



16 a 20  
outubro  
**2016**

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO

# Remineralizadores de solos como fontes de nutrientes ...e de CTC!

## Eder de Souza Martins

Geólogo, Dr. – Ciências do Solo e Geomorfologia

Pesquisador da Embrapa

Professor de Pós-Graduação da UnB

Bolsista de Produtividade do CNPq

[eder.martins@embrapa.br](mailto:eder.martins@embrapa.br)

61-3388 9803, 3388 9870



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



# Plano da Apresentação



16 a 20  
outubro  
**2016**

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO

- Conceitos
- Legislação e Normas
- Remineralizadores como fontes de nutrientes



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO





**16 a 20  
outubro  
2016**

**Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO**

Do início...

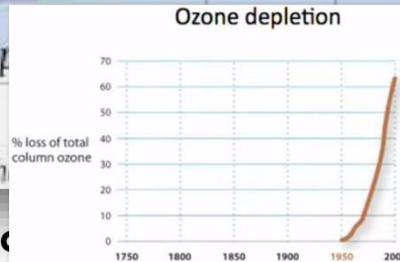
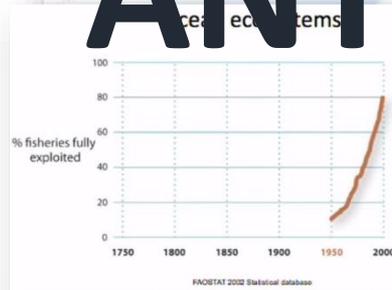
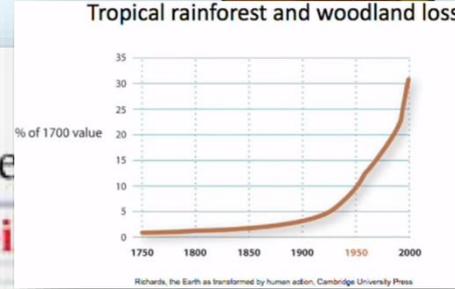
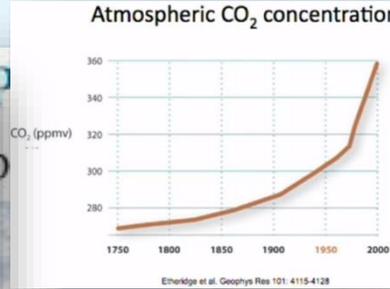
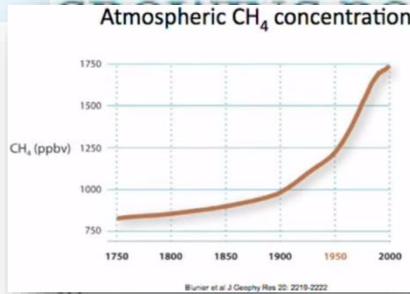




# O que acontece hoje?

16 a 20  
outubro  
2016

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO



# ANTROPOCENO!

Source: Population Division of the United Nations



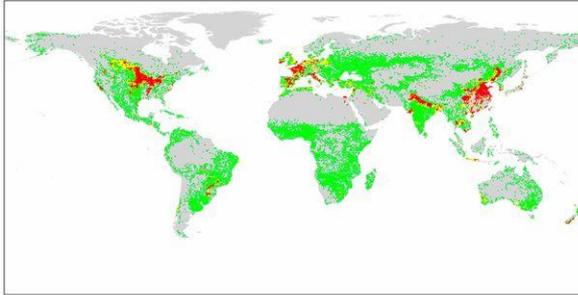
# Limites Planetários



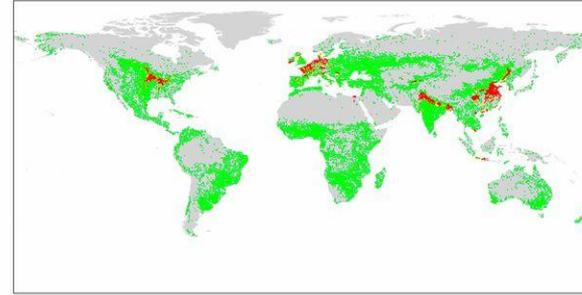
16 a 20  
outubro  
2016

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO

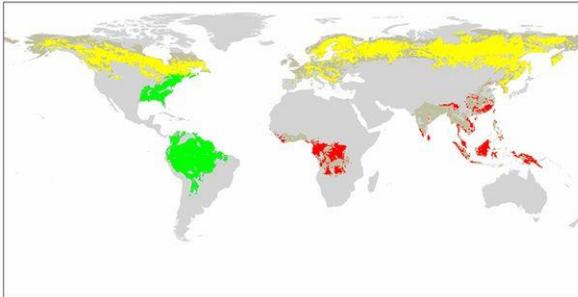
**A Phosphorus**



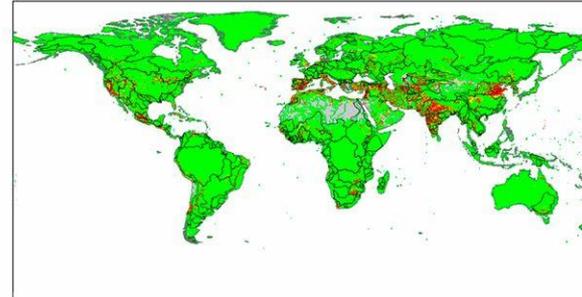
**B Nitrogen**



**C Land-system change**



**D Freshwater use**

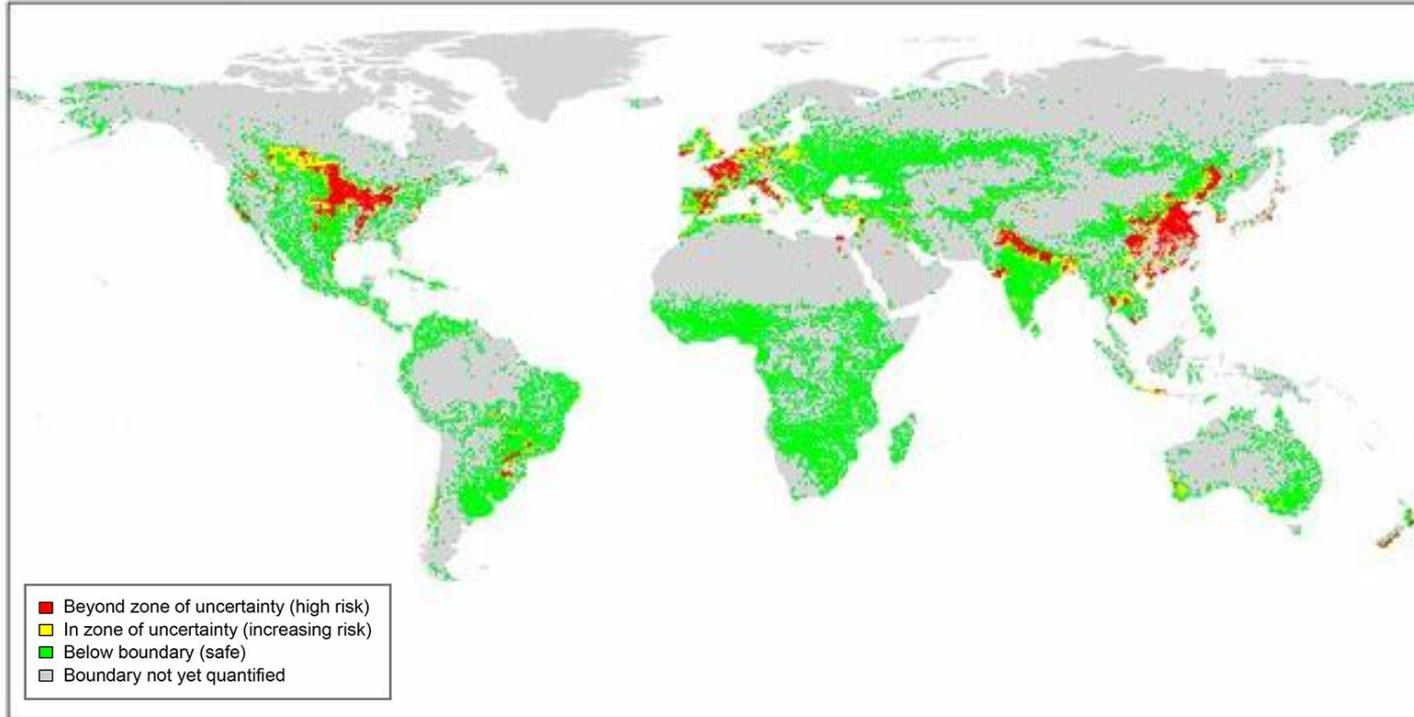


■ Beyond zone of uncertainty (high risk)    ■ In zone of uncertainty (increasing risk)    ■ Below boundary (safe)

