Zoneamento Agrogeológico do Brasil
Escala 1:1.000.000

Brasília, Brasil
Nov
2018

Tópicos

- *Introdução*: Centros de Origem, Agromineral, Agrogeologia, Zoneamento Agrogeológico, Dependência Externa, Eficiência de Uso de Nutrientes
- *Objetivos*: ZAG para planejamento do manejo de recursos regionais
- *Abordagem metodológica*: Ocorrência e consumo de agrominerais

  Zonas de ocorrência potencial de agrominerais (ZP)

  Zonas de consumo de agrominerais (ZC)
- *Zoneamento Agrogeológico (ZAG)*: Avaliação de cada agromineral

  Avaliação integrada entre ocorrência e consumo de agrominerais
- *Conclusões*: Abundância de agrominerais regionais

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA BRASIL GOVERNO FEDERAL

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO BRASIL GOVERNO FEDERAL

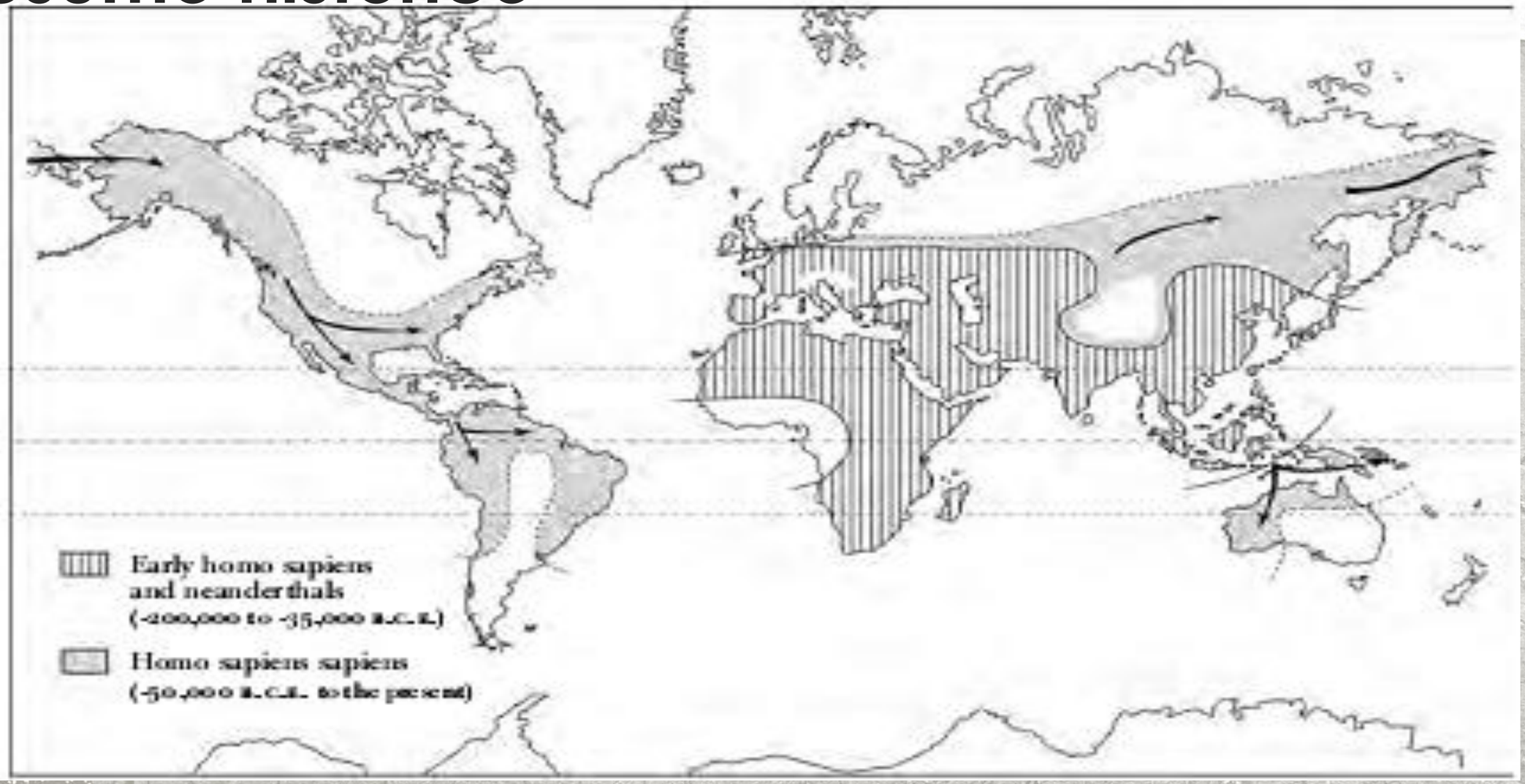
Embrapa

CPRM Serviço Geológico do Brasil

Prelúdio

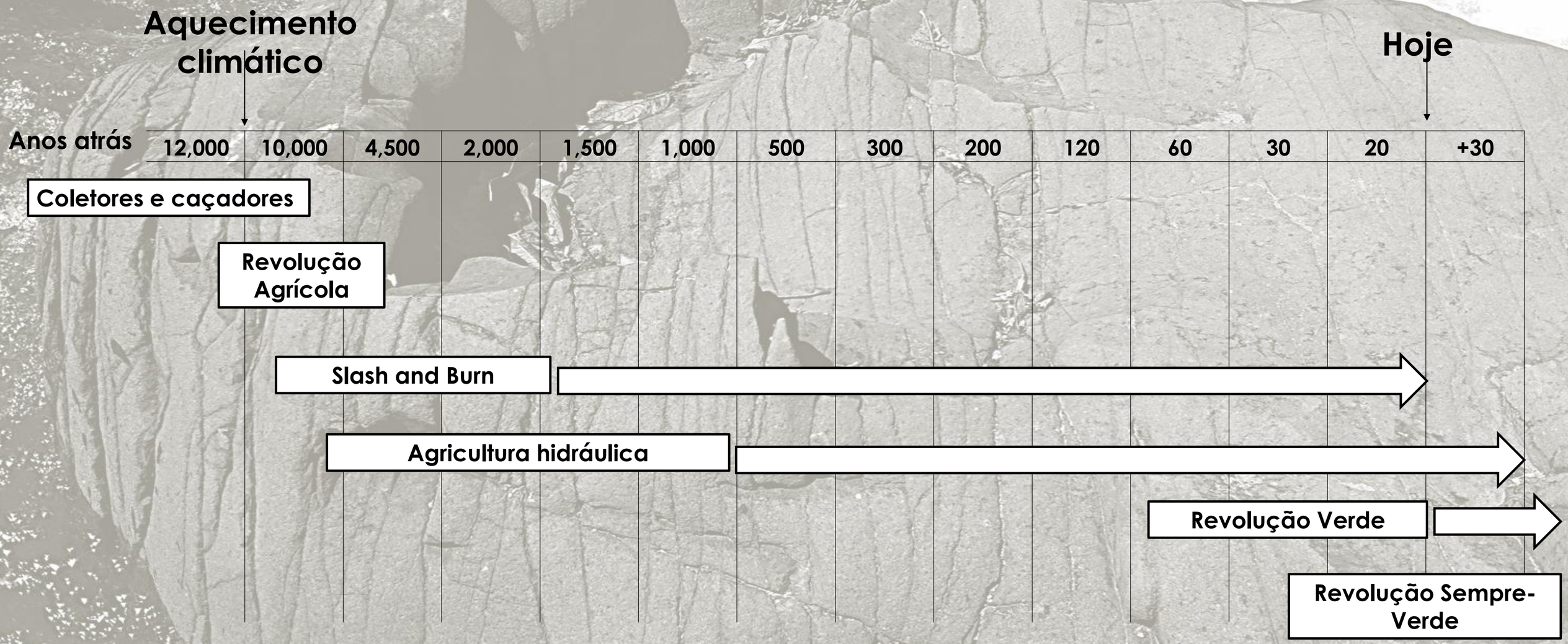
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
BRASIL GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
BRASIL GOVERNO FEDERAL
Embrapa
CPRM Serviço Geológico do Brasil

Resumo histórico



Mazoyer e Roudart (2006) A History of World Agriculture

Agricultura



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA BRASIL GOVERNO FEDERAL

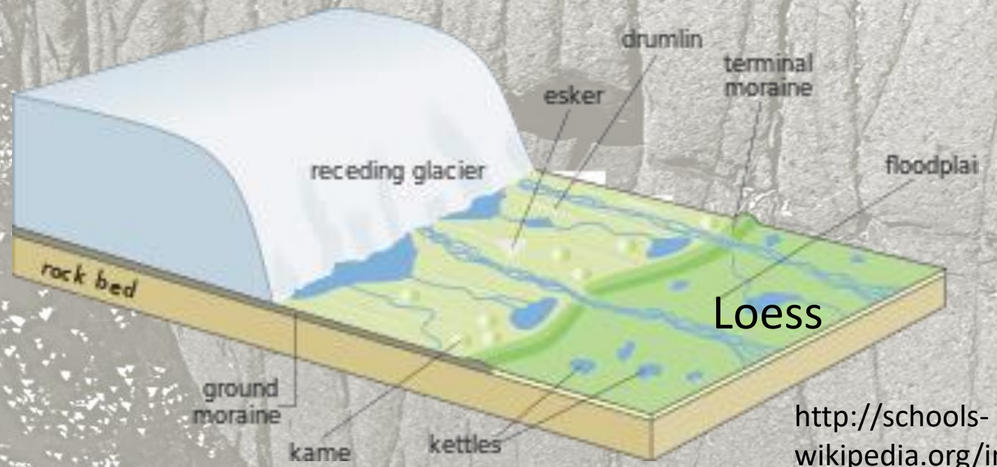
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

CPRM Serviço Geológico do Brasil

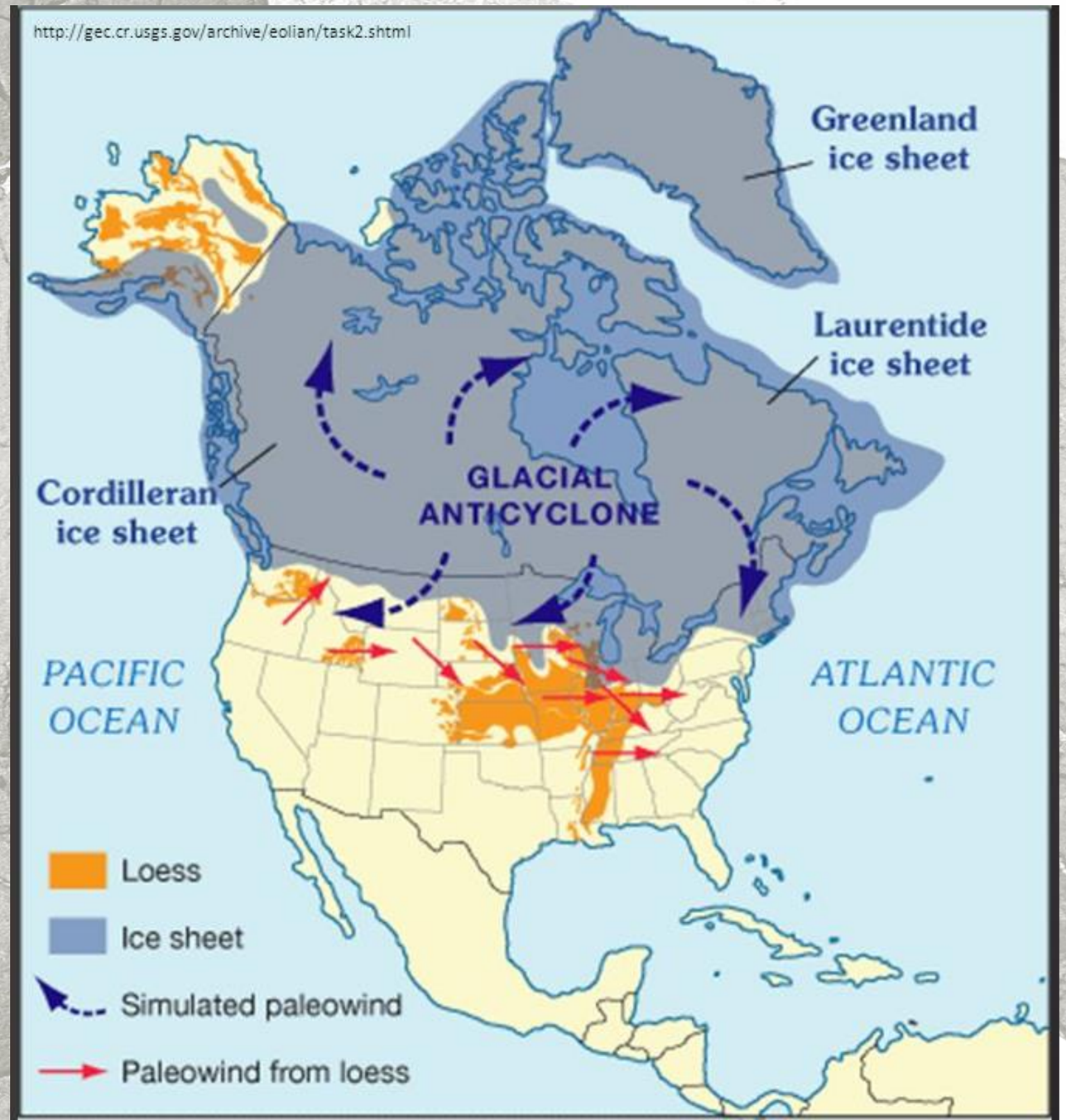
O maior moinho da Terra!

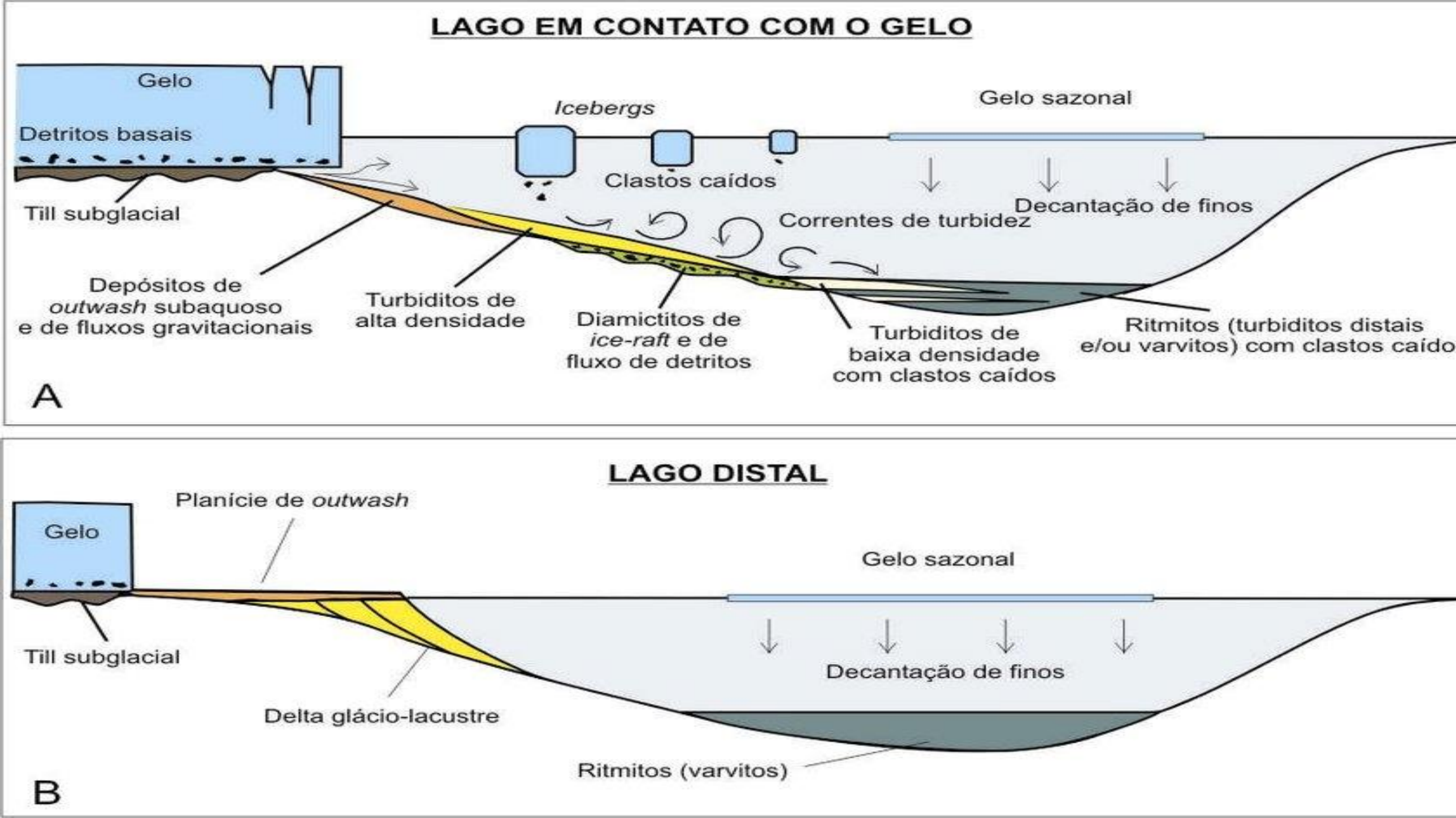
http://glacialfeatures.weebly.com/uploads/5/8/1/2/58120967/220595532.jpg



Loess

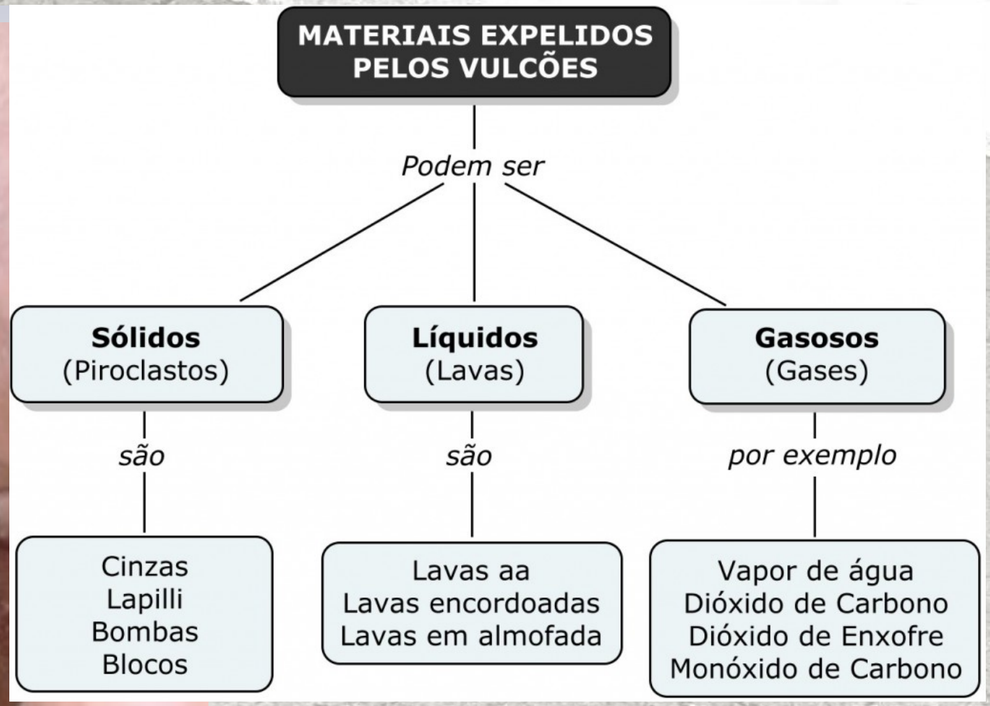
http://schools-wikipedia.org/images/2760/276096.png




LAGO EM CONTATO COM O GELO
Gelo
Detritos basais
Till subglacial
Depósitos de
outwash subaquoso
e de fluxos gravitacionais
Icebergs
Clastos caídos
Turbiditos de
alta densidade
Diamictitos de
ice-raft e de
fluxo de detritos
Gelo sazonal
Correntes de turbidez
Decantação de finos
Turbiditos de
baixa densidade
com clastos caídos
Ritmitos (turbiditos distais
e/ou varvitos) com clastos caído
A
LAGO DISTAL
Planície de outwash
Gelo
Till subglacial
Delta glácio-lacustre
Gelo sazonal
Decantação de finos
Ritmitos (varvitos)
B

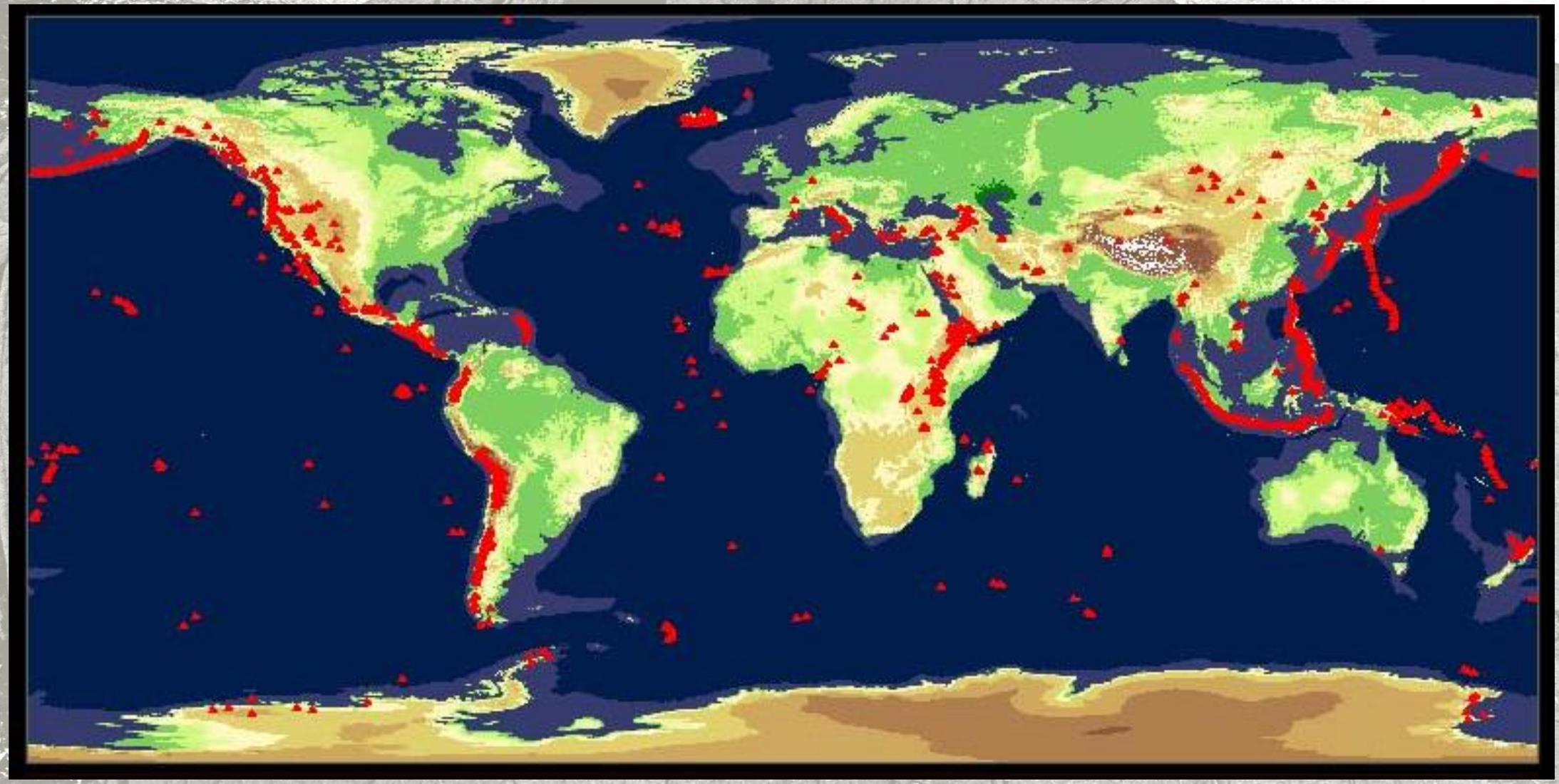
Vulcões e cinzas

http://espacociencias.com.pt/site/wp-content/uploads/2012/11/cinza-usgs.jpg



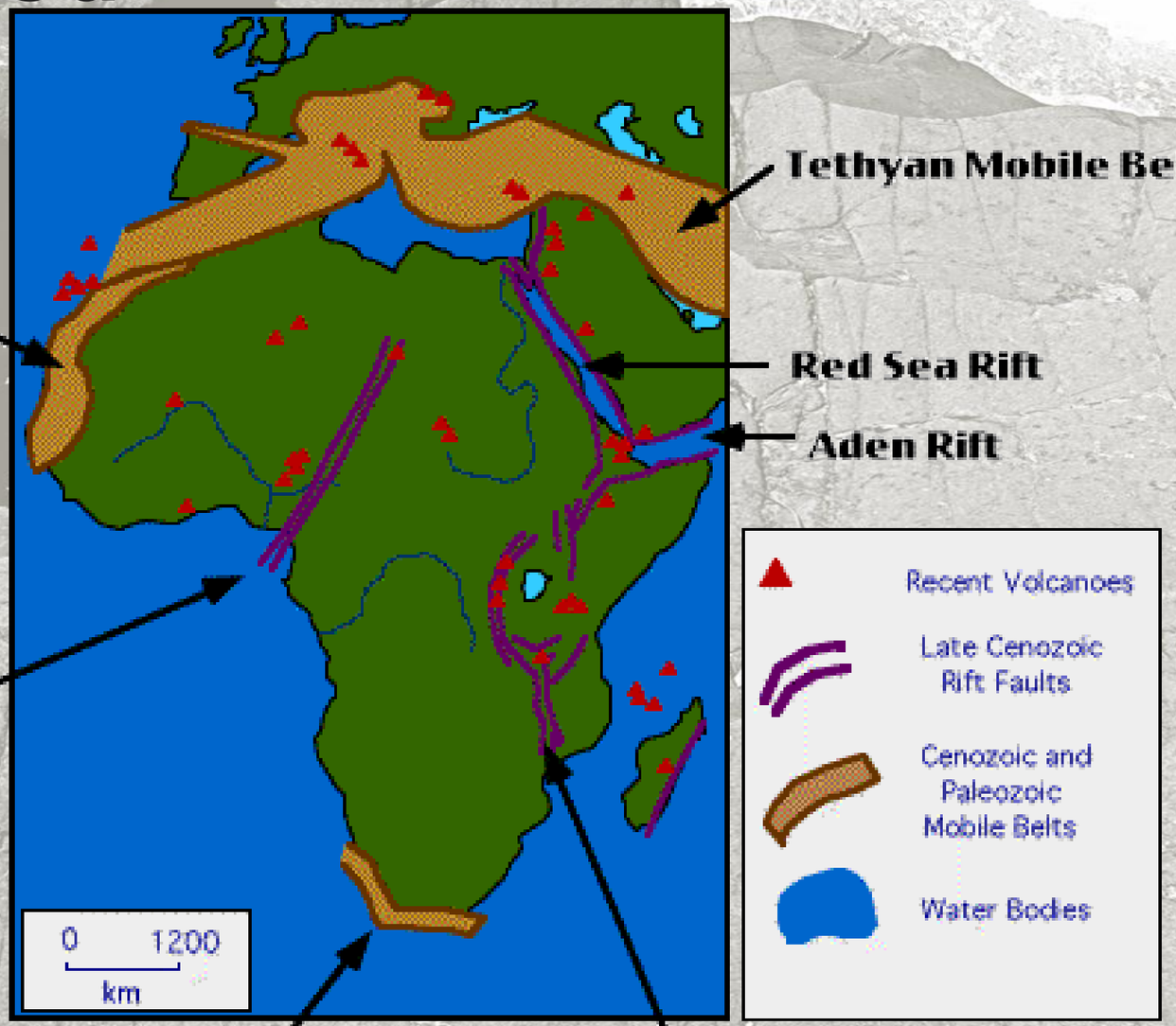
http://espacociencias.com.pt/site/wp-content/uploads/2012/11/Materiais-vulc%C3%B5es-1024x731.jpg

Vulcões no mundo

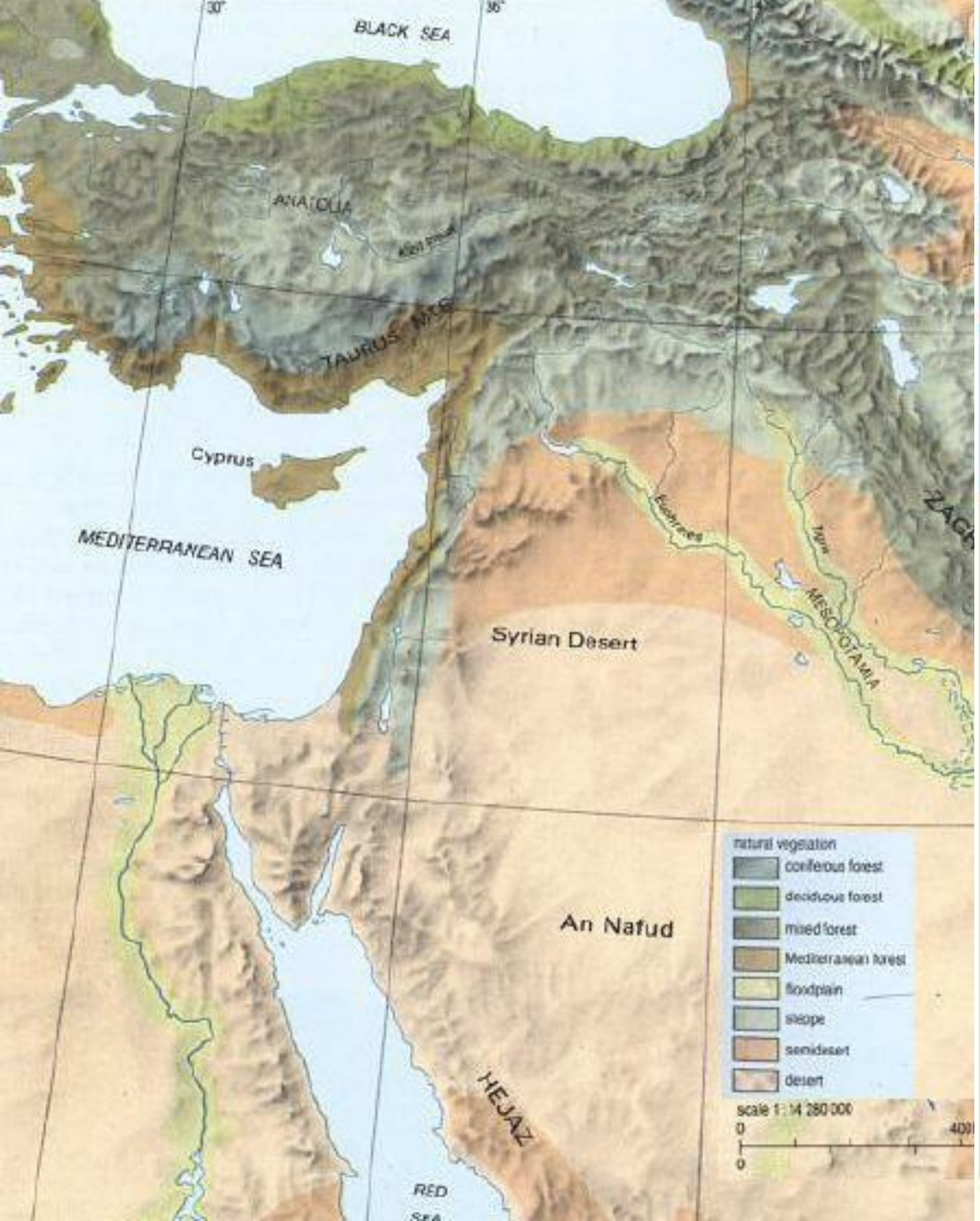


https://vignette.wikia.nocookie.net/hypotheticalvolcanoes/images/5/58/World_Volcano_Map.jpg/revision/latest?cb=20141123042945

