

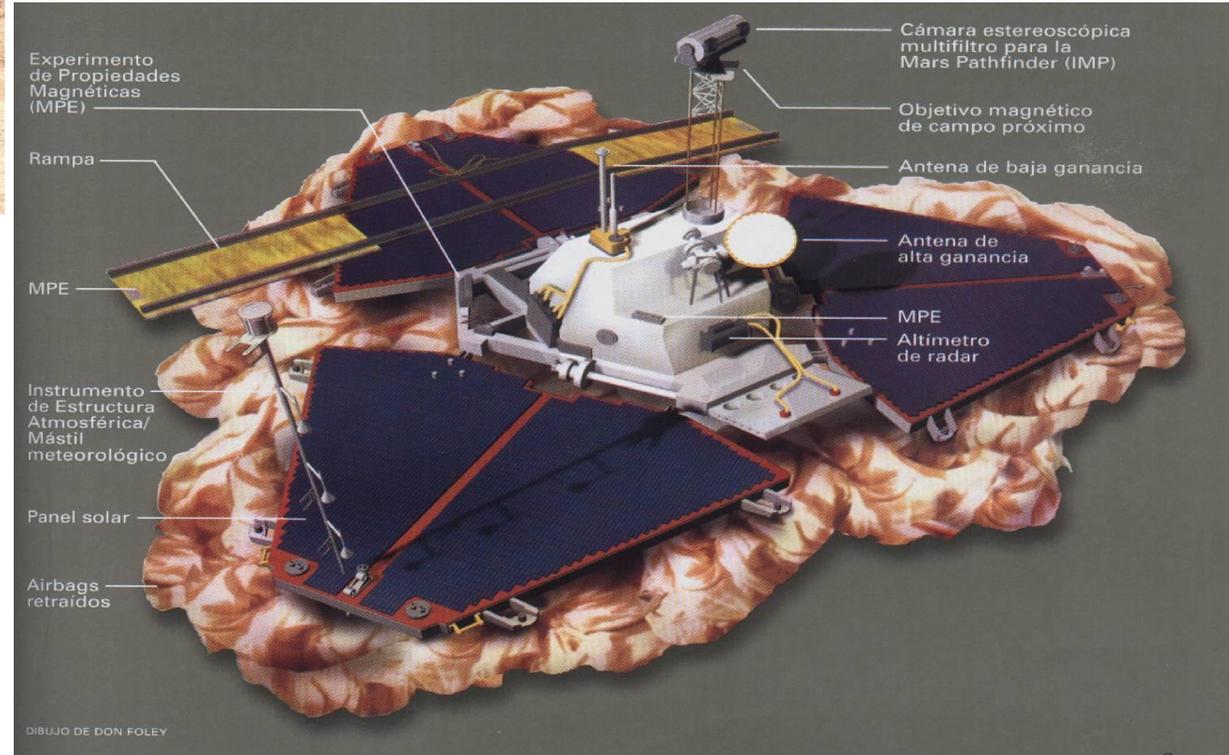


MAPAS DE MAGNETISMO DO SOLO COMO BASE PARA APLICAÇÃO DE HERBICIDAS

Pathfinder (1997)



Figure 5



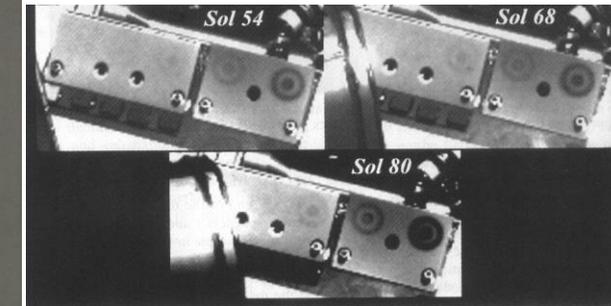
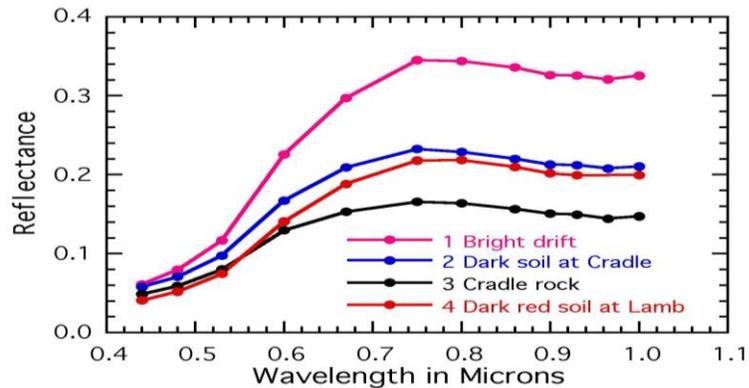
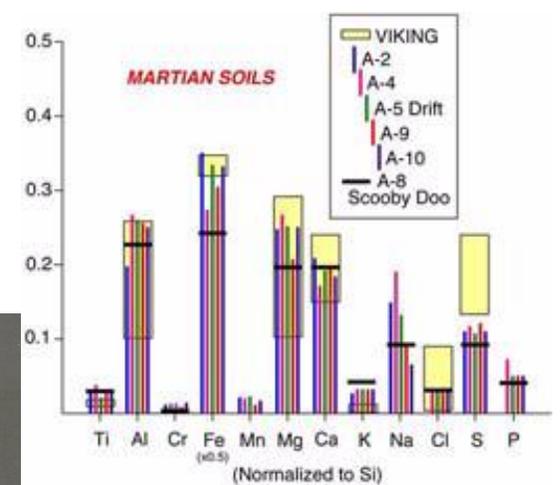
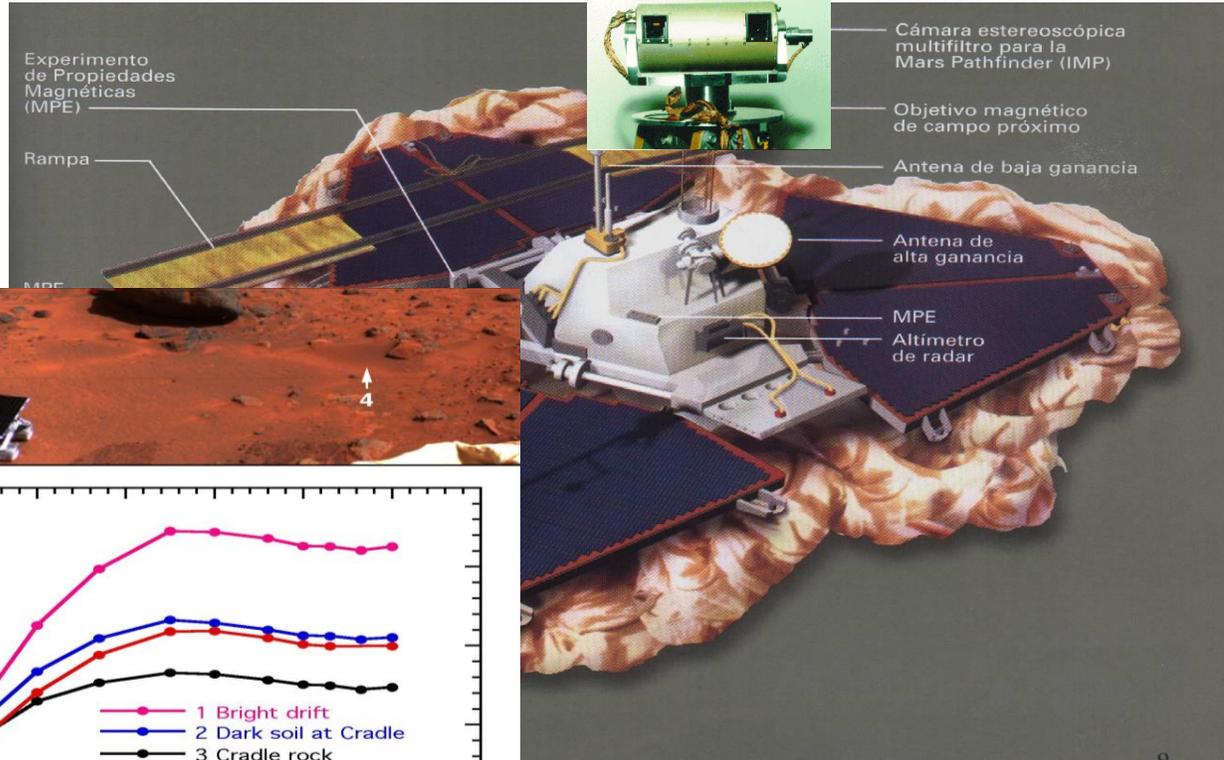
Missões de exploração do solo de Marte



Pathfinder (1997)



Figure 5

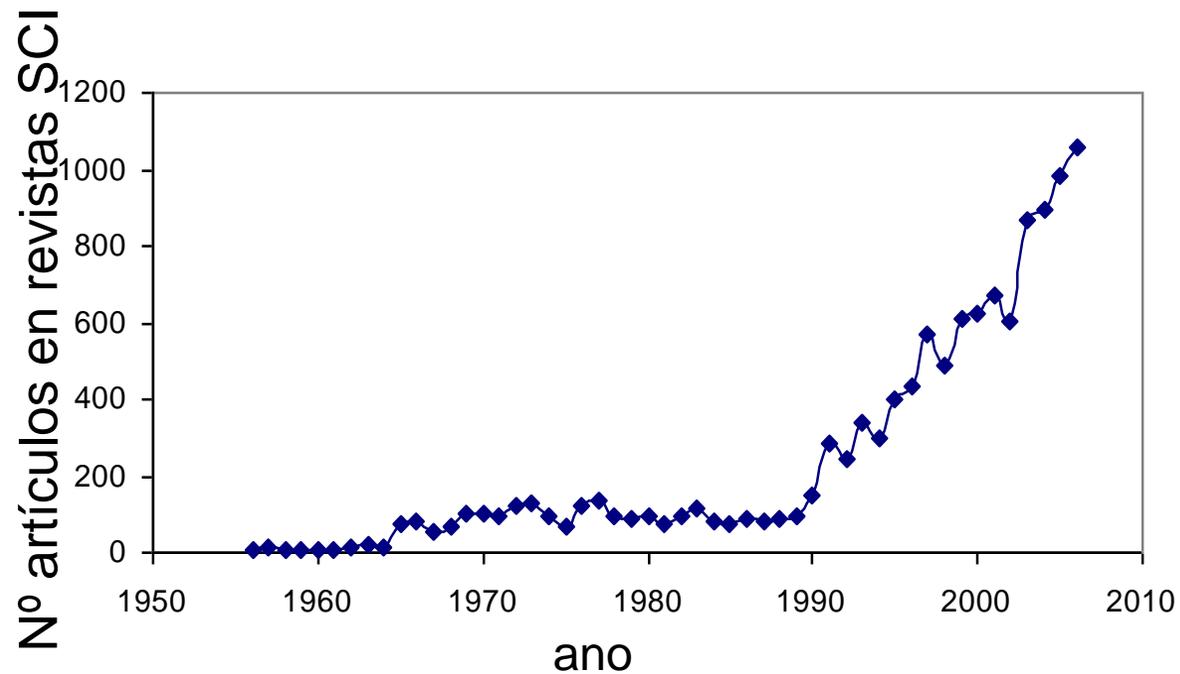


Magnetic Properties Experiments

Missões de exploração do solo de Marte

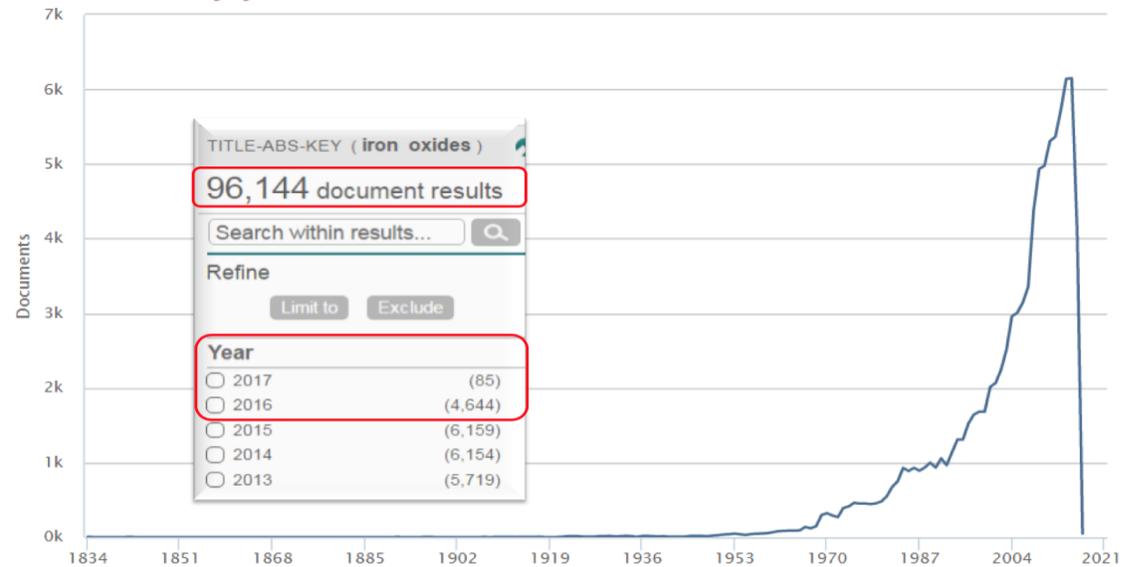


Artigos sobre Marte



Artigos sobre Óxidos de Ferro no solo - Terra

Documents by year Scopus

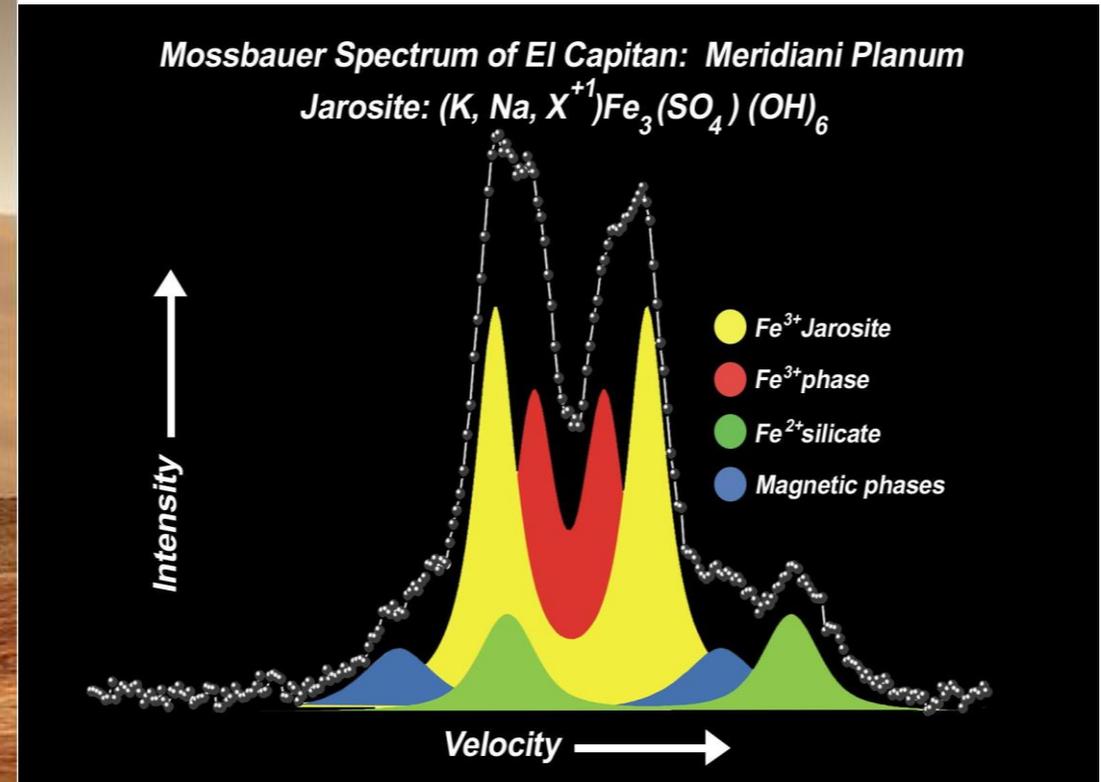
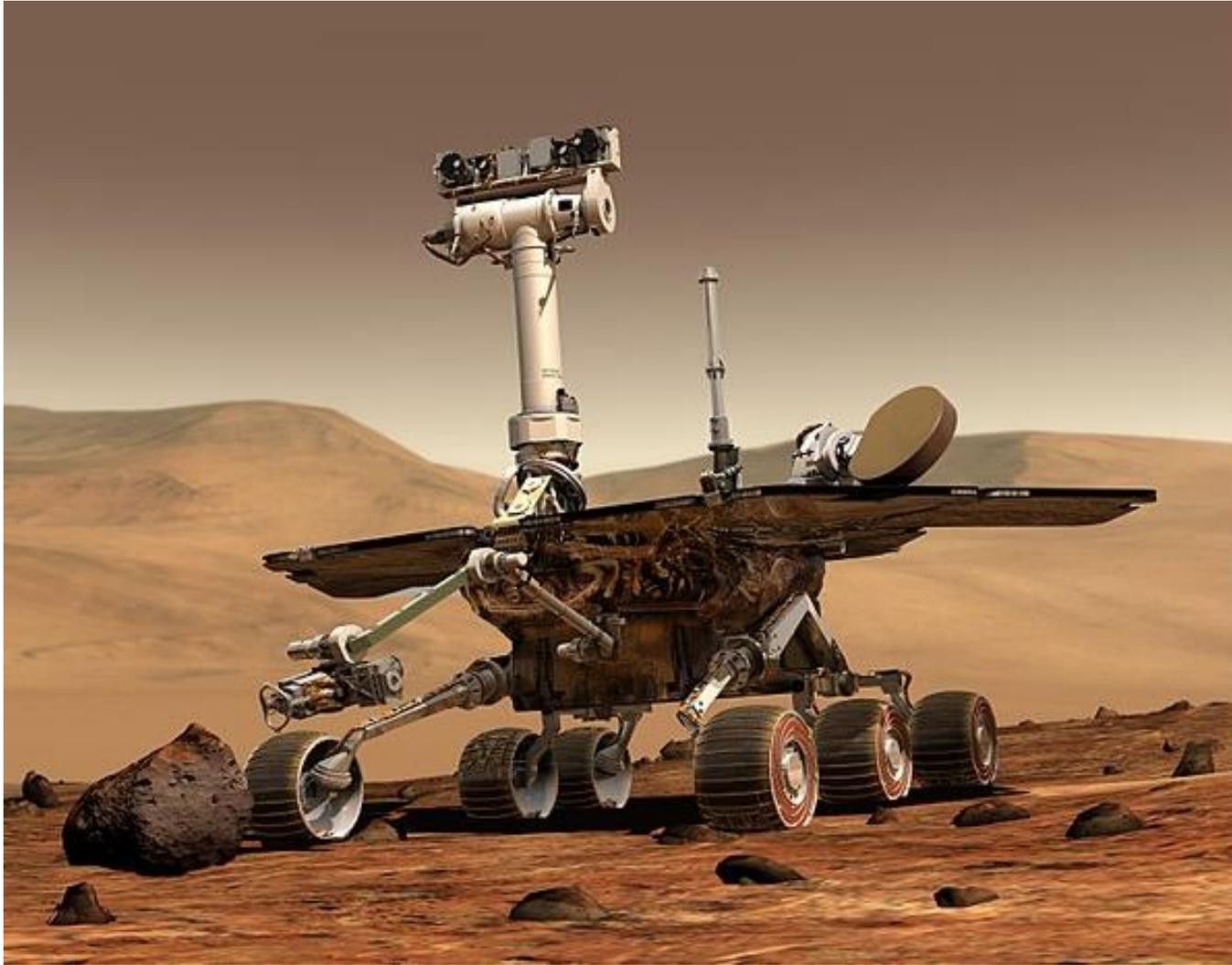


Agricultura Tropical Favorecida

Marte nas revistas científicas



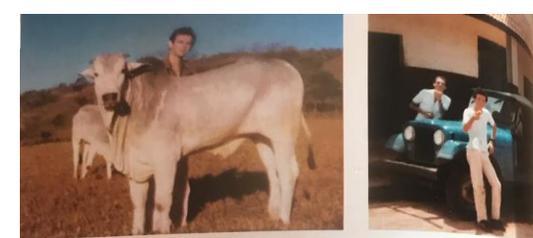
Spirit e Opportunity - 2004 -2010



2013 - 2015



Autorretrato do Curiosity, realizado aos pés do Monte Sharp em 06 de outubro de 2015.



Acima, antes de entrar para a universidade e mudar totalmente o rumo de sua carreira, o jovem Ivair posa com um touro e com o veículo que usava na fazenda Água Branca, no norte de Minas. Abaixo, o vemos diante do veículo que ajudou a construir e pousar em Marte 32 anos depois.





NASA Science

MARS EXPLORATION PROGRAM

Beta

[The Red Planet](#)

[The Program](#)

[News & Events](#)

[Multimedia](#)

[Missions](#)

[More](#)

[Legacy Site](#)

IMAGE OF THE WEEK

Mars 2020 Is Coming Together

An engineer inspects the completed spacecraft that will carry NASA's next Mars rover to the Red Planet.

[VIEW IMAGE](#)

[CURIOSITY](#)
2411 SOLS ON MARS



[OPPORTUNITY](#)
5445 SOLS ON MARS



[INSIGHT](#)
169 SOLS ON MARS



[ORBITERS](#)
3 MISSIONS AT MARS

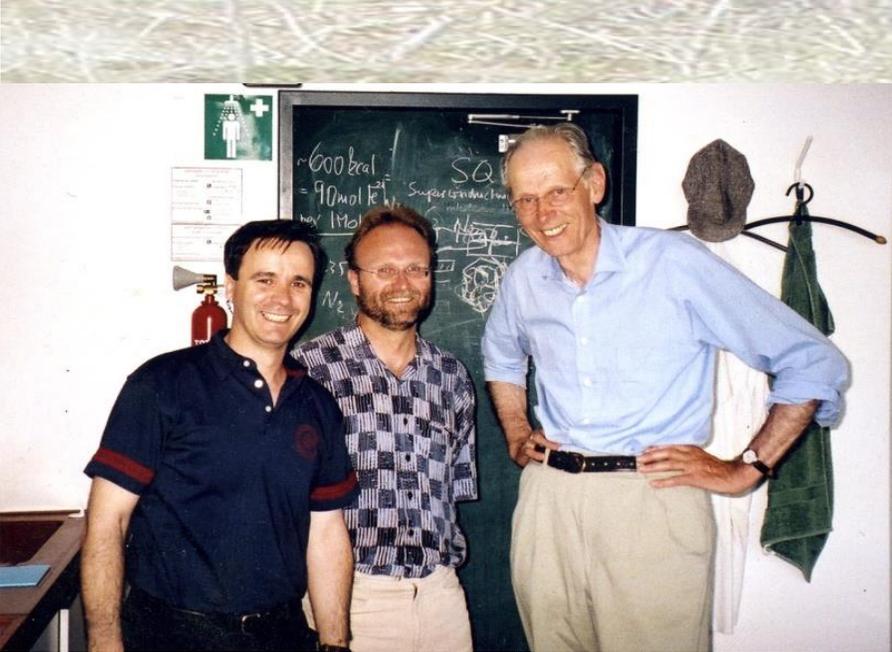


Missões de exploração do solo de Marte



Bioma Cerrado – 15,5 milhões de ha (aptos?)





WILEY-VCH

R. M. Cornell, U. Schwertmann

The Iron Oxides

Structure, Properties, Reactions, Occurrences and Uses

Second, Completely Revised and Extended Edition



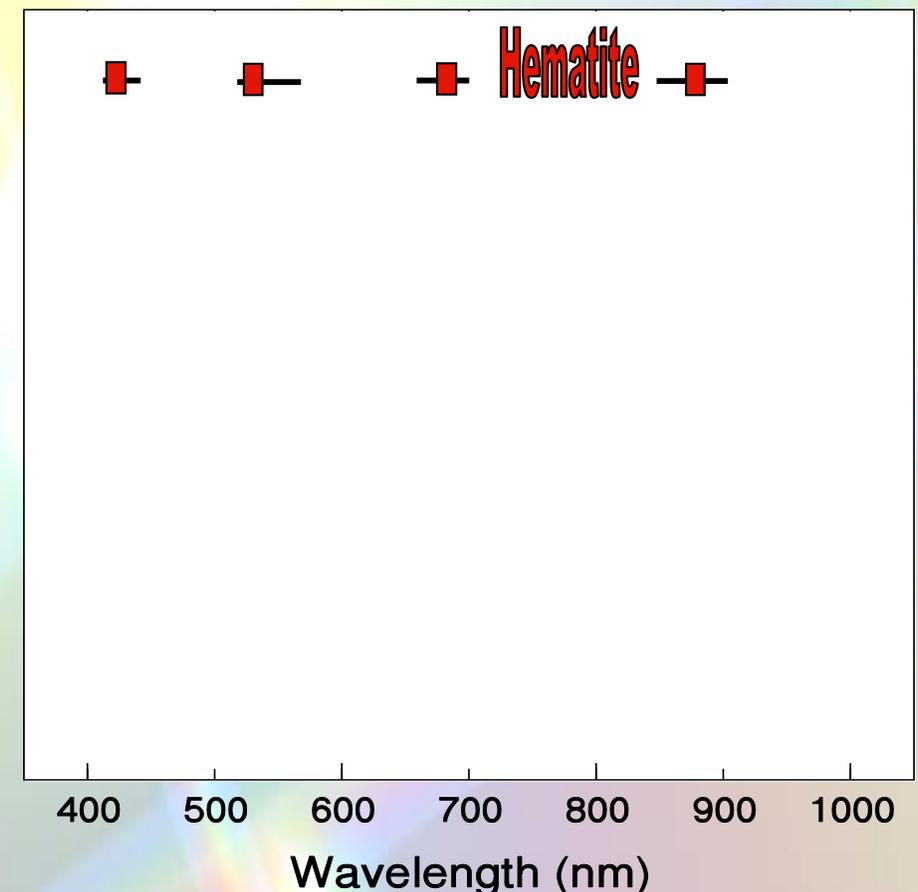
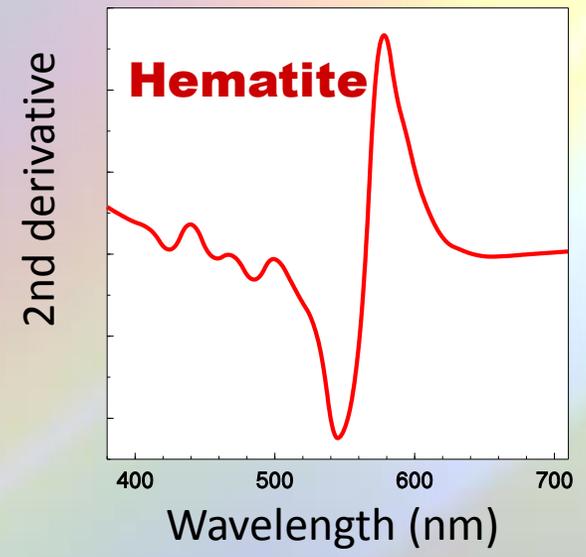
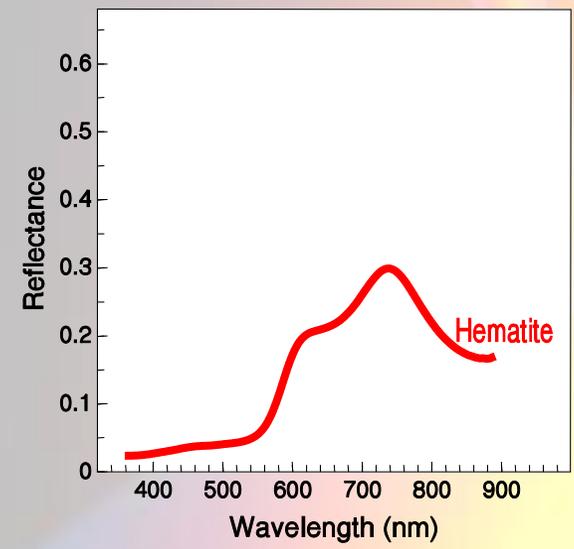