Will Steffen et al. Science 2015;347:1259855



## A Phosphorus



Will Steffen et al. Science 2015;347:1259855

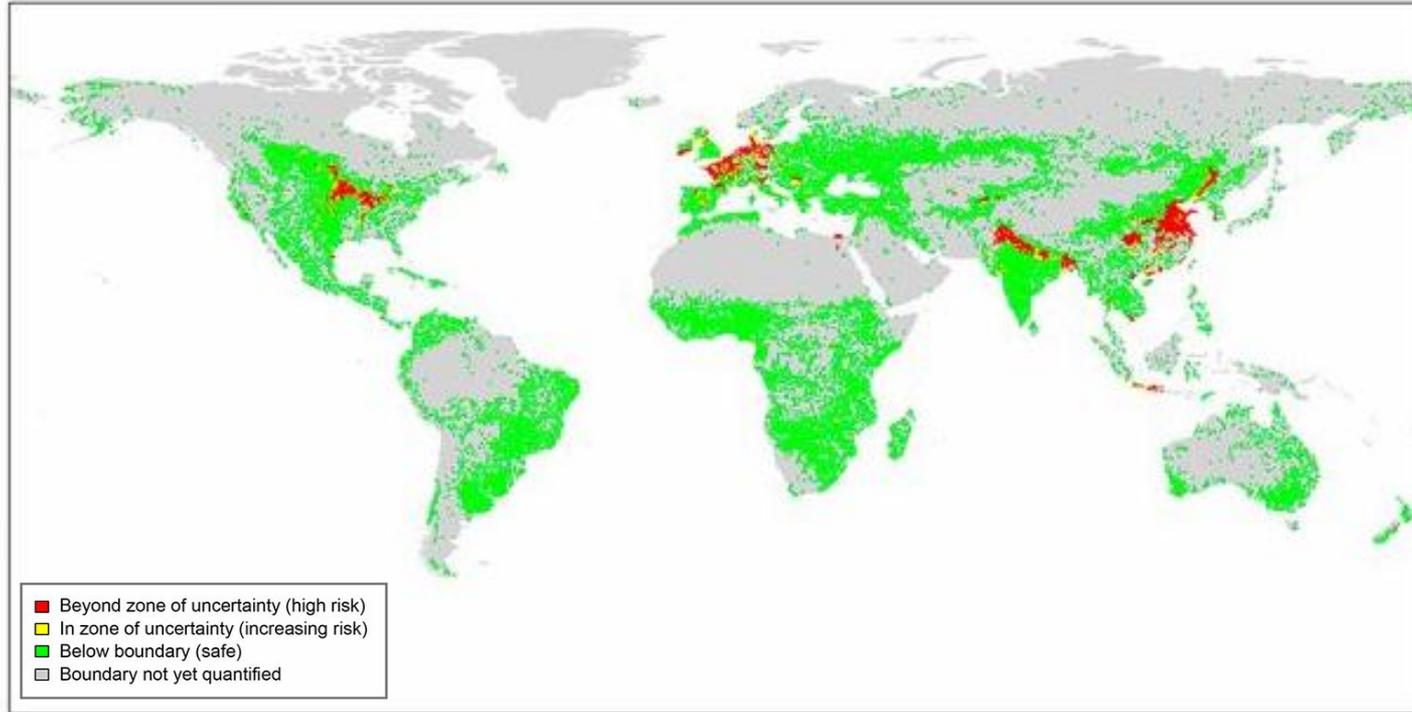


MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO





## B Nitrogen



Will Steffen et al. Science 2015;347:1259855



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



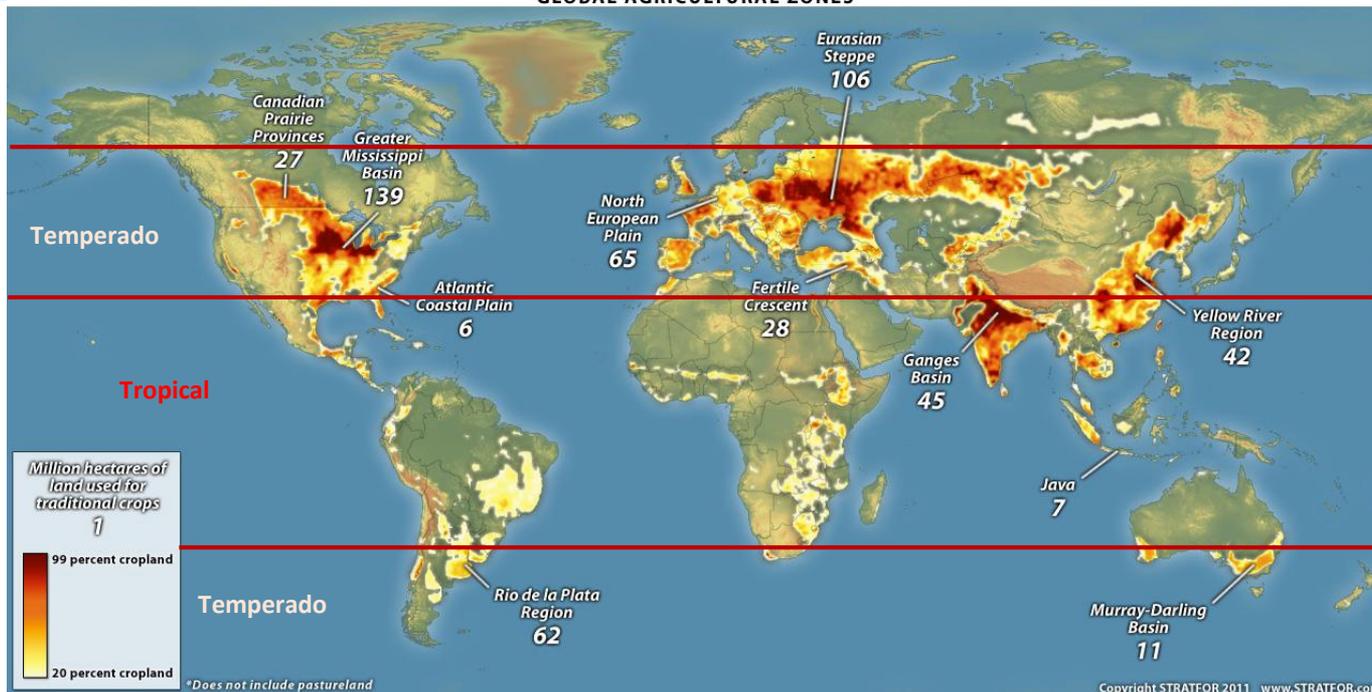
# Intensidade de Uso da Terra



16 a 20  
outubro  
2016

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO

## GLOBAL AGRICULTURAL ZONES



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



# Qualidade do Solo

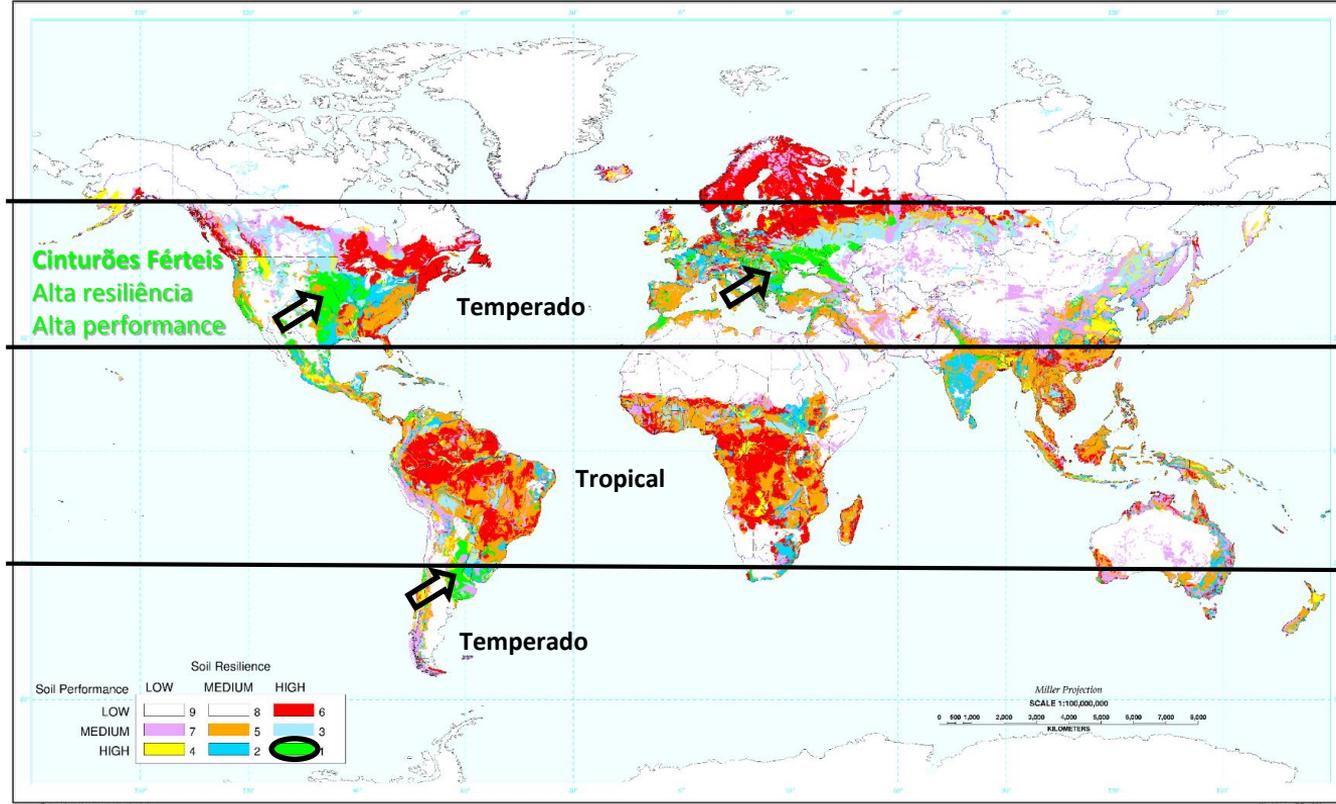


16 a 20  
outubro  
2016

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO

U.S. Dept. of Agriculture  
Natural Resources Conservation Service  
Soil Health Initiative  
World Soil Practices

## Inherent Land Quality Assessment



Country boundaries are not authoritative.



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



# Qualidade do Solo

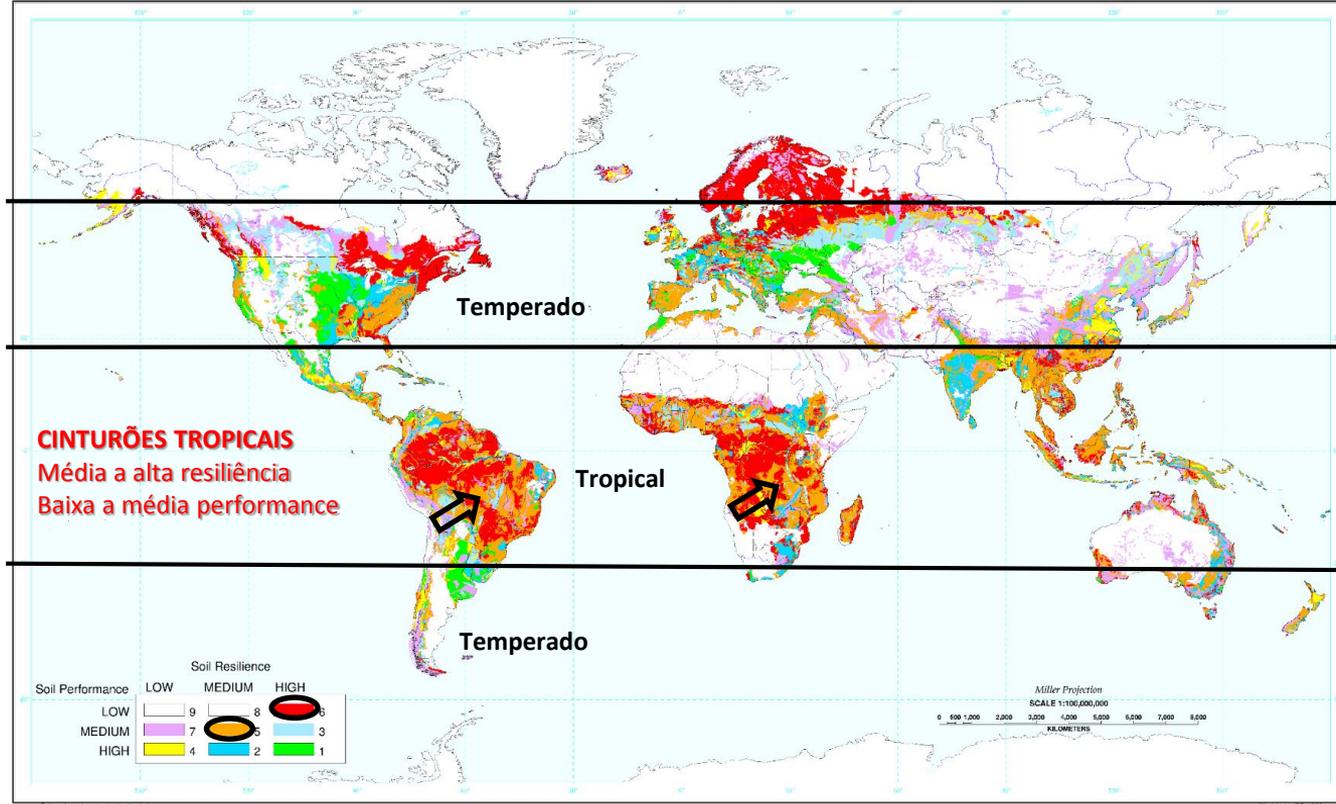


16 a 20  
outubro  
2016

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO

U.S. Dept. of Agriculture  
Natural Resources Conservation Service  
Soil Survey Center  
World Soil Parameters

## Inherent Land Quality Assessment



Country boundaries are not authoritative.

Washington DC, 1996



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



## Solo tropical antigo *vs.* Solo temperado jovem

### Composição química total de elementos maiores de solos agrícolas

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO
Oxisol (Brazil) <sup>1</sup>	39,18	33,10	7,52	0,02	<0,01	<0,01	0,01	2,27	0,02	<0,01
Kansas (EUA) <sup>2</sup>	79,90	10,70	2,29	0,88	1,23	1,68	2,62	0,71	na	0,04
Nanking (China) <sup>2</sup>	72,80	15,40	4,31	1,59	0,95	1,28	2,21	0,78	na	0,12
Kaiserstuhl (Ukraine) <sup>2</sup>	59,90	7,78	2,90	3,45	23,11	0,84	1,27	0,32	na	0,07
Switzerland <sup>3</sup>	71,00	13,87	1,93	0,36	1,23	3,93	3,84	0,32	na	0,04

10<sup>6</sup>-10<sup>7</sup> anos

10<sup>3</sup>-10<sup>4</sup> anos

### Composição química total de elementos traços de solos agrícolas

	Cu	Zn	Ni	Pb
Oxisol (Brazil) <sup>1</sup>	14,0	7,0	4,3	39,9
Kansas (EUA) <sup>2</sup>	10,0	44,0	11,0	11,0
Nanking (China) <sup>2</sup>	30,0	78,0	34,0	12,0
Kaiserstuhl (Ukraine) <sup>2</sup>	13,0	35,0	23,0	12,0

Fontes: 1. Dados Embrapa (Eder Martins); 2. Taylor et al. 1983. Geochemistry of loess 3. Egli et al. 2001. Weathering of soils on glacial deposits.

# Comparação entre Solos Agrícolas



16 a 20  
outubro  
2016

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO

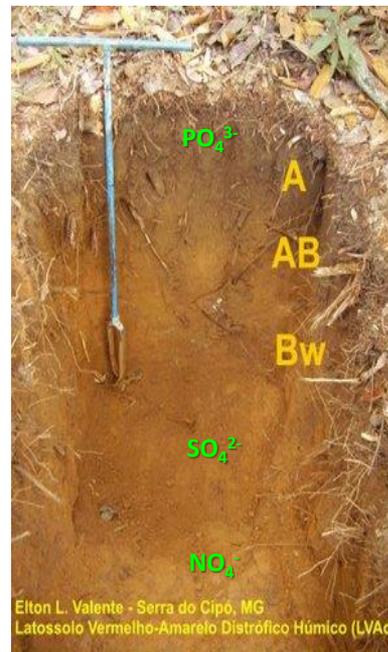
## Temperado



Anions:  $\text{SiO}_4^{-4}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$



## Tropical



Cations:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$



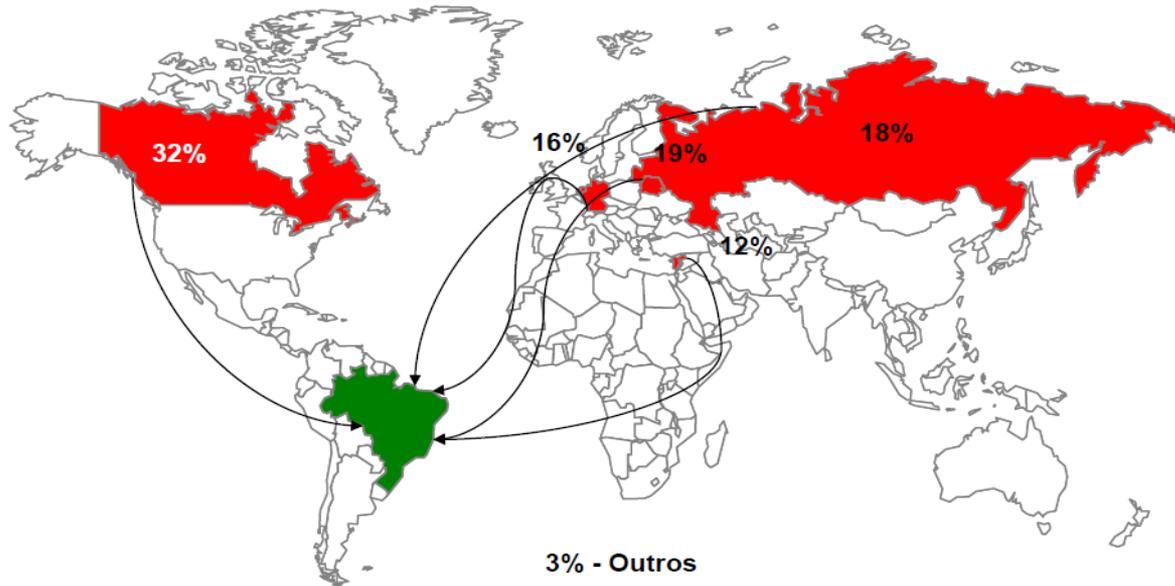
# Dependência de K



16 a 20  
outubro  
2016

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO

## Principais origens das importações brasileiras de potássio



Fonte: ANDA/IFA



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



## ROCHAGEM (ingl. *stonemeal*)

Uso de rochas cominuídas como condicionadores  
de solo e fontes de nutrientes para solos  
agrícolas

