica

Diversidade de ambientes

Diversidade de tipos florestais

Sazonalidade

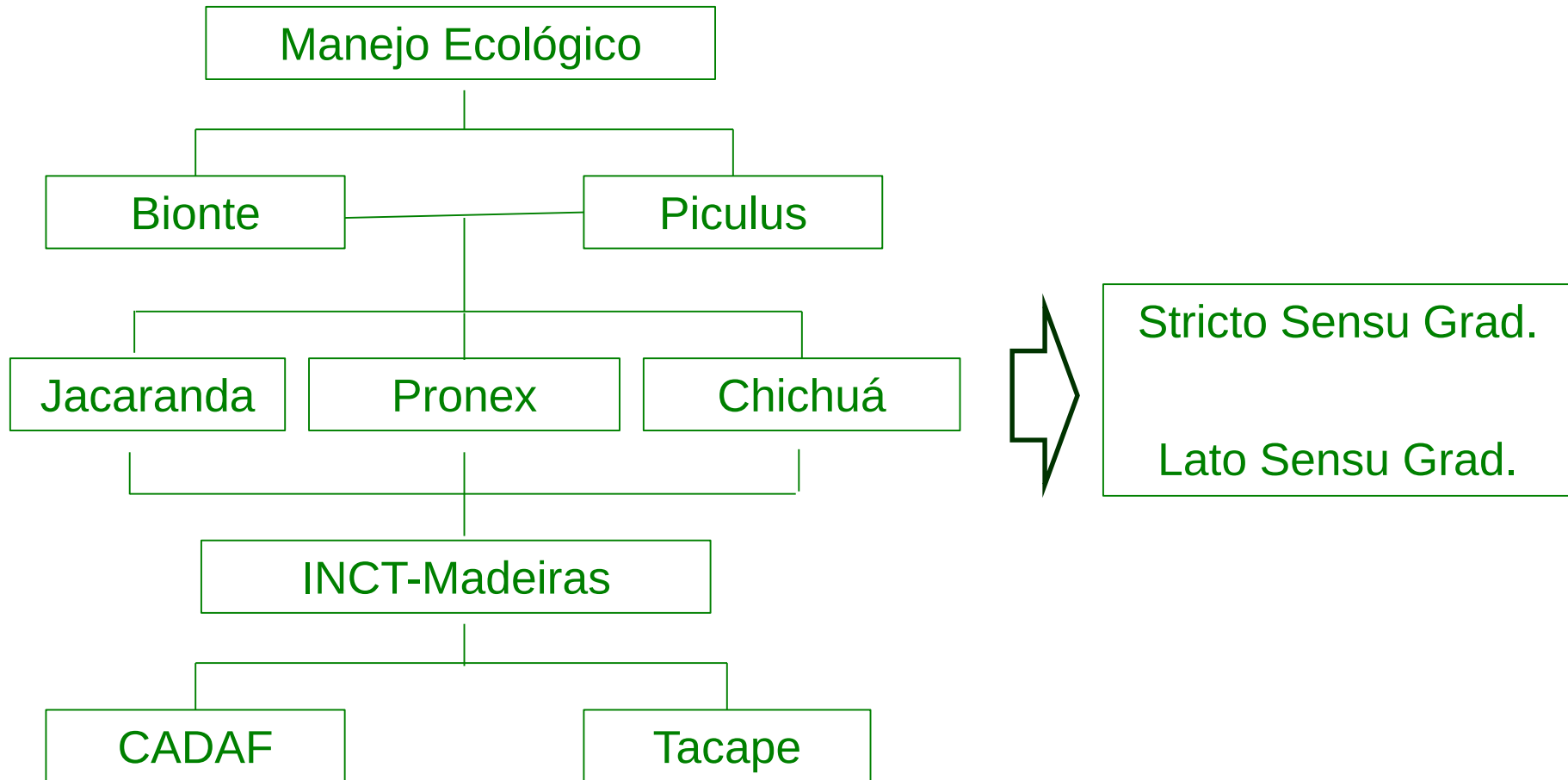
Roteiro da apresentação

1. O Laboratório de Manejo Florestal - LMF
2. Inventário Florestal Contínuo do LMF
3. Números relevantes

Laboratório de Manejo Florestal

- Histórico
- Pessoal
- Infraestrutura
- Projetos
- Cursos regulares
 - Manejo Florestal (INCT)
 - Manejo Florestal e Planejamento
 - Geotecnologias
- Parcerias

Vários projetos, diferentes fontes de recursos ...



Linha de tempo dos estudos do LMF/INPA sobre as questões relativas ao Carbono

1987: massa fresca (acima do solo) de 1ª árvore coletada destrutivamente

1991: Experimento com uso da terra e emissão de CO₂

1992: Estimativas da biomassa do Sul do Pará Sul de Roraima

1992: Convenção do Clima (UNFCCC)

1994: Emissão e sequestro de CO₂ - Workshop (CVRD)

1997: Protocolo de Quioto

1999: Raízes grossas foram introduzidas

2004: Projeto Chichuá – Início do IFC-AM (incluindo social)

2007: AR4

2008: UN-REDD

2009: CDAF Project

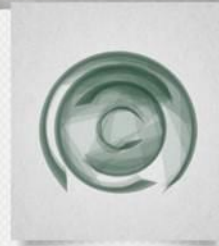
Dinâmica do Carbono da Floresta Amazônica (CADAF)

Objetivo do Projeto

Desenvolver uma técnica de avaliação, em grande escala, da dinâmica do carbono das florestas da Amazônia.

Produtos

1. Consolidar um sistema de inventário florestal contínuo (IFC) para o monitoramento do carbono florestal da Amazônia Central.
2. Identificar uma relação entre tipos florestais e a dinâmica do carbono de florestas primárias e manejadas..
3. Mapas da dinâmica de carbono utilizando dados do IFC e informações de sensoriamento remoto.