SOIL COLOR

Iron oxides

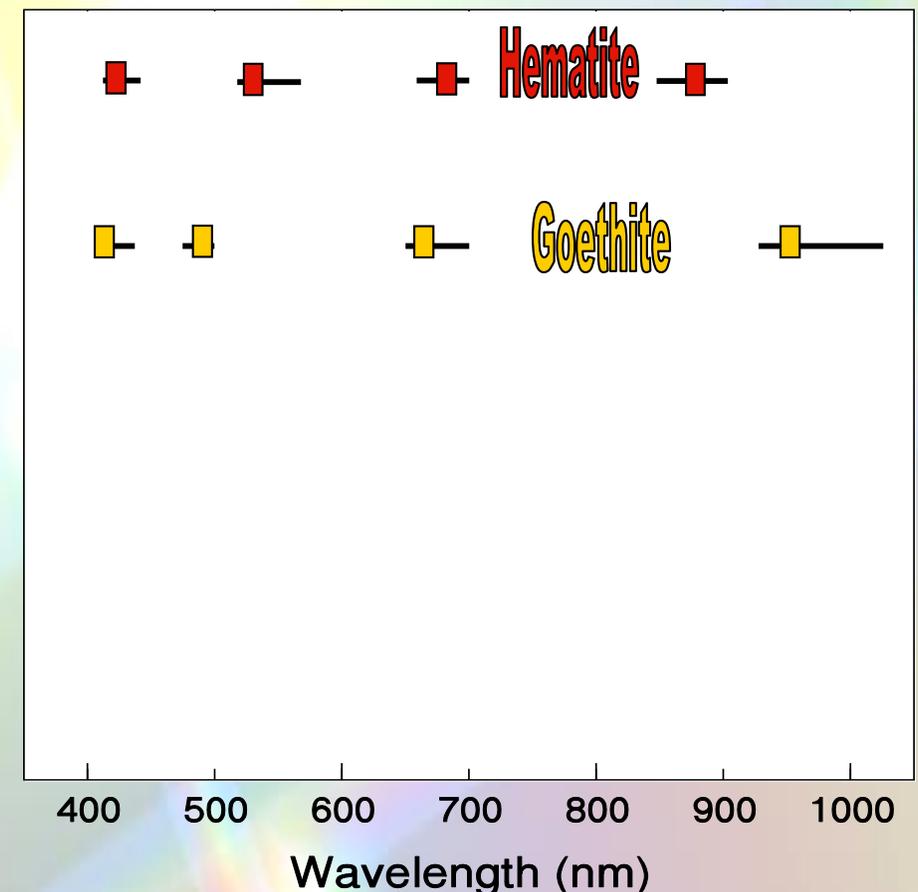
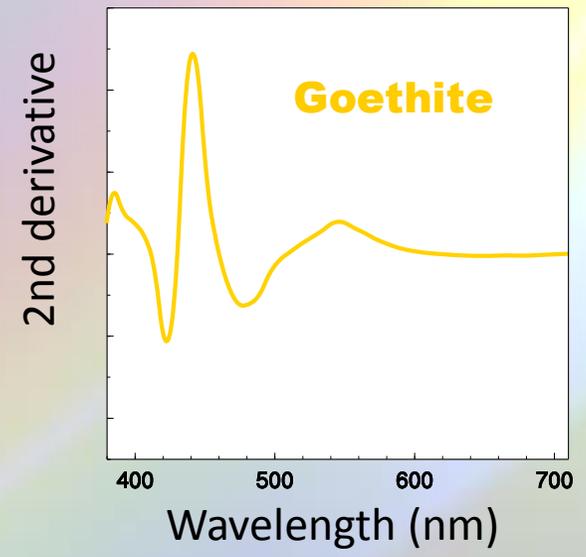
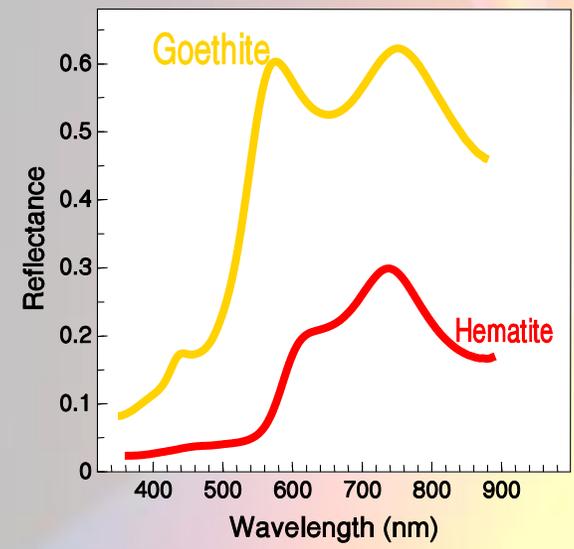
Position of the bands



SOIL COLOR

Iron oxides

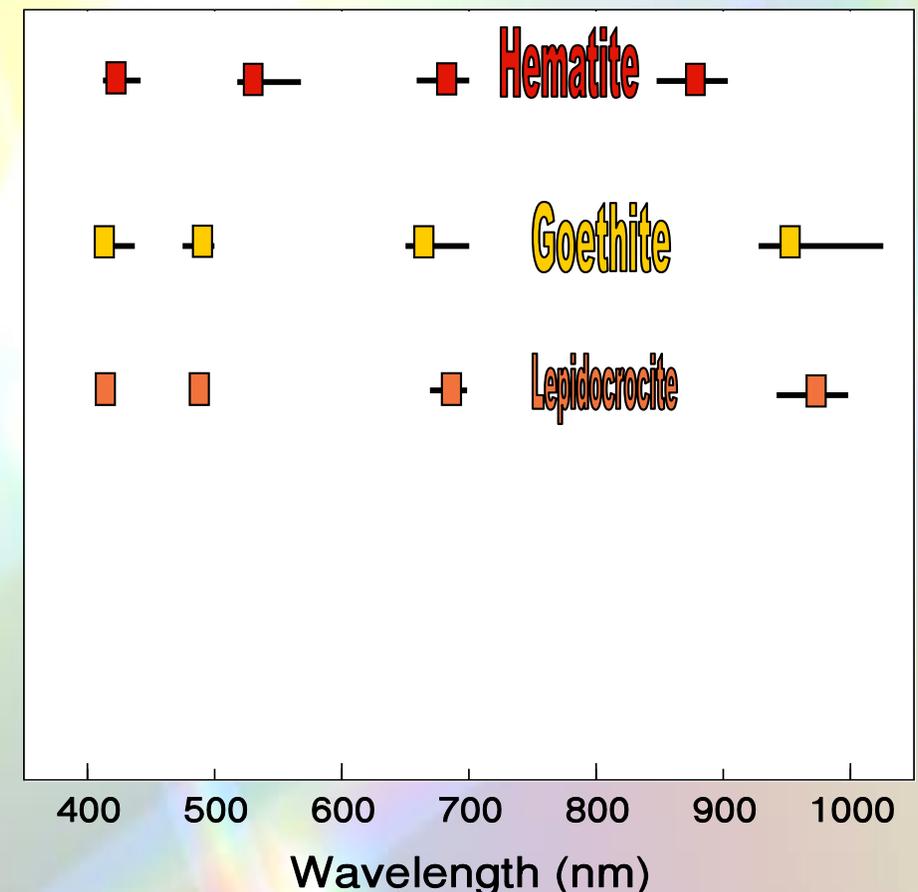
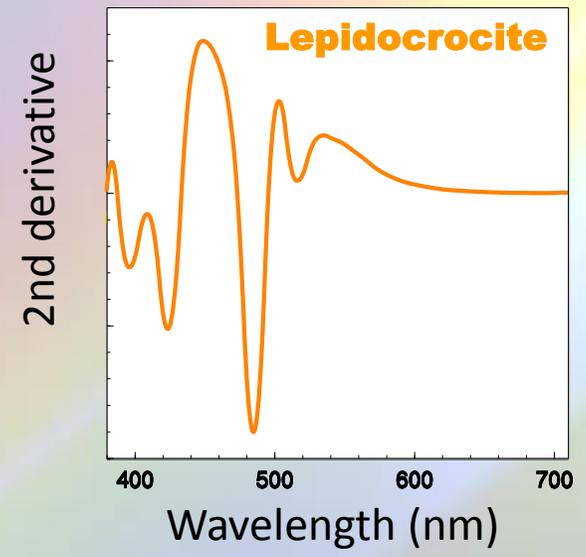
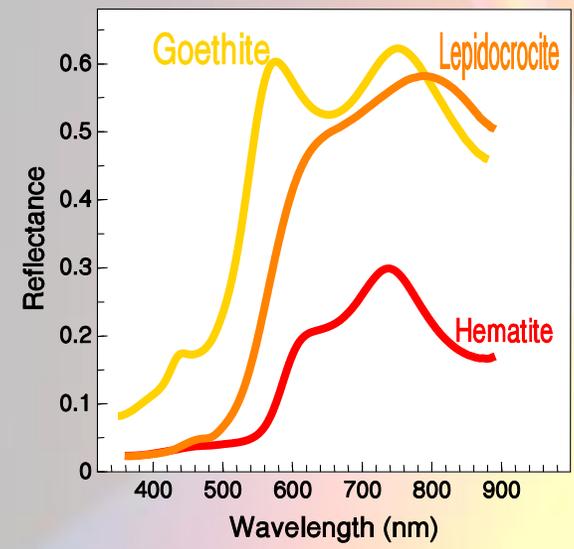
Position of the bands



SOIL COLOR

Iron oxides

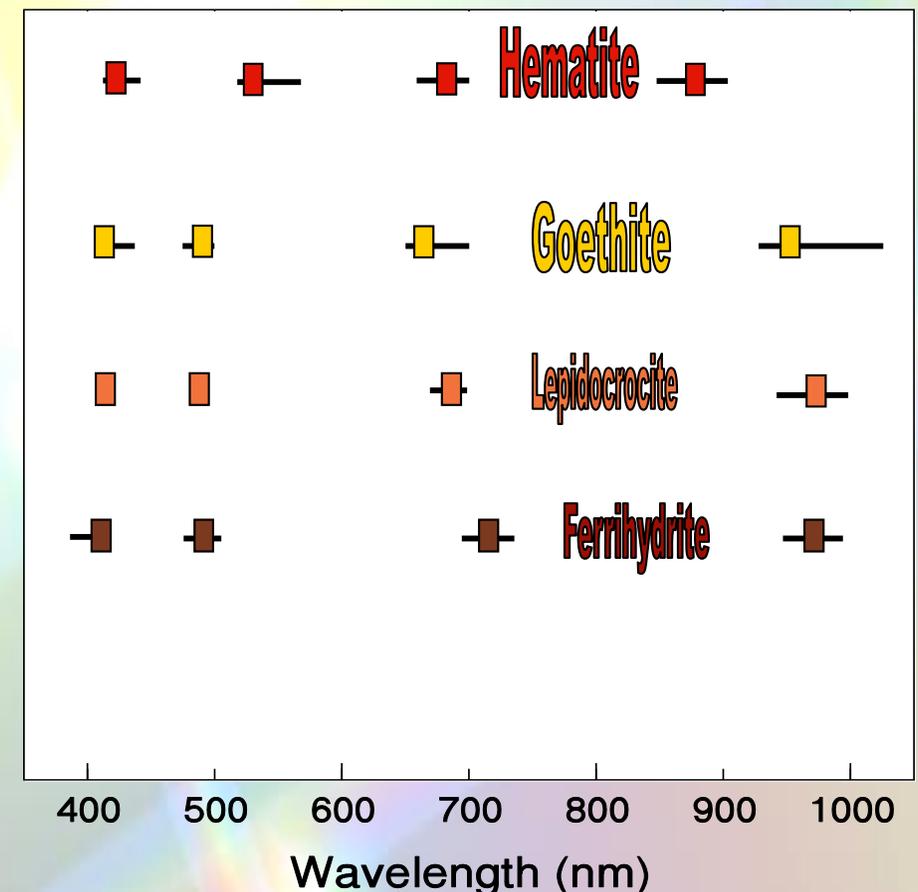
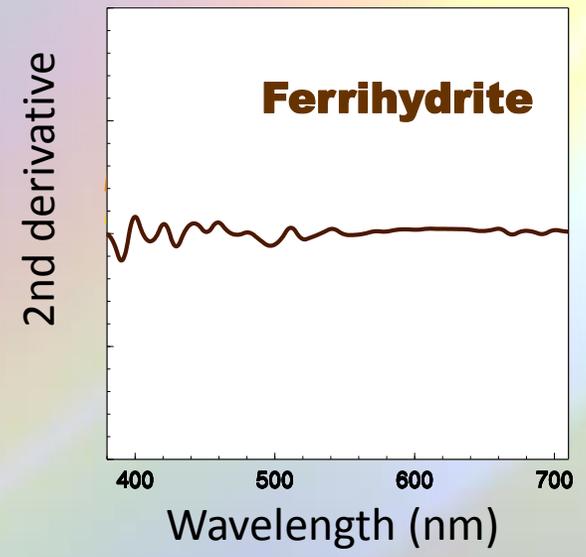
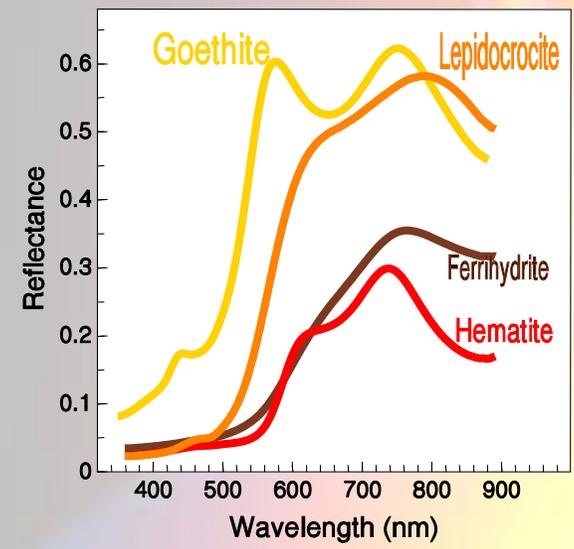
Position of the bands



SOIL COLOR

Iron oxides

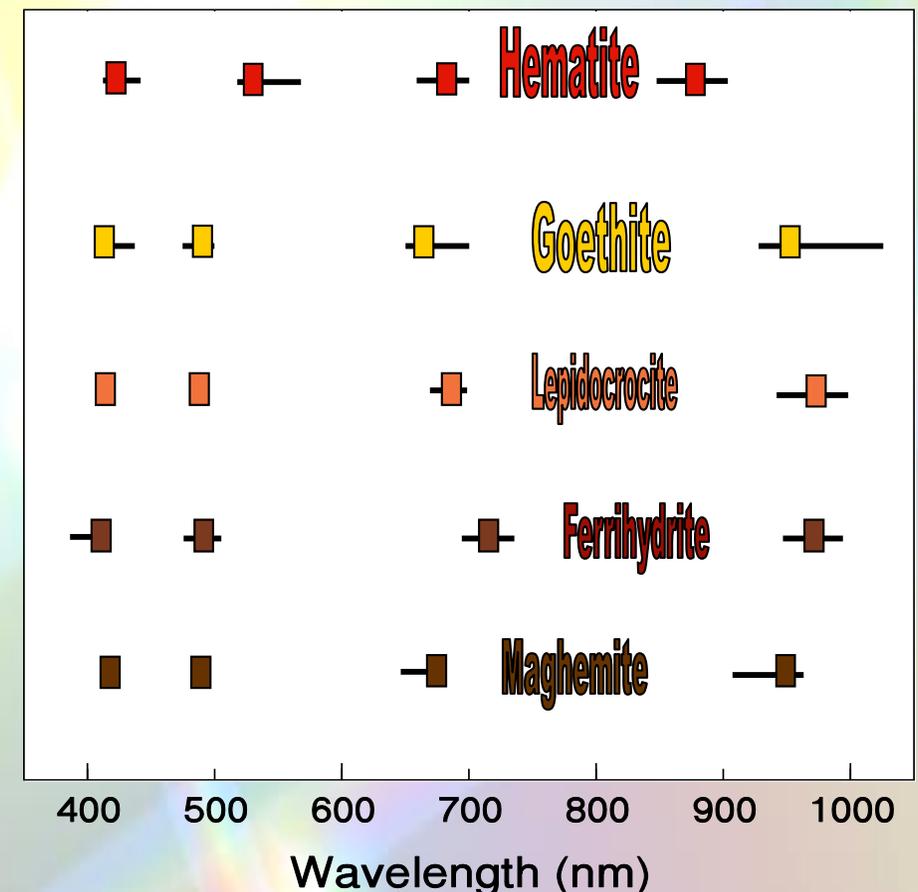
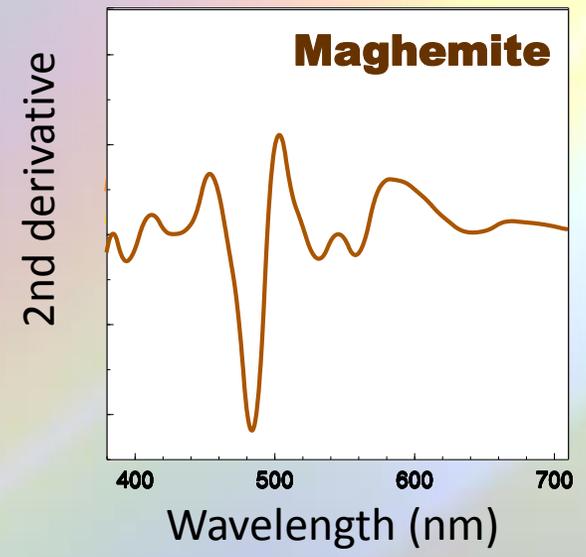
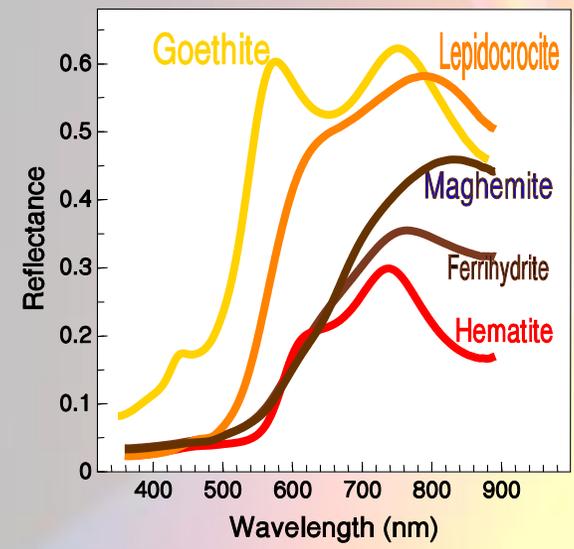
Position of the bands



SOIL COLOR

Iron oxides

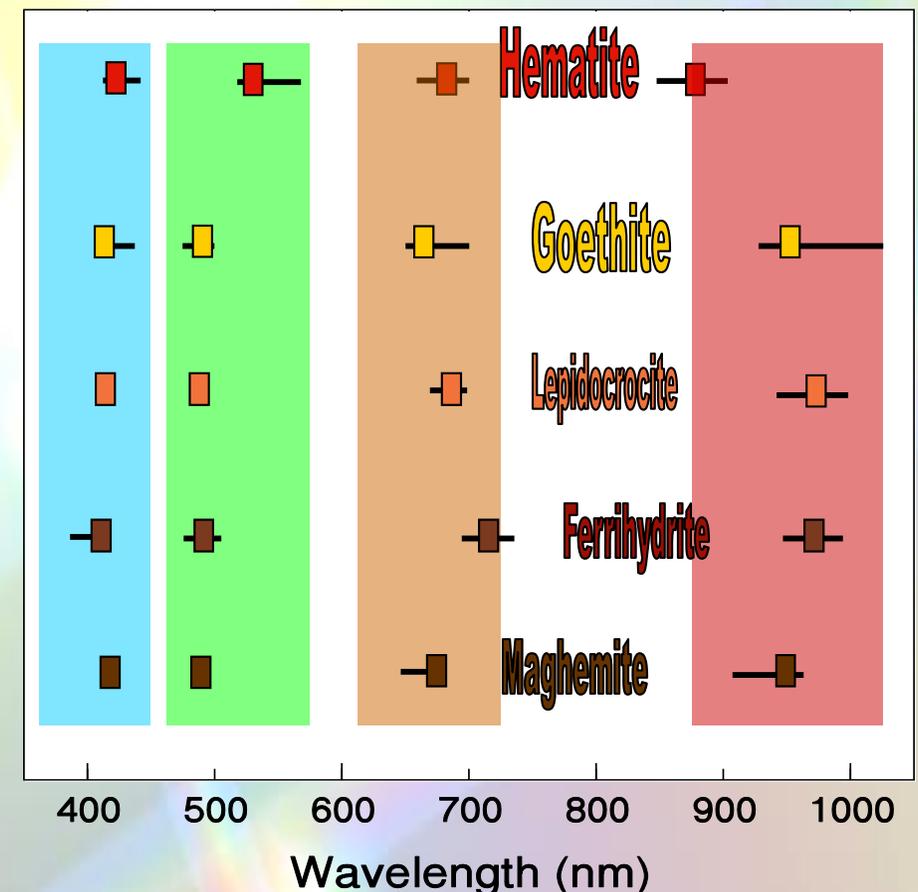
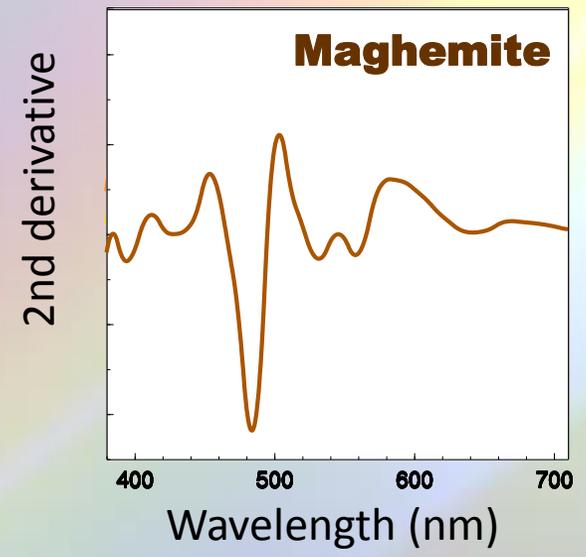
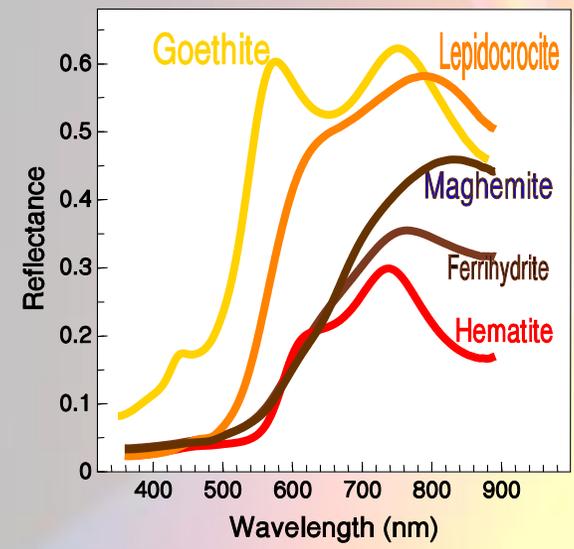
Position of the bands



SOIL COLOR

Iron oxides

Position of the bands



Laboratory Measurement of Soil Color: Theory and Practice

J. Torrent and V. Barrón
 Universidad de Córdoba
 Córdoba, Spain

ABSTRACT

Determination of soil color is useful to characterize and differentiate soils. The color of soil materials can be measured in the laboratory by using diffuse reflectance spectrophotometers. The spectral reflectance data given by these apparatuses are easily converted to three figures ("stimulus values") that define the color perceived by the human eye. In turn, stimulus values can be converted to the Munsell notation or the parameters of other color systems. Modern, commercially available spectrophotometers not only allow a quick measurement of reflectance but usually provide color data in different systems. If care is taken in obtaining homogeneously granulated or powdered soil samples, and in preparing the white reflectance standards, high accuracy and precision are obtained. Small differences in soil color can then be used to identify and study differences in soil compositional properties. For this purpose, several "color indices" calculated from the color data can also be used.

Since color is one of the most useful attributes to characterize and differentiate soils, its adequate determination has importance in many soil studies. Routine determination of soil color in the field is usually accomplished by visually comparing a soil sample with the chips of standard color charts, of which the Munsell Soil Color Charts (Munsell Color Co., 1975) are the most familiar to pedologists. Owing to several psychophysical and physical factors, substantial errors are involved in this visual, subjective method. Consequently, in the last decades, soil scientists have made use of field and laboratory instruments that make more objective, precise, and accurate soil color determinations possible.

Instrumental characterization of the appearance of soils in the field has often been carried out by using remote sensors, such as those aboard satellites. Remote sensors provide information about properties at the soil surface. These are partly a function of the soil composition, but also reflect the microrelief, structure, and other properties of the "surface state" (Escadafal, 1989). In contrast, laboratory measurements of soil color have usual-

Copyright © 1993 Soil Science Society of America, 677 S. Segoe Rd., Madison, WI 53711, USA. Soil Color. SSSA Special Publication no. 31

CARACTERIZAÇÃO DE ÓXIDOS DE FERRO EM SOLOS POR ESPECTROSCÓPIA DE REFLECTÂNCIA DIFUSA

V. BARRÓN¹⁾, J. W. V. DE MELLO²⁾ & J. TORRENT³⁾

Introdução	139
Método de Reflectância Difusa	141
Preparo de Amostras	142
Branco Padrão	144
Instrumental - Esfera de Reflectância	144
Transformação do Espectro de Reflectância Difusa	145
Método de cor segundo os sistemas CIE, Lab e Munsell	146
Sistema CIE	146
Sistema Lab	147
Sistema Munsell	148
Índices de cor	149
Análise de Kubelka-Munk	151
Técnicas derivativas	153
Perspectiva da Técnica e Pesquisas Futuras	158
Literatura Citada	159

INTRODUÇÃO

O intemperismo de alguns minerais primários nos solos, tais como biotitas, piroxênios, anfíbios e alguns sulfatos, tem como consequência a liberação de Fe, sua posterior oxidação e precipitação como óxidos de Fe (III). Entre estes incluem-se minerais bastante comuns nos solos, tais como: hematita ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$), goethita ($\alpha\text{-FeOOH}$), lepidocrocita ($\gamma\text{-FeOOH}$), maghemita ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) e ferrihidrita ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, paracrystalina). Extensa revisão sobre a estrutura, propriedades, reações, ambiente em que se formam, assim como usos e aplicações dos óxidos de Fe, pode ser encontrada em Cornell & Schwertmann (1996).

No presente trabalho, o tema central é a cor, uma propriedade dos solos na qual os óxidos de Fe têm uma influência notável. Em solos bem drenados e com pouca matéria orgânica, componente que também influi na cor, os óxidos de Fe são os pigmentos dominantes. Desde cores tão vermelhas como 7,5R (segundo a notação Munsell), em solos hematíticos, até 2,5Y,

¹⁾ Professor Titular do Departamento de Ciências y Recursos Agrícolas y Forestales - EFTSIAM - Universidad de Córdoba, Apdo. 3048 Córdoba, España. E-mail: orbal@uco.es
²⁾ Professor Adjunto do Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa, Av. P.H. Rolfs, s/n CEP 36571-000 Viçosa (MG), Brasil. E-mail: jwmello@mail.ufv.br
³⁾ Professor Catedrático do Departamento de Ciências y Recursos Agrícolas y Forestales - EFTSIAM - Universidad de Córdoba. E-mail: rtic@uco.es

Diffuse Reflectance Spectroscopy

JOSÉ TORRENT and VIDAL BARRÓN, University of Córdoba, Spain

The appearance of a soil results from the interaction of its different constituents with incident light. Color and various other attributes of the appearance of soil are highly sensitive to the nature, proportion, particle size and morphology, and spatial association of its mineral and organic components. In fact, color has been used for more than 75 yr to obtain information about these soil properties with a goal of characterizing and distinguishing soil types.

The demand for a standardized method to describe soil color was met by the adoption of the Munsell notation by the USA Soil Survey Program in 1949 and, about 10 yr later, by the International Society of Soil Science (Simonsen, 1993). Since then, Munsell Soil Color Charts (Munsell Color, 1975) have been systematically used by pedologists. Visual estimation of soil color, however, is subject to substantial error due to various psychophysical and physical factors. For this reason, the use of colorimeters and spectrophotometers has gained widespread acceptance among soil scientists as a means to measure color accurately and precisely. Moreover, different types of spectrophotometers afford the elucidation of the spectrum of light reflected by a soil illuminated in various ways.

Reflectance, which is the base quantity that characterizes the process of reflection, is defined as the ratio of the reflected radiant flux (or power) to the incident radiant flux (or power) (Wyszecki and Stiles, 1982). Generally, the reflectance of a soil at any wavelength λ can be considered to be the sum of two components: *regular* (or specular, or mirror) reflectance and *diffuse* (or volume or nondirectional) reflectance (defined in more detail below). Reflectance measurements in the field are usually made on relatively large areas ($>10 \text{ cm}^2$). Under these conditions, both specular and diffuse reflectance usually contribute to the total reflectance of a soil surface, the magnitude of which depends on particle size, structure, microrelief, and other properties that define the "surface state" (Escadafal, 1989). In contrast, laboratory measurements of soil reflectance are usually made on small areas ($<10 \text{ cm}^2$) of disturbed soil materials that are usually sieved or ground to a small size. In this case diffuse reflectance predominates, which depends mainly on soil composition.

