

# Interfaces entre o Mapeamento Convencional e Digital de Solos



**Marcos Bacis Ceddia** - Departamento de Solos - Instituto de Agronomia  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - (UFRRJ) - Brasil

E-mail: [marcosceddia@gmail.com](mailto:marcosceddia@gmail.com)

Homepage: [www.aguaesolos.net](http://www.aguaesolos.net)

# Antes de começar, uma pergunta

- Se Vasily Vasil'evich Dokuchaev e Hans Jenny estivessem vivos no século 21, e ainda estivessem trabalhando com pedologia, o que estariam pesquisando?

Não parece razoável achar que não estivessem trabalhando com as novas abordagens e tecnologias disponíveis.

Jenny (1941): A conversão do conhecimento fundamental relacionado à relação solo ambiente sob condições específicas de campo é impossível a menos que seja conhecida a distribuição espacial dos fatores de formação.

Pagina, 262- Factors of Soil Formation.

# MAPEAMENTO DE SOLOS NO NOSSO TEMPO

Um tempo cada vez mais digital

Onde:

Tudo é rápido, eficiente, com muito apelo visual e fascinante;

Mas também:

Muito individualista, descartável e com tendência a se  
desconectar da realidade;

Um tempo que exige a sabedoria de aproveitar o azul sem cair no vermelho

# O QUE É UM MAPA DE SOLOS?

É um modelo da distribuição espacial de classes e/ou atributos de solos.

## Questões fundamentais

- Atende as demandas? - Para que e para quem
- Qual o custo e a acurácia?
- Quanto tempo?
- Qual é o modelo?

# PARA QUEM E PARA QUE?

A **Sociedade** demanda Informação de Solos para auxiliar no **Diagnóstico, Planejamento e Tomada de decisão.**

Exigências inerentes ao nosso tempo

- Geração e atualização rápida;
- Menor custo;
- Precisão e Acurácia;
- Disponíveis;
- Representação adequada;
- Reproduzível entre gerações

Essa é a proposta do  
MDS

Muito trabalho pela frente

# O Mapeamento Convencional

Origem: o mundo é analógico, logo:

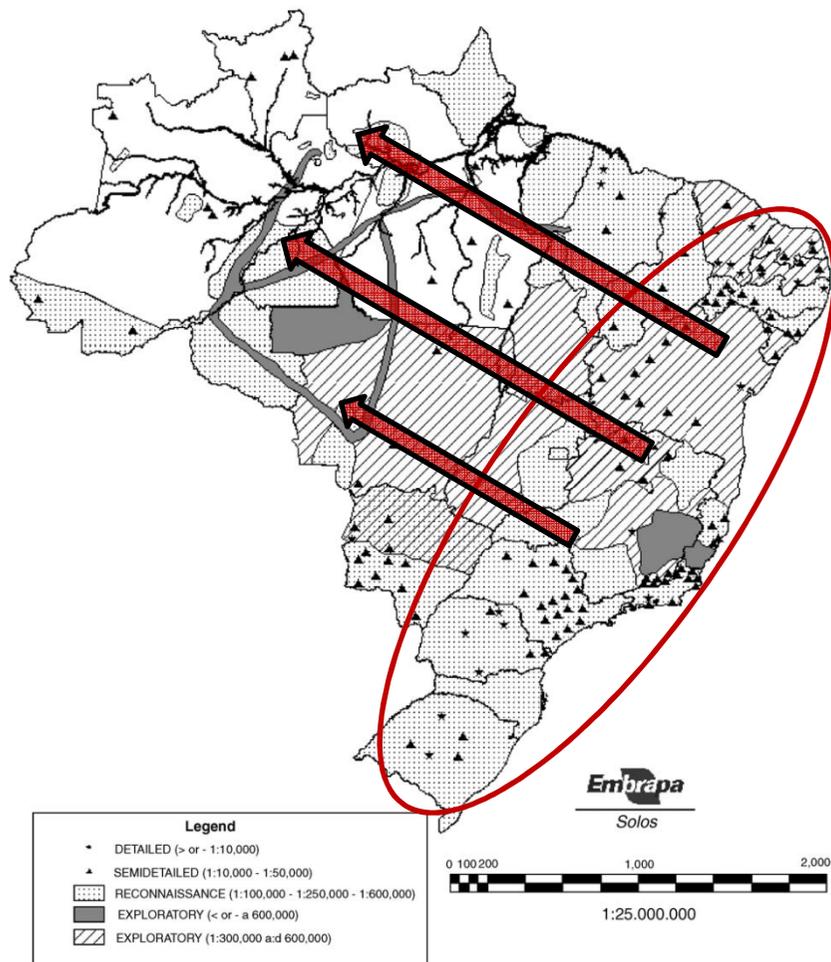
- 1- A equipe de pedólogos faz levantamento bibliográfico (mapas de solos e de covariáveis e relatórios sobre a região);
- 2- A exploração entre covariáveis e tipos de solos é lenta e mais suscetível a erros de interpretação das relações;
- 3- O pedólogo gera um mapa prévio em que a qualidade depende muito da experiência. Experiência adquirida não se transmite, no máximo, ensina-se como adquirir experiência, o que demanda tempo;
- 4- O pedólogo vai a campo, avalia a adequação de seu modelo mental e efetua correções específicas;
- 5- Com o modelo mental confirmado/corrigido, efetua a predição

(O pedólogo cria uma FPT mental - Doracy Pessoa Ramos)

Modelo - CLORPT - Jenny (1941)

$S = f(\text{material de origem, clima, relevo, organismos e tempo})$

# Mapeamento de solos no Brasil



Por problemas **econômicos, institucionais e tecnológicos**, optou-se por fazer mapas de reconhecimento e exploratório (1:250.000 a 1:2.500.000)

- 1947- Iniciou-se os mapeamentos com apoio institucional (Comissão de Solos- MA);
- 1954 e 1955 - Primeiros Mapas de Reconhecimento (RJ e SP);
- 1960 - Melhor treinamento de equipes (Cooperação USA). Mapas da região Norte e Central do Brasil);
- 1971-1976 RADAMBRASIL (Amazônia Legal e todo o Brasil- 1:1.000.000);
- 1974- Desaceleração progressiva dos mapeamentos
- 1981- Primeiro mapa nacional (1:5.000.000)
- 2001- Mapa nacional atualizado

# O Mapeamento Convencional

## Fatos

- Precisamos de mapas com maior detalhamento;
- O interior do Brasil necessita uma atenção especial;
- Por razões de tempo e custo, os mapas geralmente não são validados no campo;
- O processo de mapeamento é mais lento e suscetível a erros;
- O método é menos sustentável no tempo.  
(Como todo ser humano, o pedólogo morre. E com ele vai a experiência)

## Mitos

- O mapas convencionais não tem qualidade;
- Não tem como avaliar a acurácia do mapa;

# O Mapeamento Convencional

## Críticas

- O modelo é implícito e totalmente dependente da experiência do pedólogo;
- Informação incompleta a respeito dos produtos derivados do levantamento de solos;
- Os mapas não são testados no que se refere à seu modelo de predição;
- Sua origem atrelada na classificação taxonômica, implica em uma visão de objeto;

A entidade Solo não é igual a inseto, planta e animal

# Mapeamento Digital

ORÍGEM: O MUNDO É DIGITAL, LOGO:

"A criação e população de sistemas de informação espacial de solos através de modelos numéricos, inferindo a variação espacial e temporal de classes e atributos de solos a partir de observações de solos e conhecimento e variáveis ambientais correlacionadas".

$S = f(\text{Solo}, \text{Espaço}, \text{Material de origem}, \text{Clima}, \text{Relevo}, \text{Organismos e Tempo})$

Conhecimento prévio de classes ou atributos dos solos

Posição no espaço (coordenadas x e y)

# Mapeamento digital

## Objetivos

- 1- Produzir mapas com acurácia adequada, **menor** intensidade de trabalho de campo, tempo e custo;
- 2- Melhor representar a variabilidade espacial (visão de campo- modelo raster de representação);
- 3- Apresentar o modelo de predição de forma que seja possível sua reprodução e avaliação por outros pesquisadores;

## Etapas gerais

- 1- Explorar e identificar de forma eficiente as relações entre as covariáveis preditoras e a variável a ser predita (classe ou atributo do solo);
- 2- Incorporar explicitamente na forma de equações ou regra de classificação, as relações entre as variáveis preditores e e atributos ou classes de solos;
- 3- Aplicar o modelo de predição e avaliar a acurácia do modelo (validação);
- 4- Geração do mapa final e relatórios

# Mapeamento digital

## Críticas

Não disseminação de um protocolo de condução dos trabalhos de mapeamento digital.

Exige demasiado conhecimento de estatística e domínio de software.

## Mito

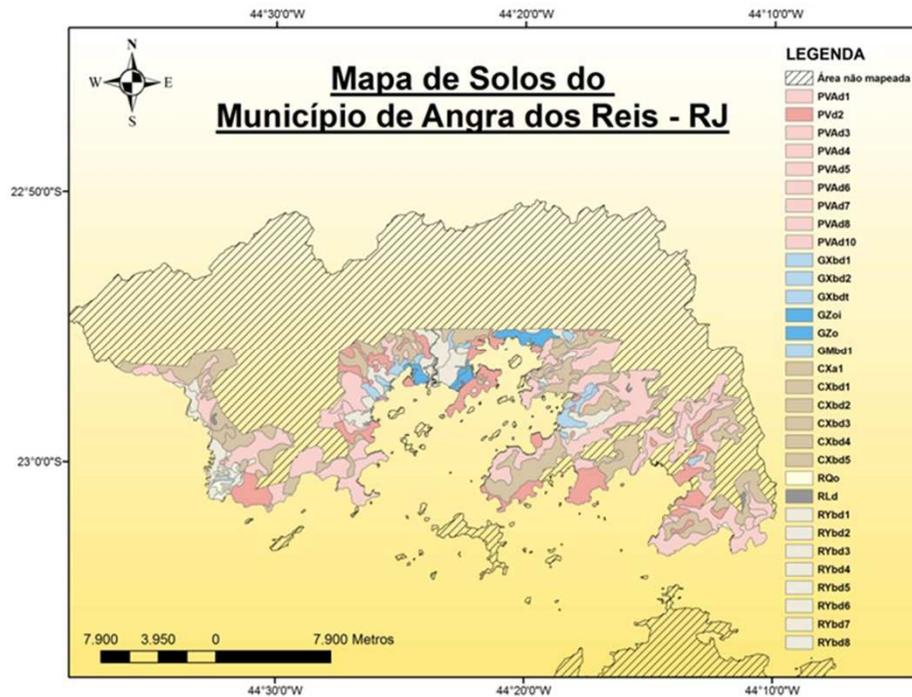
Criou-se uma falsa impressão de que os mapas digitais são feitos sem a etapa de campo.

## Que tipo de mapa atende as demandas atuais?

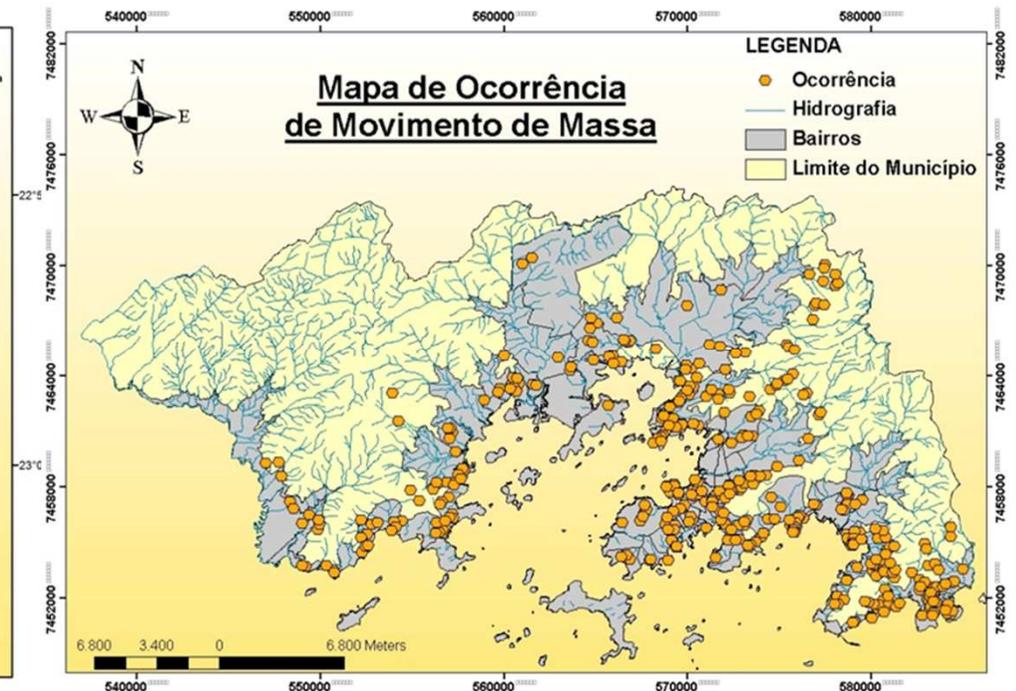
É crescente a percepção de que o mapa de variabilidade espacial de atributos do solo diretamente relacionados aos fenômenos e demandas de interesse prático são preferidas pelos usuários finais.