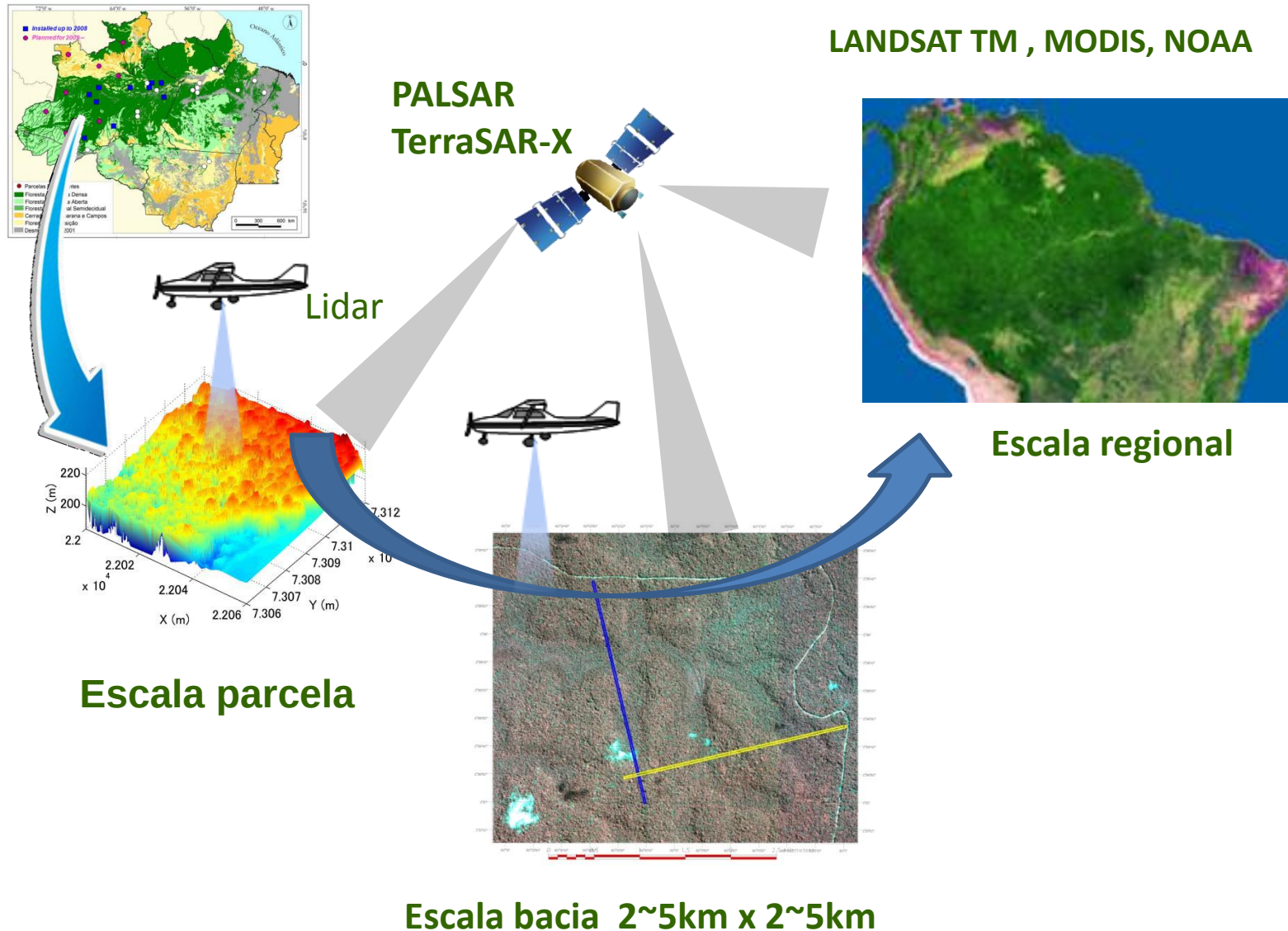


Produto 1 - Atividades:

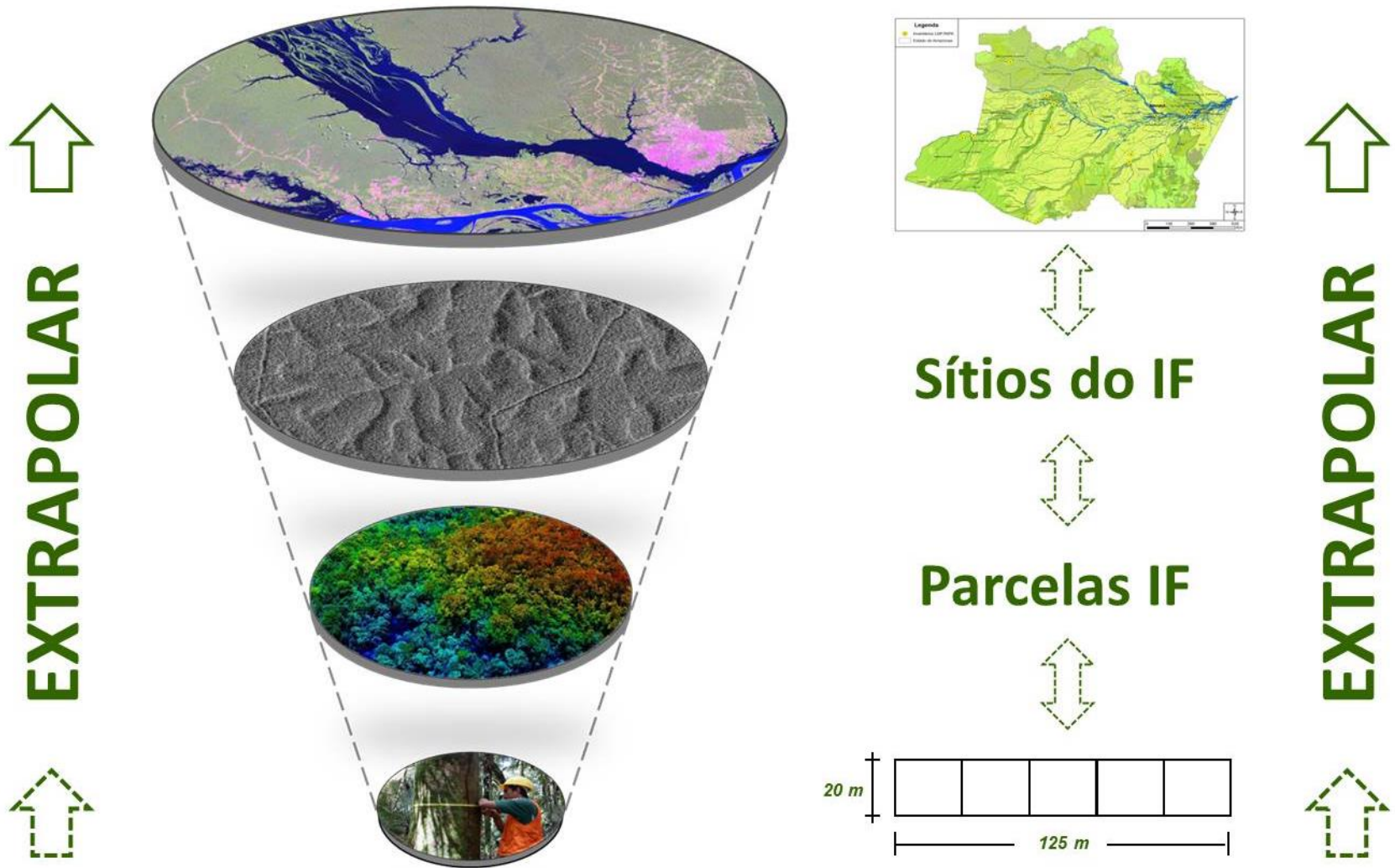
- 1.1. Estabelecer 100 novas parcelas em cada sitio novo do CADAFA, Atalaia do Norte e São Gabriel da Cachoeira e executar o inventário de acordo com o Guia 2006 do IPCC.
- 1.2. Remedir, aproximadamente, 500 parcelas do IFC já existentes no Amazonas.
- 1.3. Coletar dados, destrutivamente, para desenvolver equações alométricas e determinar concentrações de água e carbono no sítio São Gabriel da Cachoeira.
- 1.4. Comparar diferentes equações alométricas para estimar carbono acima do solo e de raízes grossas desenvolvidas a partir de dados coletados em São Gabriel da Cachoeira, Manaus, Amapá e Tomé-açu.
- 1.5. Desenvolver um banco de dados de IFC da Amazônia Central.

