



XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO

28 de julho a 2 de agosto de 2013 | Costão do Santinho Resort | Florianópolis | SC

Simpósio 19 - Planejamento de uso do solo considerando impactos da agricultura no meio rural

MUDANÇAS DE USO DO SOLO, IMPACTOS AMBIENTAIS E SUSTENTABILIDADE

SELMA SIMÕES DE CASTRO
selma.castro@pq.cnpq.br



PARTE I

OS PRESSUPOSTOS

A função de produtor de alimentos, fibras e biocombustíveis

SOLO: fazendo contas...recurso finito ou infinito?

(Depende do seu uso e manejo pela população mundial)

2013 – ≈ 7 bilhões de habitantes

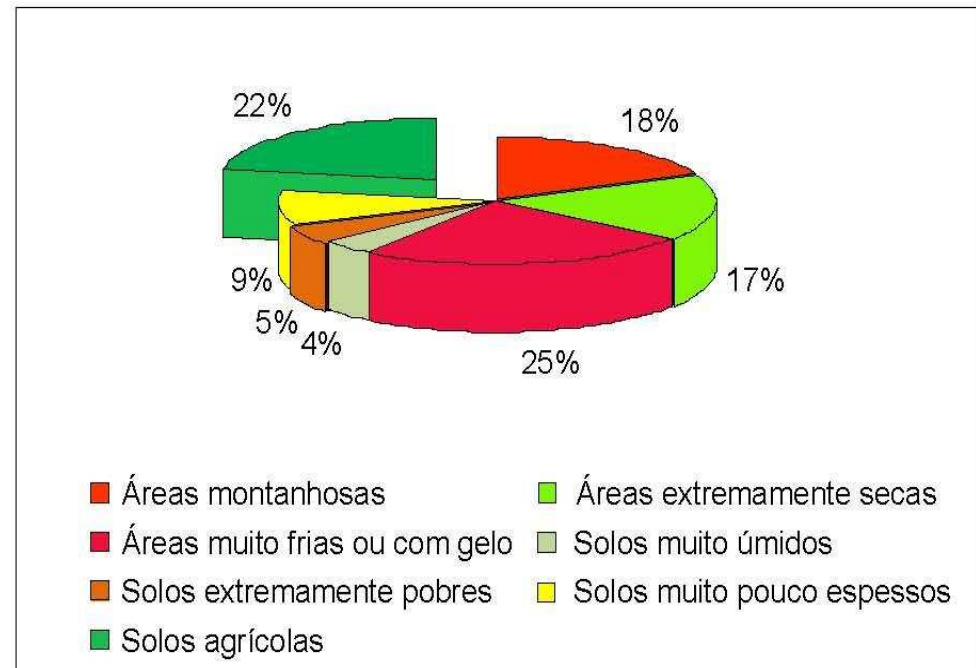
2025 – 9 bilhões de habitantes

Superfície de terras emersas
13,5 bilhões de hectares (100%)
(1 hab quase 2 ha)

Superfície de terras aráveis*
3 bilhões de hectares (≈ 22%)
(1 hab menos de 0,5 ha)

Superfície de terras não aráveis
10,5 bilhões de hectares (≈ 78%)
(1 hab quase 1,5 ha)

***considerando-se a tecnologia disponível e acesso a ela e ao solo**



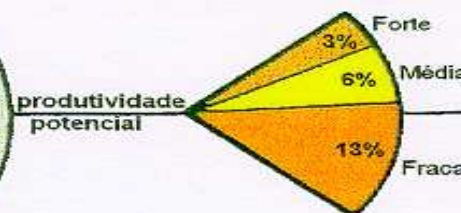
Fonte: adap. de Melfi, 2009

SOLOS DISPONÍVEIS E POSSIBILIDADES

Principais obstáculos à utilização agrícola dos solos (% em relação a superfície total das terras emersas)



Superfícies cultiváveis (22%)



Manejados



Sem manejo

Superfícies não cultiváveis (78%)

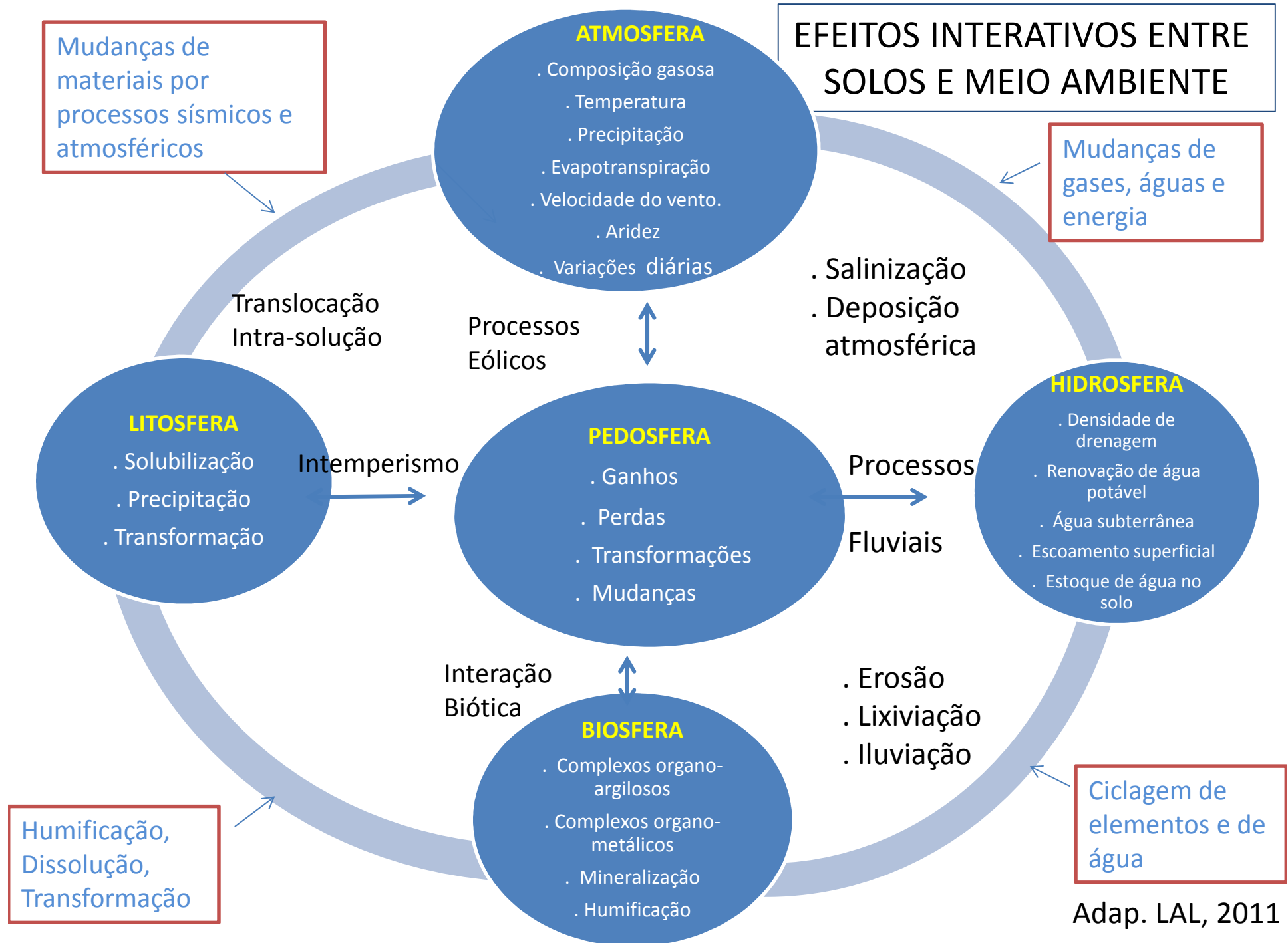


As superfícies não cultivadas são ocupadas por desertos, pastagens e florestas

À cada ano, 6 milhões de hectares são perdidos:
* por degradação (erosão, poluição)
* ou por outros fins (construção de estradas, etc.)

► Áreas não cultivadas: grandes florestas + pastagens naturais (47%), desertos e peridesertos frios e quentes (31%)

EFEITOS INTERATIVOS ENTRE SOLOS E MEIO AMBIENTE



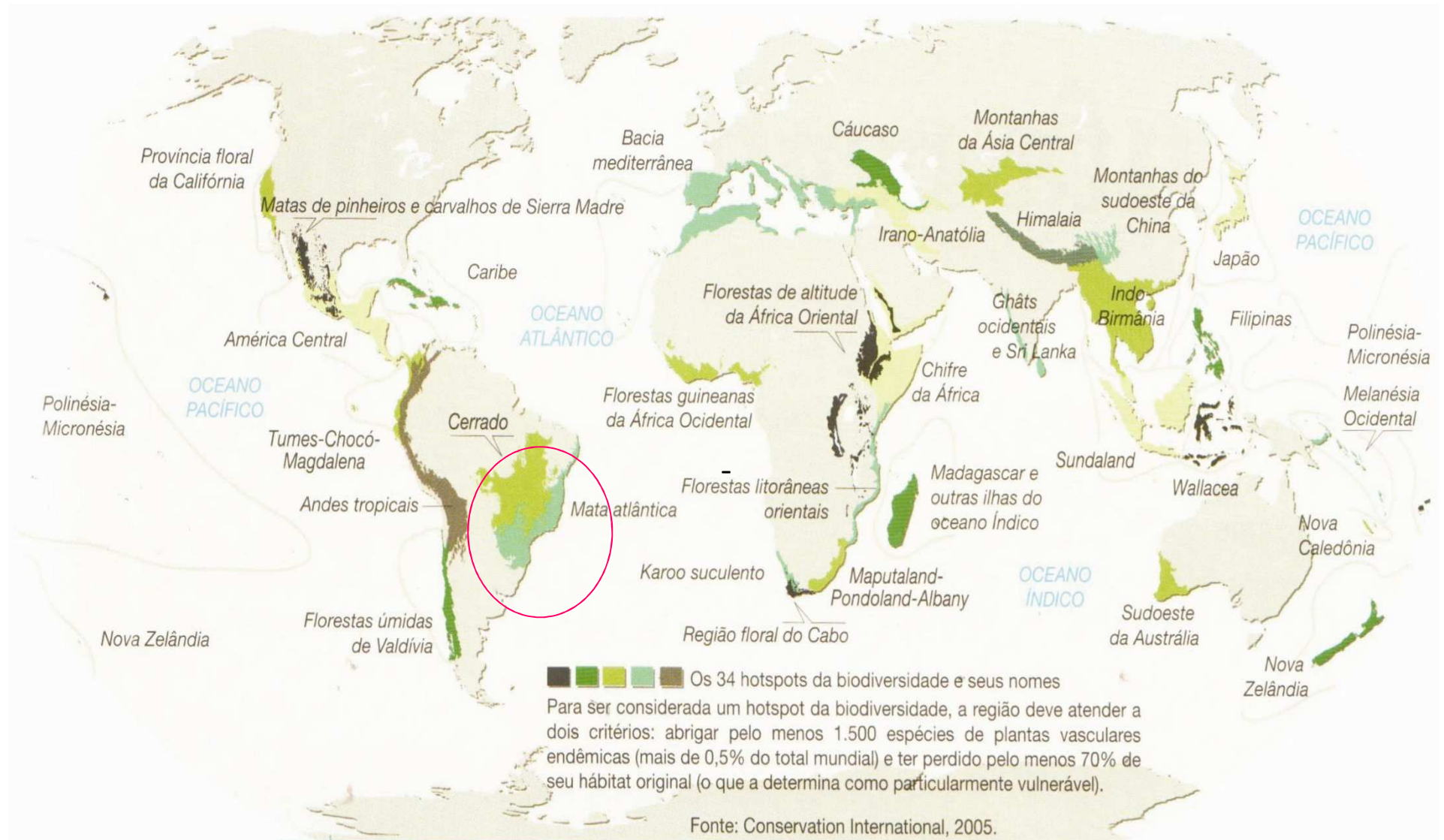
MUDANÇAS DE USO E COBERTURA DAS TERRAS (*Land Use Change and Cover – LUCC/Land use functions - LUF*)

As mudanças **resultam em impactos da evolução agropecuária, urbana e industrial** que causam alterações nas funções do solo.

Promovem a **fragmentação da cobertura nativa** e mesmo a extinção de espécies, inclusive do solo.

Vem sendo modelados para fins de obtenção de **indicadores de sustentabilidade**

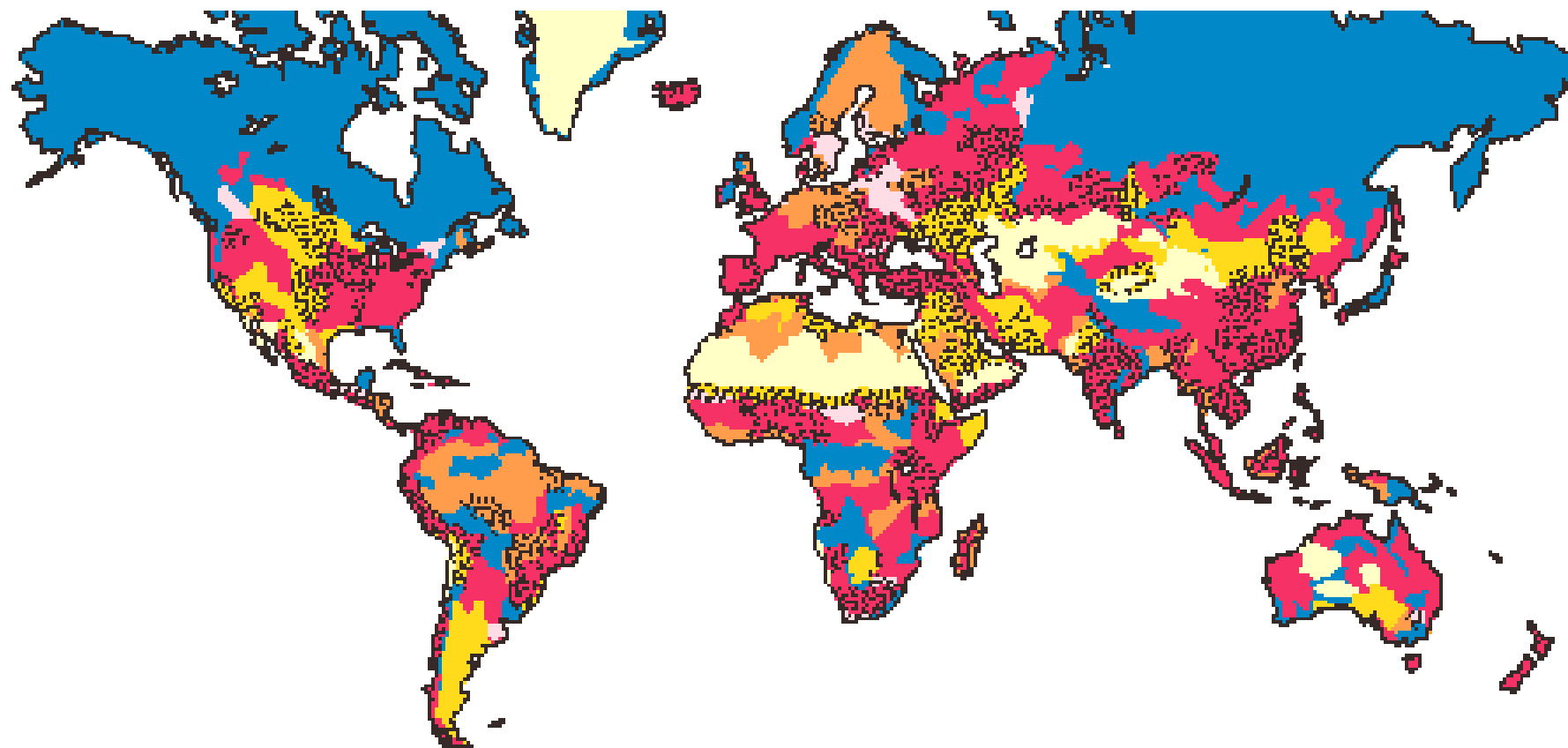
SALDO DOS DESMATAMENTOS



Principais hotspots da biodiversidade

OS PRINCIPAIS BIOMAS ORIGINAIS
34 HOTSPOTS DOS QUAIS O BRASIL TEM 2: M. ATLÂNTICA E CERRADO

IMPACTOS AMBIENTAIS STATUS ATUAL DA DEGRADAÇÃO DO SOLO



Tipos de degradación del suelo

 Erosión hídrica	 Deterioro físico
 Erosión eólica	 Degradación grave
 Deterioro por productos químicos	

Otros símbolos

 Terreno estable
 Terreno baldío no utilizado
 Aguas

Adap FAO, 2005

33% ESTÃO DEGRADADOS (BLANCO;LAL, 2010)