This chapter describes available laboratory methods for recording diffuse reflectance spectra for soil materials and ways to handle the information to identify and characterize soil minerals. Only the visible and narrow vicinal ultraviolet (UV) and infrared (IR) regions of the spectrum are considered here because reflectance in the IR region is the

Ministero delle Politiche Agricole e Forestali
 Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo Agricolo e Forestale
 in collaborazione con
 International Union of Soil Sciences
 Società Italiana della Scienza del Suolo
 Commissione VII - Mineralogia del Suolo

XVII. Microscopia di forza atomica

di Claudio Massimo Colombo, Fabrizio Fontana e Vidal Barron

XVII.1 Introduzione

Nel 1986 Gerd Binnig e Heinrich Rohrer ricevettero il premio Nobel di fisica come riconoscimento per il contributo allo sviluppo di una nuova tecnica microscopica basata sul cosiddetto "effetto Tunnel", tecnica che successivamente ispirerà la microscopia di forza atomica (*Atomic Force Microscopy*). L'importante riconoscimento fu condiviso con Ernest Ruska, costruttore del primo microscopio elettronico agli inizi degli anni '30. L'assegnazione del Nobel fu alquanto criticata dalla comunità scientifica internazionale dal momento che si mettevano sullo stesso piano, la microscopia elettronica a trasmissione e a scansione, già ampiamente impiegate con successo in campi di indagine diversi, con una tecnica di nuova realizzazione e dalle possibilità di impiego ancora poco note.

Il microscopio di forza atomica (*Atomic Force Microscope* o AFM) è oggi impiegato per lo studio, alla scala delle dimensioni atomiche, delle superfici di composti di varia natura: film sottili o spessi di materiali ceramici, materiali amorfi, vetri, membrane sintetiche o biologiche, metalli, polimeri, semiconduttori, ecc. Il microscopio a forza atomica è in grado di operare in aria, in UHV e in liquido (campioni biologici) e di analizzare sia materiali conduttori che isolanti. Ha una risoluzione di 0.01-1 nm lungo gli assi x, y e di 0.01 nm lungo l'asse z. Con AFM è possibile avere la microtopografia di un campione su una scala che varia tra 100 nm e 150 μm . L'AFM consente lo studio di dettaglio di fenomeni e processi di abrasione, adesione, pulizia, corrosione, incisione, fotolitografia, attrito, lubrificazione, riguardanti le superfici. La tecnica è in molti campi ancora in fase di sperimentazione, in particolare per quel che riguarda la caratterizzazione delle superfici di fasi minerali. Sulla base dei dati della *Science Citation Index*, considerando i campi ristretti: suolo e mineralogia, negli anni 1992-2002, il numero di articoli che risultano in seguito

Metodi di analisi mineralogici del suolo
 Cap. XVII - Microscopia di forza atomica



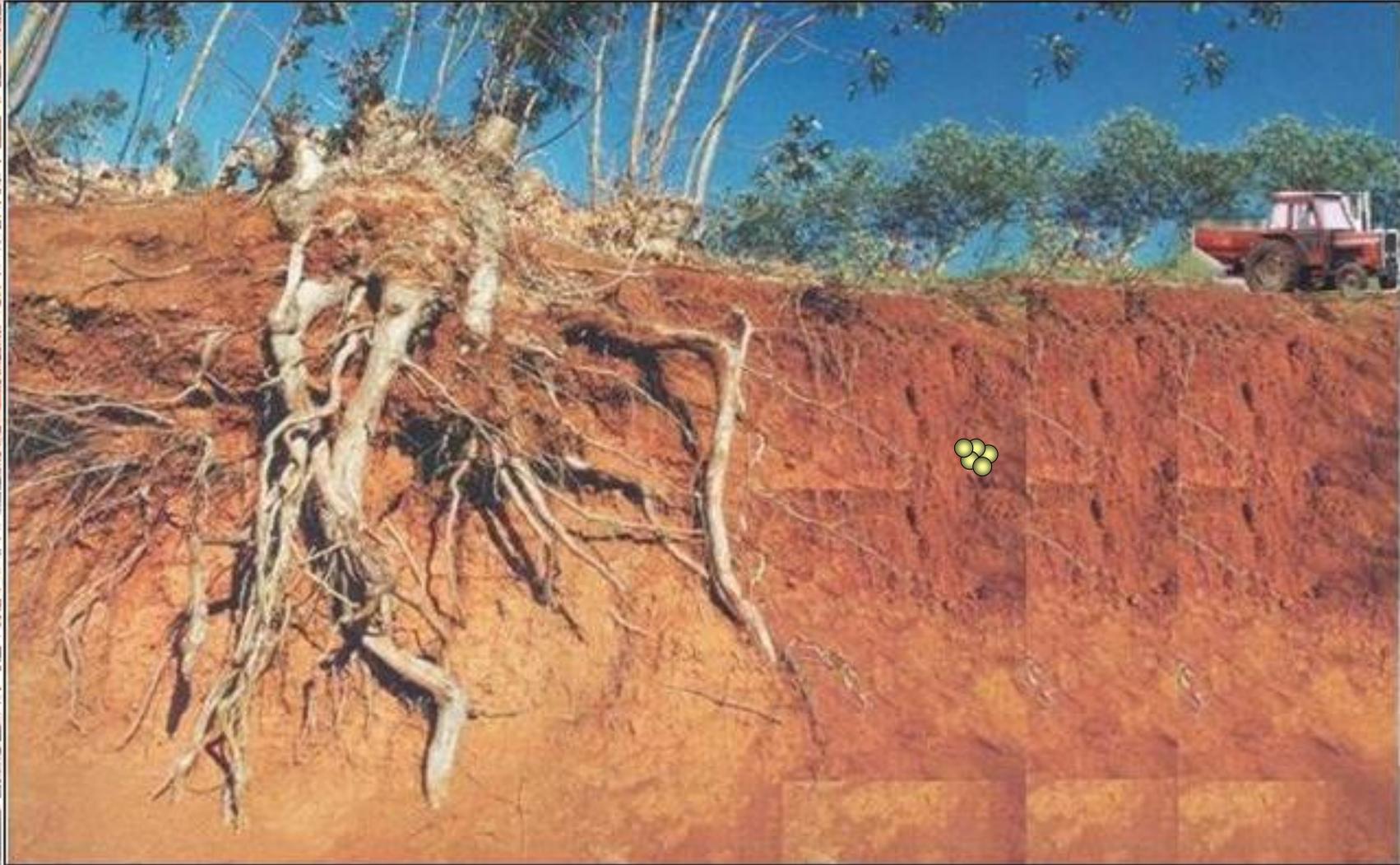
Oxidoferr



Phosphorus fertilization



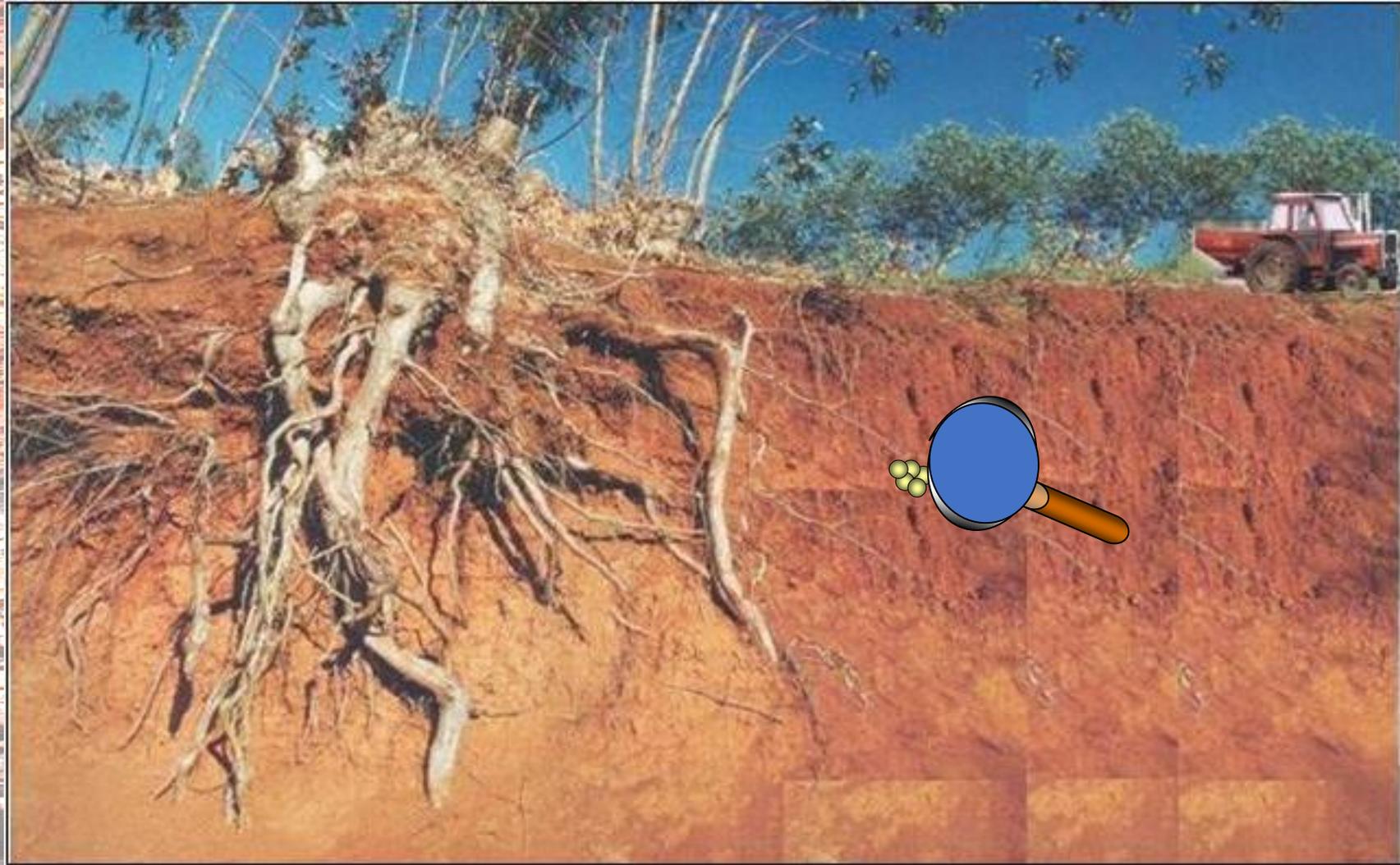
Oxidofe



Phosphorus fertilization



Oxidoso Fe



Phosphorus fertilization



Oxidized Fe



Phosphorus adsorption



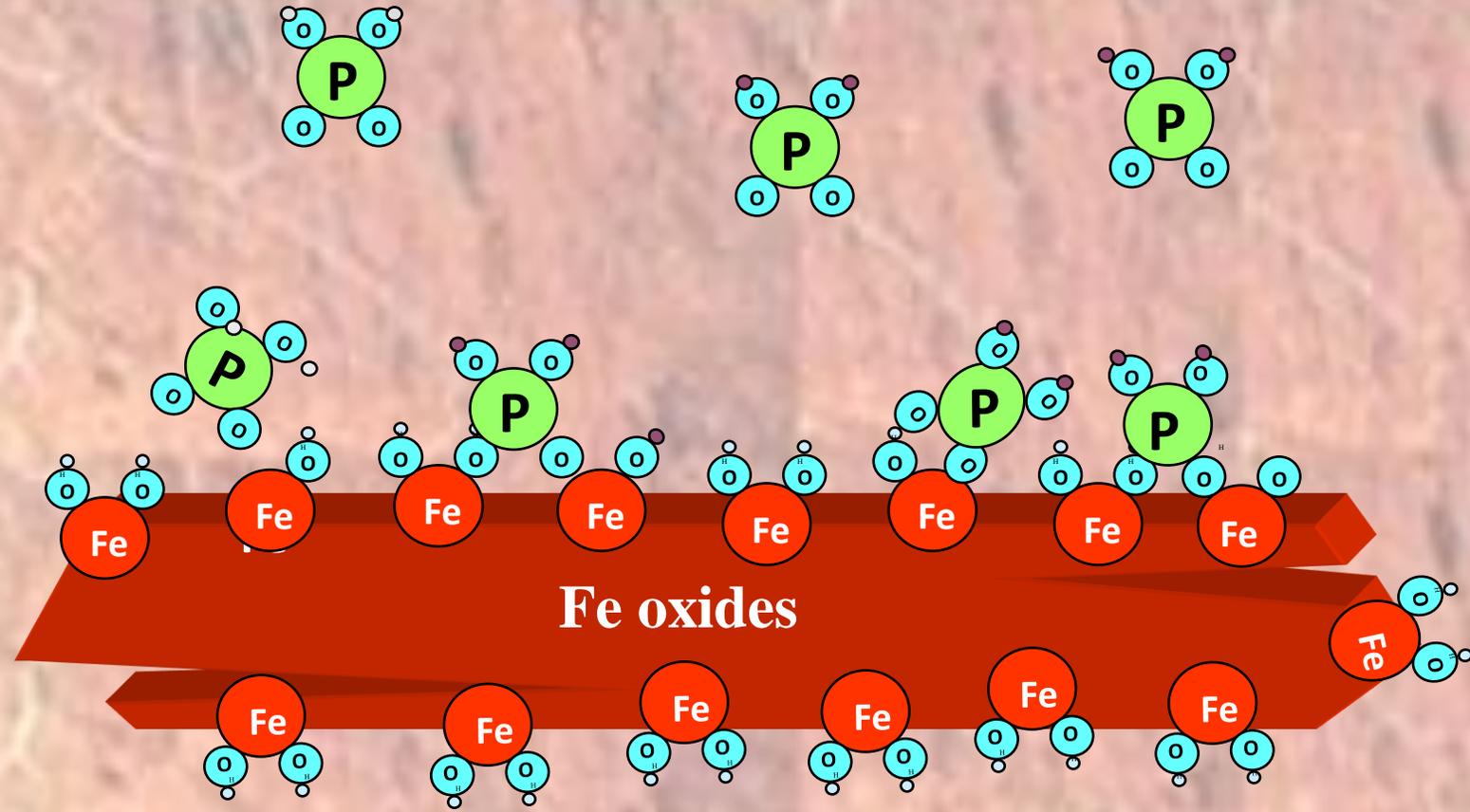
Oxidized Fe



Phosphorus adsorption



Oxidosefefe



Phosphorus adsorption



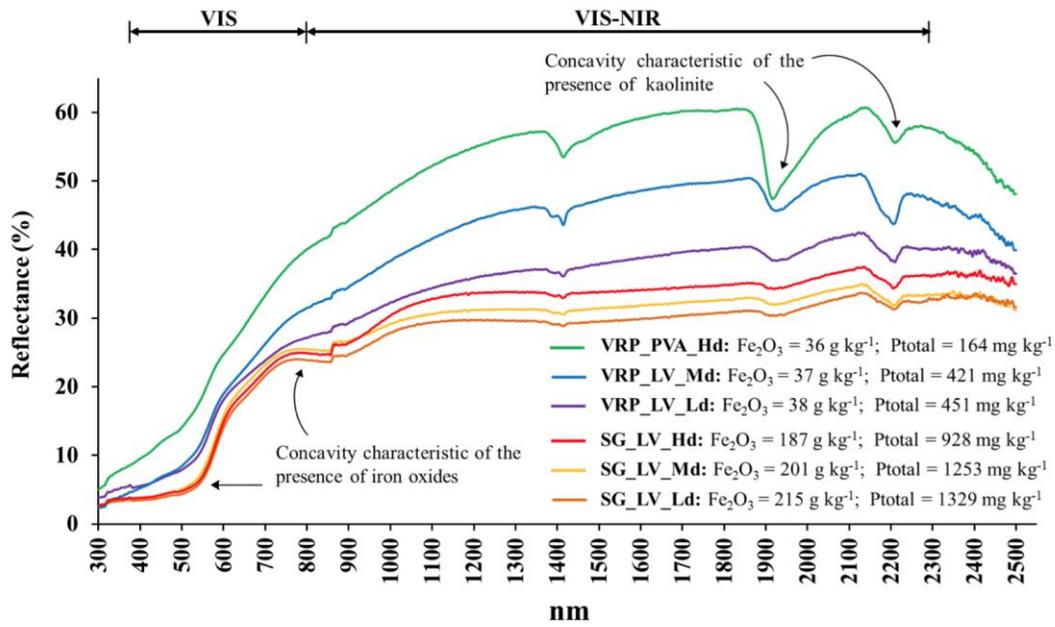


Fig 2. Diffuse reflectance (DRS) spectra representing the following geological compartments: Serra

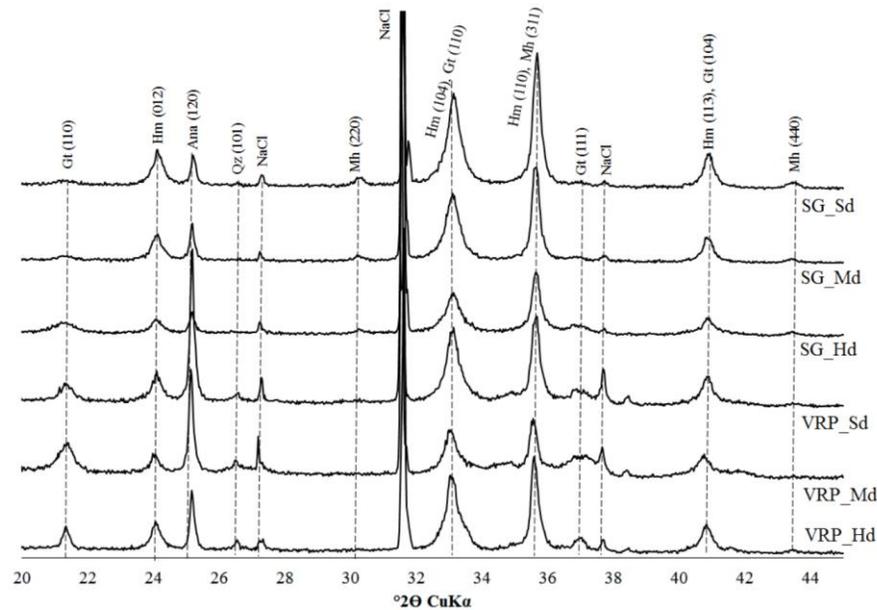
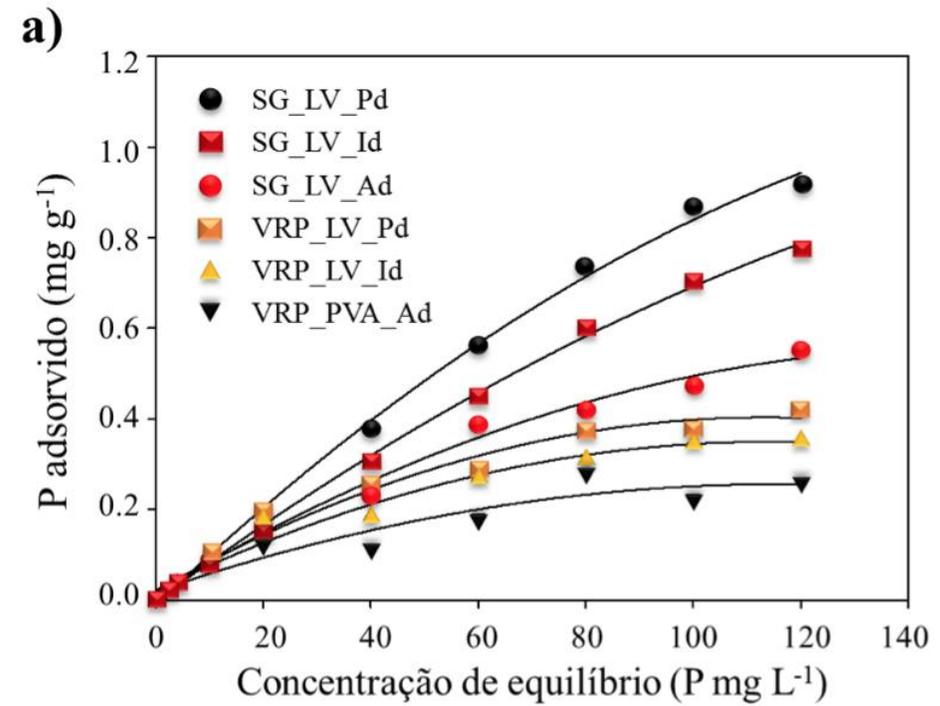


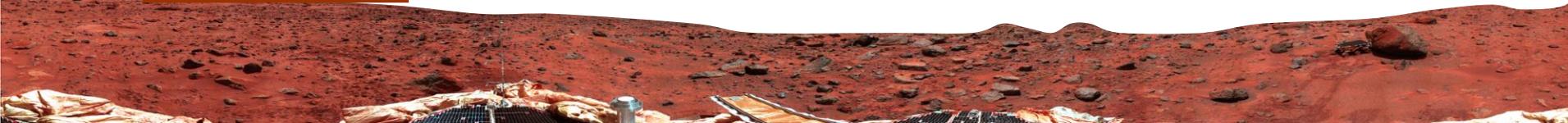
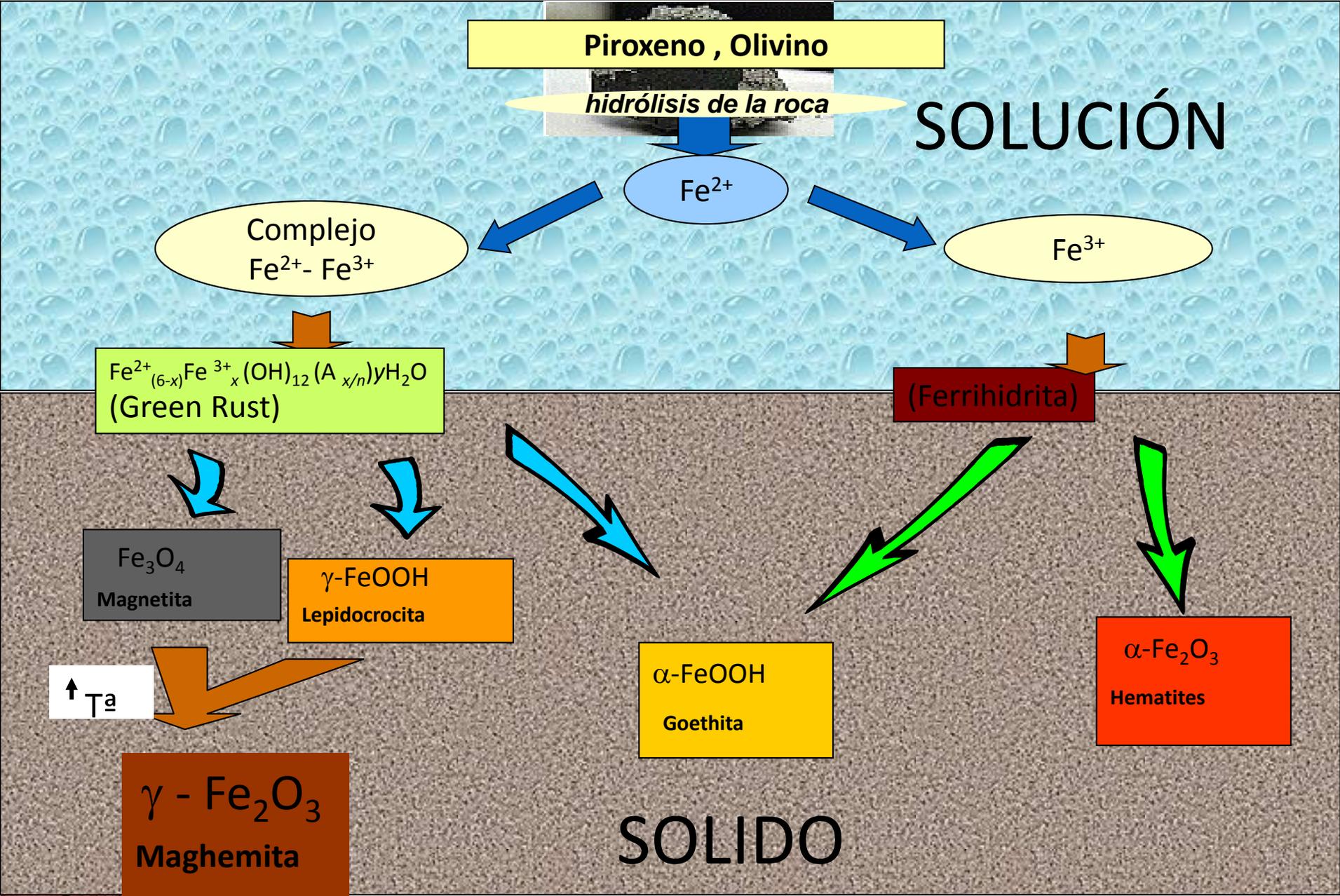
Figure 2. XRD patterns for six profiles representing the basaltic soils in the Serra Geral











**Quais os principais
desafios da
Agricultura
nos próximos anos?**



GRUPO DE PESQUISA

CSME

Caracterização do Solo para
Fins de Manejo Específico



BRASIL, PAÍS DO FUTURO: NOSSA HORA CHEGOU?

Flávio A. O. Camargo e Alfred E. Hartemink

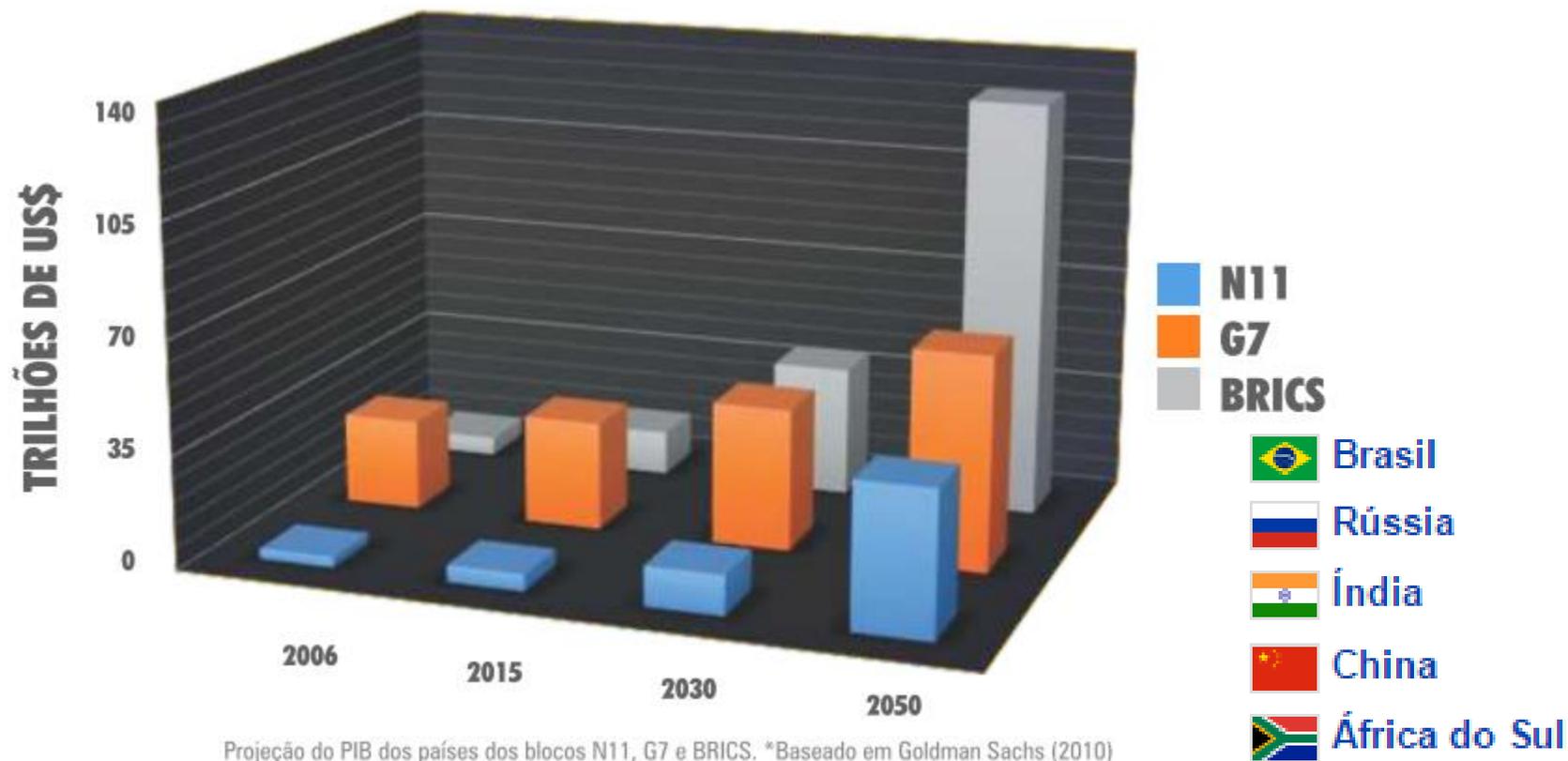
Tollefson (2010), Nature

Brasil: “A Fazenda Global”

“Nos próximos 35 o Brasil será o responsável por **40%** da produção de alimento para **9 Bilhões** de pessoas”

BRASIL, PAÍS DO FUTURO: NOSSA HORA CHEGOU?