# Rochagem

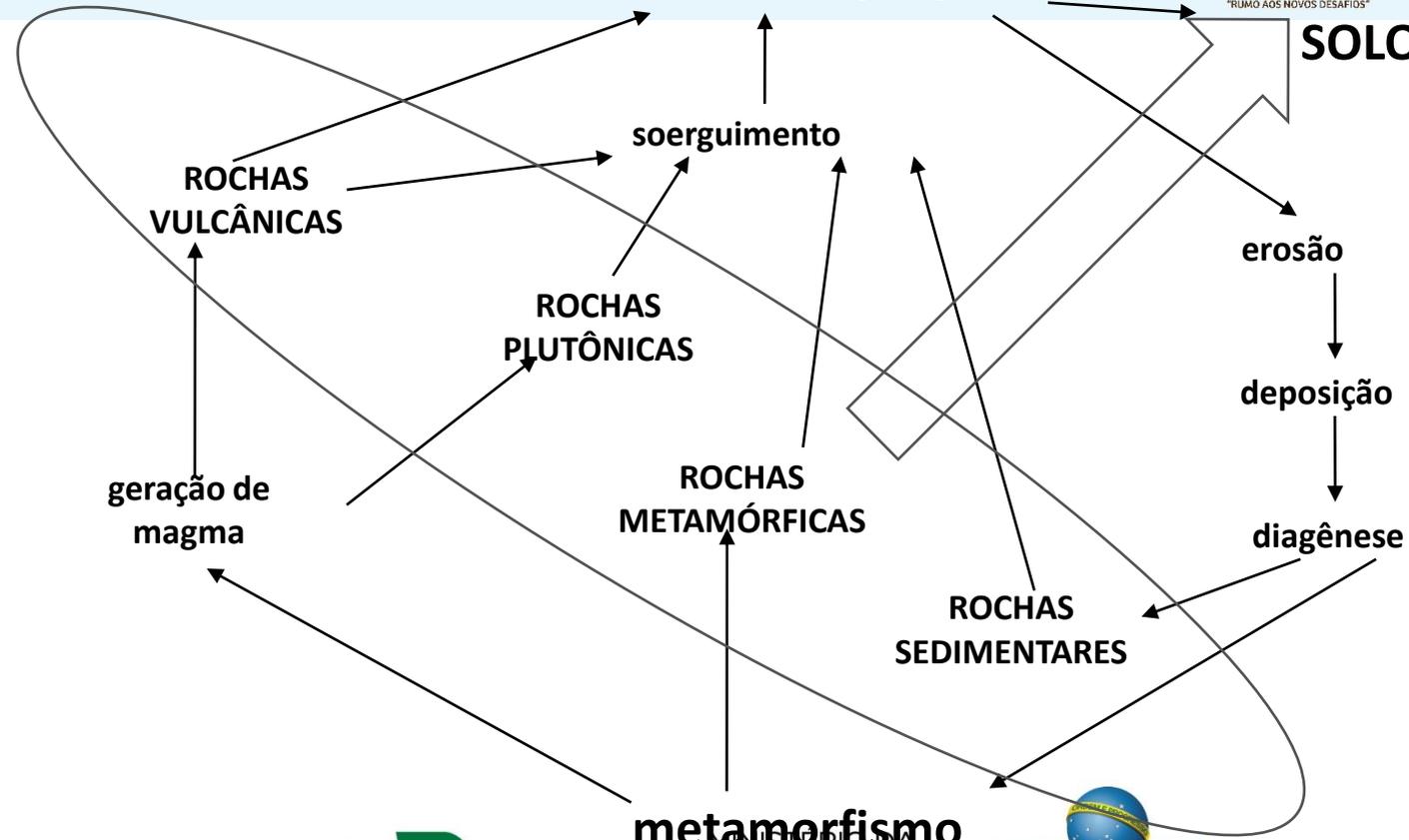


16 a 20  
outubro  
2016

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO

## INTEMPERISMO

## SOLOS AGRÍCOLAS



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO

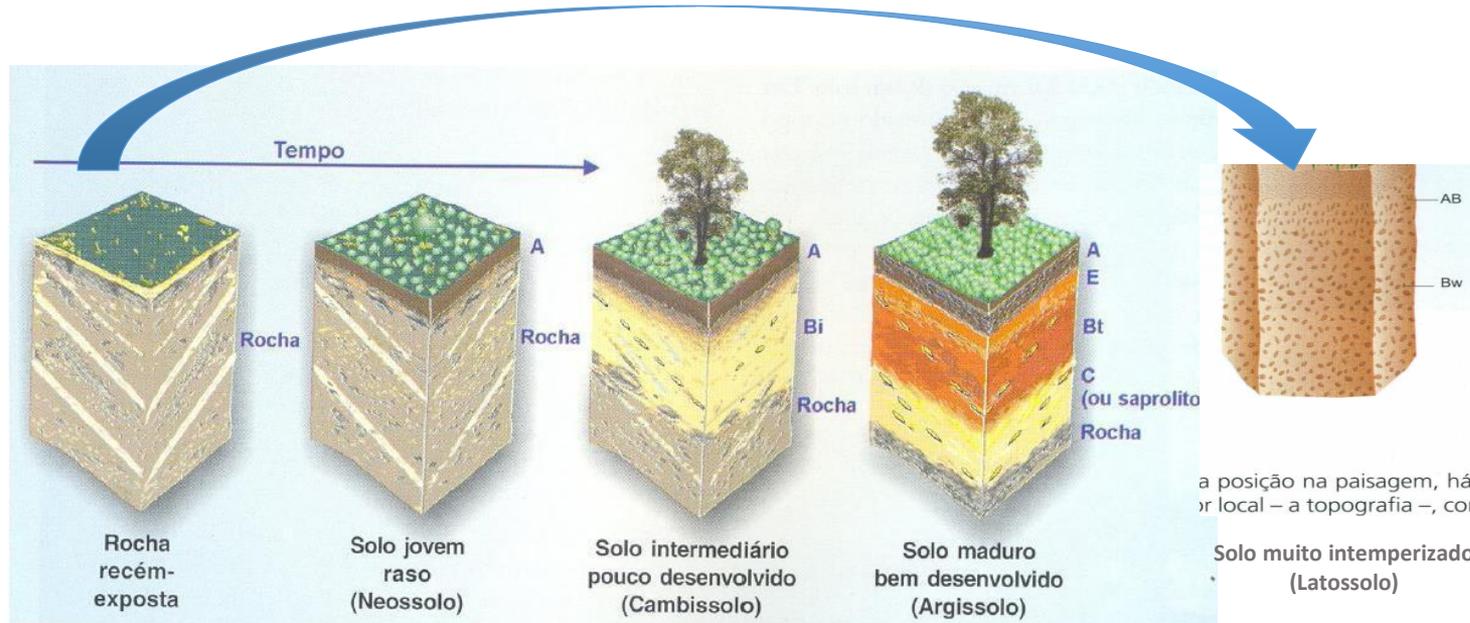


# Rochagem



16 a 20  
outubro  
2016

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO



a posição na paisagem, há,  
or local – a topografia –, cor

# Tipos de Agrominerais



16 a 20  
outubro  
2016

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO

Classe de ânion		Tipo de rochas*	Cations principais	Cobertura da crosta (% área) <sup>10</sup>	Solubilidade em água
Carbonato	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Calcário (sedimentar) <sup>1</sup>	Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup>	10,0	Baixa
		Carbonatito (ígneo) <sup>2</sup>			
		Mármore (metamórfico) <sup>3</sup>			
Sulfato	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Depósitos evaporíticos (sedimentar) <sup>4</sup>	Ca <sup>2+</sup>	0,0	Muito alta
Cloreto	Cl <sup>-1</sup>	Depósitos evaporíticos (sedimentar)	K <sup>+</sup>	0,0	Muito alta
Fosfato	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Fosforito (sedimentar) <sup>5</sup>	Ca <sup>2+</sup>	0,0	Baixa
		Foscorito (ígneo) <sup>6</sup>			
Silicato	SiO <sub>4</sub> <sup>4-</sup>	Sedimentar <sup>7</sup>	Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , K <sup>+</sup>	90,0	Muito baixa
		Ígneo <sup>8</sup>			
		Metamórfico <sup>9</sup>			



\*Exemplos de pesquisa com agrominerais *in natura*: <sup>1</sup>Sousa et al. (1989); <sup>2</sup>Andrade et al. (2002); <sup>3</sup>Raymundo et al. (2013); <sup>4</sup>Freire et al. (2014); <sup>5</sup>Chaves et al. (2013); <sup>6</sup>Resende et al. (2006); <sup>7</sup>Lopes (1971); <sup>8</sup>Mancuso et al. (2014); <sup>9</sup>Duarte et al. (2012).  
<sup>10</sup>Scoffin (1987).



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO

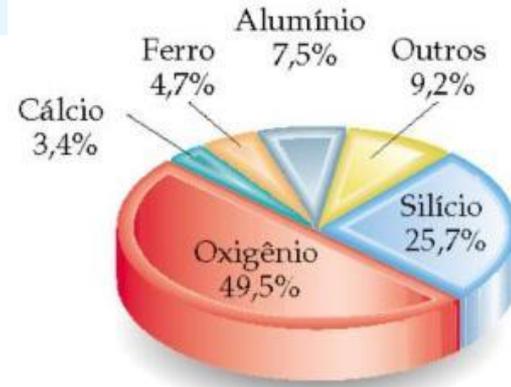
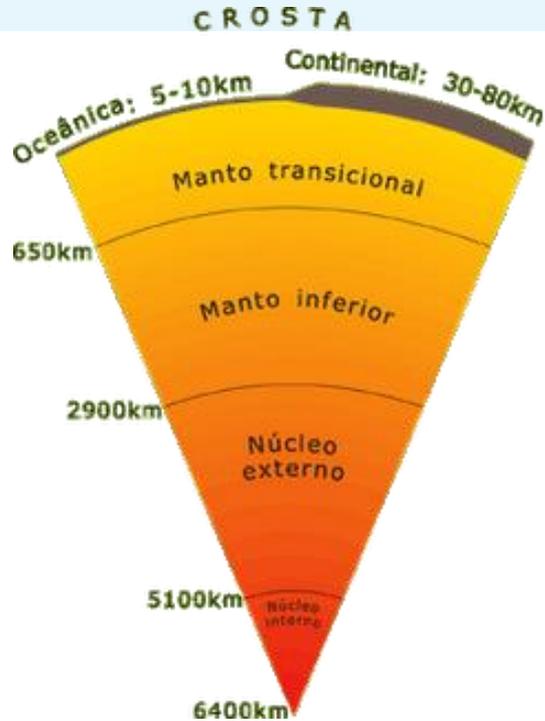


# Química Total



16 a 20  
outubro  
2016

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO



Crosta terrestre

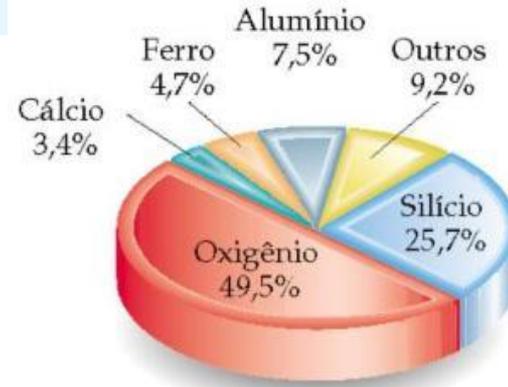
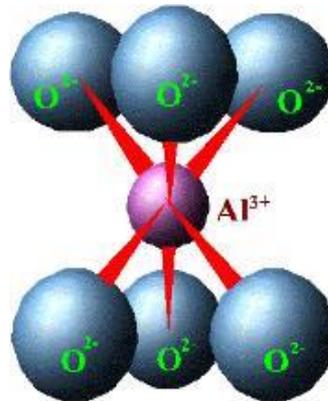
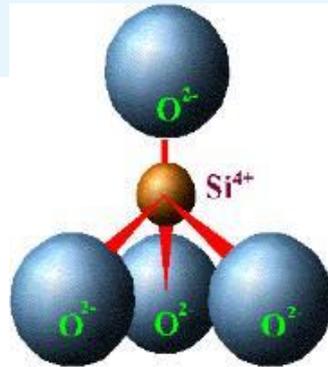
$$O + Si + Al = 82,7\%$$

# Química Total



16 a 20  
outubro  
2016

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO



Crosta terrestre

$$O + Si + Al = 82,7\%$$

# Dissolução de agrominerais no solo



16 a 20  
outubro  
2016

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO

## *Dissolução congruente*

Dissolução total; todos os componentes dissolvidos em água

Agromineral silicático	<input type="checkbox"/> Carbonato – $\text{CO}_4^{2-}$ , $\text{Ca}^{2+}$ e $\text{Mg}^{2+}$	}	<b>Dissolução congruente</b> Dissolução total
	<input type="checkbox"/> Cloreto – $\text{Cl}^-$ e $\text{K}^+$		
	<input type="checkbox"/> Sulfato – $\text{SO}_4^{2-}$ e $\text{Ca}^{2+}$ ( $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{K}^+$ )		
	<input type="checkbox"/> Silicato – $\text{H}_3\text{SiO}_4^-$ e $\text{Ca}^{2+}$ ( $\text{Mg}^{2+}$ )	}	<b>Dissolução incongruente</b> Dissolução parcial
	<input type="checkbox"/> Aluminossilicato - $\text{H}_3\text{SiO}_4^-$ e $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{K}^+$		

## *Dissolução incongruente*

Dissolução parcial de  $\text{H}_3\text{SiO}_4^-$  e  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ; formação de argilominerais 2:1;

Alta CTC e elevada carga negativa permanente



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO

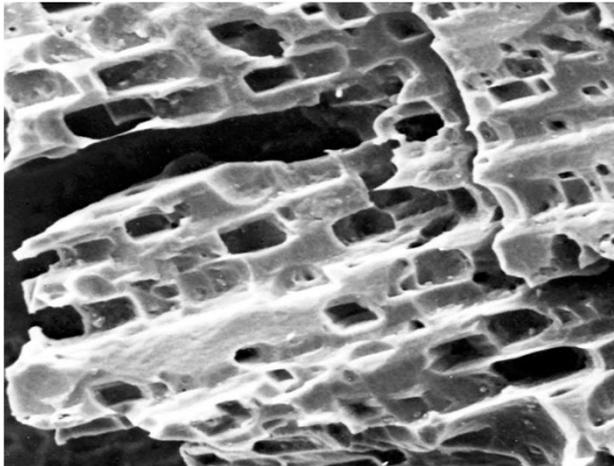


# Processos de Intemperismo

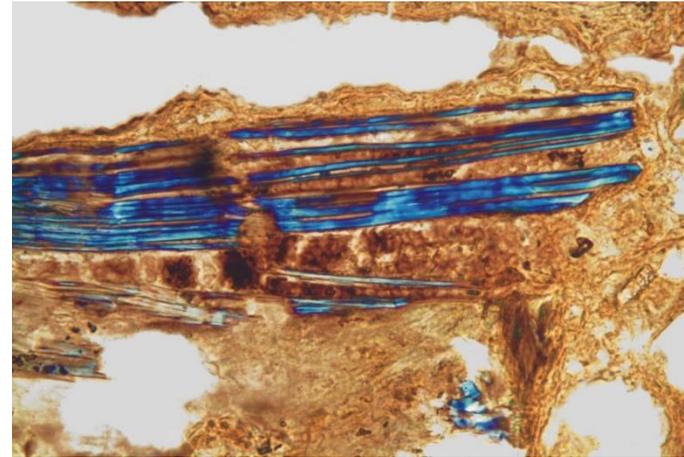


16 a 20  
outubro  
2016

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO



Dissolução Total  
Insumos convencionais



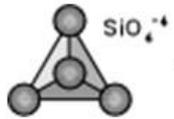
Dissolução Parcial + Formação de Argila  
Agrominerais silicáticos

# Estabilidade VS Estrutura Cristalina

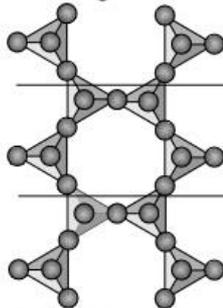
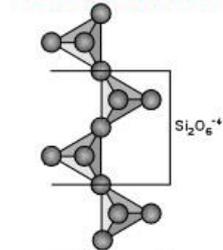
20  
pro  
L6

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO

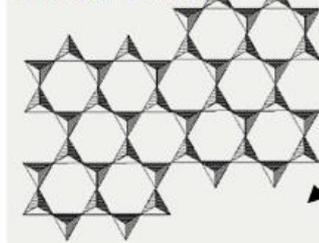
**nesossilicatos**



**inossilicatos**



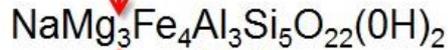
**filossilicatos**



olivina



piroxênio



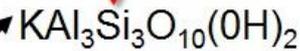
anfíbólio



biotita



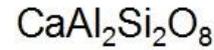
feldspato K



muscovita



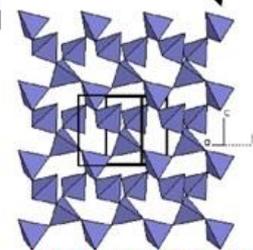
quartzo



anortita



albita



**tectosilicatos**

# Estabilidade dos Minerais



16 a 20  
outubro  
2016

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO

Energia livre de Gibbs de dissolução por hidrólise ( $-\Delta G_{sol}$ ) dos principais minerais formadores de rochas silicáticas. Os menores valores são relativos aos minerais mais estáveis.