Expectativa para 2014...

Inventário florestal



Próximo passo: extrapolar (scale up)



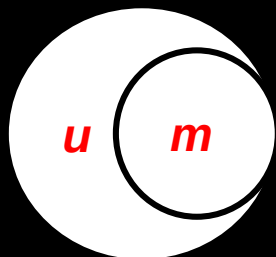
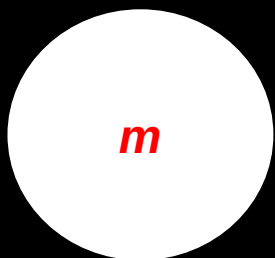
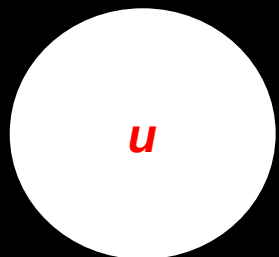
LMF

- Base de referência importante na ZF2 Manaus
- Número de pesquisadores
- Estudantes e parceiros fazem a diferença
- Parcerias importantes
- Recursos financeiros
- Infraestrutura em expansão

Inventário Florestal Contínuo

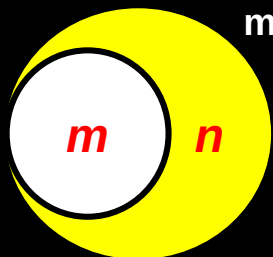
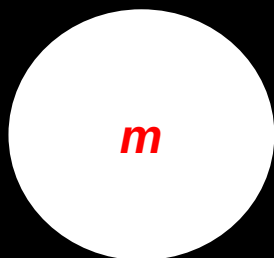
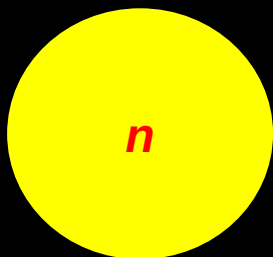
- IFC
- Objetivos/Demandas
- Alargando as fronteiras

1ª ocasião



u *m*

2ª ocasião *n* ocasiões



m



u = parcelas temporárias
medidas somente na 1ª
ocasião

*Parcelas temporárias
nas 2 ocasiões
Amostras Independentes*



m = parcelas permanentes
medidas em ambas as ocasiões

*Parcelas permanentes
nas 2 ocasiões
Amostra com Repetição
Total*



n = parcelas temporárias
novas e independentes, medidas
somente na 2ª ocasião

*Amostragem com
Repetição Parcial*



*2ª ocasião apenas com
parcelas permanentes
Amostragem Dupla*

Inventário Florestal – Mobilidade (Capanã)