# Exemplo de demanda por atributos do solo

## Movimentos de massa



Mapa Semidetalhado de Solos - 1:25.000  
Fonte: A.C.S, Ferreira, 2012



Período de 2002 a 2010. Fonte: CPRM

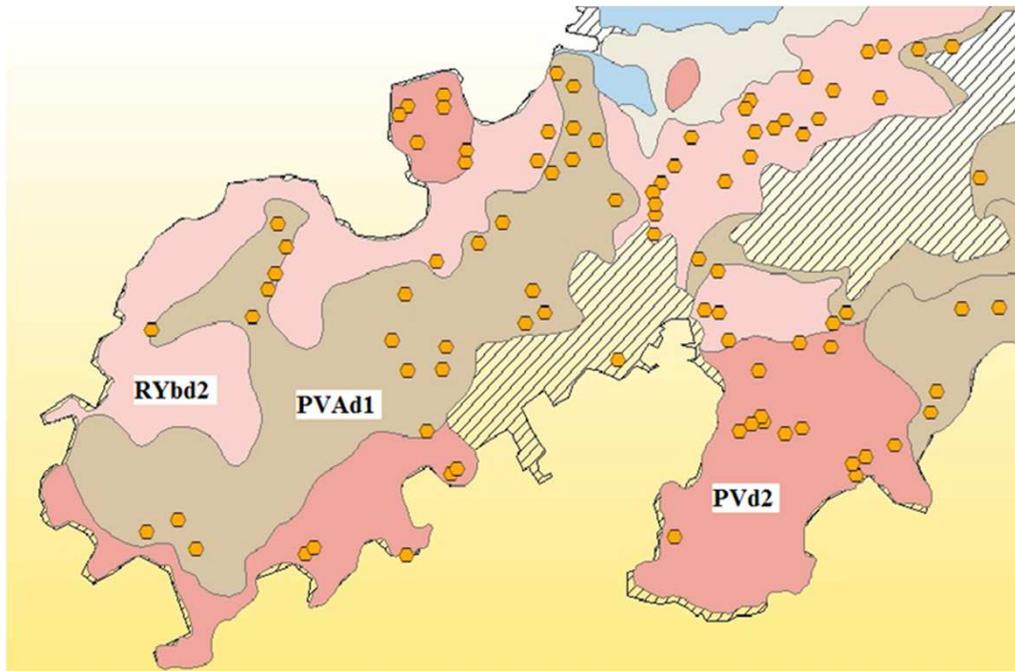
## Curiosidades Pedológicas

- Este mapa foi gerado entre 1992 e 1993.
- Digitalização em 2012, e não foi obtido através da prefeitura de Angra dos Reis.

**Infelizmente, não é incomum o desaparecimento de mapas.**

# Dificuldade de estabelecer relação de causa e efeito

## Um sistema de alerta necessita de informação de solos



Fatores do solo que podem interferir na ocorrência de movimento de massa

- Profundidade;
- Porosidade;
- Capacidade de armazenamento de água;
- Condutividade hidráulica;

Com exceção da profundidade, mapas de classes de solo, de modo geral, não fornecem essas informações. E quando tem, considera-se o valor pontual como sendo igual em todo o polígono. O que não é verdade.

# O que tiramos disso tudo

- Os mapas e dados de solos gerados pelo método convencional são de qualidade e não podem ser perdidos;
- Precisamos transformar os dados existentes em informação disponível à sociedade;
- O mapeamento do nosso tempo é aquele que faz a interface entre o convencional e o digital e gera e disponibiliza informação acurada de solos de forma mais rápida e com menor custo;

# COMO SE FAZ A INTERFACE?

(Ponto de vista de modelo)

$S = f(\text{Solo, espaço, material de origem, clima, relevo, organismos e tempo})$

Dados

1- Dados de solos existentes

Mapas e relatórios de solos gerados, em sua maioria, por mapeamento convencional

2- Dados obtidos por sensoriamento de atributos do solo

Modelos  
de  
predição

Lagacherie, 2008

1- Abordagem quantitativa do pedólogo

Incorpora o conhecimento do pedólogo para construir o modelo de predição;

2- Abordagem pedométrica clássica

Aplica técnicas de mineração de dados e geoestatística -  
também usa dados de solos existentes

# Demandas da interface

## Dados de solos existentes

Acesso aos dados e digitalização

Desenvolvimento de um SGBD

Mineração de dados para diversas condições e análises geoestatísticas.

No Brasil, apesar da lei de acesso a informação, Lei N° 12.527 de 18/11/2011. De modo geral, não existe a cultura de acesso à informação, inclusive dados de solos.

Um SGBD de solos do Brasil permitiria explorar todo o potencial de mineração dos dados que temos.

# Demandas da interface

## Abordagem quantitativa do pedólogo

### 1- Sistemas especialistas (Consulta direta ao pedólogo):

Implementação do conhecimento através de probabilidades condicionais Bayesiana (Skdimore et al., 1991 e Cook et al., 1996);

Implementação do conhecimento através de Lógica Fuzzy (SOLIM - Zhu et al., 1996);

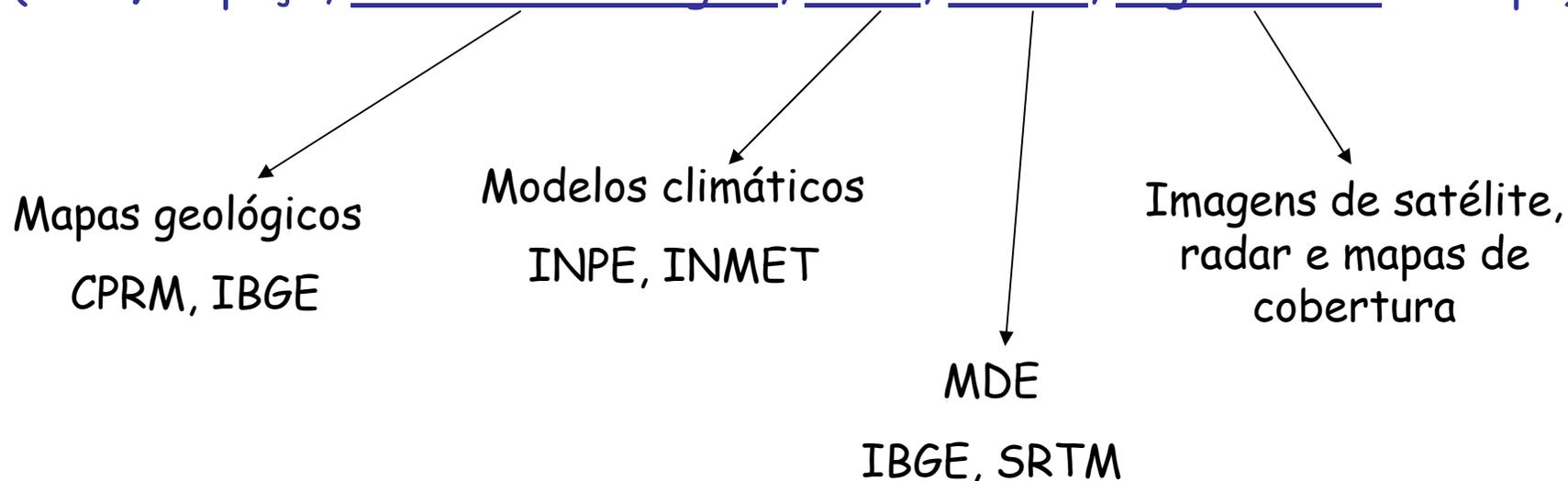
### 2- Abordagem determinística (Leis físicas simplificadas explicando a distribuição espacial de atributos do solo - Hidromorfismo de solos e I.T.U.)

### 3- Extração de padrões direto do mapa de solos e das covariáveis. Área de referência.

Baseado na hipótese de que é possível amostrar em uma região específica (denominada área de referencia) a maioria das classes de solos e respectivas covariáveis que ocorrem em uma determinada região. Isto significa que o levantamento efetuado na área de referencia capturou um número finito de classes de solos os quais são recorrentes em toda a região que se quer mapear.

# Banco de dados digital de solos e de covariáveis ambientais do Brasil

$S = f(\text{Solo, espaço, } \underline{\text{material de origem}}, \underline{\text{clima}}, \underline{\text{relevo}}, \underline{\text{organismos}} \text{ e tempo})$

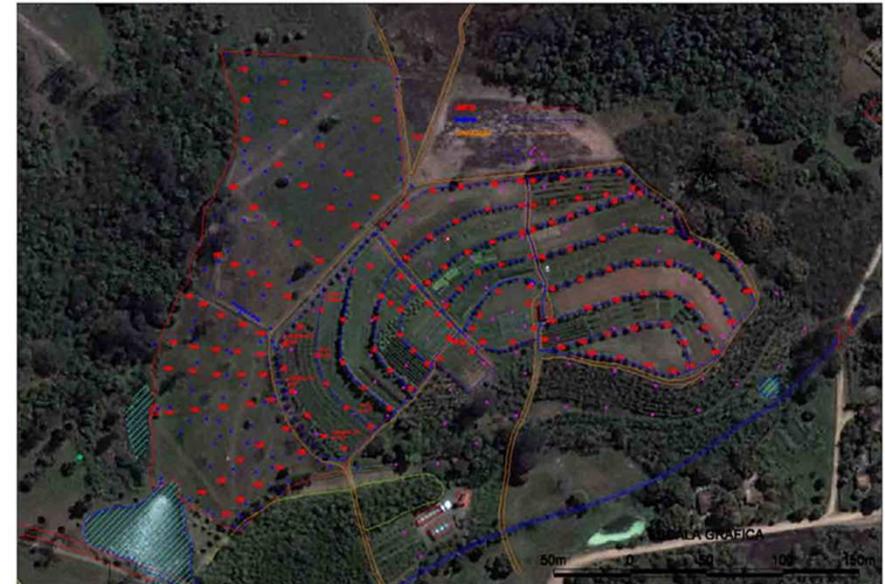
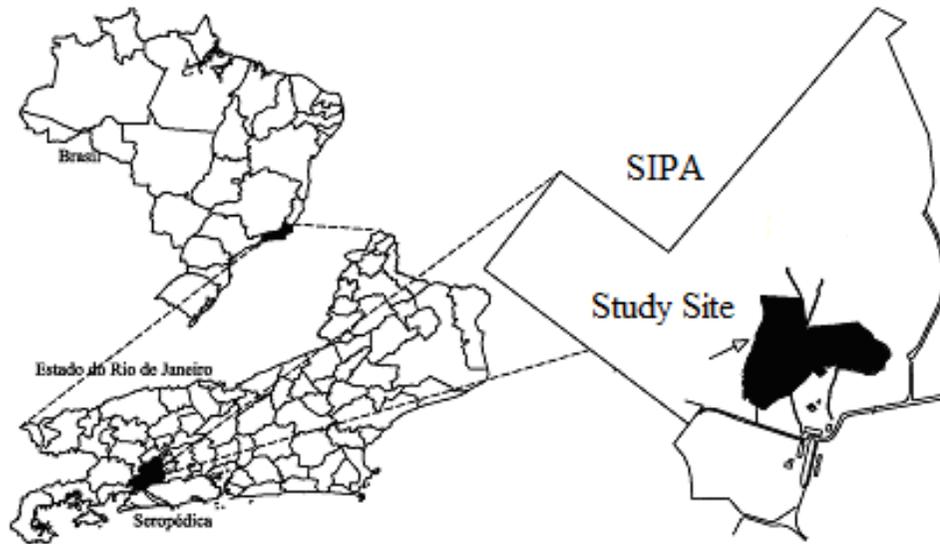


Dados de solos disponíveis na internet

IBGE - [ftp://geofp.ibge.gov.br/mapeamento\\_sistematico/banco\\_dados\\_georeferenciado\\_recursos\\_naturais/latlong/](ftp://geofp.ibge.gov.br/mapeamento_sistematico/banco_dados_georeferenciado_recursos_naturais/latlong/)  
[ftp://geofp.ibge.gov.br/mapeamento\\_sistematico/banco\\_dados\\_georeferenciado\\_recursos\\_naturais/albers/](ftp://geofp.ibge.gov.br/mapeamento_sistematico/banco_dados_georeferenciado_recursos_naturais/albers/)

ESALq - <http://www.esalq.usp.br/gerd>

# Mapeamento digital de atributos Qualidade físico hídrica



## Demanda

Gerar mapas de variabilidade espacial da qualidade físico hídrica dos solos de um Sistema de Pesquisa em Produção Agroecológico

# Mapeamento digital de atributos Qualidade físico hídrica

## Modelo

$$S = f(\text{Solo}, \text{espaço}, \text{relevo}, \text{material de origem}, \text{clima}, \text{organismos e tempo})$$

Distância euclidiana  
Algoritmo  
classificador

Considerado constante

Krigagem ordinária

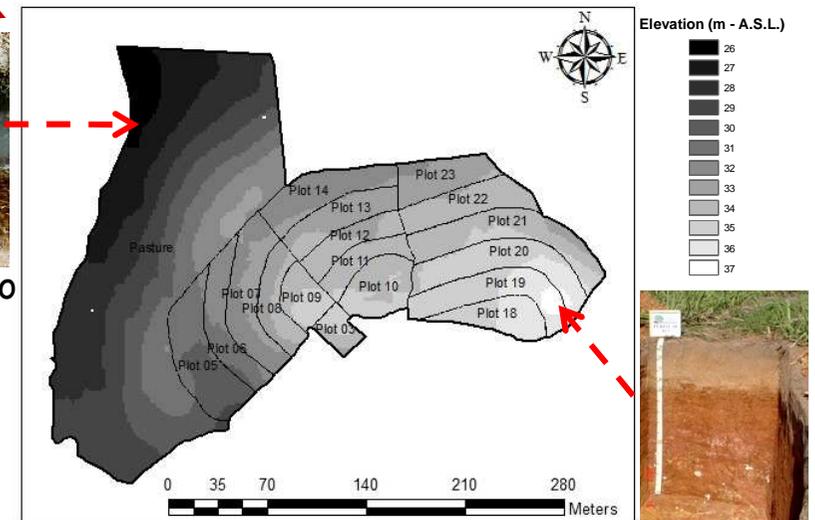
Água facilmente disponível

Porosidade de aeração

Resistência à penetração



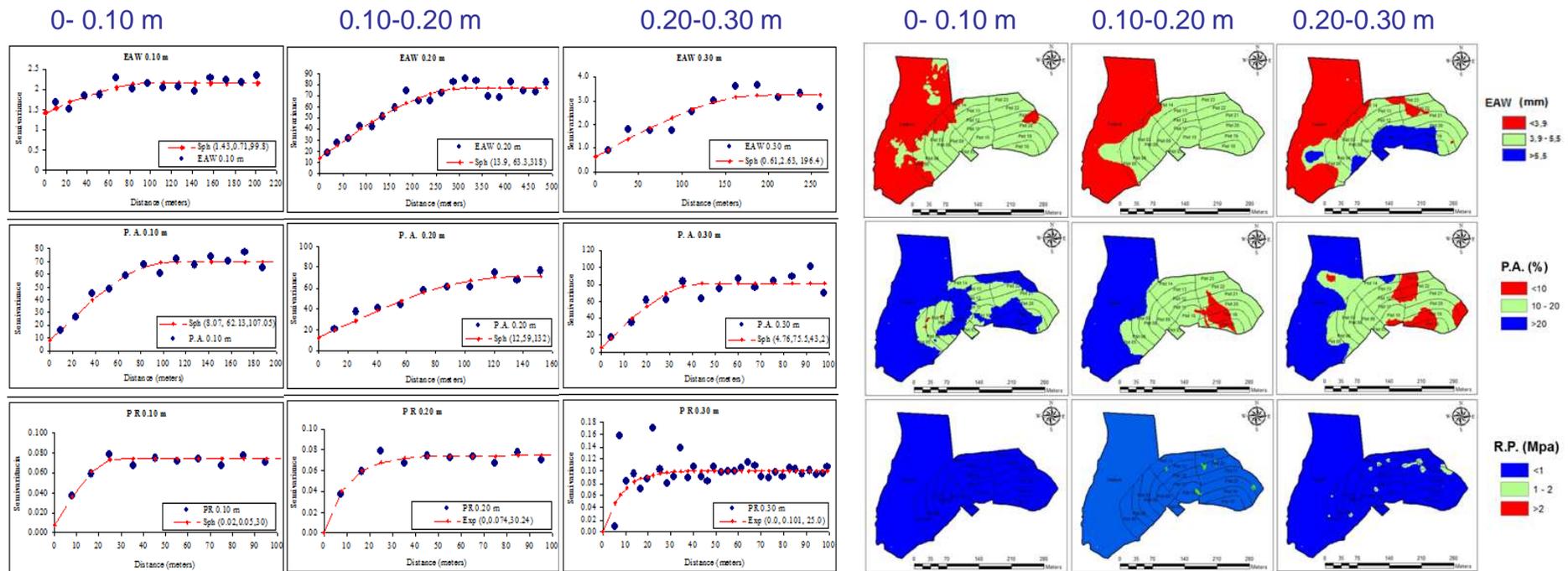
Planossolo



Argissolos

Uso do conhecimento pedológico para  
formulação da hipótese e planejamento  
amostral