Vulcões na África

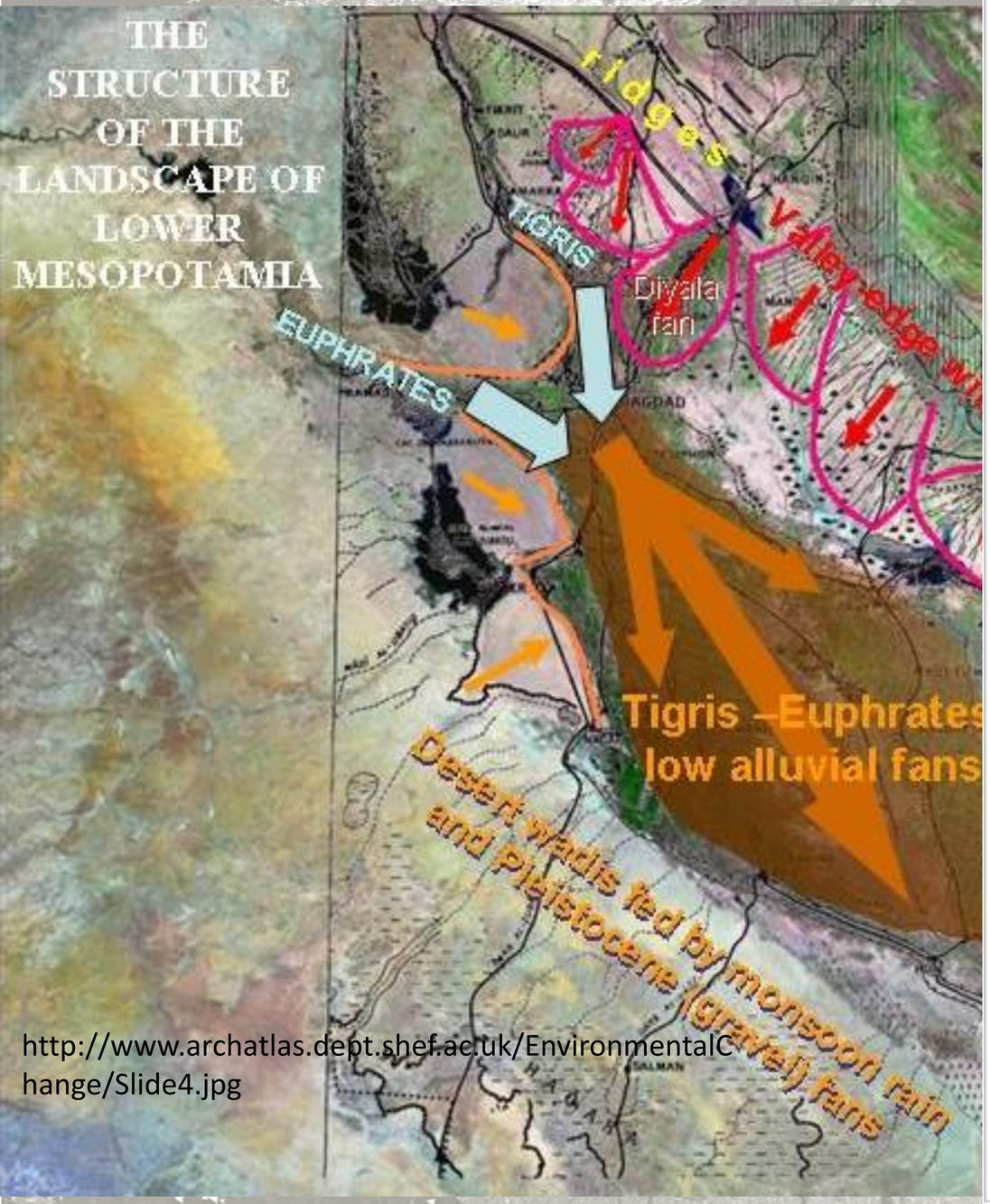


http://www.anth.ucsb.edu/faculty/stsmith/classes/anth3/courseware/OlduvaiForm/3_Tectonic_History_Africa.html

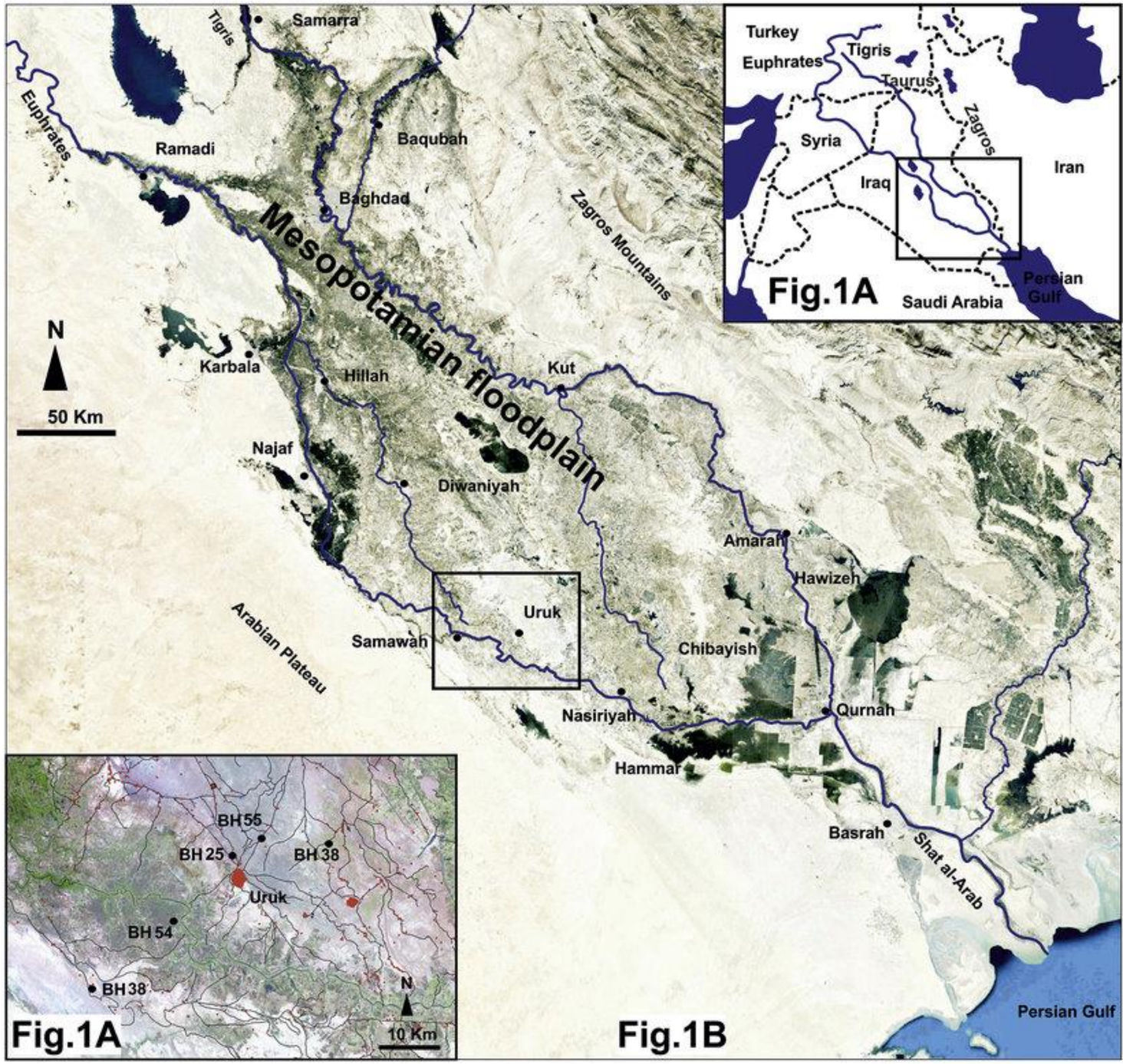

BLACK SEA
ANATOLIA
TAURUS MTS.
Cyprus
MEDITERRANEAN SEA
Euphrates
Tigris
MESOPOTAMIA
Syrian Desert
An Nafud
HEJAZ
RED SEA
natural vegetation
coniferous forest
deciduous forest
mixed forest
Mediterranean forest
floodplain
steppe
semidesert
desert


Mar Negro
Turquia
Mar Caspio
SIRIA
ASIRIA
MEDIA
IRÃ
Mar Mediterrâneo
MESOPOTAMIA
Éufrates
Tigris
PALESTINA
Deserto Sírio
ELAM
Baixo Egito
CRESCENTE FÉRTIL
Sinai
Golfo Pérsico
Alto Egito
Península Arábica
ÁFRICA
Nilo
Deserto Núbio
Mar Vermelho
NORTE
0
250
500
1.000
Quilômetros

Grandes planícies fluviais

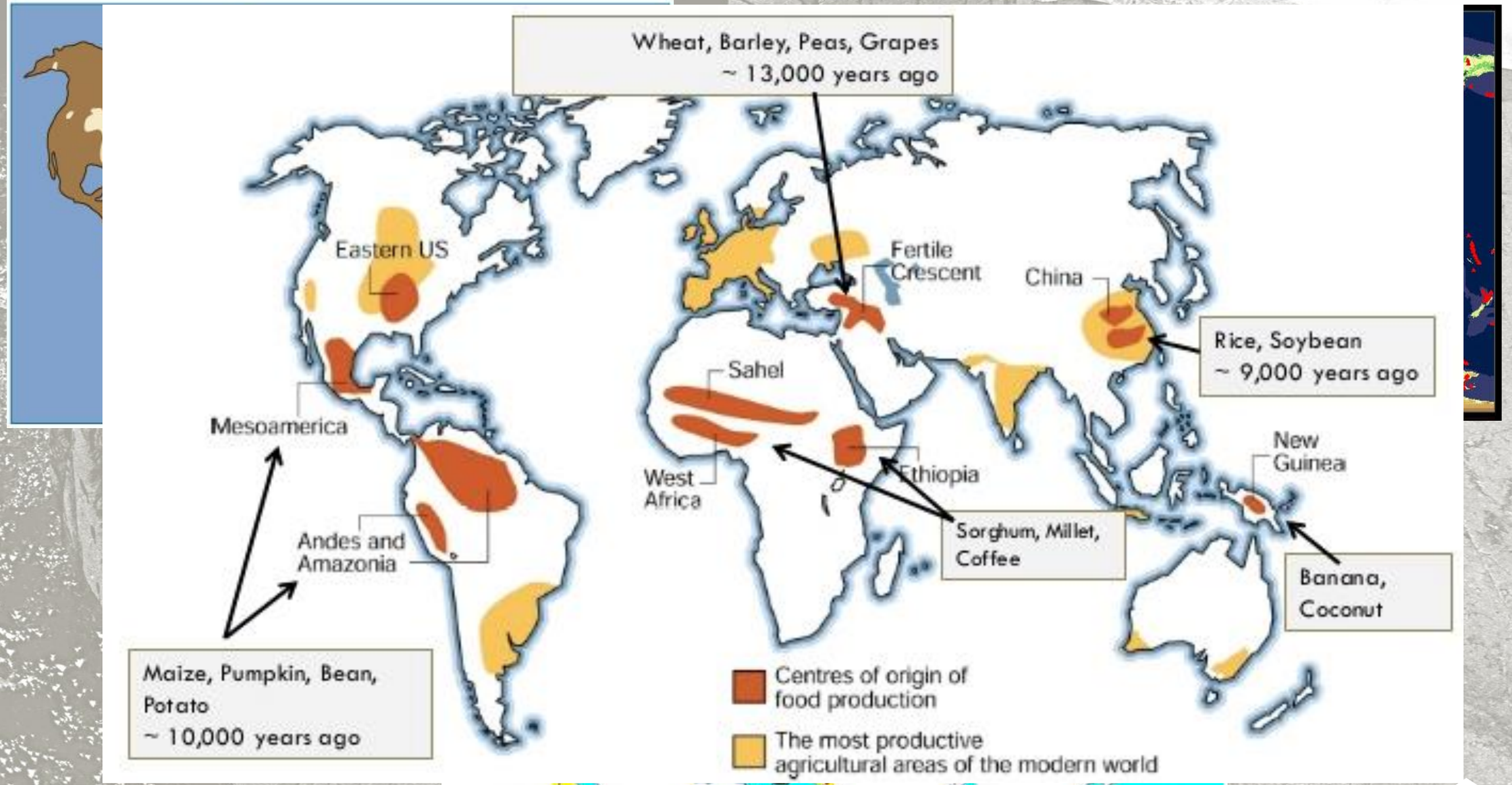


http://www.archatlas.dept.shef.ac.uk/EnvironmentalChange/Slide4.jpg



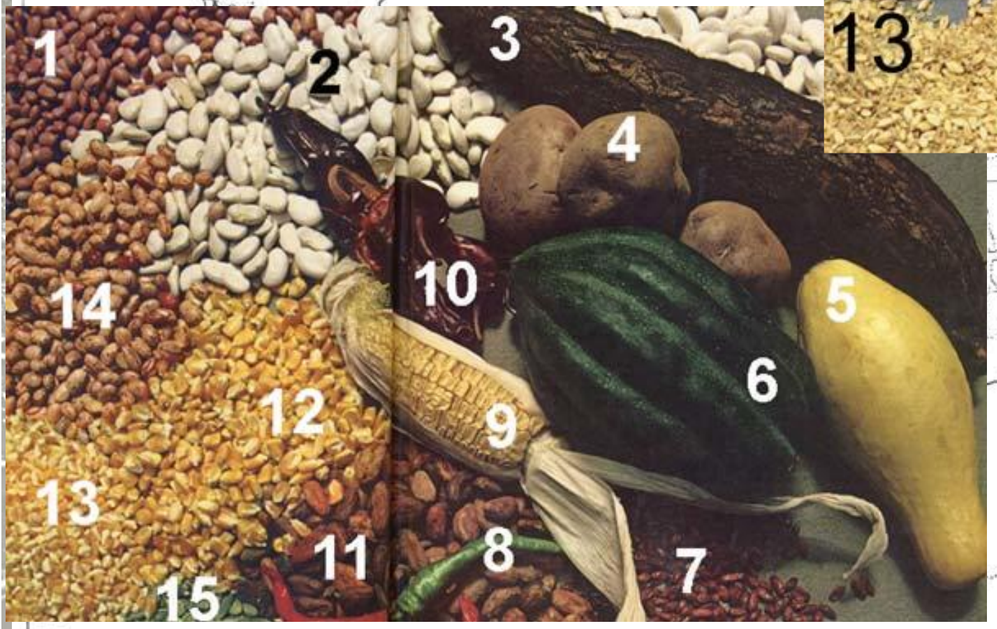
Egito antigo

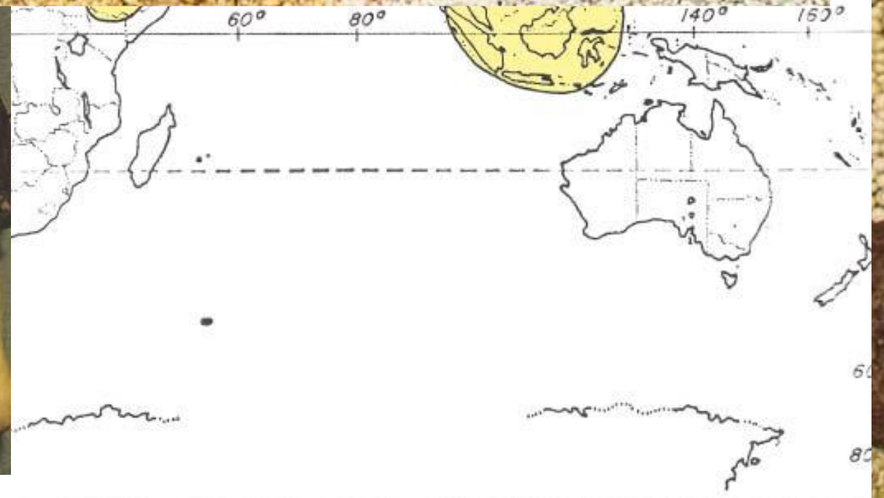
Centros de origem de plantas e relação com silicatos

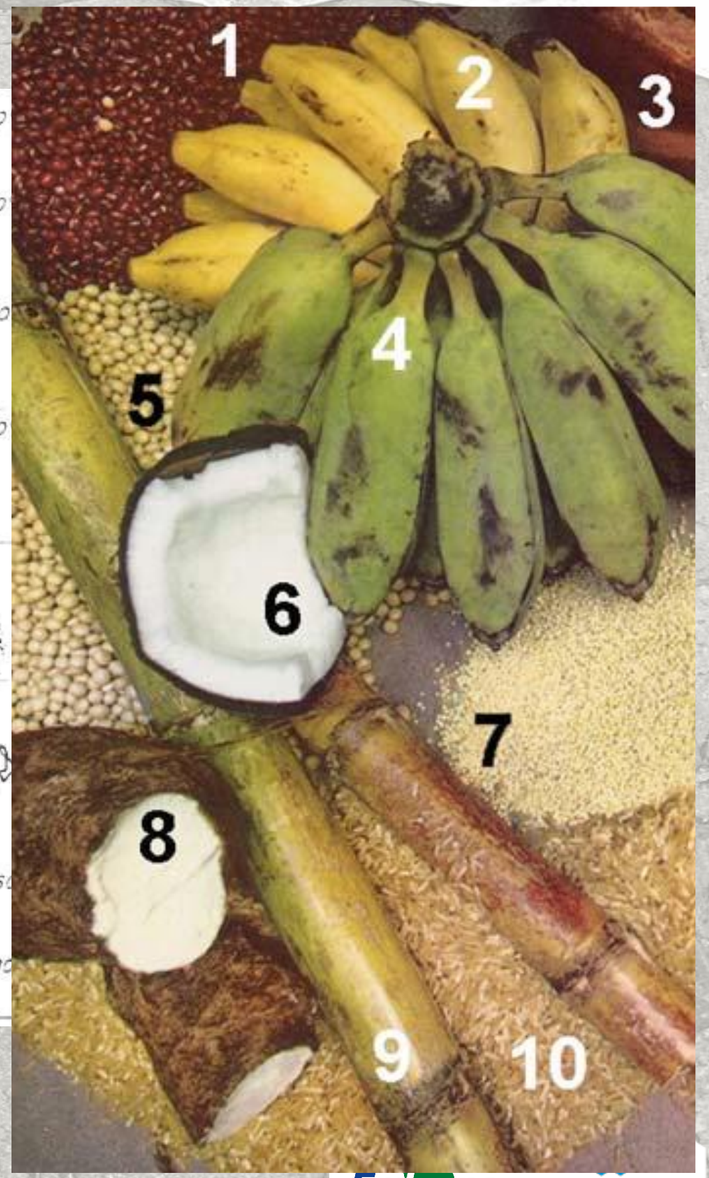


Fonte: Gruissen (2013) A coalition of plant and crop societies across the Globe

Centros de Origem e relação com silicatos







MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA — BRASIL GOVERNO FEDERAL

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO — BRASIL GOVERNO FEDERAL

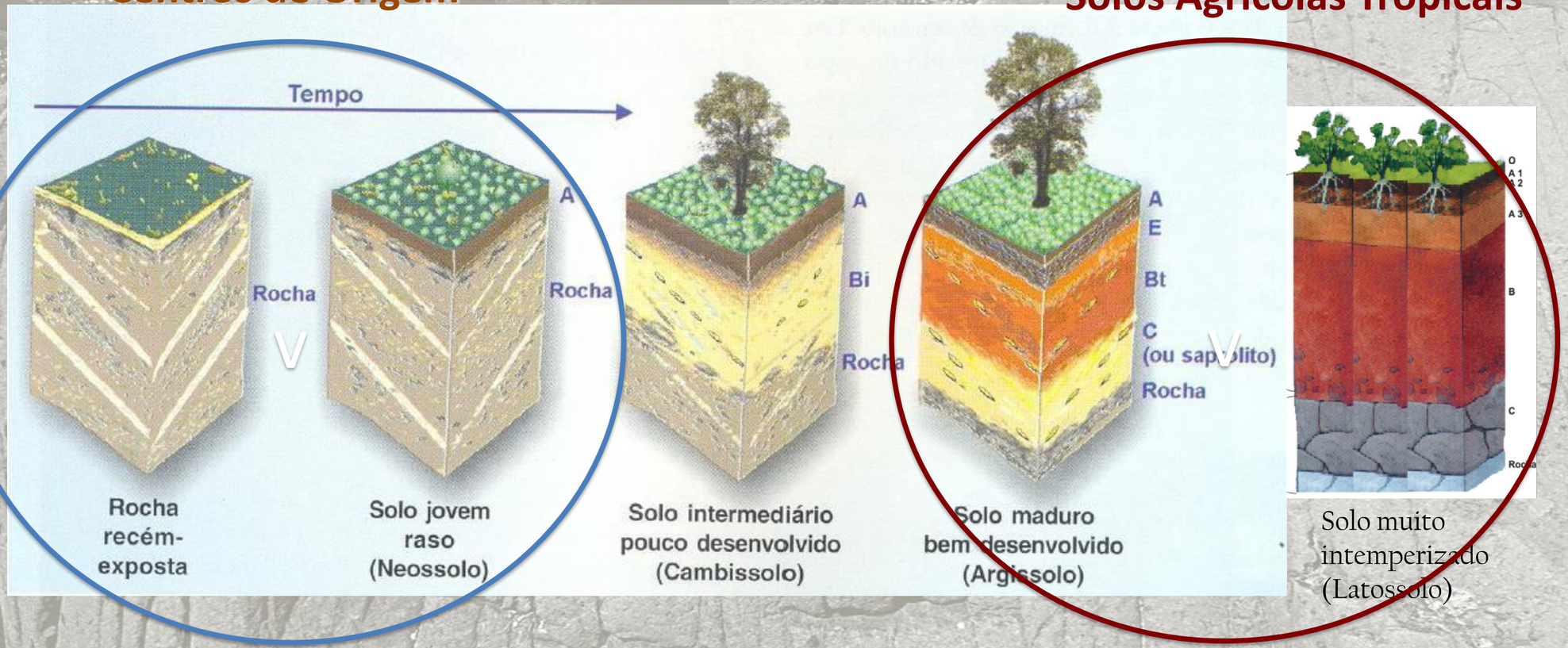
Embrapa

CPRM Serviço Geológico do Brasil

Centros de Origem e Solos Tropicais

Centros de Origem

Solos Agrícolas Tropicais



Solo muito intemperizado (Latossolo)

Minerais primários

Origem Si, Ca, Mg, K

Argilominerais 2:1

Manutenção parcial do Si, Ca, Mg, K
Minerais expansivos, retenção de água,
Retenção de cátions

Óxidos de ferro e de alumínio

Perda total do Si, Ca, Mg, K
Minerais não expansivos,
Baixa retenção de água e cátions
Retenção de ânions

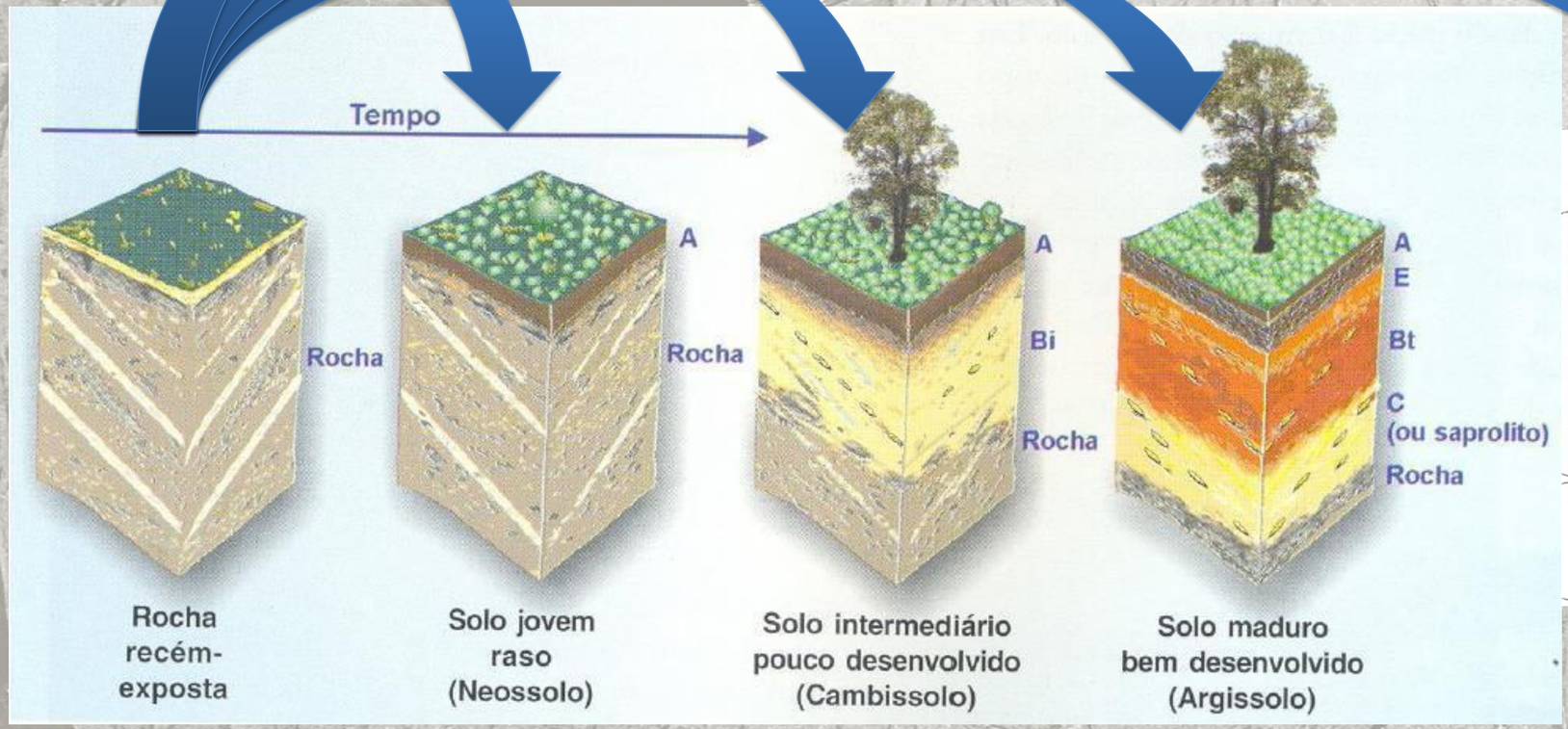
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA BRASIL GOVERNO FEDERAL

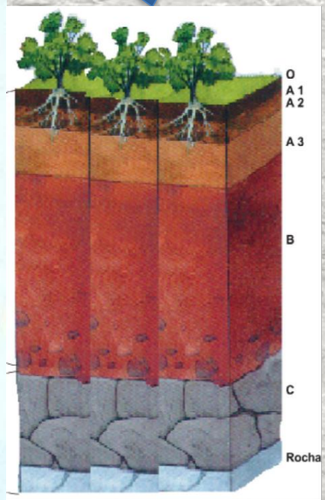
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

CPRM Serviço Geológico do Brasil

Remineralização de Solos





Solo muito intemperizado (Latossolo)

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA BRASIL GOVERNO FEDERAL

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

CPRM Serviço Geológico do Brasil

Deposição de cinza vulcânica Monte Merapi, Indonésia (2010)

https://i.pinimg.com/564x/44/57/ca/4457caa7dfc41b68d145554abf7a701e--hay-yogyakarta.jpg

http://i0.statig.com.br/fw/64/q9/ci/64q9ciwi4inbu6zlvtxiufrn7.jp

Moagem natural

Erupção vulcânica, movimento de glaciares, erosão de rochas

Transporte natural

Glacial, eólica, fluvial

Deposição natural

Sedimentação glacial, eólica, fluvial

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA BRASIL GOVERNO FEDERAL

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

CPRM Serviço Geológico do Brasil

Processo de remineralização de solos

Moagem antrópica

Explosão e britagem

Transporte antrópico

Rodoviário e ferroviário

Deposição antrópica

A lanço mecanizada

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

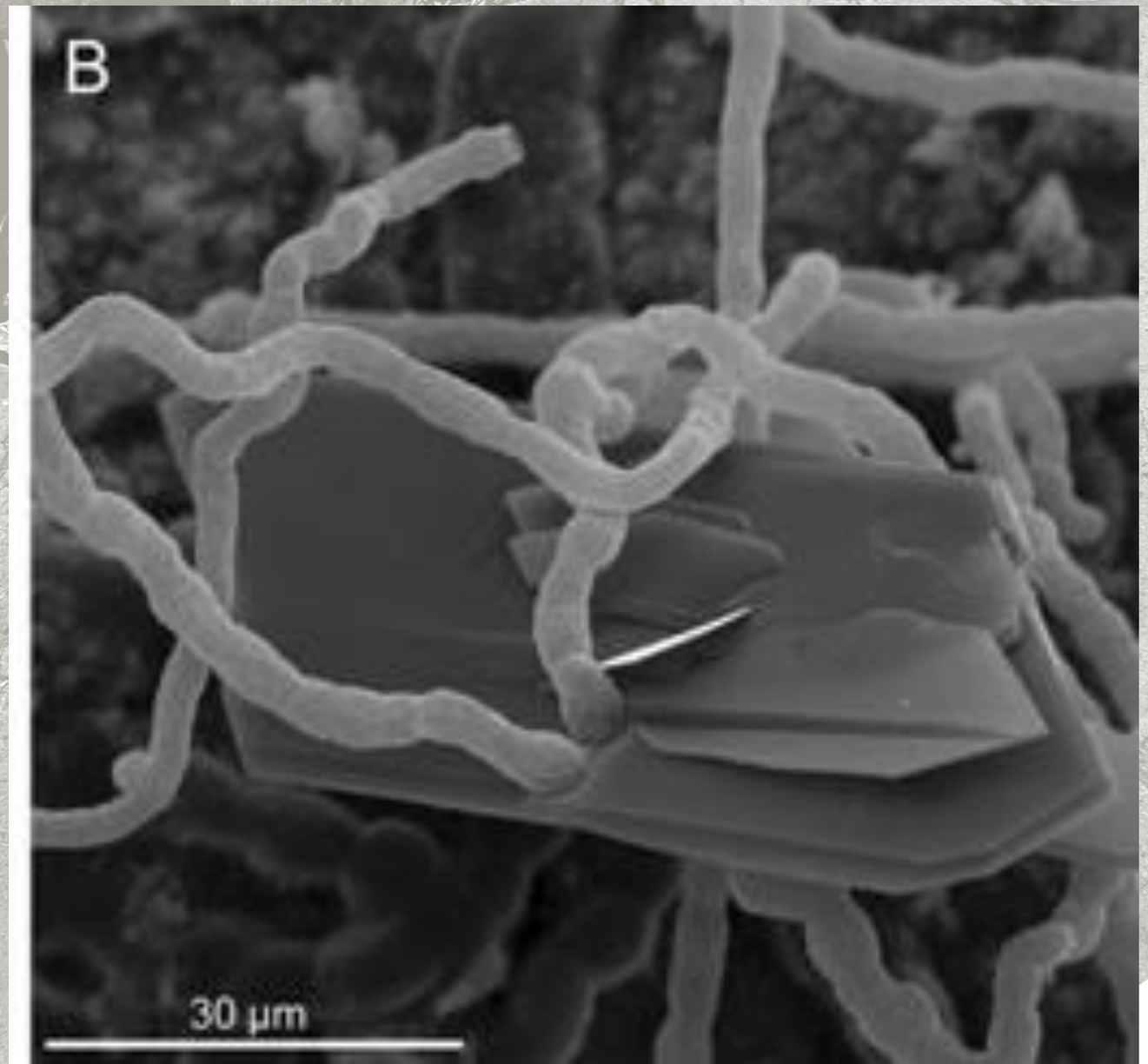
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