Flona de Pau-rosa - Maués





Logísticas

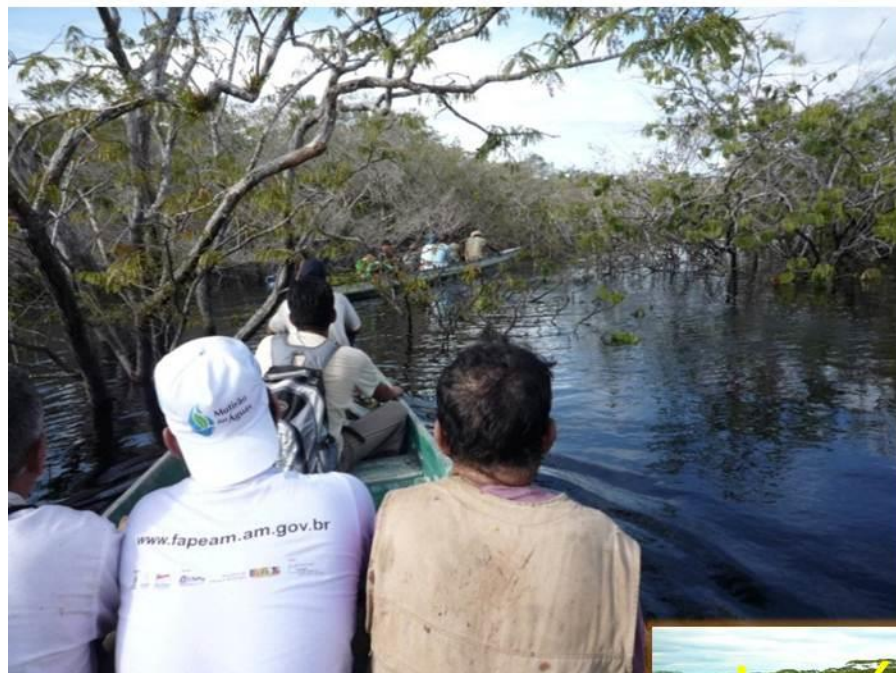




Abastecimento Diesel para um mês





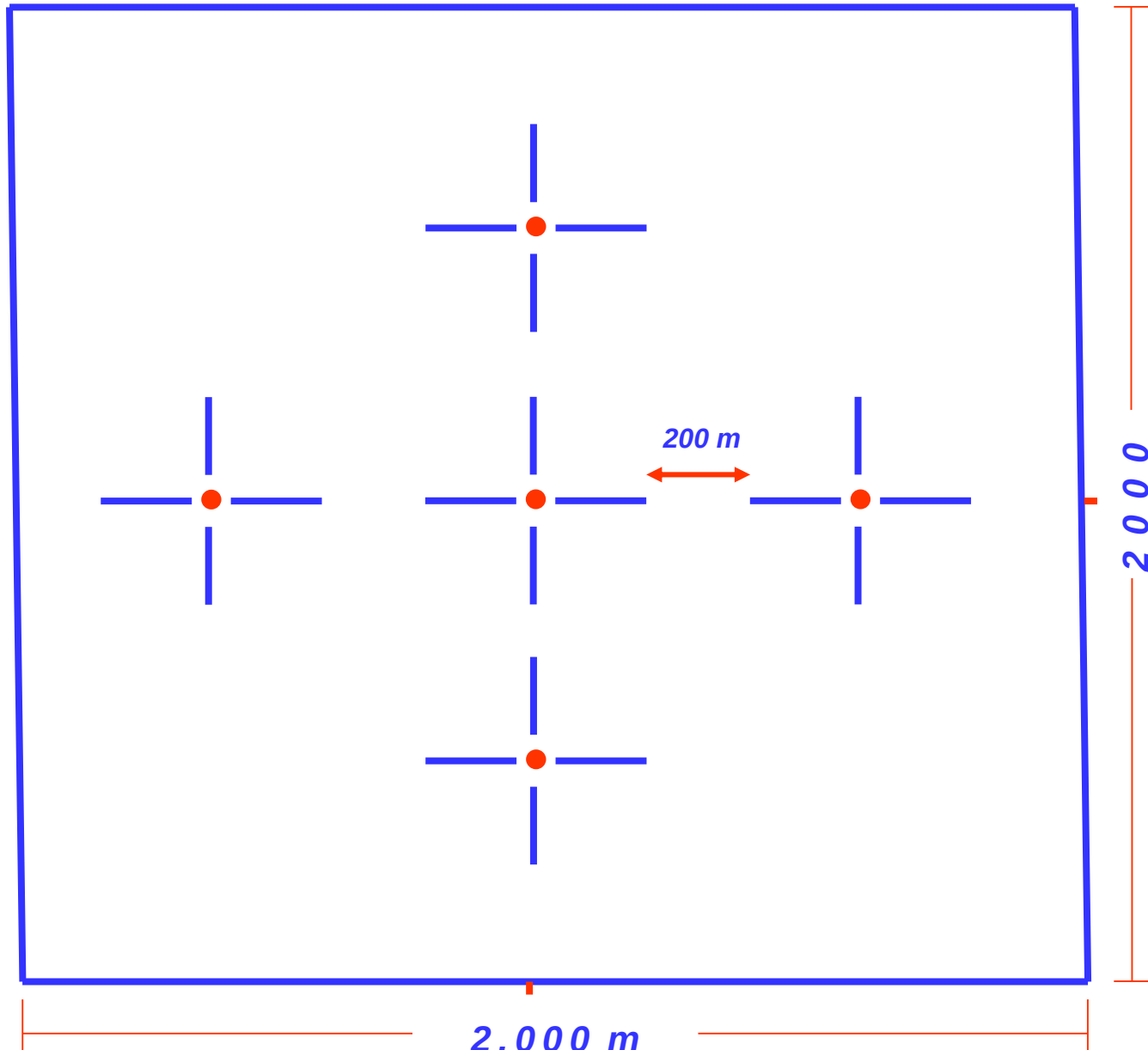


Logísticas

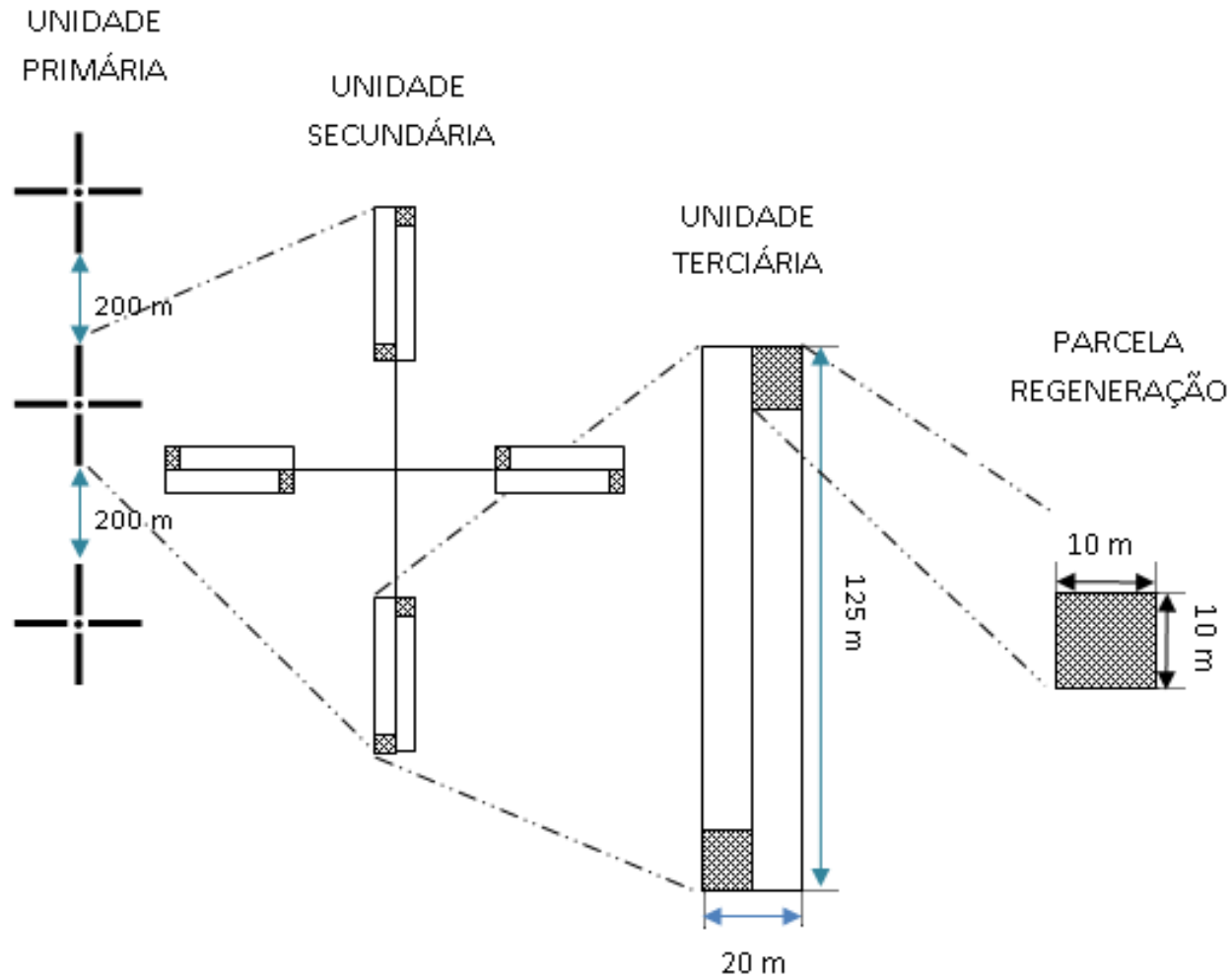


Amostragem em conglomerados

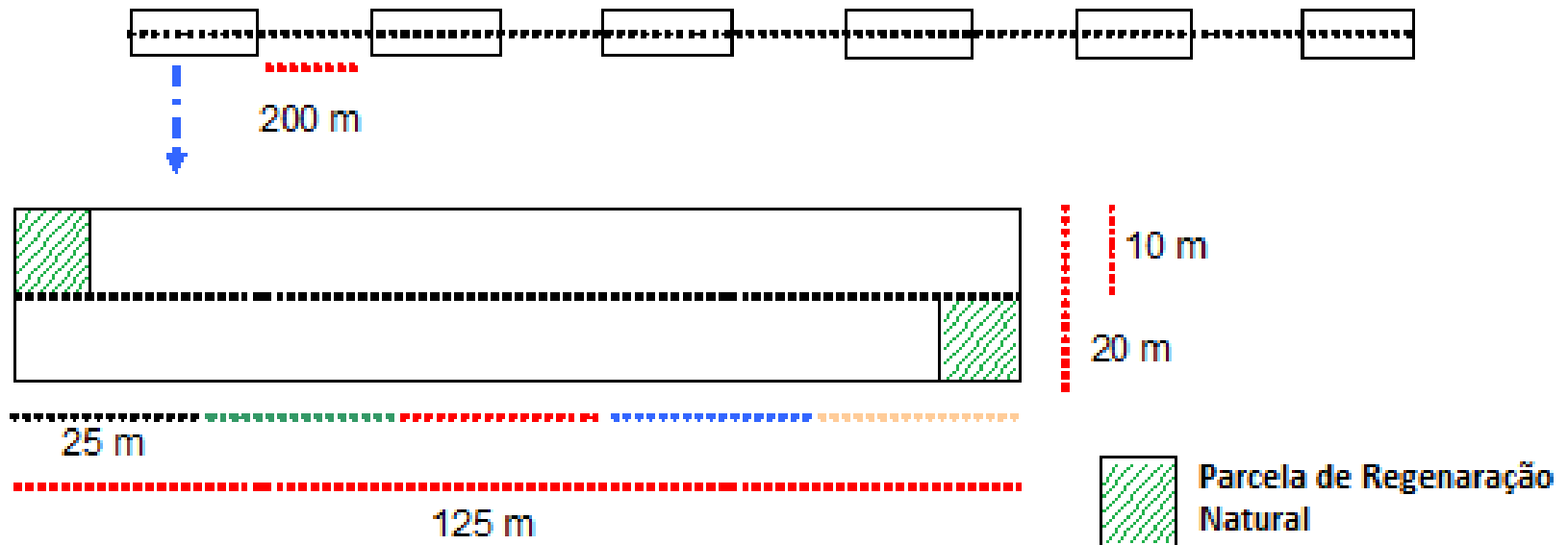
Unidade primária = 400 hectares



Parcelas permanentes



Parcelas temporárias



Inventário Florestal

- **Variáveis coletadas**

- $DAP \geq 10$ cm
- $5 \text{ cm} \leq DAP < 10 \text{ cm}$ (Regeneração Natural)
- Identificação dos nomes comuns das árvores
- Categoria de biomassa (viva, morta em pé, caída ou palmeira)
- Presença de Epifitismo
- Qualidade de fuste

- **Detalhes em parcelas permanentes**

- A altura da medida do DAP é marcada com tinta vermelha
- Árvores são identificadas com placas de alumínio amarradas com fio de nylon (linha de pesca)

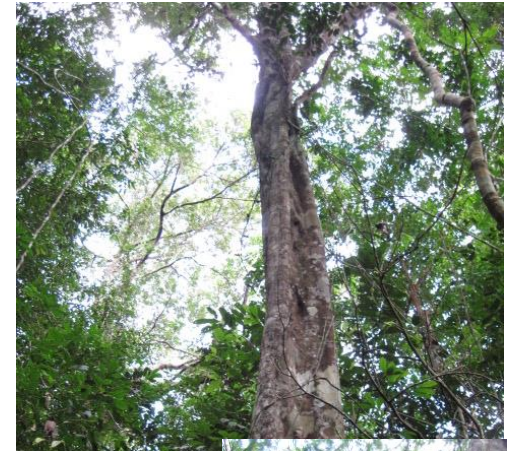
Variáveis coletadas - Inventário



Variáveis coletadas - Inventário