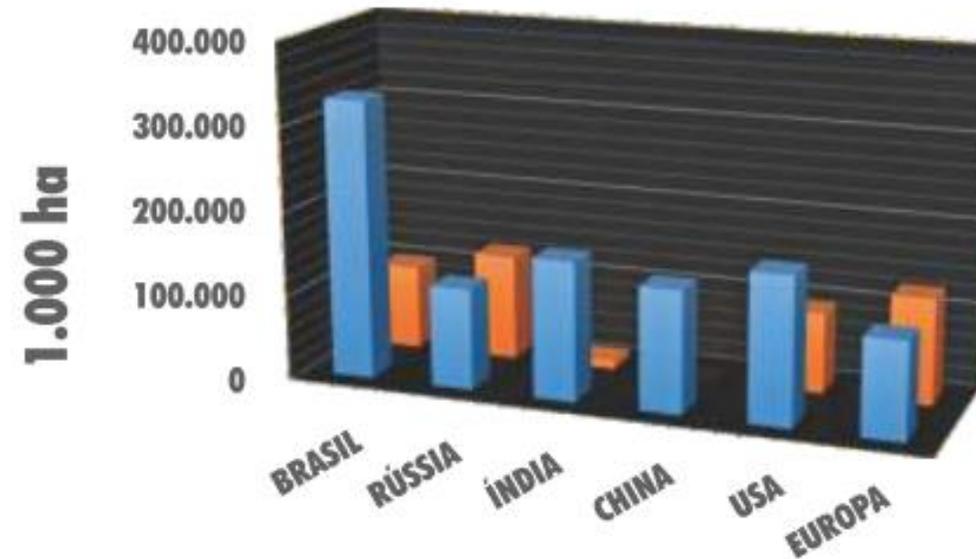
Flávio A. O. Camargo e Alfred E. Hartemink



Fonte: Boletim SBCS – Volume 38, Número 3

BRASIL, PAÍS DO FUTURO: NOSSA HORA CHEGOU?

Flávio A. D. Camargo e Alfred E. Hartemink



■ ÁREAS CULTIVADAS

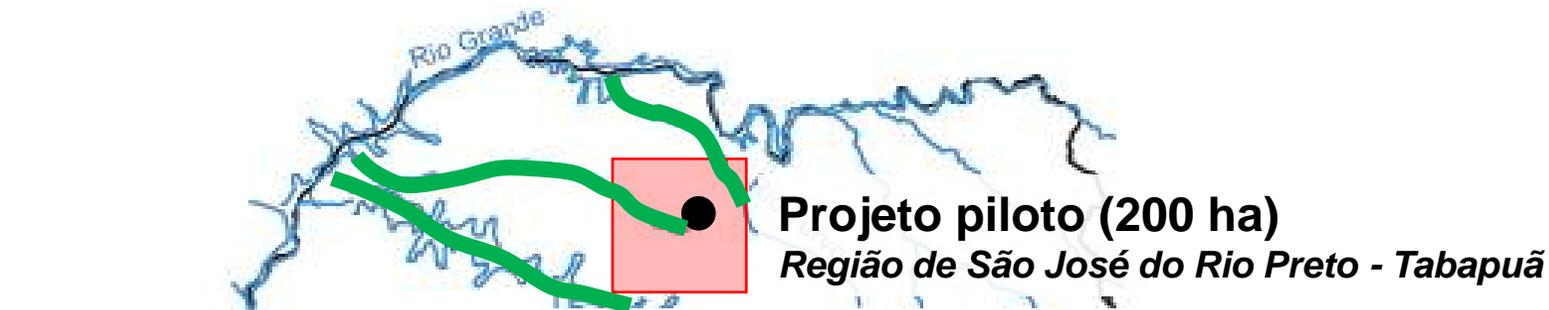
■ ÁREAS ARÁVEIS NÃO CULTIVADAS

Fonte: FAO (2007)

Fonte: Boletim SBCS – Volume 38, Número 3

INTRODUÇÃO

Estimativa de 160 mil t de sedimento / ano (100 mil ha)



Relacionando com Adsorção de P (Barbieri et al., 2009):
0,5 g $P_{\text{adsorvido}}$ por Kg de Solo (0-20 cm)

80t de P está sendo perdido, pois está adsorvido nos minerais (**Eutrofização**)

O conceito de agricultura sustentável envolve o manejo adequado dos recursos naturais

evitando a degradação do ambiente de forma a permitir a satisfação das necessidades humanas das gerações atuais e futuras

Proteção de plantas



A proteção de plantas, inclui o controle de doenças, pragas e plantas invasoras

Realizada com o objetivo de **reduzir os danos causados** por esses problemas fitossanitários às culturas, que são estimados em, aproximadamente, **30% da produção agrícola**

Proteção de plantas



Métodos utilizados para a proteção de plantas

químicos

90% dos pesticidas aplicados **não atingem o alvo**

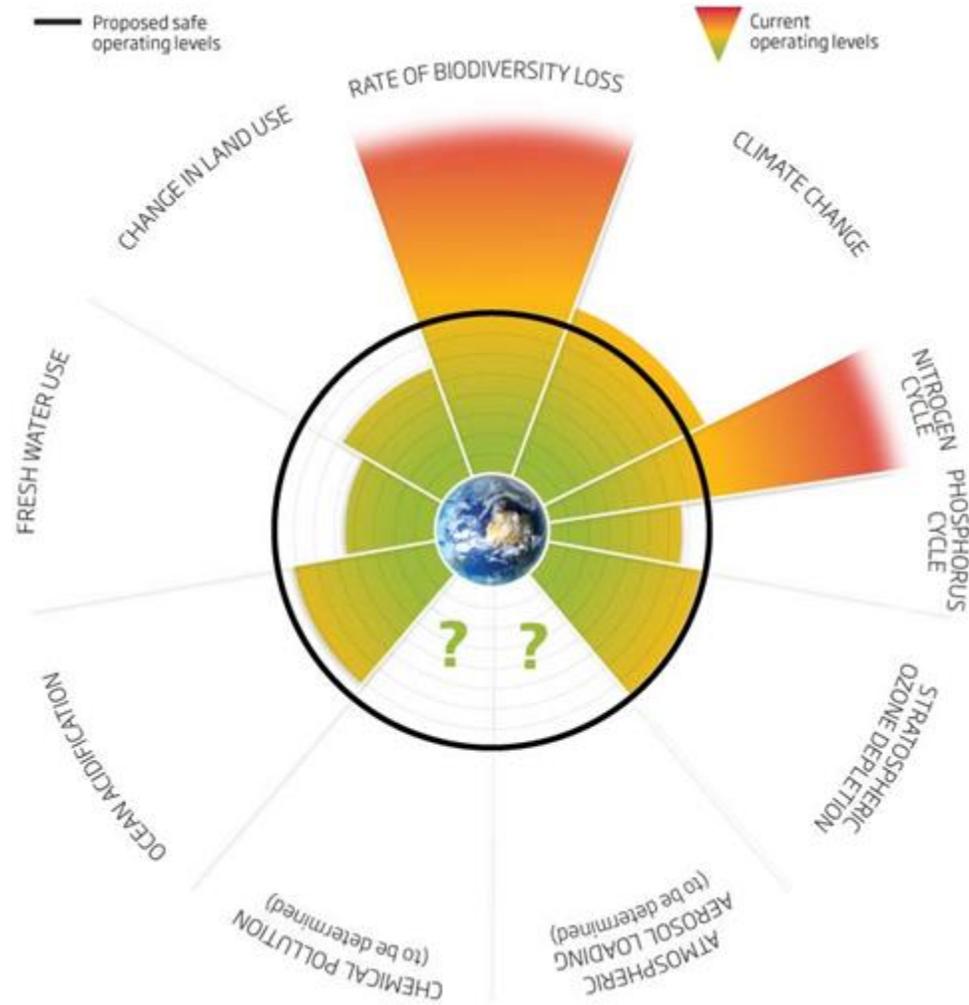
aplicação inadequada
tecnologia e momento de aplicação

Monitoramento e Conhecimento dos Solos

pulverizações baseadas em calendários e não na ocorrência do problema



Quais os principais **desafios** da
Agricultura nos próximos
anos?



Fonte: A safe operating space for humanity, de Johan Rockström. Revista Nature, v. 461, 24 set. 2009



OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

17 OBJETIVOS PARA TRANSFORMAR NOSSO MUNDO

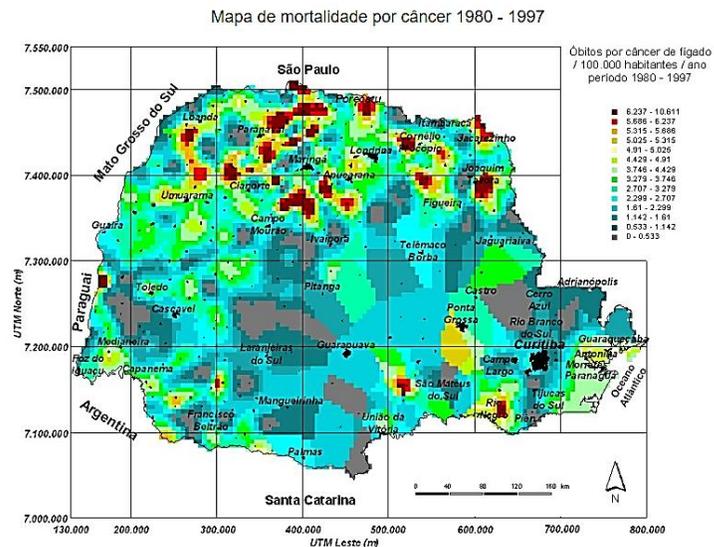
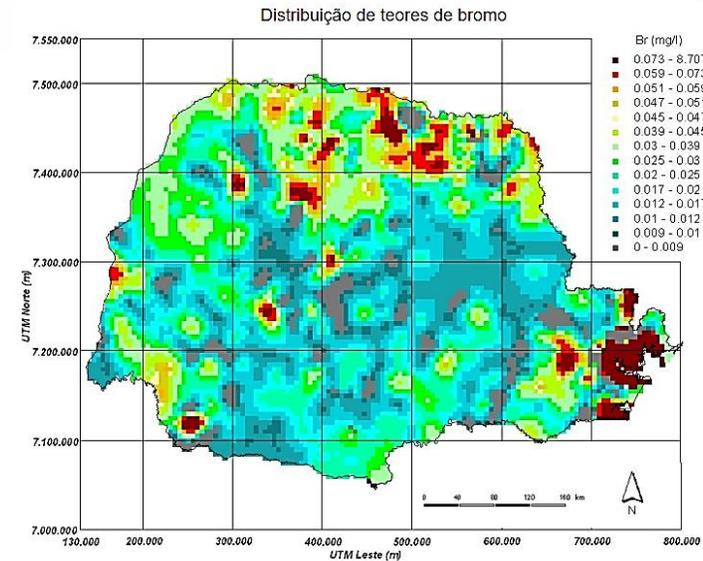
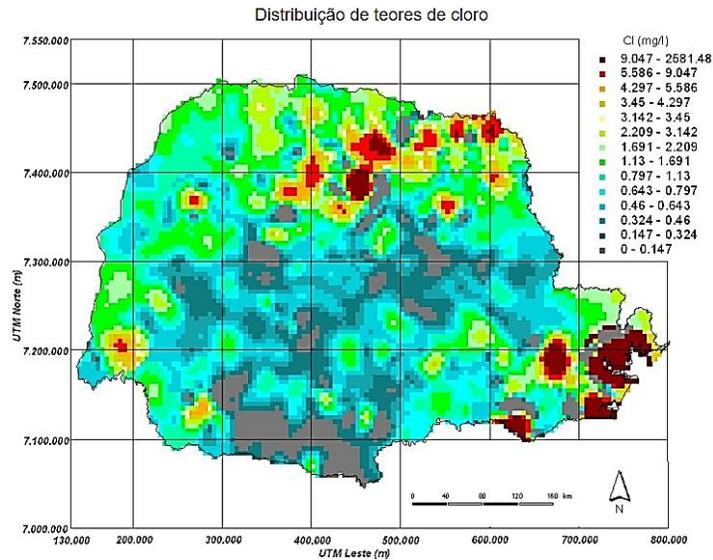


~ 40% relação com uso da terra

INTRODUÇÃO

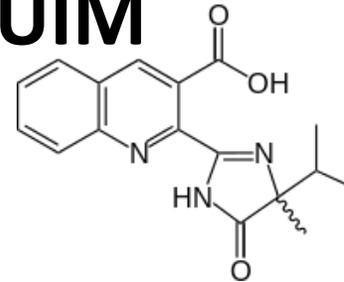
Geomedicina (Saúde Pública)

Uso da Terra x Taxas de Câncer



Tese Otavio Augusto Boni Licht,
2001

IMAZAQUIM

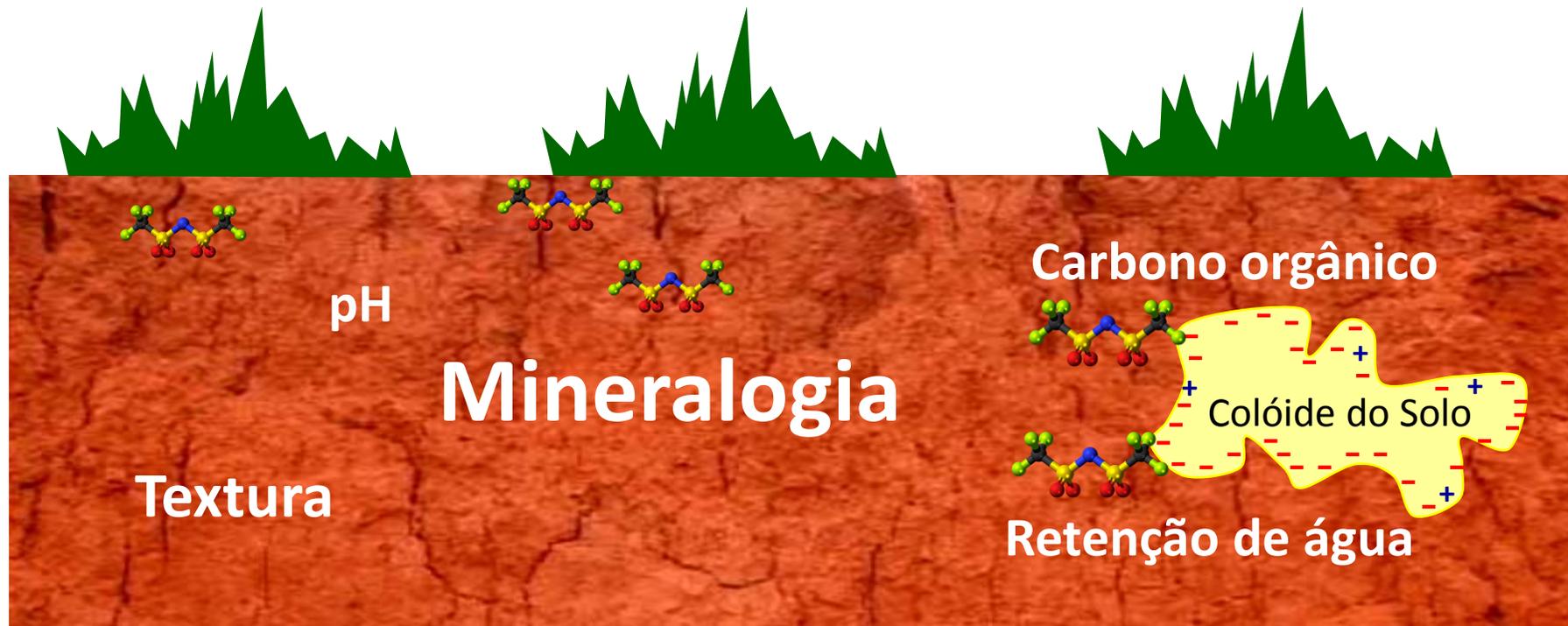


- Herbicida sistêmico
- Pré-emergente
- Pertencente ao grupo químico das imidazolinonas (imazapyr, imazapic, imazethapyr, imazamox e imazamethabenz)
- Inibe a síntese acetolactato sintase (ALS) → enzima → biosíntese valina, leucina e isoleucina
- Molécula anfótera → Grupos funcionais um ácido carboxílico e uma piridina
- Controle de um amplo espectro de dicotiledôneas e algumas monocotiledôneas na cultura da soja



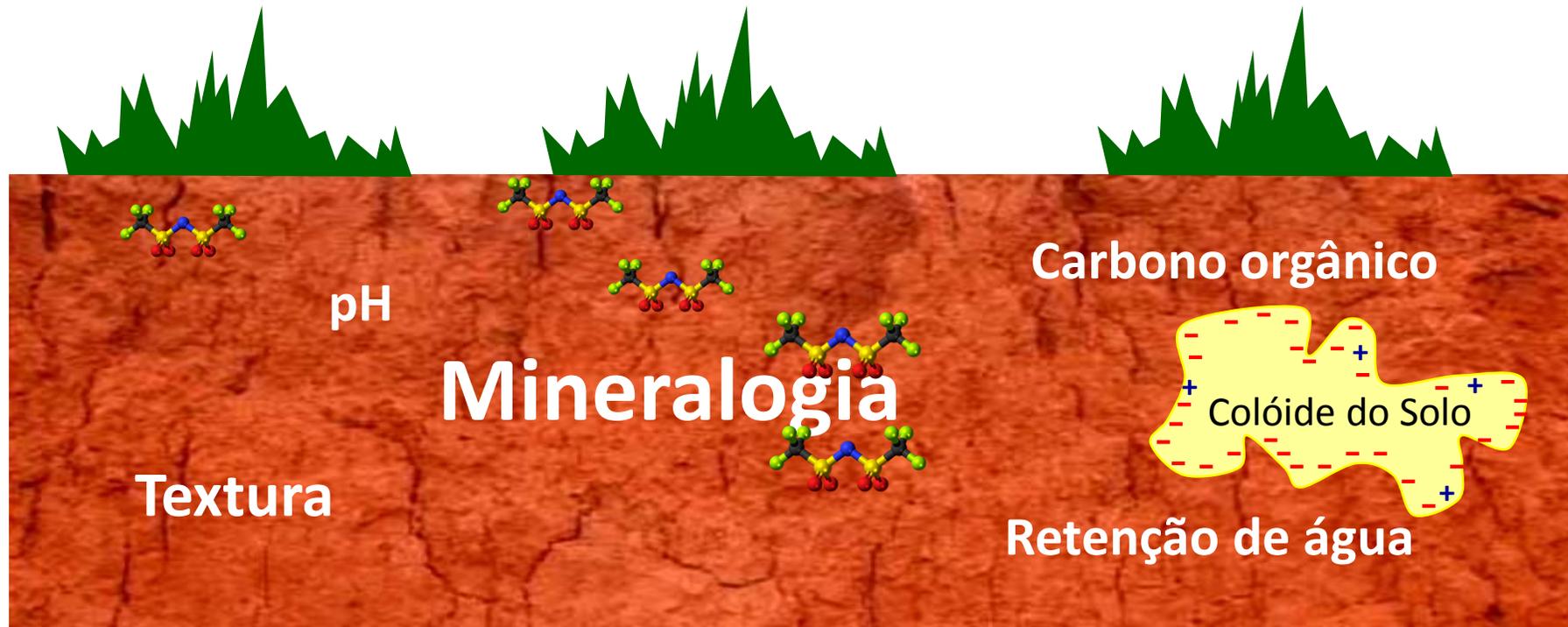
INTRODUÇÃO

O comportamento das imidazolinonas no solo é afetado:



INTRODUÇÃO

O comportamento das imidazolinonas no solo é afetado:

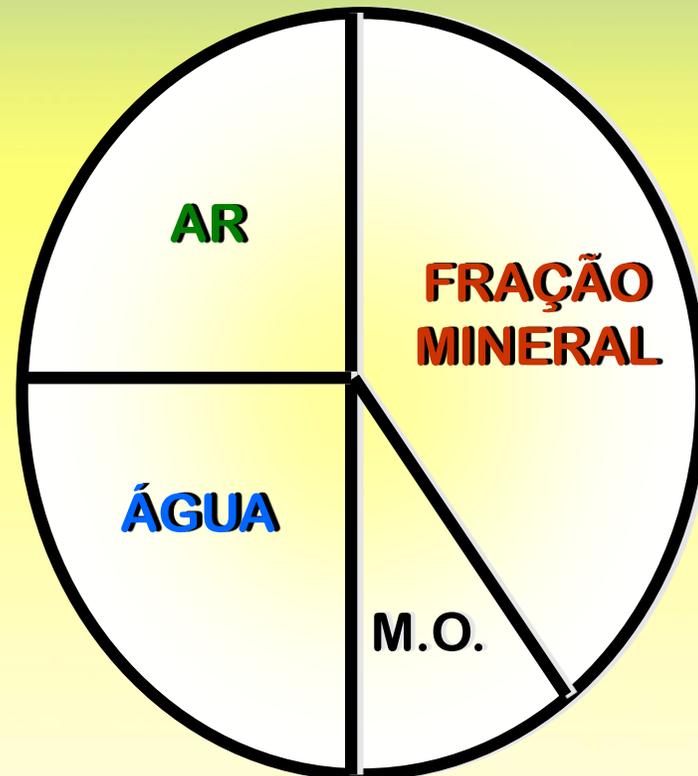


COMPONENTES DO SOLO

FASE SÓLIDA ⇒ COMPOSTOS MINERAIS E ORGÂNICOS

FASE LÍQUIDA ⇒ SOLUÇÃO DO SOLO

FASE GASOSA ⇒ AR ATMOSFÉRICO



A fase sólida

constituintes minerais ou inorgânicos
constituintes orgânicos

A fase líquida

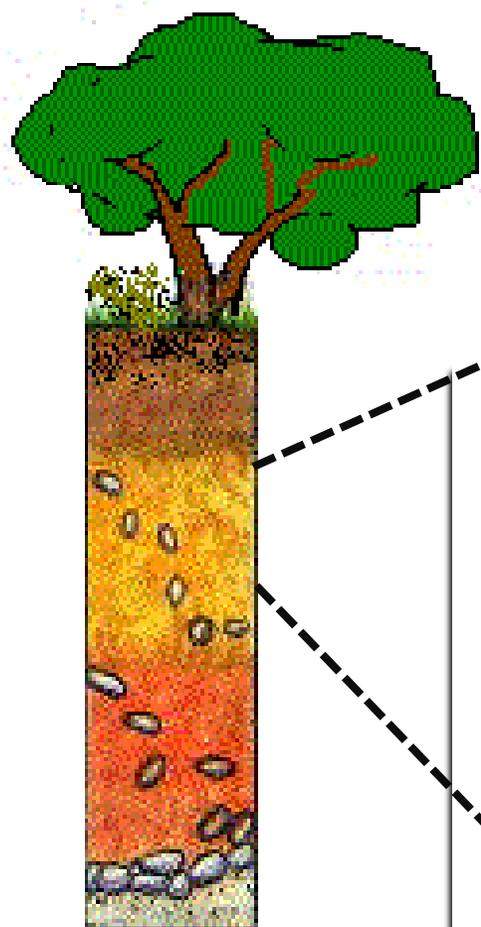
não é água pura – água + minerais + compostos orgânicos

A fase gasosa

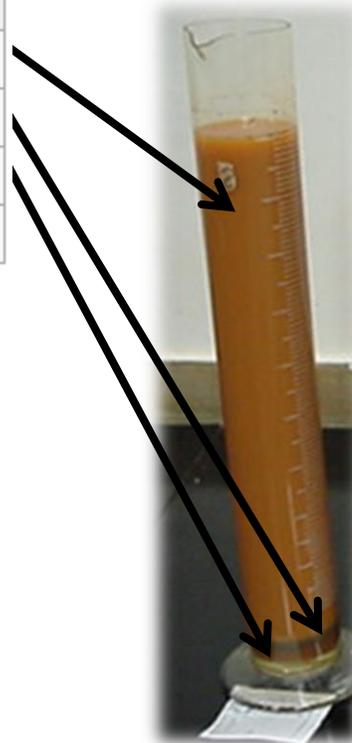
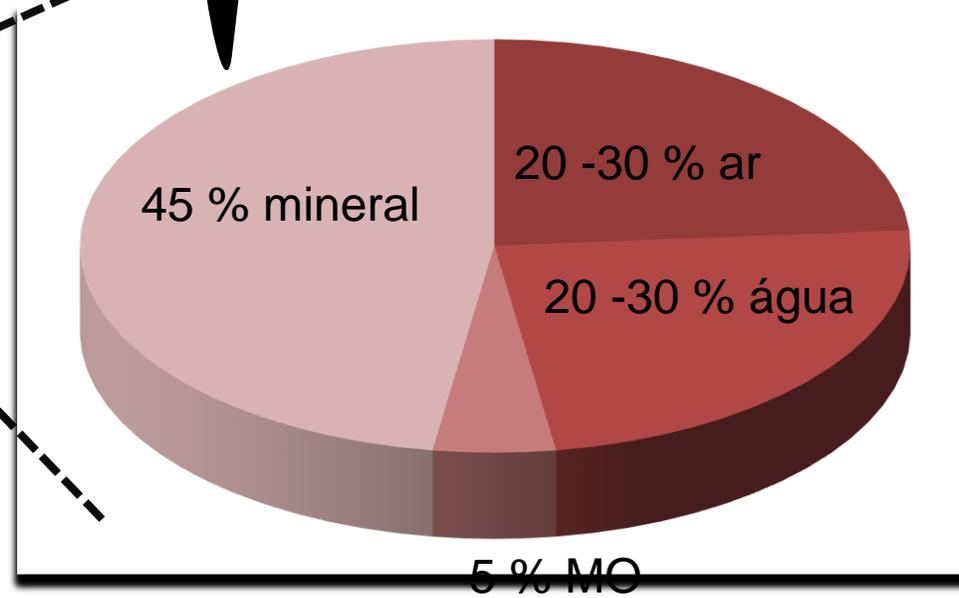
10-100x mais CO₂
pouco menos O₂ do que o ar atmosférico

EVOLUÇÃO DO SOLO ATRAVÉS DO MATERIAL DE ORIGEM

INTRODUÇÃO



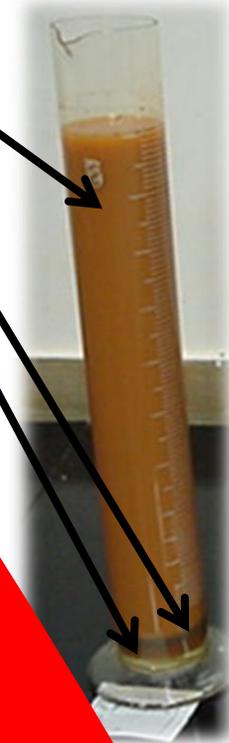
Classificação	Diâmetro dos Grãos
Argila	menor que 0,002 mm
Silte	entre 0,06 e 0,002 mm
Areia	entre 2,0 e 0,06 mm
Pedregulho	entre 60,0 e 2,0 mm