Mineral de rocha	Composição química	Classe mineral	$-\Delta G_{sol}$ (kJ mol <sup>-1</sup> )
<i>Quartzo</i> <sup>1</sup>	SiO <sub>2</sub>	Tectossilicato	-261
<i>Ortoclásio</i> <sup>1</sup>	KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	Tectossilicato	13,7
<i>Albita</i> <sup>1</sup>	NaAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	Tectossilicato	65,6
<i>Muscovita</i> <sup>1</sup>	KAl <sub>2</sub> (AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub> )(OH) <sub>2</sub>	Filossilicato	178
<i>Biotita</i> <sup>2</sup>	K(Mg) <sub>2</sub> (AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub> )(OH) <sub>2</sub>	Filossilicato	368,7
<i>Anortita</i> <sup>1</sup>	CaAl <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	Tectossilicato	478
<i>Anfibolio</i> <sup>1</sup>	Ca <sub>2</sub> Mg <sub>4</sub> Al(Al <sub>8</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>22</sub> )(OH) <sub>2</sub>	Inossilicato	495
<i>Piroxênio</i> <sup>1</sup>	CaMgAlSiO <sub>3</sub>	Inossilicato	537
<i>Olivina</i> <sup>1</sup>	(Mg) <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>	Nesossilicato	977

<sup>1</sup>Wieland et al. (1988); <sup>2</sup>Tardy e Duplay (1992)

## AGROMINERAL SILICÁTICO

Agromineral derivado de minerais silicáticos  
como matéria prima para condicionadores  
de solo e fontes de nutrientes

# Biointemperismo



**FERTBIO 2016**  
"RUMO AOS NOVOS DESAFIOS"

**16 a 20**  
**outubro**  
**2016**

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO



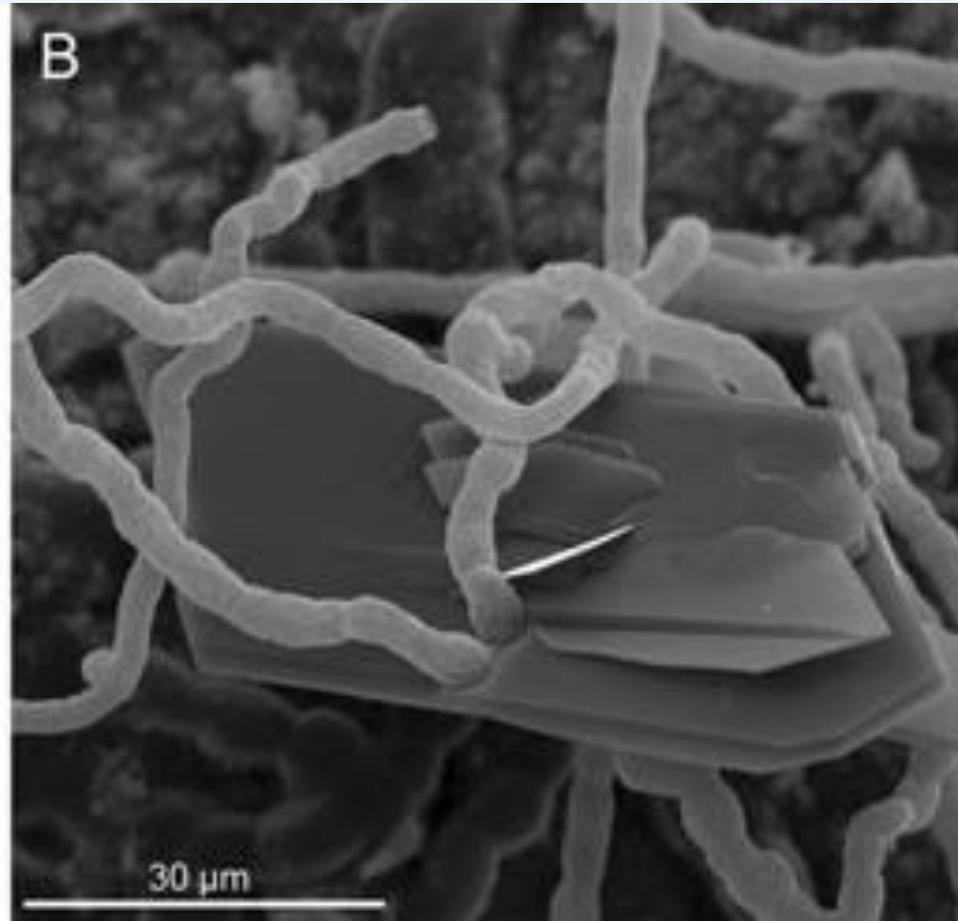
# Biointemperismo



16 a 20  
outubro  
2016

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO

**Fonte:** Bonneville et al (2011) Tree-mycorrhiza Symbiosis accelerate mineral weathering. *Geoch. Cosmoch. Acta*, 75:6988-7005



APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY, Feb. 2006, p. 1258–1266  
0099-2240/06/\$08.00+0 doi:10.1128/AEM.72.2.1258–1266.2006  
Copyright © 2006, American Society for Microbiology. All Rights Reserved.

Vol. 72, No. 2

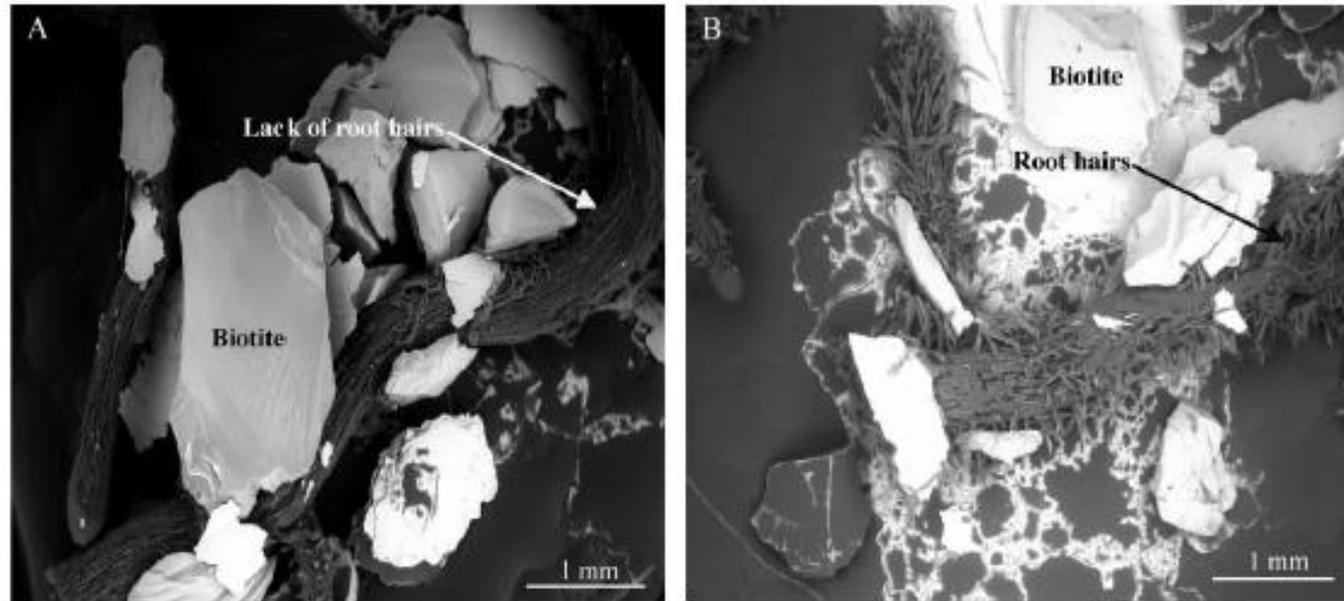


FIG. 5. Low-vacuum SEM photography of a noninoculated root (A) and a root inoculated with the bacterial strain PML1(12), which presents many root hairs (B).

# Papel na Indução da Rizosfera

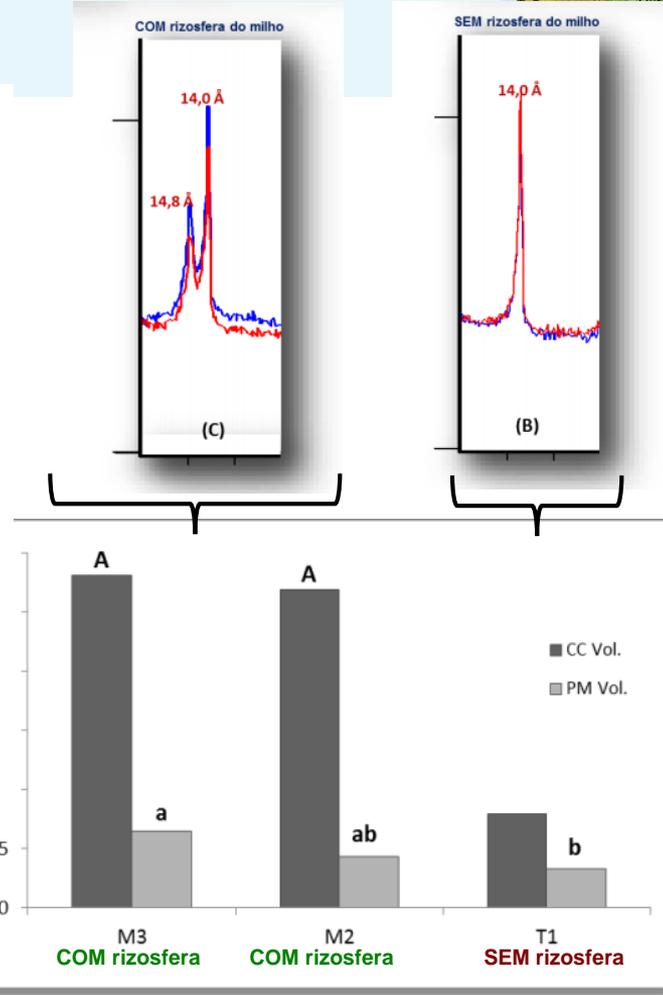
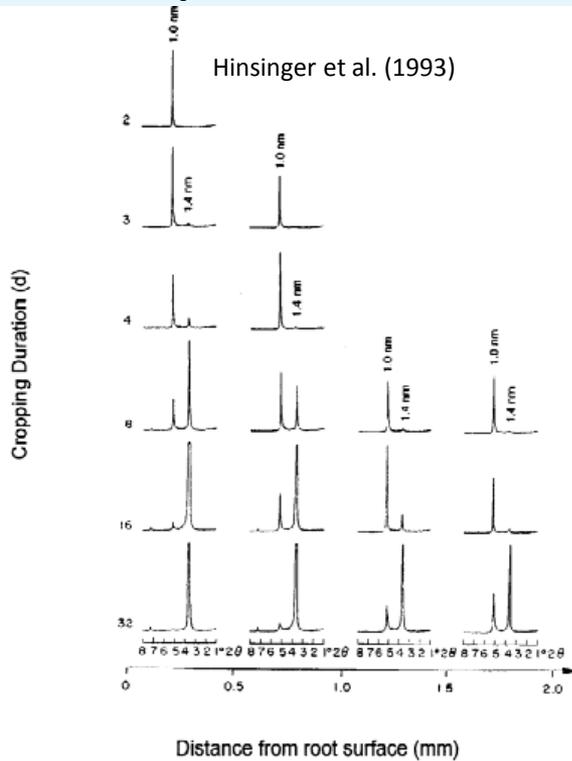


16 a 20  
outubro  
2016

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO



## Biointemperismo da biotita



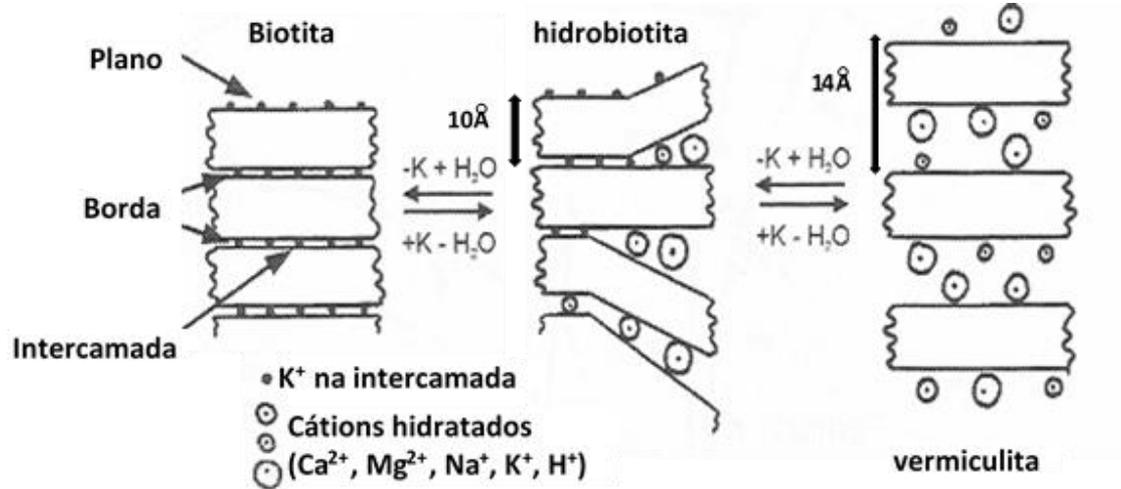
# Biointemperismo



16 a 20  
outubro  
2016

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO

Biotita  $\Rightarrow$  Vermiculita + K + Si + Mg + Fe



Fonte: Van Straaten (2007)