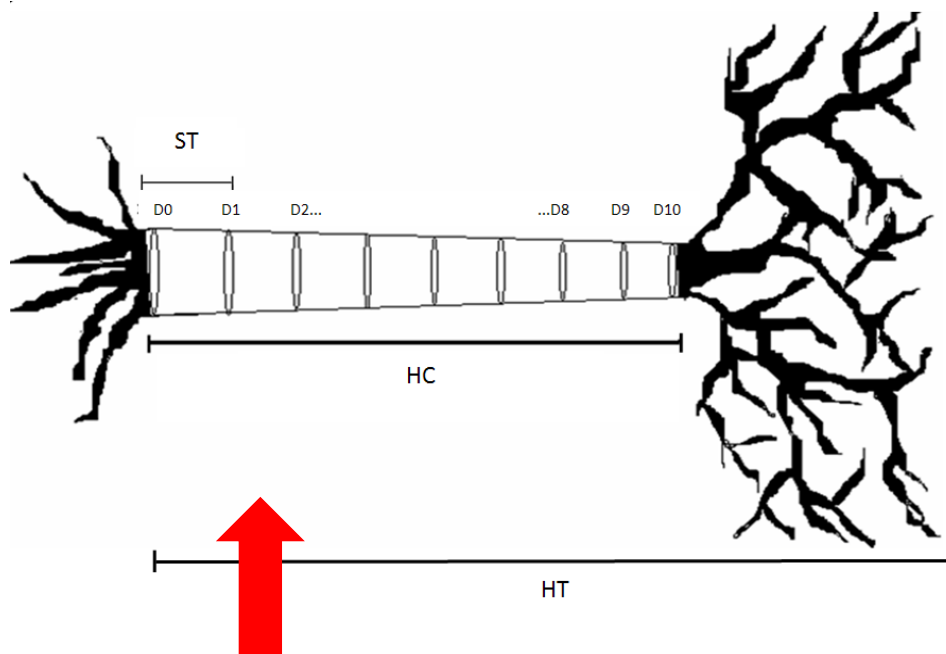
Variáveis coletadas - Inventário



Madeira caída

- **Variáveis coletadas**
 - Diâmetro a 1,30 m da base
 - Altura comercial (até o primeiro defeito)
 - Altura total (quando possível)
 - Nível aparente de decomposição da tora
 - Cubagem da tora
 - Ajuste de equações alométricas (volume)

Variáveis coletadas – Mad. Caída



Método de cubagem
Smalian + Hohenald

Medindo altura





Madeira caída



Raízes finas



Detalhes em parcelas permanentes



**Placas de alumínio de
identificação**



**Pintando altura de medição do
diâmetro com tinta**

Processamento de dados



Digitalizando os dados
coletados em campo no
próprio barco

Cálculos

- **Área basal**

$$g = \frac{(\pi \times DAP^2)}{4}$$

$$G = \sum_n^{i-1} g_i$$

g = área transversal (m²) G = área basal (m²/ha)

- **Volume comercial**

$$Vol = \frac{\pi}{40000} \times \left(\frac{D_0^2 + D_{10}^2}{2} \right) \times D_1^2 + D_2^2 + \dots + D_9^2 \times \frac{Hc}{10}$$