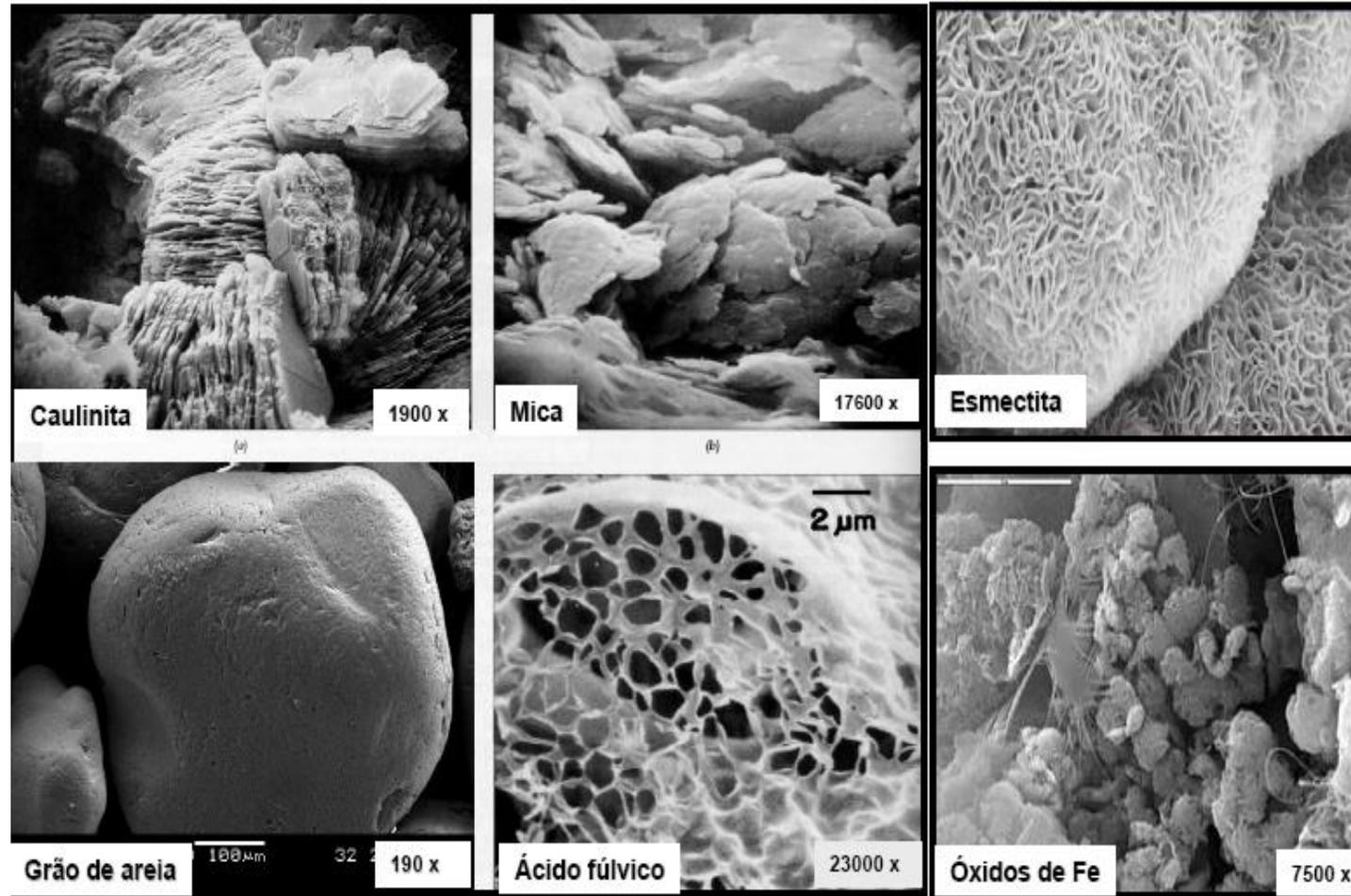


ORIGEM

Diagrama de origem

Diâmetro	Altura
0,075 mm	100 mm
0,150 mm	75 mm
0,300 mm	50 mm
0,600 mm	25 mm
1,200 mm	10 mm
2,400 mm	5 mm





Minerais de argila e componente orgânico de solos
brasileiros

Elementos estão na forma iônica

Macronutrientes:

Cátions – Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , NH_4^+

Ânions – NO_3^- , H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , SO_4^{2-}

Micronutrientes:

Cátions – Zn^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{2+} , Mn^{2+}

Ânions - MoO_4^{2-} , Cl^-

Molécula neutra – boro – H_3BO_3

Outros íons:

H^+ , OH^- , Na^+ , Al^{3+} , HCO

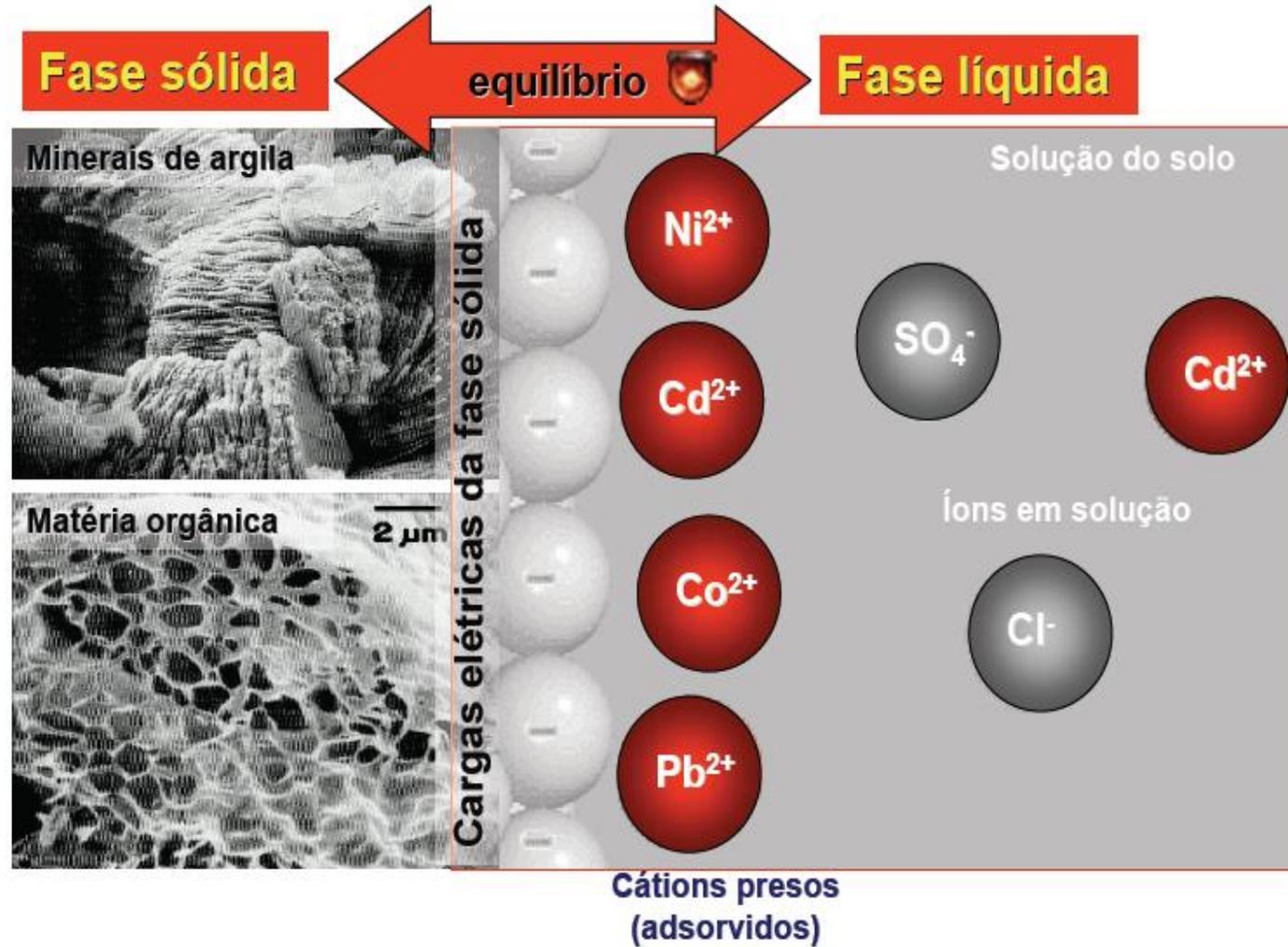
Cd^{2+} , Pb^{2+} , Ni^{2+} , etc.

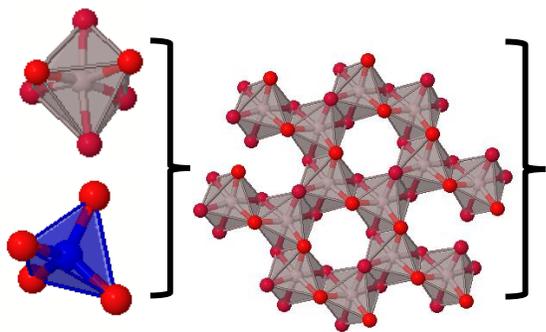
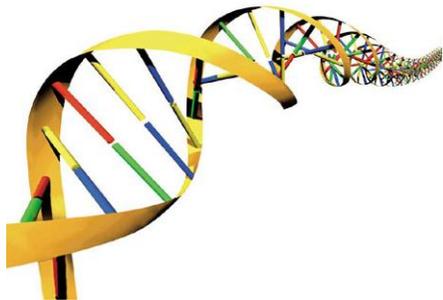
Gases dissolvidos:

N_2 , O_2 , NH_3 , NO , NO_2 ,

N_2O , SO_2 , CO_2

A interface sólido-solução

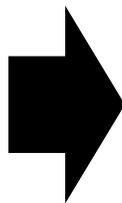




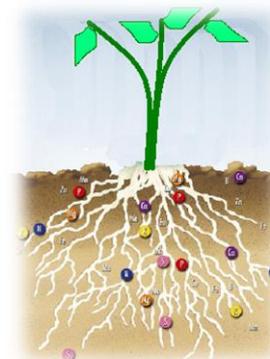
Goethita



Hematita

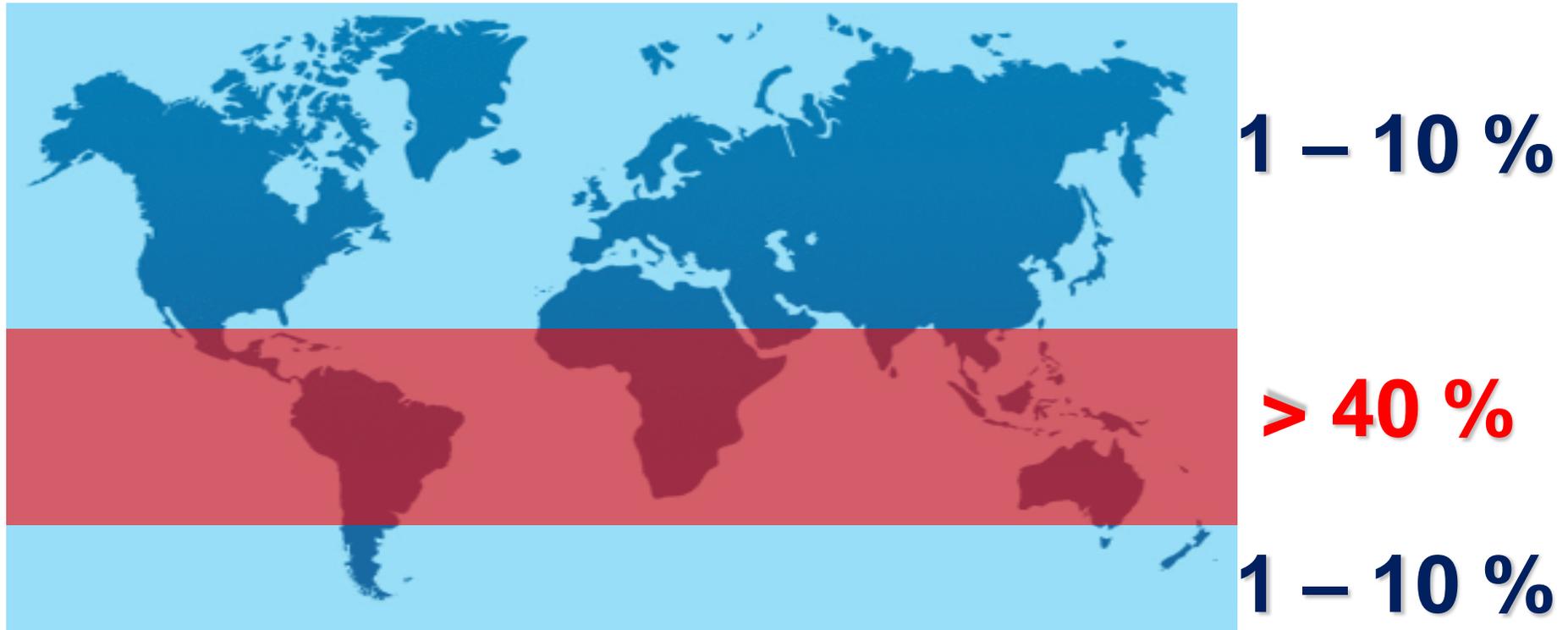


Física

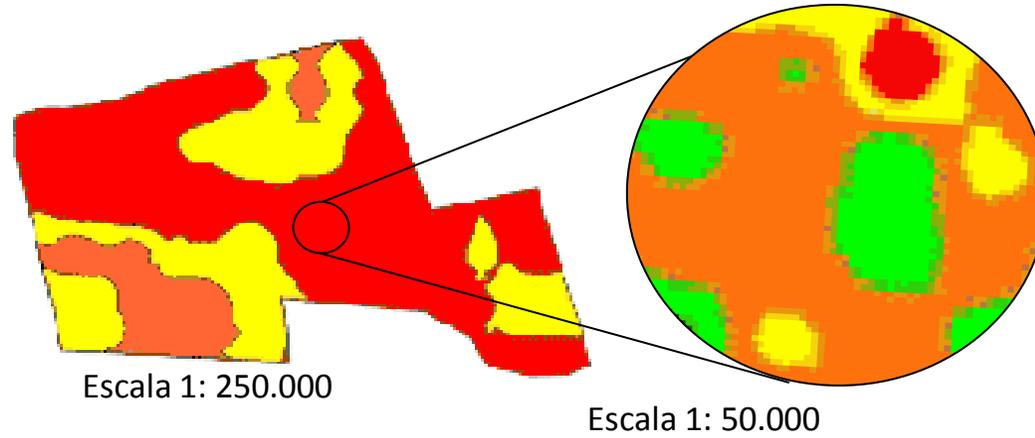


Química

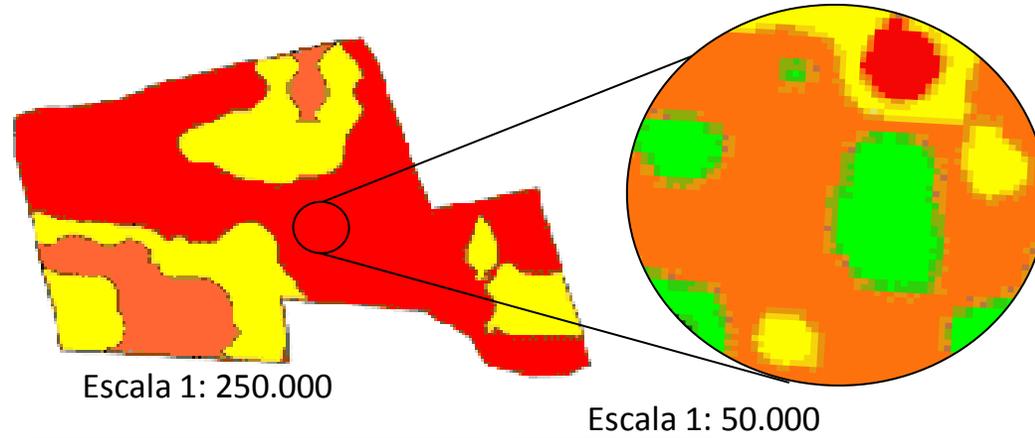
Níveis de concentração dos minerais de óxidos de ferro e alumínio



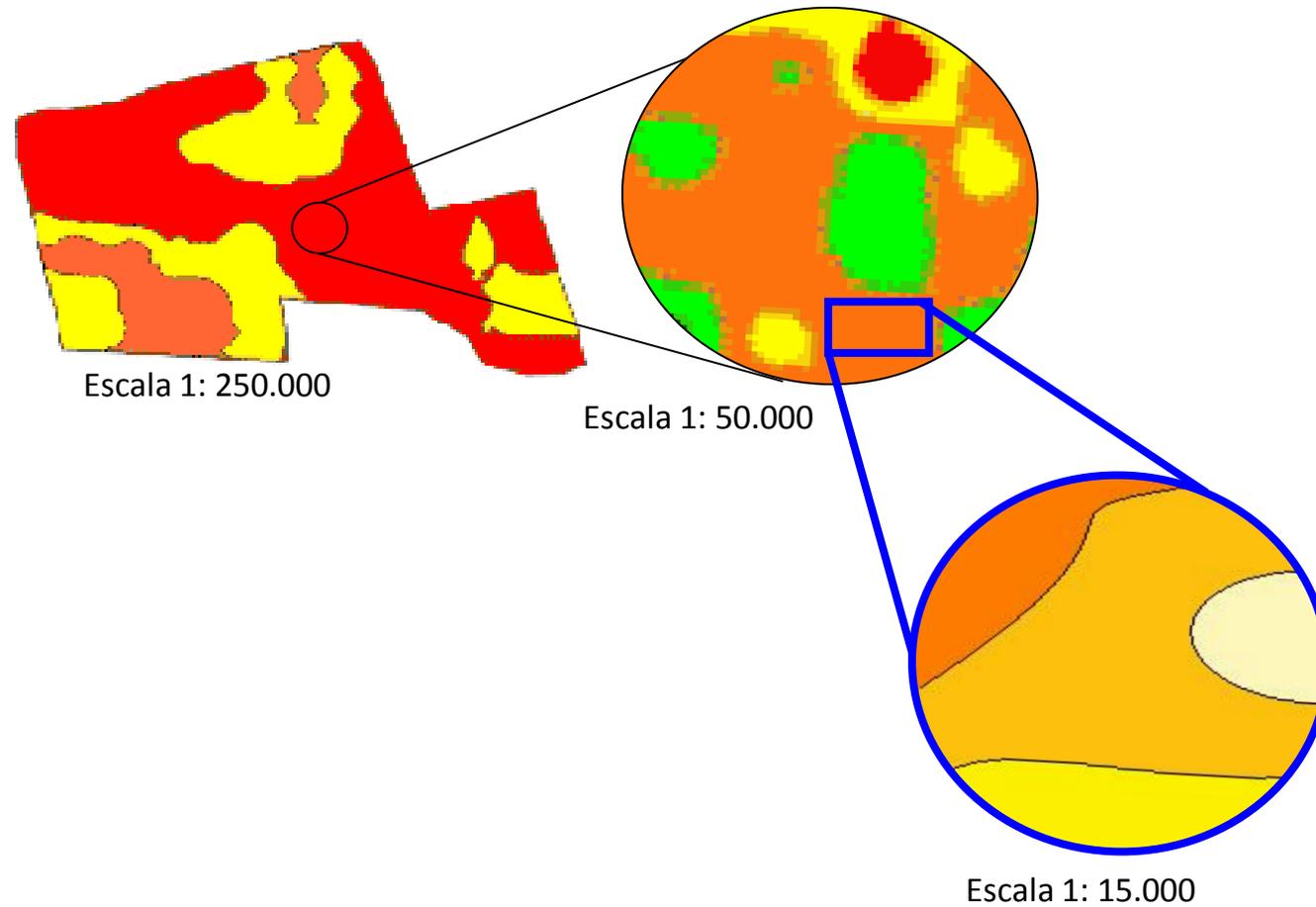
Mapeamento dos atributos do solo



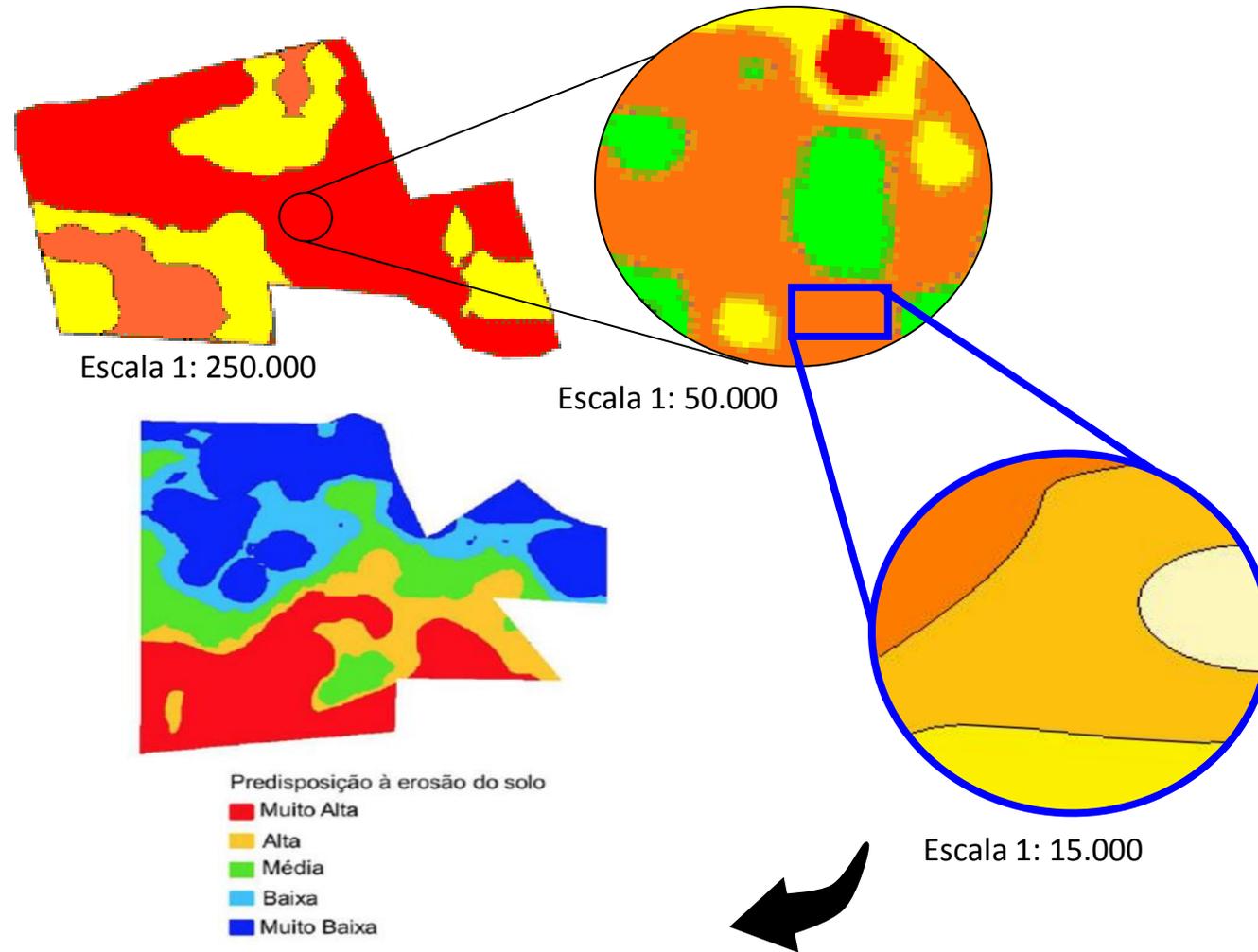
Mapeamento dos atributos do solo



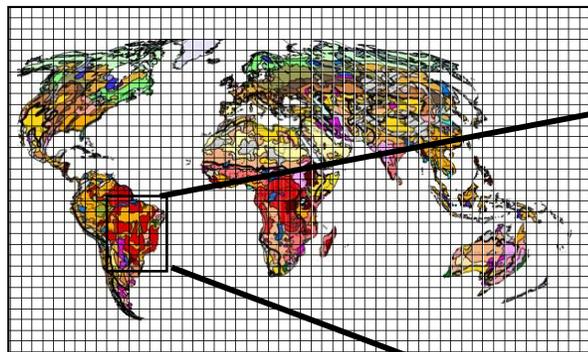
Mapeamento dos atributos do solo



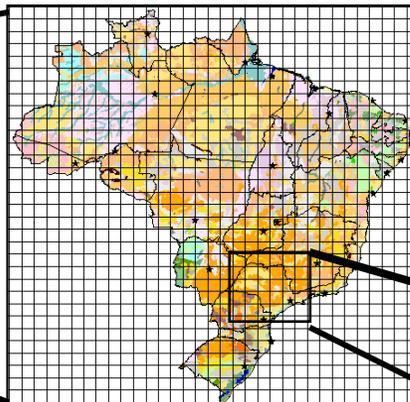
Mapeamento dos atributos do solo



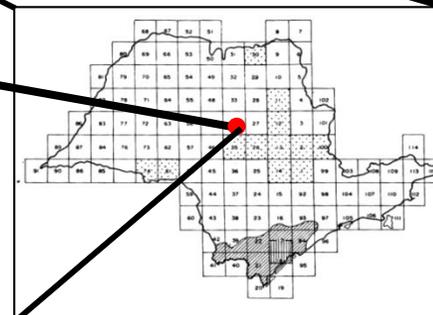
Demanda



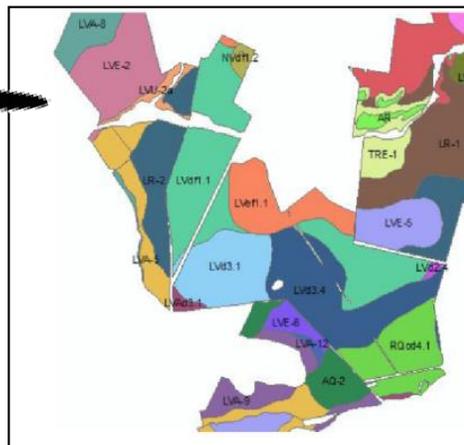
FAO 1:30.000.000



RADAM 1:5.000.000

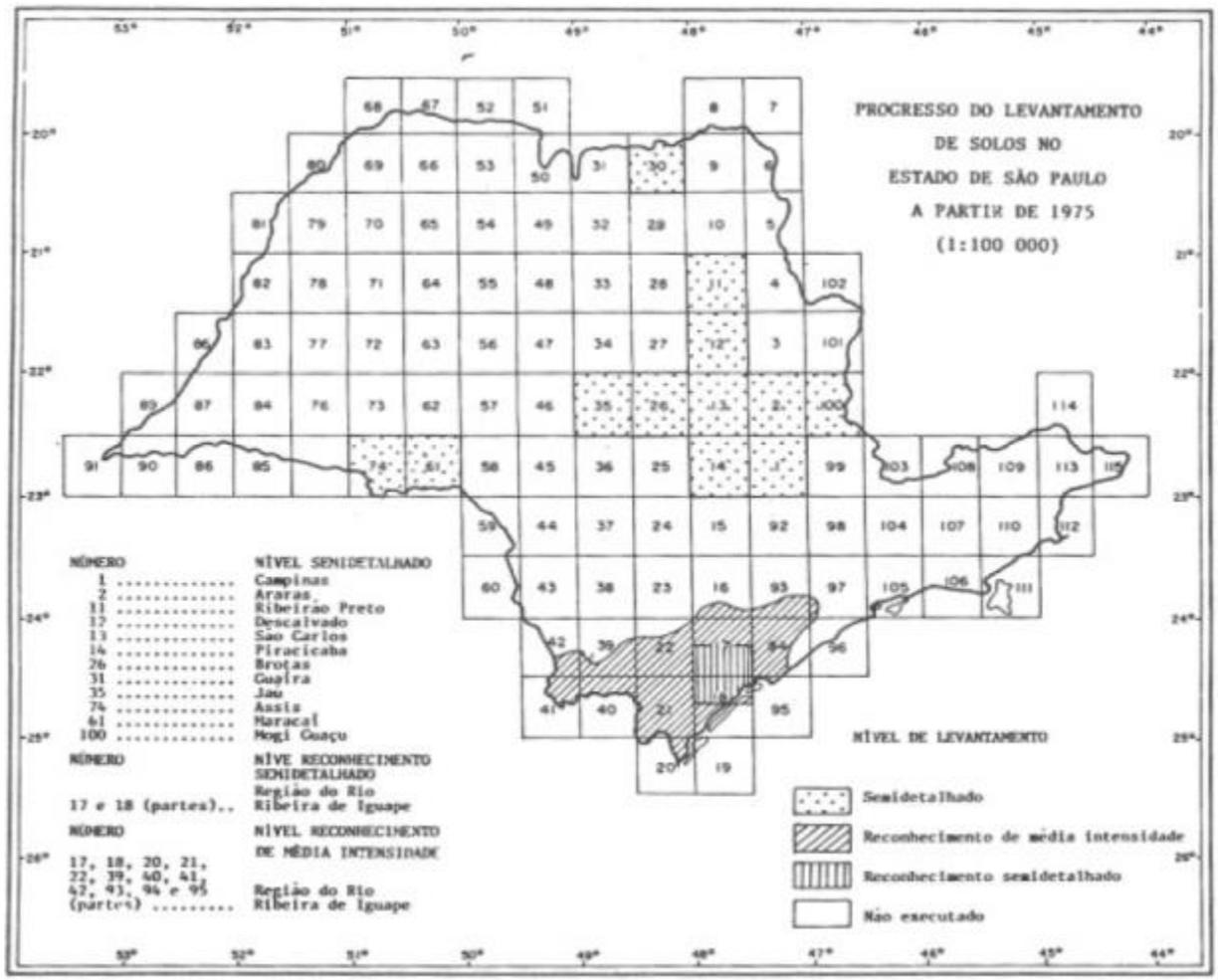


Serviço de levantamento (1975)
11 quadriculas 1:100.000

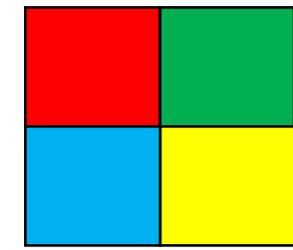


Empresas privadas 1:10.000

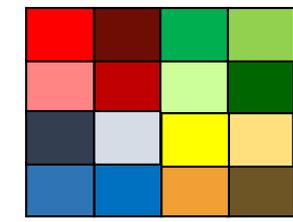
Não atende as necessidades da agricultura atual na Região Sudeste



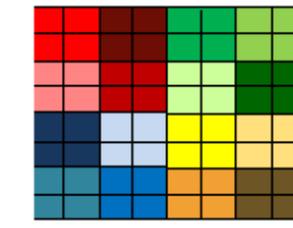
Brasil 1:100.000



E.U.A 1: 17.000



Setor privado 10.000



Para algumas aplicações ainda não é suficiente!