Embrapa

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Biointemperismo

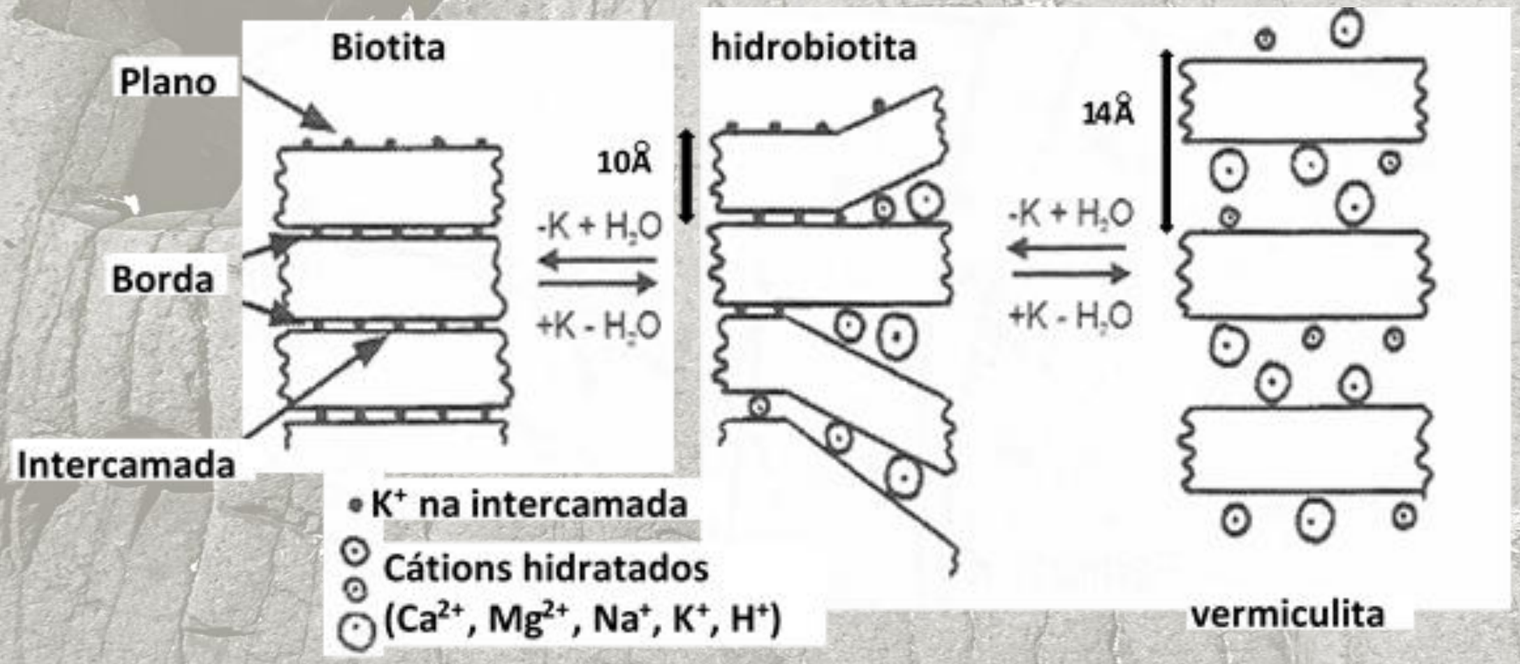
Biointemperismo



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

Biointemperismo

Biotita ⟹ **Vermiculita + K +Si +Mg +Fe**



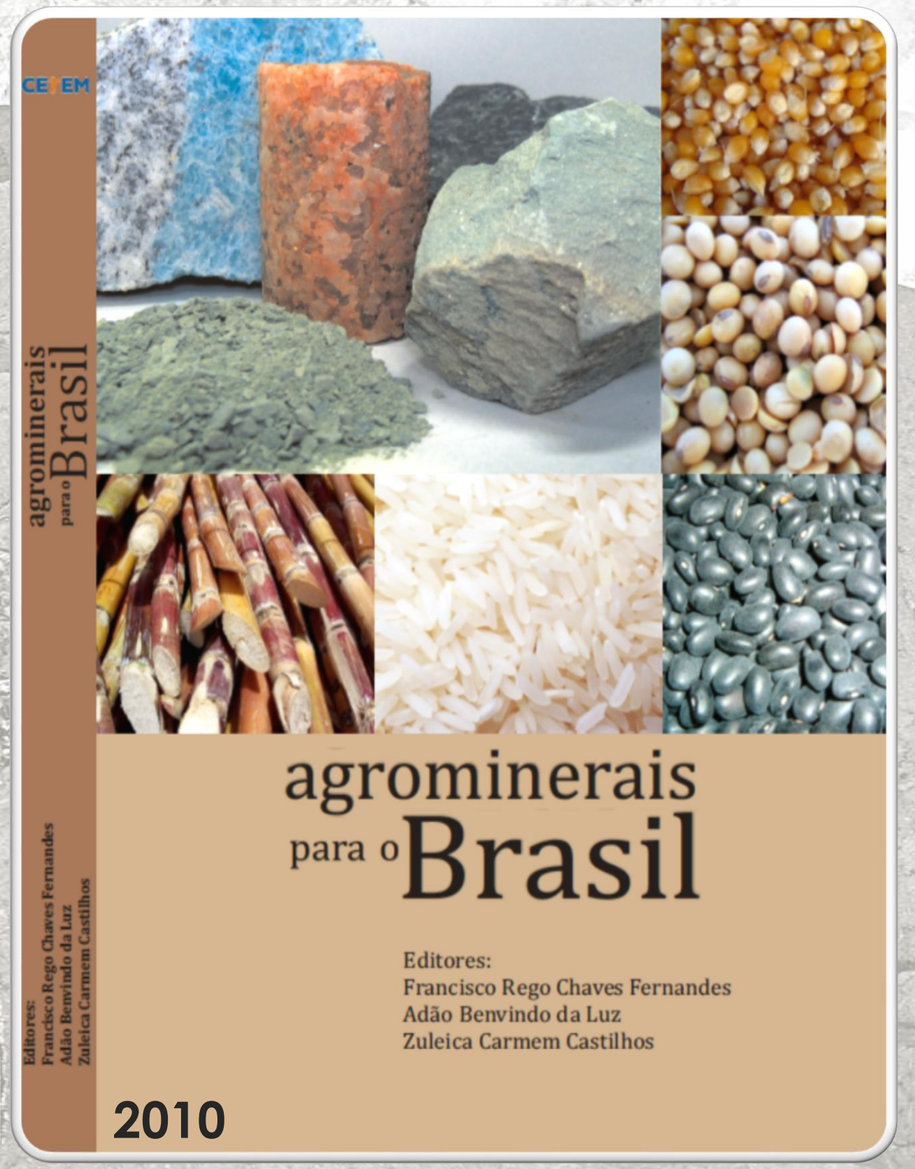
Fonte: Van Straaten (2007)

Agrominerais

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
BRASIL GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
BRASIL GOVERNO FEDERAL
Embrapa
CPRM Serviço Geológico do Brasil

Agromineral

Matéria prima mineral para a produção de insumos destinados ao manejo da fertilidade do solo



Tipos de Agrominerais

Classe de ânion		Tipo de rochas*	Cátions principais	Cobertura da crosta (% área)[10]	Solubilidade em água
Carbonato	CO_3^{2-}	Calcário (sedimentar)[1] Carbonatito (ígneo)[2] Mármore (metamórfico)[3]	Ca^{2+}, Mg^{2+}	10,0	Baixa
Sulfato	SO_4^{2-}	Depósitos evaporíticos (sedimentar)[4]	Ca^{2+} (Mg^{2+}, K^{+})	0,0	Muito alta
Cloreto	Cl^{-1}	Depósitos evaporíticos (sedimentar)	K^{+}	0,0	Muito alta
Fosfato	PO_4^{3-}	Fosforito (sedimentar)[5] Foscorito (ígneo)[6]	Ca^{2+}	0,0	Baixa
Silicato	SiO_4^{4-}	Sedimentar[7] Ígneo[8] Metamórfico[9]	Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}	90,0	Muito baixa

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

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA BRASIL GOVERNO FEDERAL

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

CPRM Serviço Geológico do Brasil

Agrogeologia

Ciência que estuda processos geológicos que influenciam a distribuição e formação dos solos, bem como a aplicação de materiais geológicos em sistemas agrícolas e florestais como forma de manter e melhorar a produtividade do solo para o aumento dos benefícios sociais, econômicos e ambientais.

(Chesworth e Van Straaten, 1993)

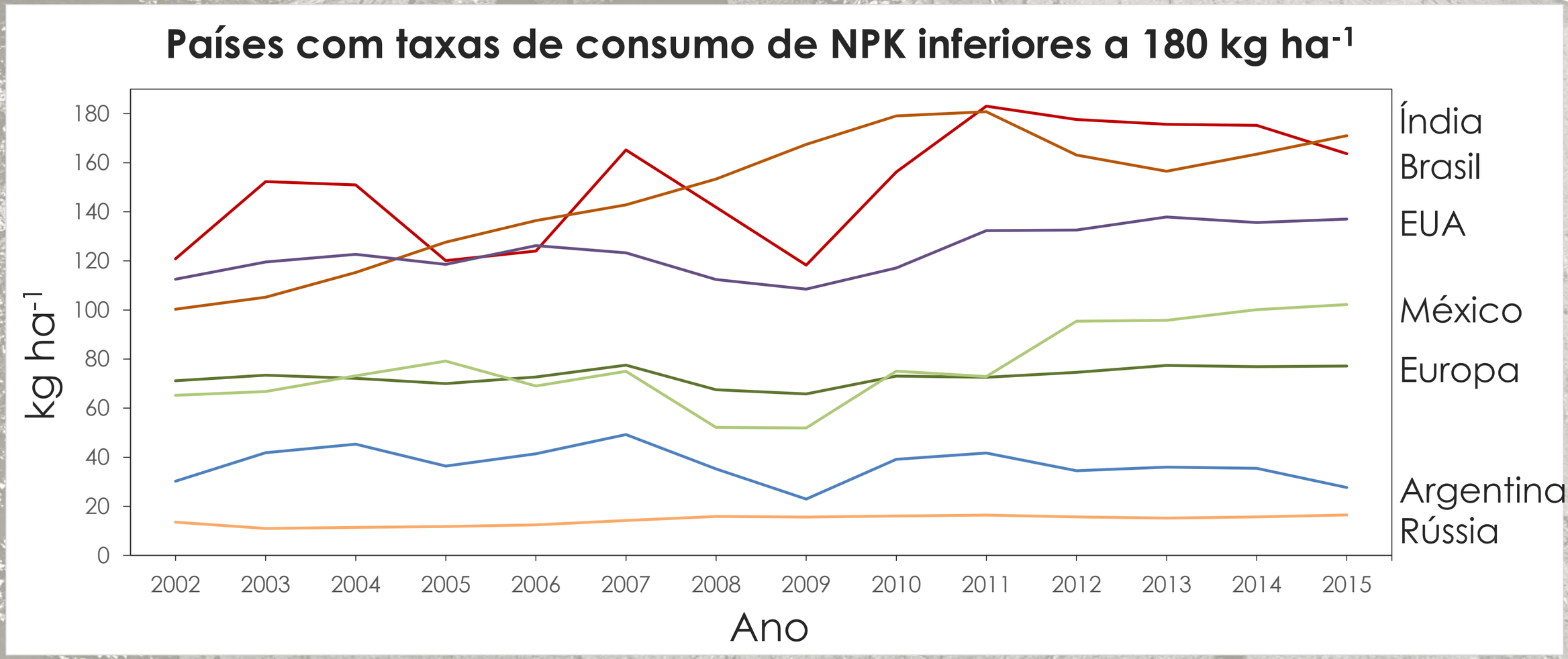
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA BRASIL GOVERNO FEDERAL

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

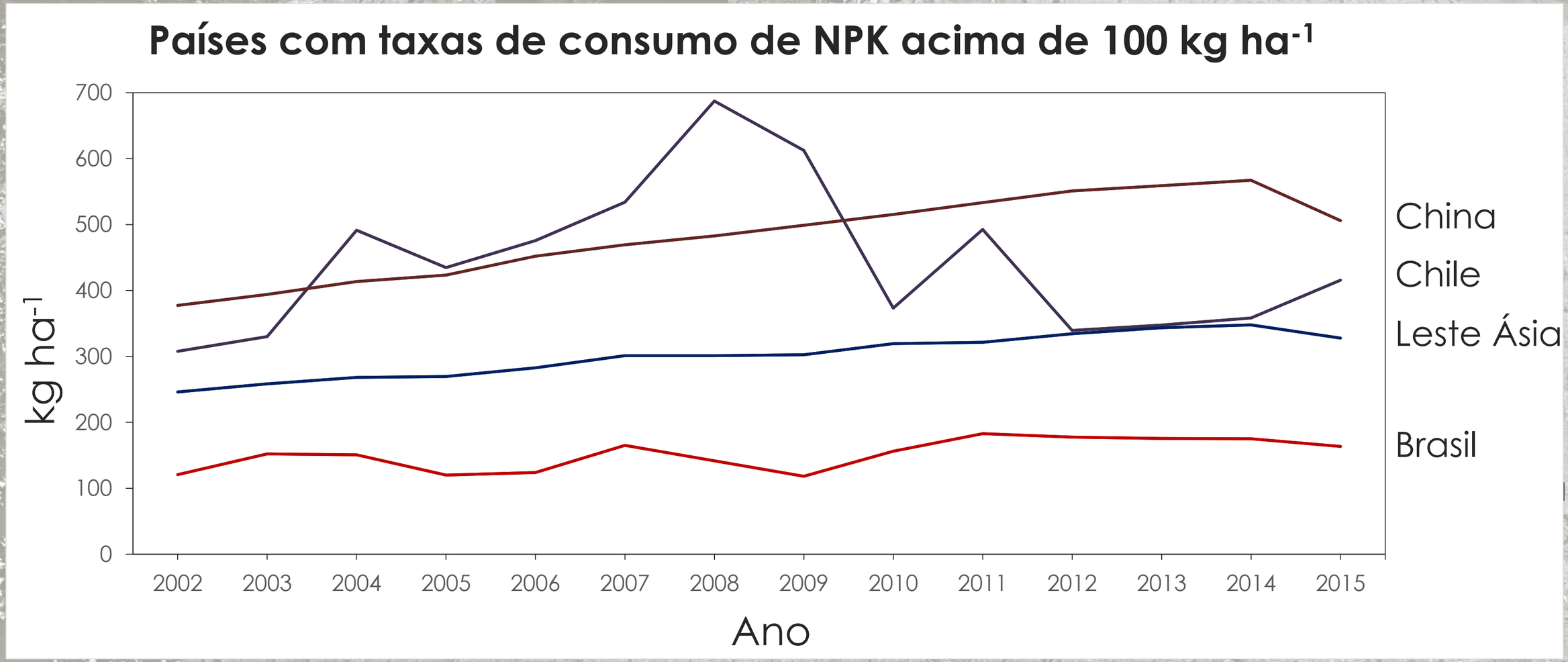
CPRM Serviço Geológico do Brasil

Consumo de nutrientes



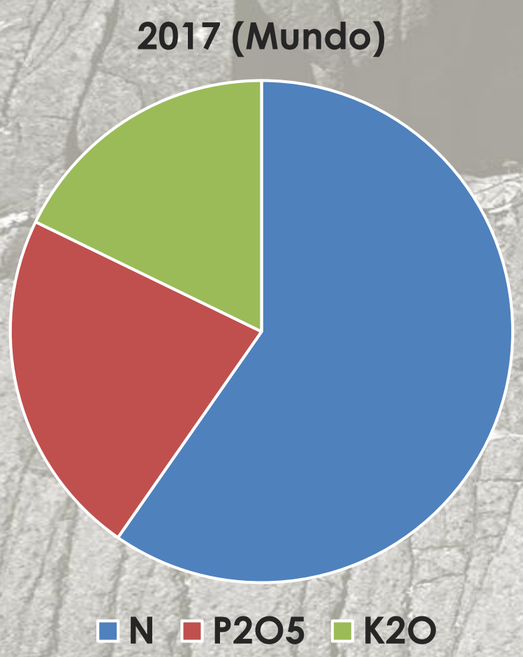
Fonte: https://data.worldbank.org/indicator/AG.CON.FERT.ZS?view=map&year=2015

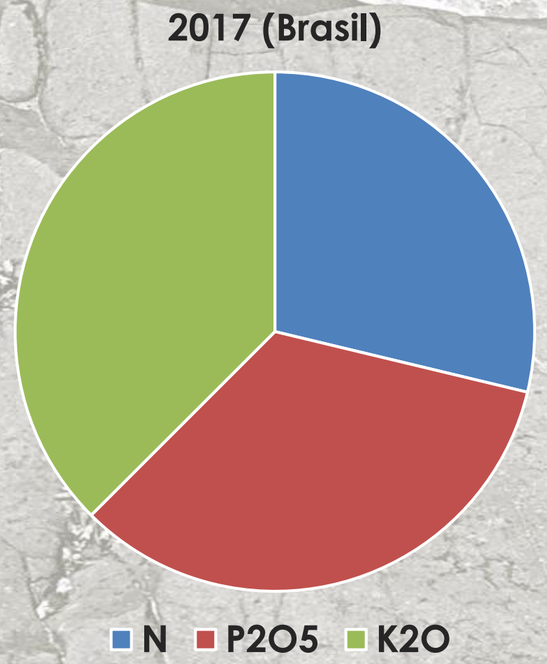
Consumo de nutrientes

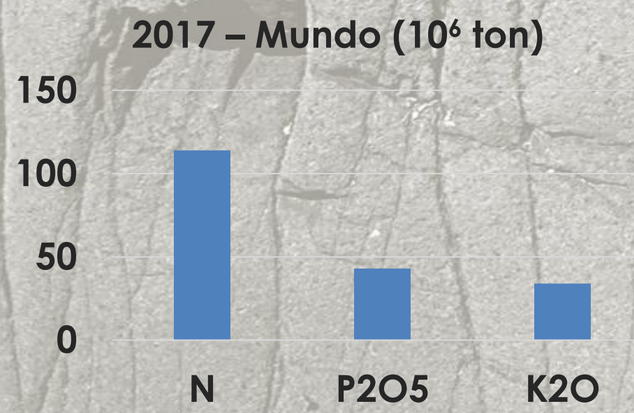


Fonte: https://data.worldbank.org/indicator/AG.CON.FERT.ZS?view=map&year=2015

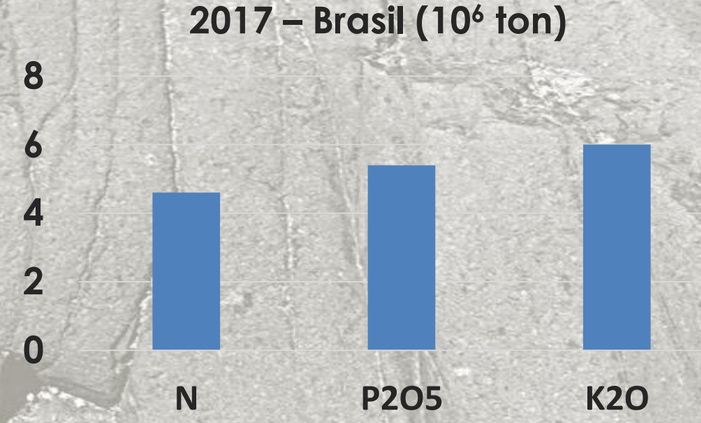
Consumo de nutrientes





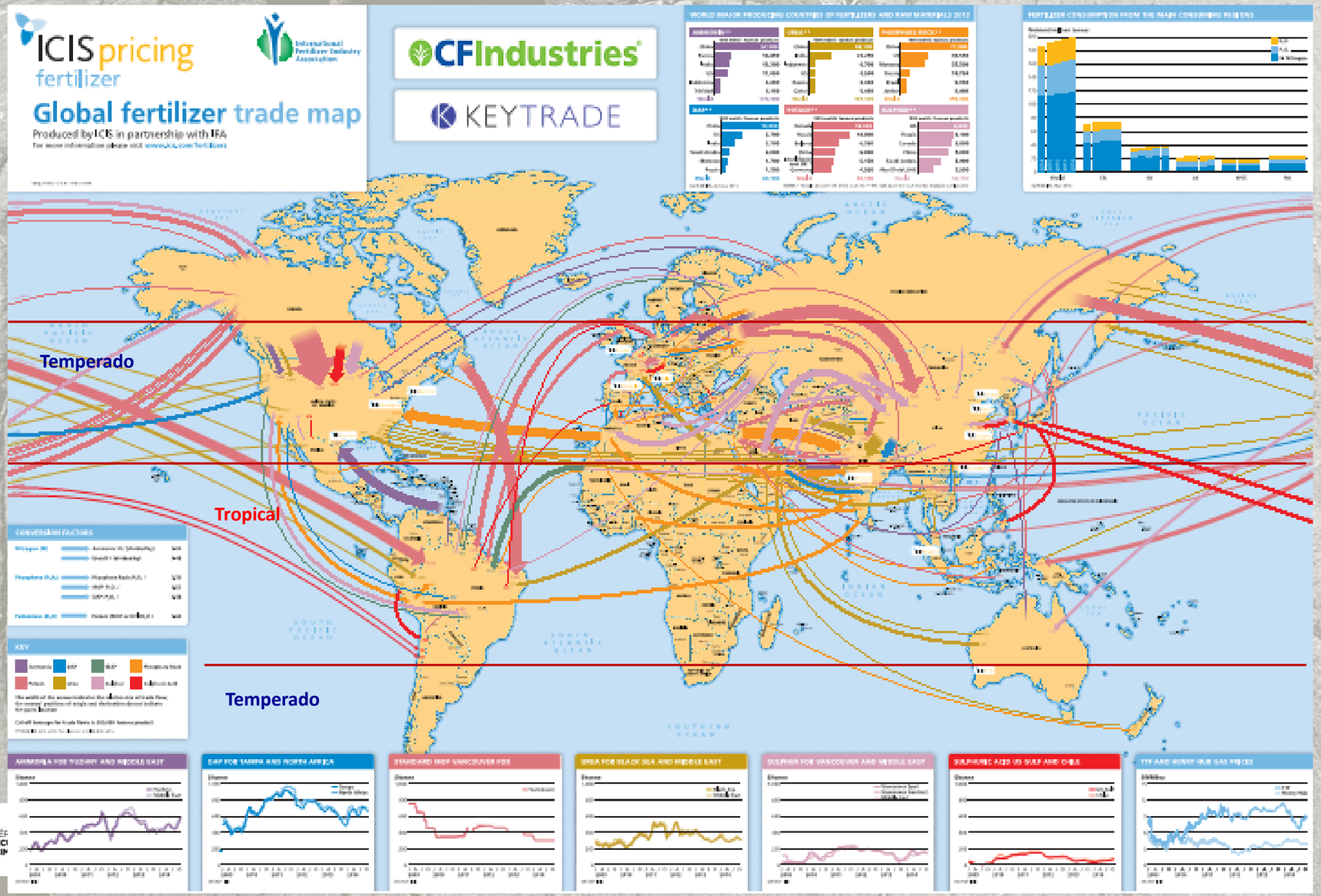


Fonte: http://www.fao.org/3/a-i6895e.pdf



Fonte: http://brasil.ipni.net/article/BRS-3132

Commodities fertilizantes

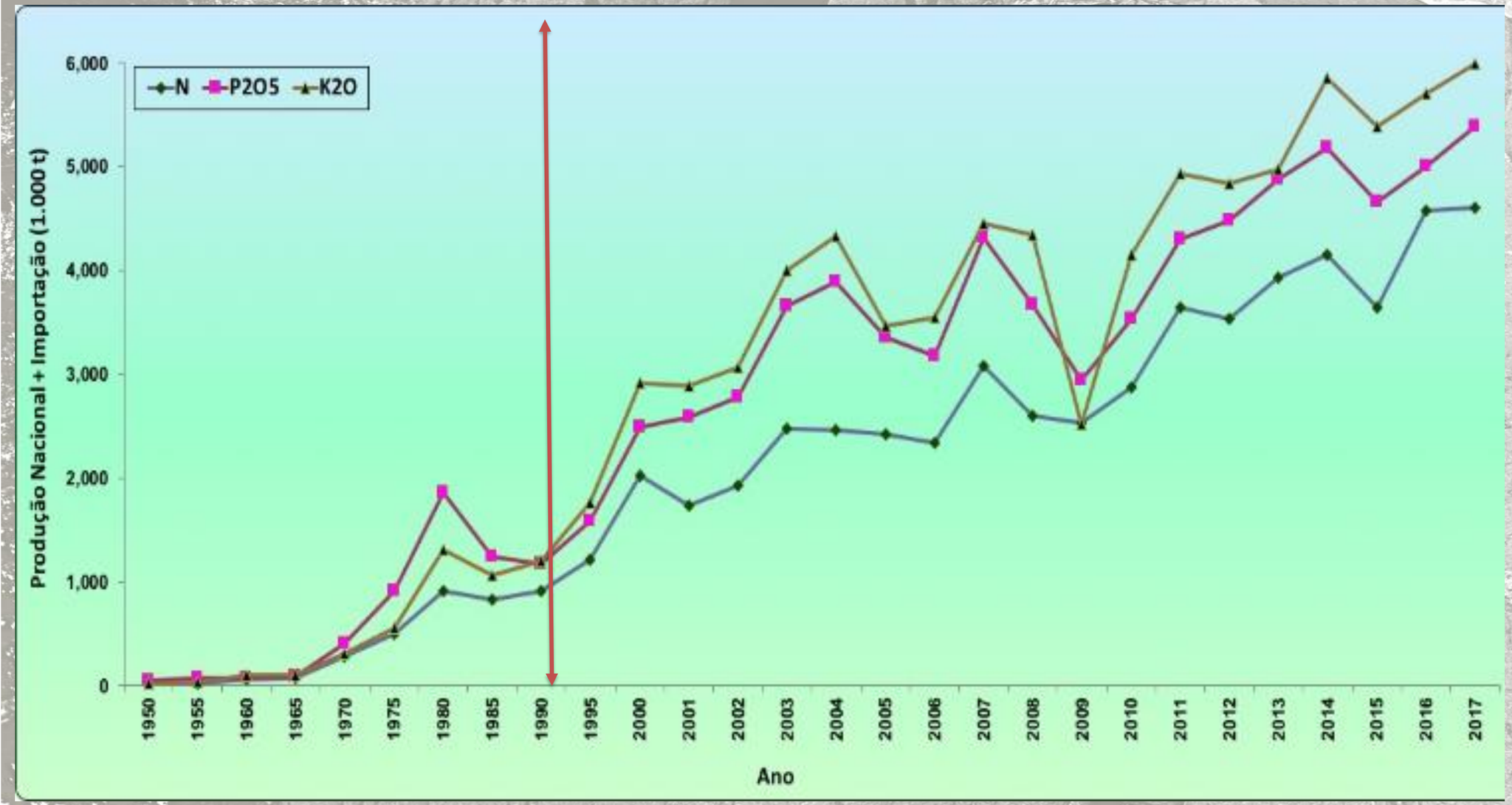


MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
BRASIL
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
Embrapa
CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Commodities fertilizantes

Lu, Chaoqun; Tian, Hanqin (2016): Half-degree gridded nitrogen and phosphorus fertilizer use for global agriculture production during 1900-2013. *PANGAEA*, https://doi.org/10.1594/PANGAEA.863323