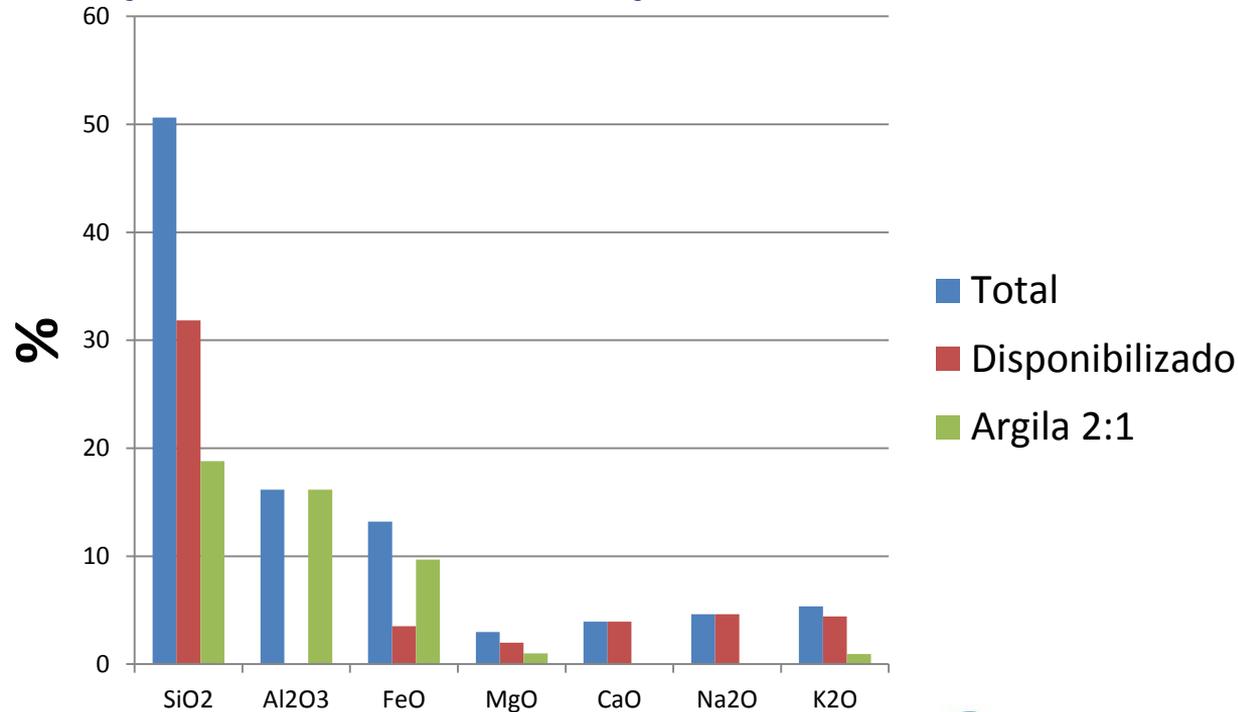
# Biointemperismo



16 a 20  
outubro  
2016

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO

## ✓ Disponibilização de nutrientes e formação de novos minerais

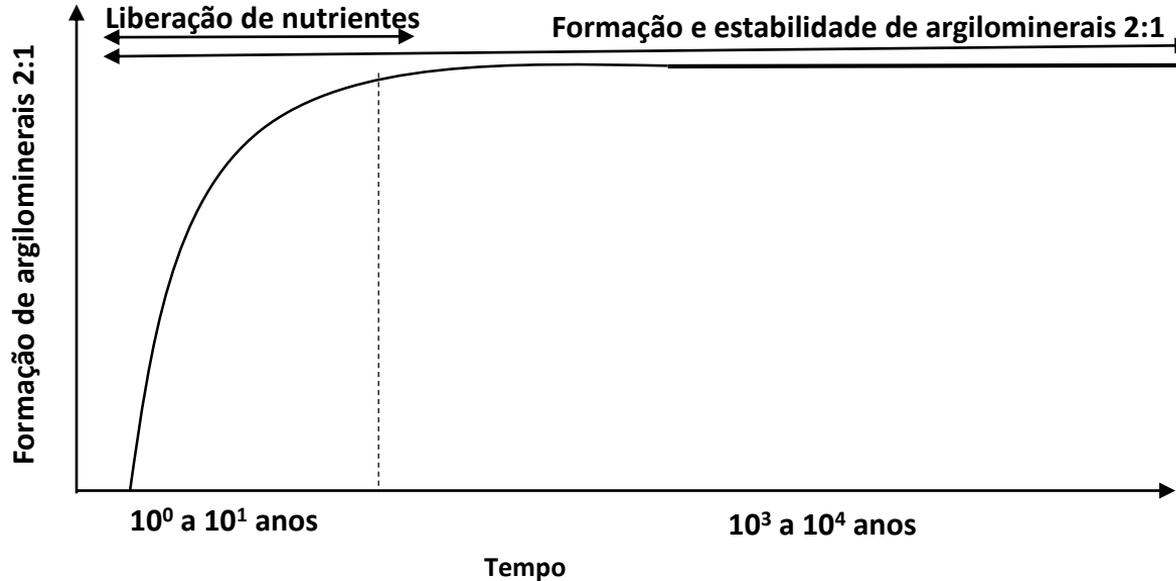


# Biointemperismo



16 a 20  
outubro  
2016

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO



# Biointemperismo



16 a 20  
outubro  
2016

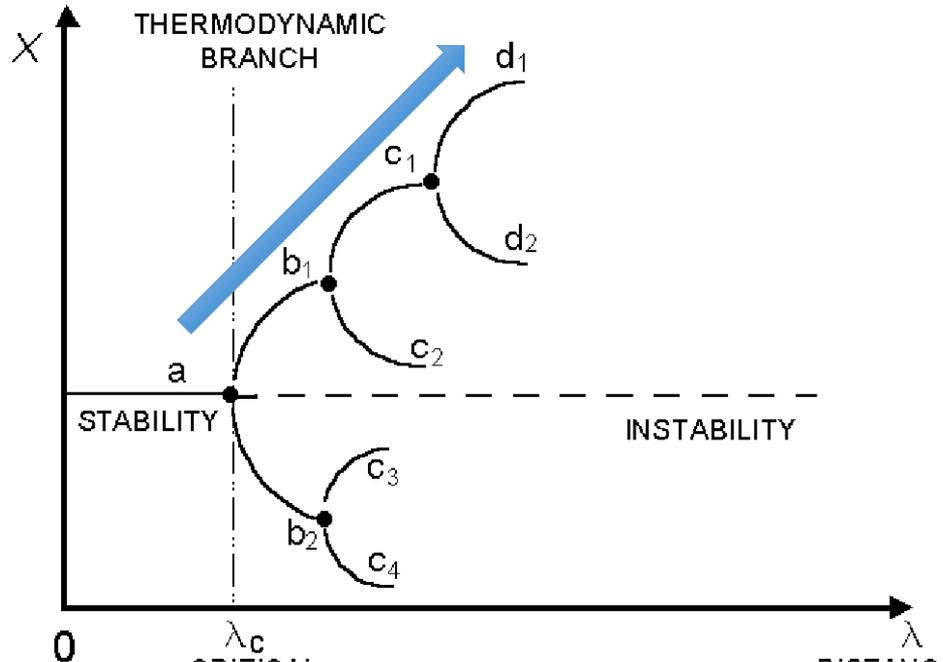
Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO

**Biotita**  
fase sólida



**Vermiculita**  
fase sólida (CTC)

**+ K +Si +Mg +Fe**  
em solução (nutrientes)



Ingegnoli, V. (2002). Landscape Ecology: A Widening Foundation. Springer-Verlag, ISBN 3-540-42743-0, Berlin, Heidelberg, New York.

# Biointemperismo



16 a 20  
outubro  
2016

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO

**Tabela 2** – Capacidade de troca de cátions (CTC) de constituintes de solos de clima temperado e tropical.

Material	CTC ( $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ )
<i>Matéria orgânica do solo</i> <sup>1</sup>	100-300
<i>Vermiculita</i> <sup>1</sup>	80-150
<i>Esmectita</i> <sup>1</sup>	60-100
<i>Illita</i> <sup>1</sup>	15-25
<i>Caulinita</i> <sup>1</sup>	2-8
<i>Biocarvão</i> <sup>2, 3</sup>	10-70

1. Van Straaten (2007); 2. Gaskim et al. (2008); 3. Mukherjee et al. (2011)

1 ton de biotita ( $420 \text{ g mol}^{-1}$ ) gera 1,2 ton de vermiculita ( $500 \text{ g mol}^{-1}$ )

1 ton de biotita fornece 100 kg de  $\text{K}_2\text{O}$

Considerando 1 ton e a CTC de  $100 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ , teremos um input de  $0,1 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  no solo na camada de 0-10 cm



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



# Papel duplo dos agrominerais silicáticos



16 a 20  
outubro  
2016

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO

## Condicionador do solo

- Aumenta CTC pela formação de argilominerais 2:1
- Aumenta o pH do solo
- Diminui o Al trocável do solo
- Aumenta a eficiência de uso de nutrientes
- Diminui a perda de nutrientes
- Estimula a atividade biológica do solo e das raízes das plantas cultivadas

## Fertilizante

- Disponibiliza **K**, Ca, Mg, Si, Fe, Mn, Ni, Zn, Cu, Se, Mo...



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



## Lei 12.890/2013

Todo material de origem mineral que tenha sofrido apenas redução e classificação de tamanho por processos mecânicos e que altere os índices de fertilidade do solo por meio da adição de macro e micronutrientes para as plantas, bem como promova a melhoria das propriedades físicas ou físico-químicas ou da atividade biológica do solo.

## REMINERALIZADOR DE SOLO

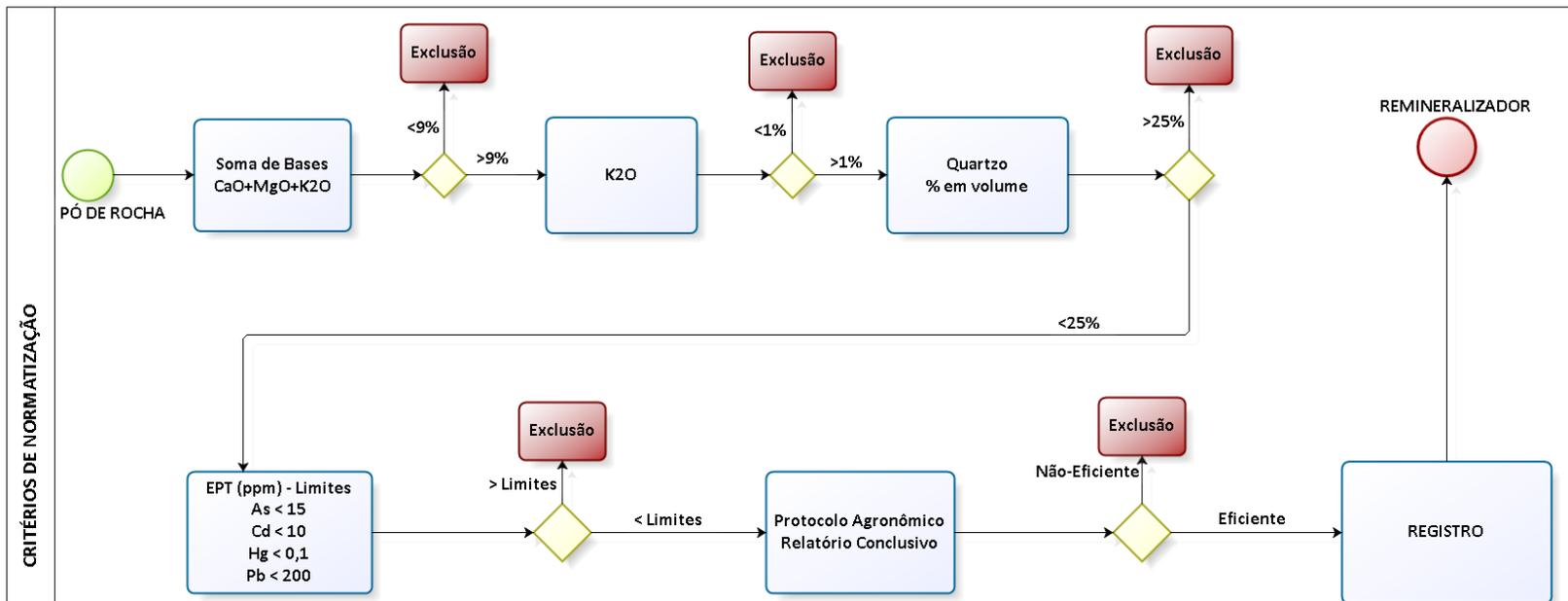
IN 05 e IN 06/2016 publicado em 14/03/2016 altera  
a Instrução Normativa Nº 14, de 15 de dezembro  
de 2004 de substratos e inclui os remineralizadores

# Critérios para Registro no MAPA



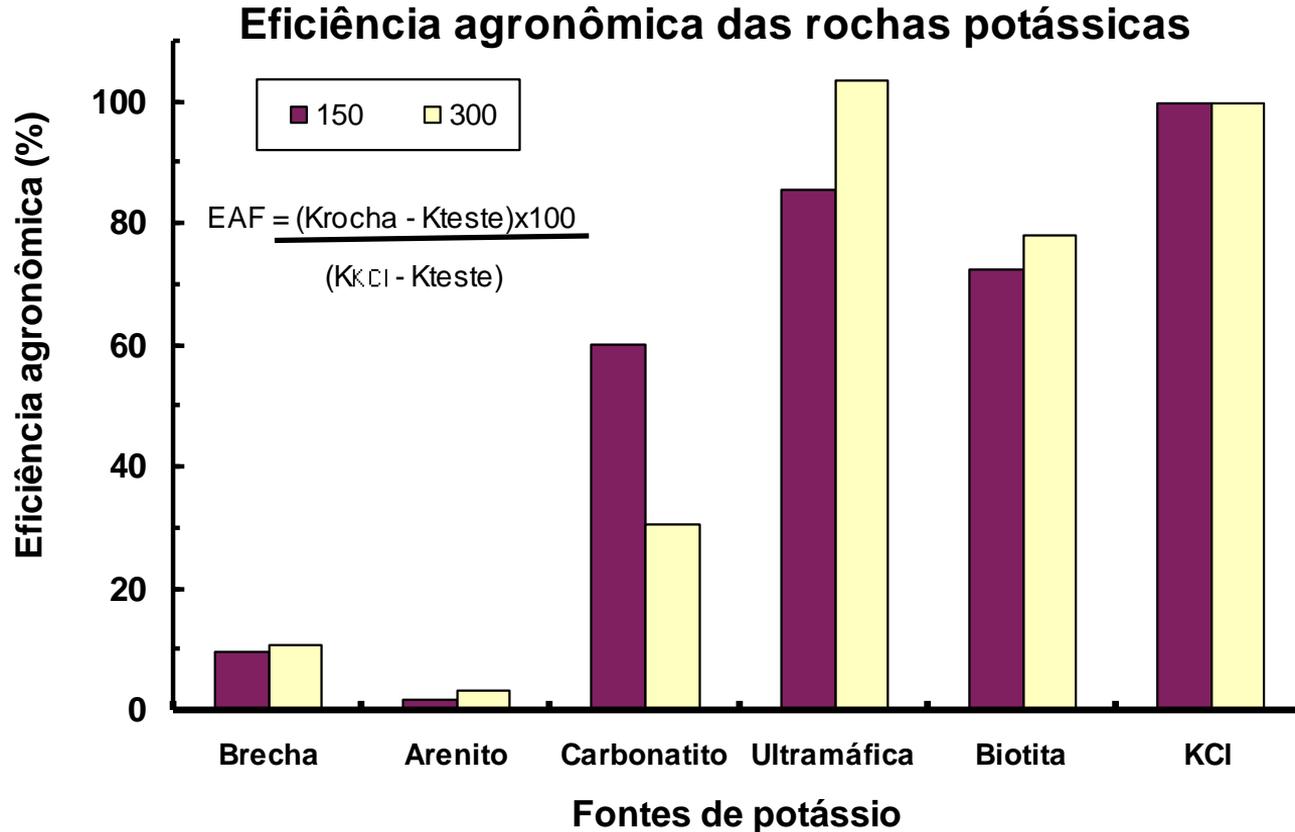
16 a 20  
outubro  
2016

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO



## FLUXOGRAMA – Etapas de avaliação para registro

1. Soma de bases – mínimo 9%
2.  $K_2O$  – mínimo 1%
3. Quartzo – máximo 25%
4. Limites máximos de EPT em ppm (As<15, Cd<10, Hg<0,1, Pb<200)
5. Protocolo agrônômico (avaliação da eficiência agrônômica)



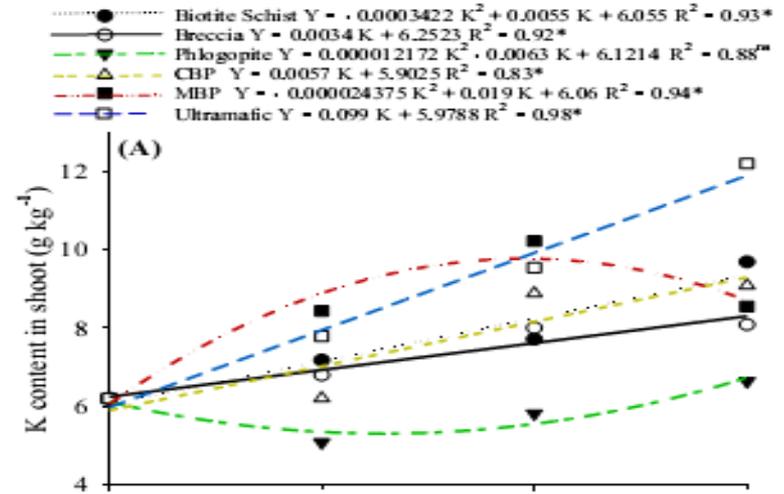
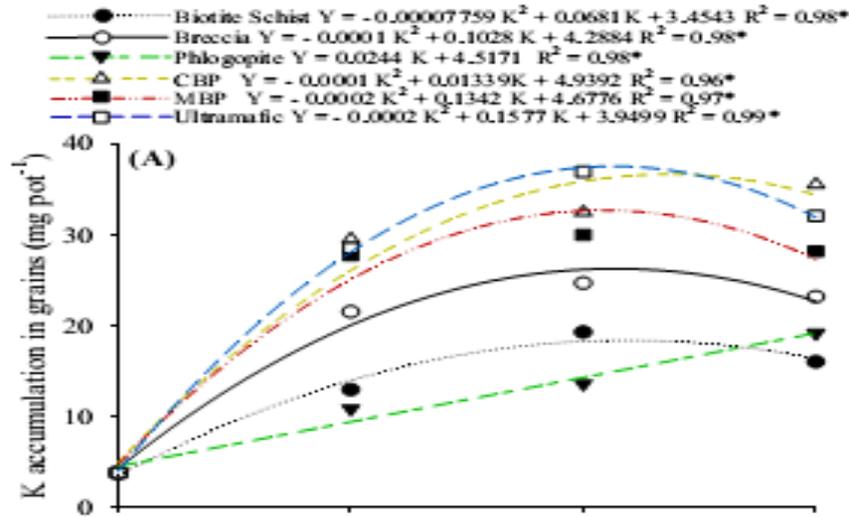
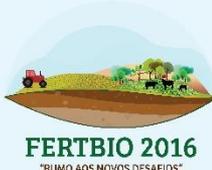


Table 1. Total content of K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, CaO, MgO, Cu, Zn and Ni in crushed rocks<sup>1</sup>.