Tecnologia de sementes **OK**

Insumos **OK**

Engenharia Agrícola **OK**

Solo **???**



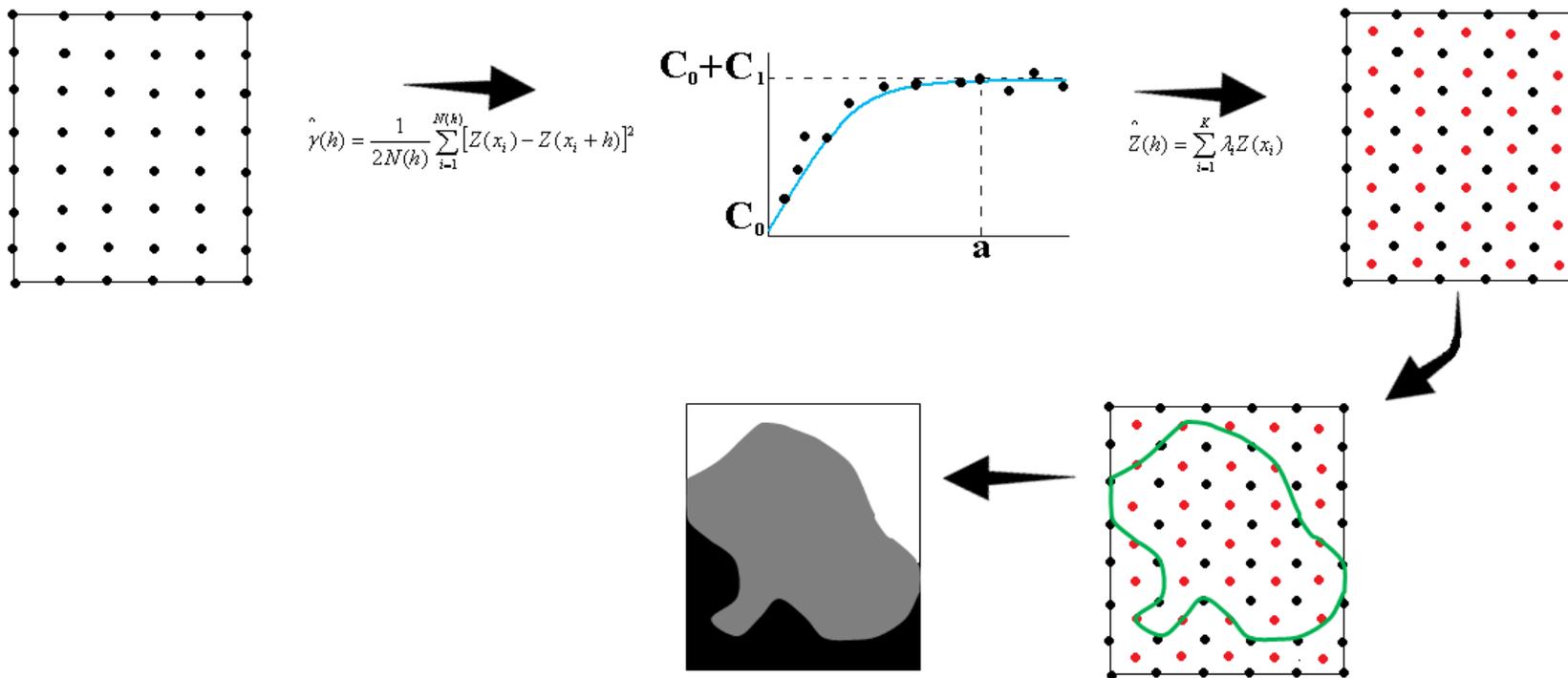
Detalhamento do mapa

X

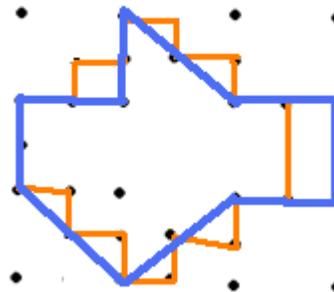
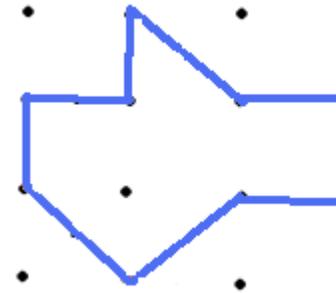
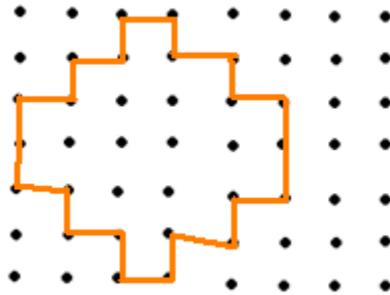
Custo do n° pontos/ ha

FERRAMENTAS

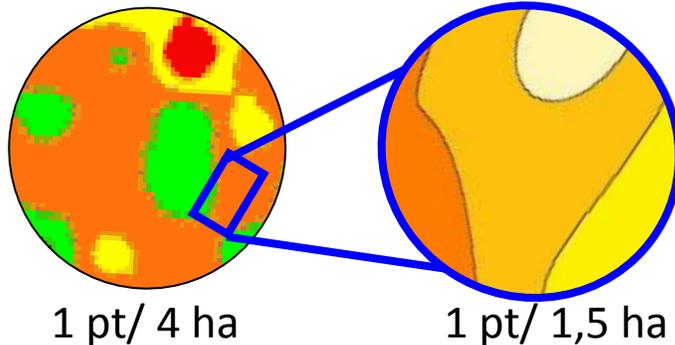
Geoestatística



© 2009 – Diego Silva Siqueira, todos os direitos reservados.



	Química	Física	Total	Mineralógica	Total
Custo/amost. (R\$)	9	7		80	
Área de renovação ~10.000 ha (1 pt/ 4ha) (1 pt/1,5 ha)	22.500 33.700				
Expansão ~30.000 ha	67.500 180.000	52.500 140.000	120.000 320.000	600.000 1.600.000	720.000 1.920.000



“Utilizar quantificação indireta para viabilizar mapeamentos detalhados e ultra-detalhados”

Proposta CSME: mapeamento da variabilidade dos atributos do solo

Fonte: NIPE-Unicamp, IBGE e CTC

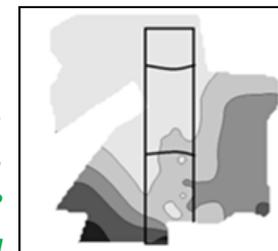


Experiência CSME:

Simulação: 100 mil ha (1:7.000)

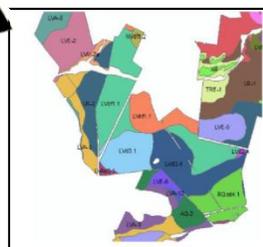
~ 1,5 – 2 anos

~ *variabilidade da granulometria, fertilidade, potencial de produção, mapa de trafegabilidade (potencial de compactação), perda de solo, risco de erosão,...*



Mapa de variabilidade (Informações de manejo)

Áreas já instaladas e expansão



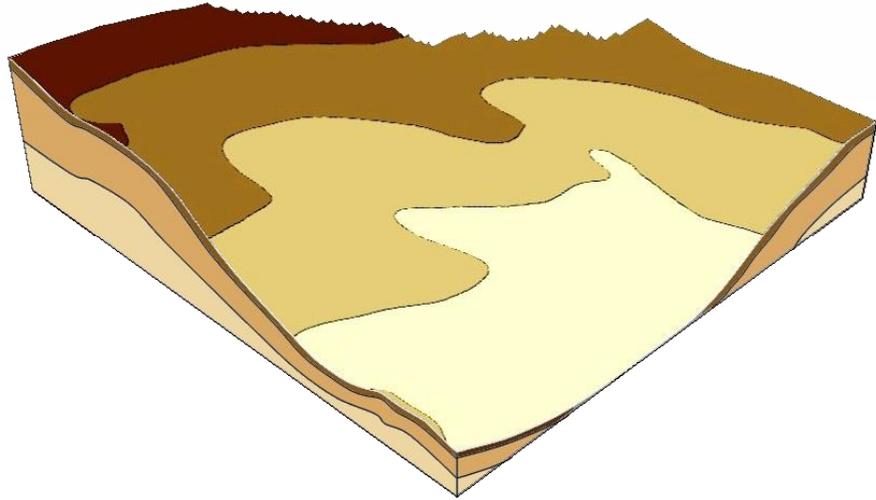
Mapeamento convencional Solos+Amb. Prod.



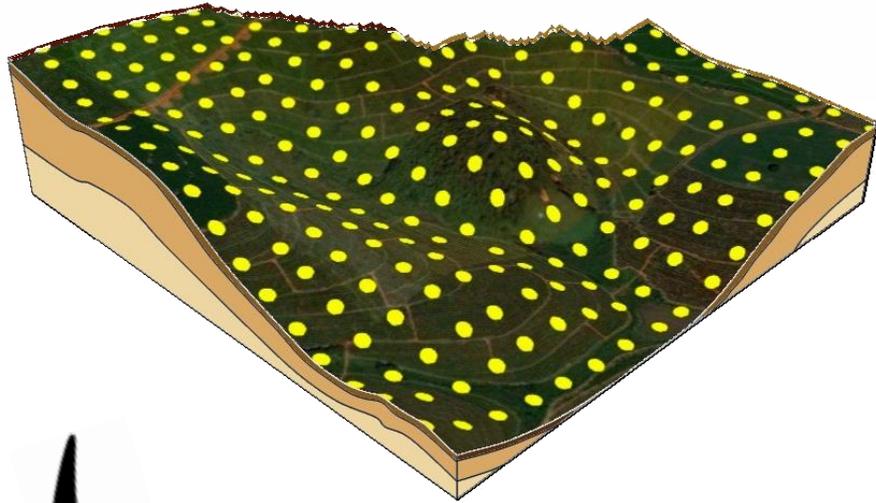
Aumento do lucro em no mínimo de 18 % (basicamente devido ao aumento TCH)

Limitações:

- **Tempo** requerido para elaboração do mapa;
- Não representa a variabilidade, logo o manejo pode apresentar erros;
- **Custo**. Exemplo: 100 mil ha (1:12.000) ~ **R\$2 milhões - 4 anos**



Proposta CSME: mapeamento da variabilidade dos atributos do solo



Custo/tempo



Impacto ambiental



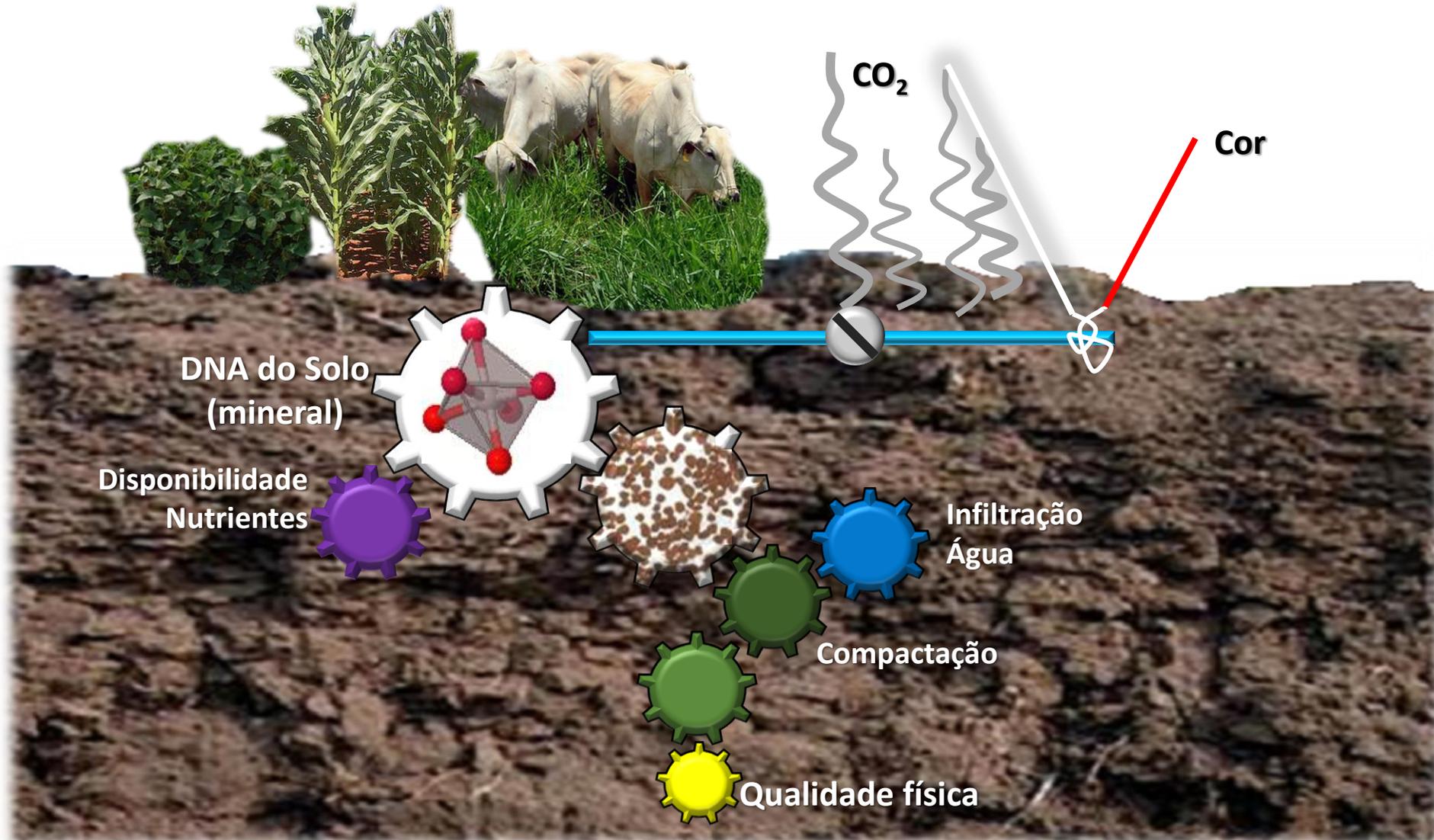
Erro laboratorial (30%)

Medidas Indiretas (Campo e laboratório)

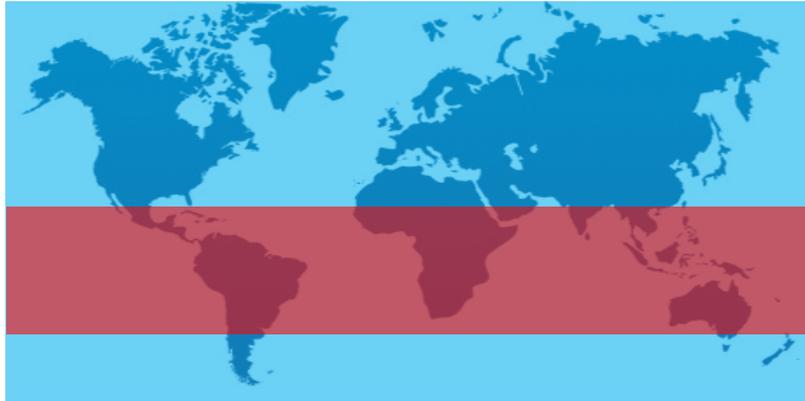
**Espectroscopia de reflectância difusa
&
Suscetibilidade magnética**

Atributos do solo

à base do conhecimento e sensores...

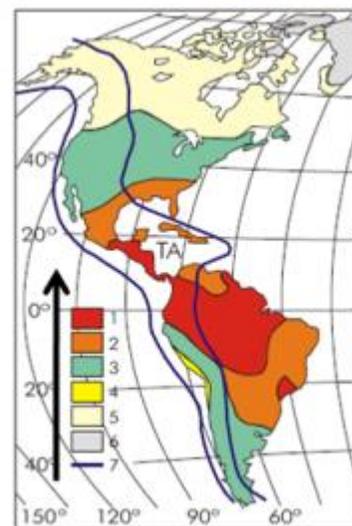


Níveis de concentração dos minerais de óxidos de ferro e alumínio



MINERAIS PRIMÁRIOS E SECUNDÁRIOS





Intensidade de intemperismo



Fonte: Decifrando a Terra

Tamanho:

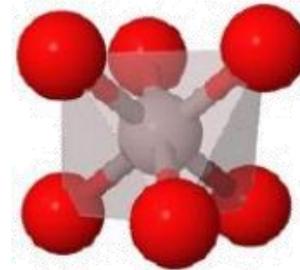
Escala nanométrica

1 cm



Formiga cortadeira

~ 90 nm



Minerais

Tamanna

ométrica



Formiga cortadeira

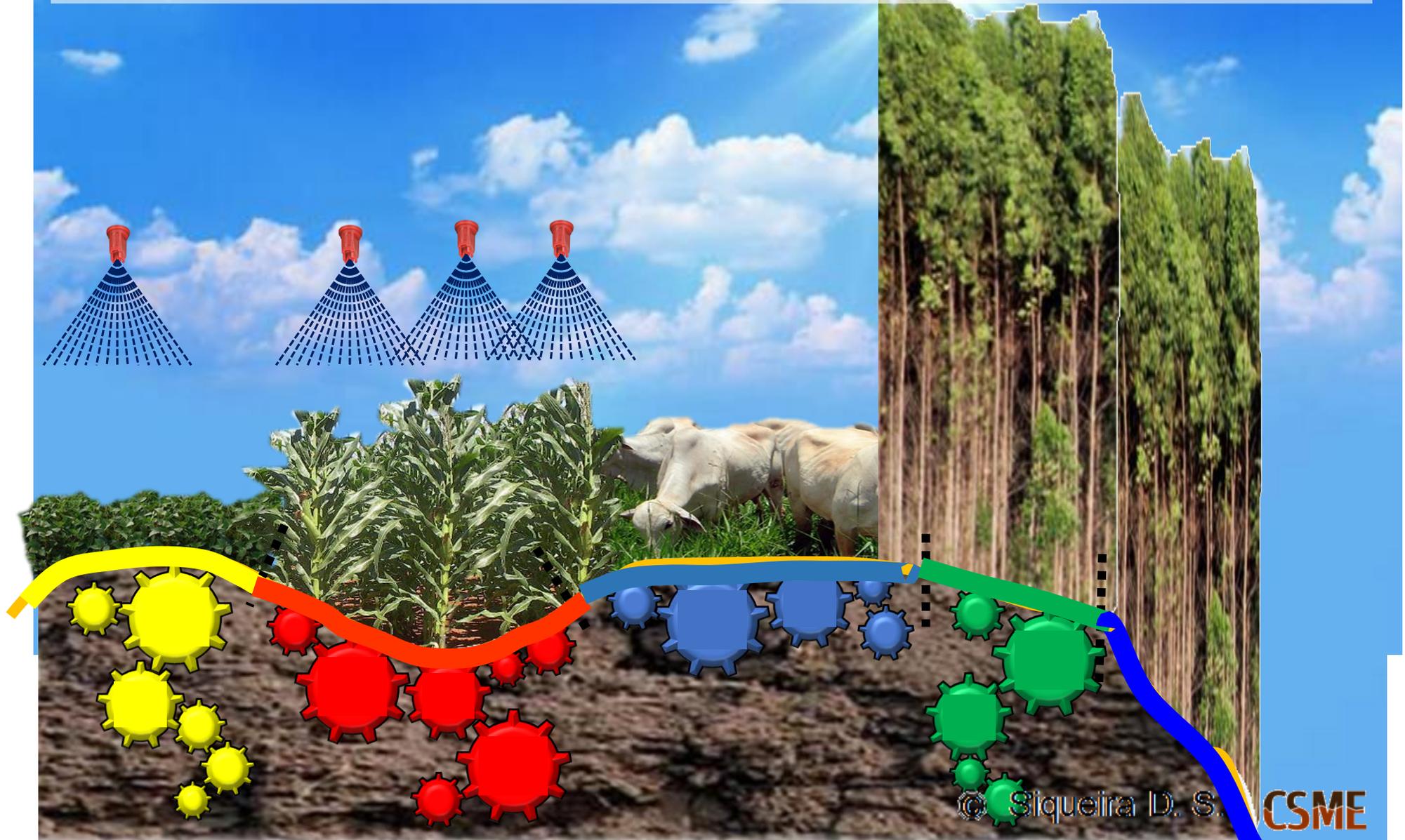


Aplicações do “DNA” dos Solos

Na gestão agrícola digital



Modelando potenciais...



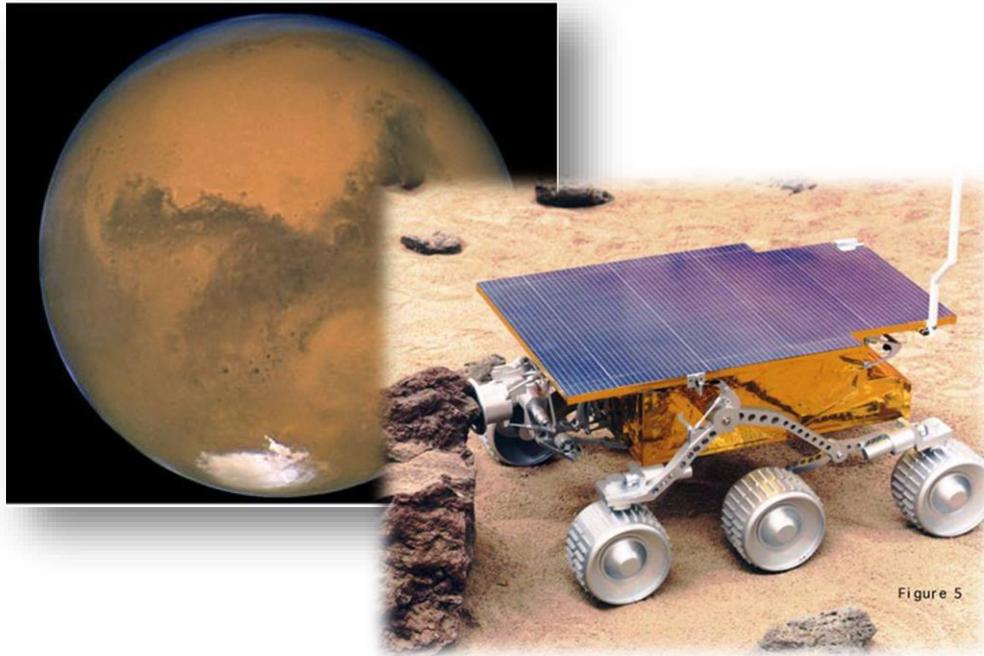


Agro 4.0: **Sensores para** **“DNA” Tropical** **Magnetismo** **Cor**

Mapeamento de zonas específicas de manejo

Inovações – Função de pedotransferência

Reflectância difusa

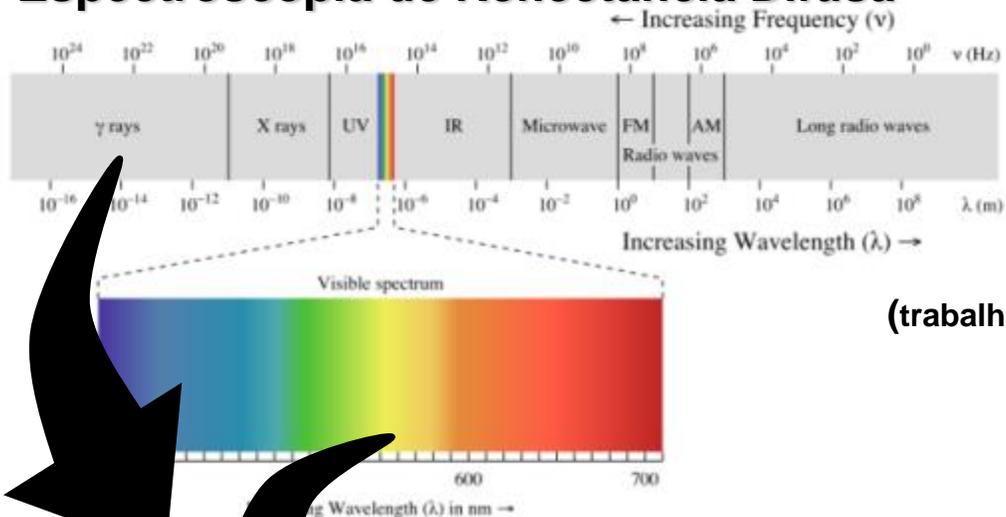


Espectrofotômetro de refletância difusa

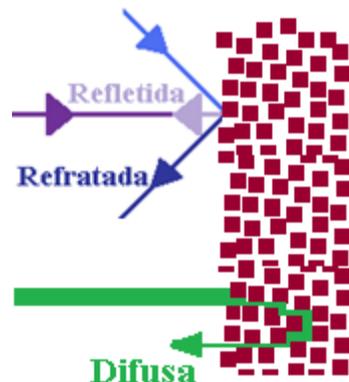
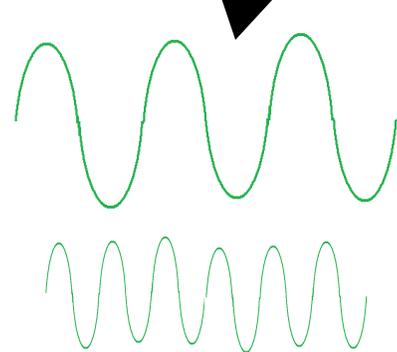


Subsídios para levantamentos detalhados para nível de série

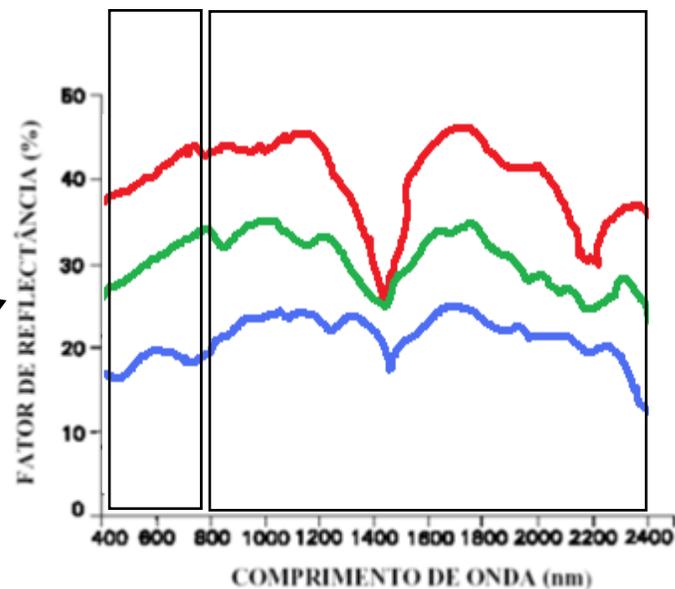
Espectroscopia de Reflectância Difusa



Principal componente-PC
(trabalha os segmentos de diferentes amostras simultaneamente)



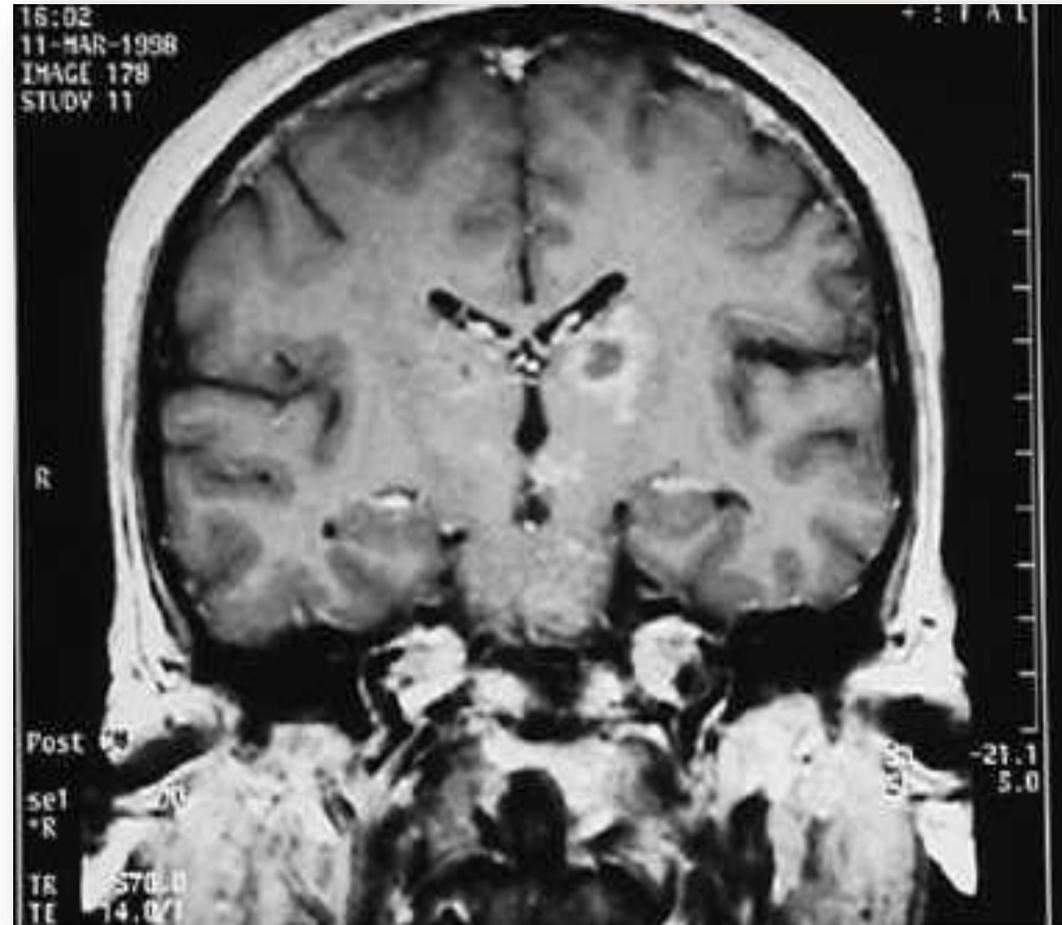
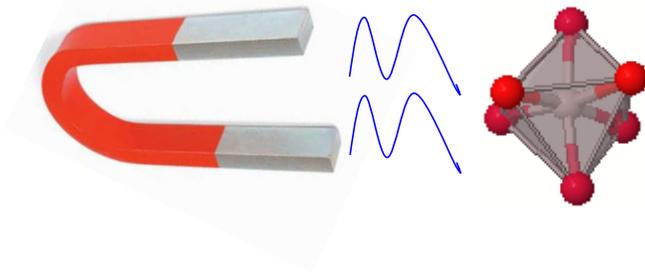
PC- Visível (Vis) PC- Infravermelho (Nir)