# Mapeamento digital de atributos



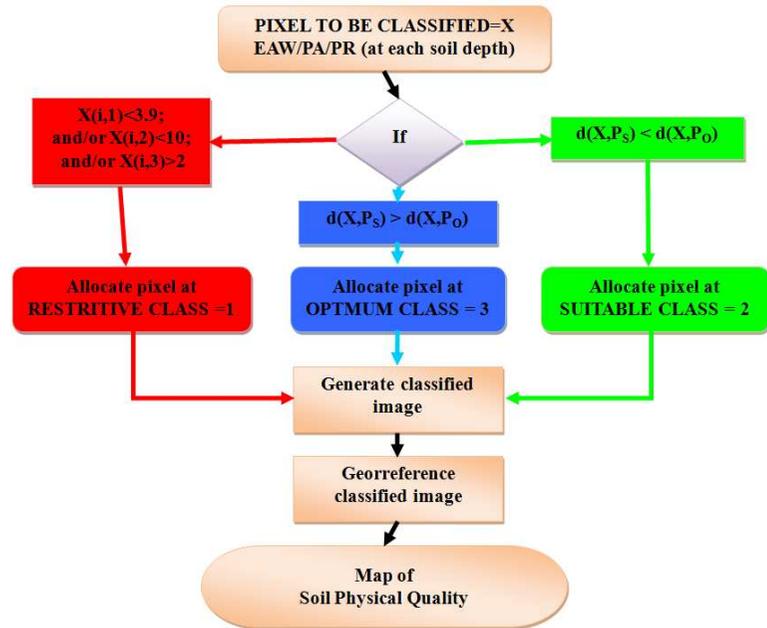
1- Classe Restritiva: (E.A.W.<3.9 mm, and/or P.A.<10%, and/or R.P.>2MPa);

2- Classe Boa: (E.A.W. = 3.9-5.5 mm, and P.A. = 10-20%, and R.P.=1-2 MPa);

3- Classe Ótima: (E.A.W. > 5.5 mm, and P.A.>20%, and R.P.< 1MPa).

Critérios baseados em conhecimento especialista e avaliação estatística dos dados

# Algoritmo Classificador



Matriz 3 x 3

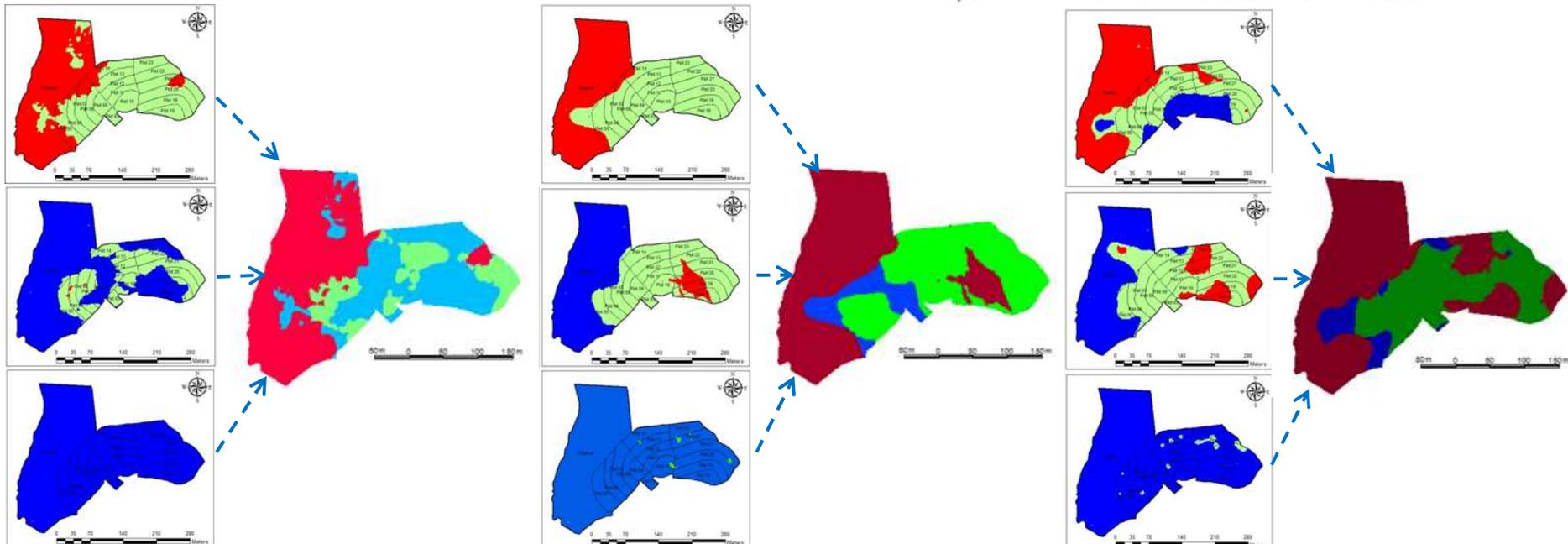
$D = \text{dist}(X, M)$ .

$$\begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} & X_{13} \\ X_{21} & X_{22} & X_{23} \\ X_{31} & X_{32} & X_{33} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ X_{i1} & X_{i2} & X_{i3} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ X_{n1} & X_{n2} & X_{n3} \end{pmatrix}
 \begin{pmatrix} \text{mafd}_{rest} & \text{mafd}_{bom} & \text{afd}_{otimo} \\ \text{mpa}_{rest} & \text{mpa}_{bom} & \text{pa}_{otimo} \\ \text{rp}_{rest} & \text{mrp}_{bom} & \text{rpo}_{otimo} \end{pmatrix}
 =
 \begin{pmatrix} D_{11} & D_{12} & D_{13} \\ D_{21} & D_{22} & D_{23} \\ D_{31} & D_{32} & D_{33} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ D_{i1} & D_{i2} & D_{i3} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ D_{n1} & D_{n2} & D_{n3} \end{pmatrix}$$

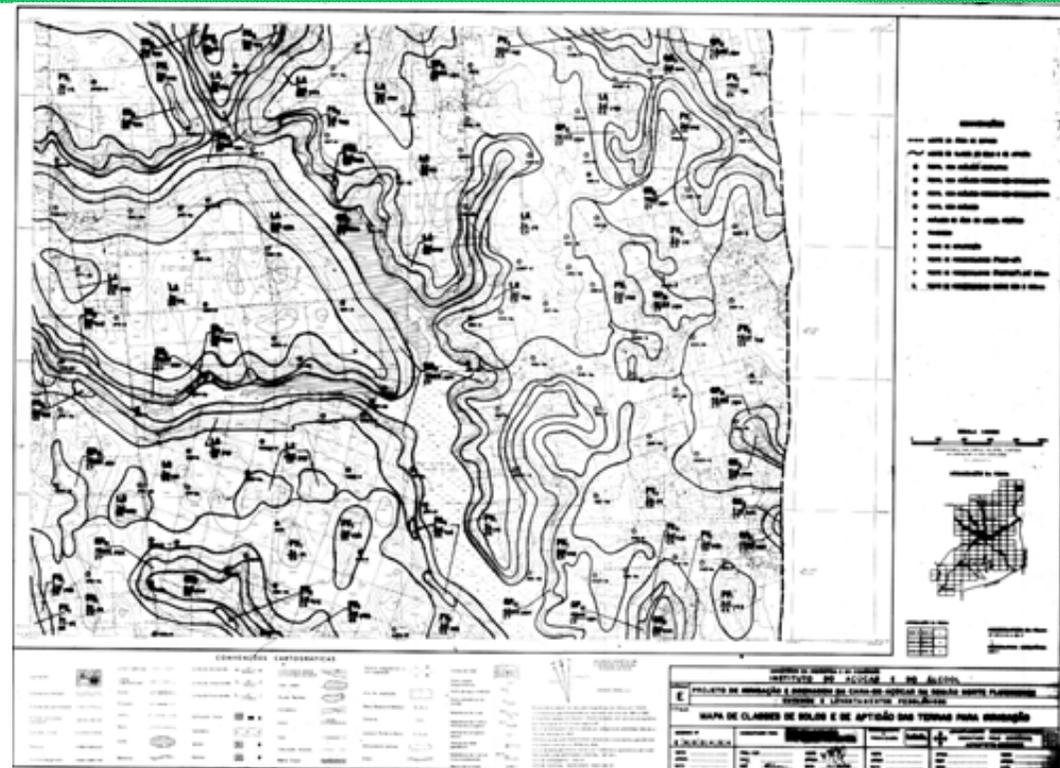
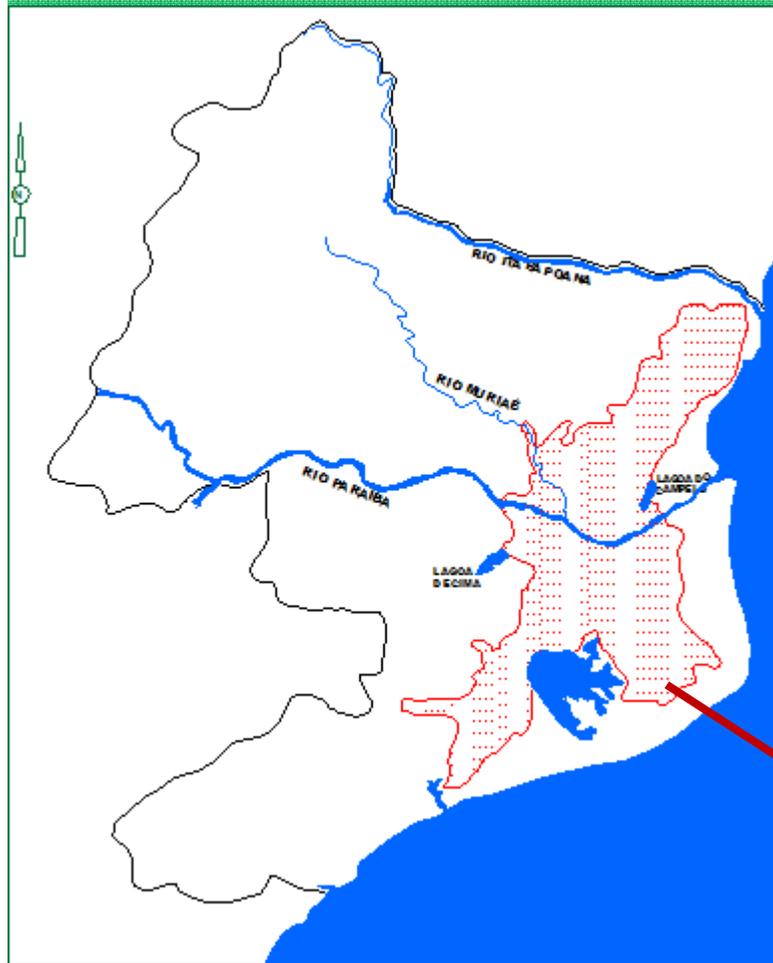
$$D_{i1} = \sqrt{(X_{i1} - \text{mafd}_{rest})^2 + (X_{i2} - \text{mpa}_{rest})^2 + (X_{i3} - \text{rp}_{rest})^2}$$

$$D_{i2} = \sqrt{(X_{i1} - \text{mafd}_{bom})^2 + (X_{i2} - \text{mpa}_{bom})^2 + (X_{i3} - \text{mrp}_{bom})^2}$$

$$D_{i3} = \sqrt{(X_{i1} - \text{afd}_{otimo})^2 + (X_{i2} - \text{pa}_{otimo})^2 + (X_{i3} - \text{rpo}_{otimo})^2}$$



# Mapeamento tradicional no Norte Fluminense



250.000 ha mapeados em escala 1:10.000

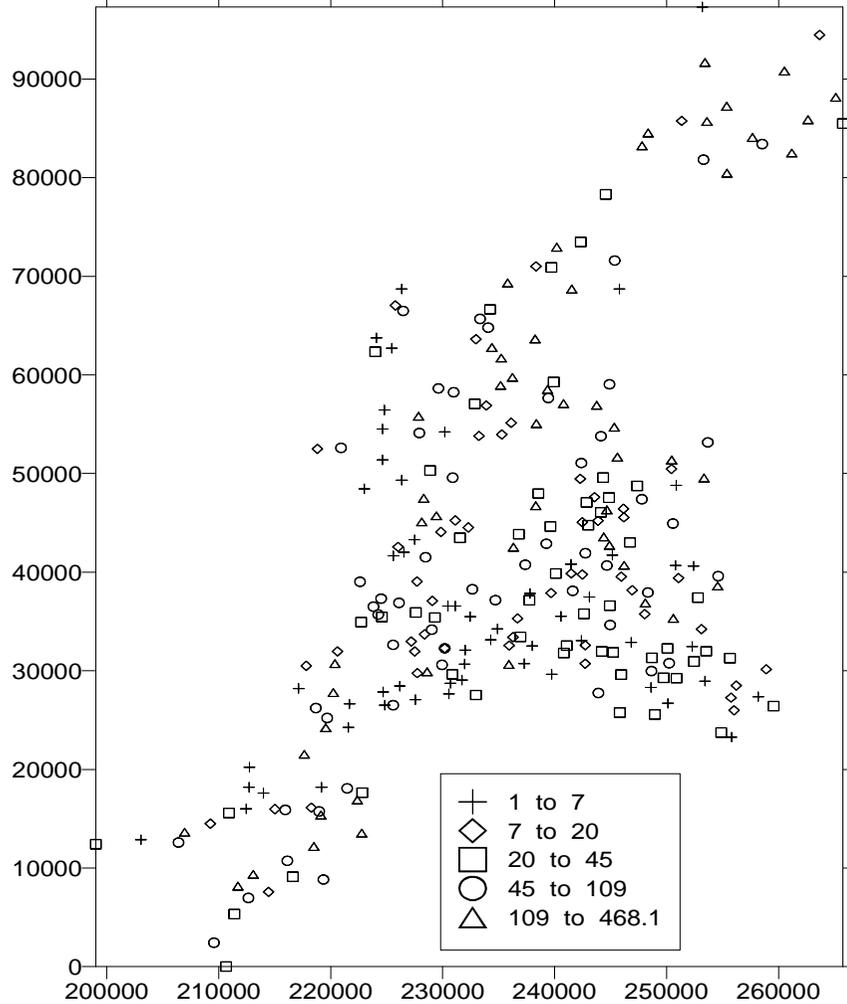
Covariáveis

Mapa Geológico - 1:50.000

Mapa topográfico - 1:5.000

Mapas digitalizados e georreferenciados. Digitalização de atributos físicos e químicos dos perfis e tradagens.