Dependência Externa



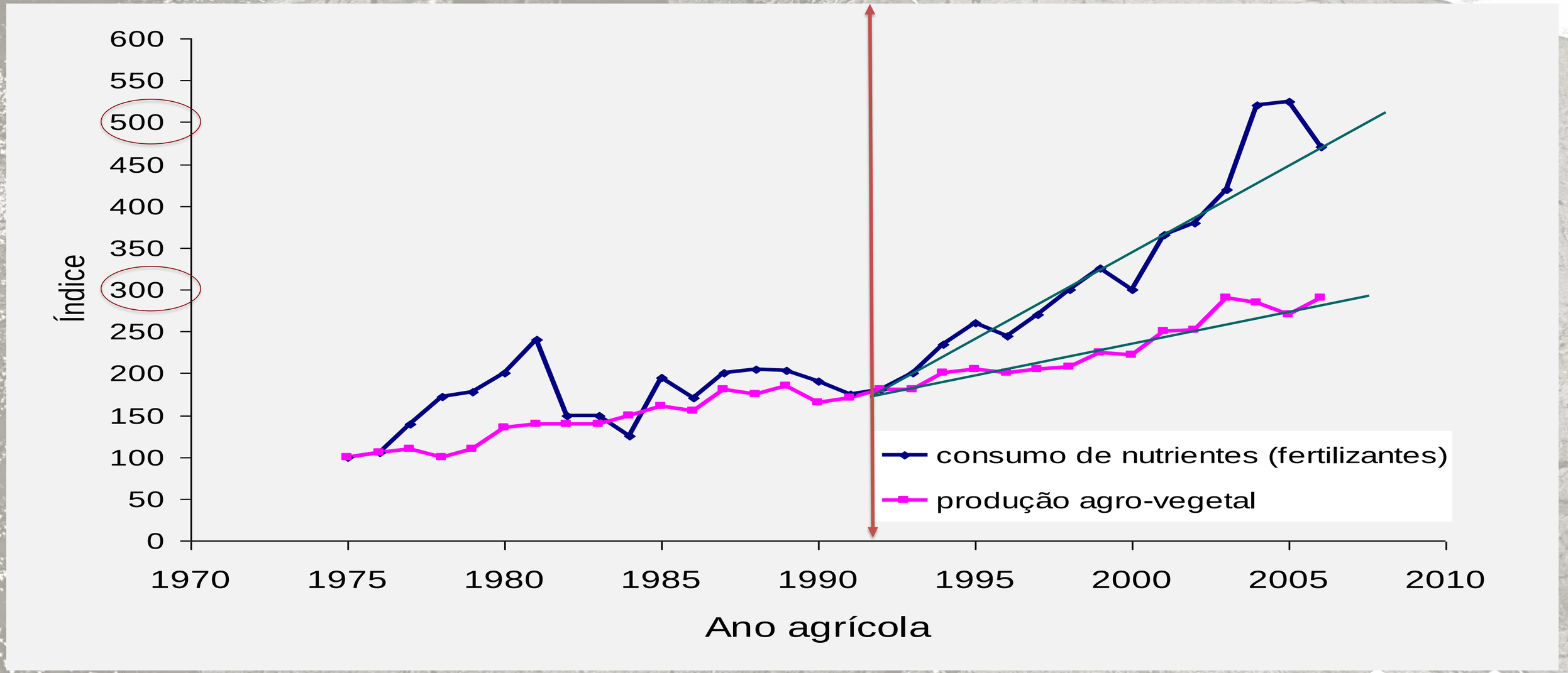
6,0 10^6 ton K_2O: 95%

5,4 10^6 ton P_2O_5: 64%

4,6 10^6 ton N: 88%

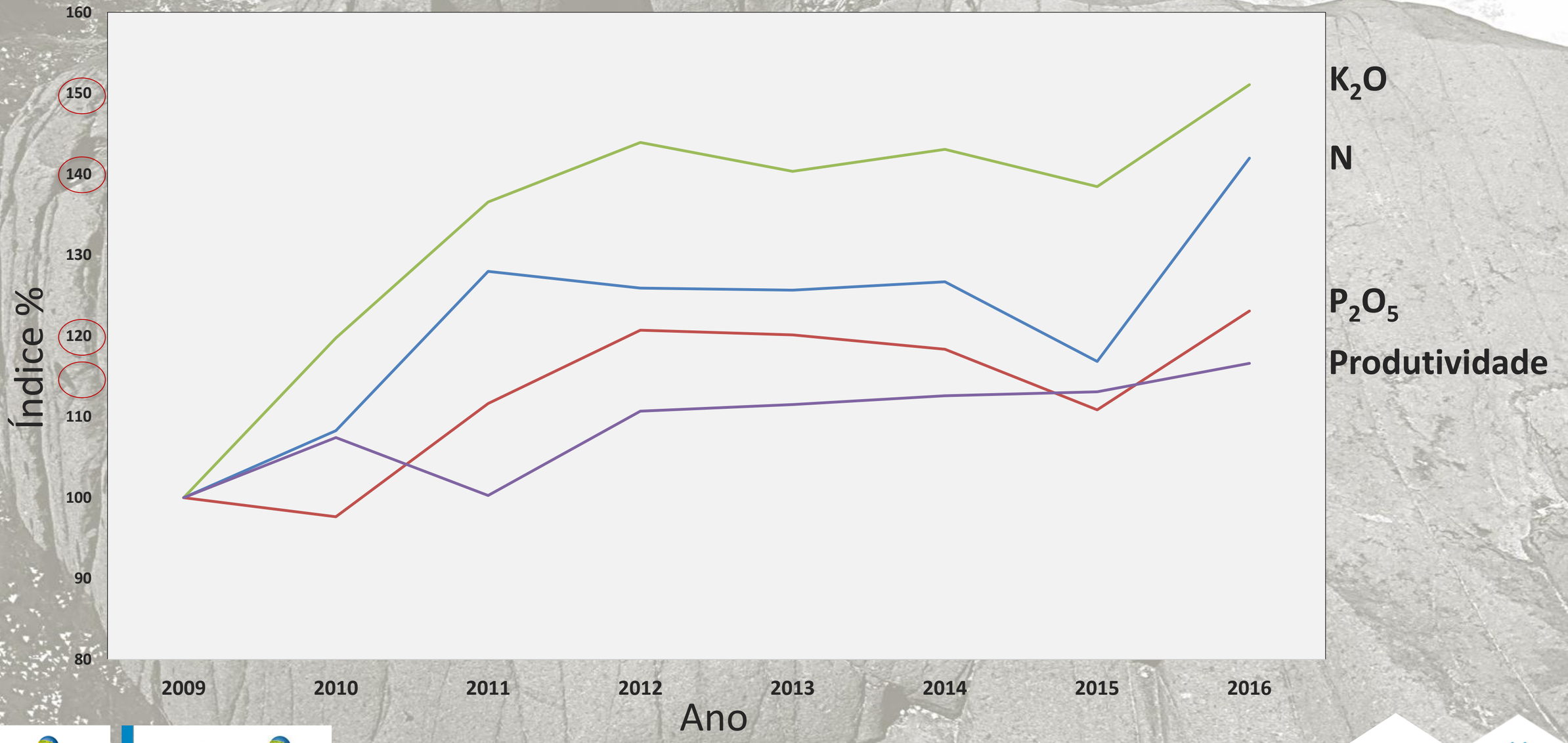
Fonte: http://brasil.ipni.net/article/BRS-3132

Eficiência de uso de nutrientes



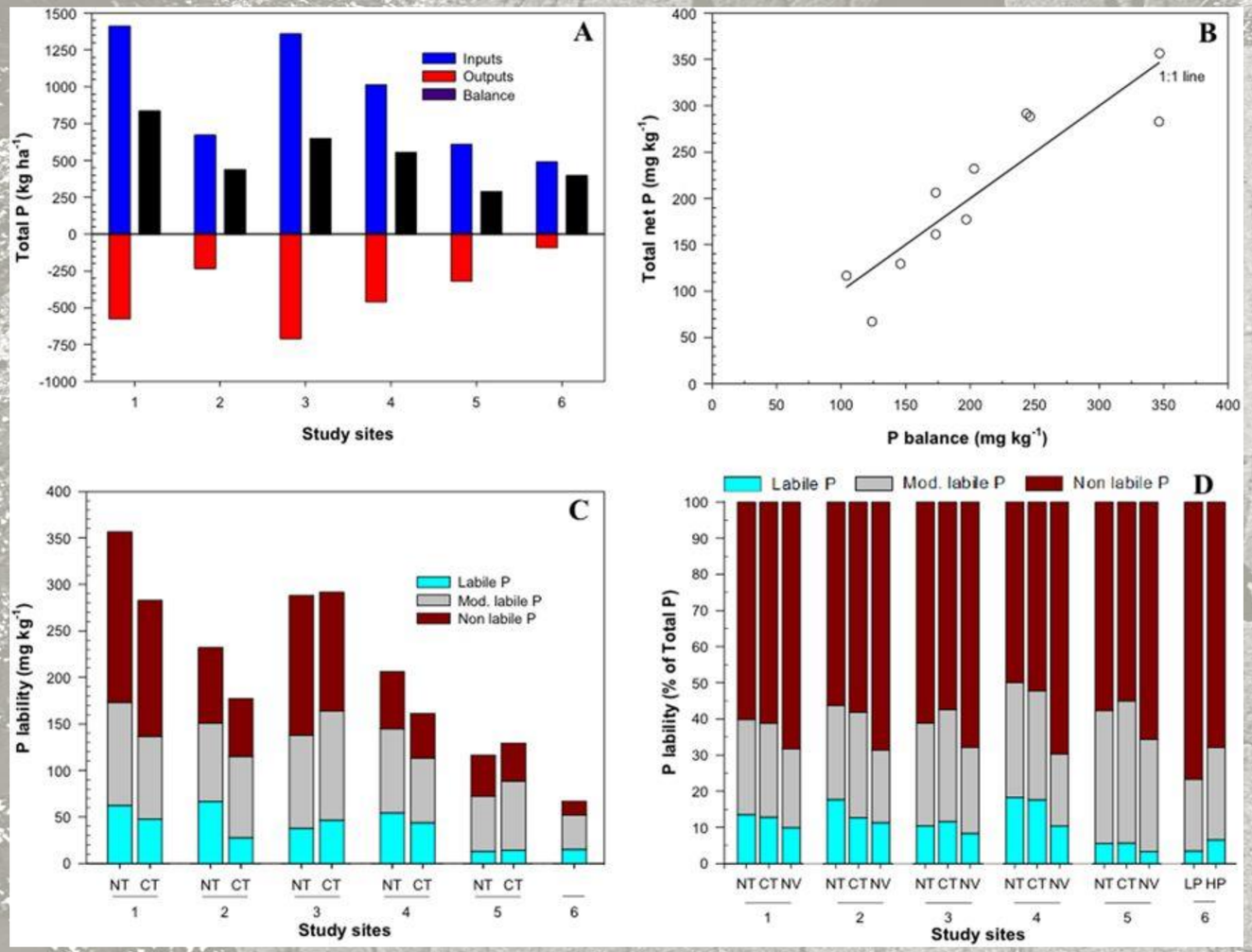
Fonte: Anda; IBGE e Lopes, A. S., 2007

Eficiência de uso de nutrientes



Fonte: Cunha et al. (2018) Balanço de nutrientes na agricultura 2013-2016.

Adsorção de P em solos de clima tropical



Balanço do P em solos agrícola do Brasil:

- ✓ ~ metade do P aplicado continua no solo
- ✓ Equivale a recursos de hoje U$42 bilhões

Withers et al. 2018 Nature doi: 10.1038/s41598-018-20887-z

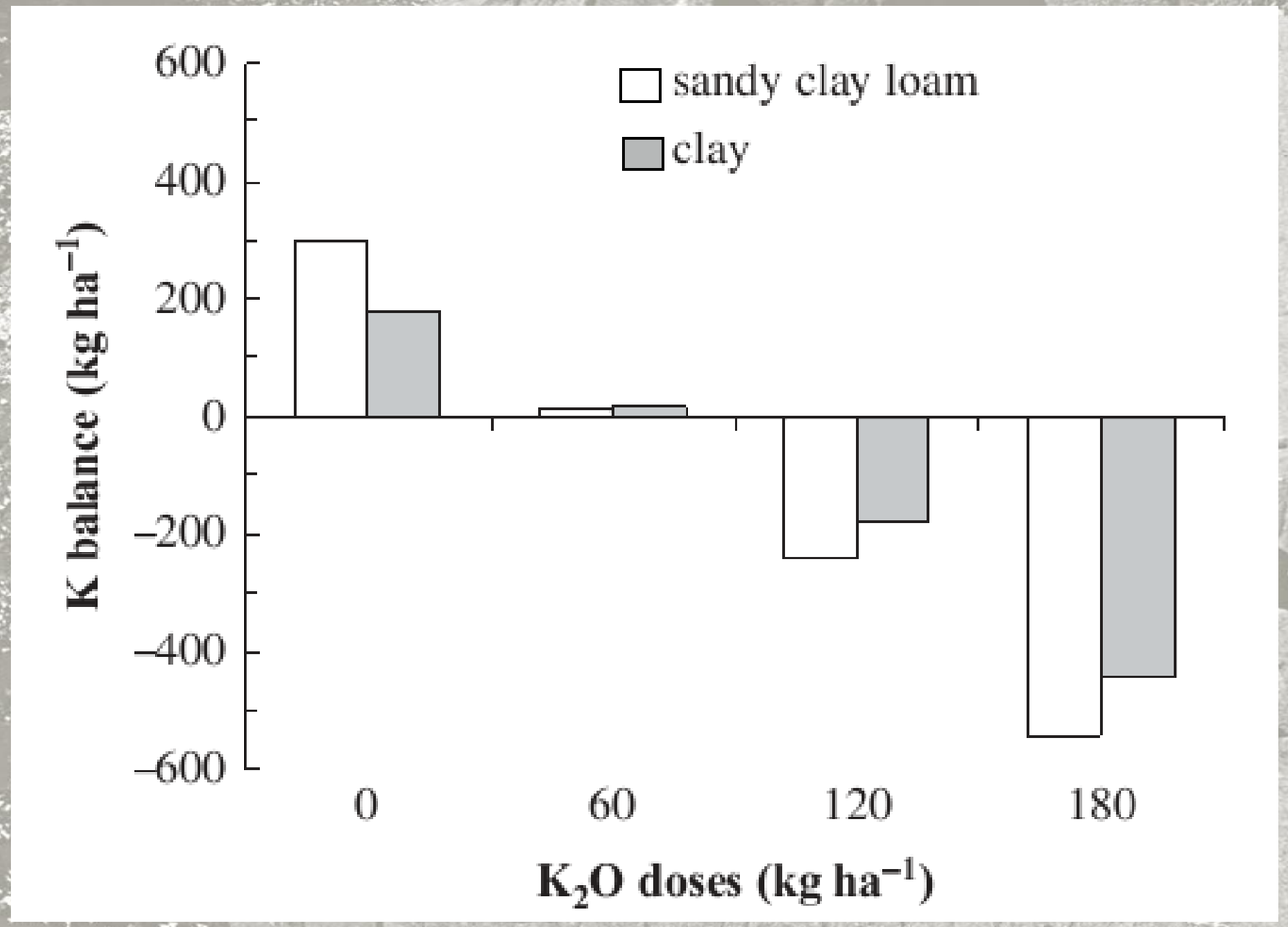
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA BRASIL GOVERNO FEDERAL

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

CPRM Serviço Geológico do Brasil

Eficiência de uso de nutrientes



Balanço do K na camada 0-20 cm.

Soja 6 anos

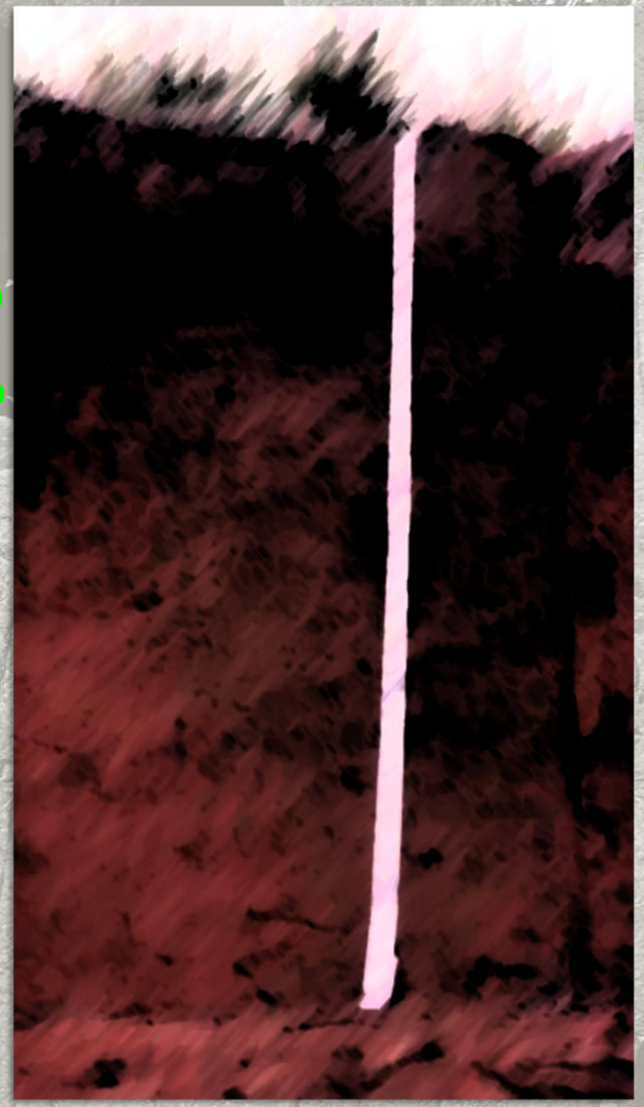
- ✓ **Utilização eficiente apenas para subdoses**
- ✓ **Perdas nas doses praticadas**

Rosoloem et al. (2010) Communications in Soil Science and Plant Analysis, 41: 16, 1934-1943. doi: 10.1080/00103624.2010.495804

Remineralização de solos
Formação de camada superficial

Alta capacidade de troca de cátions (CTC)

Alta capacidade de troca de ânions (CTA)



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

Anions: SiO_4^{-4}, PO_4^{3-}, SO_4^{2-}, NO_4^{-}

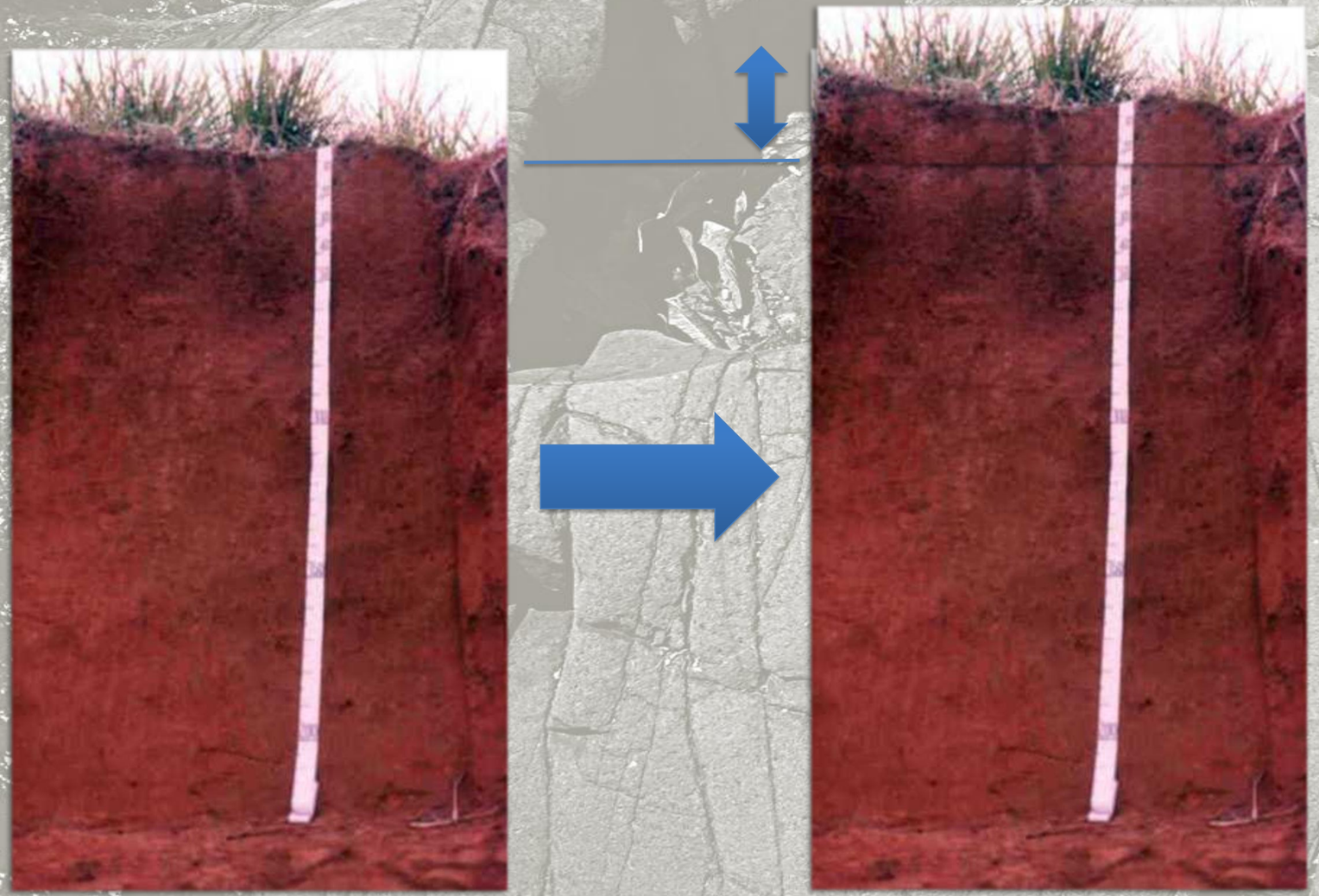
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA BRASIL GOVERNO FEDERAL

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

CPRM Serviço Geológico do Brasil

Formação de solo



1 cm a cada 50 ou 100 anos
(1 a 2 toneladas por ano)

Processo natural:
1 cm a cada 1.000 anos

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
BRASIL GOVERNO FEDERAL

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Aumento das raízes das culturas

Fonte: Embrapa Cerrados 2017

Aumento de Raízes da Culturas

Abordagem metodológica

Zonas de ocorrência potencial de agrominerais

- Integração de dados (banco de dados CPRM)
- Classificação por classe de agromineral
- Definição de restrições legais e econômicas
- Avaliação do potencial de ocorrência

Zonas de consumo de agrominerais

- Censo IBGE; ANDA
- Consumo definido pela recomendação e exportação de nutrientes
- Comparação com consumo aparente
- Espacialização dos dados por microrregião e por uso da terra

Integração

- Definição de zonas de potencial econômico para produção de agrominerais
- Definição de zonas de carência de agrominerais e alto consumo

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA BRASIL GOVERNO FEDERAL

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

CPRM Serviço Geológico do Brasil

Dados Utilizados

Potencial Geológico

- Geologia 1:1.000.000
- Litoquímica (Rocha)
- Afloramentos
- Recursos Minerais
- Poligonais DNPM (Lavra, Lavra Garimpeira, Req. Lavra, Req. Lavra Garimpeira)

Restrições Econômicas/ Ambientais

- SRTM- Declividade
- MapBiomas V3.0 (Uso e ocupação do terreno)
- UC's - Unidades de Conservação Ambiental
- TI's – Terras Indígenas

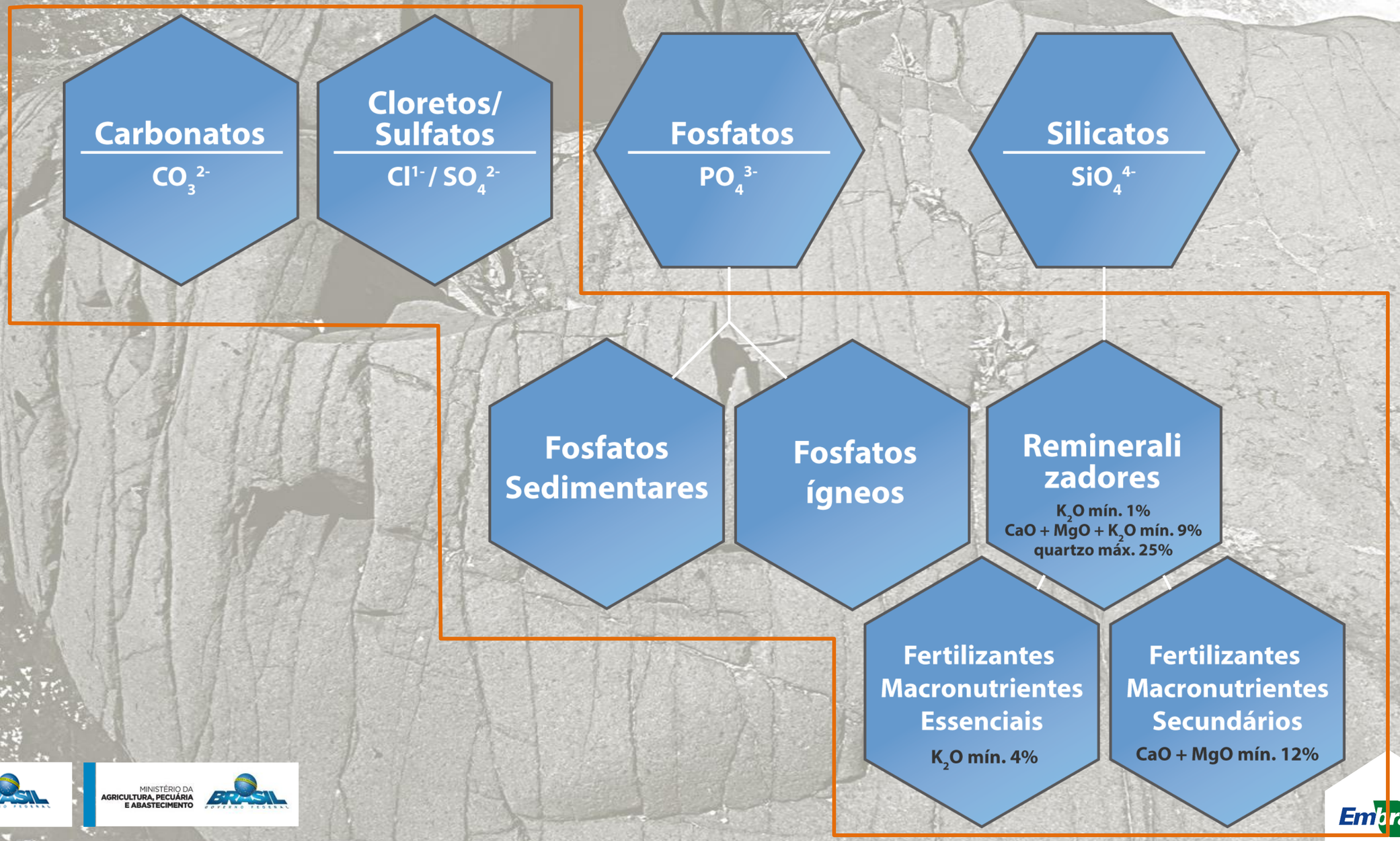
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA BRASIL GOVERNO FEDERAL

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

CPRM Serviço Geológico do Brasil

Classificação



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA BRASIL GOVERNO FEDERAL

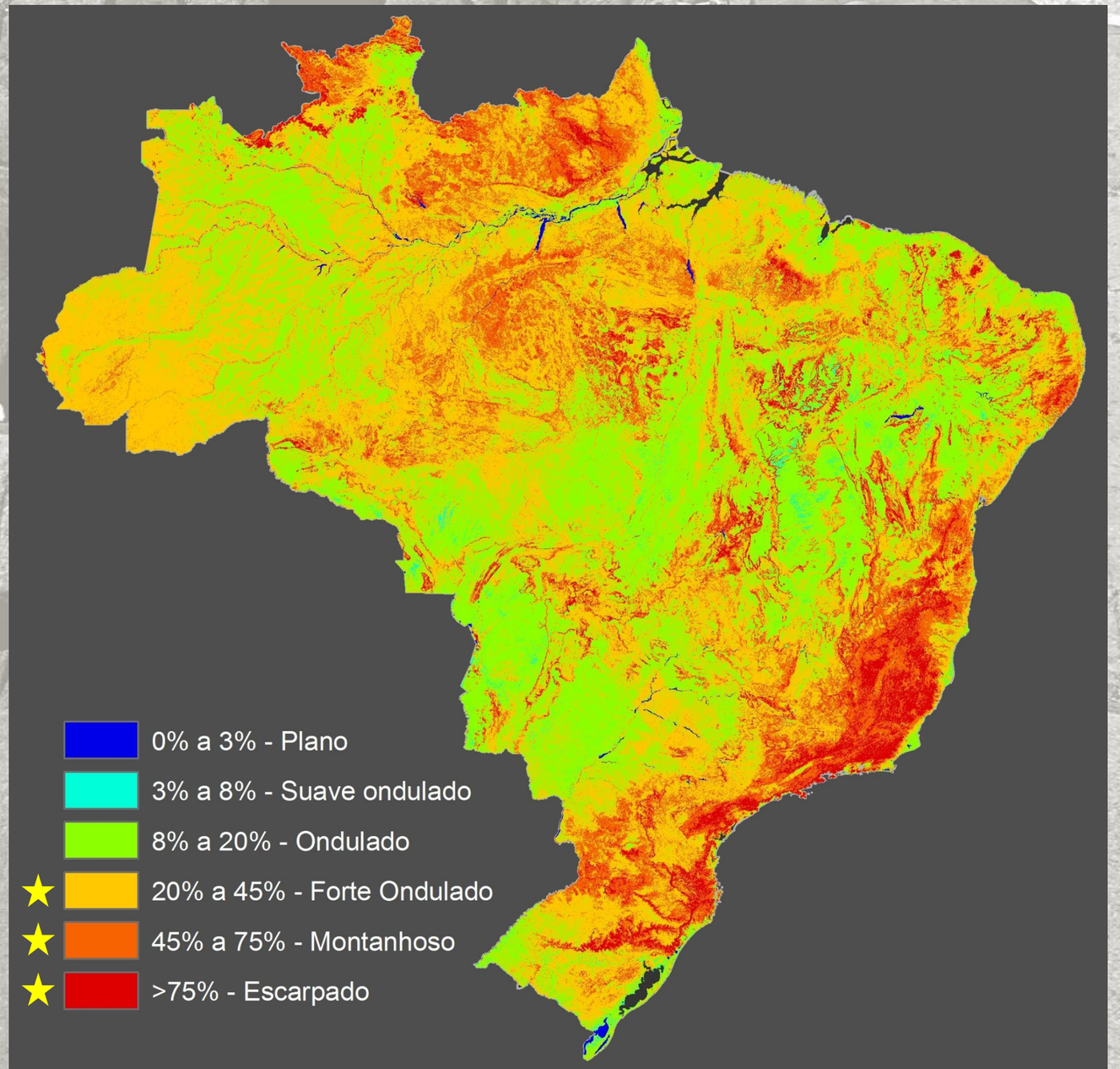
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

CPRM Serviço Geológico do Brasil

Restrições Econômicas/ Ambientais

SRTM Declividade



Obs.:

Classes sem restrição de declividade:

- Cloretos/Sulfatos
- Fosfato ígneo

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA BRASIL GOVERNO FEDERAL

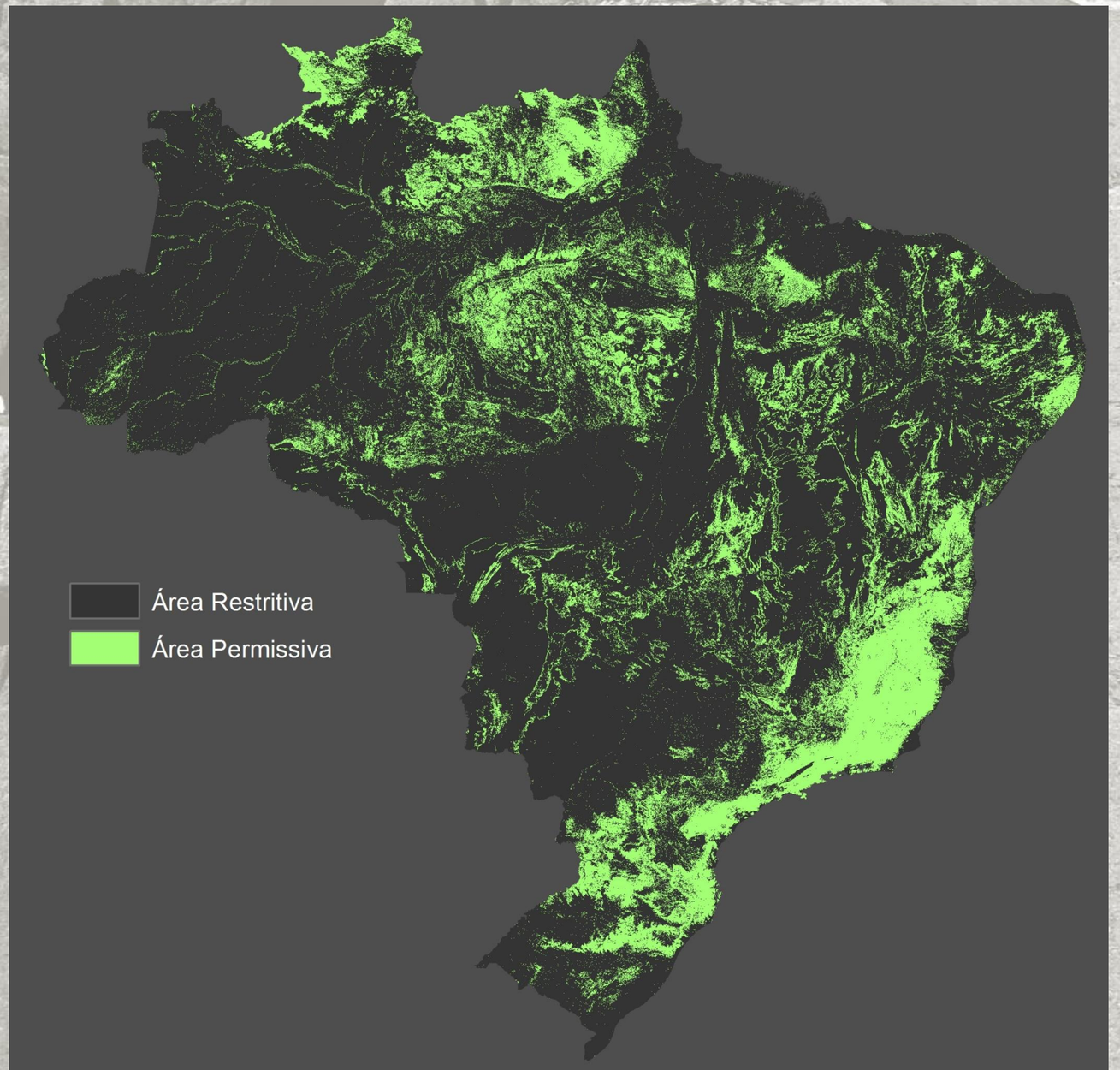
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