Mapeamento de zonas específicas de manejo

Inovações – Função de pedotransferência

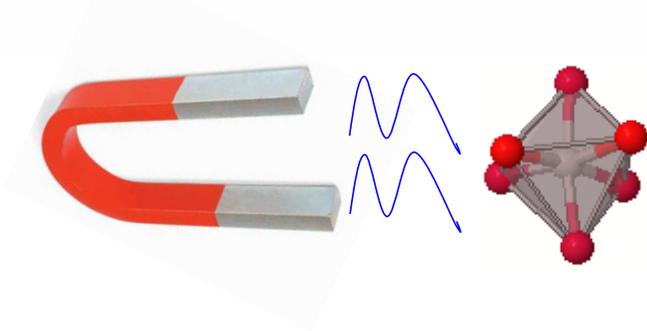
Suscetibilidade magnética



Mapeamento de zonas específicas de manejo

Inovações – Função de pedotransferência

Suscetibilidade magnética



Goethita



Lepidocrocita



Hematita



Ferrihidrita



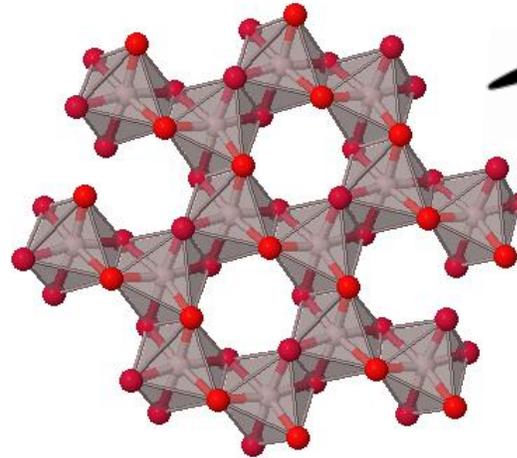
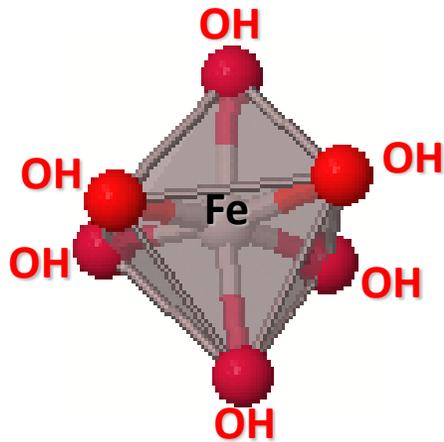
Magnetita



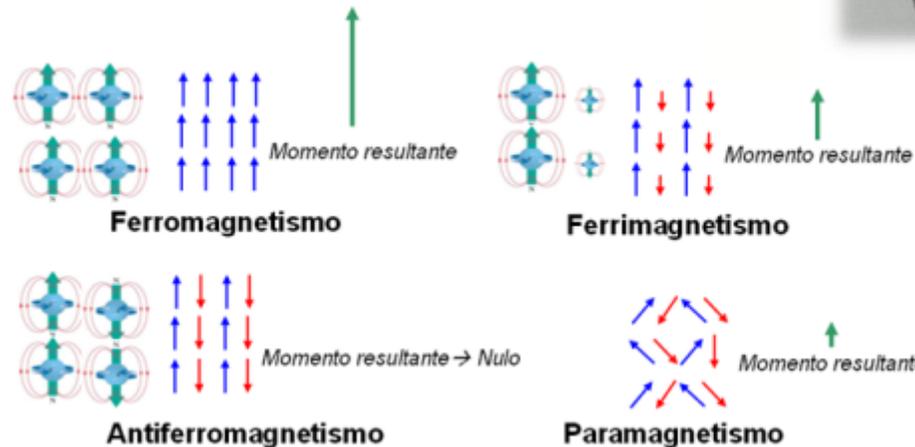
Maghemita

Minerais óxidos de ferro de solos tropicais

Propriedades Magnéticas – Suscetibilidade magnética



Minerais	Magnetismo
Akaganeita	Antiferromagnético
Feroxyhyta	Ferrimagnético
Ferrihydrita	Esperomagnético
Fougerita	Esperomagnético
Goethita	Antiferromagnética
Hematita	Antiferromagnética
Lepidocrocita	Antiferromagnético
Maghemita	Ferrimagnético
Magnetita	Ferrimagnético
Schwertmannita	Esperomagnético
Wüstita	Antiferromagnético

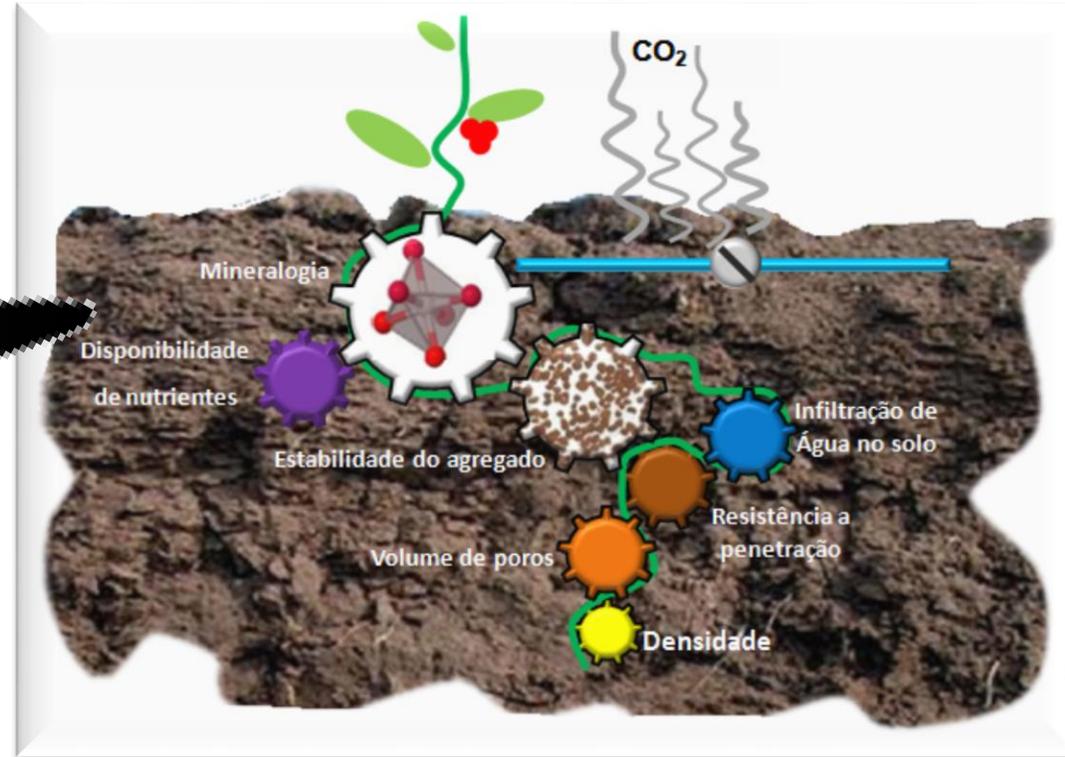


Suscetibilímetro para solos

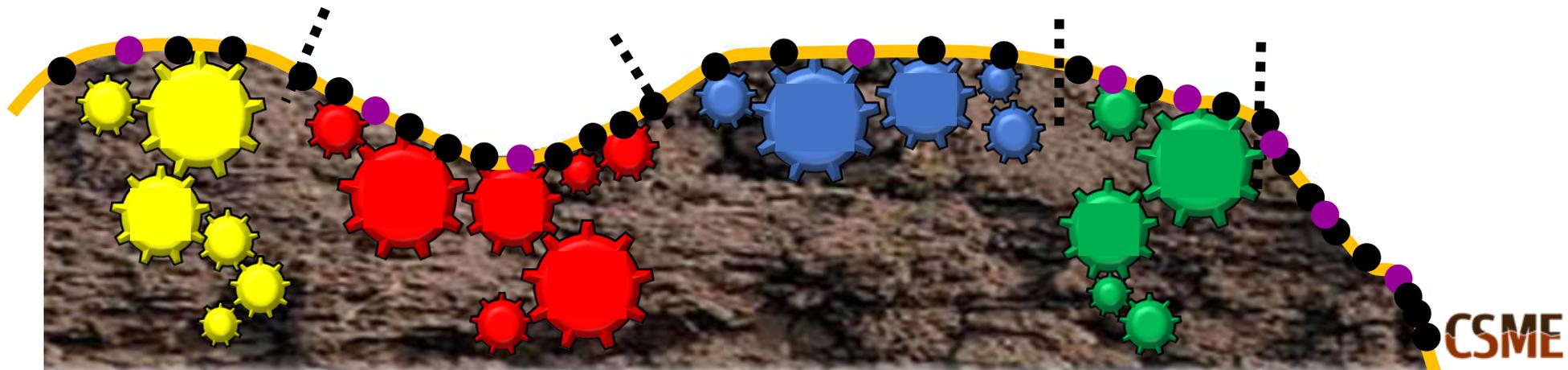


Complexo sistema de relações de causa-efeito

“Ao longo da paisagem”

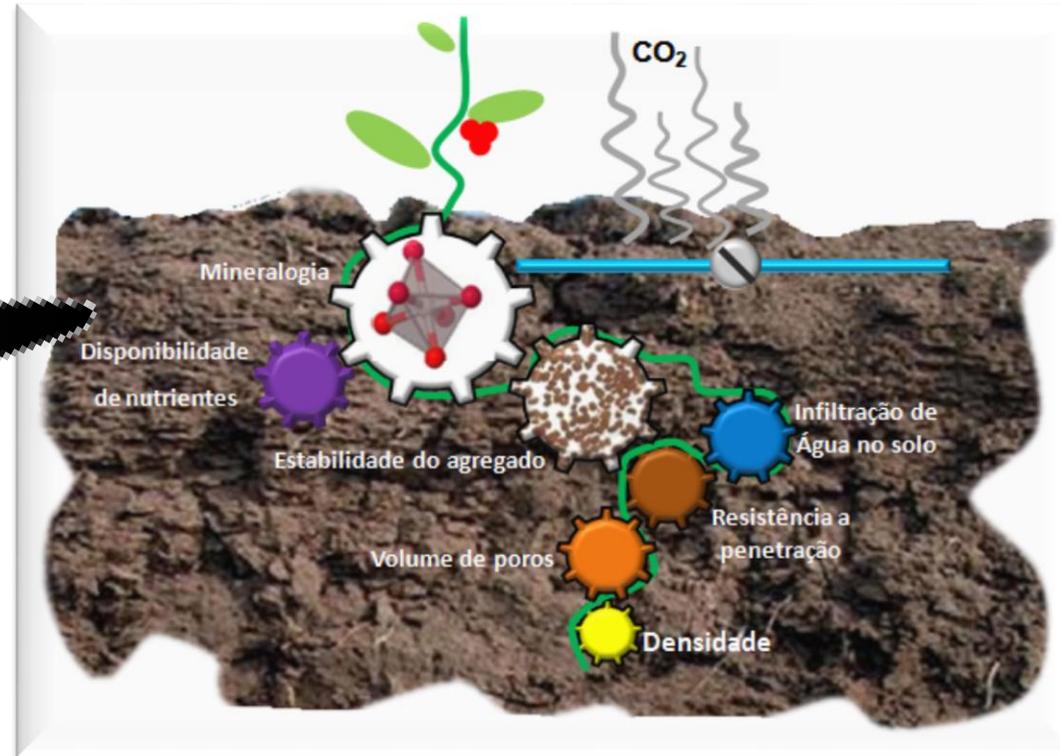


Modelos de paisagem para identificação dos limites no campo e otimização amostral
Amostragem (SM, Espectroscopia) e classificação numérica para validação dos limites de campo

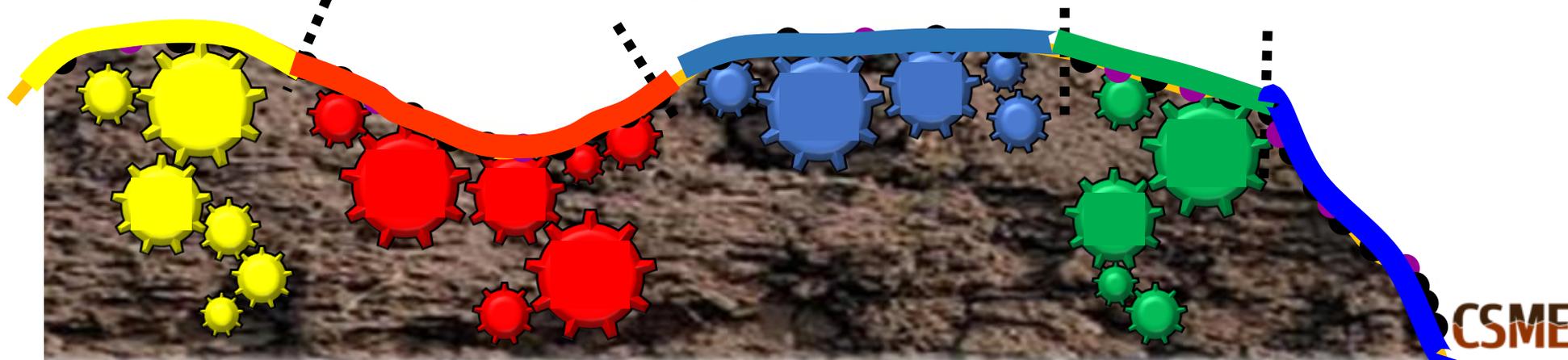


Complexo sistema de relações de causa-efeito

“Ao longo da paisagem”



Modelos de paisagem para identificação dos limites no campo e otimização amostral
Amostragem (SM, Espectroscopia) e classificação numérica para validação dos limites de campo
Identificação de áreas de manejo específico ~ subsidiar o nível de série



Mapeamento da variabilidade dos atributos do solo



AGRICULTURA DE PRECISÃO E A VARIABILIDADE ESPACIAL

“Variabilidade espacial”, esta é a palavra que justifica o sistema de gerenciamento agrícola chamado “Agricultura de Precisão”

Camargo, (2018)

Como estimular as novas gerações na multidisciplinaridade e inovação?



Como estimular as novas gerações na multidisciplinaridade e inovação?



OBJETIVO



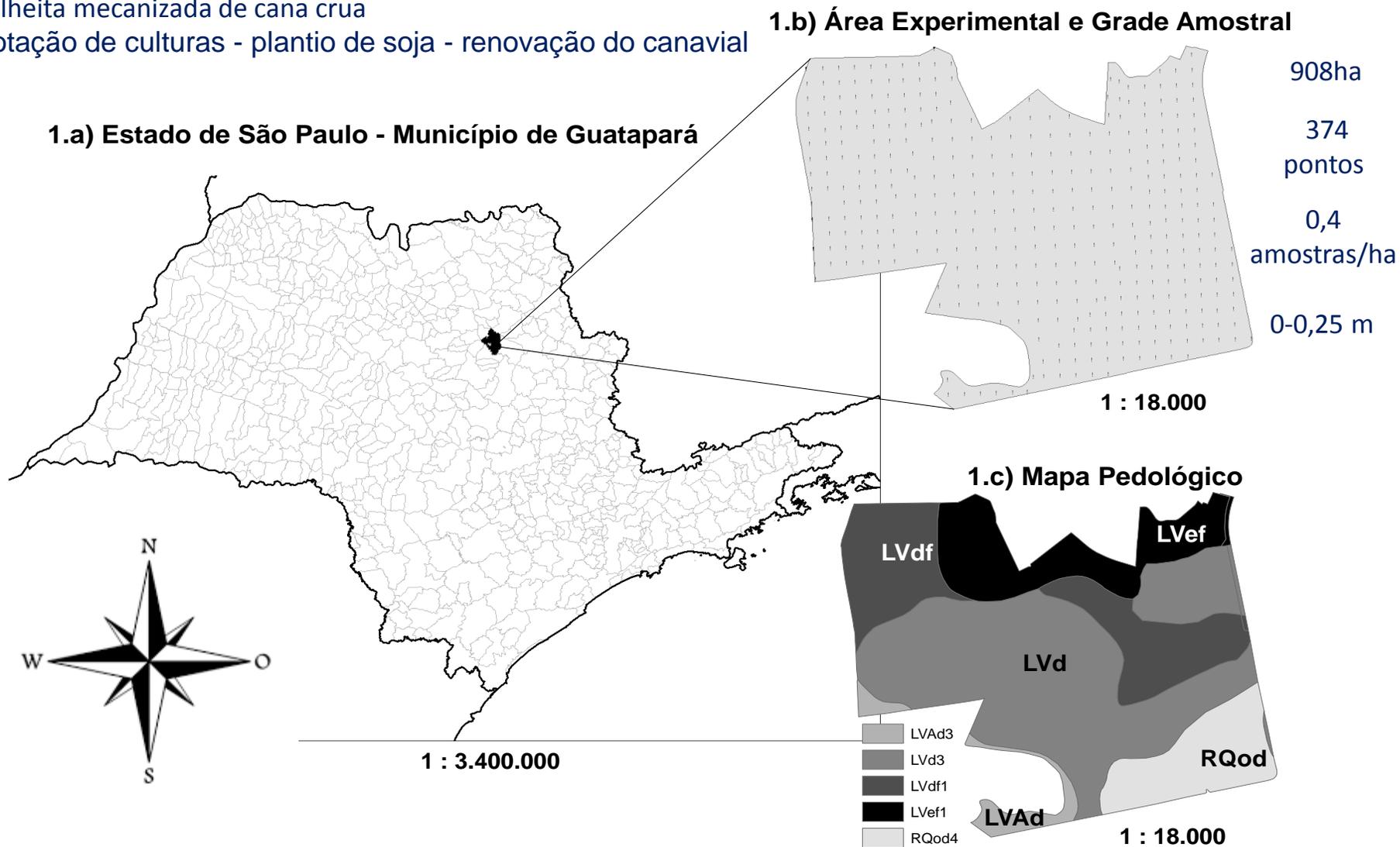
OBJETIVO

Avaliar o potencial de uso da assinatura magnética do solo para identificação de áreas com diferentes capacidades de sorção do herbicida imazaquin

MATERIAL E MÉTODOS

Localização da área de estudo

- Divisor litoestratigráfico arenito-basáltico
- Colheita mecanizada de cana crua
- Rotação de culturas - plantio de soja - renovação do canavial



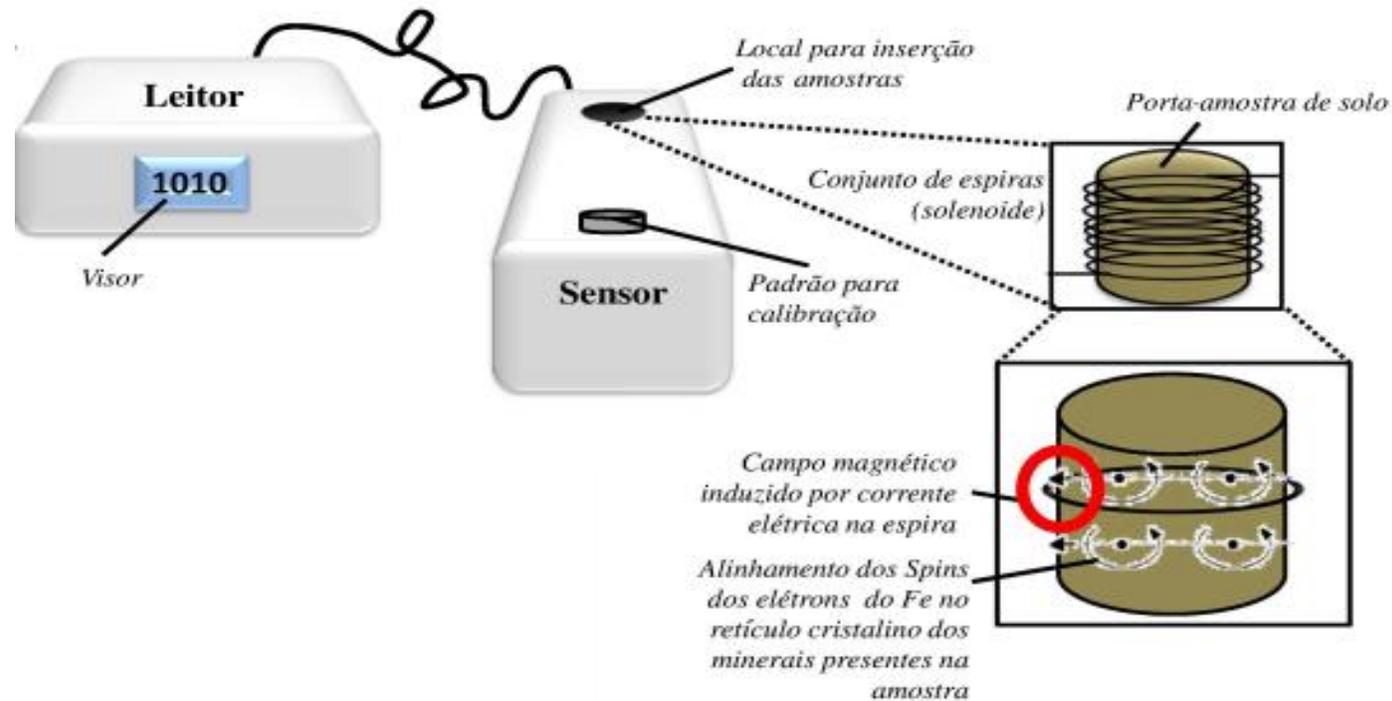
Análises Laboratoriais

Suscetibilidade Magnética (SM) → (DEARING, 1994)

Grau de magnetização de um material em resposta a um campo magnético aplicado. A SM é resultado da translação e rotação dos elétrons que constituem alguns minerais que estão presentes nos solos, nos sedimentos e nas rochas (LUQUE, 2008)

Análises Laboratoriais

Suscetibilidade Magnética (SM) → (DEARING, 1994)



Análises Laboratoriais

Suscetibilidade Magnética (SM) → (DEARING, 1994)

Teor de Argila → (EMBRAPA,1997)

Matéria Orgânica (MO) e Potencial hidrogeniônico (pH) → (Raij et al., 2001)

Ferro pedogenéticos extraídos por ditionito-citrato-bicarbonato (Fed) → (MEHRA & JACKSON,1960)

Ferro extraídos por oxalato de amônio (Feo) → (CAMARGO et al., 1986; SCHWERTMANN,1973)

MATERIAL E MÉTODOS

Potencial sorção moléculas herbicida ao solo → Coeficiente de Freundlich para sorção imazaquim (K_f)

US\$ 15.000,00 por molécula radioativamente marcada

US\$ 5.000,00 para o teste de sorção por amostra de solo

Meta-análise



[Página inicial](#) » [Financiamento à pesquisa](#) » [Programas](#)

Programa FAPESP de Pesquisa em eScience

**Programa FAPESP de
Pesquisa em eScience**

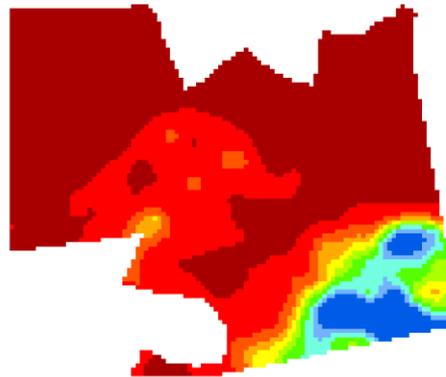
eSCIENCE

Meta-análise

Regitano et al. (2001), Barizon et al. (2005) e Oliveira et al. (2006)

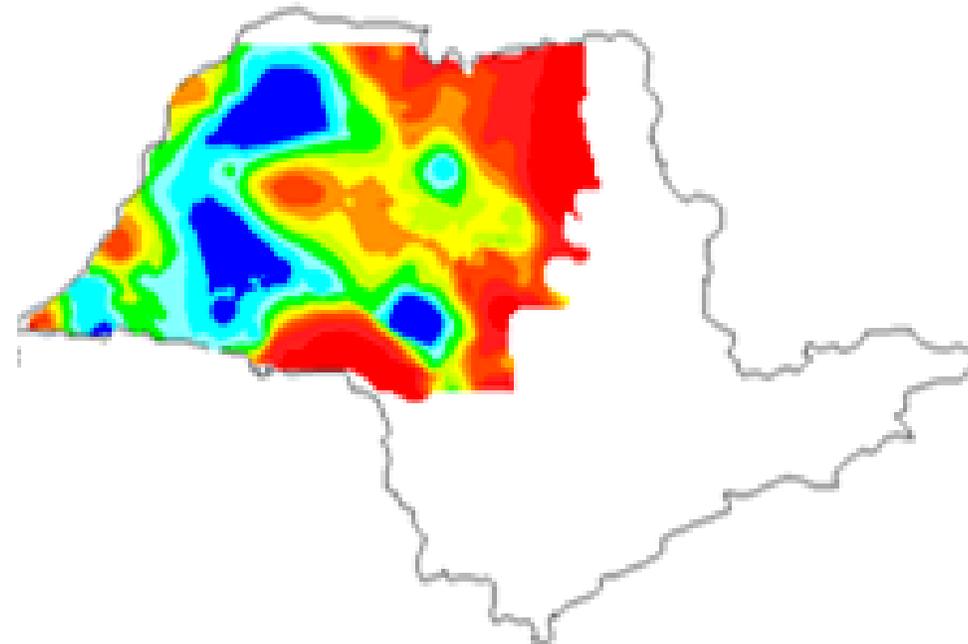
Teor de Argila (g kg^{-1})		
	Mínimo	Máximo
Meta-análise	50	870
Experimento	49	695

Área Experimental: 908ha



Planalto Ocidental Paulista: 13.000.000ha

Argila (g Kg^{-1})



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1. Estatística descritiva para os atributos dos solos estudados.

Variável	Média	Mediana	CV (%)	Mínimo	Máximo	Assimetria	Curtose
SM (10 ⁻⁸ m ³ kg ⁻¹)	2429	1503	87,15	14	7458	0,57	-0,98
K _f	1,21	0,82	70,72	0,28	3,96	0,89	-0,22
Argila (g.Kg ⁻¹)	343,51	312,25	51,28	49	695	0,12	-1,28
MO (g.dm ⁻³)	24,97	25	27,57	11,81	50	0,30	-0,39
pH	5,30	5,20	9,33	4,20	6,80	0,49	-0,26
Fed (g.Kg ⁻¹)	55,75	43,52	73,11	1,99	184,75	0,62	-0,42
Feo (g.Kg ⁻¹)	2,14	2,01	69,11	0,04	7,44	0,48	-0,11

CV, Coeficiente de variação; SM, suscetibilidade magnética; K_f, Coeficiente de Freundlich para sorção do herbicida imazaquim; MO, teor de Matéria Orgânica do solo; Fed, Teor de ferro ditonito; Feo, Teor de ferro oxalato.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 2. Matriz de correlação de Pearson (r), entre os atributos estudados.

	SM	Fed	Feo	Argila	MO	pH
Fed	0,922 **					
Feo	0,855 **	0,847 **				
Argila	0,905 **	0,9 **	0,851 **			
MO	0,729 **	0,759 **	0,726 **	0,783 **		
pH	-0,357 **	-0,359 **	-0,291 **	-0,414 **	-0,228 **	
K _f	0,903 **	0,886 **	0,824 **	0,958 **	0,703 **	-0,383 **

SM, suscetibilidade magnética; K_f, Coeficiente de Freundlich para sorção do herbicida imazaquim; MO, teor de Matéria Orgânica do solo; pH, Potencial hidrogeniônico; Fed, Teor de ferro ditonito; Feo, Teor de ferro oxalato; **, Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 2. Matriz de correlação de Pearson (r), entre os atributos estudados.