# Digitalização da Base



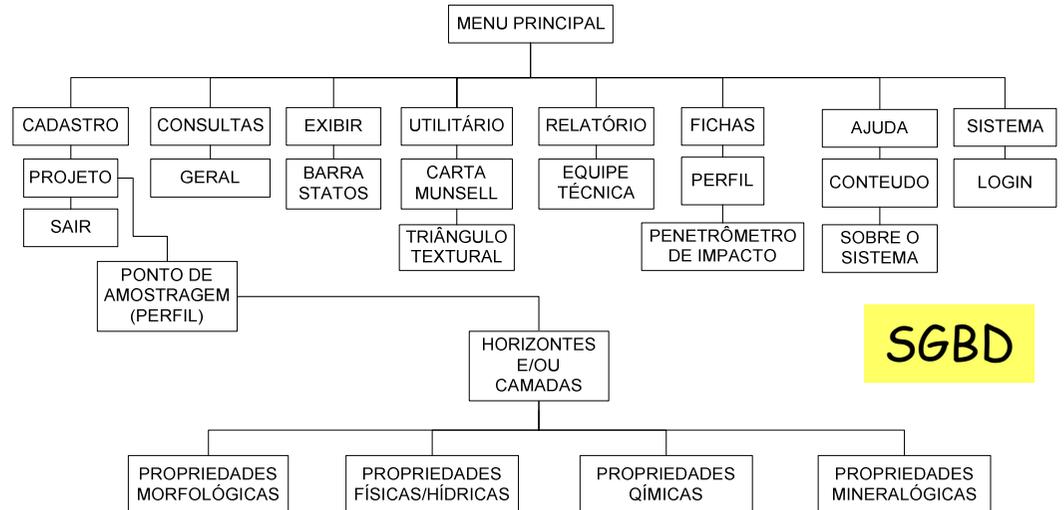
Mapa de pontos da área após georreferenciamento

Microsoft Excel - PlanilhaModal.xls

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

A1 = N° base

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Horizonte	Profund 1	Profund 2	Espessu	Referênci	Estado	Município	N° perfil	Data	Classe	Classe	Unidade	
2	s	(cm)	(cm)	ra (cm)	a		ou	ou	coleta	antiga	atual	map	
3	1	A1	0	10	10	Nascimer RJ	Campos c P1 (LA - m	12-1999				Latossolo	LA
4	1	A2	10	21	11								
5	1	AB	21	32	11								
6	1	BA	32	54	22								
7	1	Bw1	54	81	27								
8	1	Bw2	81	119	38								
9	1	Bw3	119	164	45								
10	1												
11	1												
12	1												
13	2	A1	0	20	20	Nascimer RJ	Campos c P2 (PA - m	12-1999				Argissolo	PA
14	2	A2	20	29	9								
15	2	E	29	38	9								
16	2	Bt1	38	62	24								
17	2	Bt2	62	86	24								
18	2	Bt3	86	124	38								
19	2	F	124	141	17								
20	2	Bw	141	151	10								
21	2												
22	2												
23	3	Ap	0	11	11	Nascimento, G.B. do	Campos c P3 (LA - p	12-1999				Latossolo	LA
24	3	AB	11	22	11								
25	3	BA	22	37	15								
26	3	Bw1	37	54	17								
27	3	Bw2	54	79	25								



# SGBD - 2008-2010

Login do Usuário

## InfoSolos

**Usuário**

**Senha**

Servidor  
 Local  
 Solos

Infosolos Versão 1.0

Cadastro Consultas Exibir Utilitário Relatório Fichas Ajuda Sistema

**Descrição geral**

Infosolos Versão 1.0

Cadastro Consultas Exibir Utilitário Relatório Fichas Ajuda Sistema

Título: PROJETO EROSIÃO HÍDRICA EM SOLOS AMAZÔNICOS

Sigla: PETROSOLOS Data Início: 27.08.2008 Data Final: 27.06.2010

Equipe Técnica: Alexandre Revelli Nieto, Anderson Moraes Santos, Eduardo Oliveira Estiliano, Lenilson dos Santos Mota, André Villela, Genildo Simões, Diego Campelo Loureiro, Orlando Tavares

Órgão executor: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Escala: 6.800 hectares Área Mapeada: 6.800 hectares Nível do Levantamento: Detalhado

Perfil: Tradagem: Ultradetalhado, Detalhado, Semidetalhado

ID	Campo	Data Coleta	Coordenada N (UTM)	Coordenada E (UTM)	Altitude (m)
P063		17/10/2008	246.231,28	9.462.431,28	
P068		19/10/2008	248.656,95	9.461.772,00	
P074		19/10/2008	248.486,12	9.465.269,38	

Horizonte: Foto

Símbolo	Prof. 1	Prof. 2
A	0	5
AB	5	24
BA	24	49
Bt1	49	85
Bt2	85	115

ARGISSOLOS AMARELOS Distróficos típicos

Identificação em Campo: P063 Tipo de Amostragem: Perfil completo Data da coleta: 17/10/2008

UF: MA Município: Coari Foto: Foto1, Foto2, Foto3, Foto4

Clima (Classificação Köppen e Gausson):

Situação: Descrito e Coletado: Trincheira aberta

Relevo: Regional: Ondulado Local: Plano

Declive: 0 a 3% Drenagem: Bem drenado

Declive campo: 2%

Localização: Próximo ao galpão de fluidos

Horizonte: A, AB, BA

UTM GEOGRÁFICA CARTESIANA Converter

Software público

Descrição morfológica dos horizontes/camadas

Infosolos Versão 1.0

Cadastro Consultas Exibir Utilitário Relatório Fichas Ajuda Sistema

Infosolos Versão 1.0

Cadastro Consultas Exibir Utilitário Relatório Fichas Ajuda Sistema

Descrição Morfológica

Horizonte: Símbolo P1 P2

Símbolo	P1	P2
A	0	5
AB	5	24
BA	24	49

Transição: Forma: Plana Grau: Clara

Limites Superior-Inferior (cm): 0 - 5

Textura: Franca-siltosa

Cor: Seca Úmida Mosqueado

Mosqueado: Contraste Quantidade Tamanho

Estrutura: Grau: Fraca Tipo: Granular Tamanho: Muito pequena

Consistência: Seca: Macia Úmida: Muito firme Pegajosidade: Ligeiramente pegajosa Plasticidade: Plástica

Cerosidade: Nódulos e concreções

Carta Munsell

Obter Cor

GLEY 1 | GLEY 2 | 2,5R | 5R | 7,5R | 10R | 2,5YR | 5YR | 7,5YR | 10YR | 2,5Y | 5Y | 7,5Y

8/ 7/ 6/ 5/ 4/ 3/ 2,5/

10Y 5GY 10GY 5G

# SGBD - 2008-2010

Infosolos Versão 1.0

Cadastro Consultas Exibir Utilitário Relatório Fichas Ajuda Sistema

Infosolos Versão 1.0

Cadastro Consultas Exibir Utilitário Relatório Fichas Ajuda Sistema

Inserir Salvar Alterar Eliminar Cancelar Fechar

Atributos Diagnósticos Classificar

Descrição Morfológica | Análises Físicas/Hídricas | Análises Químicas | Análises Mineralógica

Fração de amostra total (g/kg)			Composição granulométrica de terra fina (g/kg)				
Calhaus > 20 mm	Cascalho 20 - 2 mm	Terra fina < 2 mm	Areia grossa 2 - 0,20 mm	Areia fina 0,20 - 0,05 mm	Areia Total	Silte 0,05 - 0,002 mm	Argila < 0,002 mm
		1000	44	349	393	612	95

pH (1:2,5)			Complexo sorvito cmolc/kg					
Água	KCl1N	Delta pH	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	AP <sup>+</sup>	H <sup>+</sup>
3,8			2,0	1,5	0,01	0,00	3,0	10,0

Fóforo assimilável mg/Kg			Valor S Valor T Valor V			Saturação		C.Org g/kg		N g/Kg		Relação C/N	
0			3,5	17	20	Al <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	46	0	9,30			

Ataque Sulfúrico					SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Ki		SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Kr		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO					

Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> livre g/Kg			Sais solúveis (extrato 1:5) cmolc/Kg de Terra Fina							
			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>

Umidade g/100g 0,033 Mpa 1,5 Mpa

Água disponível Máxima

SiBCS

Horizonte Superficial **A moderado** | Horizonte Subsuperficial **B textural**

Classificar Salvar Alterar Eliminar Cancelar Fechar

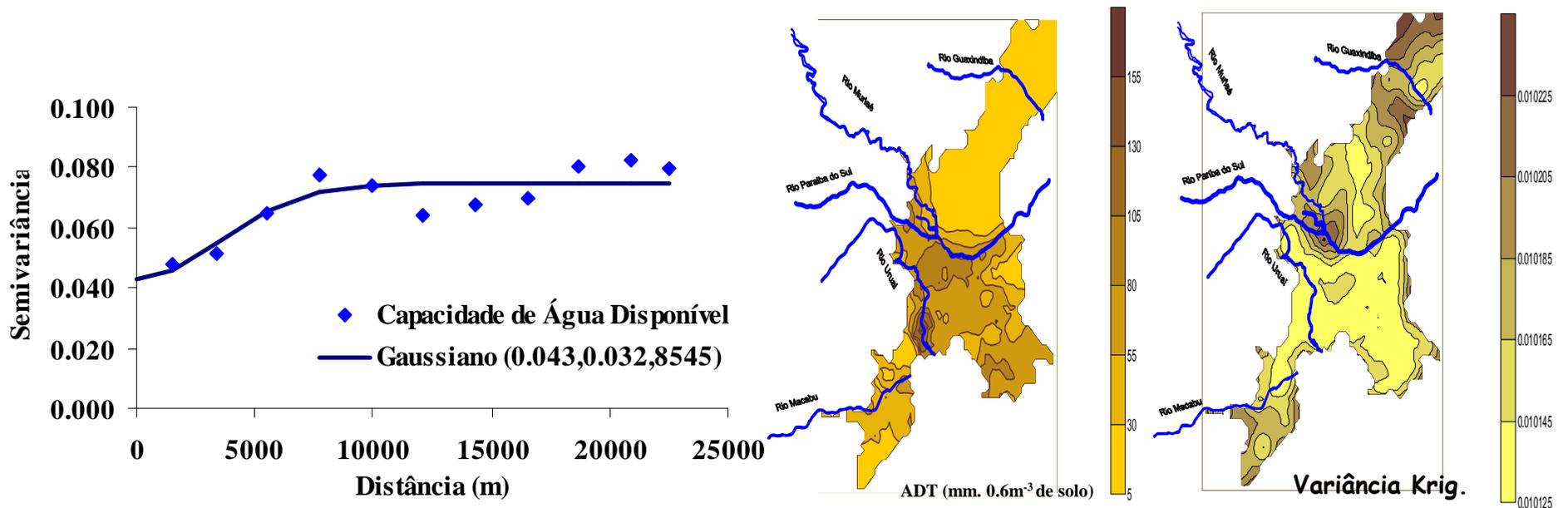
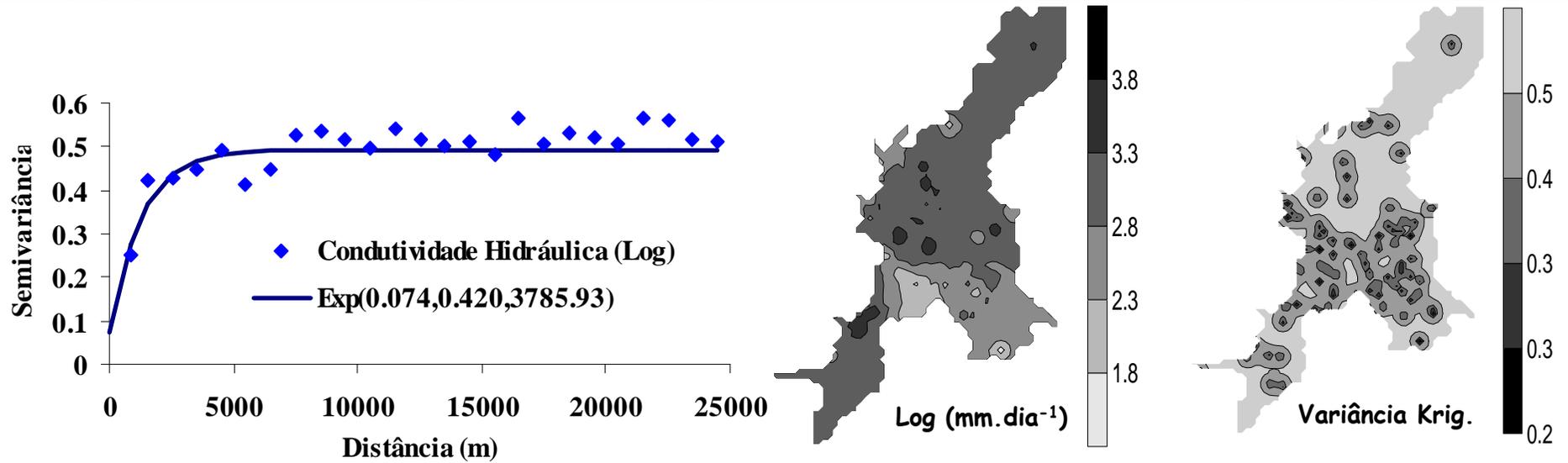
Ordem