CPRM Serviço Geológico do Brasil

Restrições Econômicas/ Ambientais

SRTM Declividade



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
BRASIL GOVERNO FEDERAL

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
BRASIL GOVERNO FEDERAL

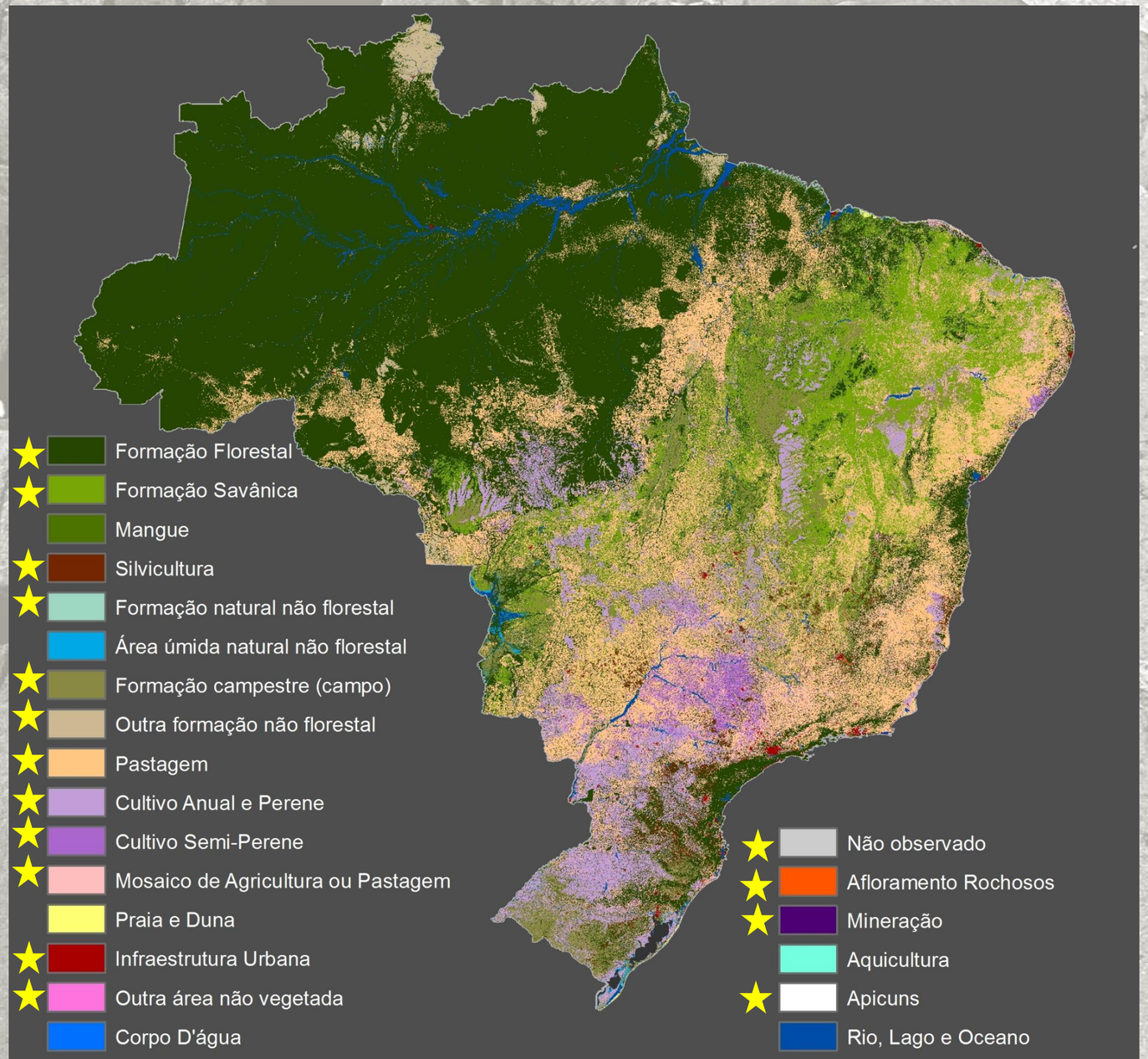
Embrapa

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Restrições Econômicas/ Ambientais

MapBiomas V3.0

★ Classes Permissivas



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA BRASIL GOVERNO FEDERAL

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

CPRM Serviço Geológico do Brasil

Restrições Econômicas/ Ambientais

MapBiomas V3.0

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
BRASIL GOVERNO FEDERAL

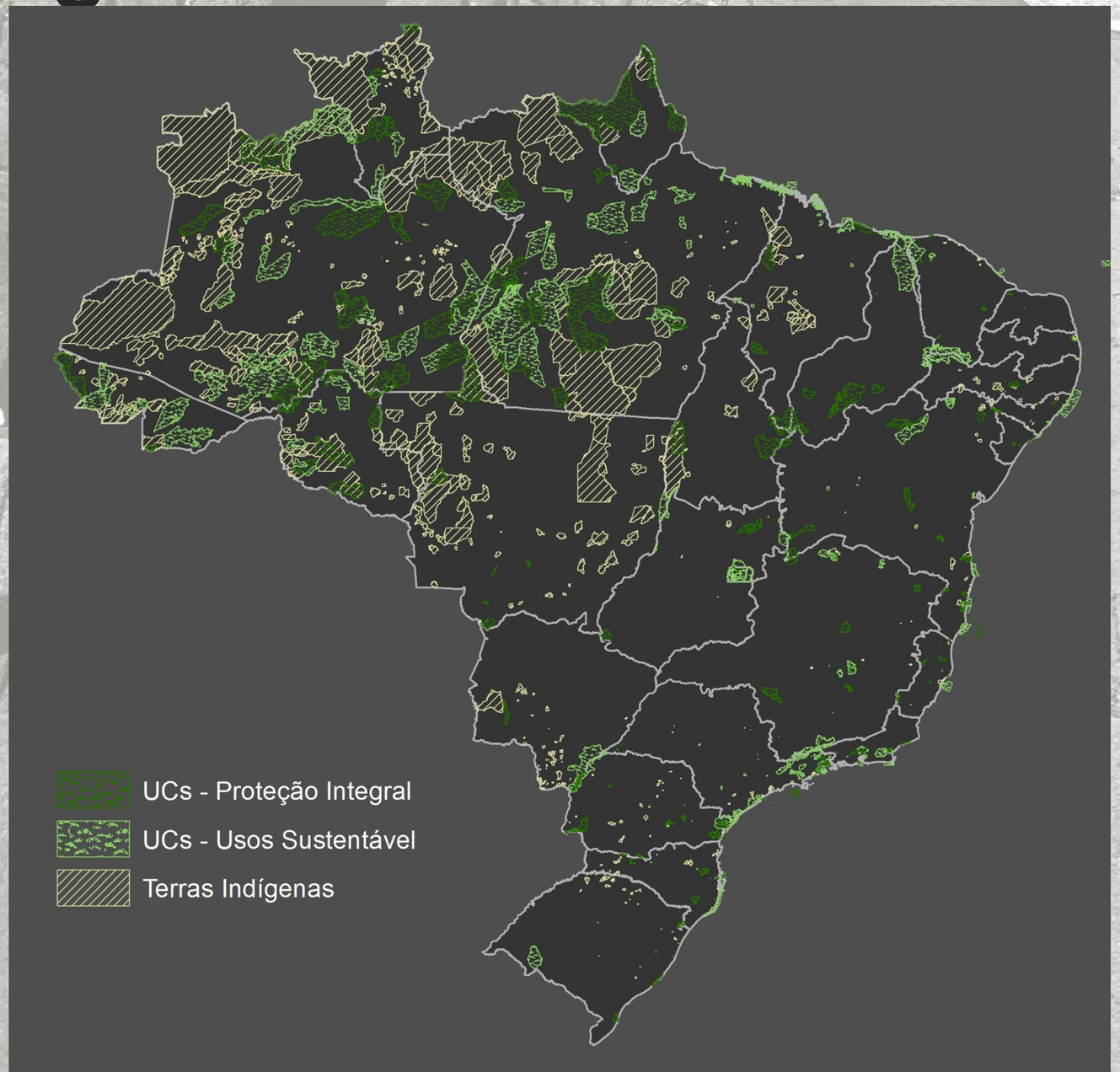
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

CPRM Serviço Geológico do Brasil

Restrições Legais

UC's e TI's



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
BRASIL GOVERNO FEDERAL

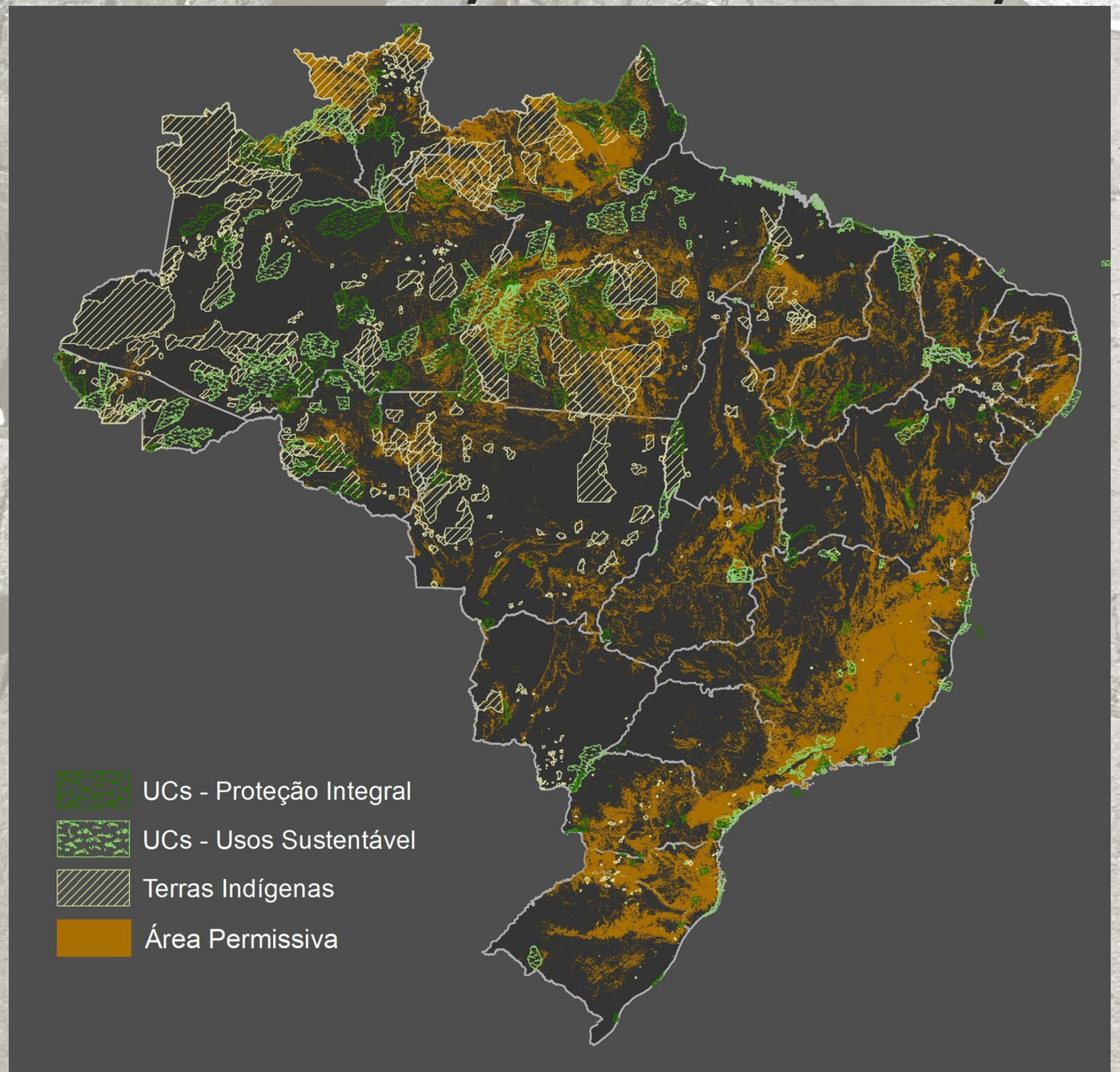
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Restrições Econômicas/ Ambientais/ Legais

Restrição Final



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
BRASIL GOVERNO FEDERAL

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Potencial de Ocorrência de Agrominerais

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

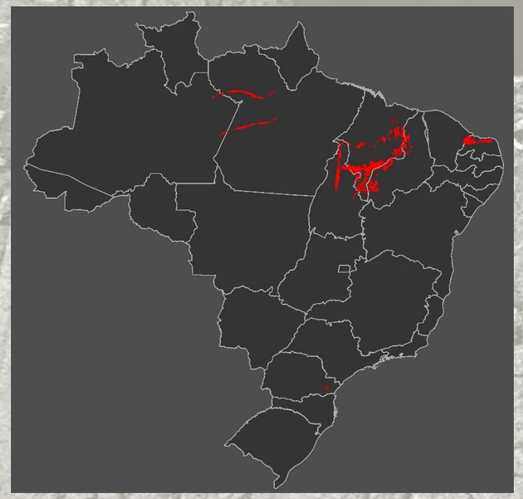
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

Embrapa

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Cloretos/ Sulfatos

Lito. Evaporitos



Rec. Min. Cloretos

ARIM Cloretos

DNPM Cloretos

MapBiomas Sal

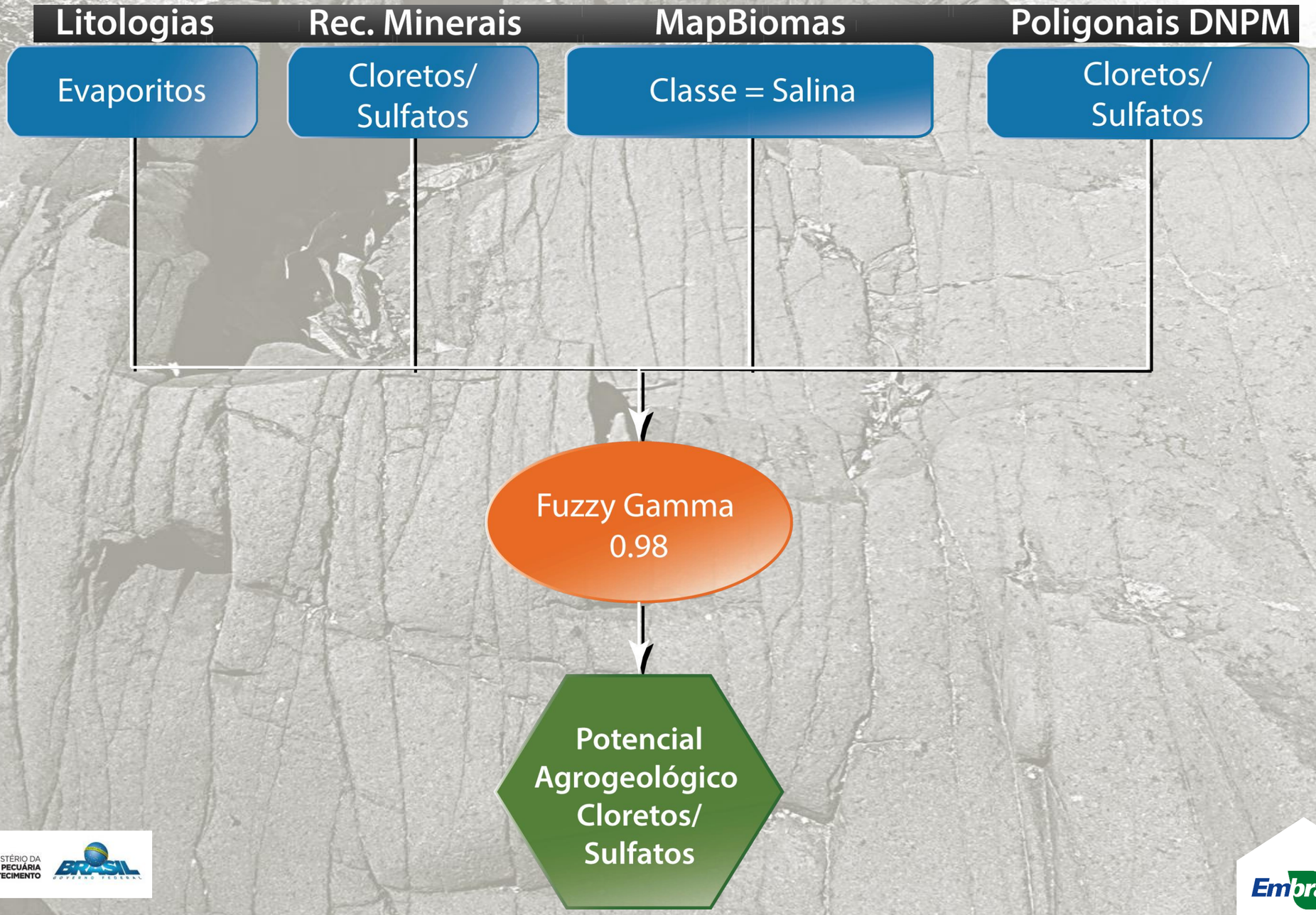
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

Embrapa

CPRM Serviço Geológico do Brasil

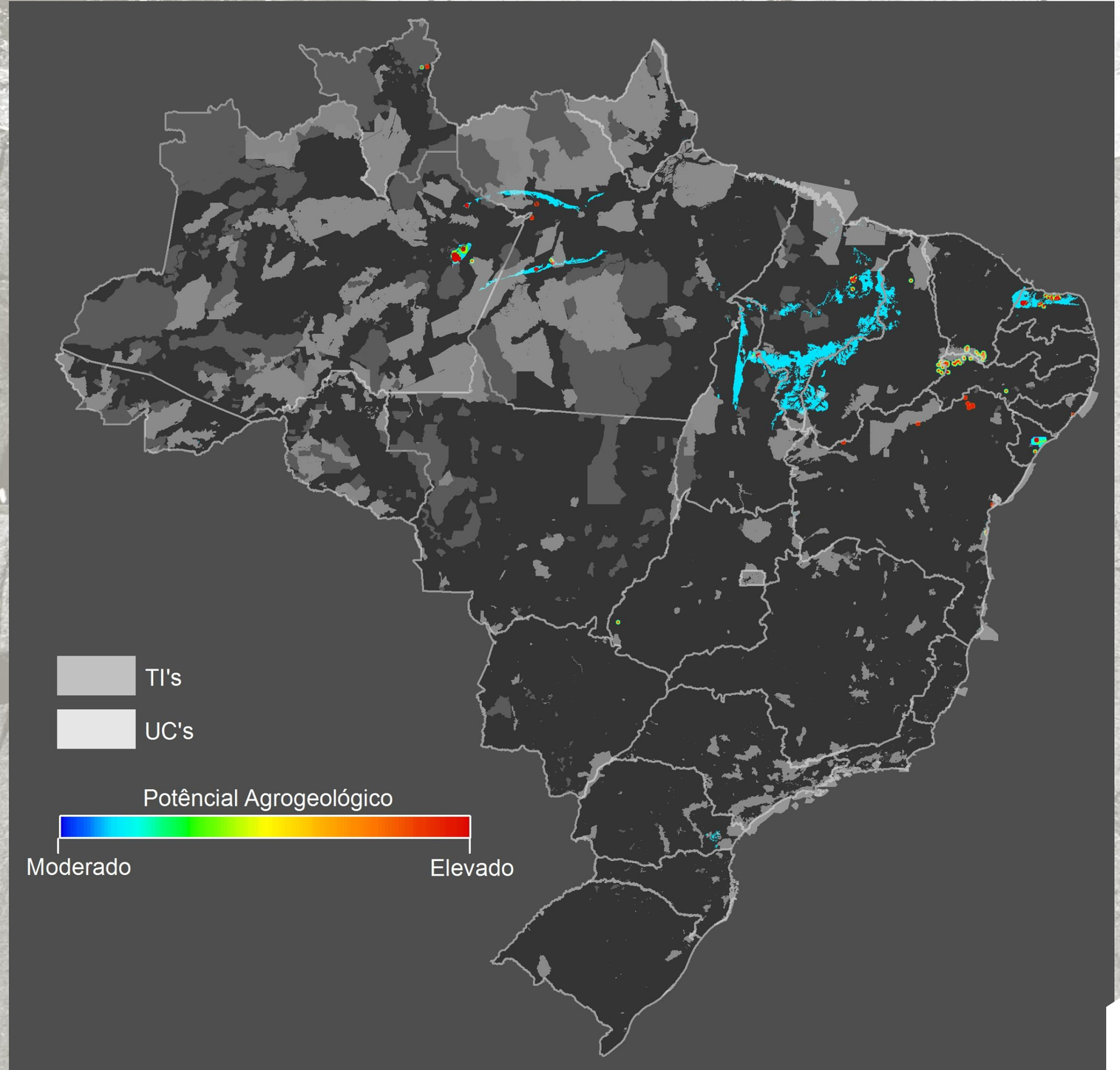
Cloretos/Sulfatos



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
BRASIL GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
BRASIL GOVERNO FEDERAL
Embrapa
CPRM Serviço Geológico do Brasil

Cloretos/ Sulfatos

Integração



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
BRASIL GOVERNO FEDERAL

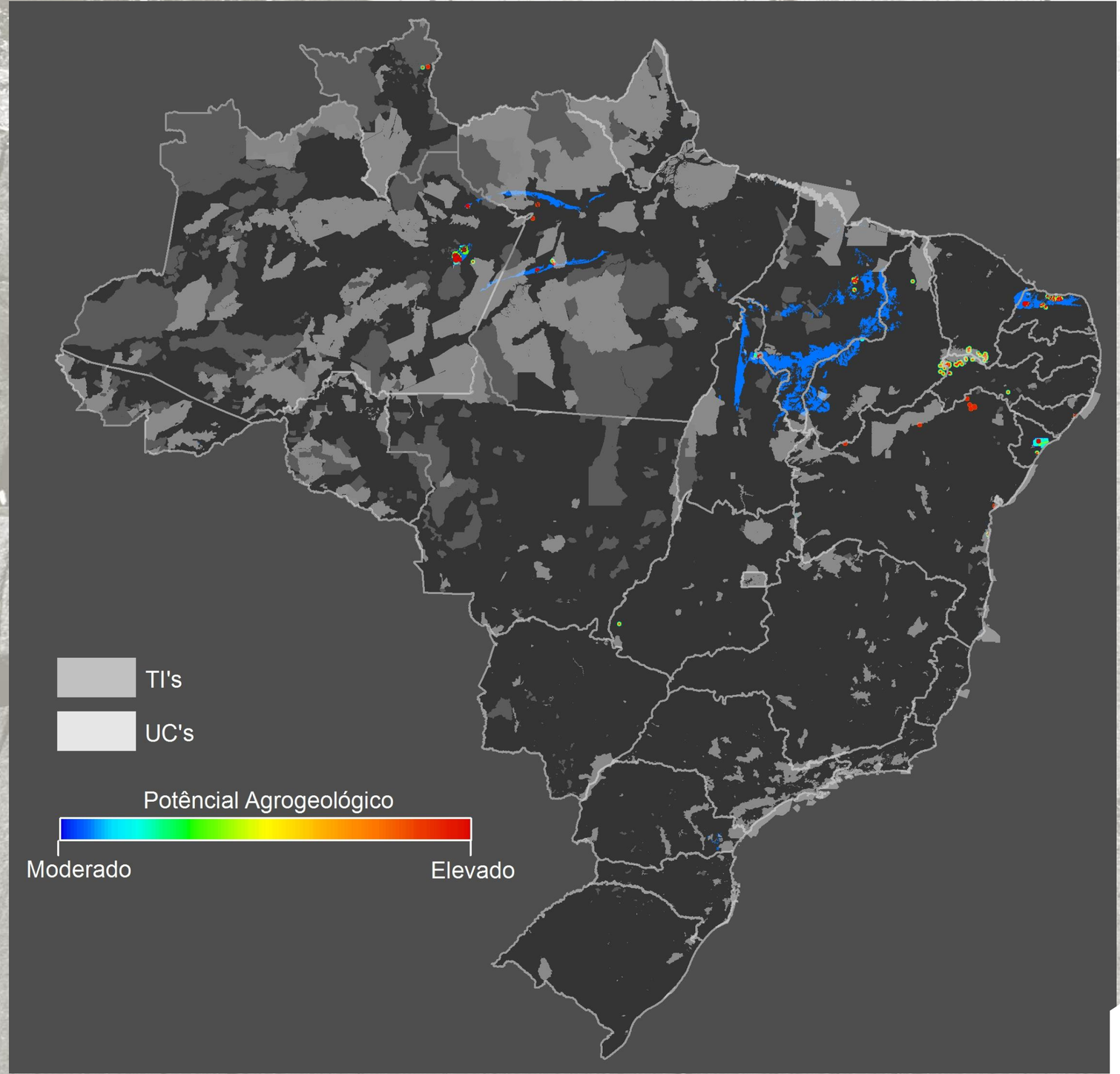
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Cloretos/ Sulfatos

Integração



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
BRASIL GOVERNO FEDERAL

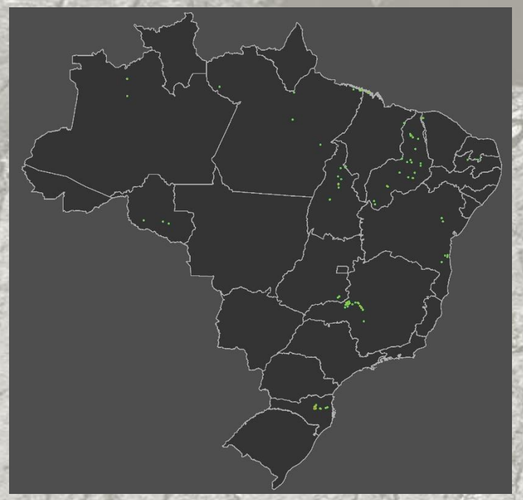
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

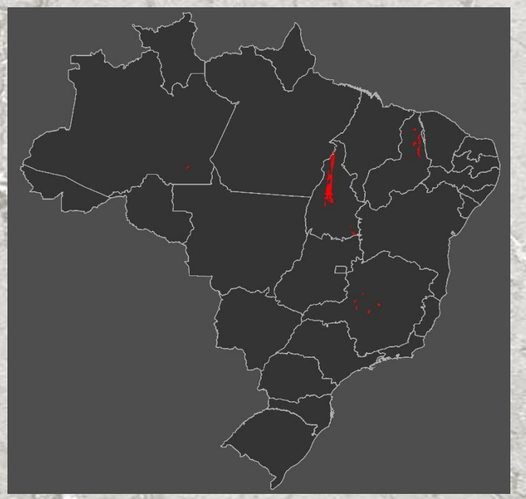
Fosfato Sedimentar

P_2O_5 >= 2%

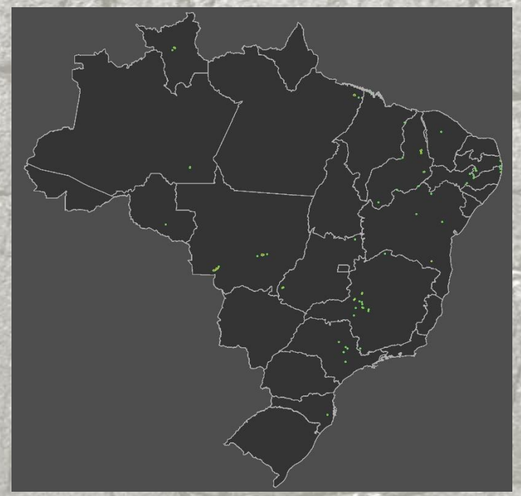


Lito. Fosfato Sed.

ARIM Fosf. Sed.



Rec. Min. Fosf. Sed.



DNPM Fosfato Sed.