	SM	Fed	Feo	Argila	MO	pH
Fed	0,922 **					
Feo	0,855 **	0,847 **				
Argila	0,905 **	0,9 **	0,851 **			
MO	0,729 **	0,759 **	0,726 **	0,783 **		
pH	-0,357 **	-0,359 **	-0,291 **	-0,414 **	-0,228 **	
K _f	0,903 **	0,886 **	0,824 **	0,958 **	0,703 **	-0,383 **

SM, suscetibilidade magnética; K_f, Coeficiente de Freundlich para sorção do herbicida imazaquim; MO, teor de Matéria Orgânica do solo; pH, Potencial hidrogeniônico; Fed, Teor de ferro ditonito; Feo, Teor de ferro oxalato; **, Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

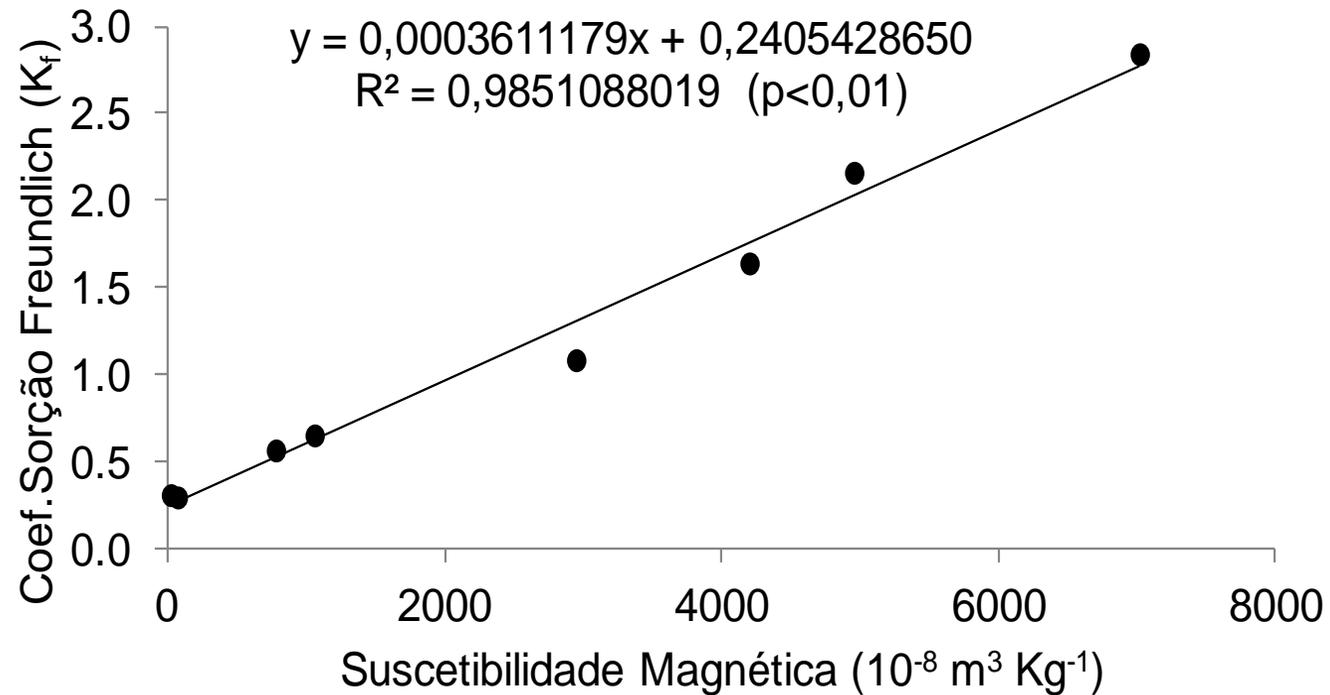
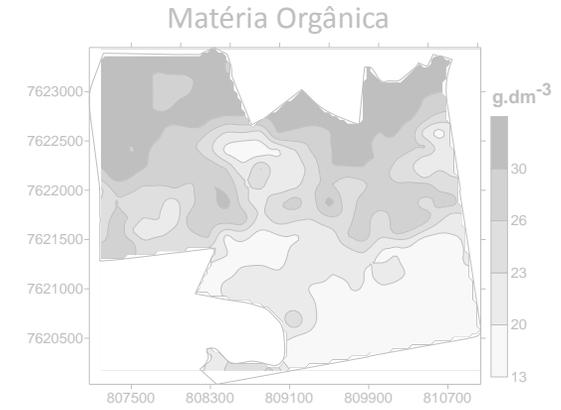
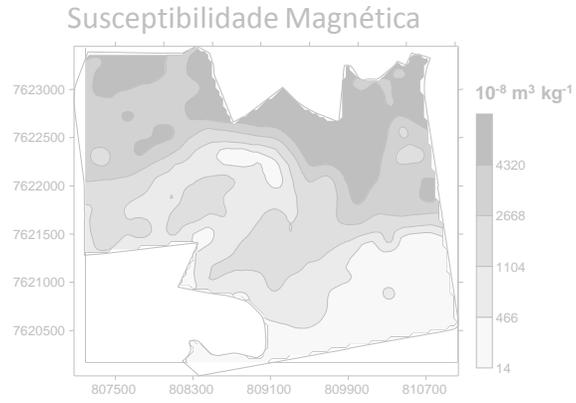
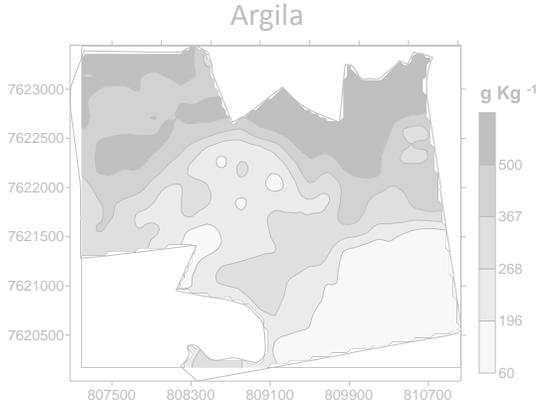
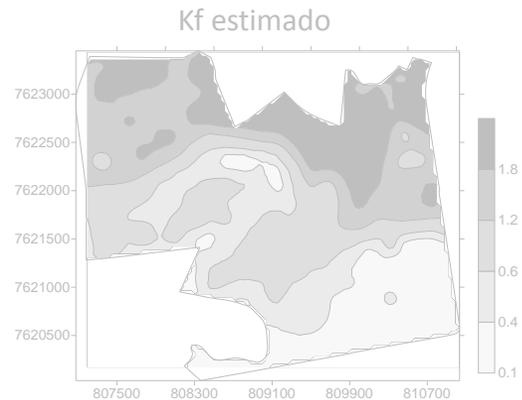
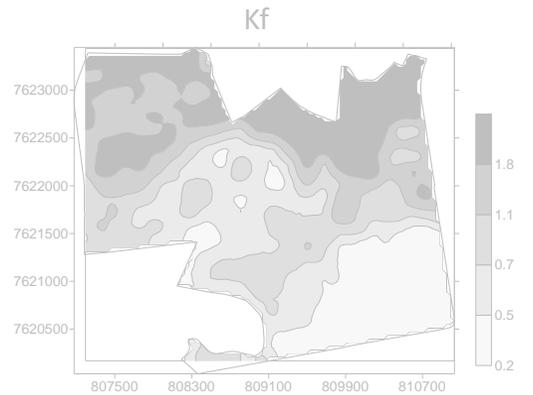
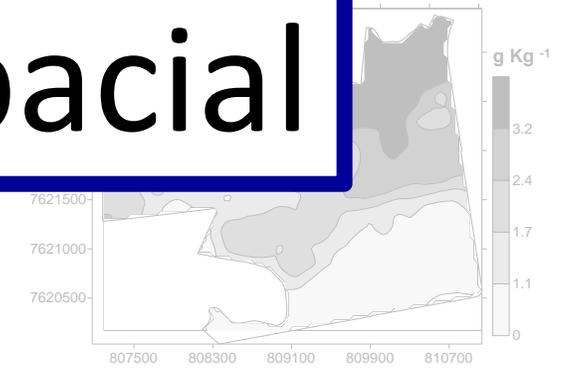
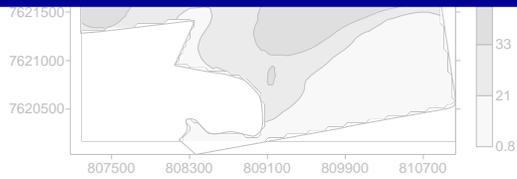
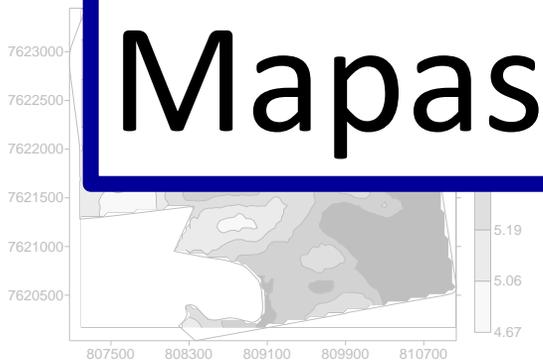
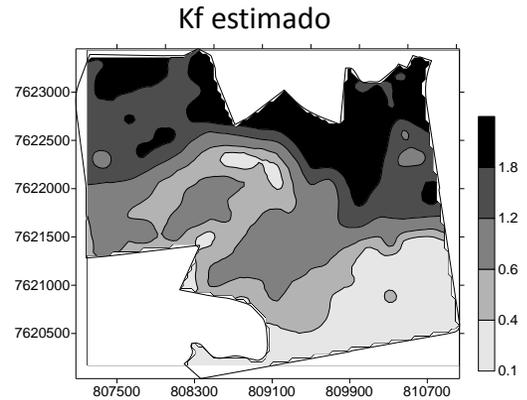
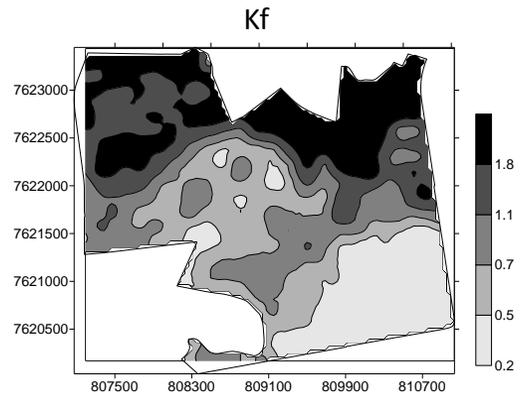
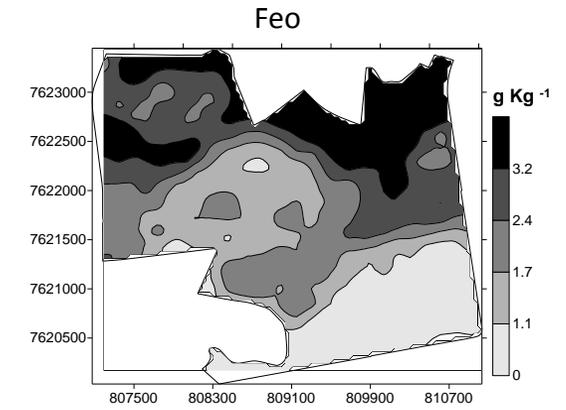
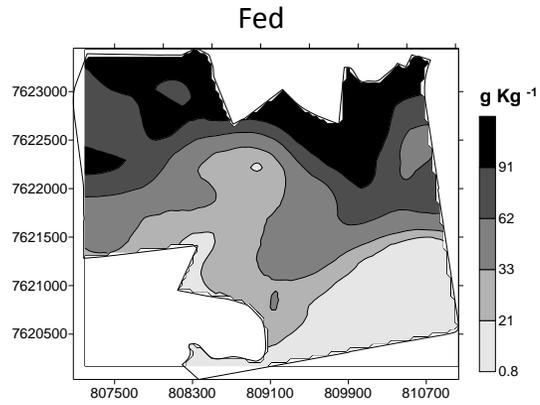
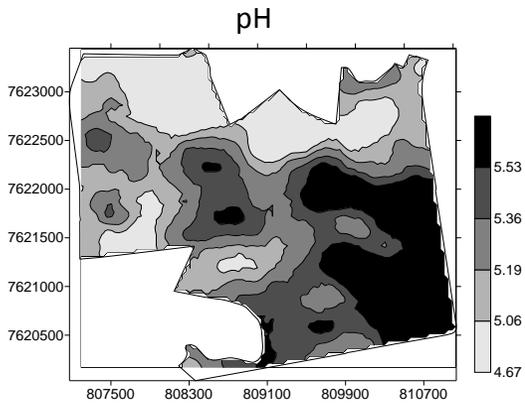
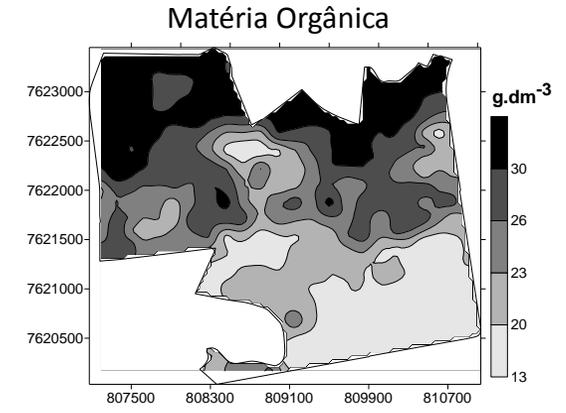
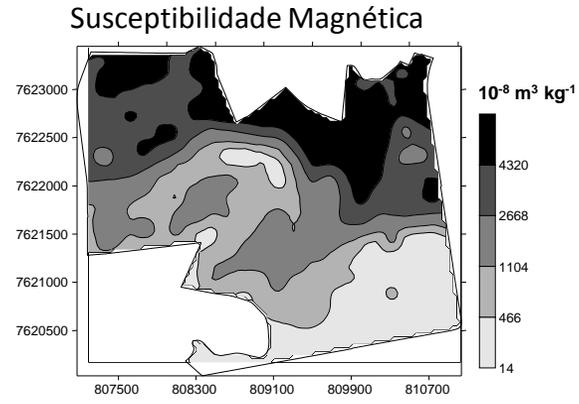
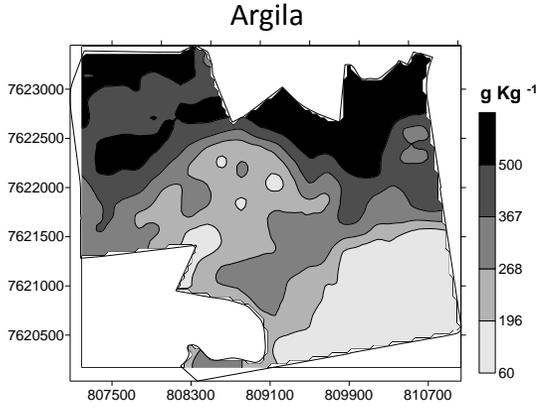


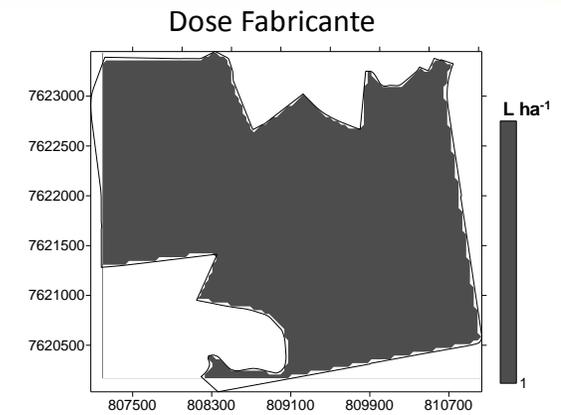
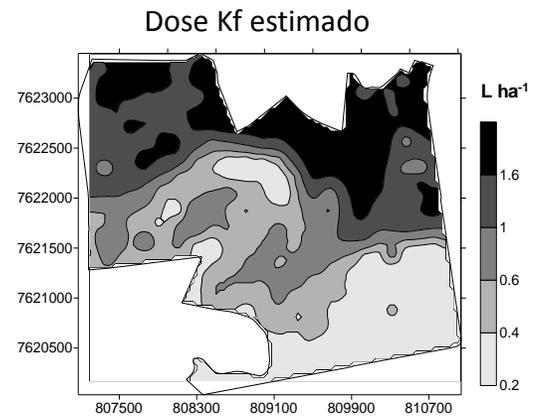
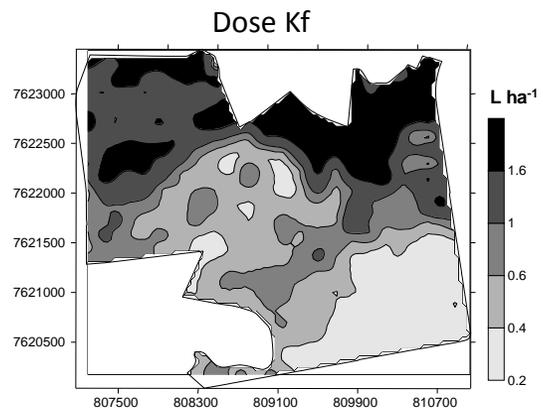
Figura 3. Modelo matemático e gráfico de regressão, entre o coeficiente de Freundlich para sorção do herbicida Imazaquim e a Suscetibilidade Magnética.



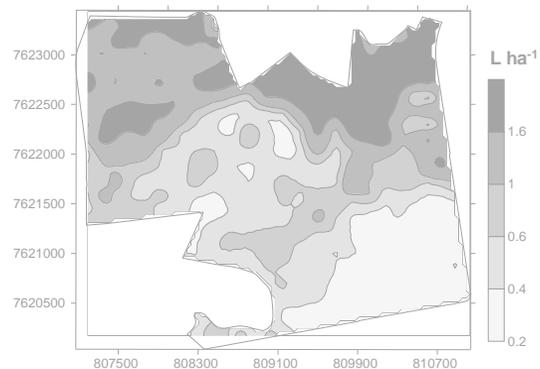
Mapas Padrão Espacial



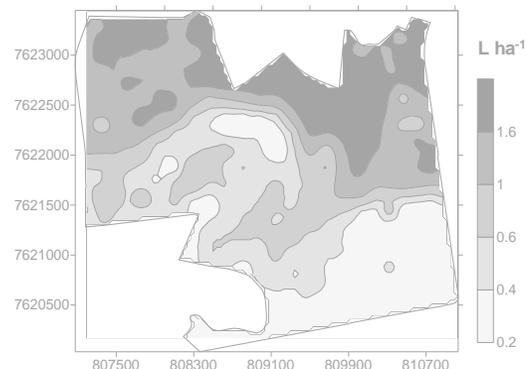




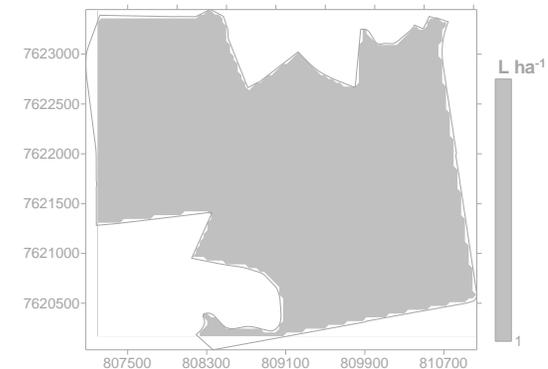
Dose Kf



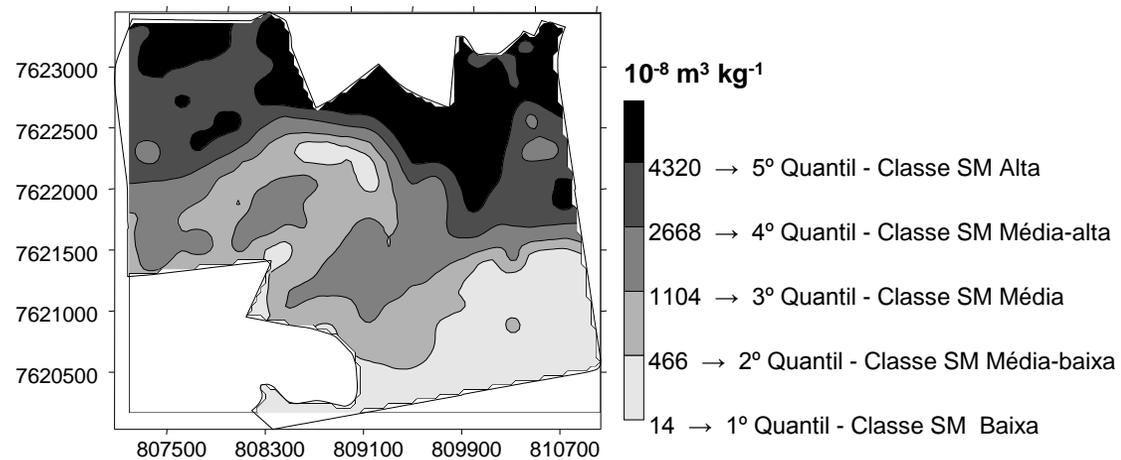
Dose Kf estimado



Dose Fabricante



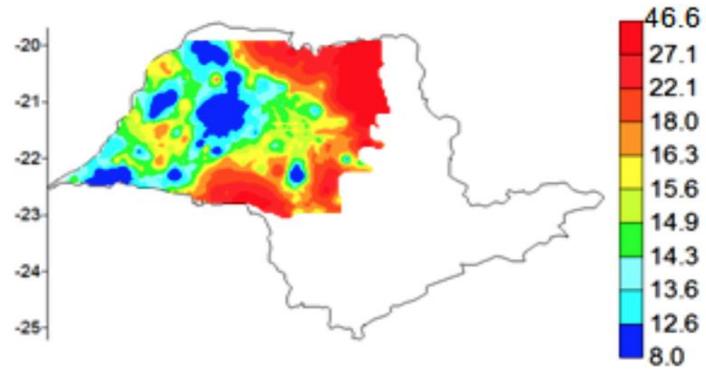
Assinatura Magnética



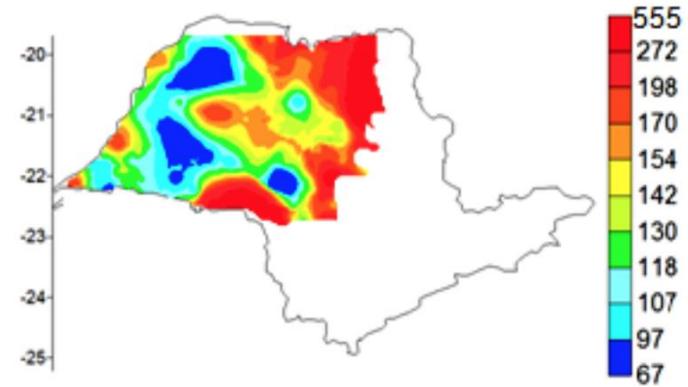
RESULTADOS E DISCUSSÃO



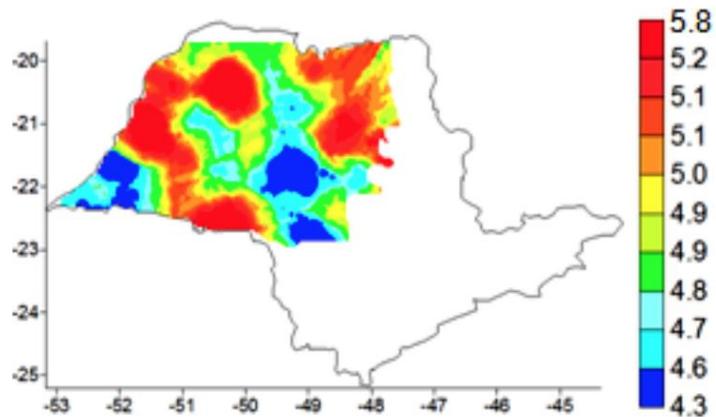
Matéria orgânica (g dm^{-3})



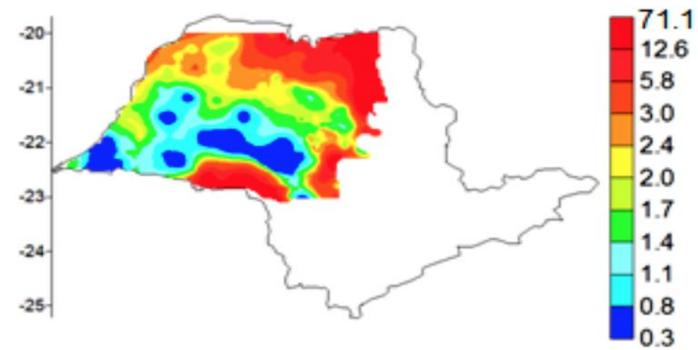
Teor de argila (g kg^{-1})



pH CaCl_2

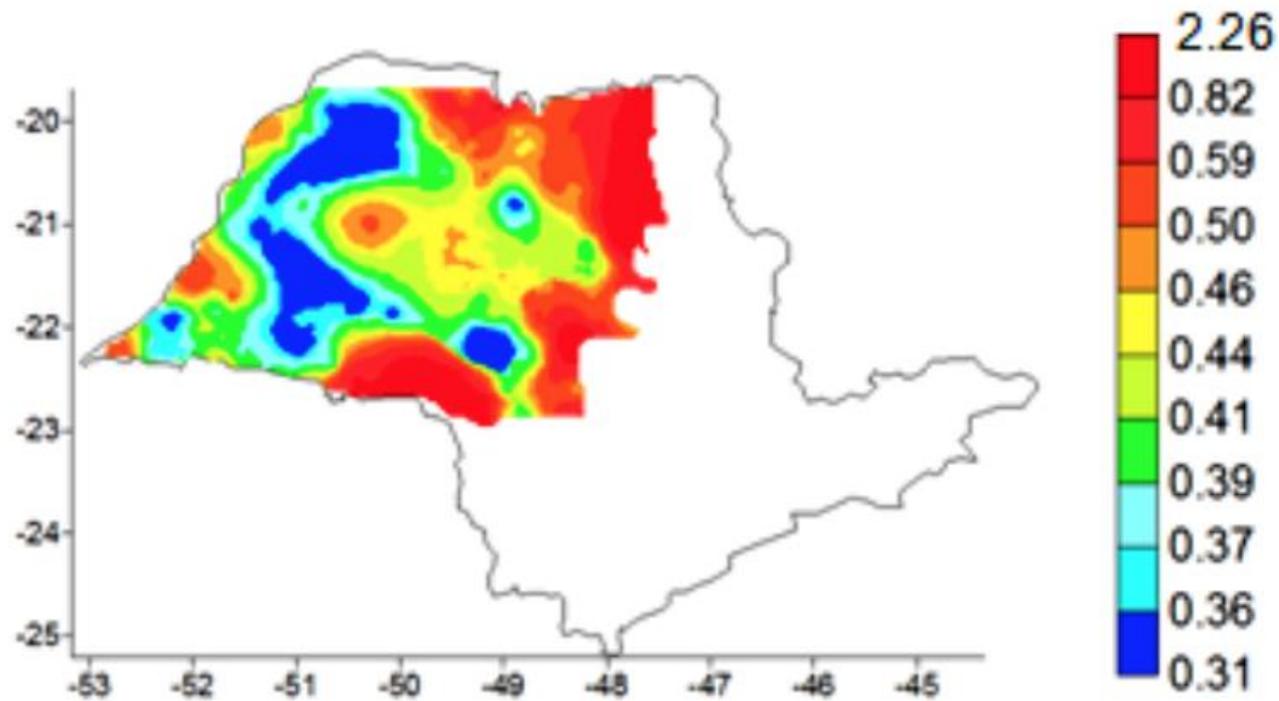


SM If ($10^{-6} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$)





Coef. Sorção Freundlich



CONCLUSÃO



1. A suscetibilidade magnética possibilita a quantificação indireta da sorção do herbicida imazquim
2. Solos com maior expressão magnética apresentam características de maior sorção do herbicida imazaquim
3. A suscetibilidade magnética pode auxiliar no mapeamento e na identificação de áreas com diferentes potenciais de aplicação de herbicidas

CONCLUSÃO



1. A suscetibilidade magnética possibilita a quantificação indireta da sorção do herbicida imazquim
2. Solos com maior expressão magnética apresentam características de maior sorção do herbicida imazaquim
3. A suscetibilidade magnética pode auxiliar no mapeamento e na identificação de áreas com diferentes potenciais de aplicação de herbicidas

CONCLUSÃO



1. A suscetibilidade magnética possibilita a quantificação indireta da sorção do herbicida imazquim
2. Solos com maior expressão magnética apresentam características de maior sorção do herbicida imazaquim
3. A suscetibilidade magnética pode auxiliar no mapeamento e na identificação de áreas com diferentes potenciais de aplicação de herbicidas