- Subordem
- Grande Grupo
- Subgrupo
- Família
- Série

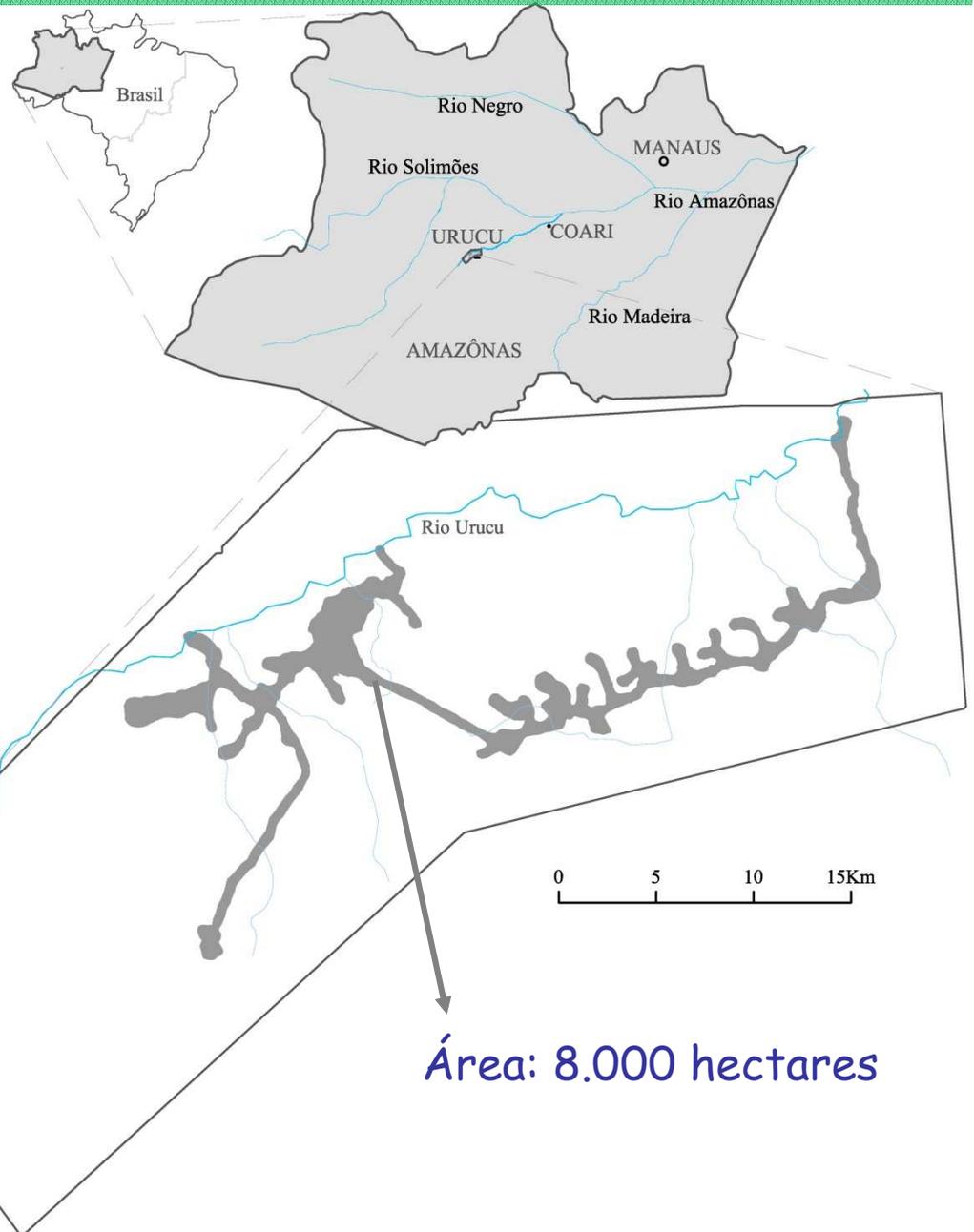
Ordem  OK

Símbolo	Descrição
▶ A	ARGISSOLOS
AB	CAMBISSOLOS
BA	CHERNOSSOLOS
Bt1	ESPOSSOLOS
Bt2	GLEISSOLOS
	LATOSSOLOS
	LUVISSOLOS
	NEOSSOLOS
	NITOSSOLOS
	ORGANOSSOLOS
	PLANOSSOLOS
	PLINTOSSOLOS
	VERTISSOLOS

# Variabilidade espacial de ADT e KSat



# FORMAÇÃO SOLIMÕES - AM



Formação Solimões 450.000 km<sup>2</sup>



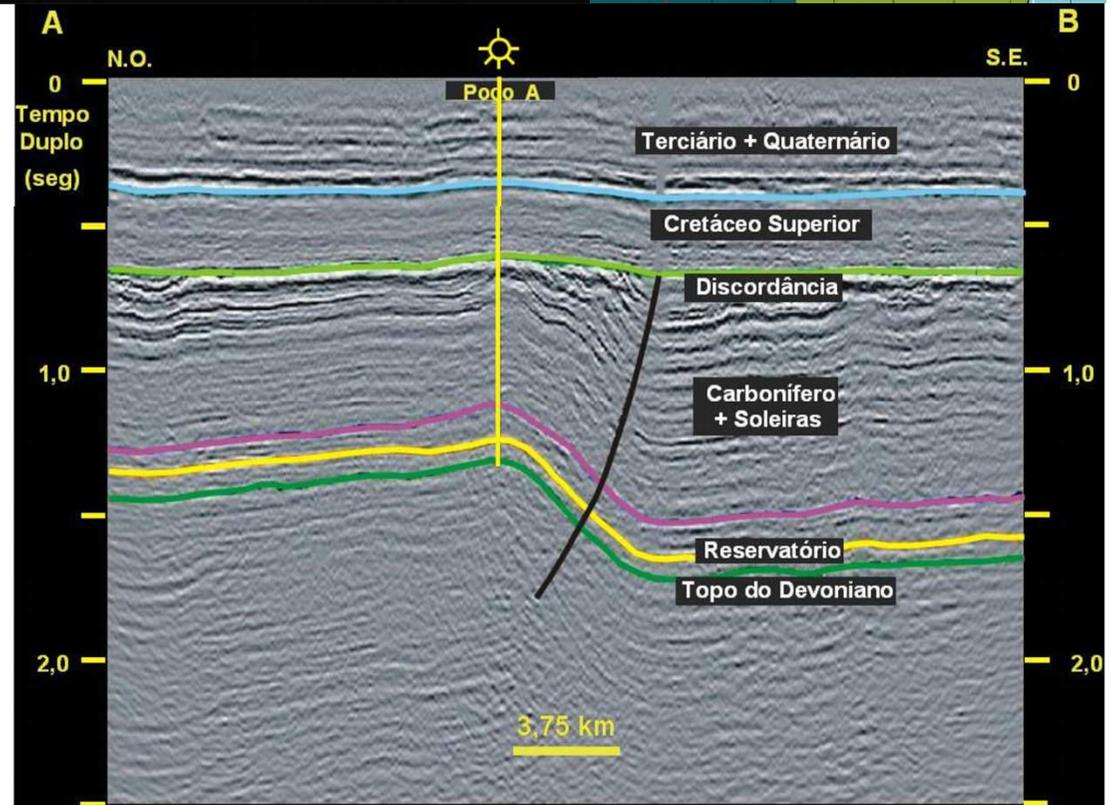
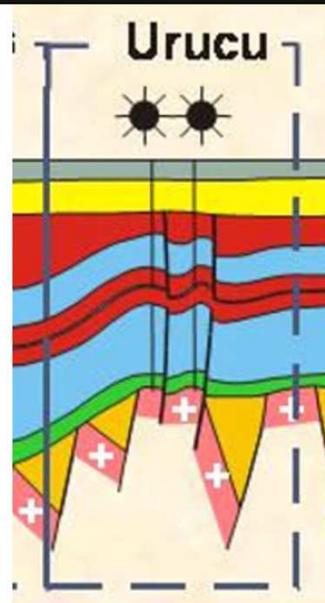
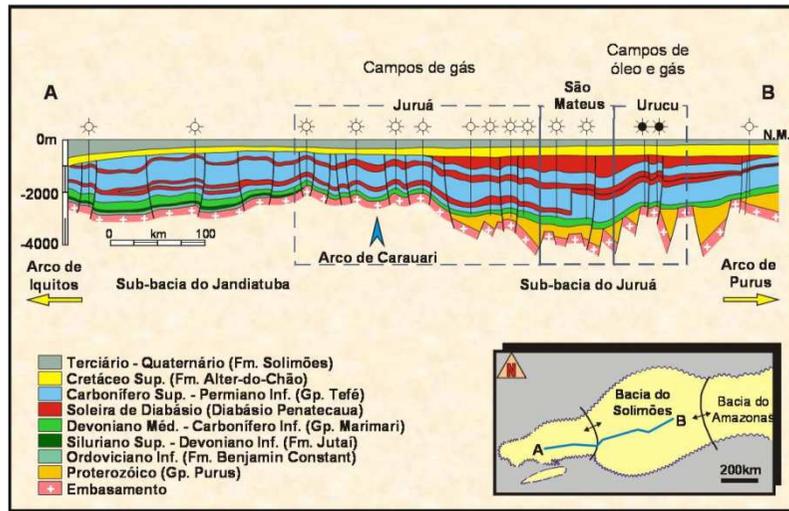
1.559.159,15 km<sup>2</sup>  
29% do estado do Amazonas

Área: 8.000 hectares

# O grande desafio

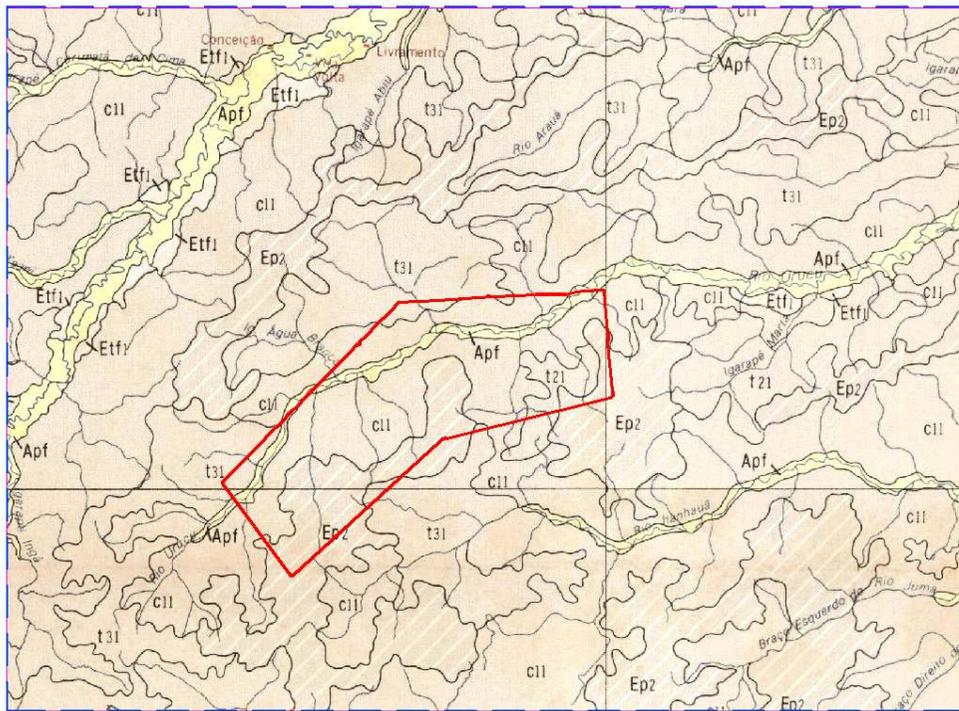


# Características da área - Geologia

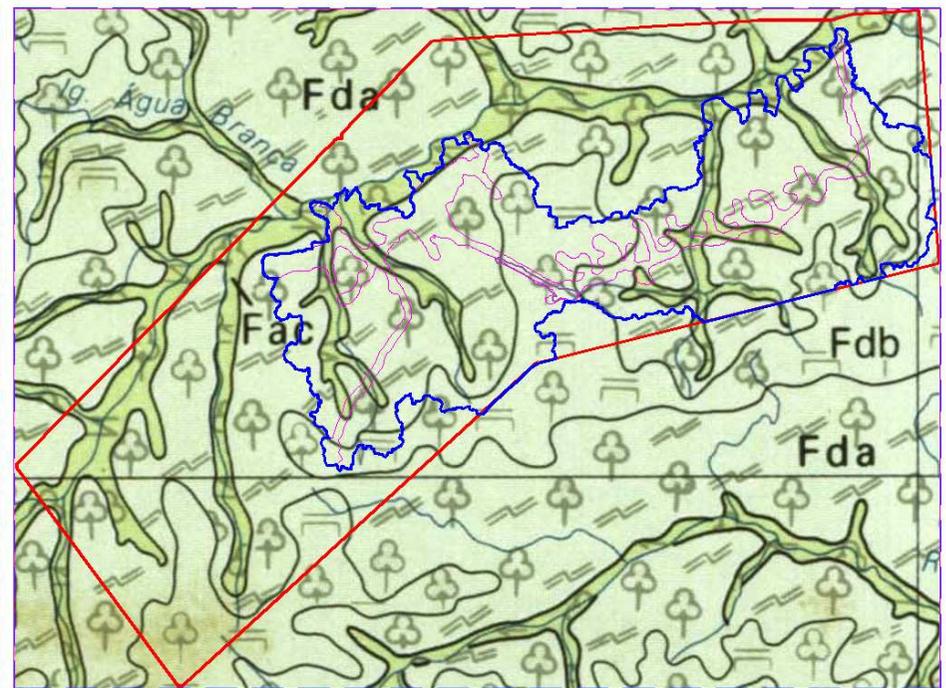


Arcabouço estratigráfico da Formação Solimões. Fonte: Barata e Caputo, 2007

# Demais Fatores de Formação



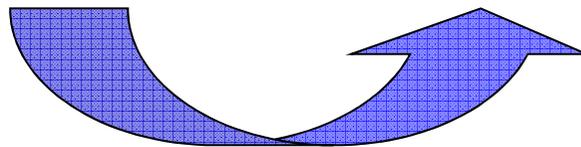
Urucu - Geomorfologia 1:1.000.000 - Fonte Radam Brasil