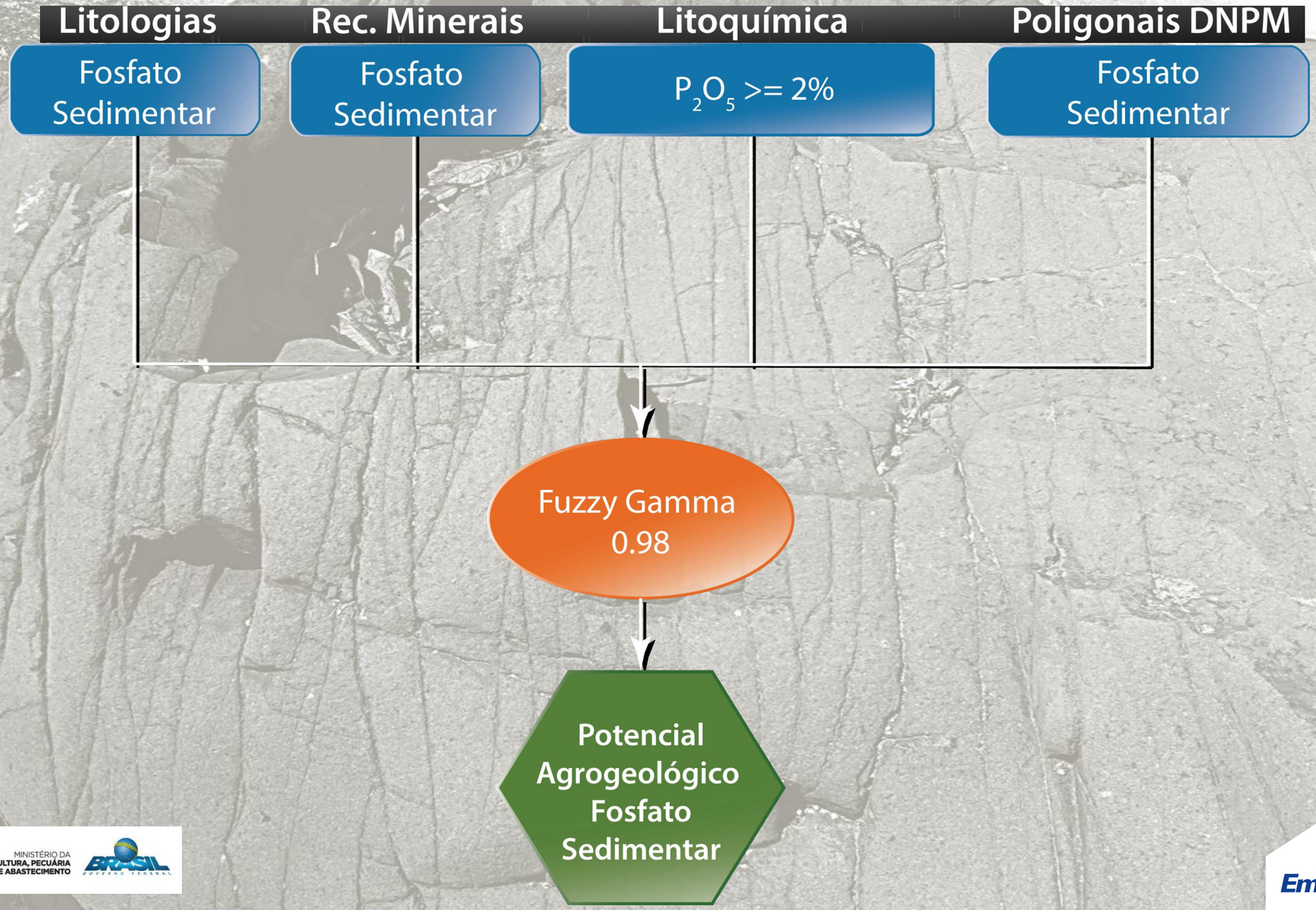
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

Embrapa

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Fosfato Sedimentar



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA BRASIL GOVERNO FEDERAL

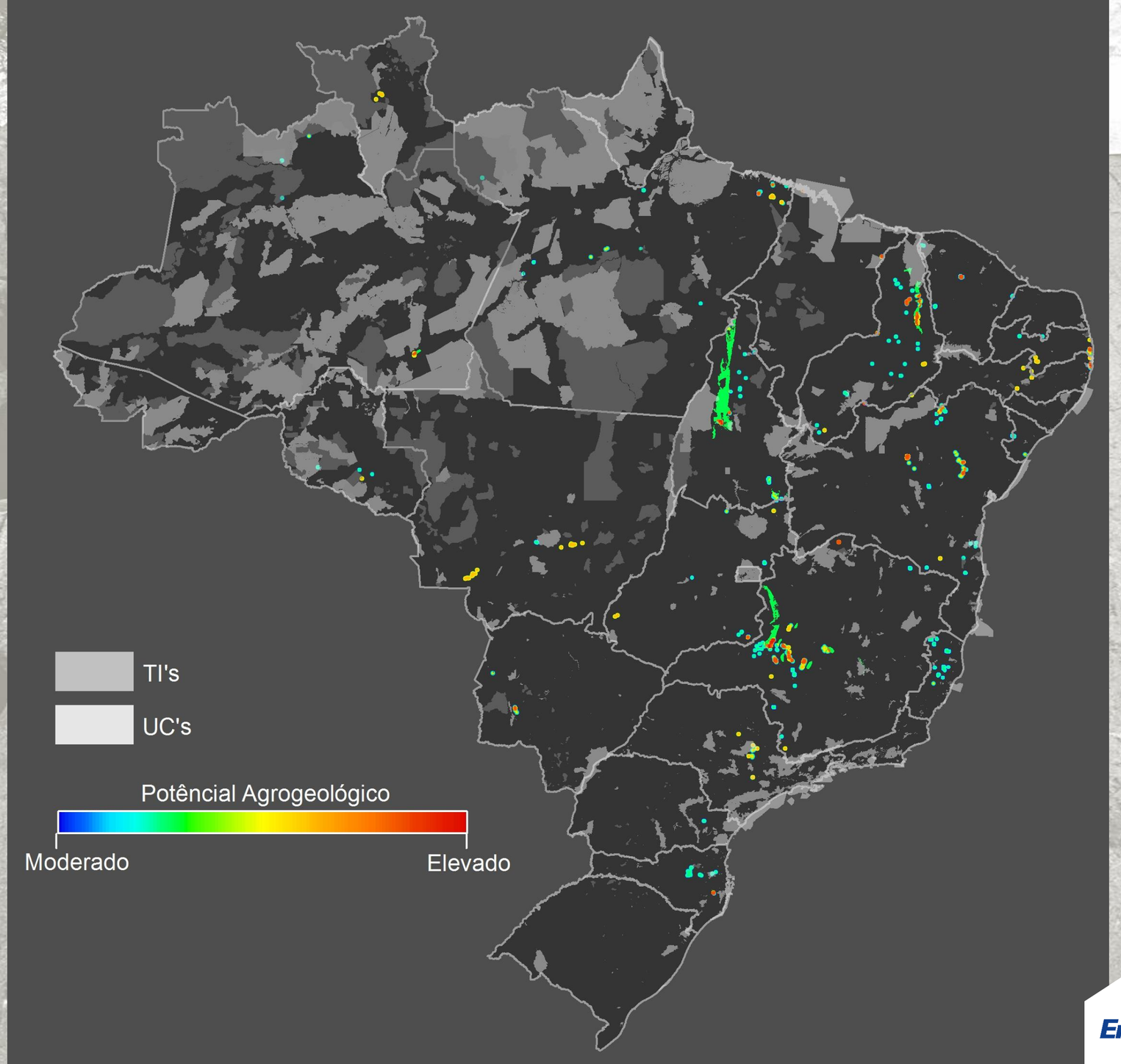
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

CPRM Serviço Geológico do Brasil

Fosfato Sedimentar

Integração



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
BRASIL GOVERNO FEDERAL

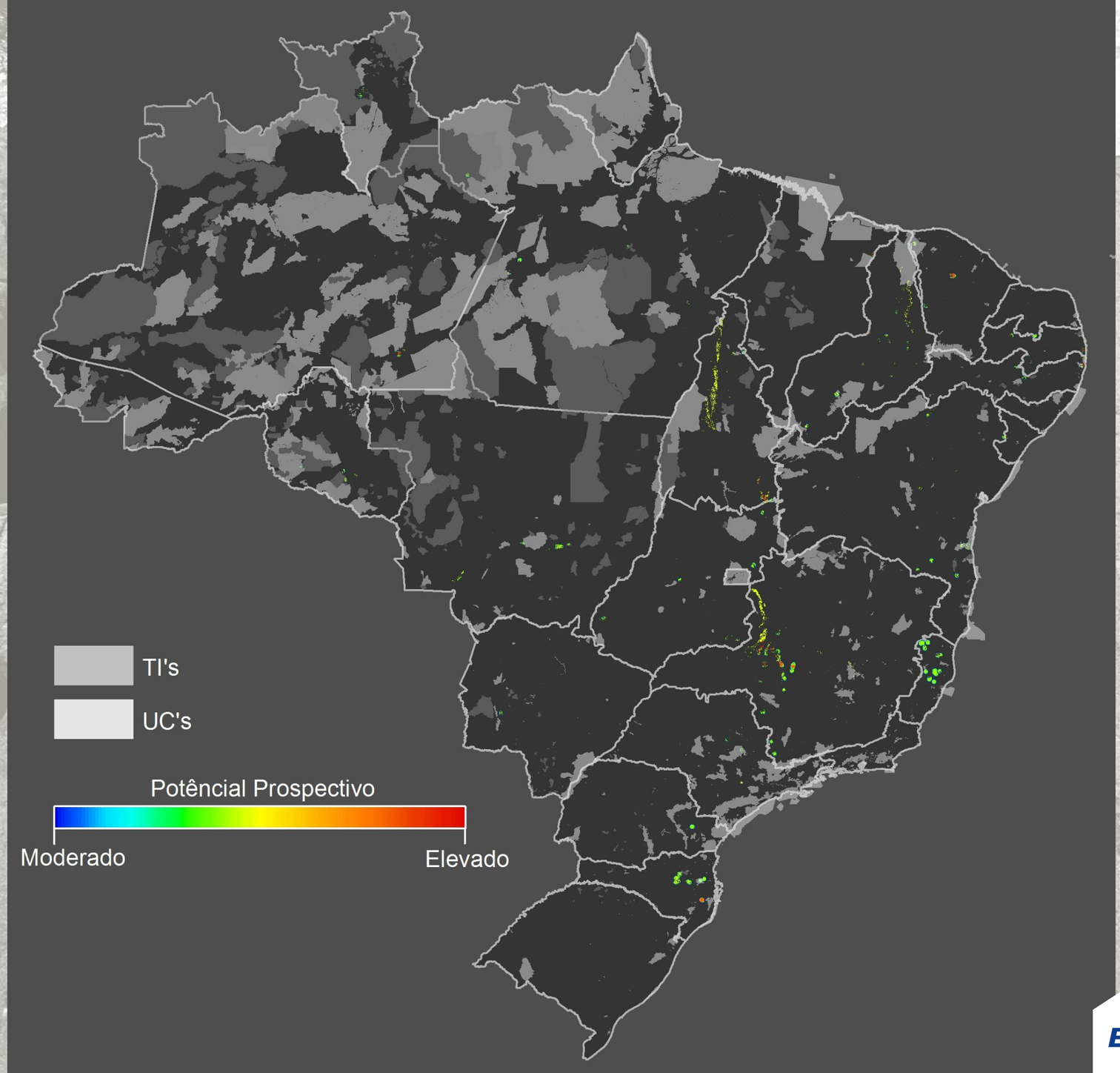
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Fosfato Sedimentar

Integração



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
BRASIL GOVERNO FEDERAL

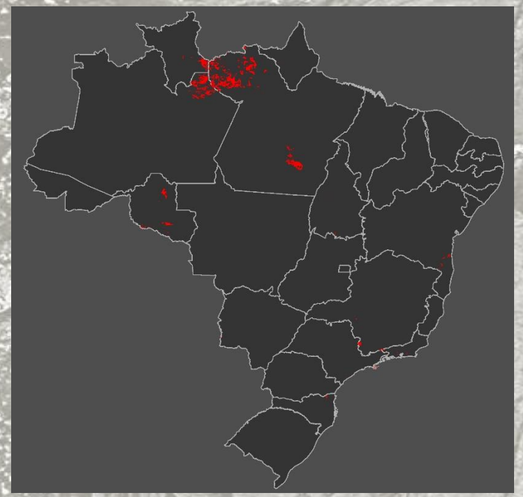
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

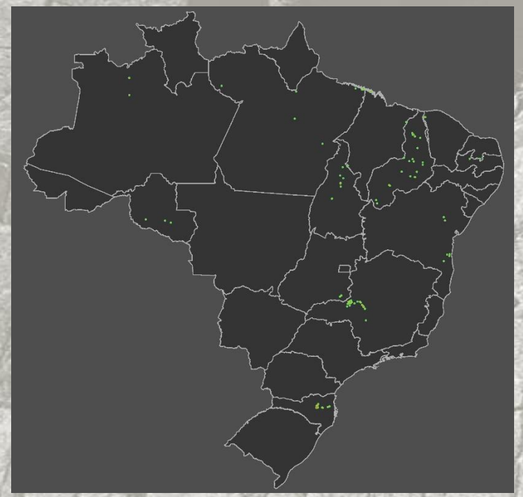
CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Fosfato Ígneo

Lito. Alcalina



P_2O_5 >= 2%



Aflo. Foscorito

Aflo. Alcalina

ARIM Fos. Sil.

Rec. Min. Fos. Sil.

DNPM Alcalina

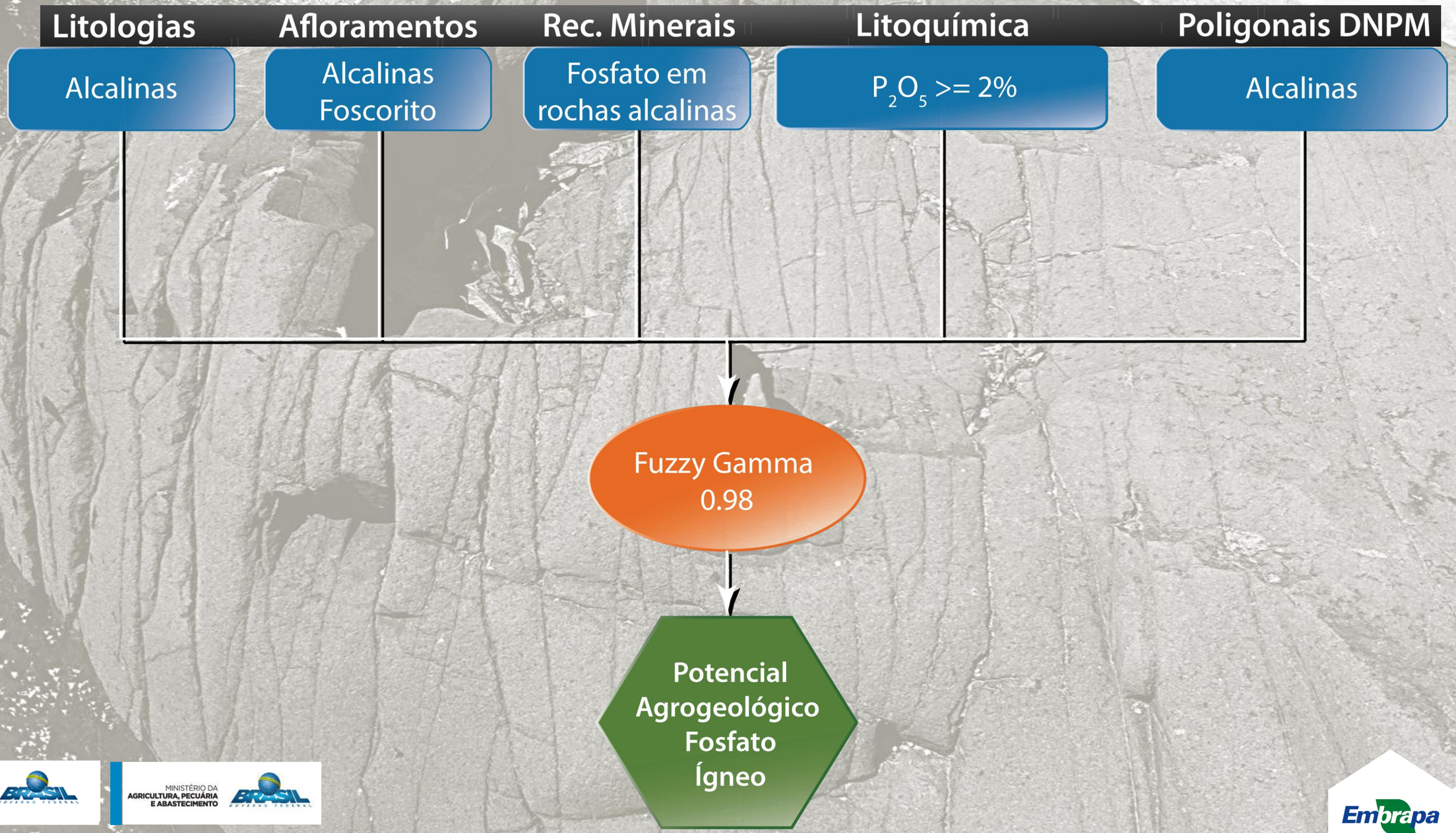
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

Embrapa

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Fosfato Ígneo



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA BRASIL GOVERNO FEDERAL

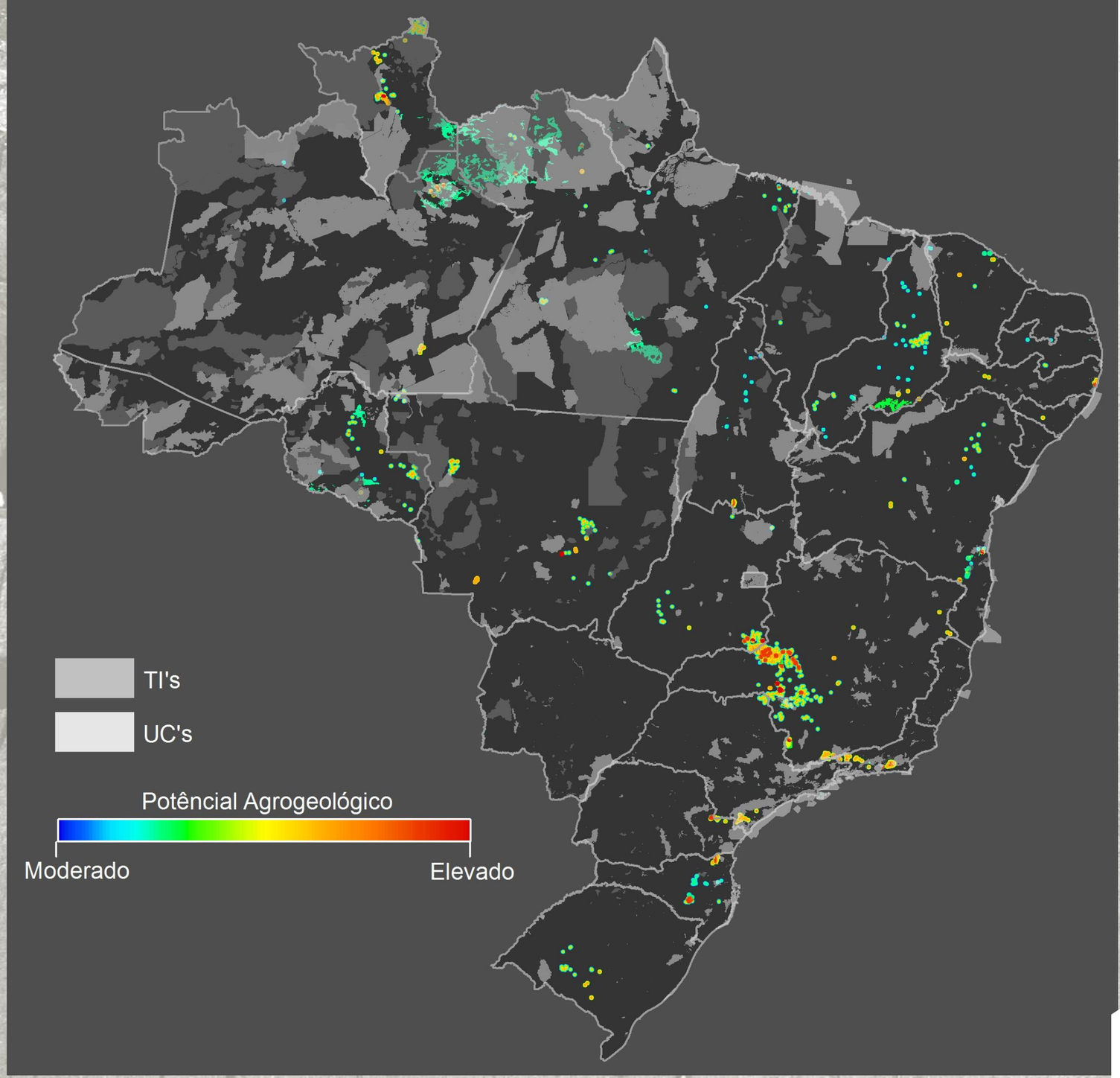
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

CPRM Serviço Geológico do Brasil

Fosfato ígneo

Integração



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
BRASIL GOVERNO FEDERAL

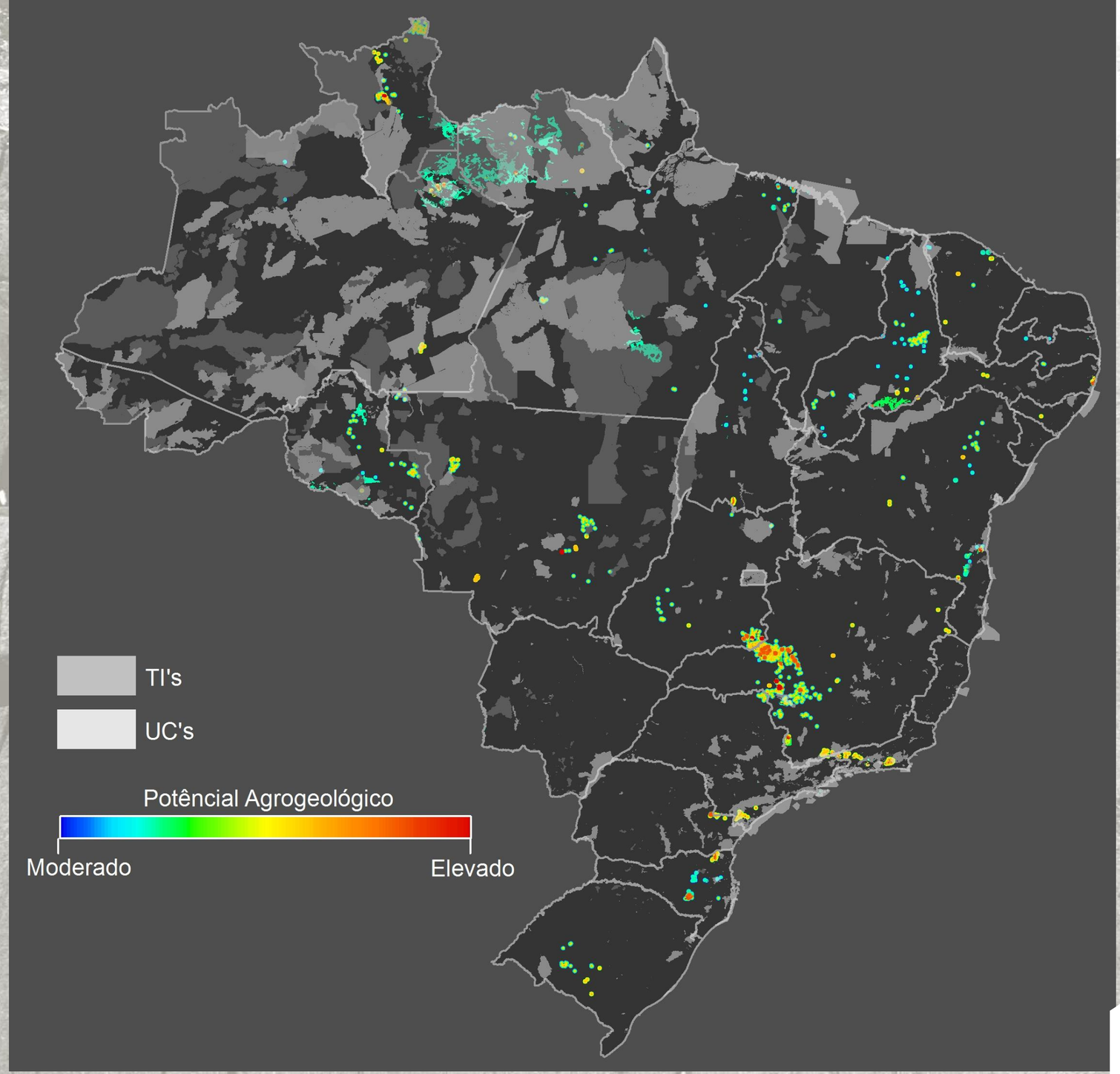
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Fosfato – ígneo

Integração



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
BRASIL GOVERNO FEDERAL

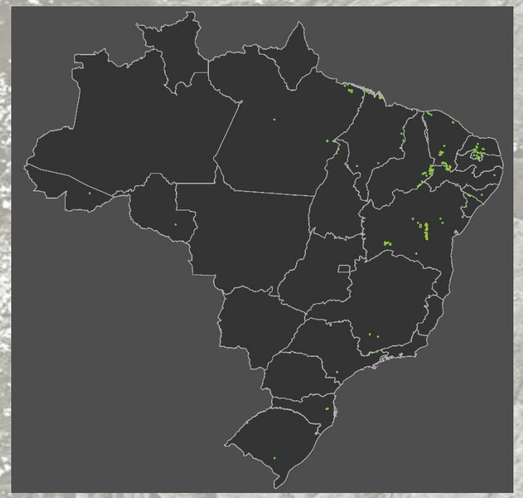
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

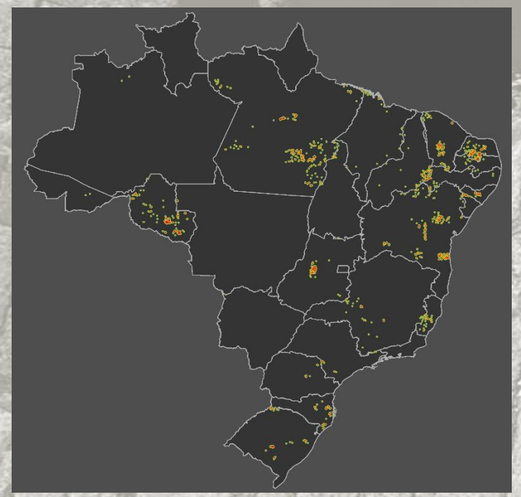
CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Carbonatos

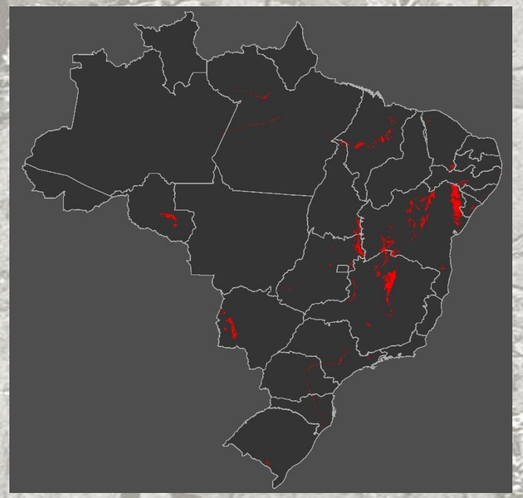
CaO >= 30%



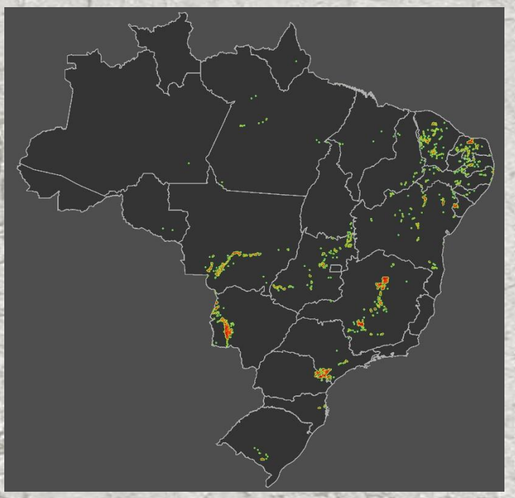
CaO + MgO >= 20%



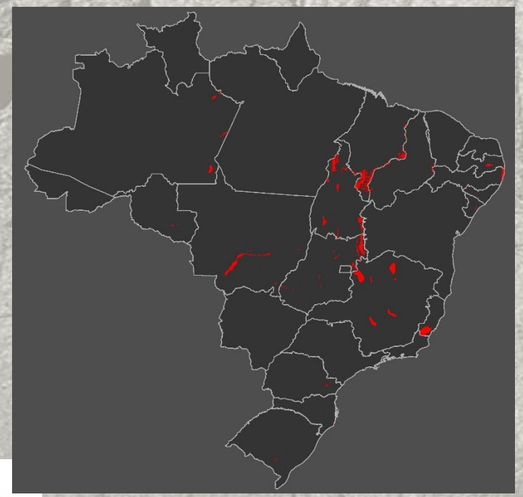
Lito. Calcários



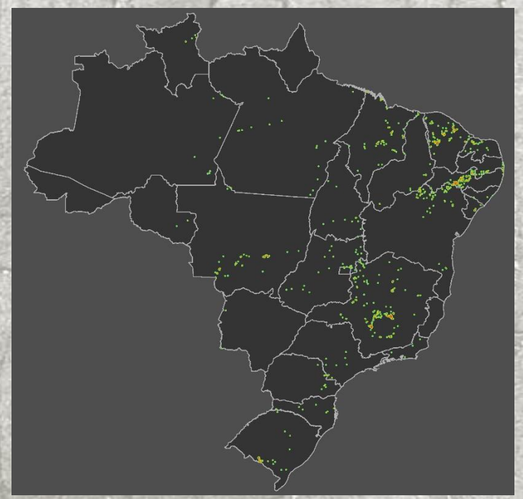
Aflo. Calcário



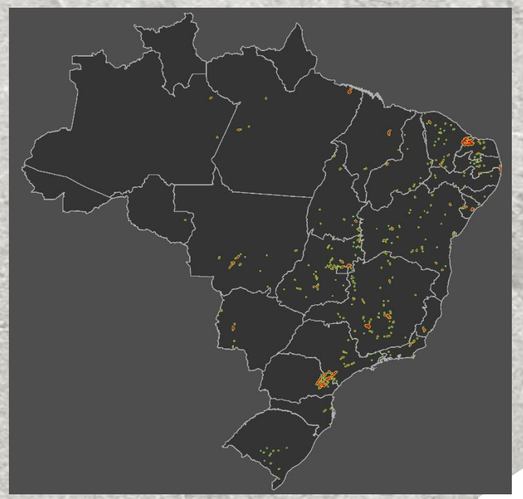
ARIM Calcário



Rec. Min. Calcário



DNPM Calcário



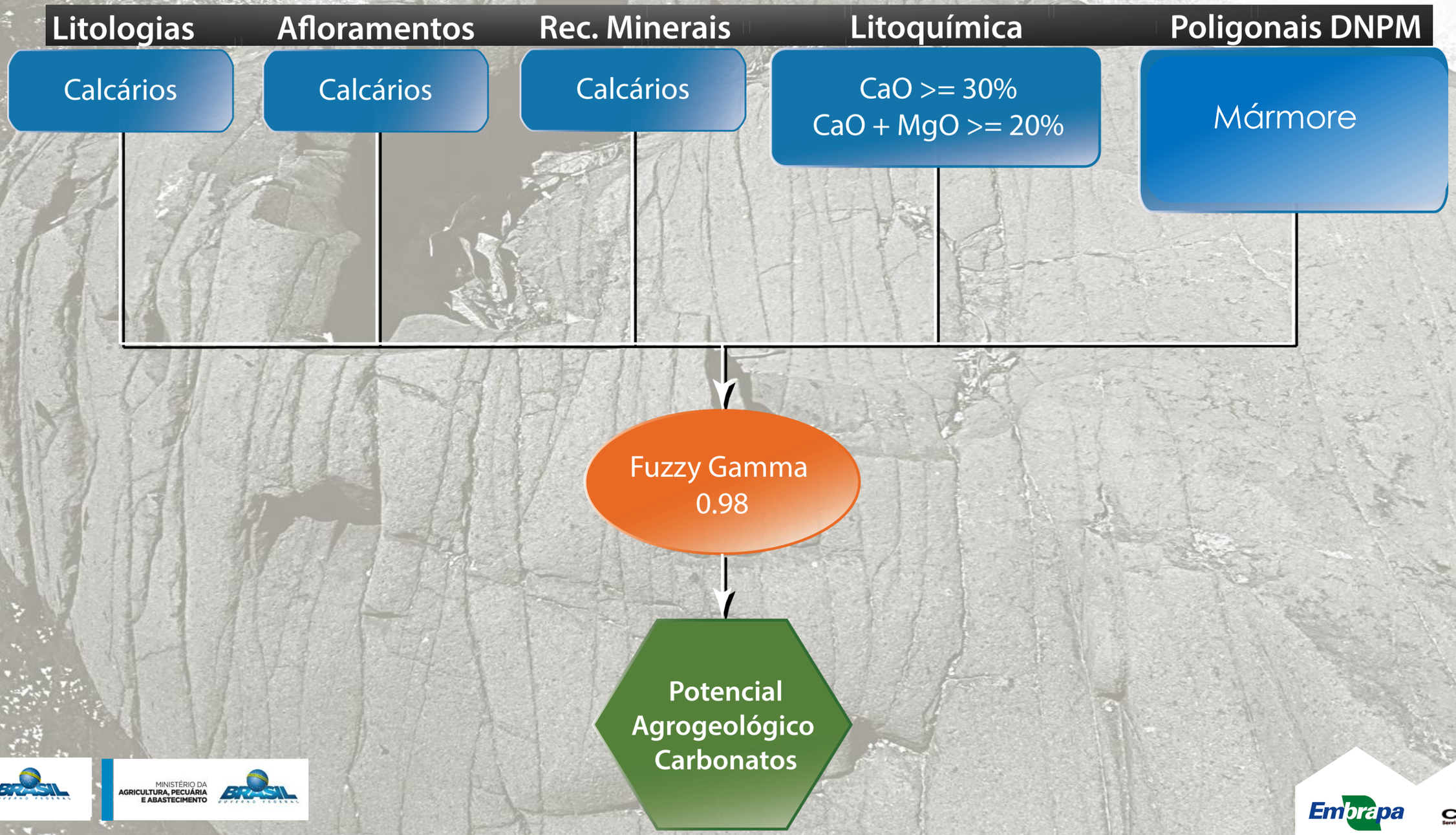
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