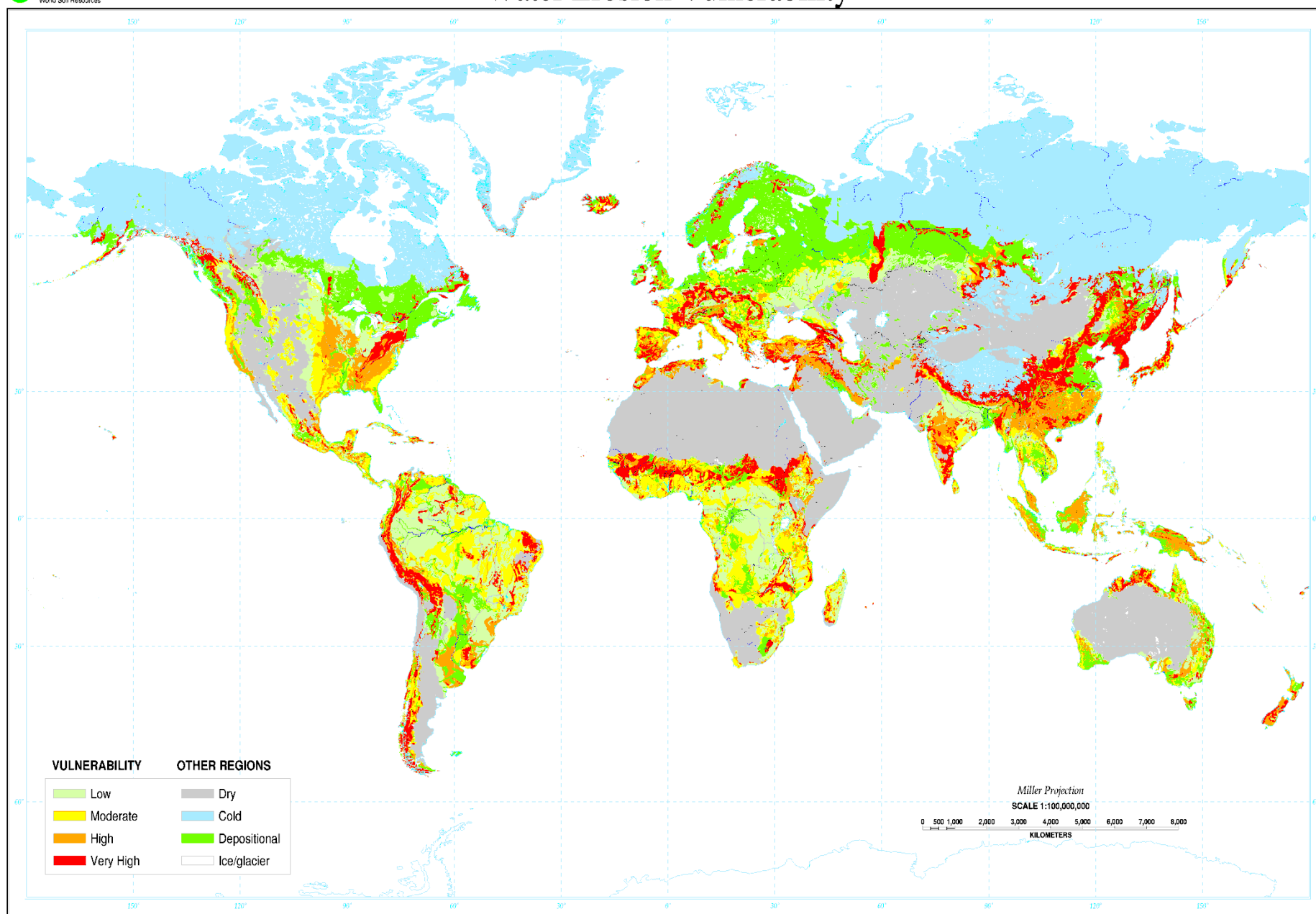
XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO
28 de julho a 2 de agosto de 2013 | Costão do Santinho Resort | Florianópolis | SC

Dos solos cultivados 33% (ou seja cerca de 460 Mha) já estão degradados (LAL, 2011).

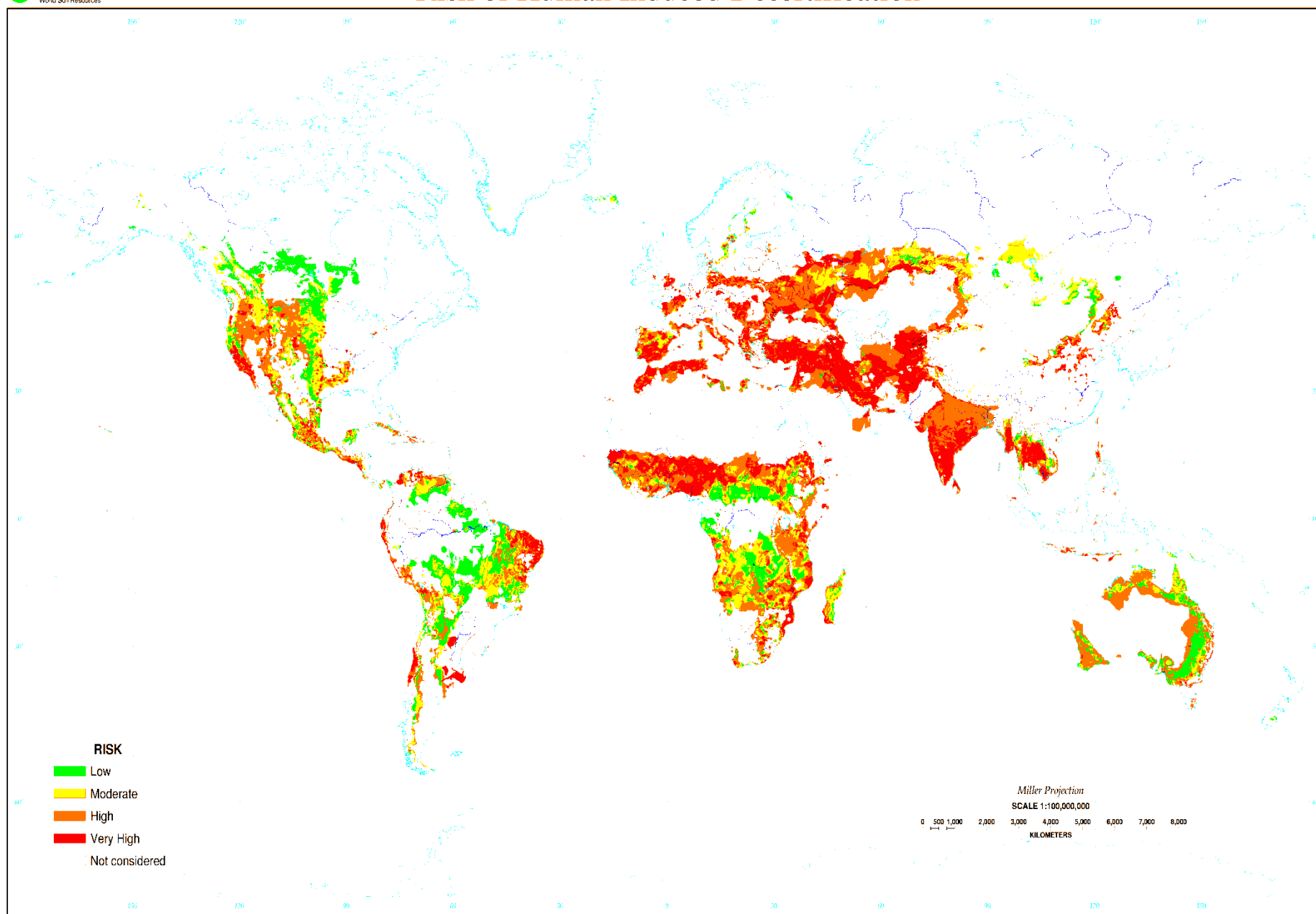
Lal (2012) sintetiza a **degradação do solo** como:

a perda ou declínio da sua capacidade de suporte dos serviços ecossistêmicos por erosão, cultivo anual, desertificação, salinização, acidificação, depleção do carbono orgânico, desequilíbrio químico, degradação da estrutura, redução de produção e redução da sua biodiversidade.

Water Erosion Vulnerability



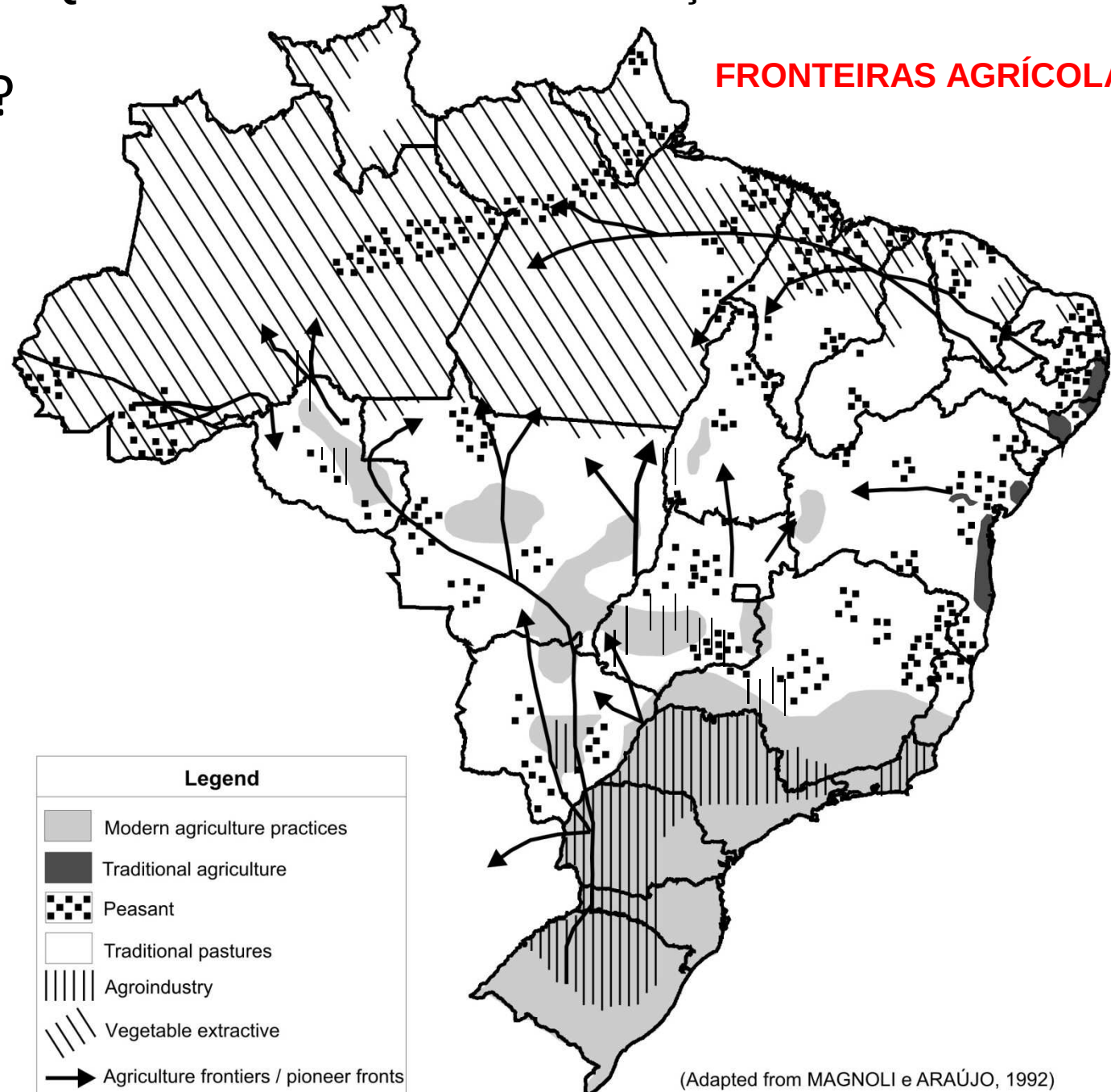
Risk of Human Induced Desertification



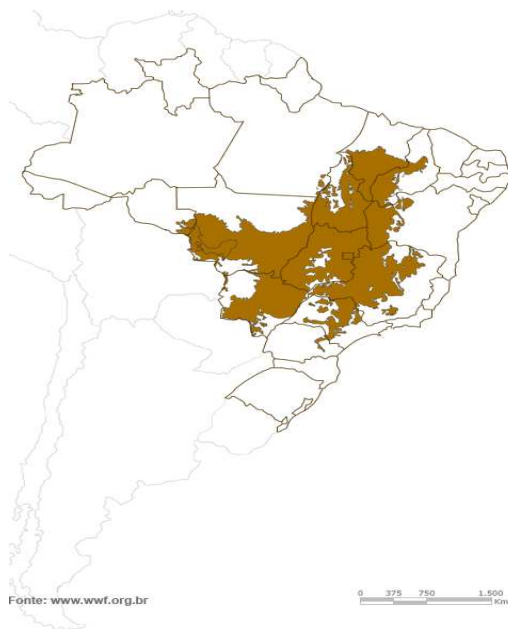
QUAIS AS CAUSAS DESSA SITUAÇÃO?

E no Brasil???

FRONTEIRAS AGRÍCOLAS

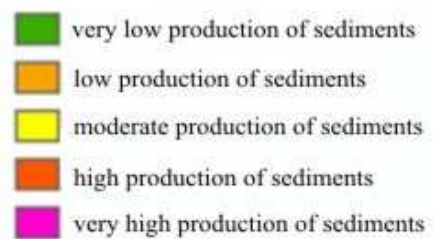


(Adapted from MAGNOLI e ARAÚJO, 1992)



$t/Km^{-2} Y^{-1}$

≤ 5
 5 a 70
 70 a 200
 200 a 300
 ≥ 400



Potencial de produção de sedimentos



Fonte: adapt. CAMPAGNOLI, 2006

AGRONEGÓCIO – DOMINA NOS PLANALTOS E OUTROS RELEVOS PLANOS!!!



Colheita de soja em MT

Fonte: Vencovsky, 2006

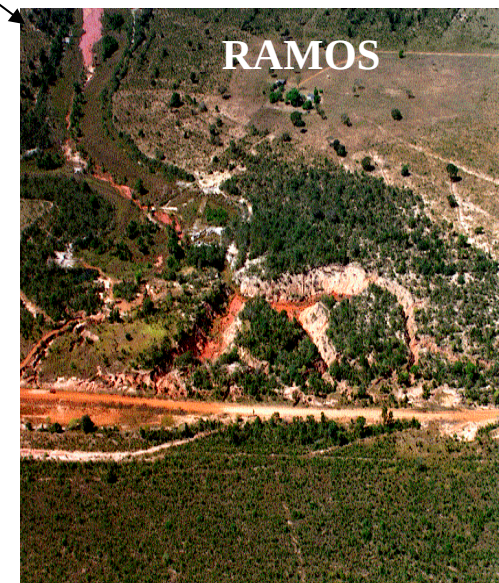
MAS TAMBÉM ISSO...



Fonte: IPT/METAGO, 1998



Fotos: acima e abaixo: IPT/METAGO, 1998



Demais Fotos: Acervo LABOGEF



Fotos:Acervo LABOGEF



XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO

28 de julho a 2 de agosto de 2013 | Costão do Santinho Resort | Florianópolis | SC

DESAFIOS

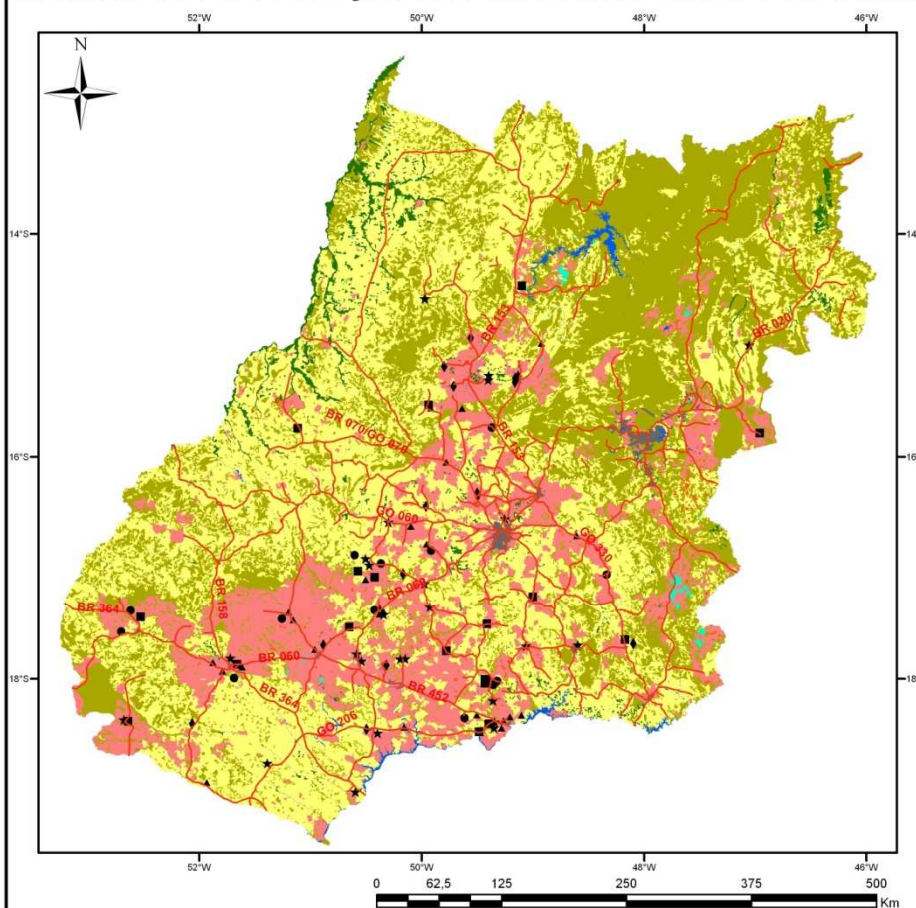
A disponibilidade de terras agricultáveis no mundo ainda não cultivadas é quase a mesma das já cultivadas ($\approx 12\text{Bha}$).