Rock	K <sub>2</sub> O <sup>(2)</sup>	Na <sub>2</sub> O <sup>(2)</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>(2)</sup>	CaO <sup>(2)</sup>	MgO <sup>(2)</sup>	Cu <sup>(3)</sup>	Zn <sup>(3)</sup>	Ni <sup>(3)</sup>
	Percent (%)			Milligram per kilogram (mg kg <sup>-1</sup> )				
Breccia	2.18	0.31	0.94	9.03	7.09	59.9	128.7	73.9
Ultramafic	3.10	1.71	1.22	13	18.50	87.4	113.1	651.9
CBP <sup>(4)</sup>	3.39	1.62	0.19	3.19	3.88	437.5	123.0	2.8
MBP <sup>(5)</sup>	11.80	0.72	0.42	3.58	0.70	816.8	28184	380.3
Biotite Schist	2.07	0.86	0.06	5.27	13.8	9.9	290.5	146.4
Phlogopite	7.71	0.16	0.2	0.98	22.89	9.1	902.7	1425.2

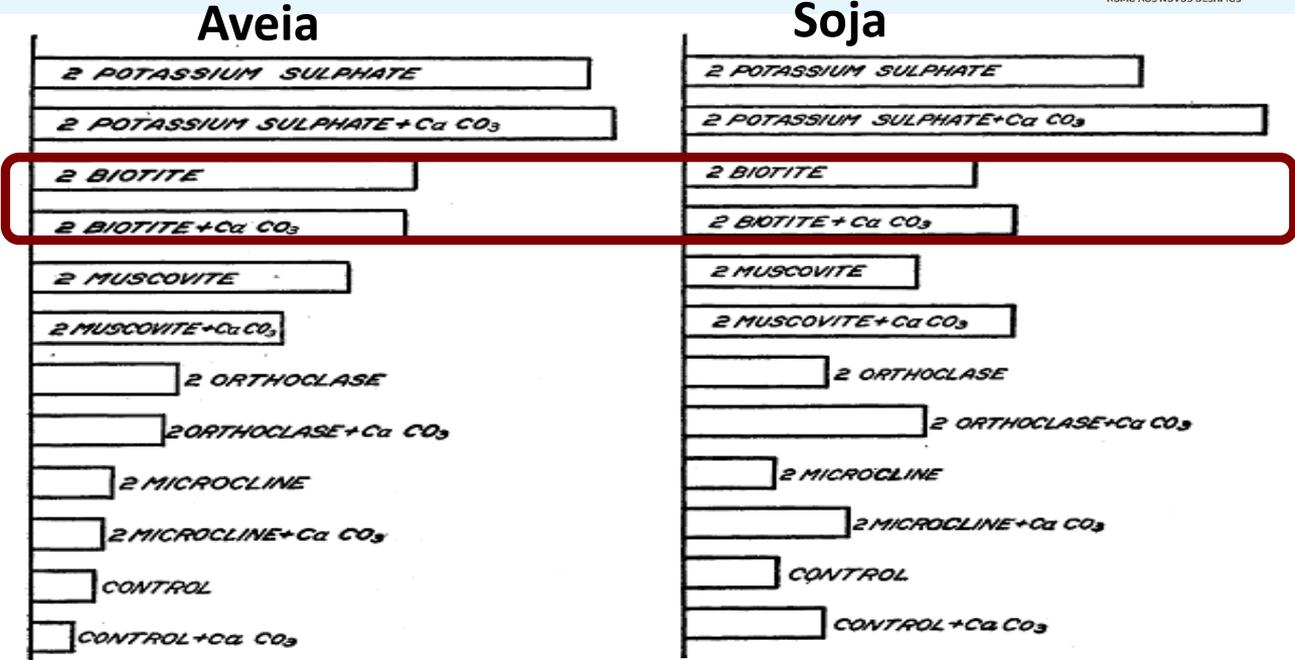
<sup>(1)</sup> Rocks crushed at 0.3 mm in this analysis; <sup>(2)</sup> method 4A and 4B of Acmelab (Canada) Laboratory which has as principle the sample fusion in lithium metaborate/tetraborate; <sup>(3)</sup> Method 3052 USEPA (1996); <sup>(4)</sup> Chapada byproduct; <sup>(5)</sup> mining byproduct.

# Avaliação do biotita xisto como fertilizante potássico



16 a 20  
outubro  
2016

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO



Plummer (1918) Availability of potash in some common soil-forming minerals - Effect of lime upon potash absorption by different crops. *Journal of Agricultural Research*, 14(8), 297–317.



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



# Avaliação do biotita xisto como fertilizante potássico

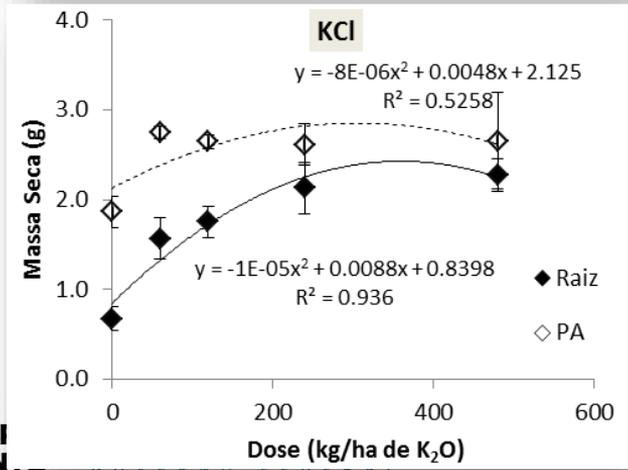
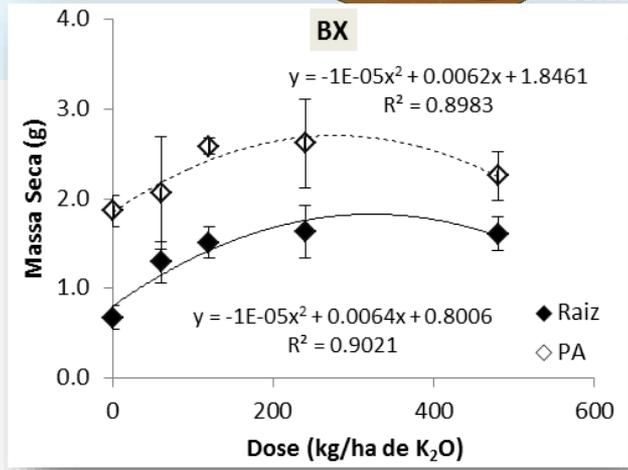
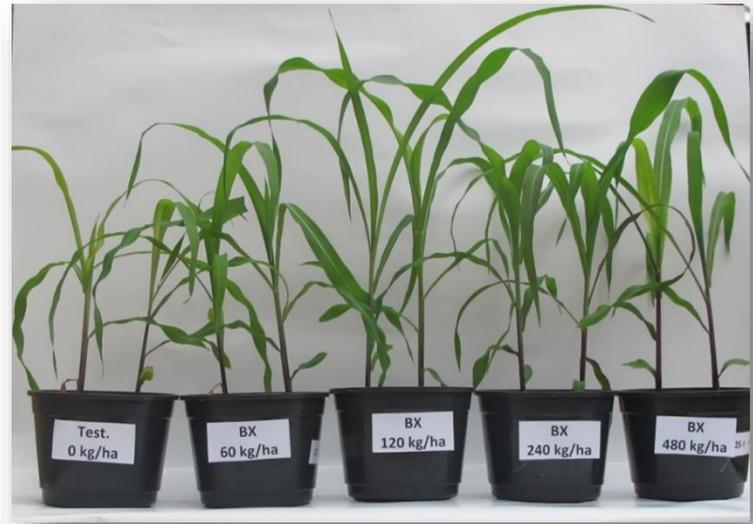


16 a 20  
outubro

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO

6

Experimento casa de vegetação (2013)



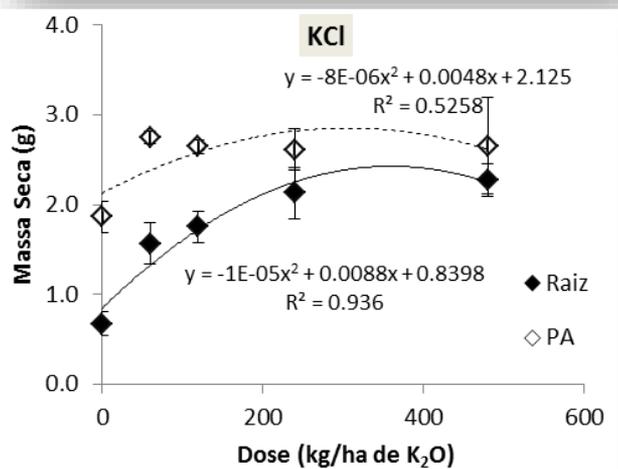
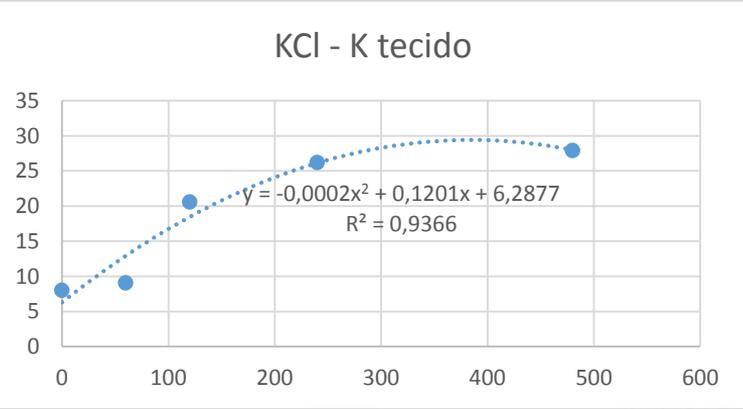
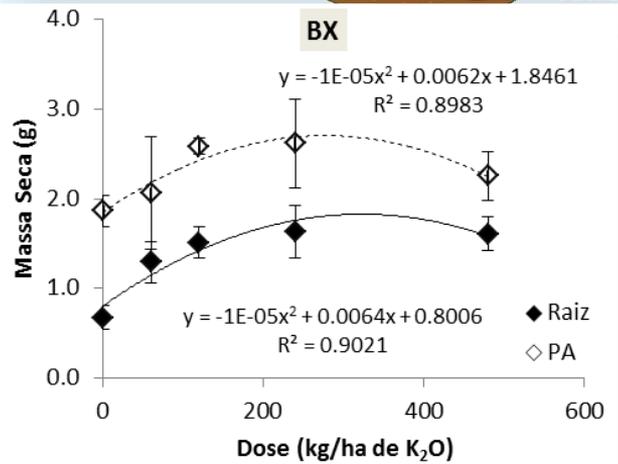
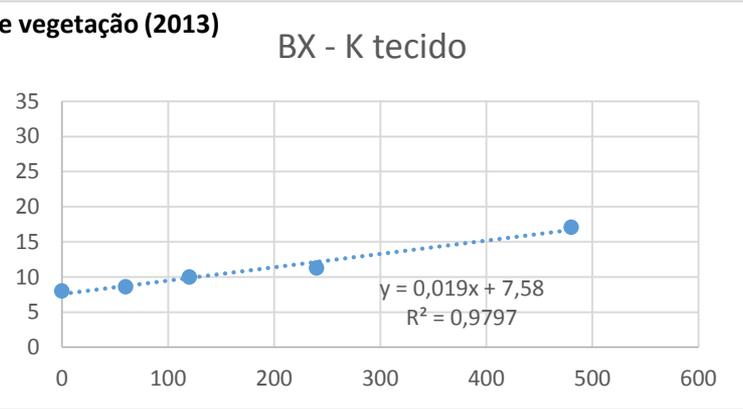
# Avaliação do biotita xisto como fertilizante potássico



16 a 20  
outubro  
6

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO

Experimento casa de vegetação (2013)