Base Petrolífera Urucú - Fitoecológico 1:250.000 - Fonte Radam Brasil

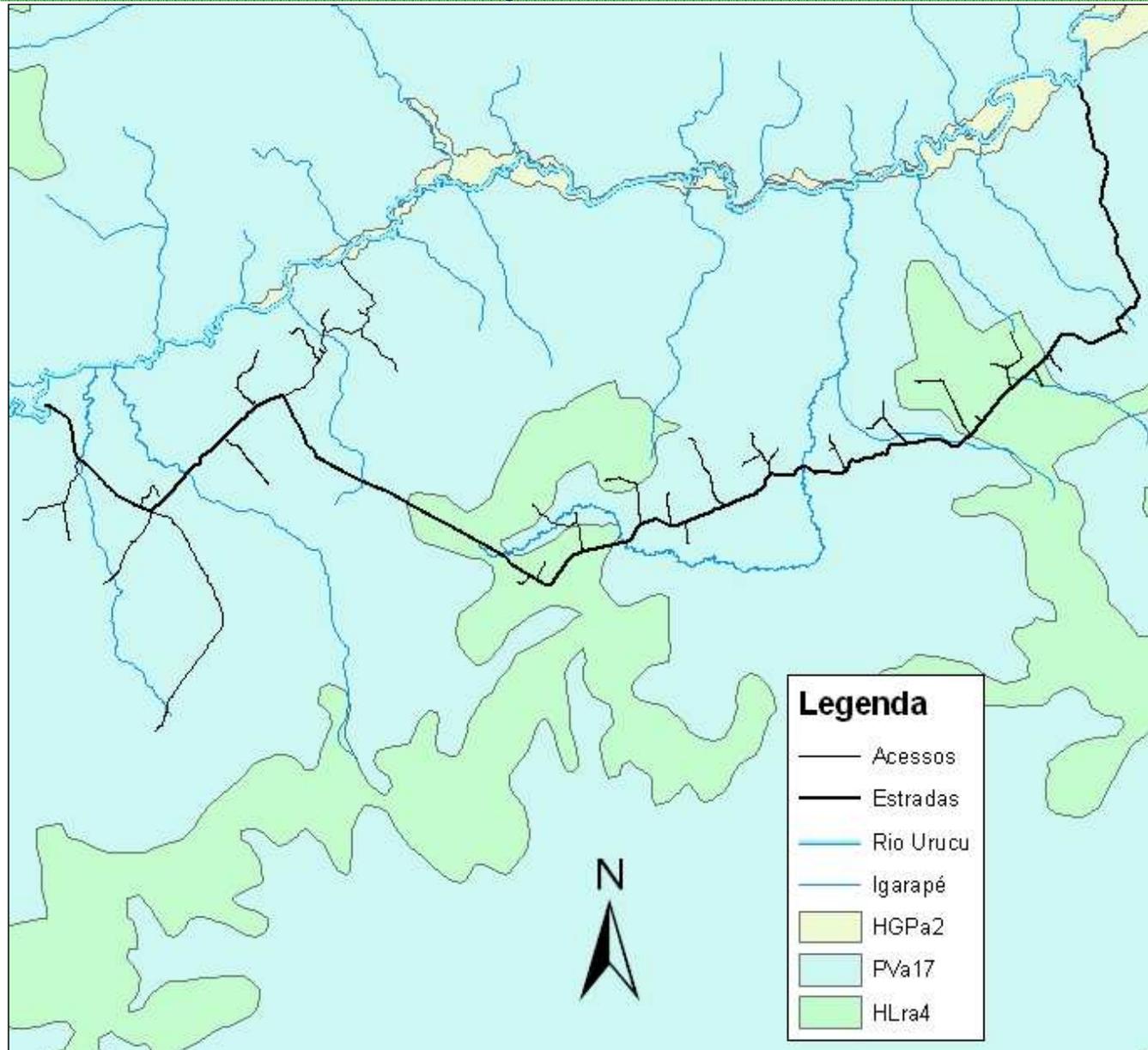
**Apf** - Planície fluvial;  
**C11** - Colinas de relevo de topo convexo, separados por vales em "V";  
**Ep2** - Superfície pediplanadas

**Fda** - Floresta tropical densa de terras baixas relevo dissecado  
**Fdb** - Floresta tropical densa de terras baixas - Platô  
**Fac** - Floresta tropical aberta aluvial



A variabilidade do fator Relevo controla a variabilidade da vegetação e dos solos

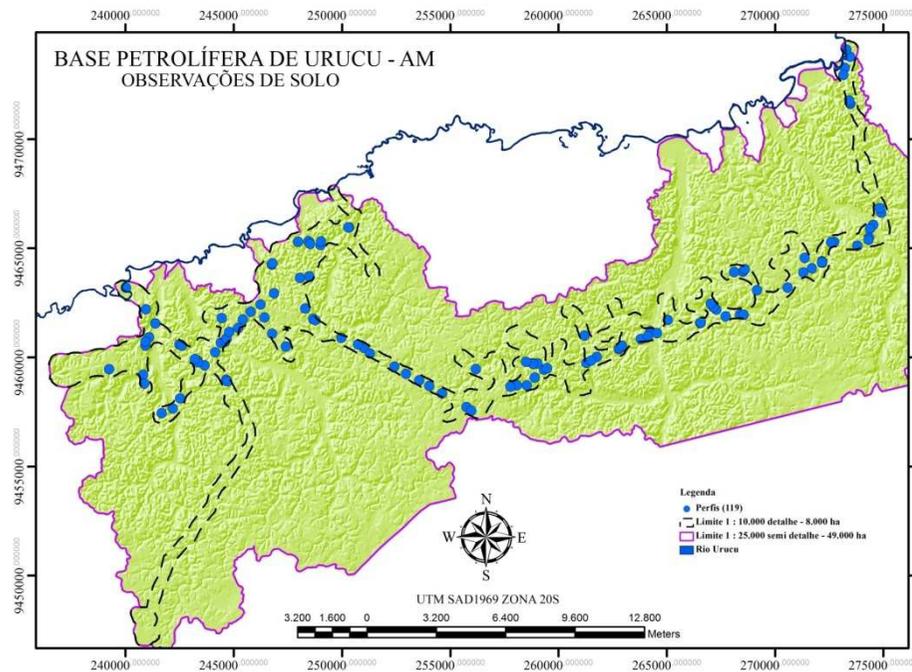
# O que havia de conhecimento de solos antes do projeto - RADAMBRASIL



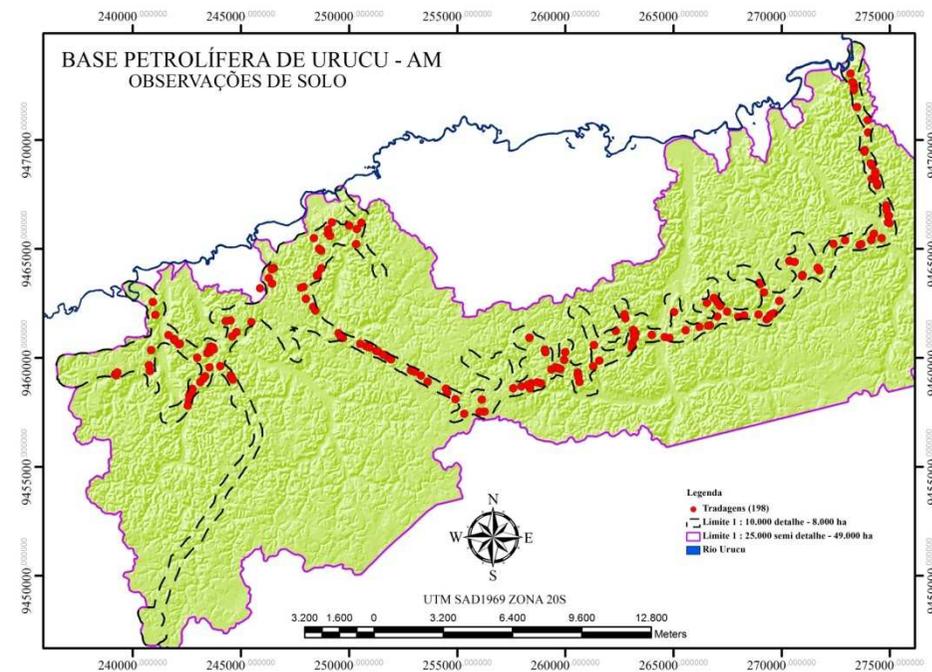
Como fazer mapas detalhados sem ir a campo?