Embrapa

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Carbonatos



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
BRASIL GOVERNO FEDERAL

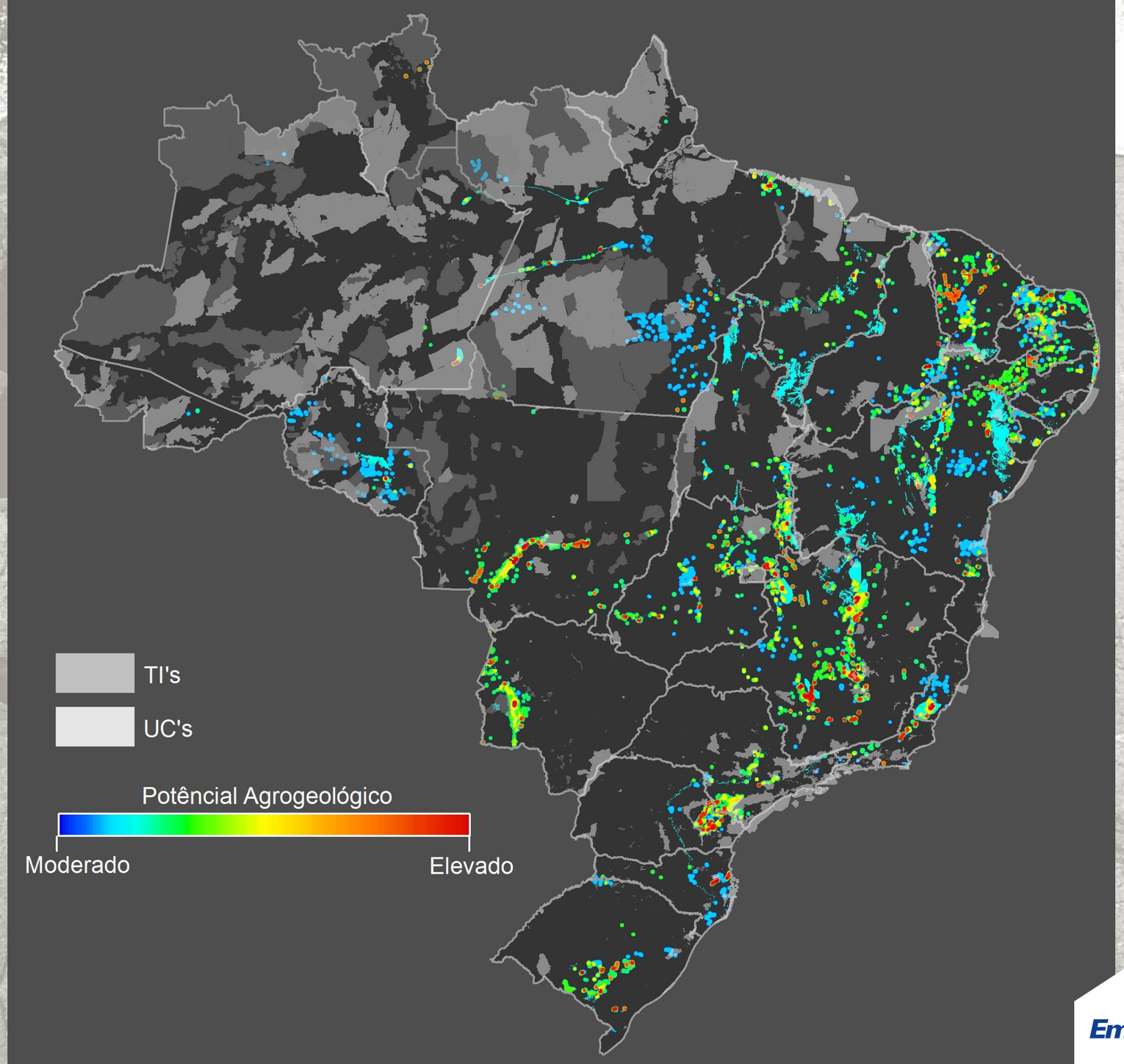
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Carbonatos

Integração



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
BRASIL GOVERNO FEDERAL

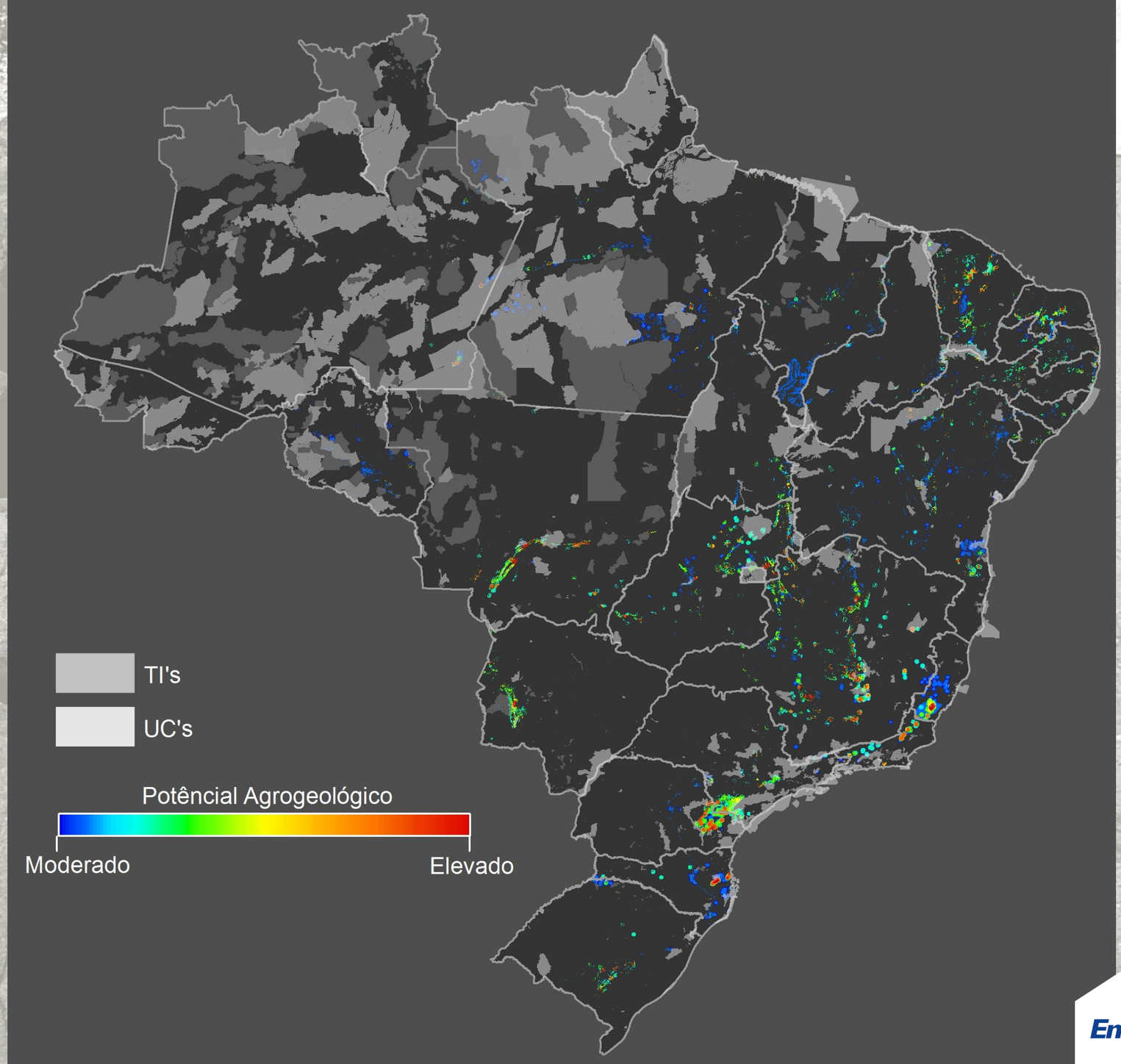
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Carbonatos

Integração Fuzzy Final



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
BRASIL GOVERNO FEDERAL

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

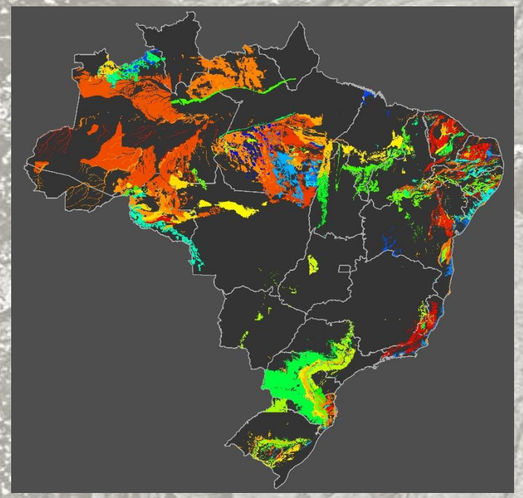
Silicatos

Subdivisão:

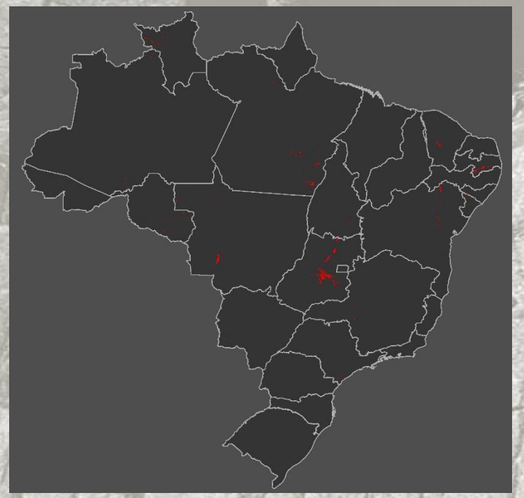
- Remineralizador de solos:
  - K_2O >= 1%
  - K_2O + CaO + MgO >= 9%
  - Quartzo <= 25%
- Fertilizante K:
  - K_2O >= 4%
- Fertilizante Ca,Mg:
  - CaO + MgO >= 12%

Remineralizadores

Lito. Remin.

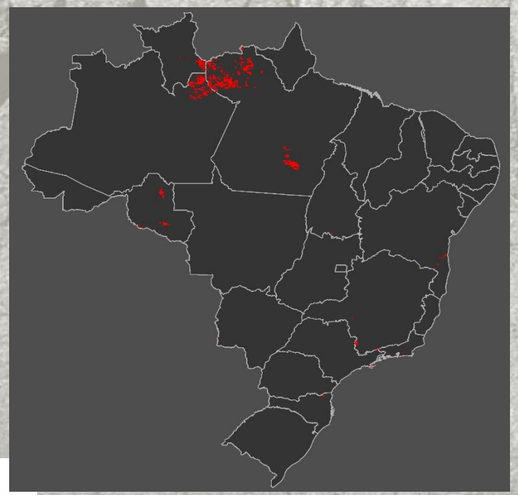


Lito Máficas/Ultra.

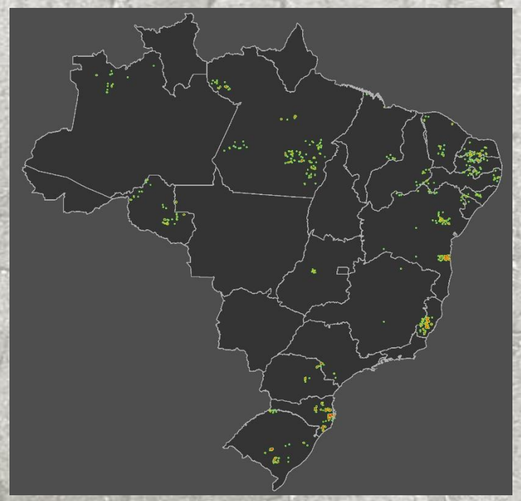


Lito Calcisilicaticas

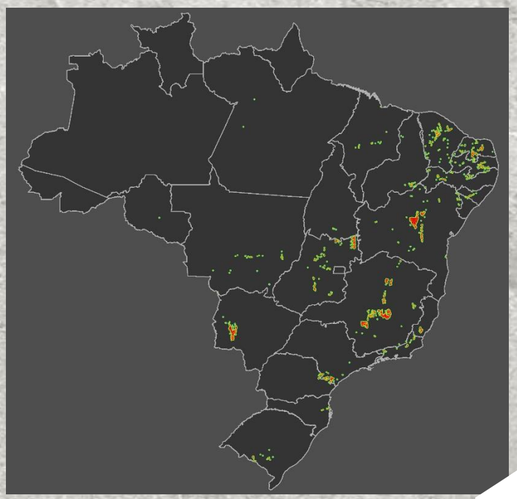
Lito Alcalinas



Geoq. Remin.



Aflo. Calcisili.



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

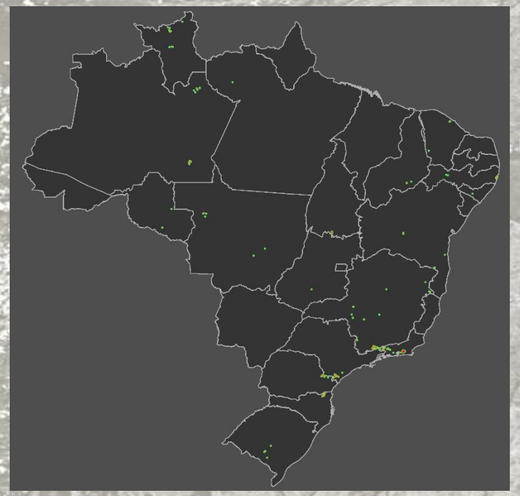
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

Embrapa

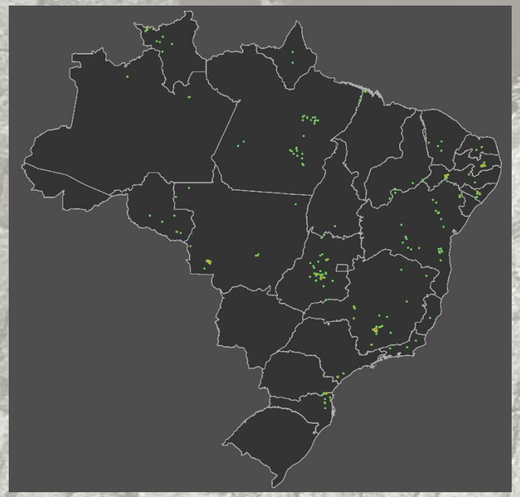
CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Remineralizadores

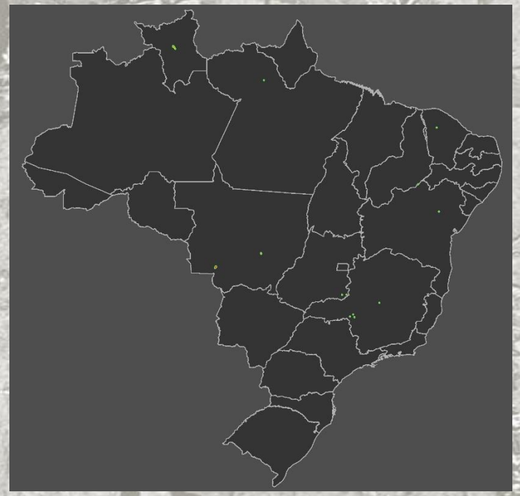
Aflo. Alcalinas



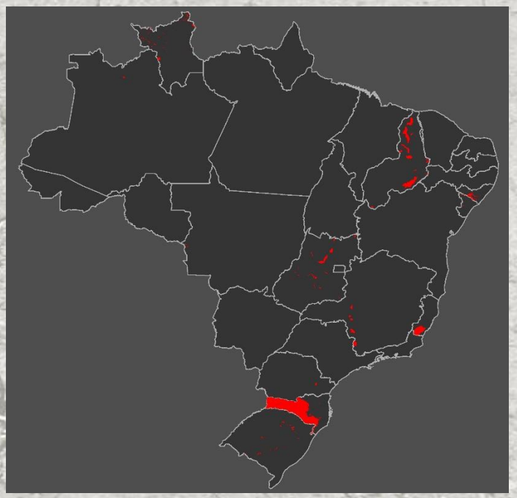
Aflo. Máficas/Ultr.



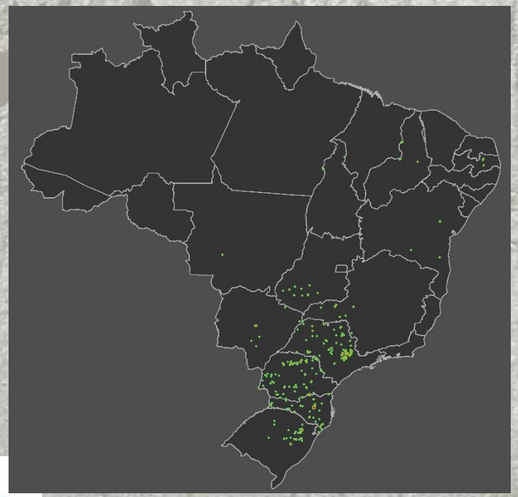
Rec. Min. Fosfato Sil.



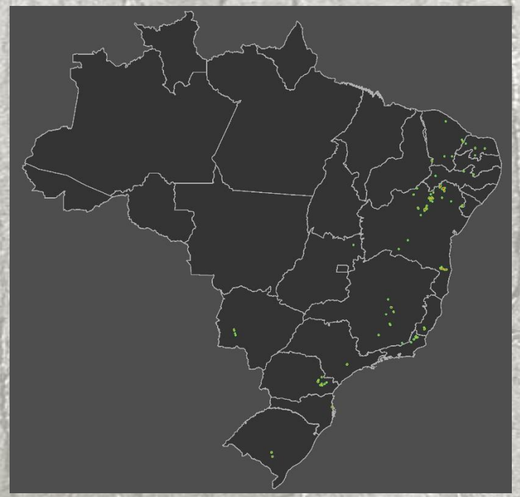
ARIM Reminer.



DNPM Máf./Ult.



DNPM Mármore



DNPM Alcalinas

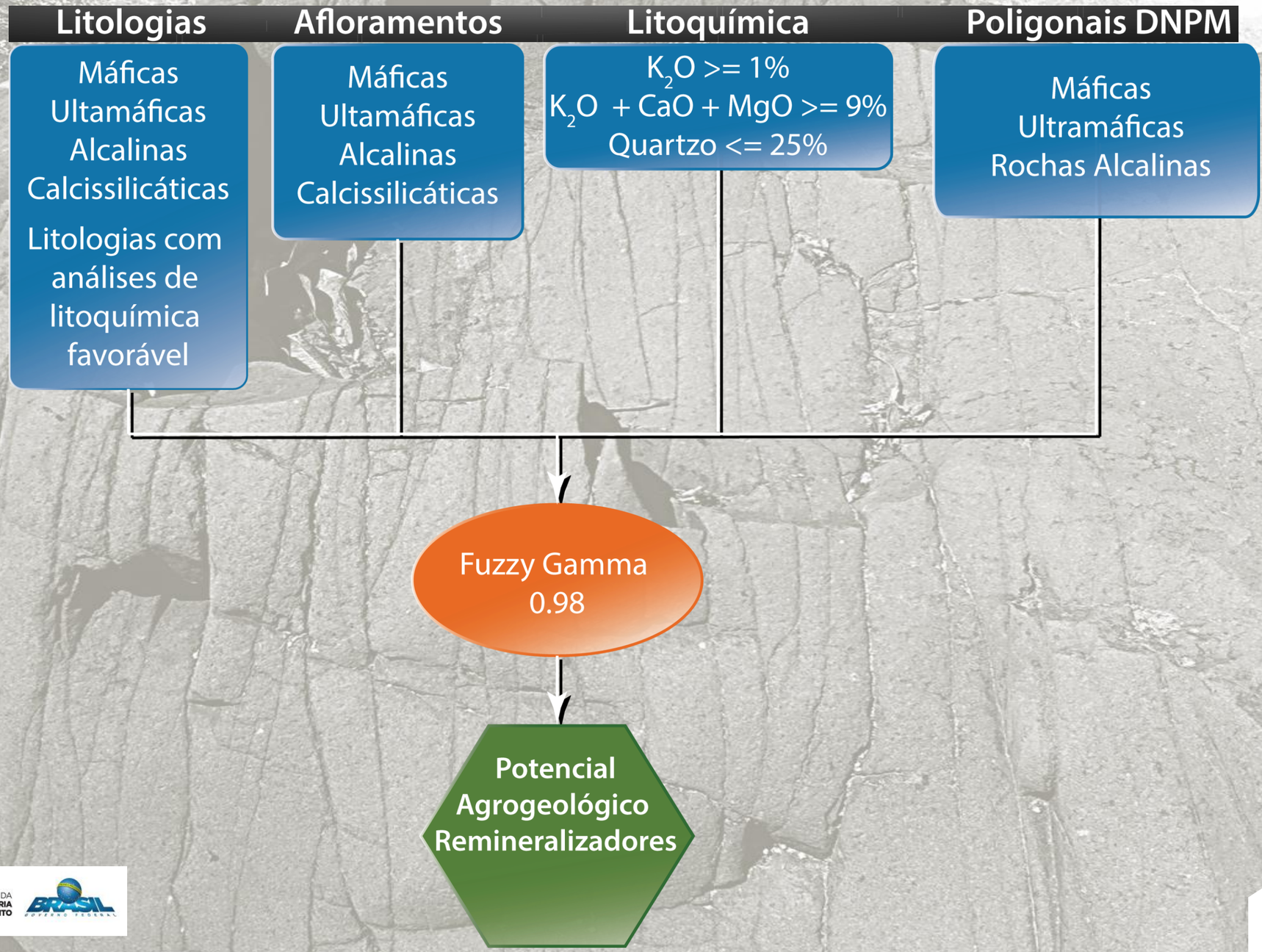
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

Embrapa

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Remineralizadores



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA BRASIL GOVERNO FEDERAL

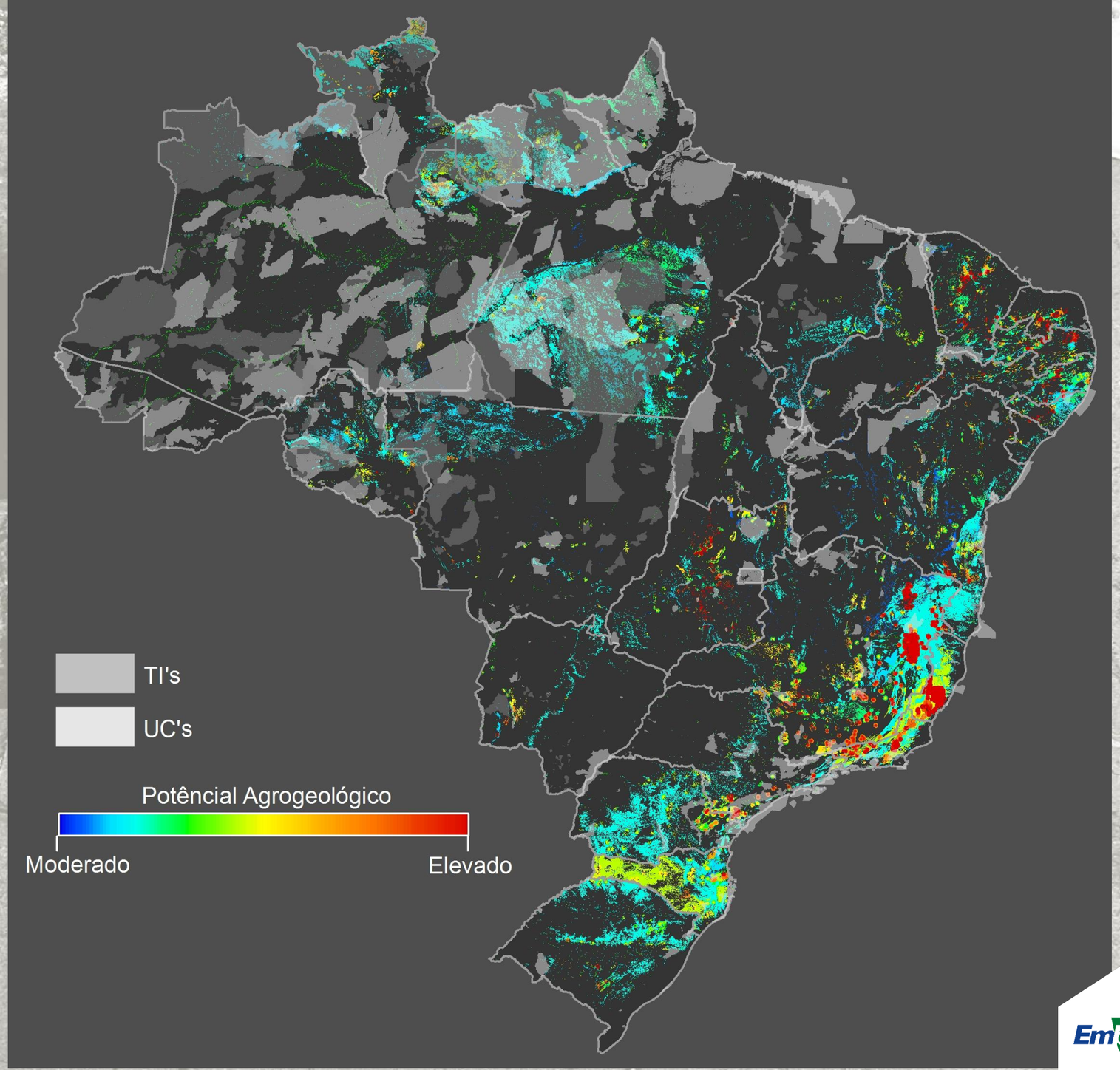
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

CPRM Serviço Geológico do Brasil

Remineralizadores

Integração



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
BRASIL GOVERNO FEDERAL

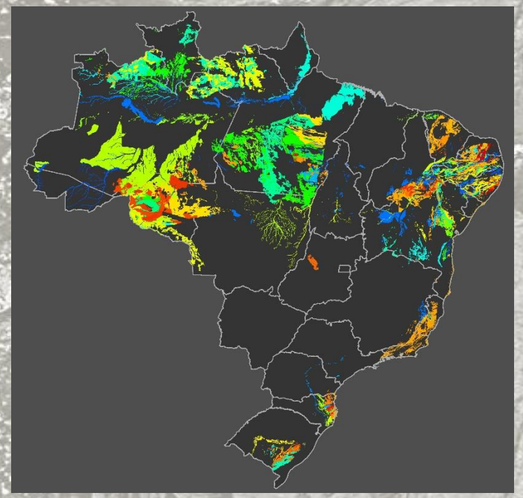
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

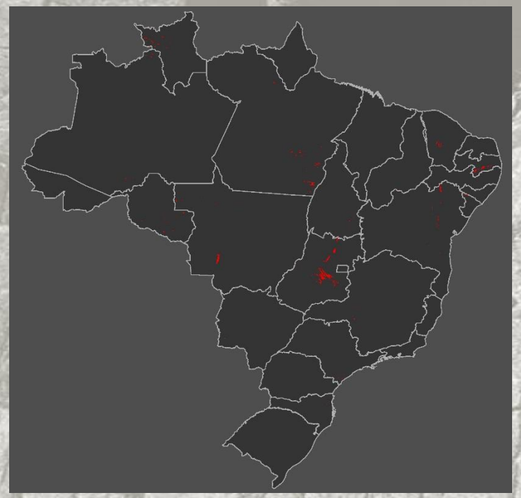
CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Fertilizante - K

Lito. Fert. K

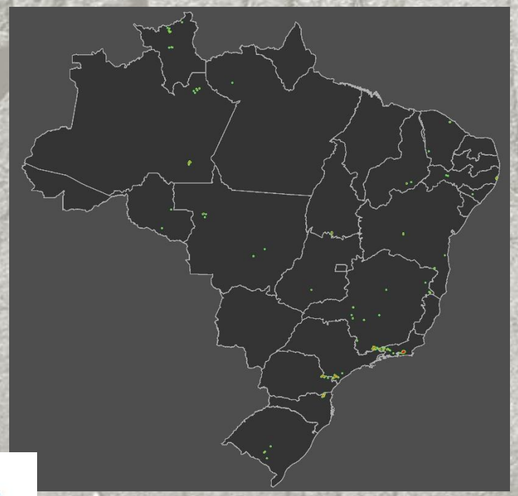


Lito Máficas/Ultra.

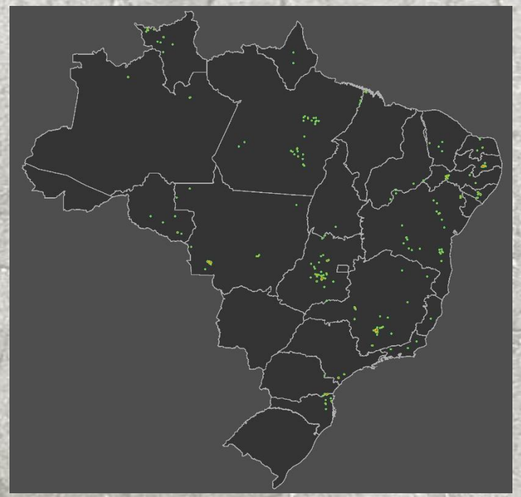


Lito Alcalinas

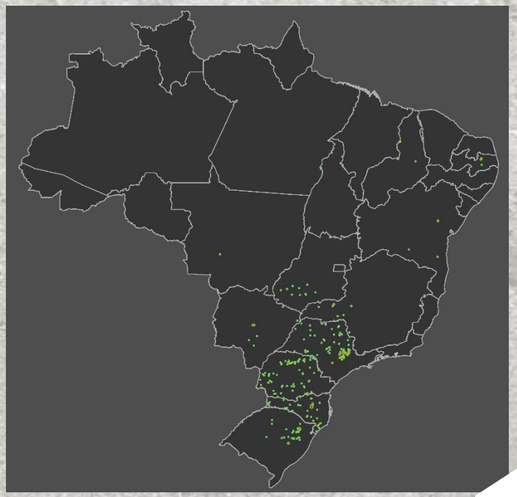
Aflo. Alcalinas



Aflo. Máf./Ult.



DNPM Máf./Ult.



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

Embrapa

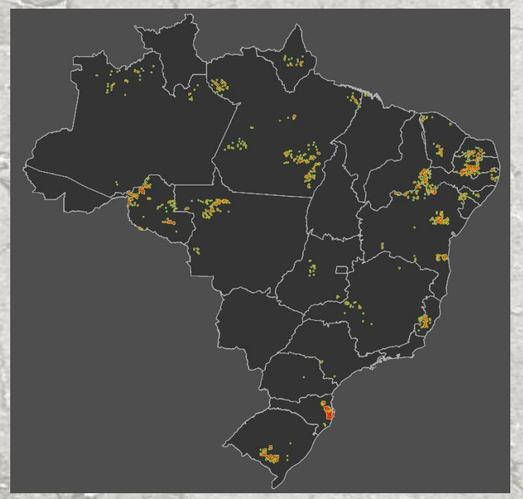
CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Fertilizante - K

DNPM Rocha Pot.