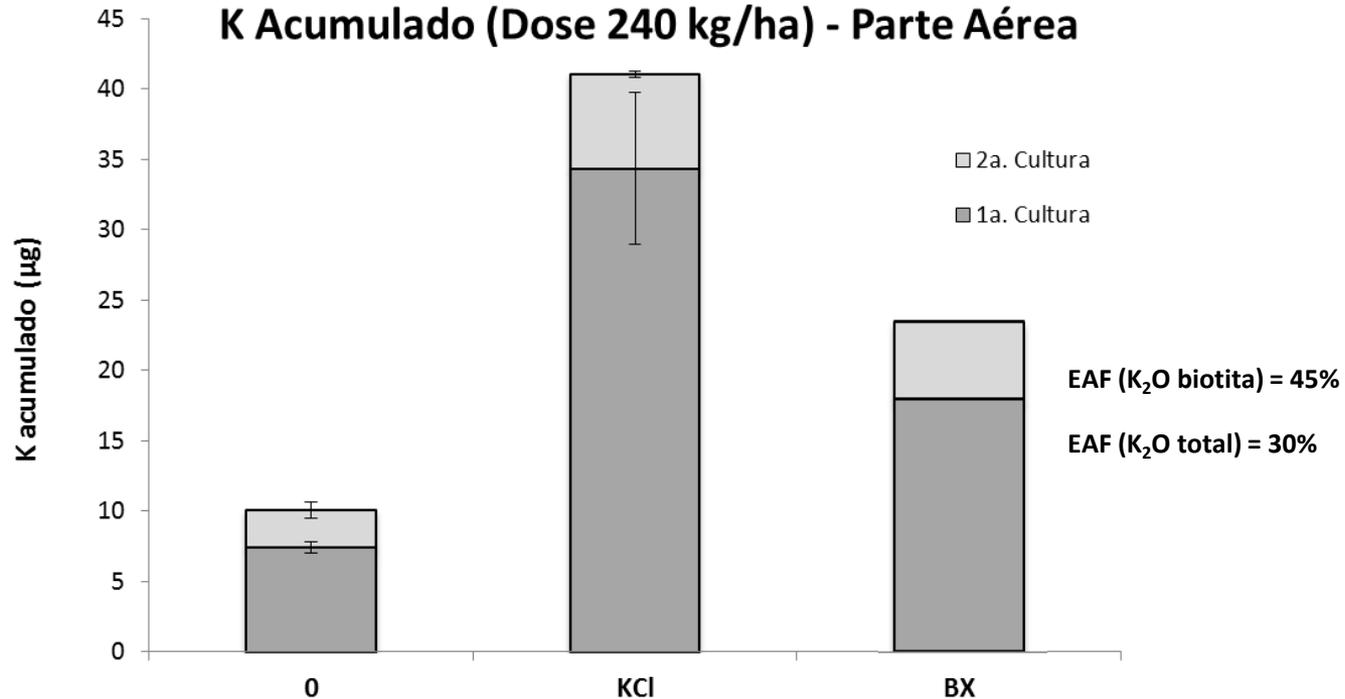
# Avaliação do biotita xisto como fonte de K – 1º e 2º ciclo



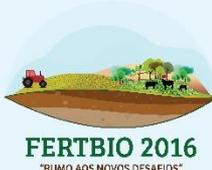
16 a 20  
outubro  
2016

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO

Experimento casa de vegetação (2013)

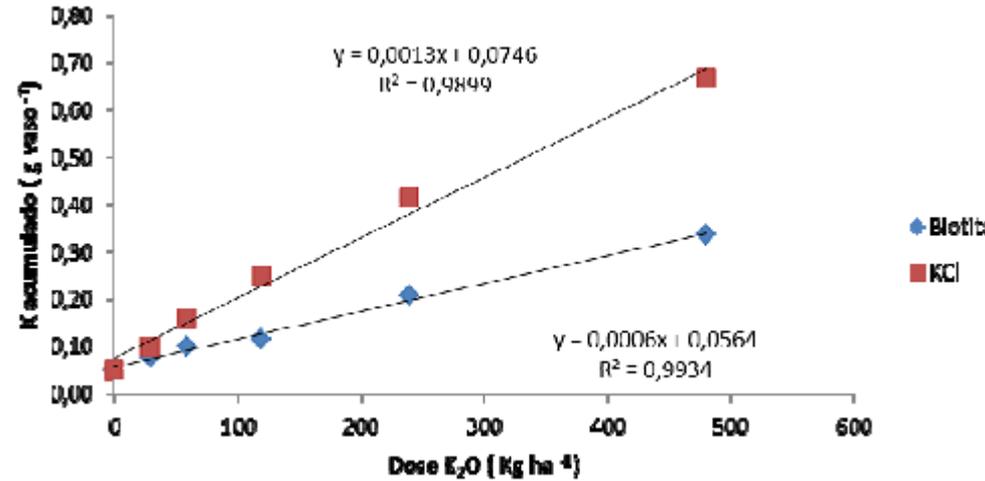
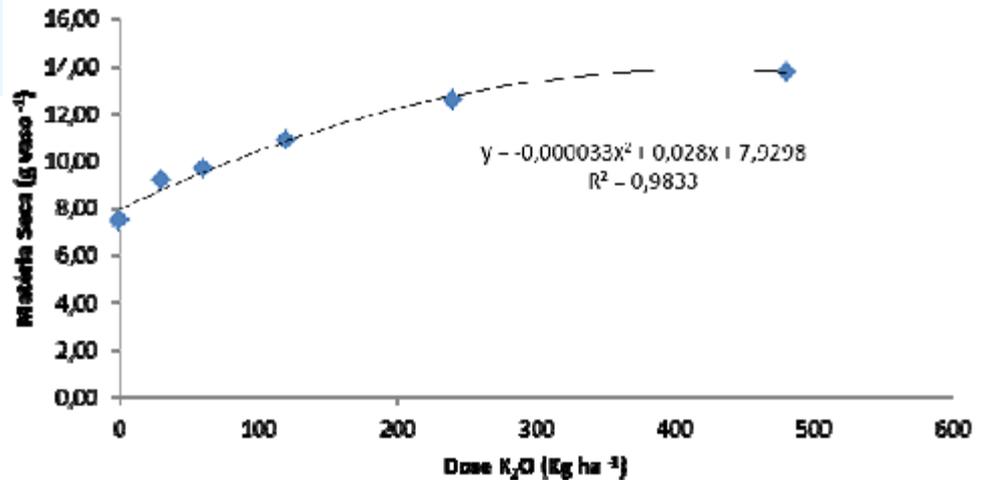


# Avaliação do biotita xisto como fertilizante potássico



16 a 20  
outubro  
2016

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO



Duarte et al. (2012) Biotita: Fonte de potássio para agricultura. *Bioscience Journal*, 28(1), 98–103

## Experimento casa de vegetação

IA  
O



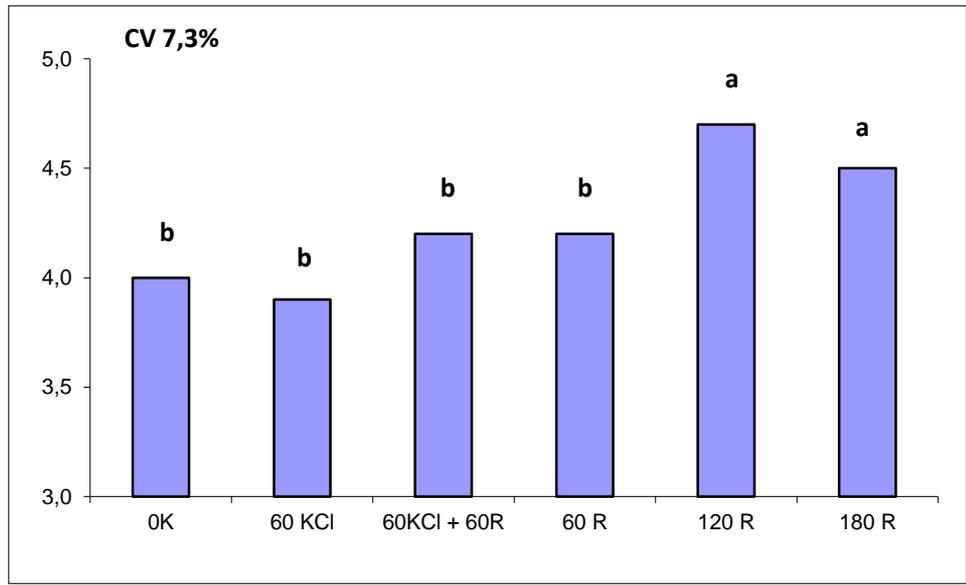
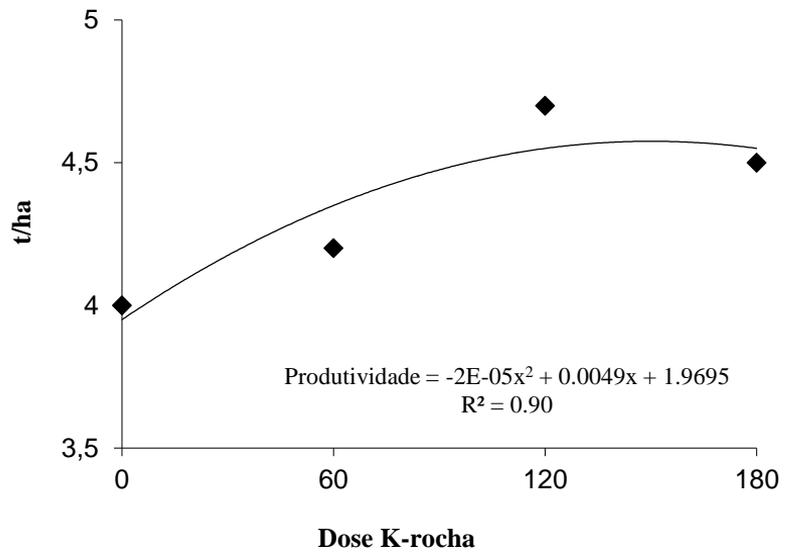
# Avaliação do biotita xisto como fonte de K



16 a 20  
outubro  
2016

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO

Experimento de campo soja após milho (safra 2009-2010)



Embrapa Cerrados (dados inéditos)



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



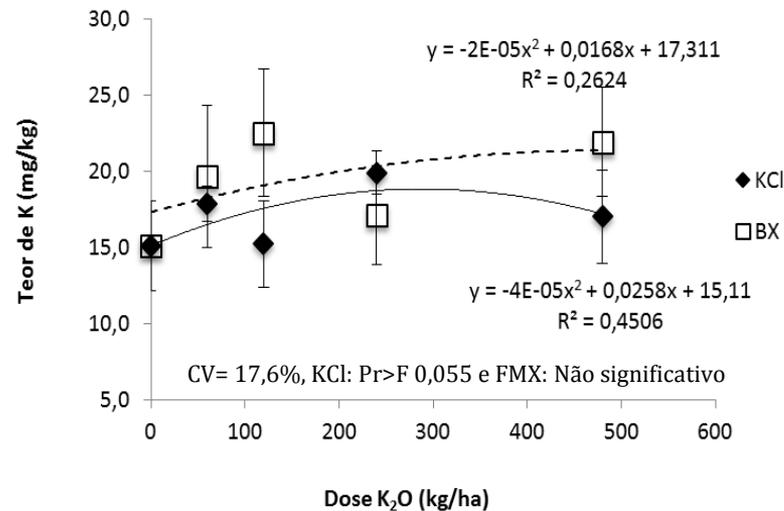
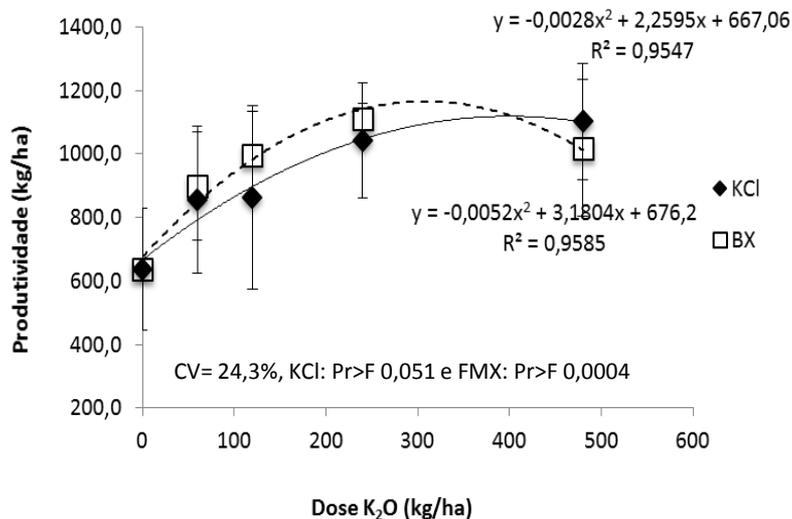
# Avaliação do biotita xisto como fonte de K – 1º ciclo



16 a 20  
outubro  
2016

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO

## Experimento de campo soja (safra 2014-2015)



## Embrapa Cerrados (dados inéditos)



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



# Avaliação de novas fontes



16 a 20  
outubro  
2016

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO

## Avaliação agrônômica do uso de agrominerais silicáticos como fonte de potássio para a cultura do milho

Dose de 240 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O

FONTES	Massa parte aérea (g)*		Eficiência*** %	Grau de Eficiência
	Média**	desv.		
Hydrosienito Ca (PE)	3,20 a	0,40	122	Muito Eficiente
Hydrosienito HS2-Ca-Mg (PE)	3,17 a	0,01	121	
Sienito (BA)	2,88 ab	0,27	110	
KCl	2,61 b	0,23	100	Eficiente
Biotita xisto Pedreira Araguaia(GO)	2,62 b	0,50	100	
Kamafugito (GO)	2,50 bc	0,26	95	Pouco Eficiente
Sienito (GO)	2,07 cd	0,26	79	
Fonolito Curimbaba (MG)	1,97 d	0,12	75	Ineficiente
Tefrifonolito (GO)	1,95 d	0,29	74	
Sienito (PE)	1,86 d	0,28	71	
Controle (sem adubação)	1,86 d	0,17	71	

\* Teste t de avaliação de médias. Nível de significância de 0,05. Software Sisvar 5.3

\*\* Médias seguidas de mesma letra são similares

\*\*\*O cálculo da eficiência tomou como referência a produção média de massa seca do tratamento com KCl



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



# Variáveis da Rochagem



16 a 20  
outubro  
**2016**

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO

## Pó de rocha

- Composição química
- Composição mineralógica
- Granulometria...

## Solo

- Composição química
- Composição mineralógica
- Atividade biológica...

## Sistema de cultivos

- Desenvolvimento de raízes
- Ciclagem
- Cobertura do solo...

## Clima

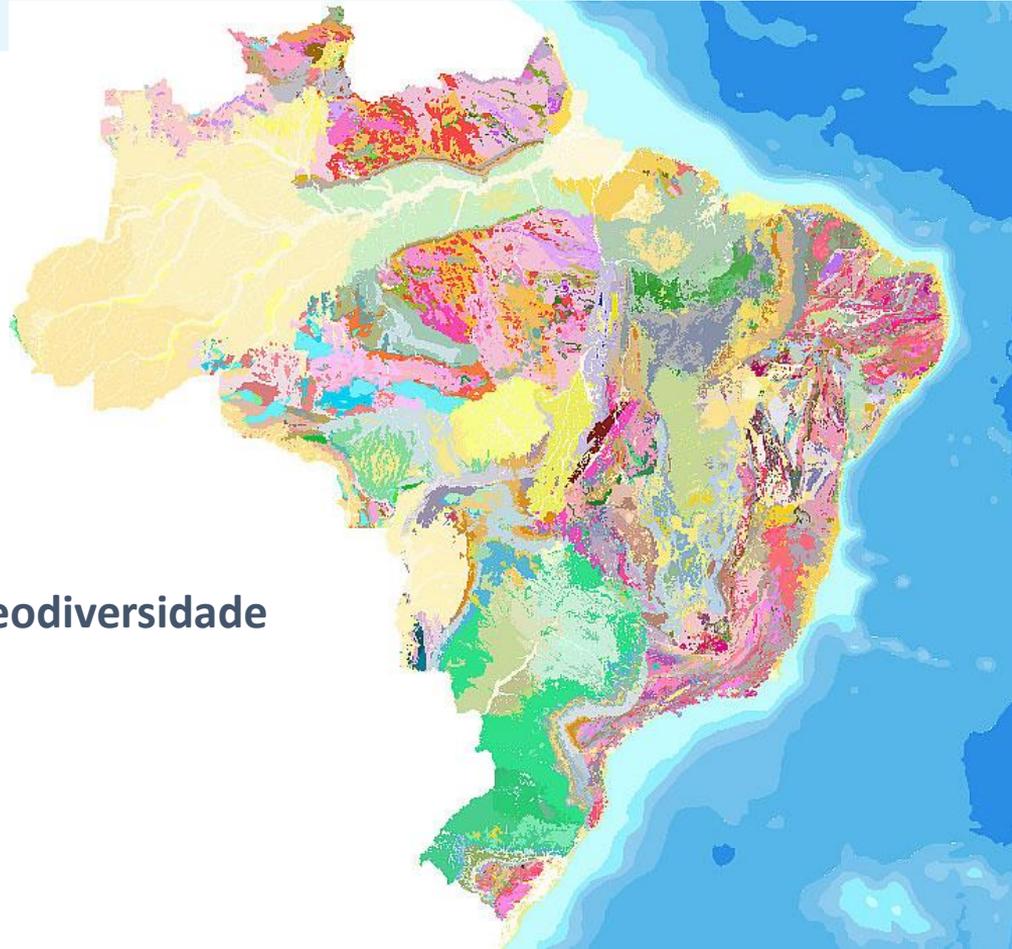
- Precipitação
- Temperatura
- Edafoclima...