# Observações de campo

119 perfis de solos



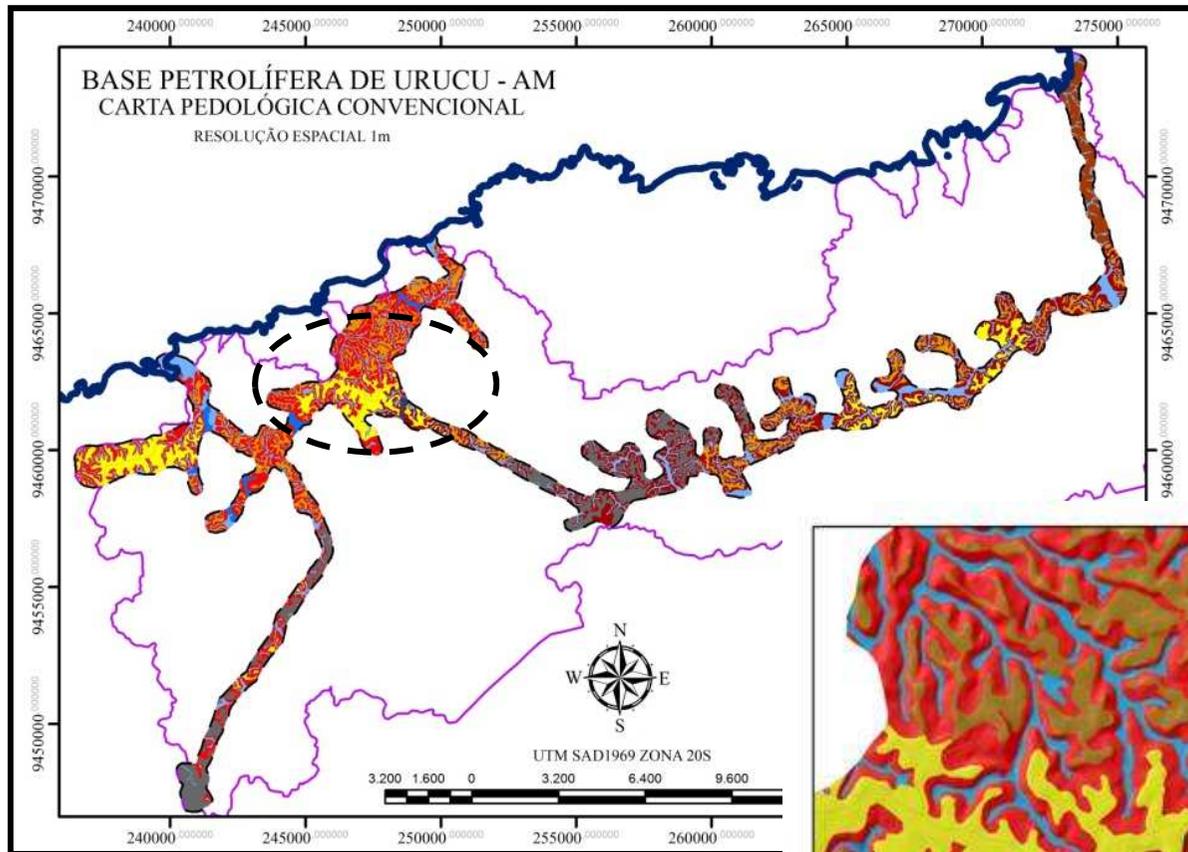
198 tradagens



# Tipos de solos ao longo da Base

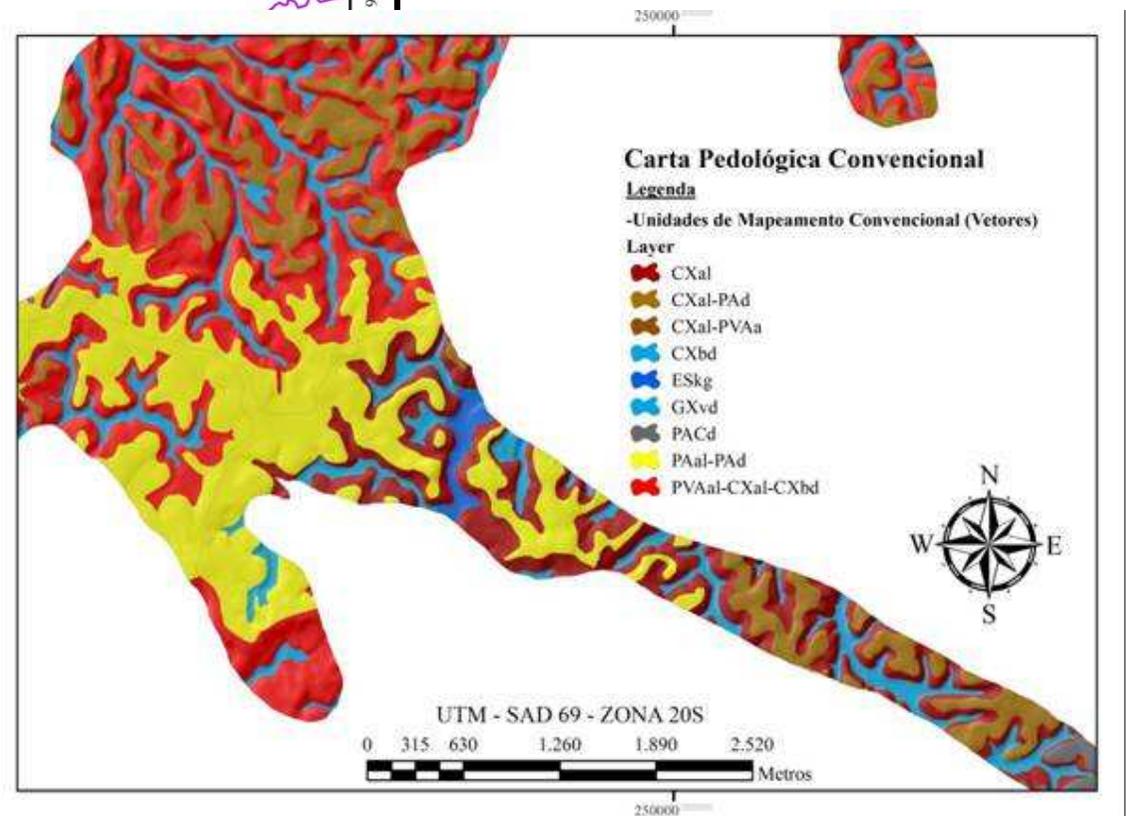


# Mapa de solos 1:10.000



Tempo para execução: 1 ano

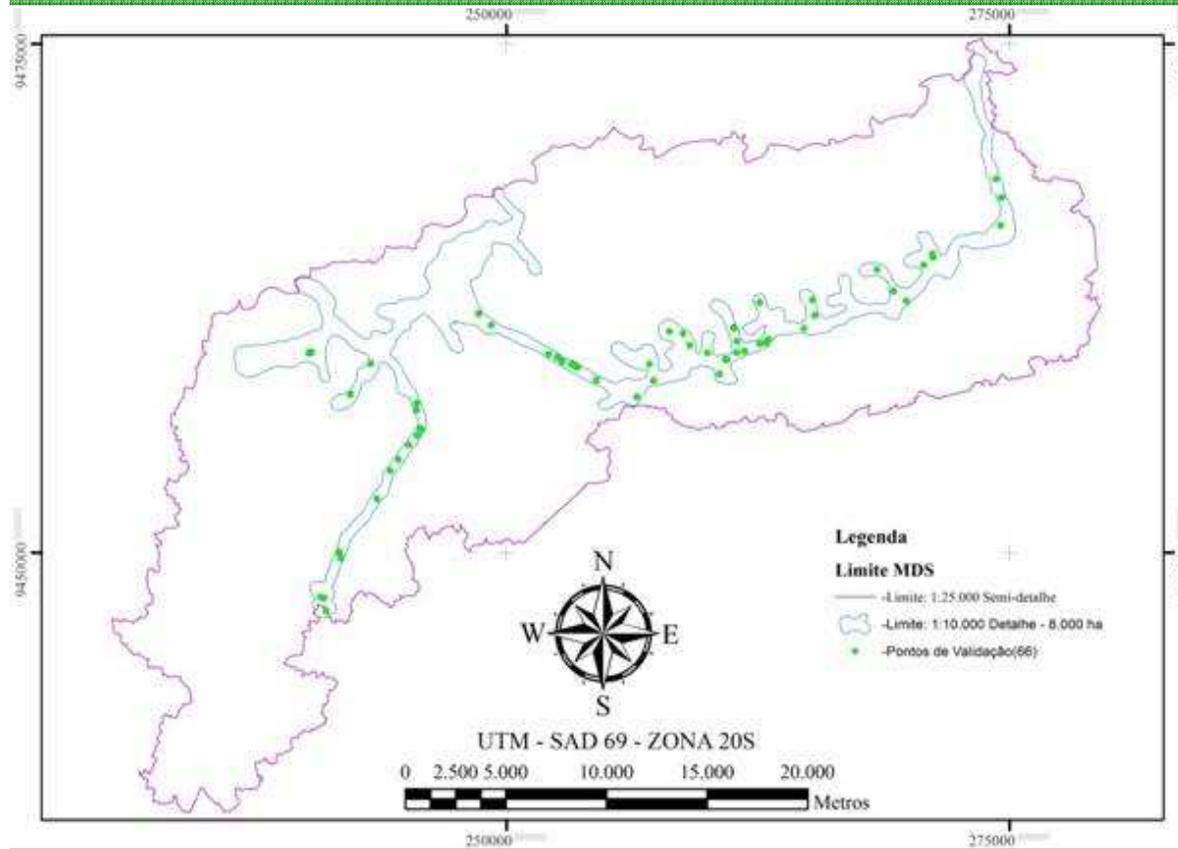
Total de pessoas envolvidas  
10 técnicos  
e 6 colaboradores



Elevado custo financeiro

Exposição da equipe à riscos

# Validação do mapa convencional



Amostra aleatória simples, composta de 100 pontos  
66 pontos observados - 8 perfis e 58 tradagens

Exatidão Global

$$EG = \frac{N_c}{N_t} \times 100$$

Indice kappa

$$\hat{K} = \frac{n \sum_{i=1}^c X_{ii} - \sum_{i=1}^c X_{i+} X_{+i}}{n^2 - \sum_{i=1}^c X_{i+} X_{+i}}$$

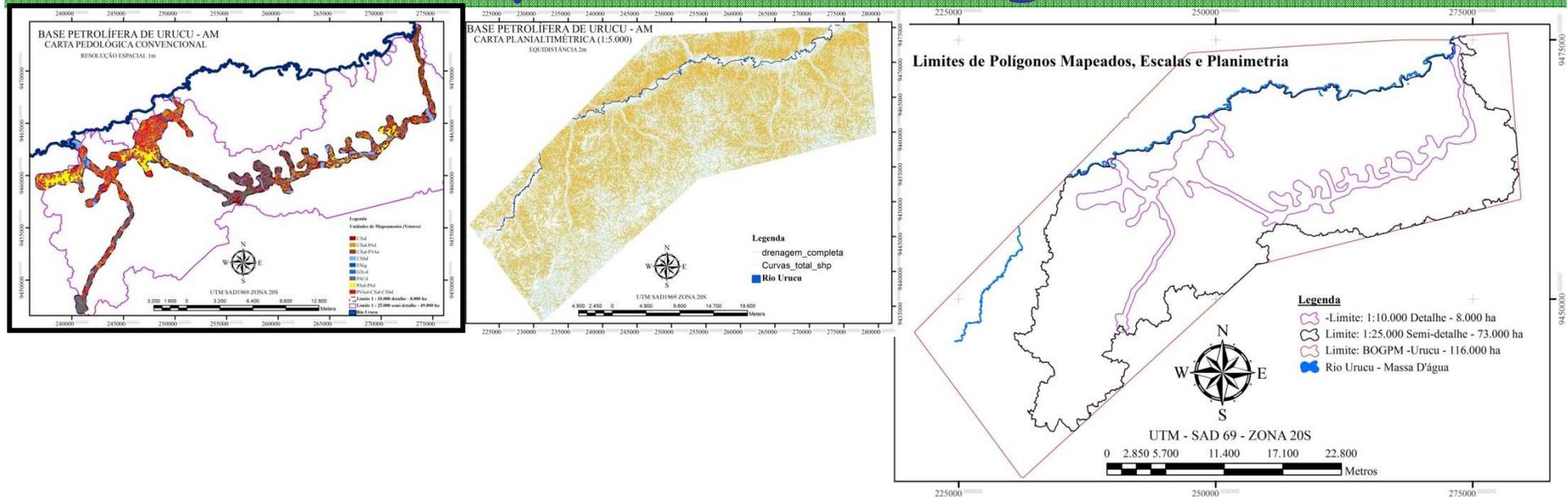
# Acurácia do Mapa Convencional

From UM	0	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
<b>0</b>	<b>1</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>
	<b>100,00</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>100,00</b>
<b>1</b>	0	<b>5</b>	0	0	0	0	0	0	0	<b>5</b>
	0,00	<b>100,00</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>100,00</b>
<b>2</b>	0	0	<b>13</b>	4	0	0	0	0	1	<b>16</b>
	0,00	0,00	<b>81,25</b>	<b>25,00</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	6,25	<b>100,00</b>
<b>3</b>	0	0	4	<b>23</b>	0	0	0	0	0	<b>29</b>
	0,00	0,00	0,00	<b>79,31</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>100,00</b>
<b>4</b>	0	0	0	0	<b>2</b>	0	0	0	0	<b>2</b>
	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>100,00</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>100,00</b>
<b>5</b>	0	0	0	0	0	<b>2</b>	0	0	0	<b>2</b>
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>100,00</b>	0,00	0,00	0,00	<b>100,00</b>
<b>6</b>	0	0	0	0	0	0	<b>11</b>	0	0	<b>11</b>
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>100,00</b>	0,00	0,00	<b>100,00</b>
<b>7</b>	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	0	<b>0</b>
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>100,00</b>	0,00	<b>100,00</b>
<b>8</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>17</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>66</b>
	<b>1,41</b>	<b>7,04</b>	<b>23,94</b>	<b>42,25</b>	<b>2,82</b>	<b>2,82</b>	<b>15,49</b>	<b>0,00</b>	<b>1,41</b>	<b>100</b>
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>Total</b>
<b>Erros</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>18,75</b>	<b>20,69</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>13,64</b>
<b>Exatidão</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>81,25</b>	<b>79,31</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>86,36</b>

Índice kappa:0,813

Onde: 0=PVAal+CXal+CXbd, 1=CXbd, 2=CXal+PA d, 3=PACd, 4=GXvd, 5=ESkg, 6=PAal+PA d, 7=CXal e 8=CXAl+PVAa

# Mapeamento Digital



Objetivo: Otimizar o conhecimento adquirido para mapear outras áreas da Formação Solimões.

Como incorporar o conhecimento: **Área de Referência e consulta ao pedólogo**

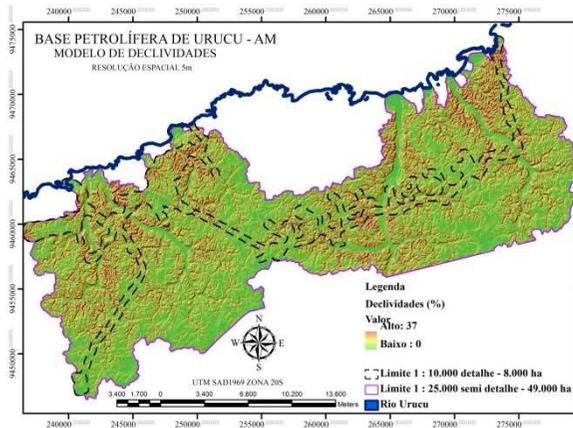
$$S = f(\text{Solo, espaço, relevo material de origem, clima, organismos e tempo})$$

Função discriminante  
 Sistema especialista

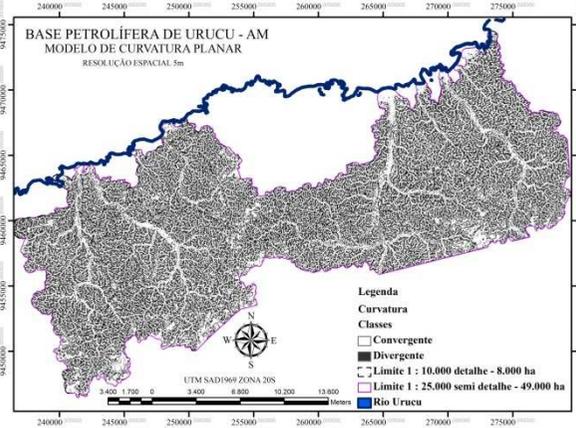
Variáveis preditoras

"Considerado constante"