Vol = volume comercial (m³)

D_i = diâmetro da seção (cm)

H_c = altura comercial (m)

Cálculos

- **Biomassa fresca acima do solo**

$$BF_{abg} = BF_{tot} - BF_{blg}$$

- **Biomassa fresca abaixo do solo**

$$BF_{blg} = 0,0469 \times DAP^{2,4754} \times fc$$

- **Biomassa fresca total**

$$BF_{tot} = 2,7179 \times DAP^{1,8774} \times fc$$

- **Fator de correção (*fc*)**

Em função da altura dominante

Cálculos

- **Carbono**

- **Acima do solo**

$$C_{abg} = C_{tot} - C_{blg}$$

- **Abaixo do solo**

$$C_{blg} = BF_{blg} \times 0,533 \times 0,464$$

- **Total**

$$C_{tot} = BF_{tot} \times 0,584 \times 0,485$$

Cálculos

- **Análise estrutural**

- **Densidade absoluta e relativa**

$$DA_i = \frac{n_i}{A} \qquad DR_i = \left(\frac{DA_i}{\sum DA_i} \right) \times 100$$

- **Dominância absoluta e relativa**

$$DoA_i = \frac{AB_i}{A} \qquad DoR_i = \left(\frac{DoA_i}{\sum DoA_i} \right) \times 100$$

- **Frequencia absoluta e relativa**

$$FA_i = \left(\frac{u_i}{u_t} \right) \times 100 \qquad FR_i = \left(\frac{FA_i}{\sum FA_i} \right) \times 100$$

IFC

- Equipe experiente
- Equipe bem consolidada,
- Equipe treinadora (Engenheiros e estudantes)
- Equações desenvolvidas no grupo

BIOMASSA DA PARTE AÉREA DA VEGETAÇÃO DA FLORESTA TROPICAL ÚMIDA DE TERRA-FIRME DA AMAZÔNIA BRASILEIRA.

Niro HIGUCHI¹ , Joaquim dos SANTOS¹ , Ralfh João RIBEIRO¹, Luciano MINETTE¹, Yvan BIOT²

¹ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - Cx. Postal, 478 - Manaus - Am.

² U. K. Overseas Development Administration (ODA). Victoria Street, 94 - London. SW1E5JL - England.

ACTA AMAZONICA 28(2): 153-166. 1998.

- O principal atributo dos modelos testados é o **tamanho** das árvores
- a alta diversidade florística
- diferentes associações botânicas
- distribuições espaciais
- densidades da madeira da vegetação de terra-firme¹

BIOMASSA DA PARTE AÉREA DA VEGETAÇÃO DA FLORESTA TROPICAL ÚMIDA DE TERRA-FIRME DA AMAZÔNIA BRASILEIRA.

Niro HIGUCHI¹ , Joaquim dos SANTOS¹ , Ralfh João RIBEIRO¹, Luciano MINETTE¹, Yvan BIOT²

¹ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - Cx. Postal, 478 - Manaus - Am.

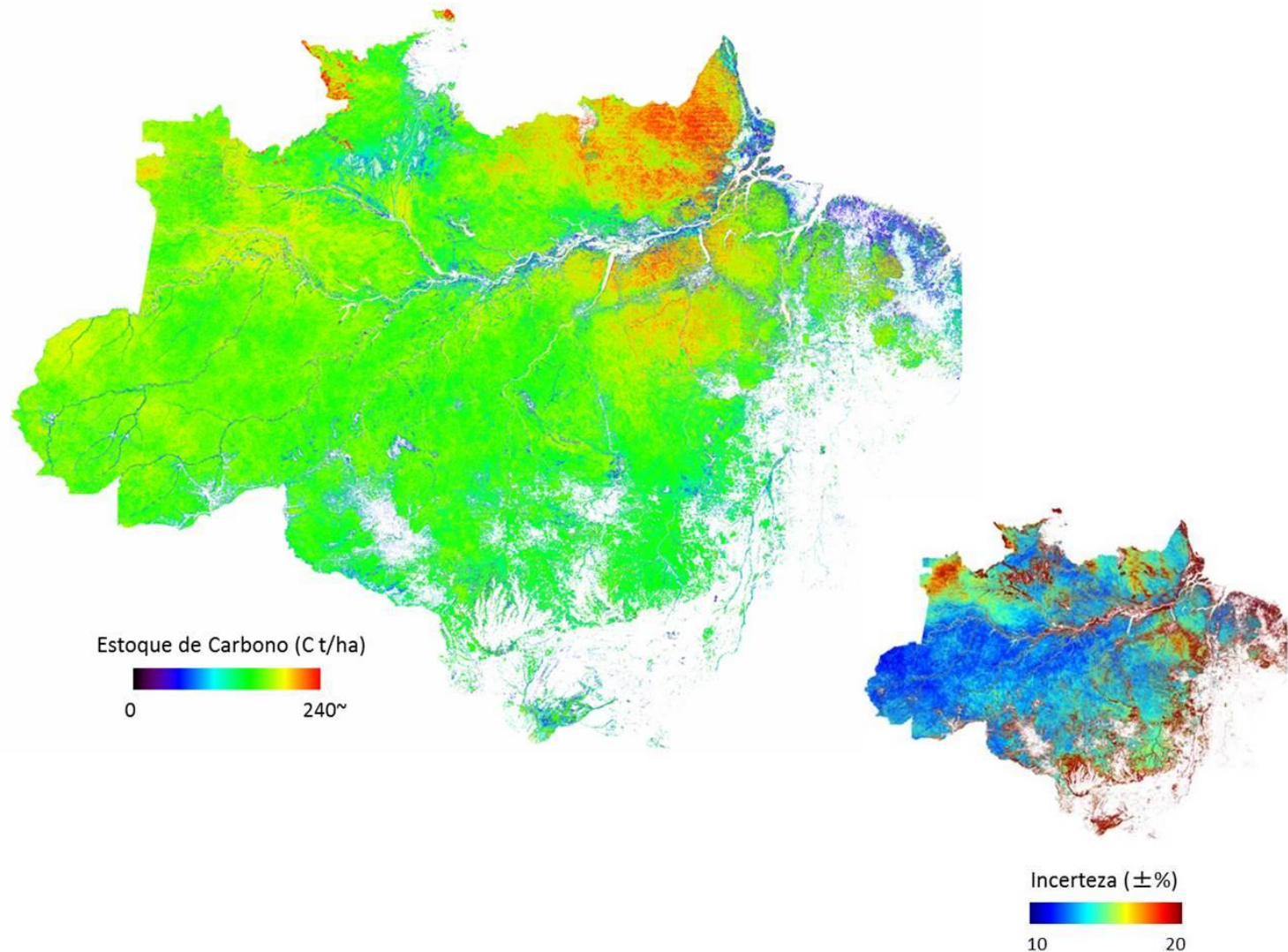
² U. K. Overseas Development Administration (ODA). Victoria Street, 94 - London. SW1E5JL - England.