Mas têm menor potencial agrícola e são sistemas frágeis, logo o custo de produção será maior!

E a população mundial tende a crescer exponencialmente....então tem que aumentar a produção de alimentos, fibras, biocombustíveis etc

PARTE II
ALGUNS STATUS ATUAIS

MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS DO ESTADO DE GOIÁS

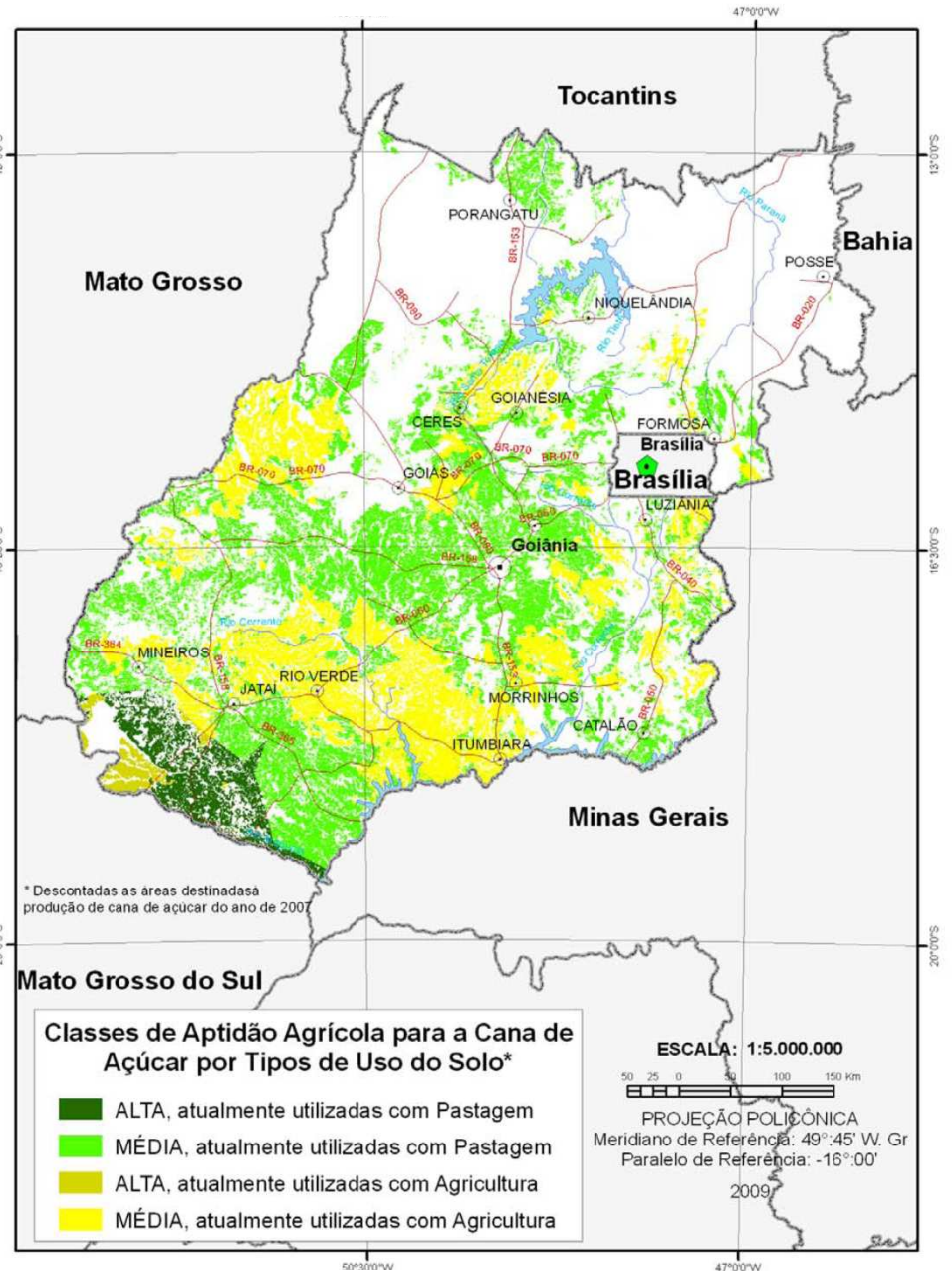


LEGENDA	
Classes de Uso e Ocupação	
■ AGUA	■ FORMACÕES PIONEIRAS
■ AREA URBANA OU NUCLEO RURAL	■ MINERACAO
■ CULTURA ANUAL	■ PASTAGEM
■ CULTURA EM PIVO CENTRAL	■ REFORESTAMENTOS
■ FLORESTAS ESTACIONAIS	■ SAVANAS
Usinas	
● Não Definida	▲ Em Cadastro
■ Em Análise	★ Em Implantação
◆ Em Operação	— Principais Rodovias
	□ Goiás



Elaboração Digital: Raphael de Oliveira Borges e Rosane Amaral A. Silva
 Coordenação: Selma Simões de Castro
 Fonte: CAO AMBIENTE / Min. Público-GO: WWF, AGMA.

Goiás o novo foco da cana



* Descontadas as áreas destinadas à produção de cana de açúcar do ano de 2007

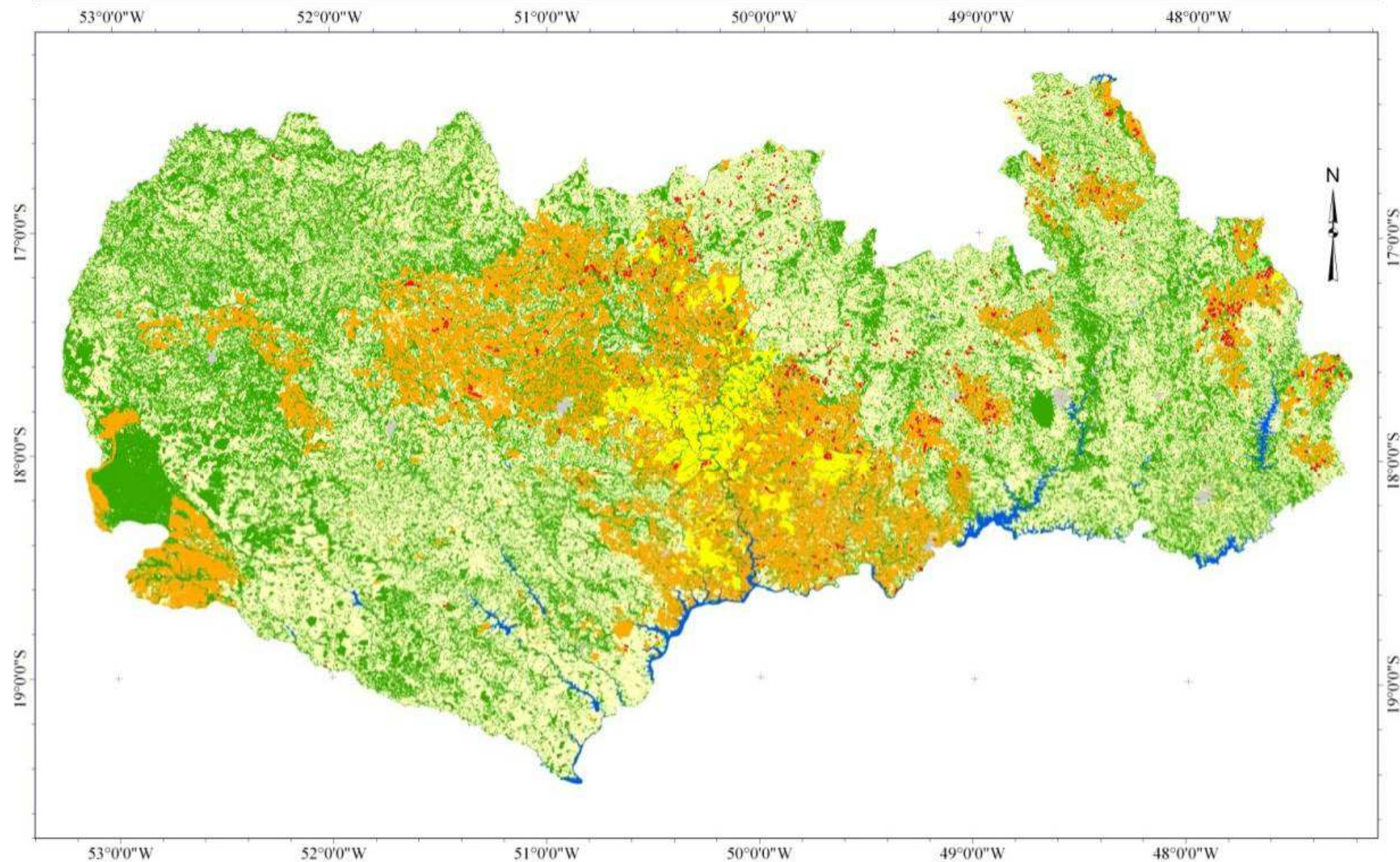
Classes de Aptidão Agrícola para a Cana de Açúcar por Tipos de Uso do Solo*

- ALTA, atualmente utilizadas com Pastagem
- MÉDIA, atualmente utilizadas com Pastagem
- ALTA, atualmente utilizadas com Agricultura
- MÉDIA, atualmente utilizadas com Agricultura

ESCALA: 1:5.000.000
 50 25 0 25 50 100 150 Km
 PROJEÇÃO POLICÔNICA
 Meridiano de Referência: 49°:45' W. Gr
 Paralelo de Referência: -16°:00'
 2009

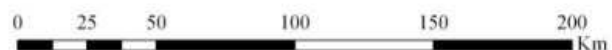
A nova marcha para o oeste é agora feita pela cana

Mapa de Cobertura e Uso da Terra da Região Sul do Estado de Goiás de 2001



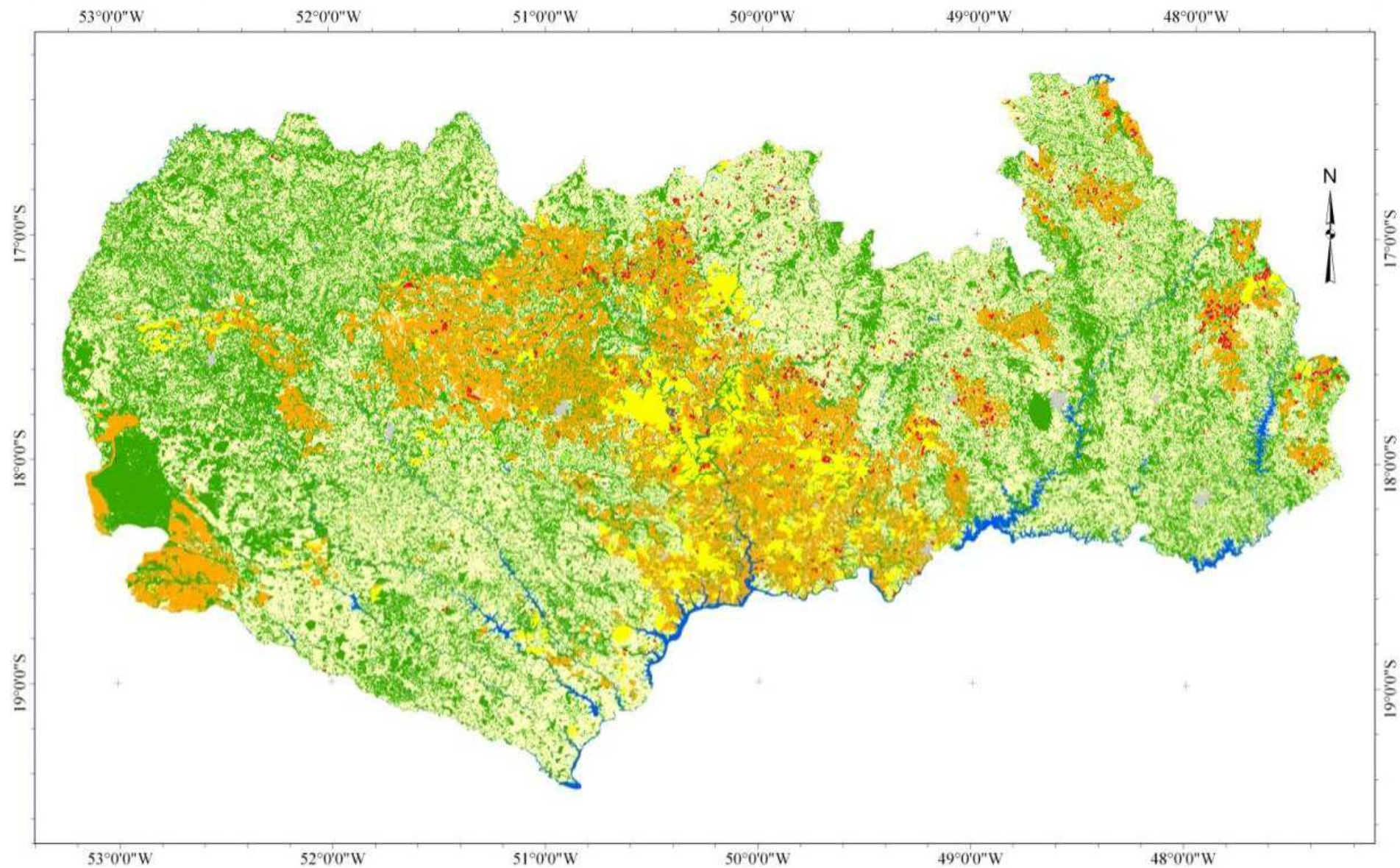
Legenda

Área Urbana	Drenagem	Reflorestamento
Cana-de-açúcar	Pastagem	Vegetação natural
Cultura anual	Pivos	



Elaboração: Maria Gonçalves da Silva Barbalho
Fonte: Imagens Landsat TM5 de junho e julho de 2001
Sistema de Projeção UTM SAD 69 - Zona 22

Mapa de Cobertura e Uso da Terra da Região Sul do Estado de Goiás de 2008



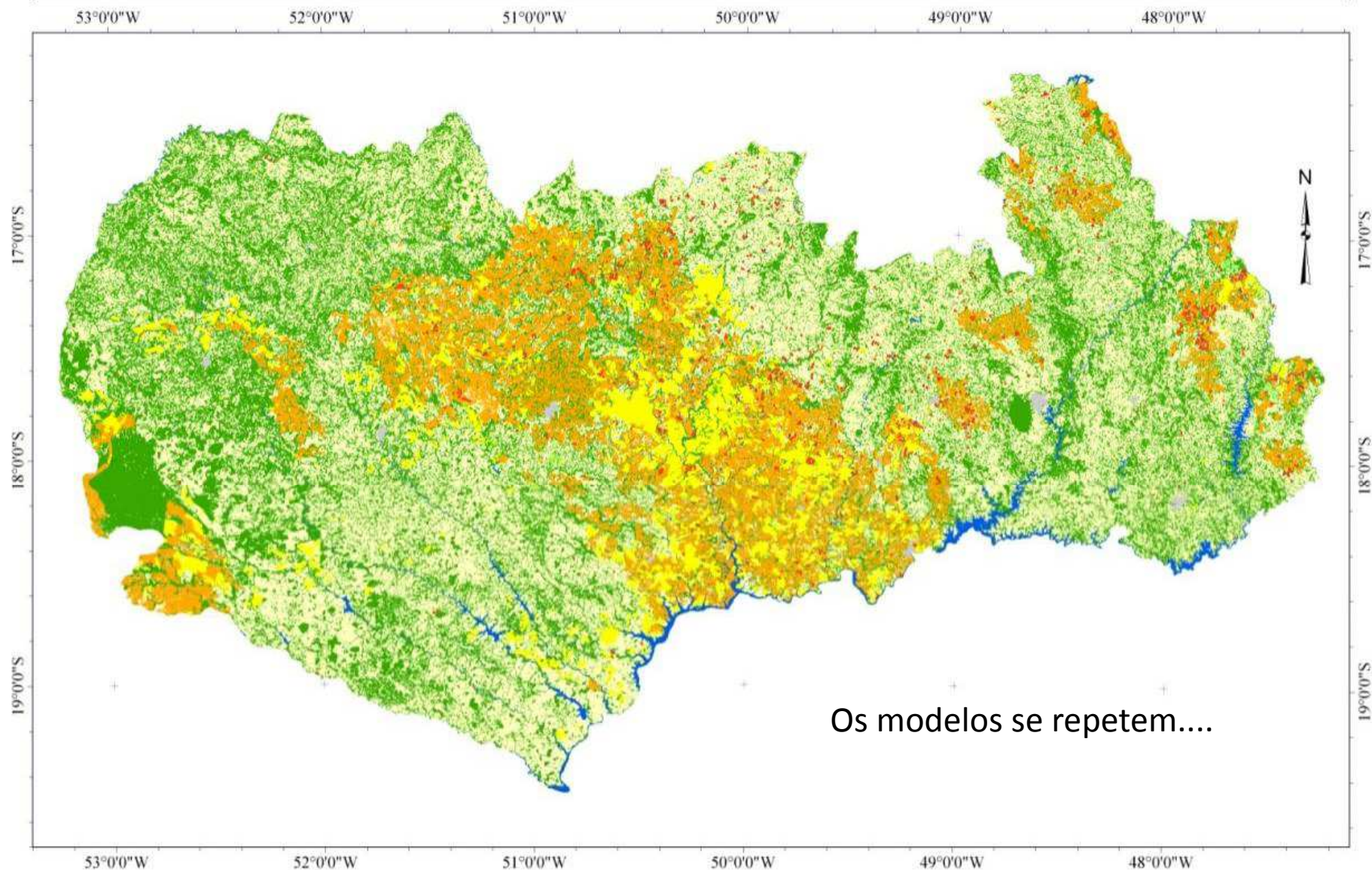
Legenda

- | | | |
|----------------|----------|-------------------|
| Área Urbana | Drenagem | Reflorestamento |
| Cana-de-açúcar | Pastagem | Vegetação natural |
| Cultura anual | Pivos | |

0 25 50 100 150 200 Km

Elaboração: Maria Gonçalves da Silva Barbalho
Fonte: Imagens Landsat TM5 de junho e julho de 2008
Sistema de Projeção UTM SAD 69 - Zona 22

Mapa de Cobertura e Uso da Terra da Região Sul do Estado de Goiás de 2011



Os modelos se repetem....