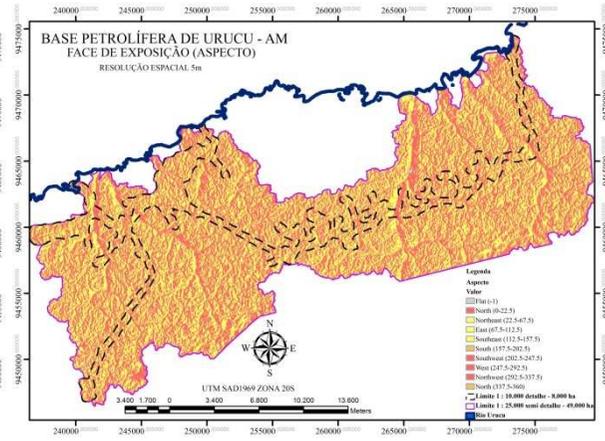
# Mapas de variáveis preditoras



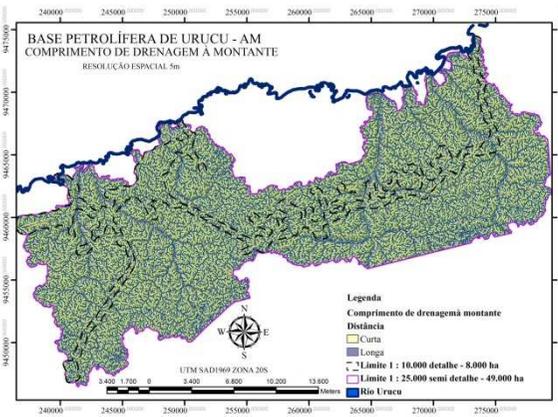
MODELO DE DECLIVIDADES



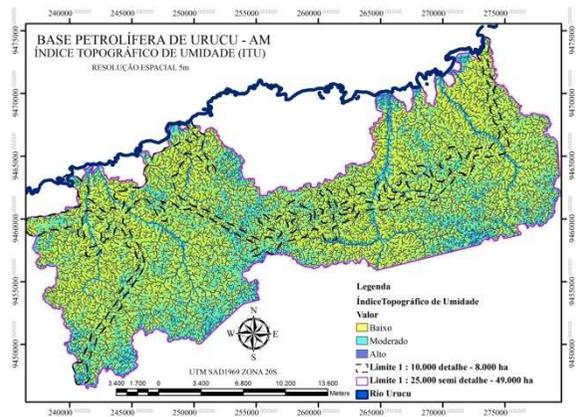
MODELO DE CURVATURA PLANAR



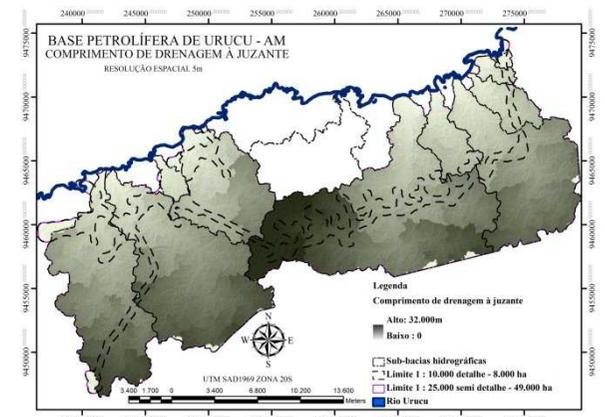
FACE DE EXPOSIÇÃO



COMPRIMENTO DE DRENAGEM  
À MONTANTE



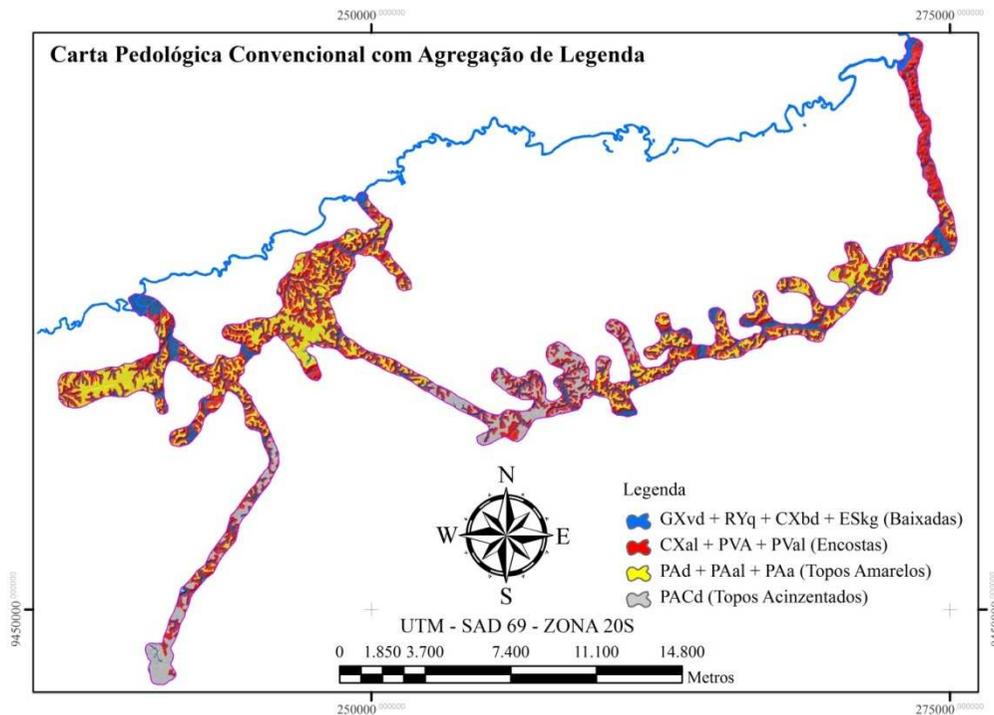
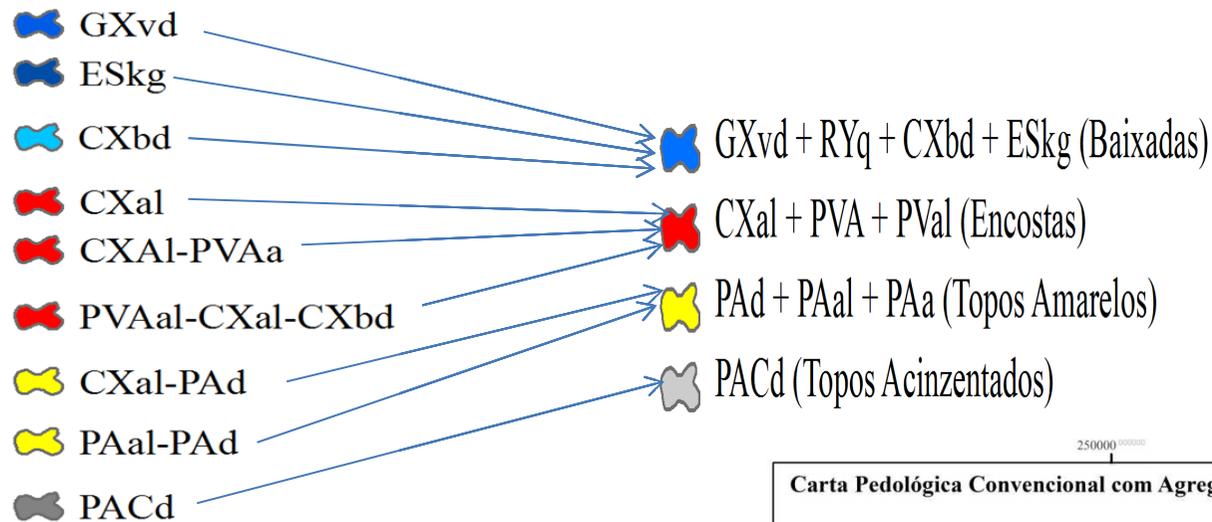
ÍNDICE TOPOGRÁFICO  
DE DRENAGEM



COMPRIMENTO DE DRENAGEM  
À JUZANTE

# Simplificação da legenda

## 1:25.000

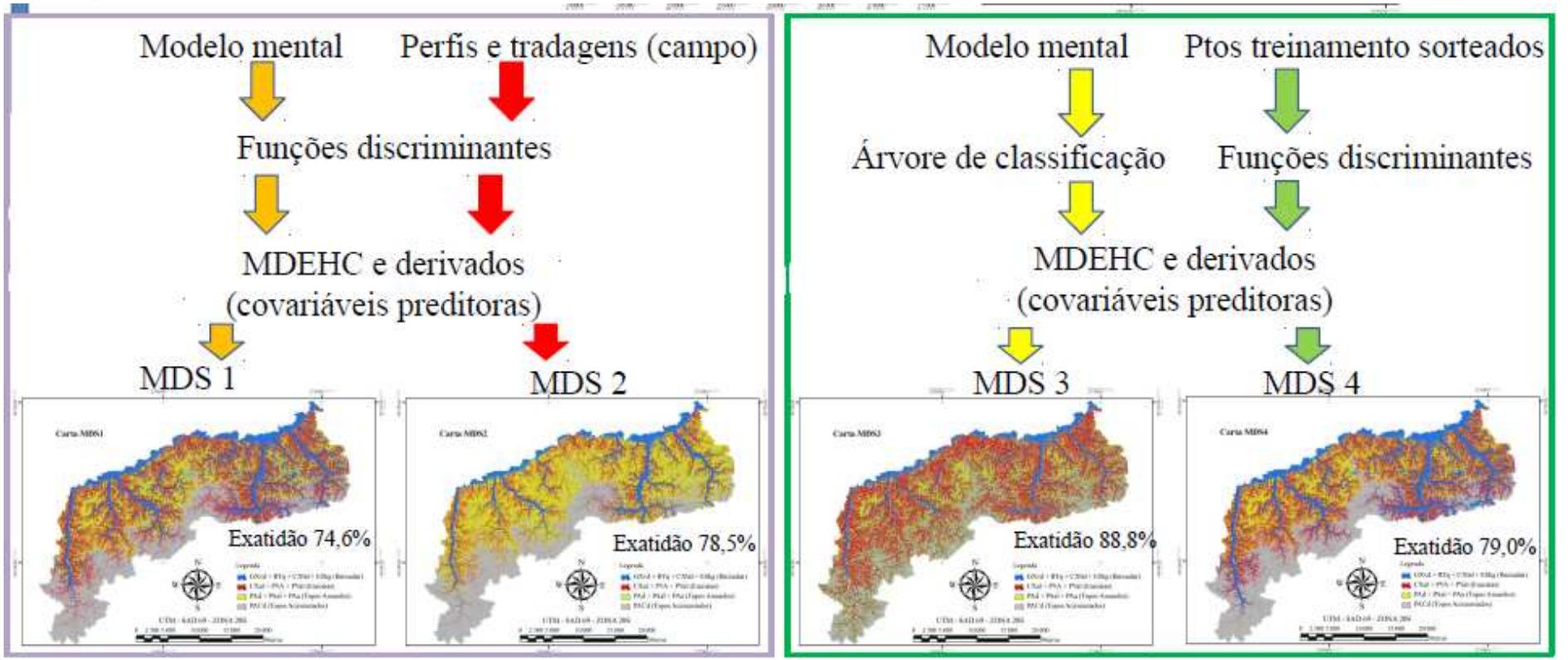


O pedólogo, no mapa topográfico, alocou 843 pontos com as UM prováveis

O software utilizou 75% das 382 observações de campo

O pedólogo, utilizando o SIG, compara UM e Cov e explicita seu modelo

No SIG, 2000 pontos da A.R. são sorteados para extração de Cov

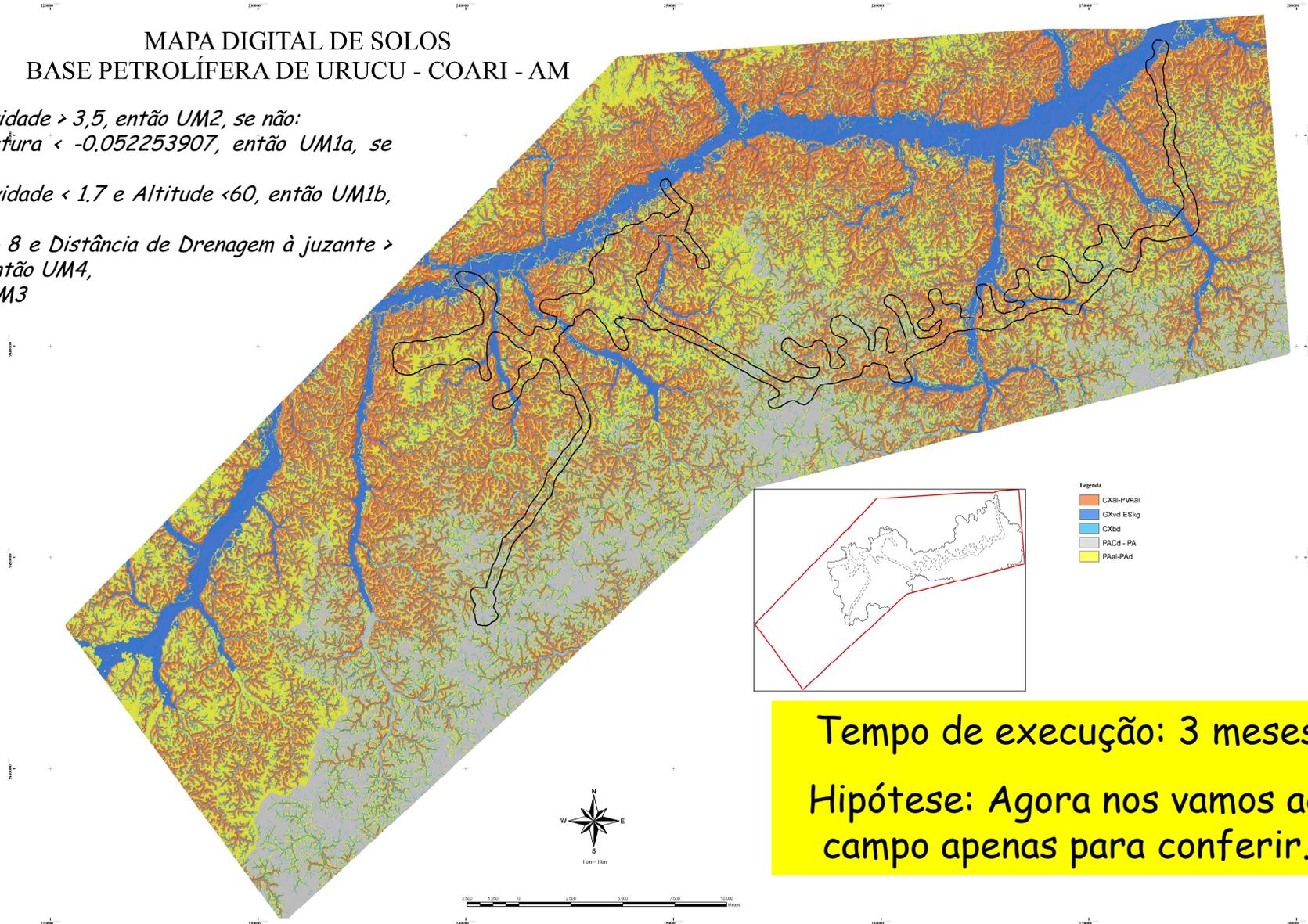


Validação (PTV25%)	Exat. Global	Erro Global	ErroUM1	ErroUM2	ErroUM3	ErroUM4
MDS1	74,62	25,38	46,67	21,05	15,63	18,18
MDS2	78,53	21,47	53,33	26,32	6,25	0,00
MDS 3	88,81	11,19	6,67	10,53	9,38	18,81
MDS 4	79,04	20,96	46,67	18,42	18,75	0,00

# Mapa de Solos 1:50.000

## MAPA DIGITAL DE SOLOS BASE PETROLÍFERA DE URUCU - COARI - AM

*Se Declividade > 3,5, então UM2, se não:  
Se Curvatura < -0.052253907, então UM1a, se  
não:  
Se Declividade < 1.7 e Altitude < 60, então UM1b,  
se não:  
Se ITU > 8 e Distância de Drenagem à jusante >  
15000, então UM4,  
se não, UM3*



Tempo de execução: 3 meses

Hipótese: Agora nos vamos ao campo apenas para conferir.

# MDS IMPLICA EM:

- Treinamento em modelagem matemática;
- Desenvolvimento de software;
- Desenvolvimento e avaliação de sensores;
- Saber aproveitar o conhecimento gerado durante anos de mapeamento convencional;

**Difícilmente uma única pessoa domina eficientemente todas as áreas de conhecimento envolvidas no MDS.**

**("Não é fácil achar um Michelangelo")**

**Parece mais razoável investir no desenvolvimento de grupos interdisciplinares.**

# Grupo interdisciplinar

## IMPLICA EM

- TER HUMILDADE;
- DIVIDIR O CONHECIMENTO;
- TER VISÃO DE TODO O PROCESSO DE MAPEAMENTO DIGITAL;
- SABER PASSAR AO USUÁRIO COMO A INFORMAÇÃO DE SOLO LHE PODE SER ÚTIL;

Rede Brasileira de Mapeamento Digital

# Mapear solo é também:

Uma oportunidade de conhecer lugares/Paisagens profundamente

Conhecer pessoas e culturas



Trazer muitas histórias para contar aos amigos e familiares

**OBRIGADO**