# Potencial



16 a 20  
outubro  
2016

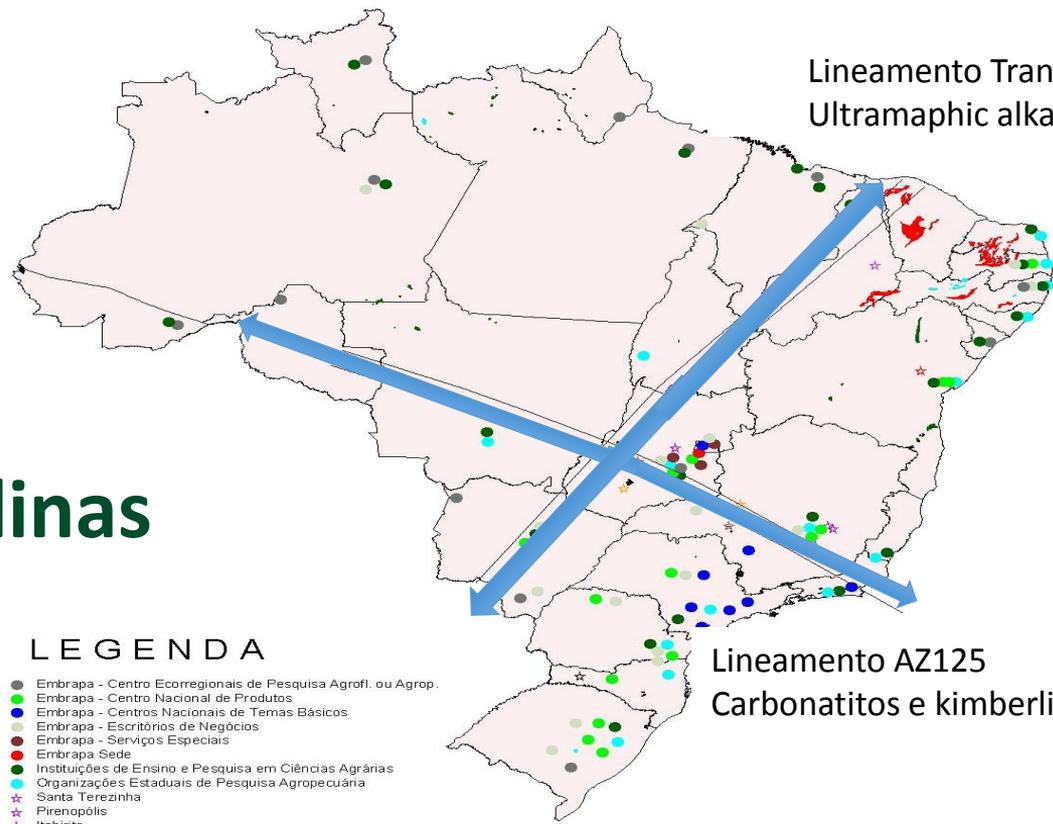
Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO



Megageodiversidade



# Rochas Alcalinas



## LEGENDA

- Embrapa - Centro Ecorregionais de Pesquisa Agropol. ou Agrop.
- Embrapa - Centro Nacional de Produtos
- Embrapa - Centros Nacionais de Temas Básicos
- Embrapa - Escritórios de Negócios
- Embrapa - Serviços Especiais
- Embrapa Sede
- Instituições de Ensino e Pesquisa em Ciências Agrárias
- Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária
- ☆ Santa Terezinha
- ☆ Pirenópolis
- ☆ Itabirito
- ☆ Campos Verdes
- ☆ Itabira
- ☆ Sao Luis de Montes Belos
- ☆ Nova Era
- ☆ Ipirá
- ☆ Araxá
- ☆ Catalão
- ☆ Patos de Minas
- ☆ Rio Verde
- ☆ Lajeado
- ☆ Picos
- Alcalinas
- Calcosilicáticas
- Sienito
- Sienito e gnaisses
- Divisão estadual

300 0 300 600 km

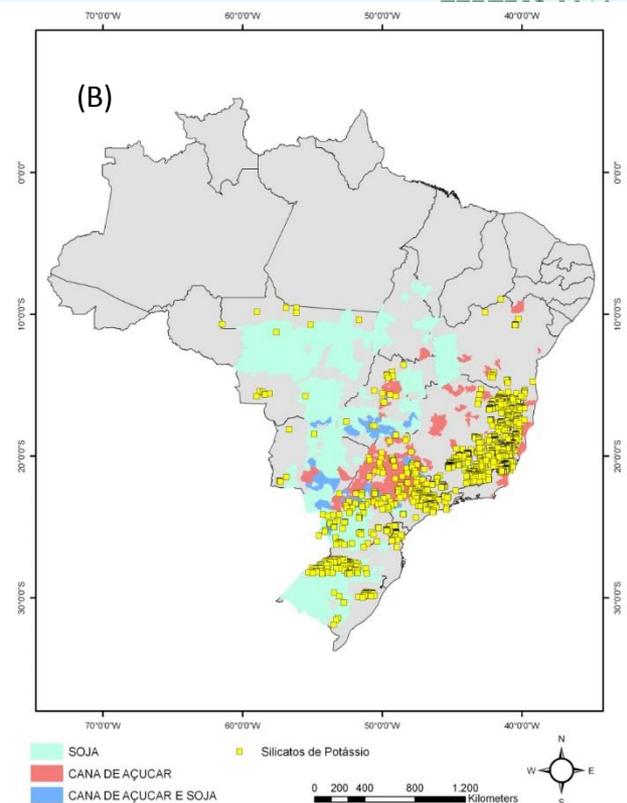
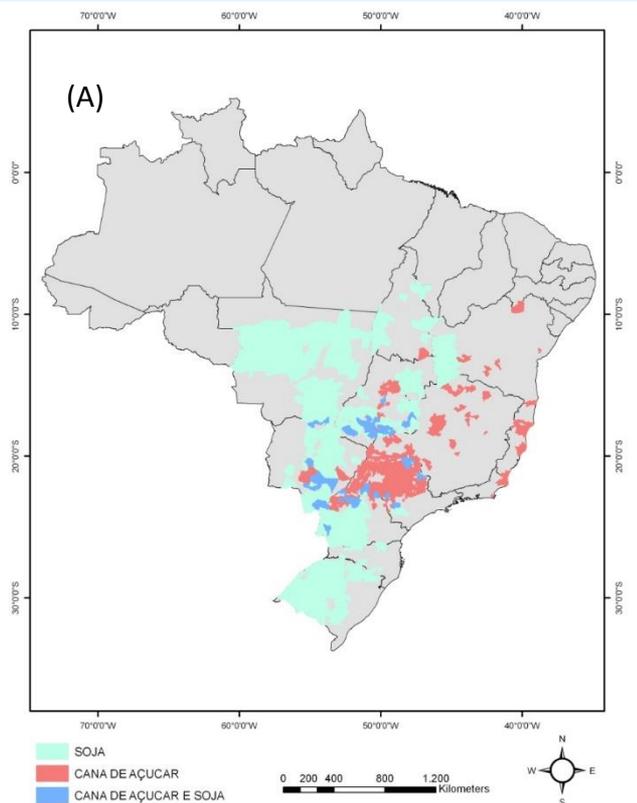


# Potencial



16 a 20  
outubro  
2016

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO

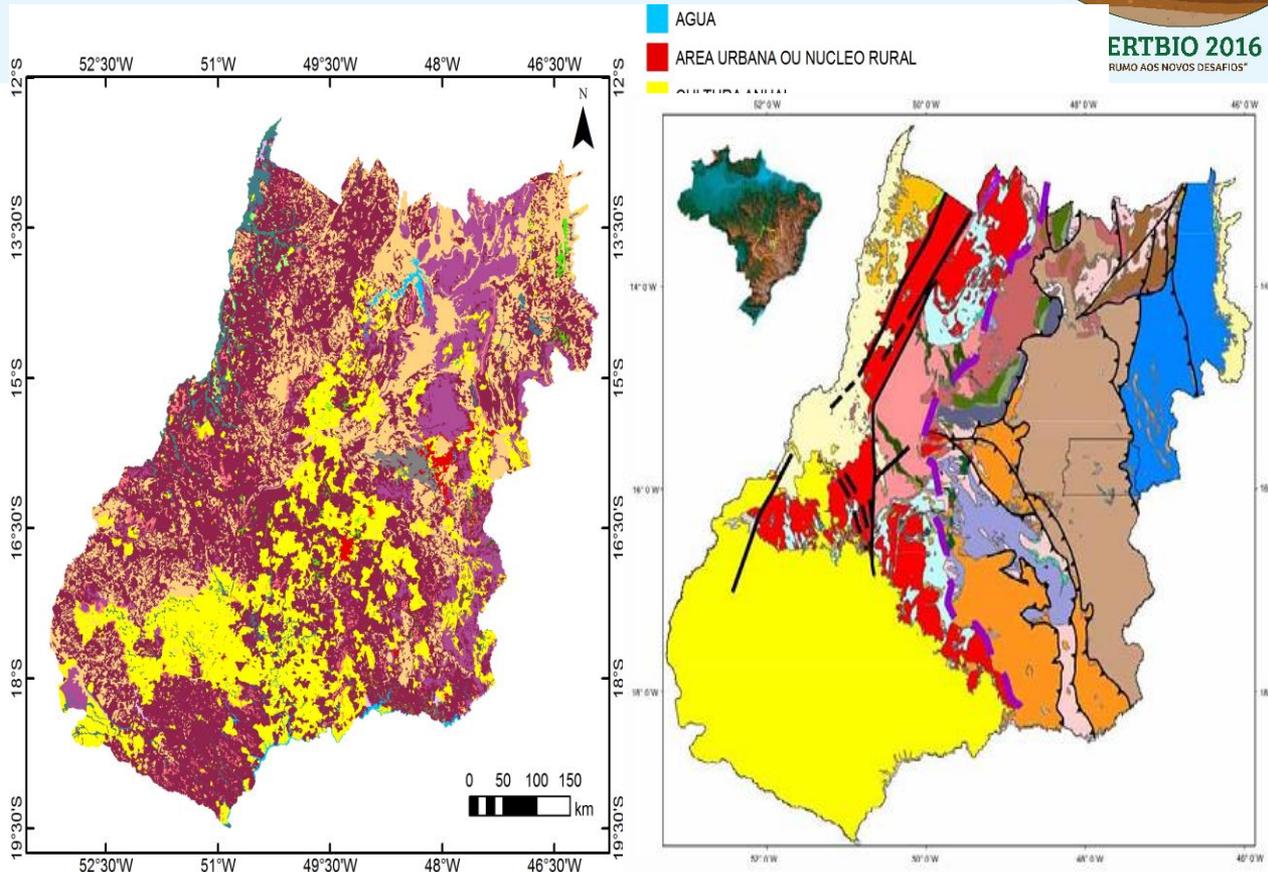


# Agrogeologia: Uso do Solo vs Geologia



16 a 20  
outubro  
2016

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO



*Sistema Estadual de  
mação - SIEG*

- SAVANA PARQUE (CERRADO RALO/CERRADO RUPESTRE/  
CAMPO SUJO SECO/CAMPO RUPESTRE)
- SAVANA PARQUE (PARQUE DE CERRADO/VEREDA/CAMPO  
SUJO UMIDO/CAMPO SUJO COM MURUNDUNS)

**Os remineralizadores de solo, derivados de rochas silicáticas, são agrominerais regionais e tem o potencial de:**

- ✓ *Fornecer nutrientes por demanda das plantas*
- ✓ *Produzir CTC mineral de longo prazo*
- ✓ *Aumentar a eficiência do uso dos nutrientes*
- ✓ *Mitigar os gases de efeito estufa pela absorção de C no solo*

# ESTAMOS APENAS NO INÍCIO!!!!!!

## Mas já temos um caminho...

# Remineralizadores de solo: passado, presente e desafios futuros



16 a 20  
outubro  
2016

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO

<https://www.embrapa.br/clima-temperado/rochagem>



08 a 11 de novembro de 2016

Embrapa Clima Temperado / Pelotas, RS

MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA,  
PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO





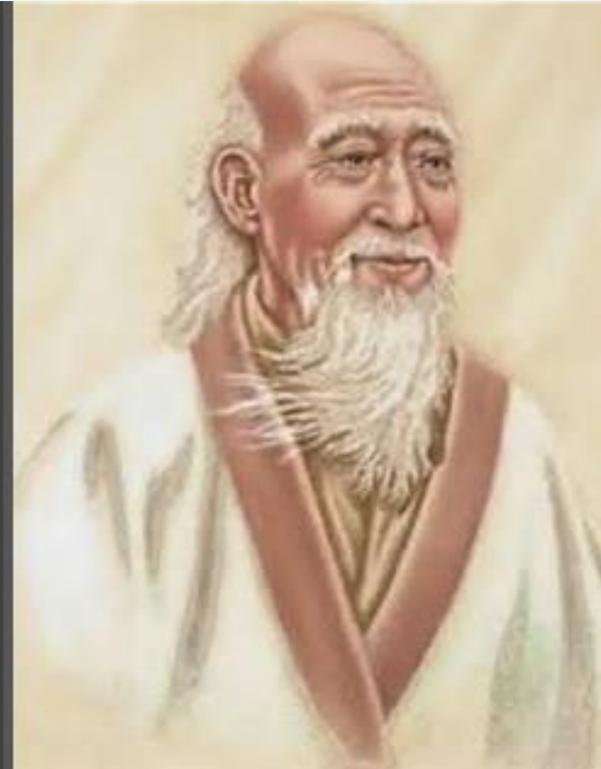
16 a 20  
outubro  
2016

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO

Uma longa  
caminhada começa  
com o primeiro  
passo.

Lao-Tsé

“ PENSADOR



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO