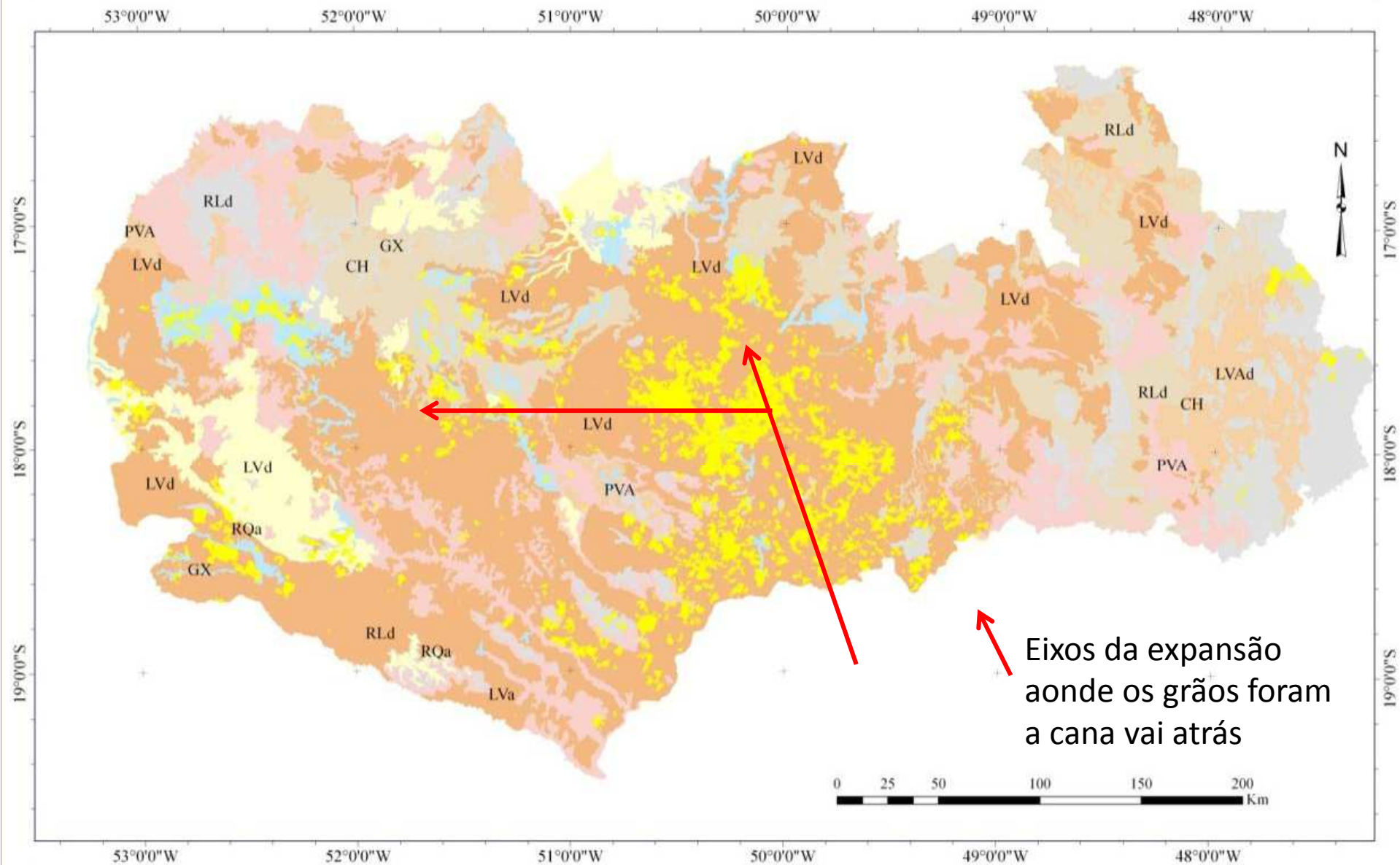
Legenda

- | | | |
|----------------|----------|-------------------|
| Área Urbana | Drenagem | Reflorestamento |
| Cana-de-açúcar | Pastagem | Vegetação natural |
| Cultura anual | Pivos | |

0 25 50 100 150 200 Km

Elaboração: Maria Gonçalves da Silva Barbalho
Fonte: Imagens Landsat TM5 de junho e julho de 2011
Sistema de Projeção UTM SAD 69 - Zona 22

Solos e Cana-de-açúcar (2010) da Região Sul do Estado de Goiás



Eixos da expansão
aonde os grãos foram
a cana vai atrás

Legenda

- | | | |
|---|--|---|
| Cana-de-açúcar | LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico | RQd - Neossolos Quartzarênicos distróficos |
| LVdf - Latossolo Vermelho distrófico | GXe - Gleissolo Háptico eutrófico | RLe - Neossolo Litólico eutrófico |
| LVd - Latossolo Vermelho distrófico | GXd - Gleissolo Háptico distrófico | RLd - Neossolo Litólico distrófico |
| CHe - Cambissolo eutrófico | PVAe - Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico | |

Elaboração: Adriana Aparecida Silva
Fonte: SIEG - Mapa de Solos (1983)
Legenda adaptada por Rodrigues (2011)
Sistema de Projeção UTM SAD 69
Zona 22



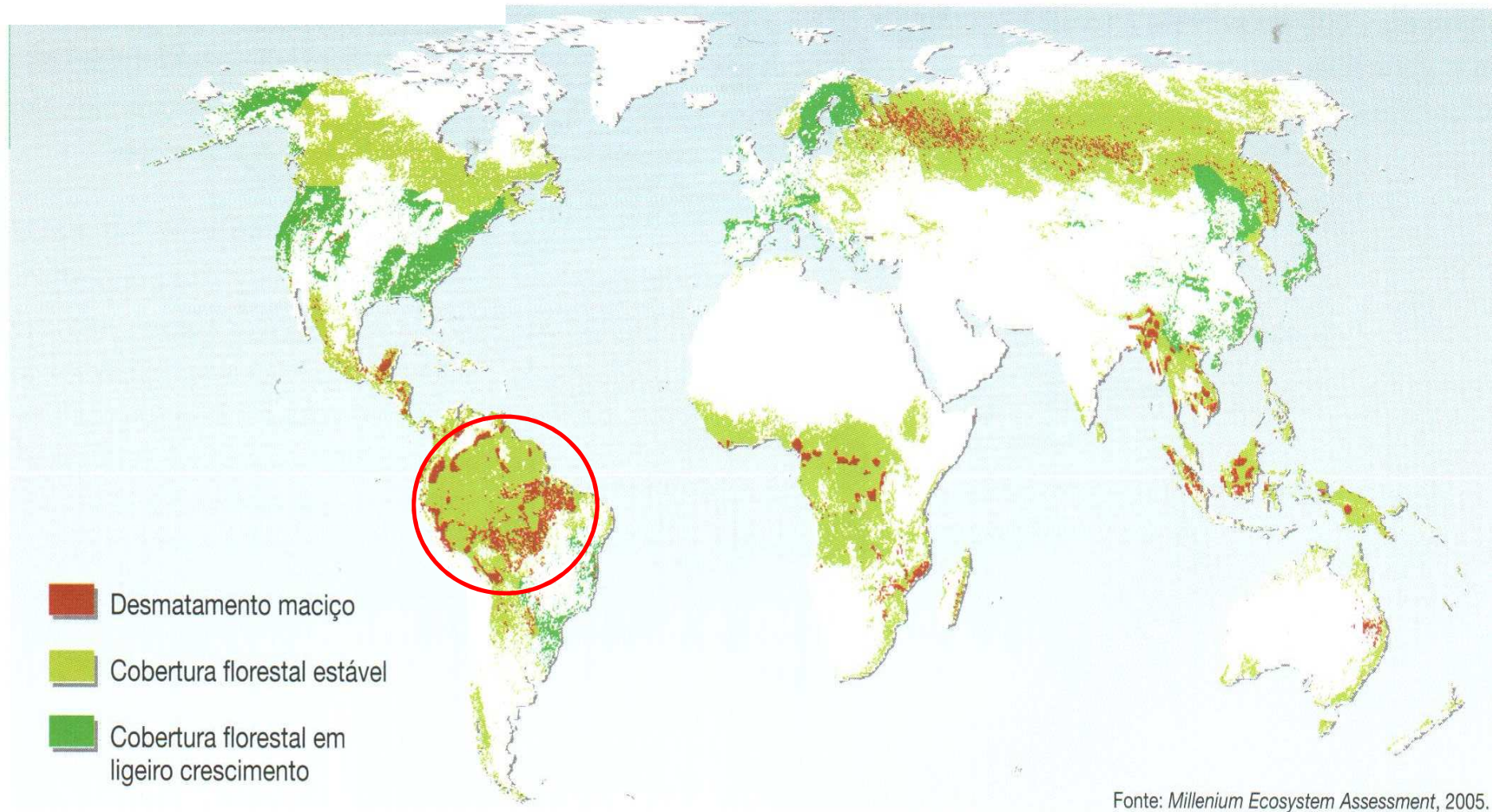
XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO

28 de julho a 2 de agosto de 2013 | Costão do Santinho Resort | Florianópolis | SC

O custo ambiental para incorporar novas áreas disponíveis, de menor potencial agrícola, seria maior do que melhorar a produtividade nas áreas já cultivadas.

Mas a opção vem sendo outra - as terras das florestas, sobretudo as tropicais, e suas bordas já revelam o avanço das novas (velhas) fronteiras agrícolas, obedecendo ao mesmo padrão conhecido: pecuária- agricultura

SITUAÇÃO ATUAL DAS FLORESTAS NO MUNDO





XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO

28 de julho a 2 de agosto de 2013 | Costão do Santinho Resort | Florianópolis | SC

A FAO em 2005 estimava para 2.025 um aumento de quase 1,4 bilhões de pessoas, **90%** desse contingente situado na **América do Sul e África!!!!** (SCOLARI, 2006).

Nesses continentes a pressão já ocorre no entorno de seus biomas florestais (Amazônia, Congo) e com solos em ambientes frágeis.

Há que estudá-los mas há que se elaborar modelos sustentáveis de manejo para os solos já cultivados



XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO

28 de julho a 2 de agosto de 2013 | Costão do Santinho Resort | Florianópolis | SC

PARTE III – COMO A CIÊNCIA DO SOLO PODE AJUDAR



XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO

28 de julho a 2 de agosto de 2013 | Costão do Santinho Resort | Florianópolis | SC

Opções que surgiram no século XX:

1. Ajustando nos métodos de avaliação dos comportamentos e funcionamentos dos:

SISTEMAS PEDOLÓGICOS

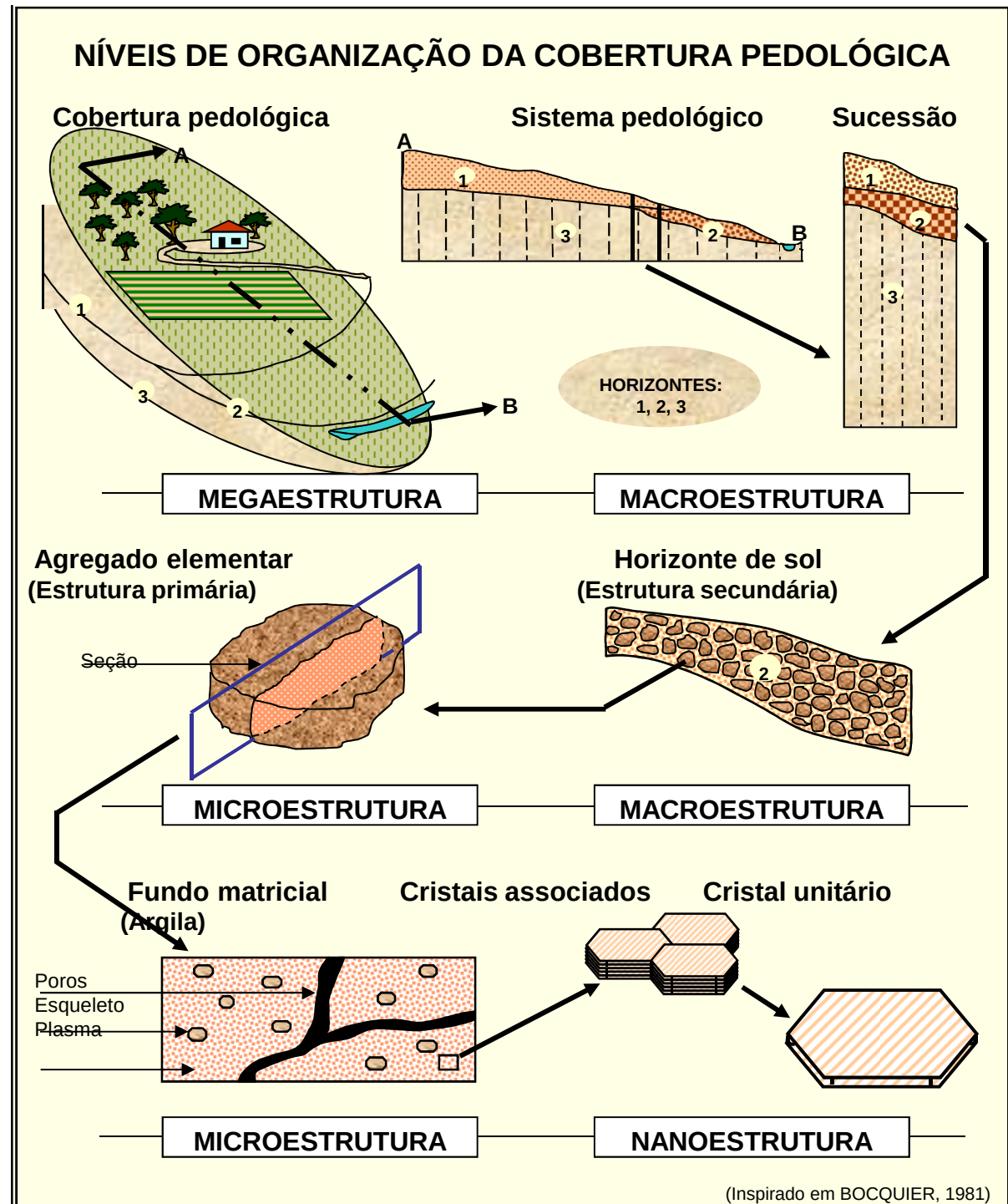
(BOULET, 1988; SALOMÃO, 1999; CASTRO, SALOMÃO, 1999; QUEIROZ NETO, 2011; RUELLAN, 2005...)

2. Enfatizando os indicadores de qualidade do solo para avaliar a :

SUSTENTABILIDADE DOS SISTEMAS PRODUTIVOS/RISCOS AMBIENTAIS

(HARDI, P., ZDAN, T.J., 1997; KÖNIG, et al, 2012; LAL, 2012; SINGH et al, 2012; VEZZANI & MIELNICZUK, 1998;

Compreendo
as escalas
dos
sistemas pedológicos...



(Inspirado em BOCQUIER, 1981)

3. AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE E PROJEÇÃO DE CENÁRIOS

(SACHS, 1982) (CARTA DA TERRA, 1992; HARDI, P., ZDAN, T.J., 1997; KÖNIG, et al, 2012; LAL, 2012; SINGH et al, 2012).

Já há várias metodologias disponíveis para essa avaliação
Como SENSOR/FoPia/Dashboard/Barômetro e outras
(SINGH et al, 2012; PEREZ SOBA et al, 2008;

A governança de territórios e comunidades e o grau satisfatório desse desenvolvimento deve envolver, necessariamente,
crescimento econômico, preservação ambiental e equidade social

4. JÁ HÁ CONHECIMENTO SUFICIENTE DOS PROCESSOS DE INTERAÇÕES SOLO X MEIO AMBIENTE

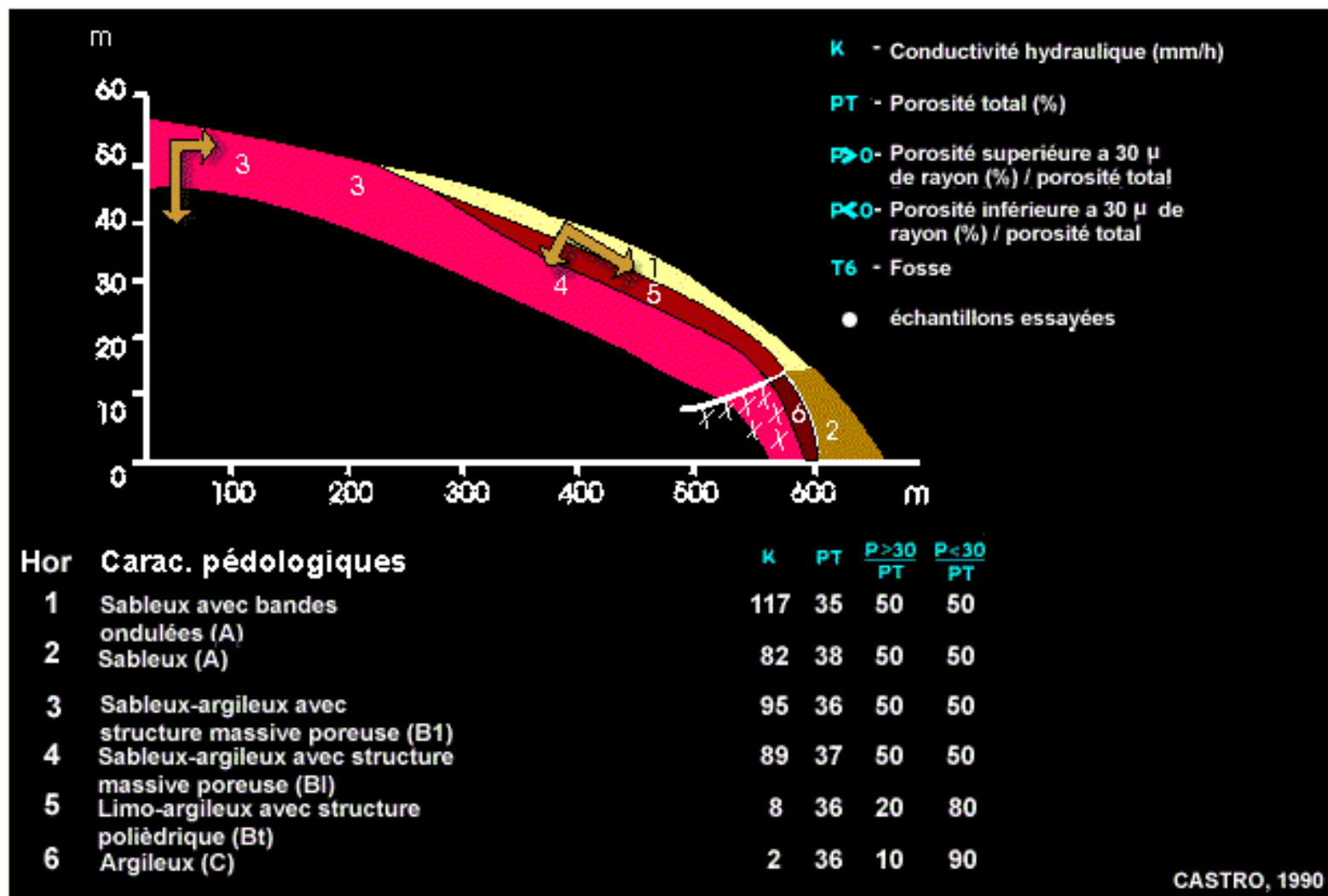


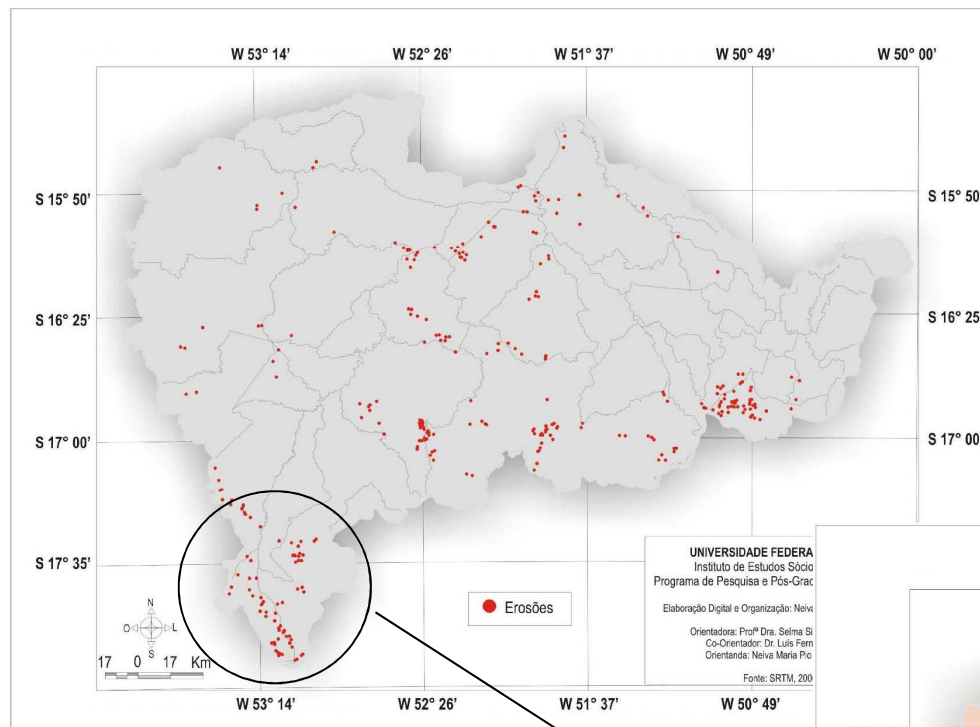
XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO

28 de julho a 2 de agosto de 2013 | Costão do Santinho Resort | Florianópolis | SC

Compreendendo o funcionamento dos solos no relevo em *continuum* de fato

Exemplo do Oeste do estado de S. Paulo: LVA-PVA-GX





Obs : 308 FOCOS pontos
Vermelhos (IEL=0,005/km²)

SELECIONANDO
ÁREAS PARA ESTUDOS
DETALHADOS

extremo
sul

ALTA BACIA DO RIO ARAGUAIA COMPREENDENDO A DISTRIBUIÇÃO DE UM FENÔMENO FOCOS EROSIVOS LINEARES DE GRANDE PORTE

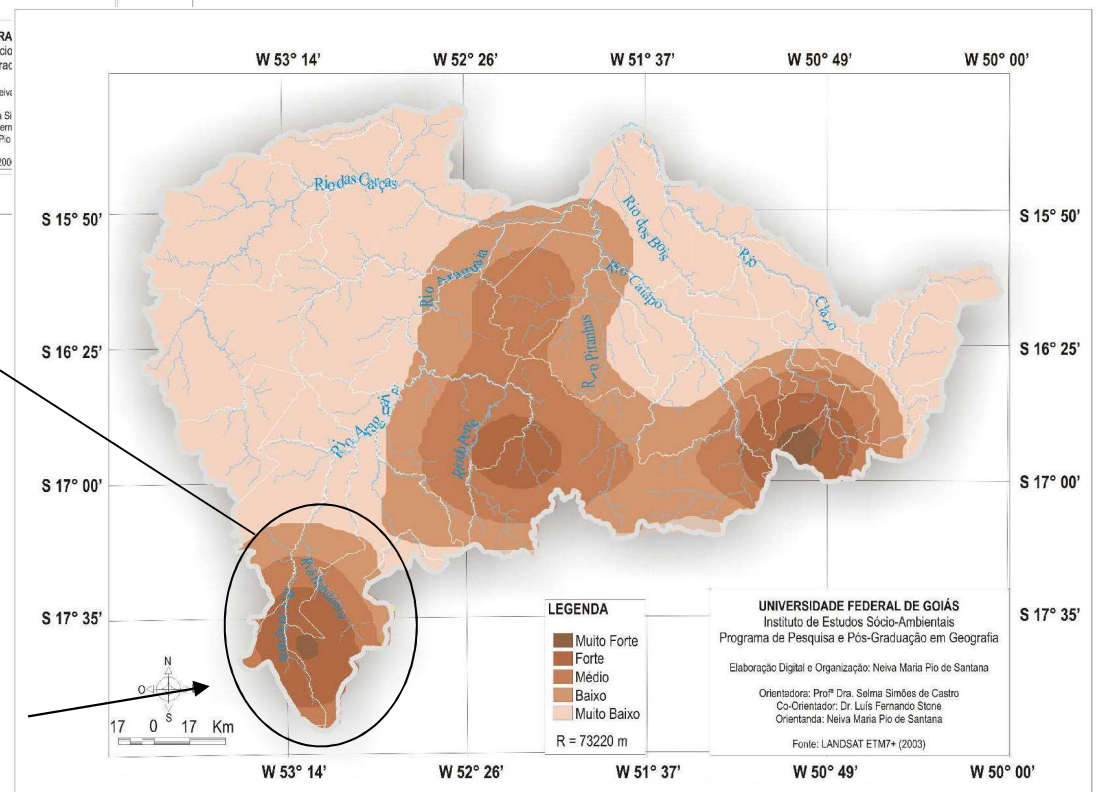
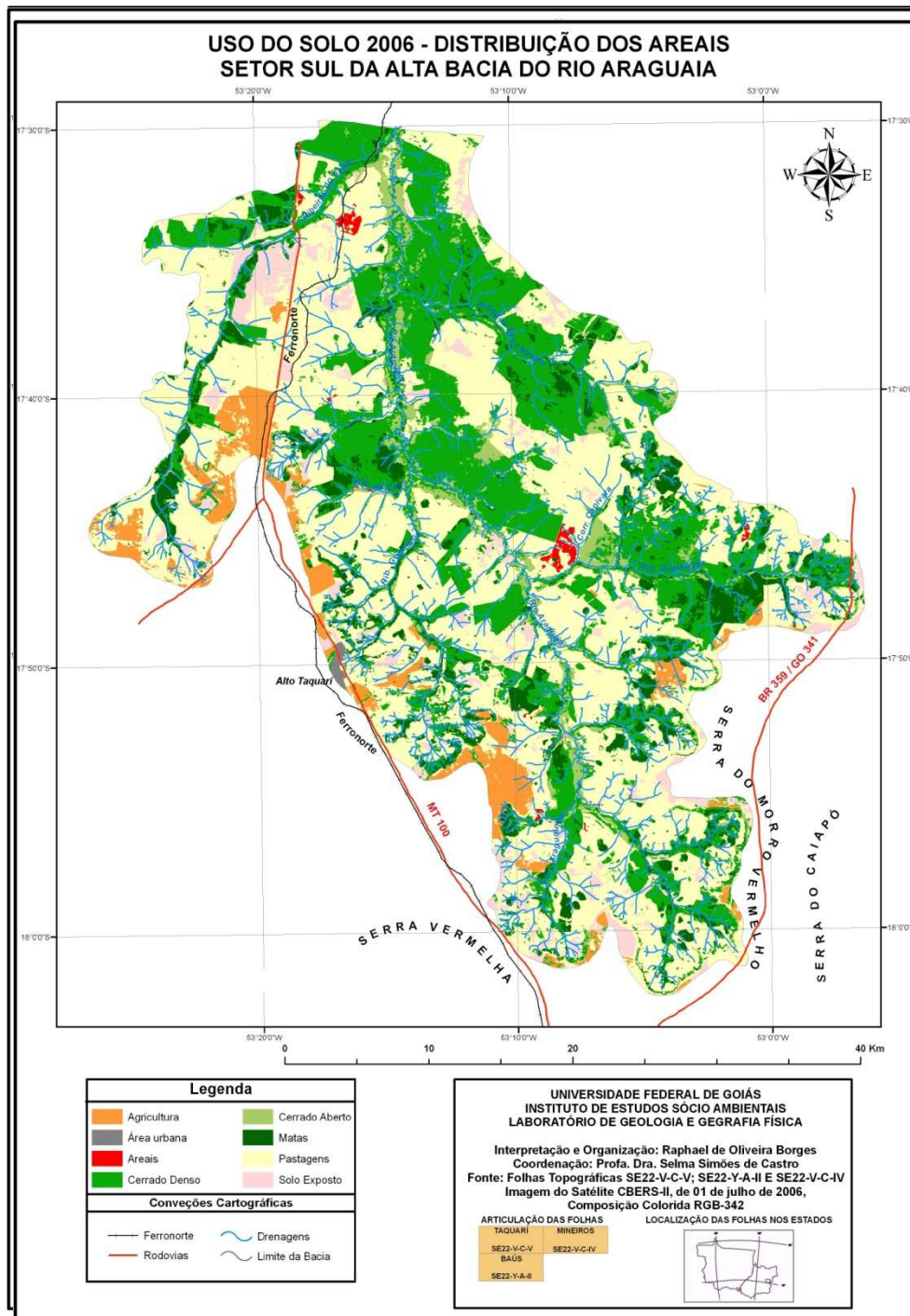
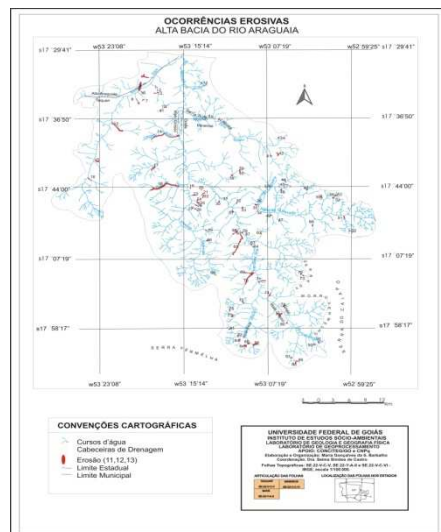
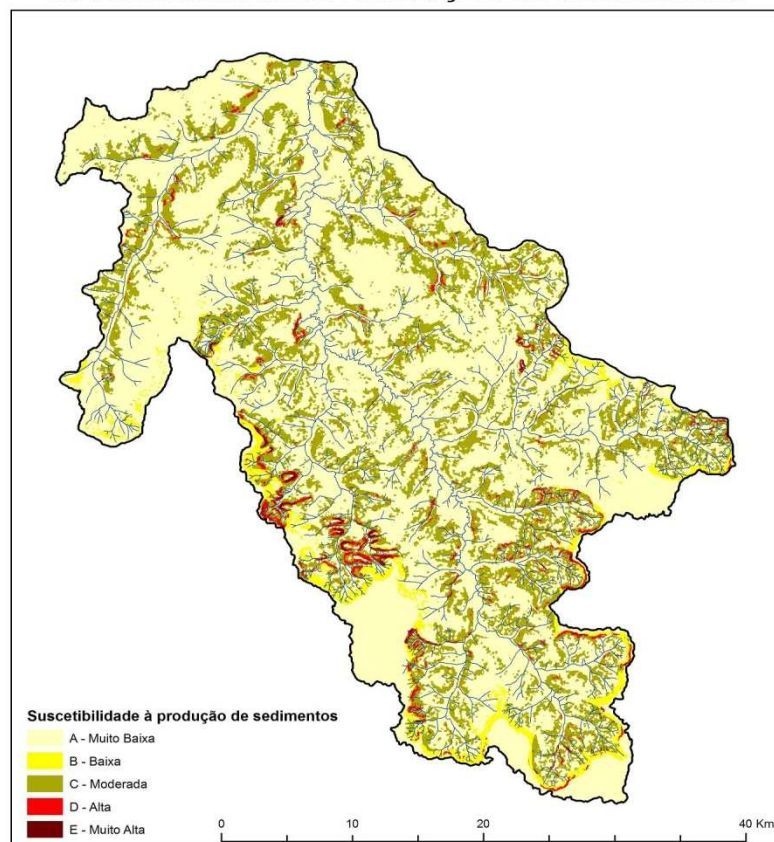


Figura 48 – Estimativas Kernel de densidade de focos erosivos



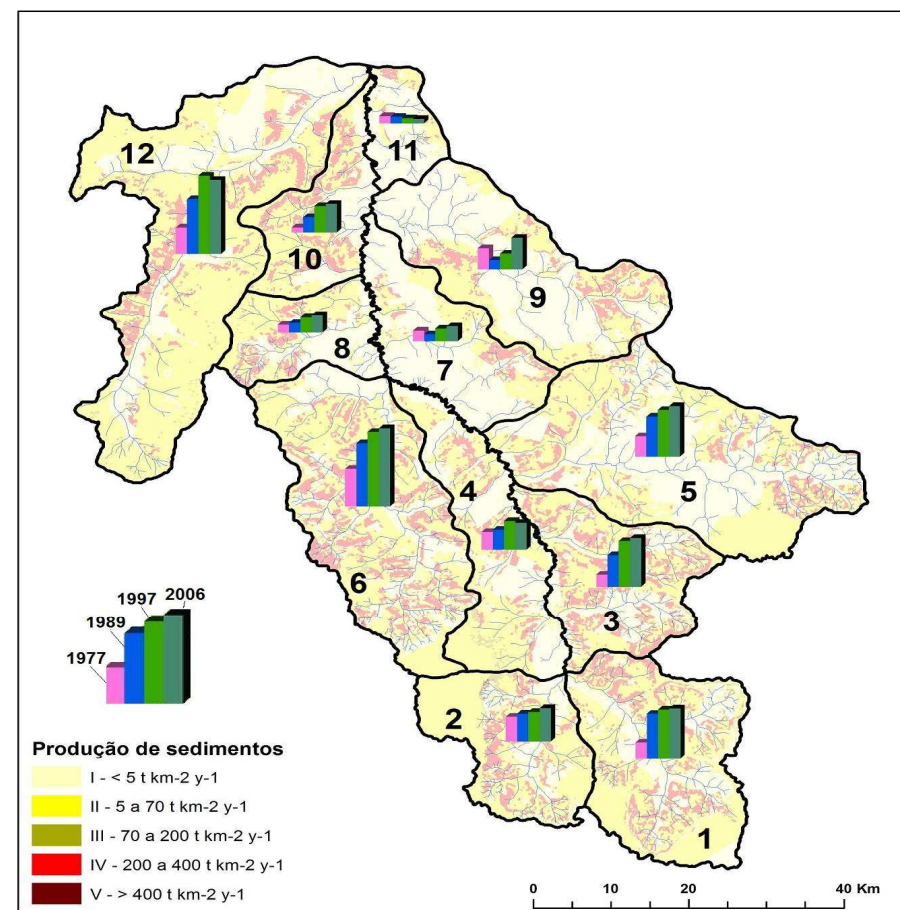
Compreendendo
a sucessão
histórica
do uso do solo

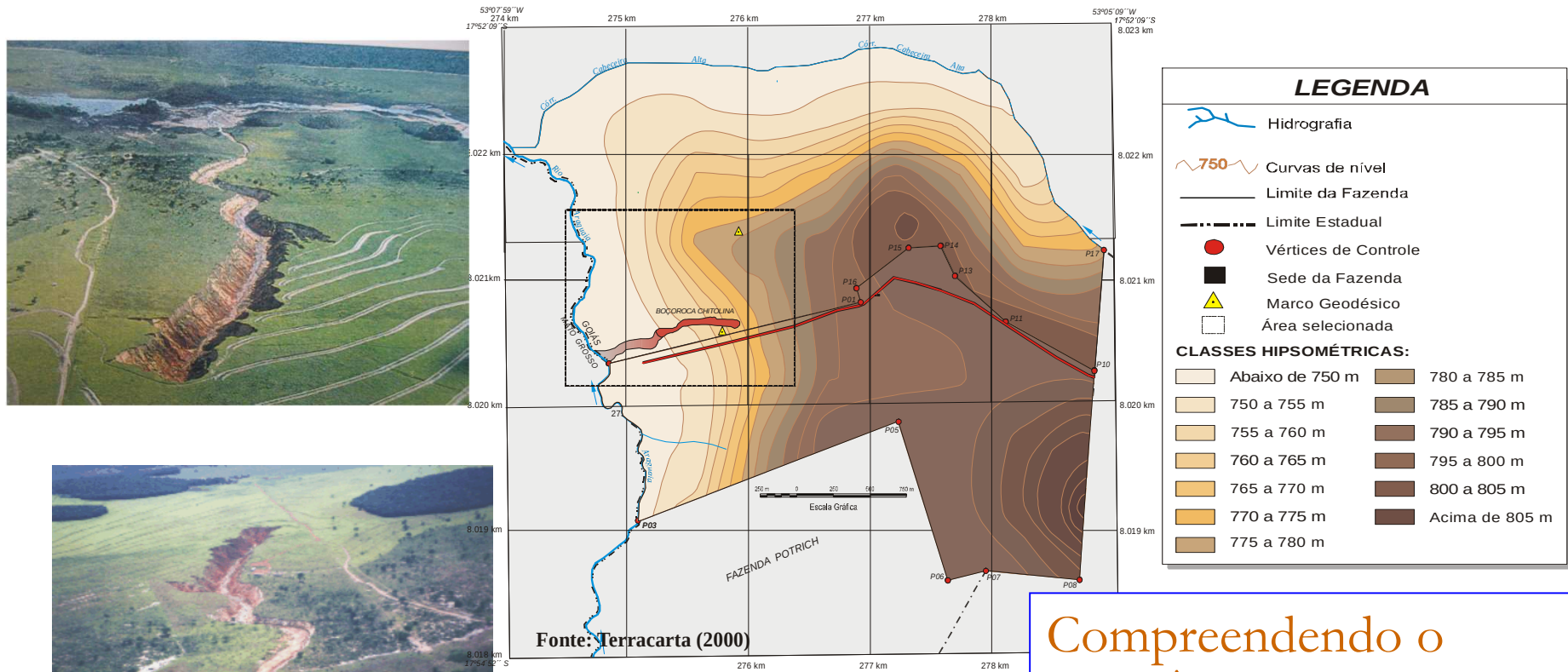
SUSCETIBILIDADE À PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS



Fonte: Borges et al, 2009

Calculando os potenciais

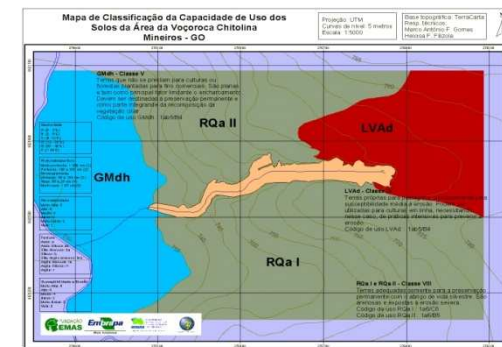
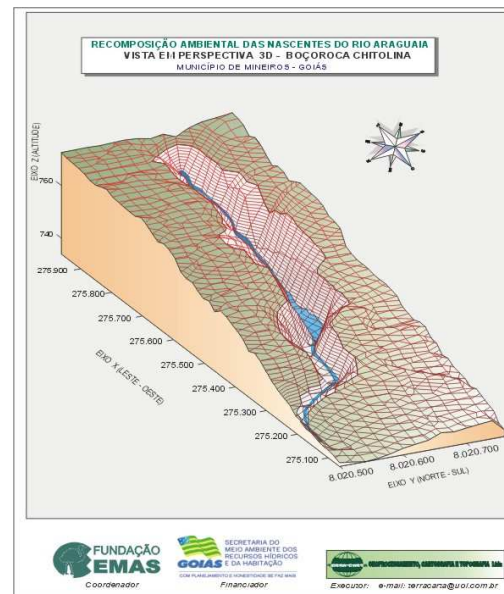




Compreendendo o FENÔMENO



Vista aérea da erosão Chitolina, na Fazenda Chitolina. Observe-se a extensa área de assoreamento que soterrou a mata ciliar, os vários sulcos na área de pastagem e o traçado das curvas de nível cortadas pela erosão.
Fonte: Acervo da Fundação EMAS (1998)

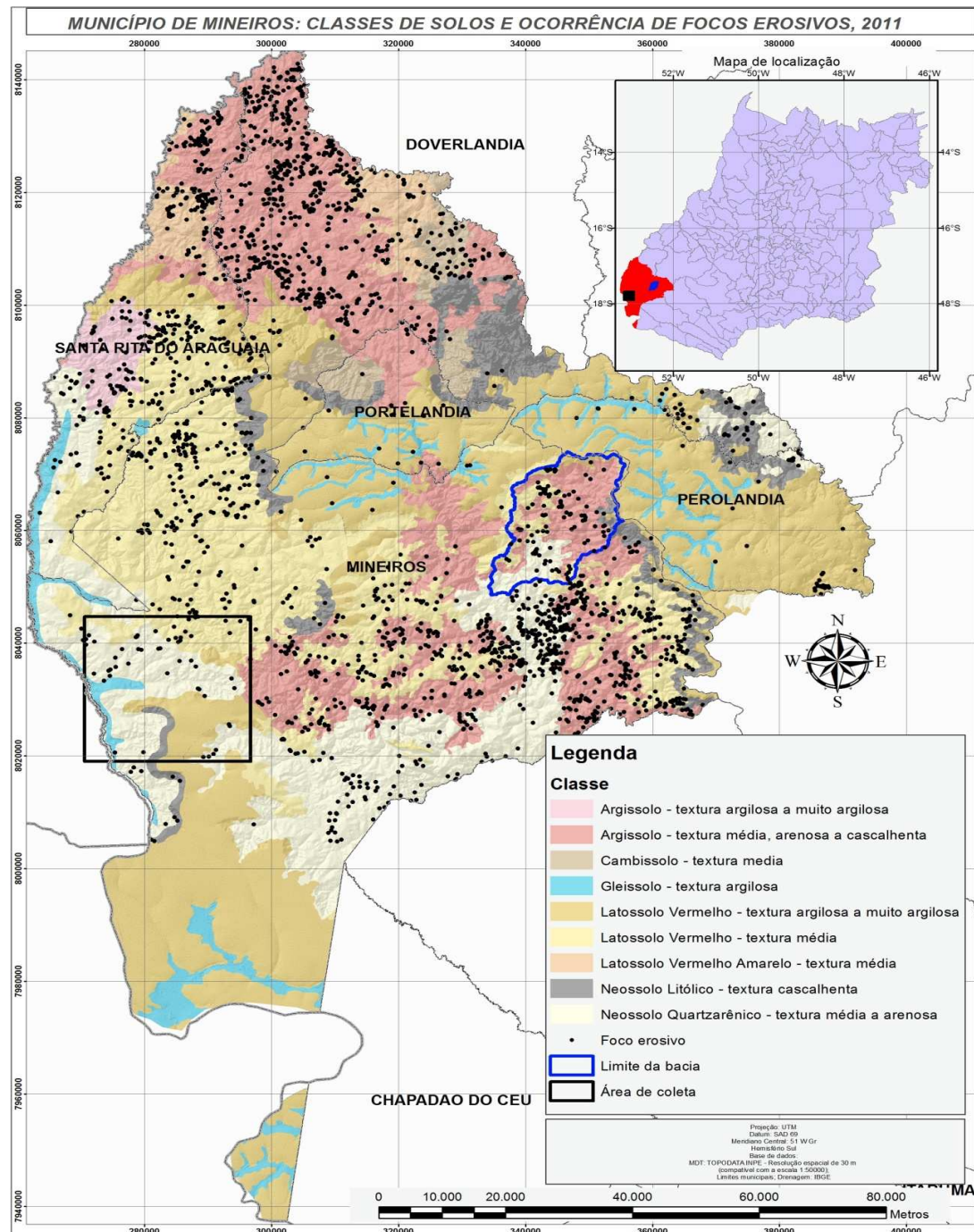


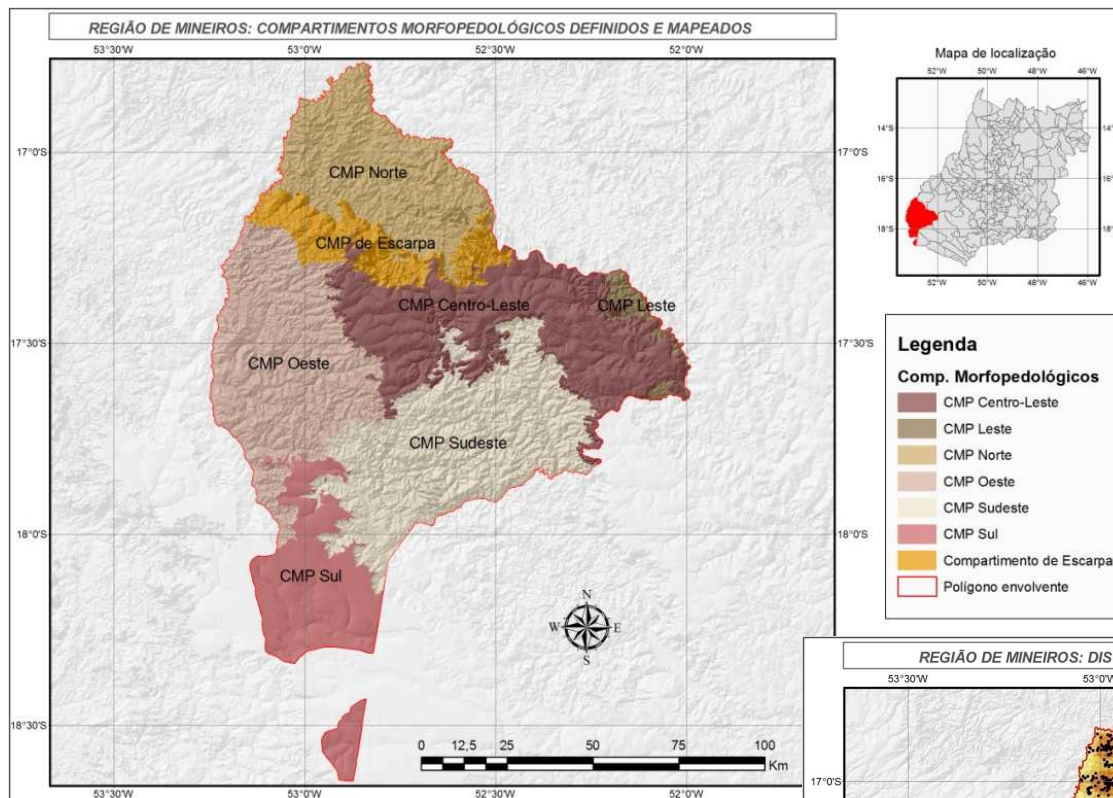
Fonte: Adap. TERRACARTA, 2001

EXEMPLO DE MINEIROS, GO E ARREDORES

Projeto Fragissolos
EMBRAPA/UFG
CNPq

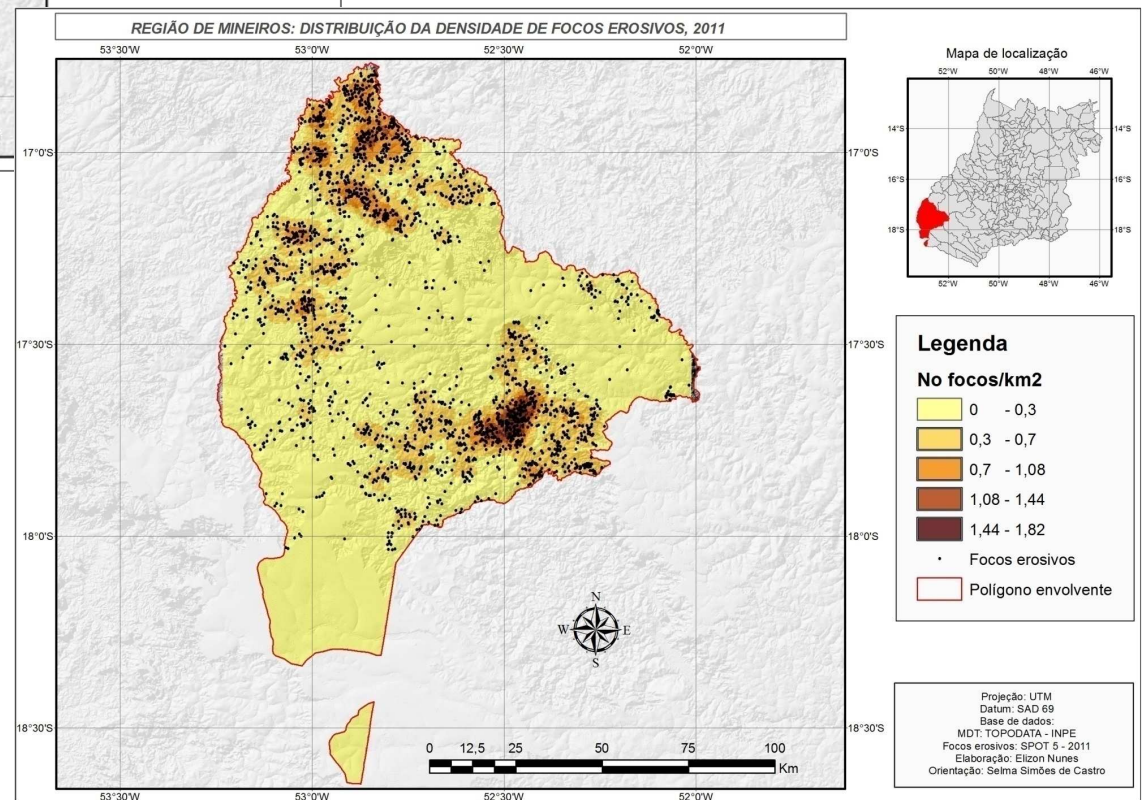
Nuvem de pontos
Cada ponto representa um f
oco erosivo linear de médio
(até 300m aprox.) a grande
Porte (≥ 300 m aprox.)





Delimitando zonas

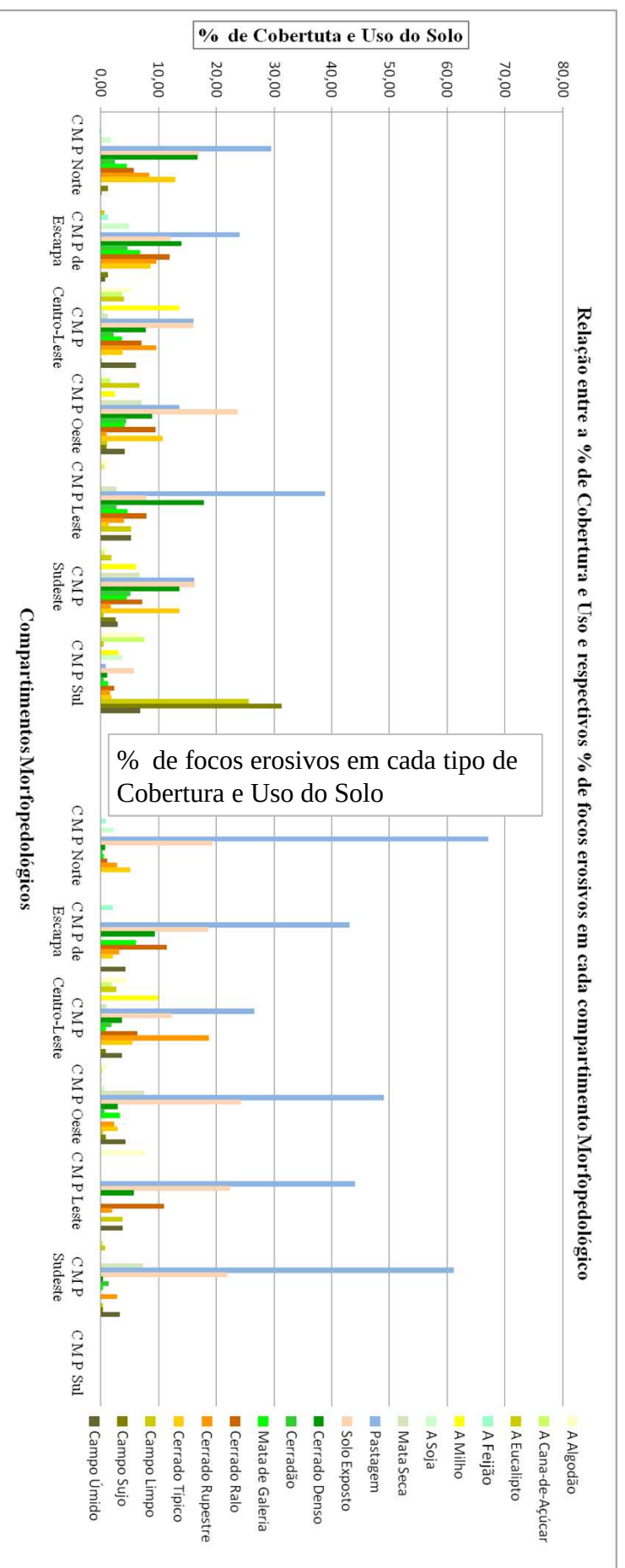
Avaliando a distribuição e encontrando as zonas preferenciais e prioritárias para a compreensão e selecionando-os



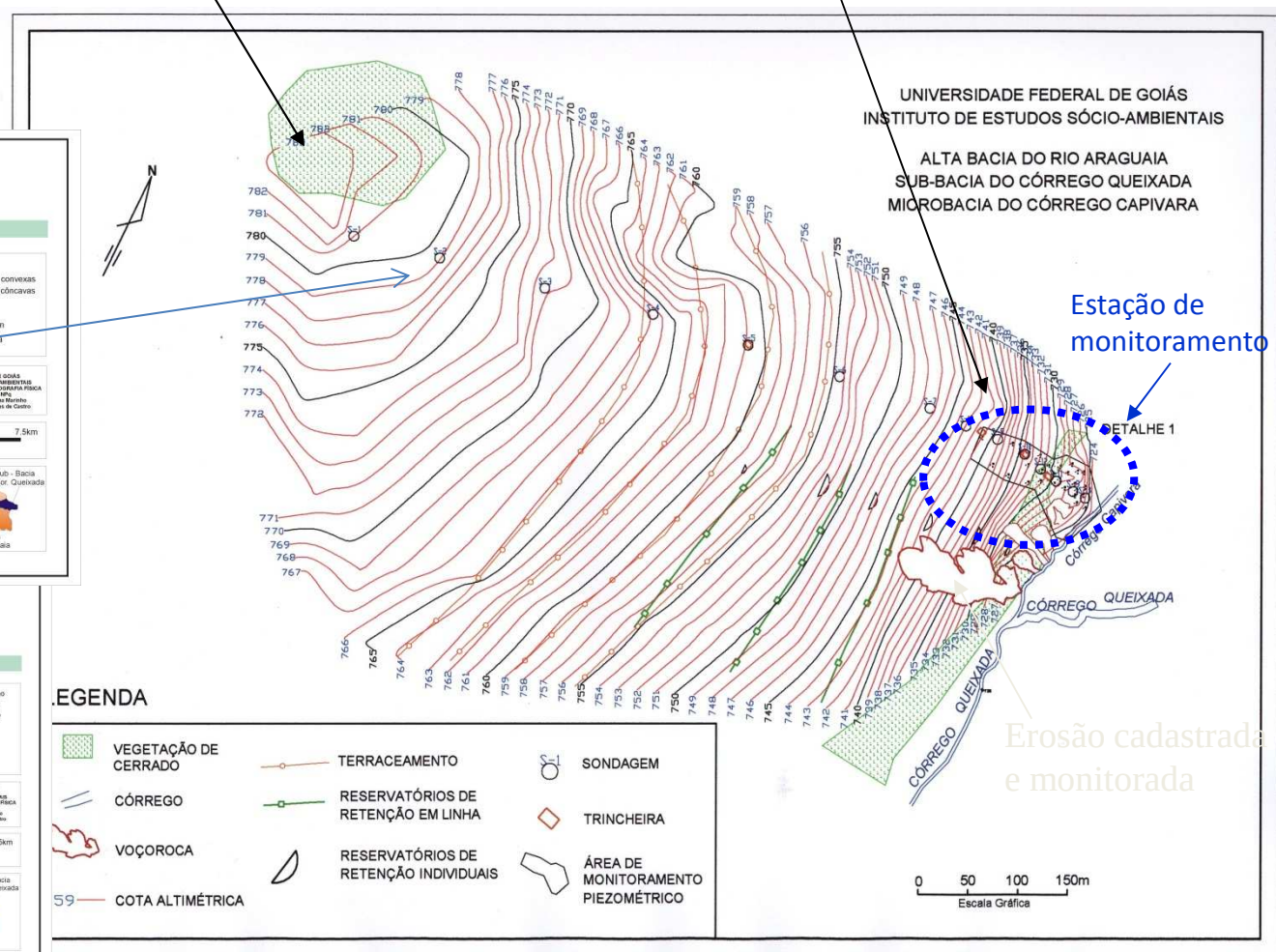
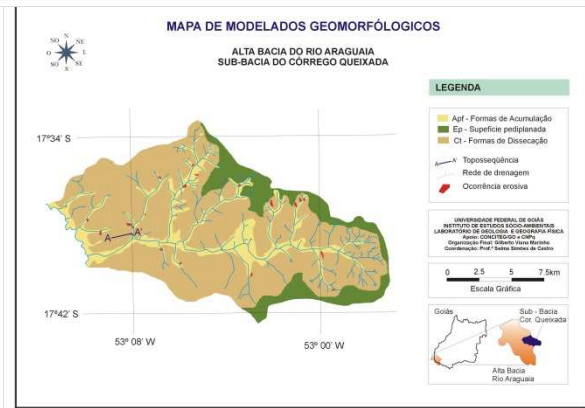
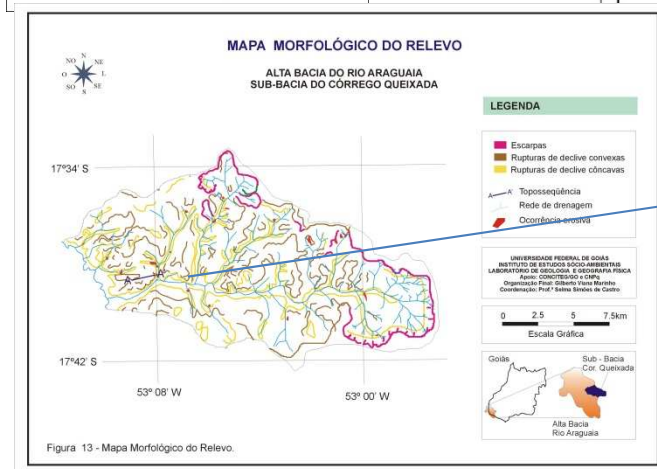
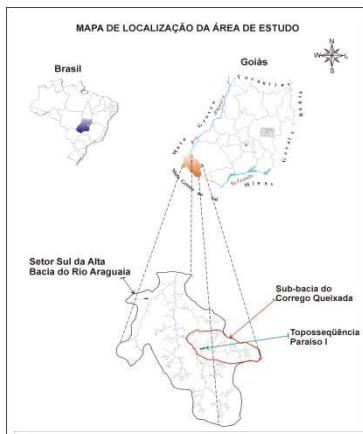
Quadro síntese dos compartimentos e suas características ambientais.

C. M. P. / CARACTERÍSTICAS	GEOLOGIA	ALTITUDE M	DECLIVIDADE %	SOLOS	COB.E USO	ÁREA		OCORRÊNCIA DE FOCOS	
						Km2	RELATIVA (%)	ABSOLUTO	RELATIVO (%)
C. M. P. Centro - Leste	F Cachoeirinha: argilitos, siltitos e areia.	808 a 1009	2 a 4 (predominantemente) e 7 no máximo.	Latossolo Vermelho e Gleissolo ambos de text. arg. a muito arg.	Soja, Milho, Algodão e cana-de-açúcar	256891,49	21,38	116	4,52
C. M. P. Leste	G Itaré - F Aquidauana: arenitos, folhelhos e siltitos.	660 a 681	0 - 9	Neossolos Quartzarênicos de text. méd. a arenosa.	Pastagem e Solo Exposto	17294,71	1,44	50	1,95
C. M. P. Norte	F Aquidauana: diamictitos, folhelhos, arenitos, siltitos.	414 (extremo norte) a 570 m (porção central)	0 (centro dos interflúvios) a 11% (bordas e médias vertentes)	Latossolo Vermelho-Amarelo e principalmente Argissolo Vermelho ambos de text. méd. a arenosa.	Pastagem, Solo Exposto e Remanescentes de Cerrado.	181421,65	15,11	851	33,30
C. M. P. Oeste	G São Bento – F Botucatu: arenitos eólicos.	615 a 943	0 a 4 (topos dos interflúvios) 4 a 9 (bordas convexizadas)	Latossolo Vermelho textura média e Neossolo Quartzarênico textura arenosa.	Pastagens e Solo Exposto	242758,47	20,22	470	18,39
C. M. P. Sudeste	G São Bento - F Botucatu: arenitos eólicos ;G Passa Dois - F Corumbataí: arenitos e siltitos	614 a 892	0 a 9 (topos de interflúvios) 9 a 16 (médias vertentes)	Latossolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo, ambos de text. méd. e Neossolo Quartzarênico de text. arenosa.	Pastagens e Solo Exposto e alguns remanescentes de Cerrado	281107,52	23,42	971	38,00
C. M. P. Sul	F Cachoeirinha: argilitos, arenitos e areia.	902 a 772	0 a 3	Latossolo Vermelho e Gleissolo ambos de textura argilosa a muito argilosa.	Agricultura e remanescentes de Cerrado	141369,68	11,77	0	0,00
Escarpa	Vária formações geológicas escalonadas	532 a 896	Ultrapassa 100% em escarpas erosivas	Neossolo Litólico e Neossolo Quartzarênico	Remanescentes de Cerrado e Pastagens	79392,03	6,61	97	3,79
Total em área e número de focos erosivos						1200235,60	100,00	2555	100,00

Identificando os usos que se associam ao fenômeno



Monitorando os fluxos de um sistema pedológico RQo-RQg-GM em Mineiros, GO



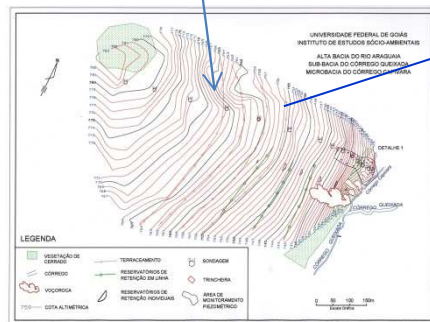
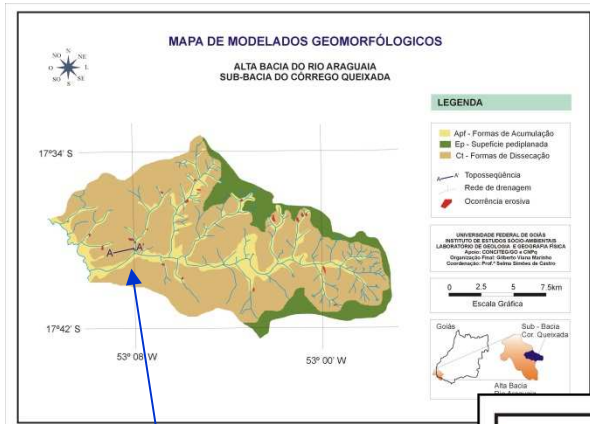
Fonte: Marinho, 2003

Avaliando os fluxos laterais e sua relação com os solos

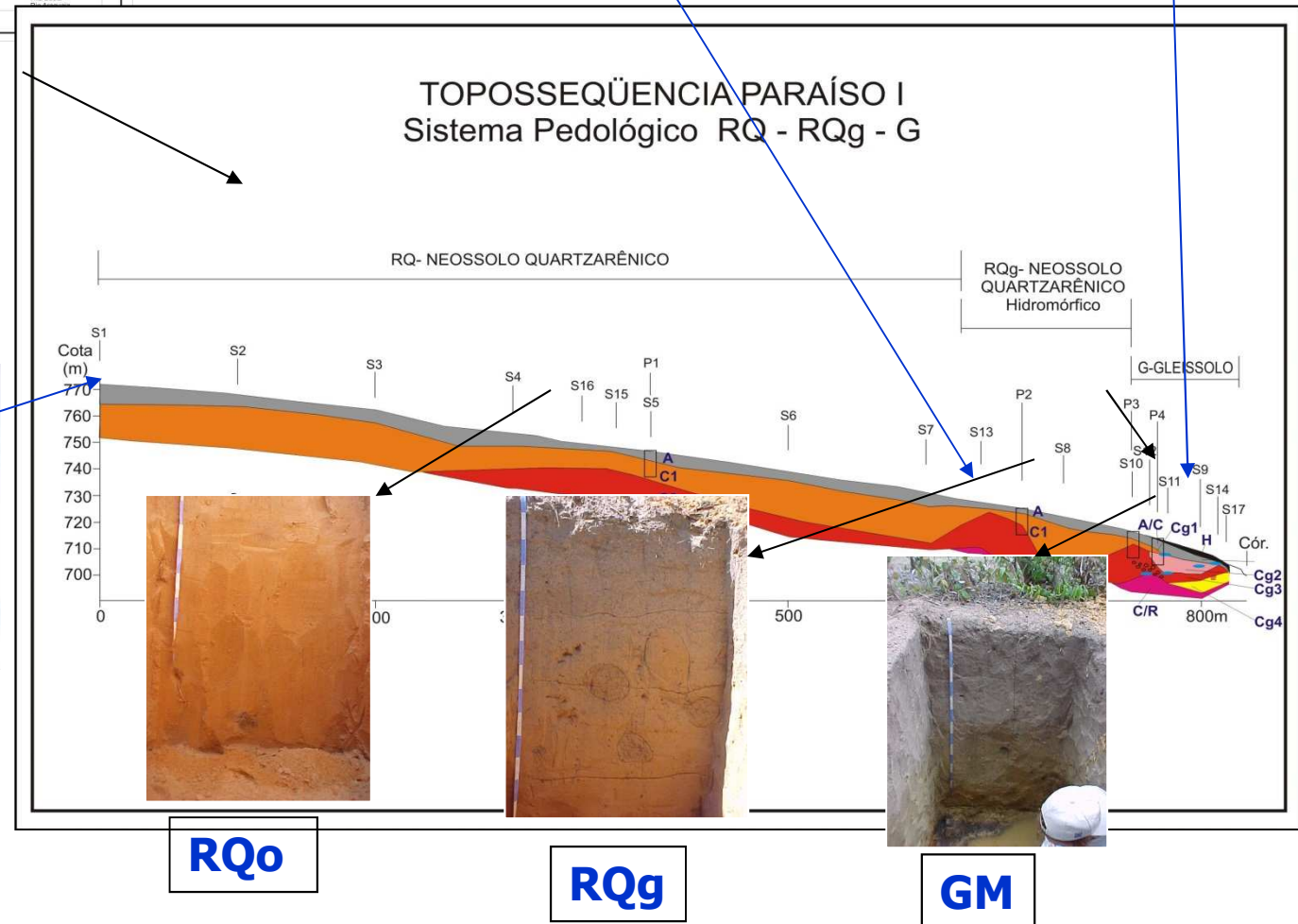
Notar vertente regular e contínua sobre substrato irregular