ACTA AMAZONICA 28(2): 153-166. 1998.

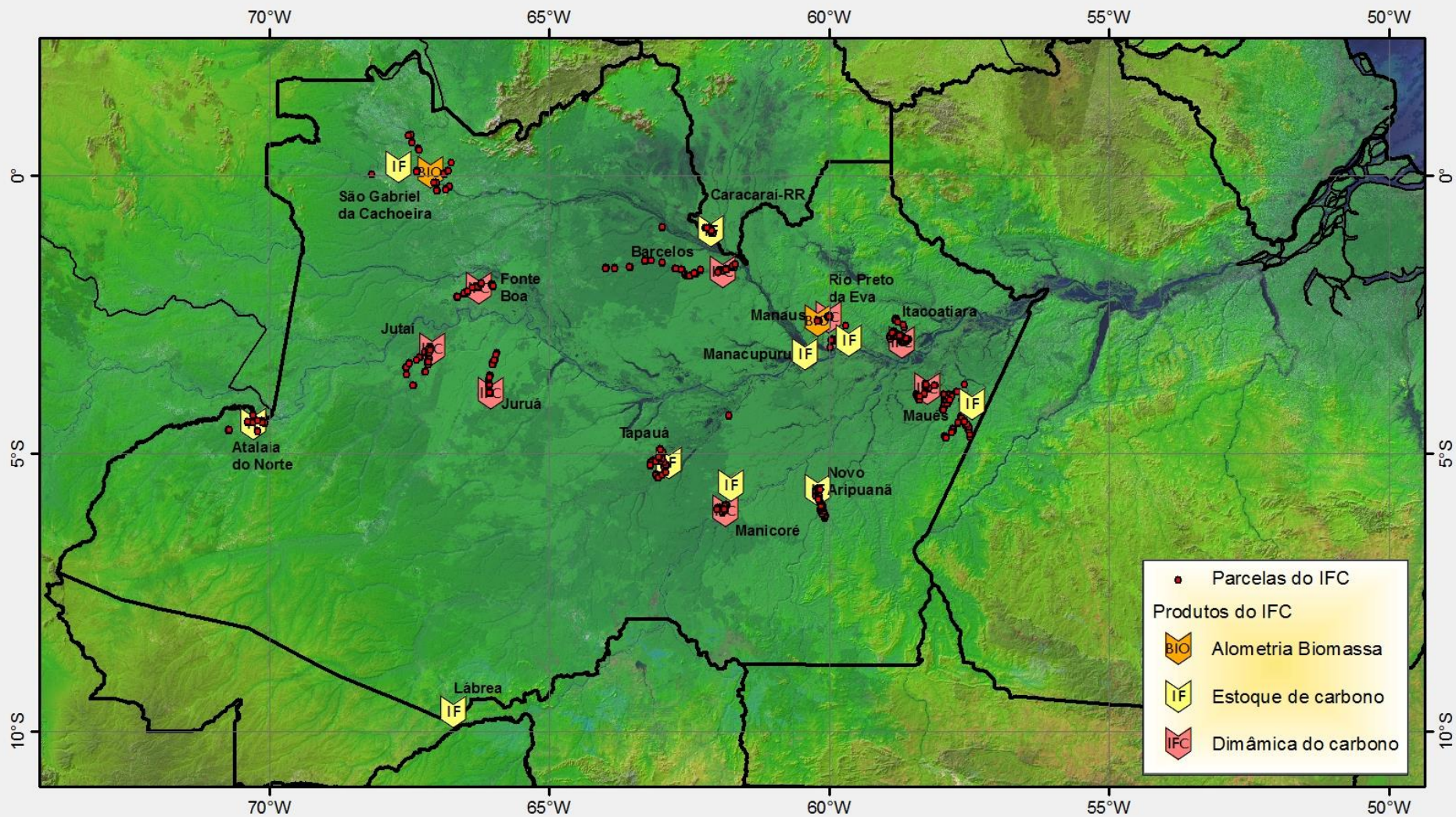
- O principal atributo dos modelos testados é o **tamanho** das árvores
- a alta diversidade florística
- diferentes associações botânicas
- distribuições espaciais
- densidades da madeira da vegetação de terra-firme¹

Produto final esperado do IFC-AM

Estimativas de estoques de carbono (t/ha) da floresta amazônica e incertezas (%) associadas