Notar acumulações basais

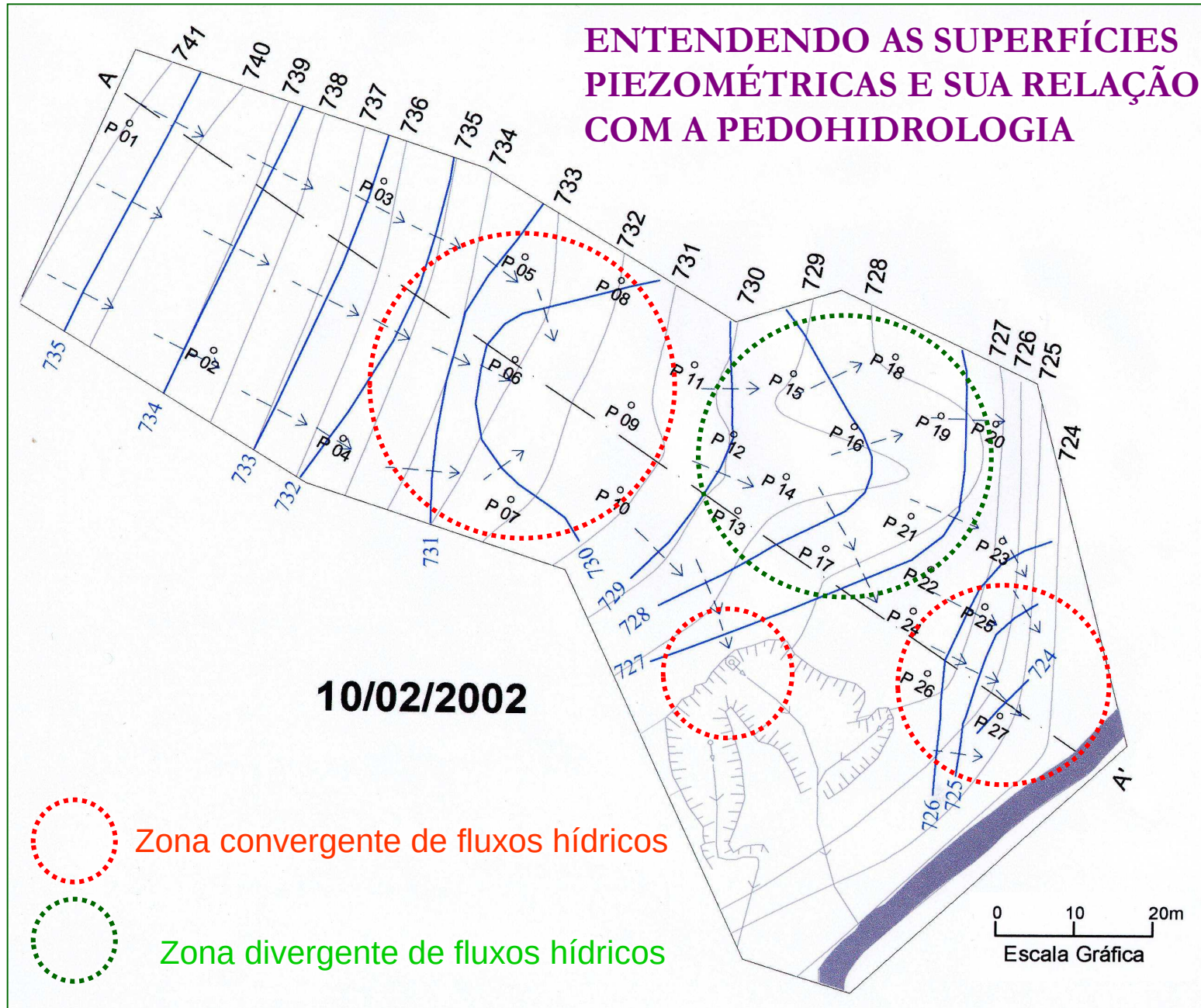
topossequência



Fonte: Marinho, 2003



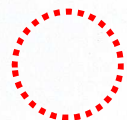
ENTENDENDO AS SUPERFÍCIES PIEZOMÉTRICAS E SUA RELAÇÃO COM A PEDOHIDROLOGIA



CARACTERIZAÇÃO DAS SUPERFÍCIES PIEZOMÉTRICAS

Equipotenciais mais distantes

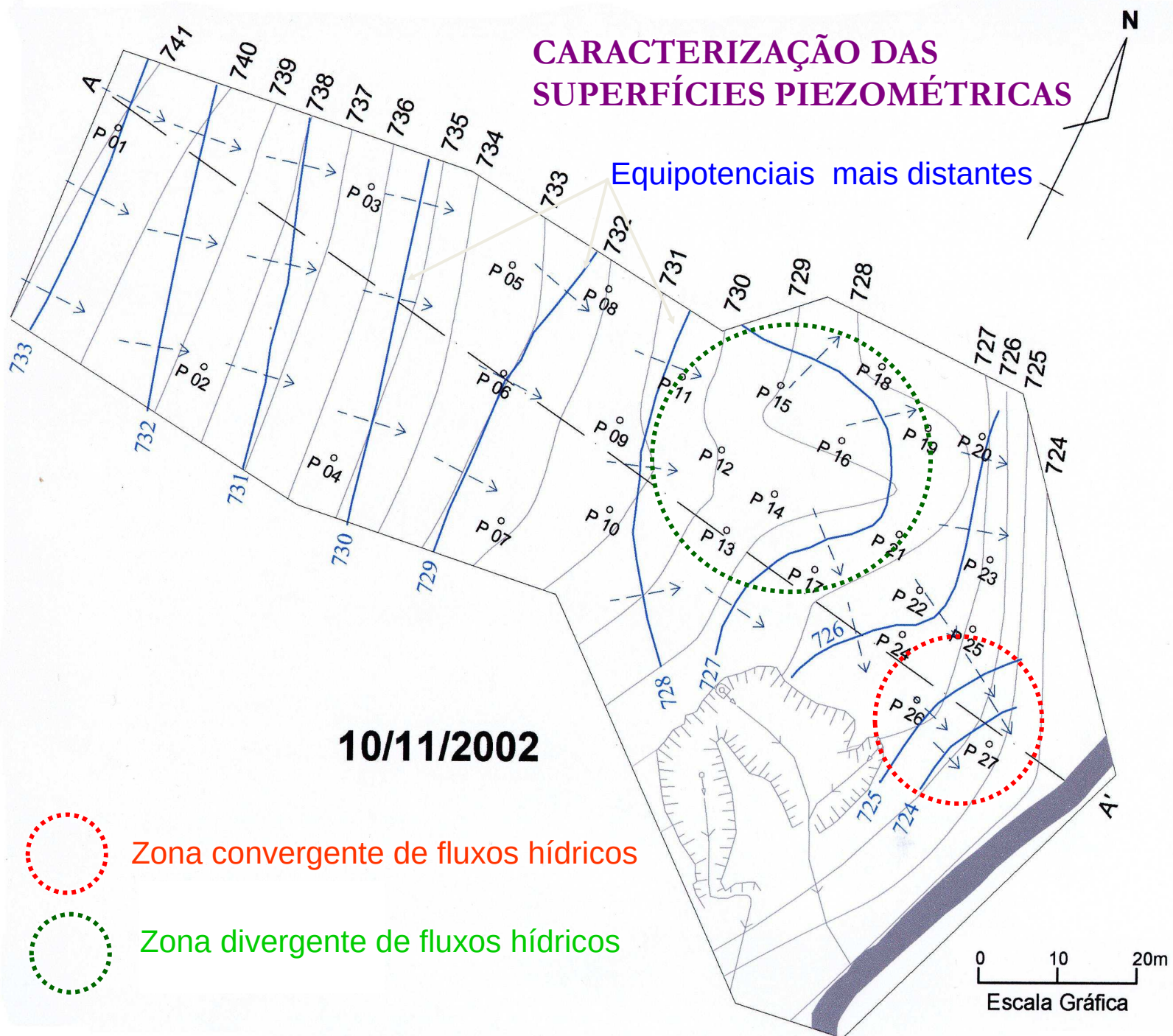
10/11/2002



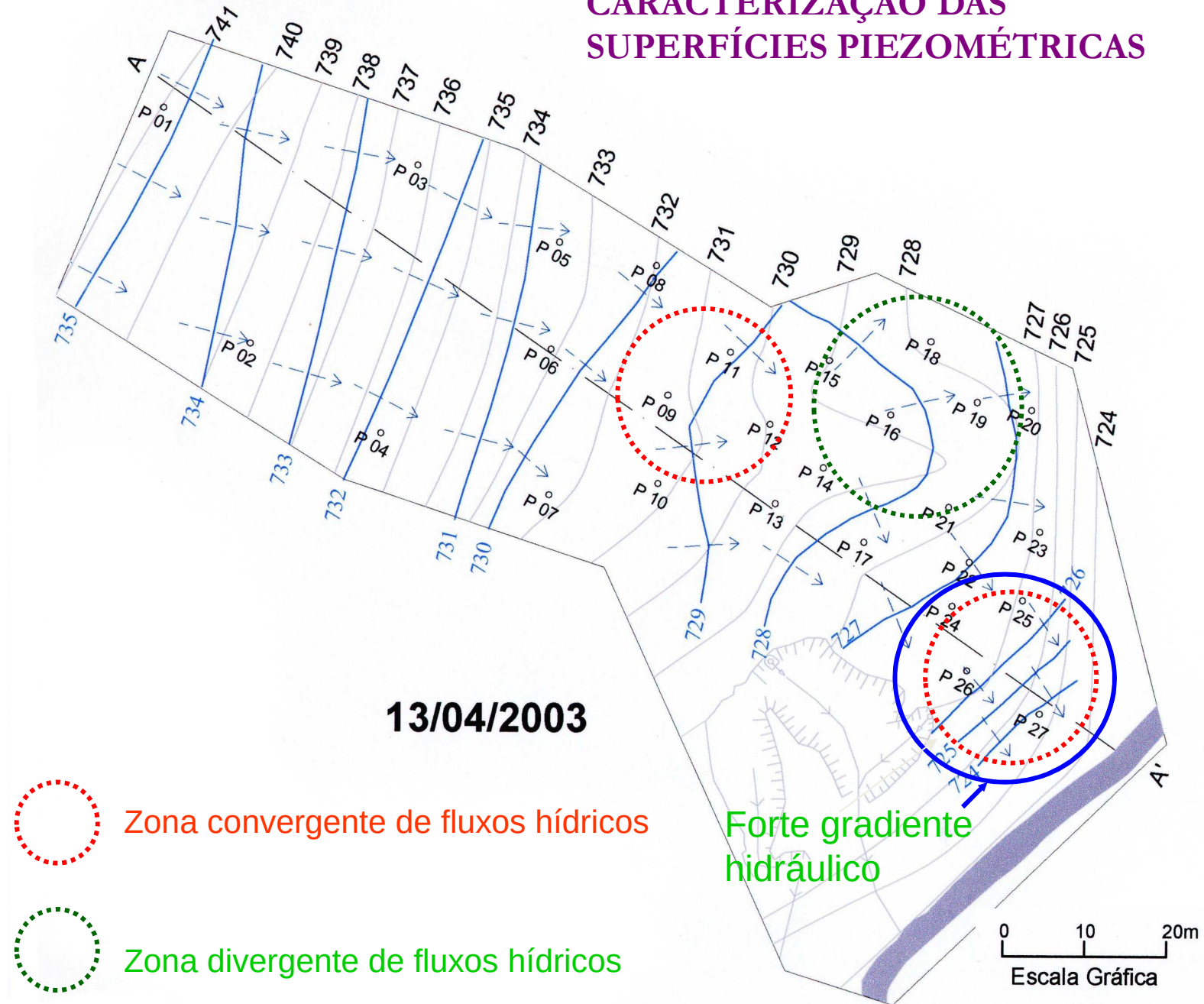
Zona convergente de fluxos hídricos



Zona divergente de fluxos hídricos



CARACTERIZAÇÃO DAS SUPERFÍCIES PIEZOMÉTRICAS

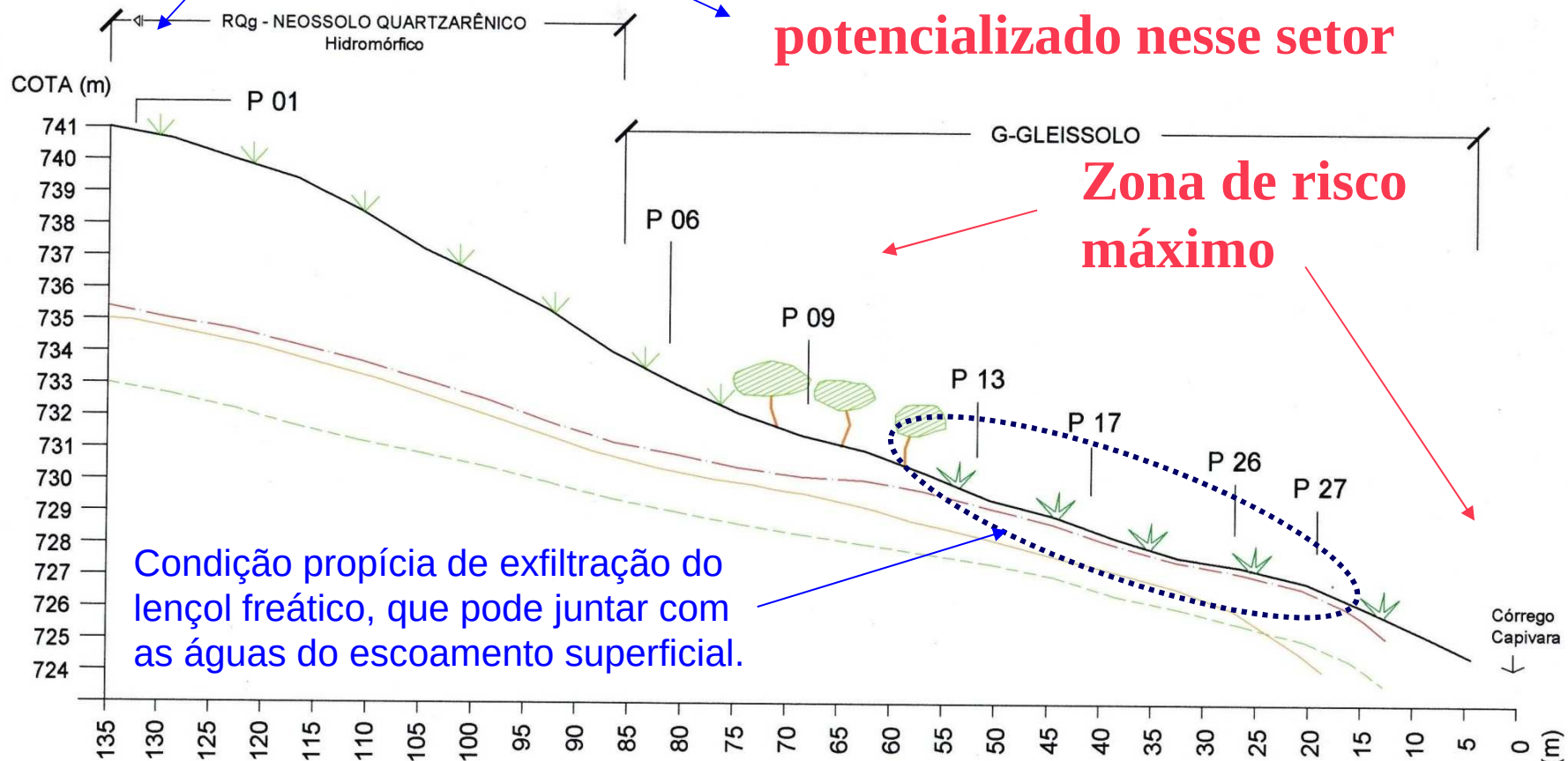
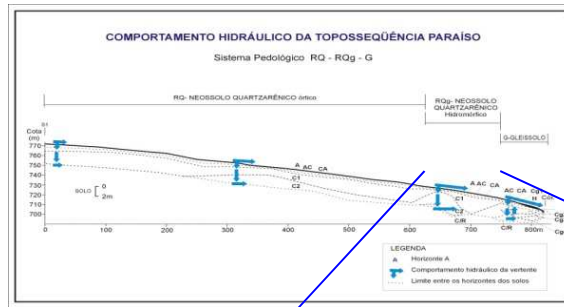


TIPO 1 – NO SISTEMA RQo-RQg- GM O TERÇO INFERIOR PREOCUPA MAIS MODELO DOS FLUXOS HÍDRICOS E RISCO

Se desmatar o risco erosivo será
potencializado nesse setor

Zona de risco
máximo

Condição propícia de exfiltração do
lençol freático, que pode juntar com
as águas do escoamento superficial.



LEGENDA			
	10/02/2002	<i>Datas representativas do monitoramento piezométrico</i>	
	10/11/2002		
	13/04/2003		
	Superfície do terreno		Pastagem
PZ 09	Piezômetro		Capim de várzea
			Cerrado arbóreo

Obs. : O CF 2012
determinaria
recompôr até 15 m



XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO

28 de julho a 2 de agosto de 2013 | Costão do Santinho Resort | Florianópolis | SC

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Precisamos evitar os erros do passado!!!!
Já temos modelos. Precisamos investir na recuperação de solos degradados e evitar novas degradações através da melhoria da produtividade.

Obrigada!