Sistema de Inventário Florestal Contínuo (IFC)-LMF/INPA

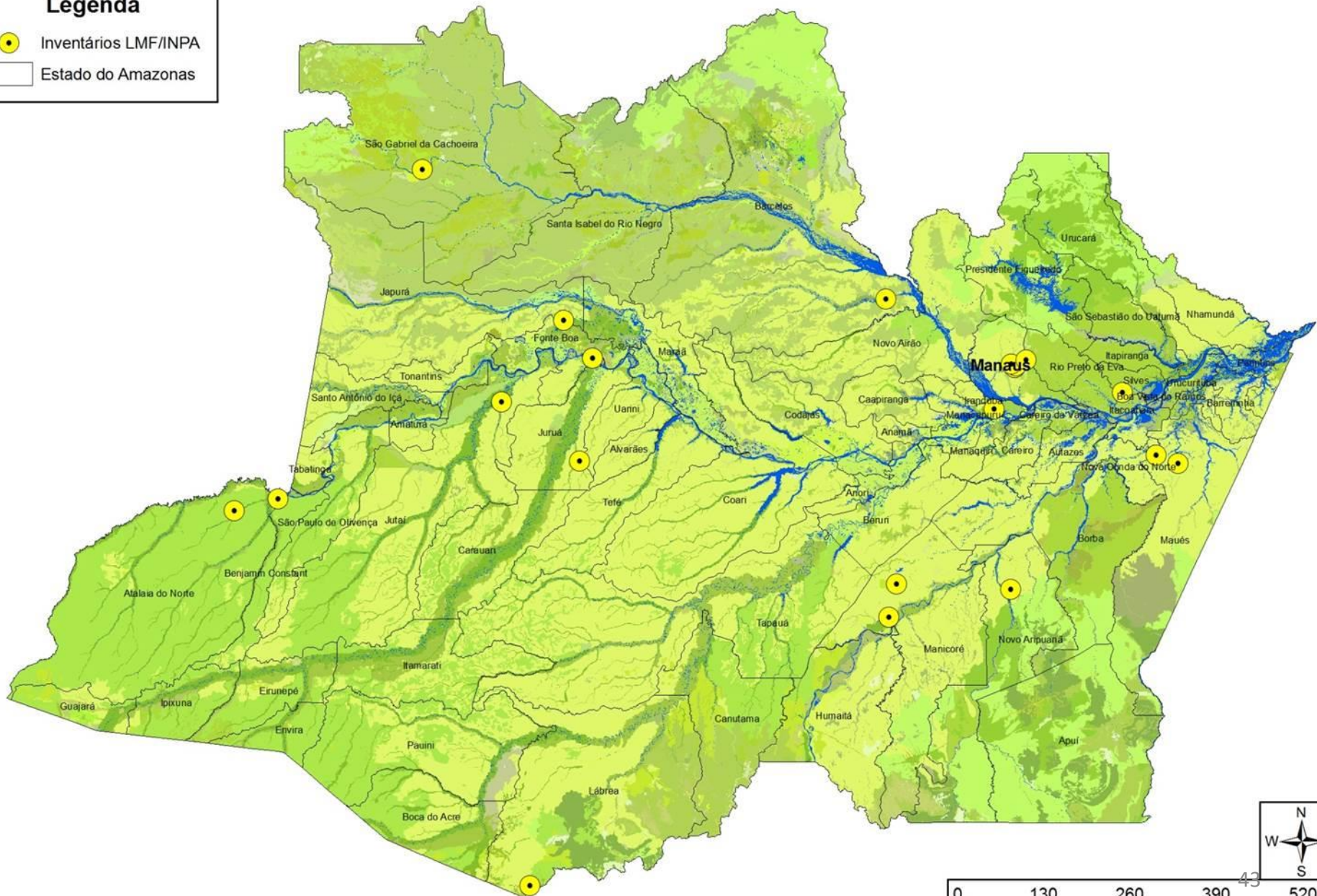


Distribuição espacial das parcelas do IFC - AM

Legenda

 Inventários LMF/INPA

 Estado do Amazonas



Esforço de coleta do IFC - AM

Sítio	Projeto	ano	n
Manacapuru	Chichuá	2004	32
Adventista	Chichuá	2004	40
Fonte Boa	Chichuá	2004	72
Jutaí	Chichuá	2004	64
ST Manejo de Florestas Ltda (Lábrea)	Chichuá	2005	87
EMBRAPA (Rio Preto da Eva)*	Chichuá	2005	15
Floresta Estadual de Maués (Maués)	PPOPE/Chichuá	2005	100
Resex do Baixo Juruá (Juruá)	ICMBio/Chichuá	2006	83
Mil Madeireira Ltda (Itacoatiara)	Chichuá	2005	204
Resex Auati Paraná (Fonte Boa)	ICMBio/Chichuá	2007	107
Resex Lago do Capanã Grande (Manicoré)	ICMBio/Chichuá	2008	82
RDS do Amapá (Manicoré)	SDS/Chichuá	2008	61
FLONA do Pau-Rosa (Maués)	ICMBio/Chichuá	2009	81
Resex do Rio Unini	Pronex/Chichuá	2009	90
Barcelos	Pronex/Chichuá	2009	6
RDS do Juma (Novo Aripuanã)	FAS/SDS/Chichuá	2009	115
Floresta Estadual de Maués (Maués)	SDS/Chichuá	2010	76
			1315
Inventários durante o CADAF			
São Gabriel da Cachoeira	CADAF/Pronex	2010	100
Mil Madeireira Ltda (Itacoatiara)	CADAF/Pronex	2010	119
Atalaia do Norte	CADAF	2011	46
Benjamin Constant	CADAF	2011	59
Jutaí	CADAF	2011	104
EMBRAPA (Rio Preto da Eva)*	CADAF	2011	18
Resex Lago do Capanã Grande (Manicoré)	CADAF	2012	118
Resex Rio Unini	CADAF	2012	136
Resex Auati-paraná	CADAF	2012	130
Flona do Pau-rosa (Maués)	CADAF	2013	132
Resex do Baixo Juruá	CADAF	2013	123
Reserva Biol.Abufari (Baixo Purus)	CADAF	2013	146
			1231

Estoque de carbono da floresta do Amazonas

Sítio	C_{abg} (t C ha ⁻¹)	IC (±)	C_{tot} (t C ha ⁻¹)	IC (±)
Manacapuru	122,8	9,6	124,2	9,6
Fonte Boa (ZFV)	163,1	6,9	167,6	7,0
Jutaí	167,2	7,2	172,7	7,4
Lábrea	111,3	6,8	114,7	6,9
R Preto da Eva (Embrapa)	157,0	6,6	177,4	8,3
Maués	119,4	6,8	137,2	11,1
Resex Baixo Juruá	150,2	4,6	170,5	5,5
MIL Madeireira	149,4	29,4	153,8	29,5
Resex Auati-Paraná	148,9	5,3	170,7	6,3
BIONTE – Testemunha (Manaus)*	182,6	12,6	194,7	13,3
Resex Capanã Grande	151,9	5,2	148,5	6,3
Flona do Pau rosa	172,8	7,7	177,1	7,6
Resex Rio Unini	147,1	5,0	151,5	5,0
RDS Juma	146,8	6,1	151,1	6,0
FE de Maués Sul	145,5	6,2	168,0	7,7
São Gabriel da Cachoeira	109,0	5,5	125,1	6,1
Atalaia do Norte	143,9	4,1	175,4	5,3
Jutaí	139,2	4,7	169,7	6,0
Embrapa ZF5	158,1	7,6	178,1	8,9
Resex do Lago do Capanã Grande	144,8	5,8	168,8	7,0
Média (t C ha ⁻¹)	145,9		159,8	8,5
Intervalo de Confiança (95%)	145.9 ± 8.8		159.8 ± 9.2	

Dicas para implementação do inventário florestal contínuo

Tamanho da parcela => 20 x 125 m => 2.500 m²

Equipe de campo: 2 florestais, 2 identificadores práticos, 3 pessoas para picadas, 3 extra pessoas (pintura DAP e limpeza), 1 botânico + 1 ajudante, GPS, área foliar, madeira caída

Custos operacionais para instalar uma parcela permanente => 168,91 USD ± 36,02 (excluindo salário do *staff* permanente do INPA)

Produtividade da equipe: 8 parcelas permanentes por dia

Para parcelas temporárias os custos operacionais são 60% menores e a produtividade aumenta 50%.



Dendrologia



22/07/2013 09:24



Dendrologia





Geotecnologia

Resultados

- Dados de campo para estimativa por SR
- Dados de biomassa
- Cobertura ótima e em expansão
- LiDAR para obter dados da estrutura e correção dos modelos por altura

E estamos correndo atrás do mecanismo

QA & QC

Quality Assurance & Quality Control

Garantia e Controle da Qualidade dos
trabalhos de inventário (principalmente)



Ministério do
Desenvolvimento, Indústria
e Comércio Exterior

Ministério do
Meio Ambiente



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS



**FUNDO
AMAZONIA**

Obrigado!

camposmoacir@gmail.com

Como Amostrar Adequadamente a Diversidade da Floresta Amazônica?

Dimensão amazônica

Diversidade de ambientes

Diversidade de tipos florestais

Sazonalidade