DNPM Alcalinas

K_2O >= 4%



ARIM Fert. Macro. Nut. Essenciais

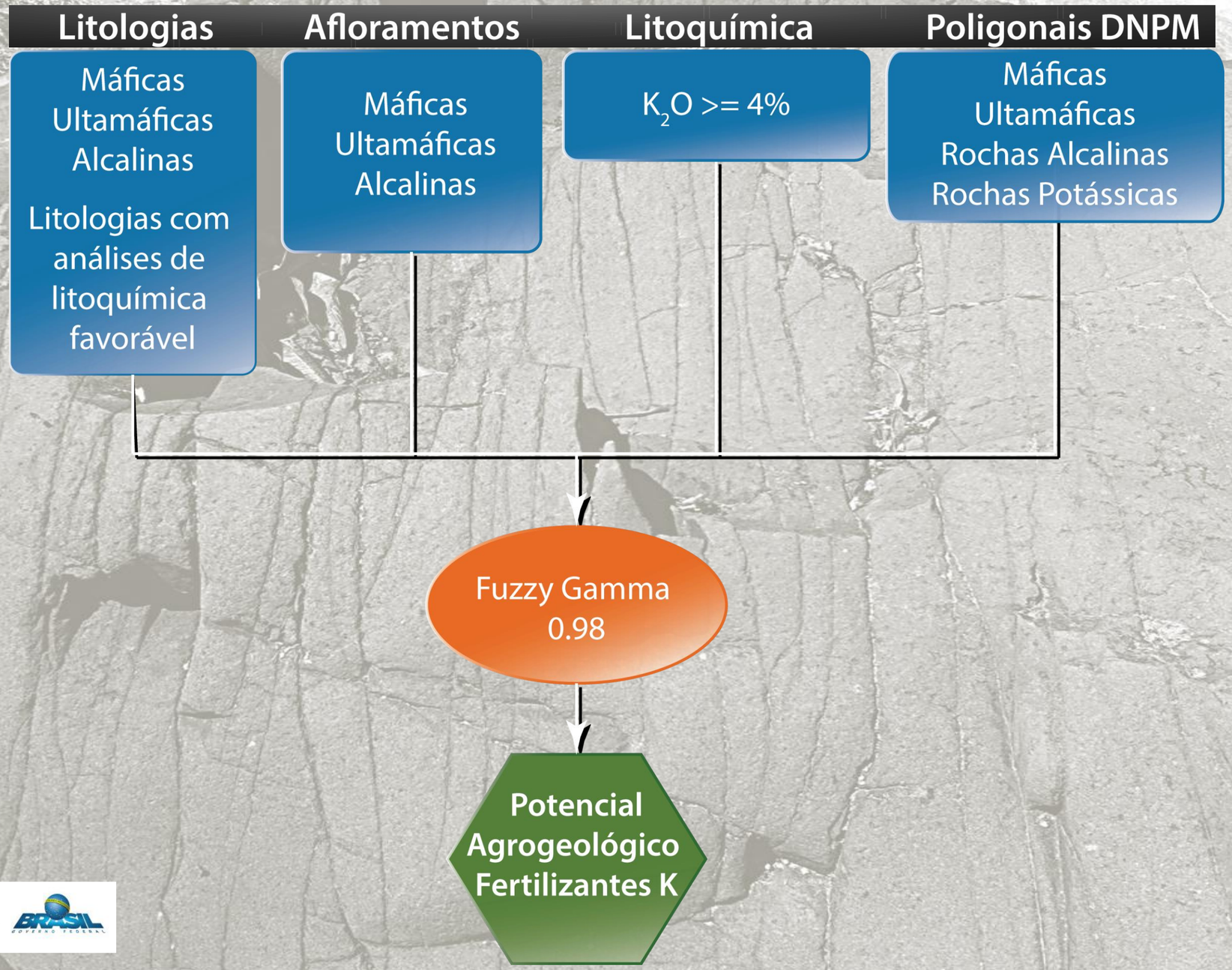
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA BRASIL GOVERNO FEDERAL

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

CPRM Serviço Geológico do Brasil

Fertilizante - K



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA BRASIL GOVERNO FEDERAL

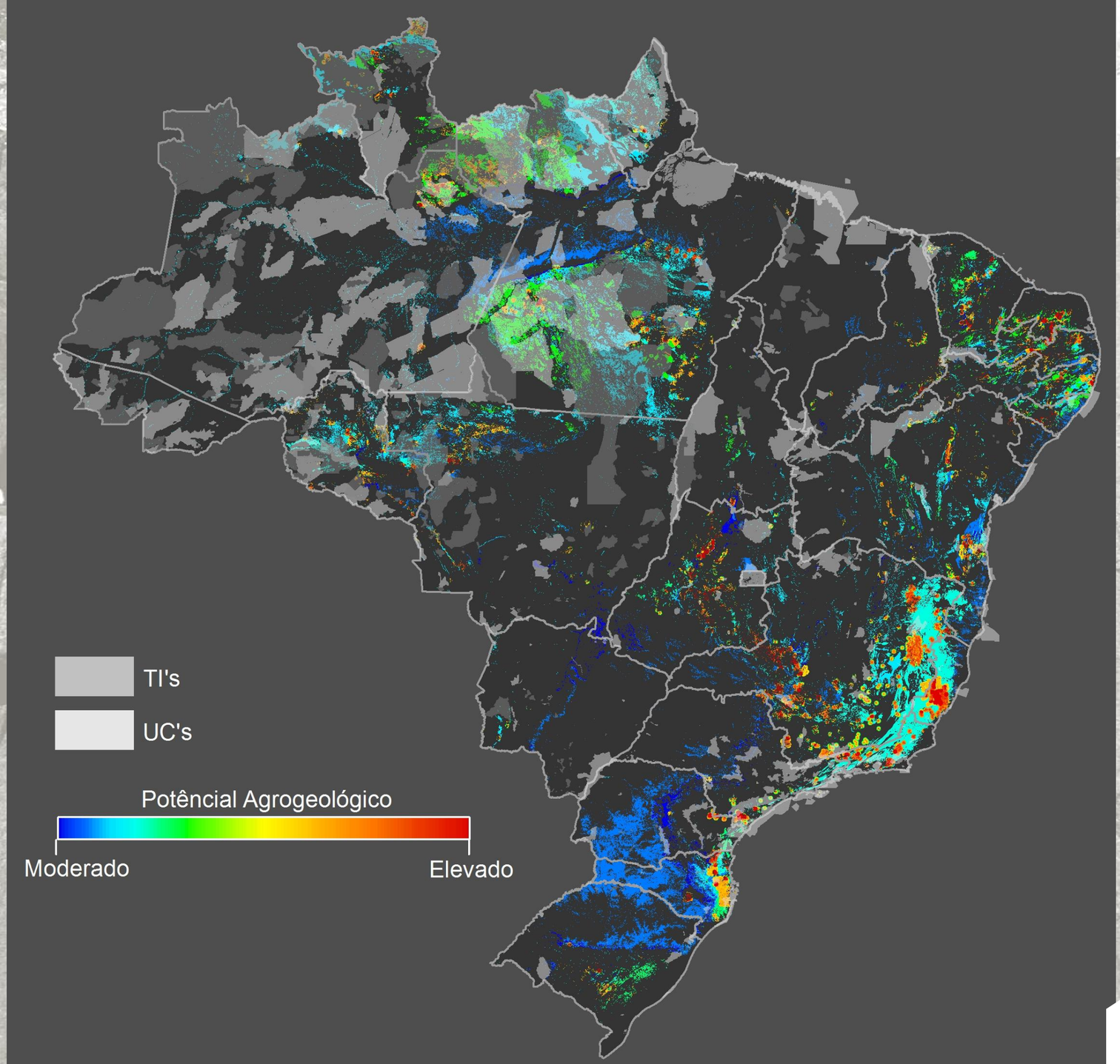
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

CPRM Serviço Geológico do Brasil

Fertilizante - K

Integração



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
BRASIL GOVERNO FEDERAL

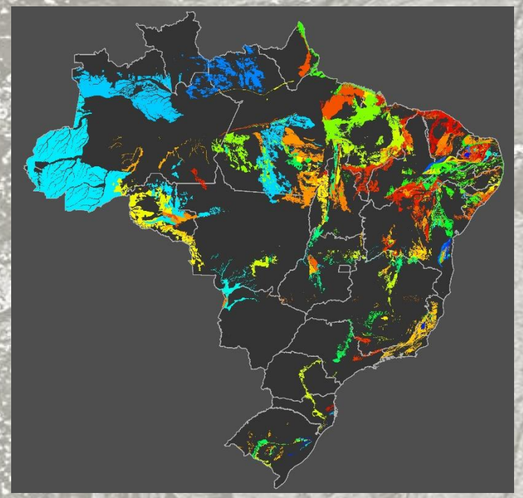
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

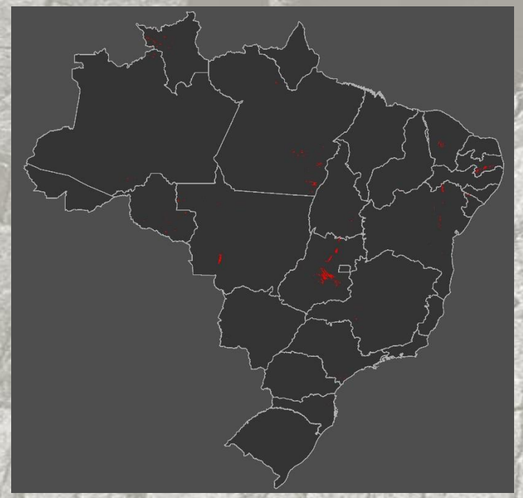
CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Fertilizante Macronutrientes Secundários – Ca, Mg

Lito. Fert. K

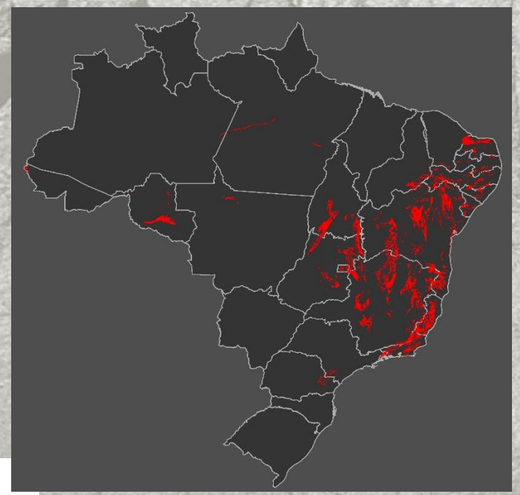


Lito Máficas/Ultra.

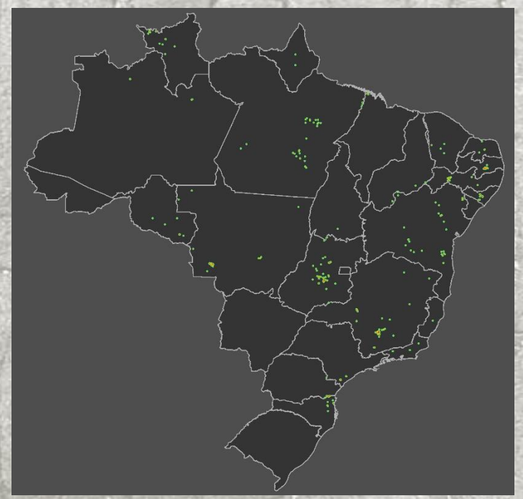


Lito Alcalinas

Lito Calcisil.



Aflo. Máf./Ult.



Aflo. Alcalina

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

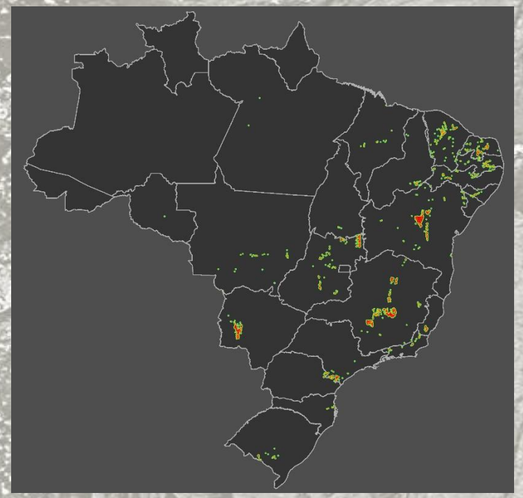
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

Embrapa

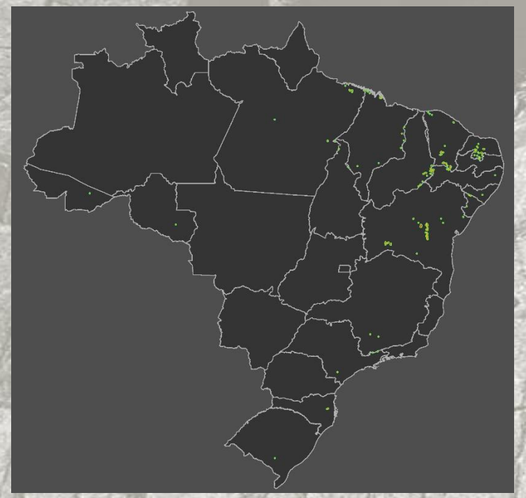
CPRM Serviço Geológico do Brasil

Fertilizante – Ca, Mg

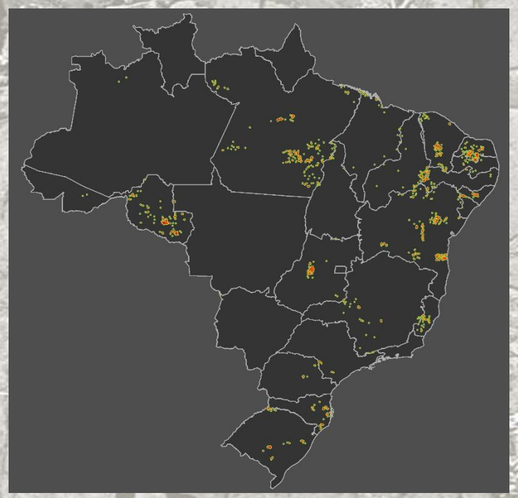
Aflo. Calcisil.



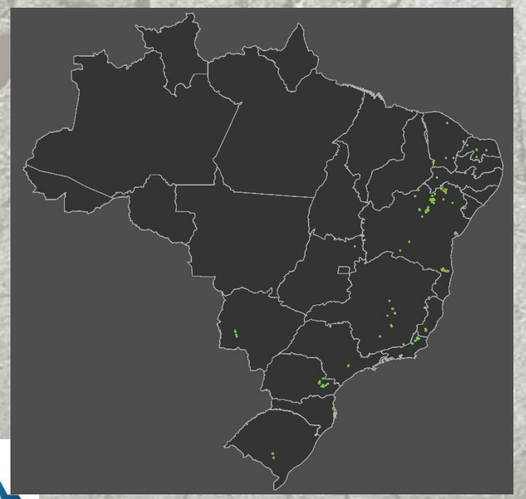
CaO >= 30%



CaO + MgO >= 20%

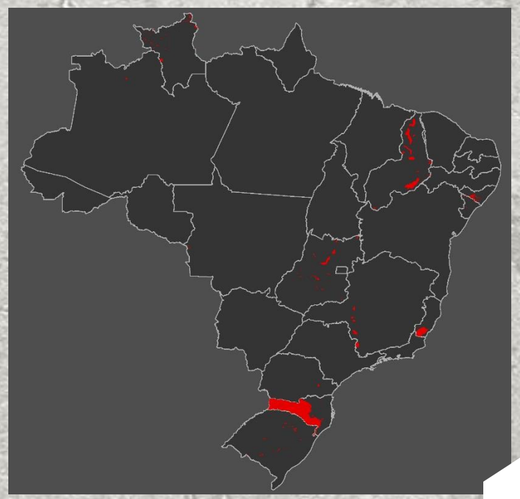


DNPM Mármore



DNPM Alcalina

ARIM Fertilizantes Ca, Mg



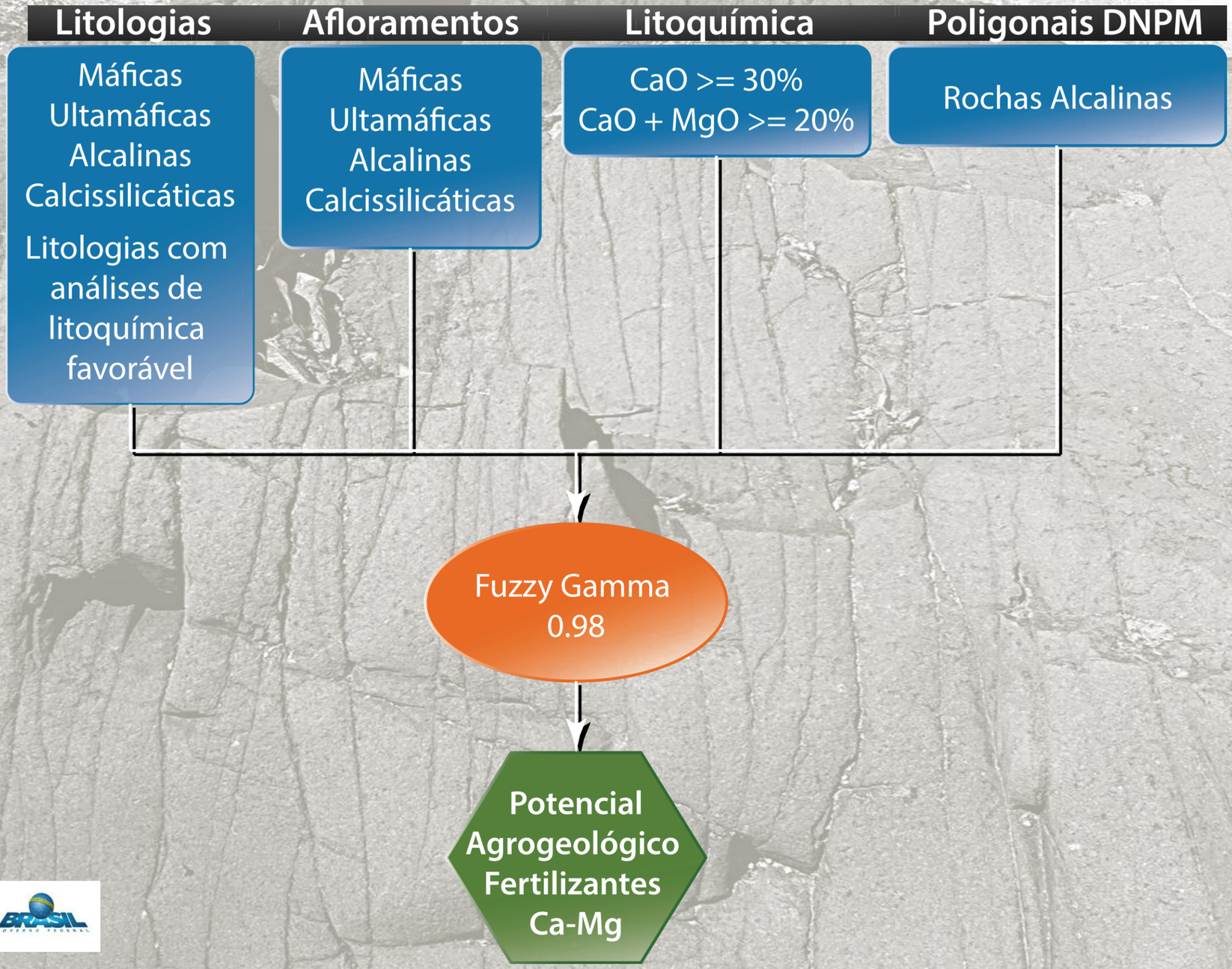
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

Embrapa

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Fertilizante – Ca, Mg



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA BRASIL GOVERNO FEDERAL

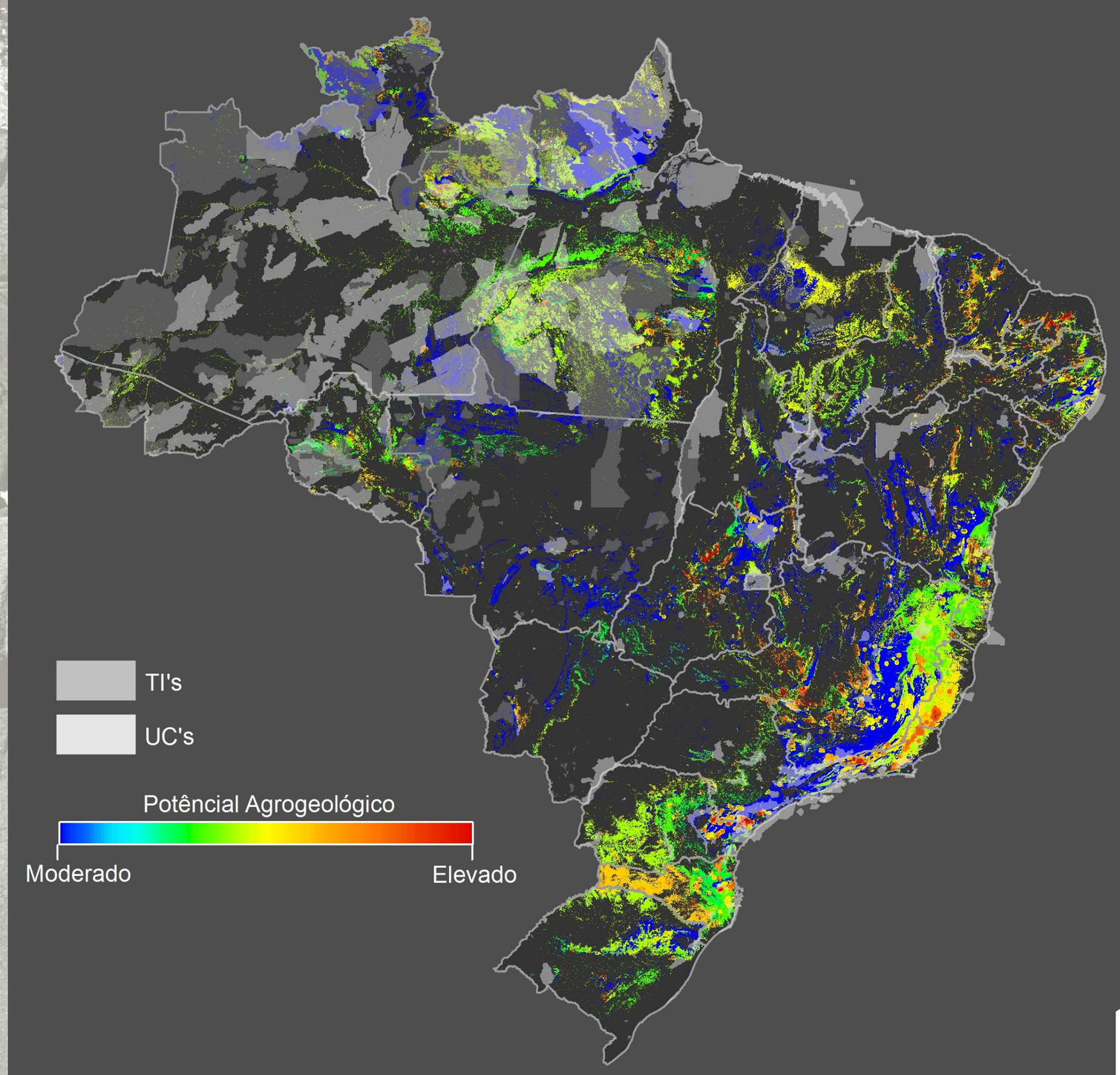
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

CPRM Serviço Geológico do Brasil

Fertilizante Ca, Mg

Integração



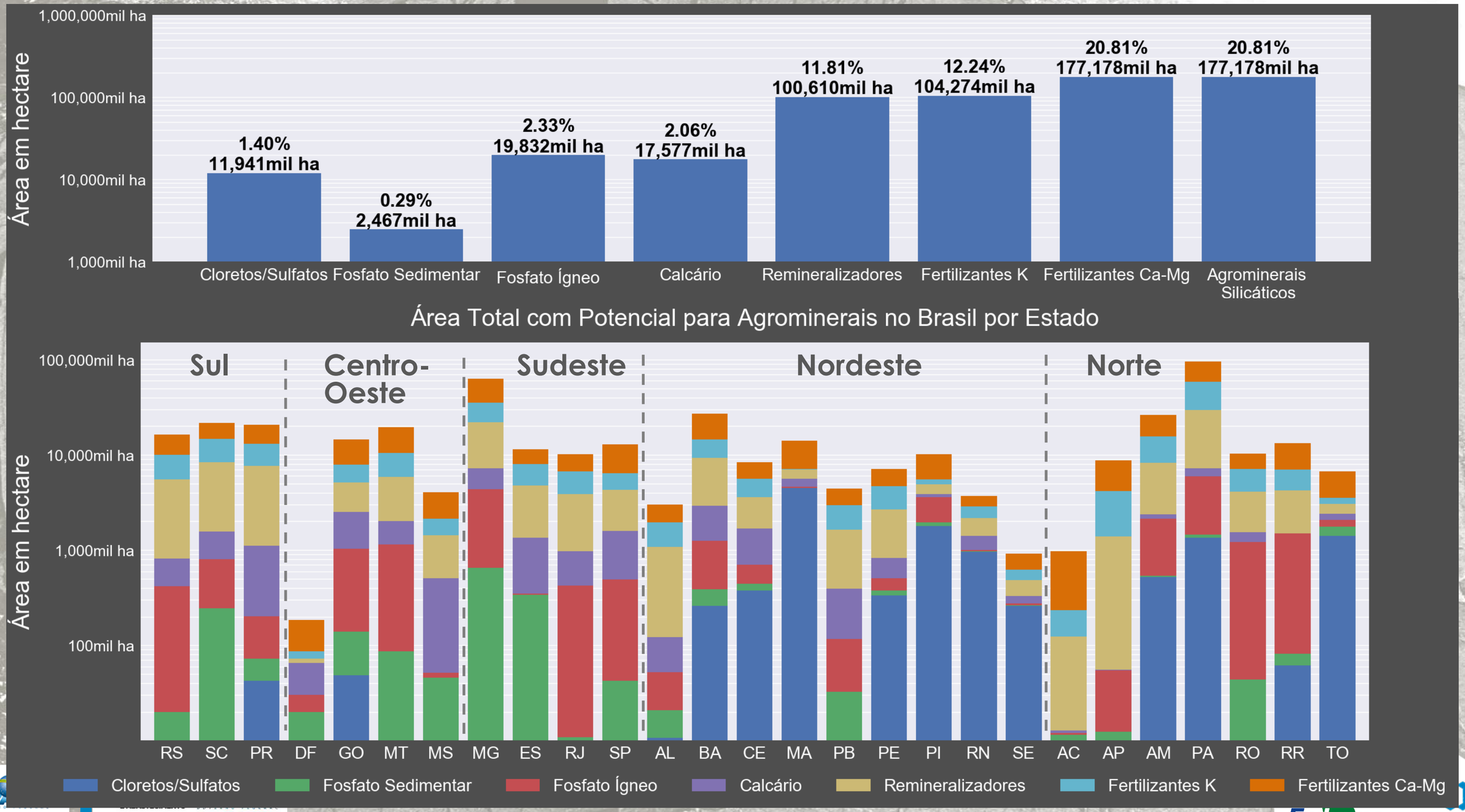
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
BRASIL GOVERNO FEDERAL

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

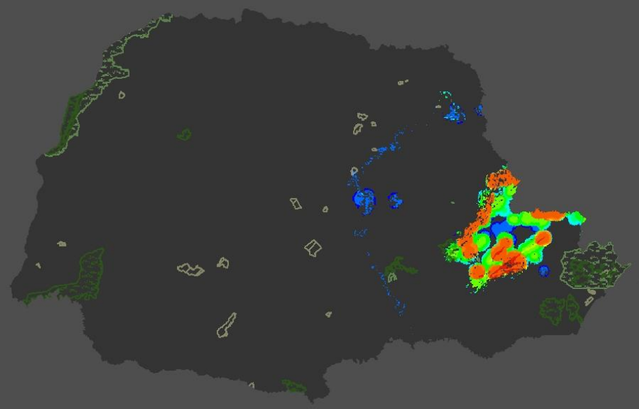
CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Potencial de ocorrência para Agrominerais no Brasil



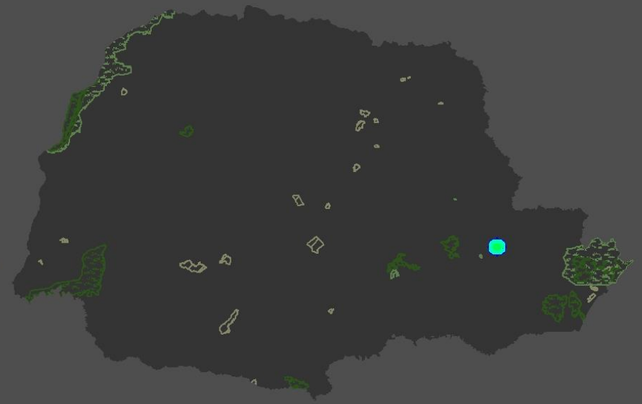
Potencial para Agrominerais- PR

Carbonatos

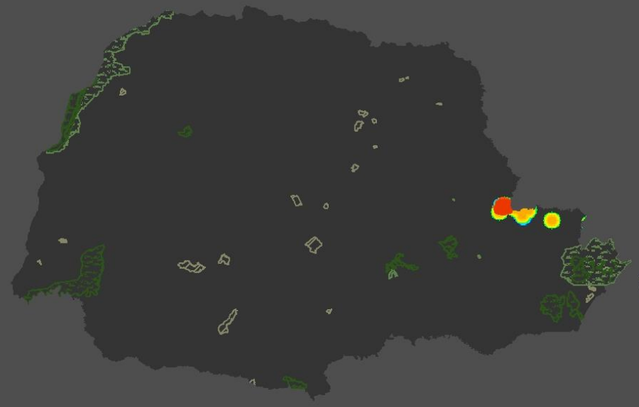


Cloretos/Sulfatos

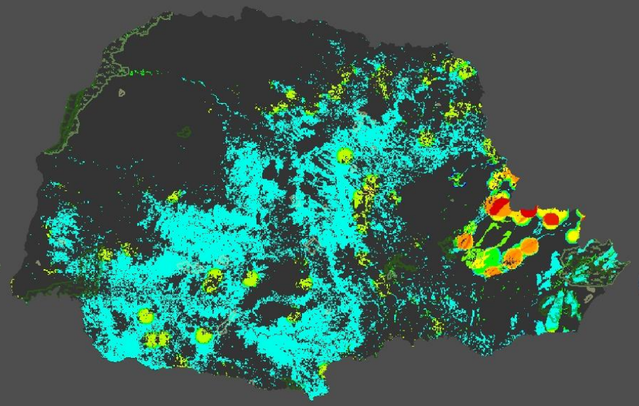
Fosfato Sedimentar



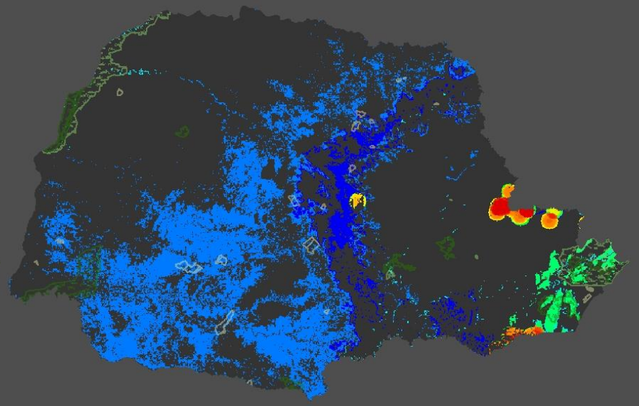
Fosfato Ígneo



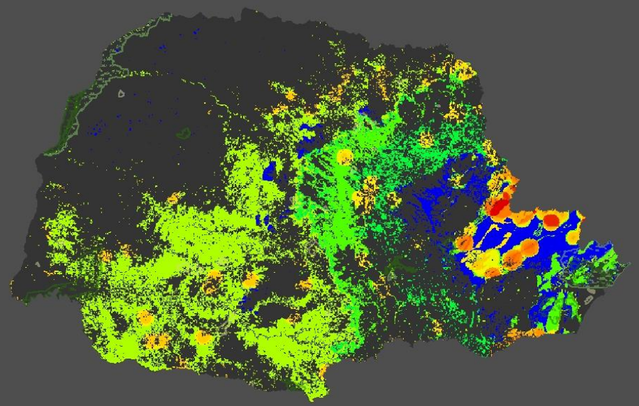
Remineralizadores



Fertilizantes K



Fertilizantes Ca-Mg



UCs - Proteção Integral

Terras Indígenas

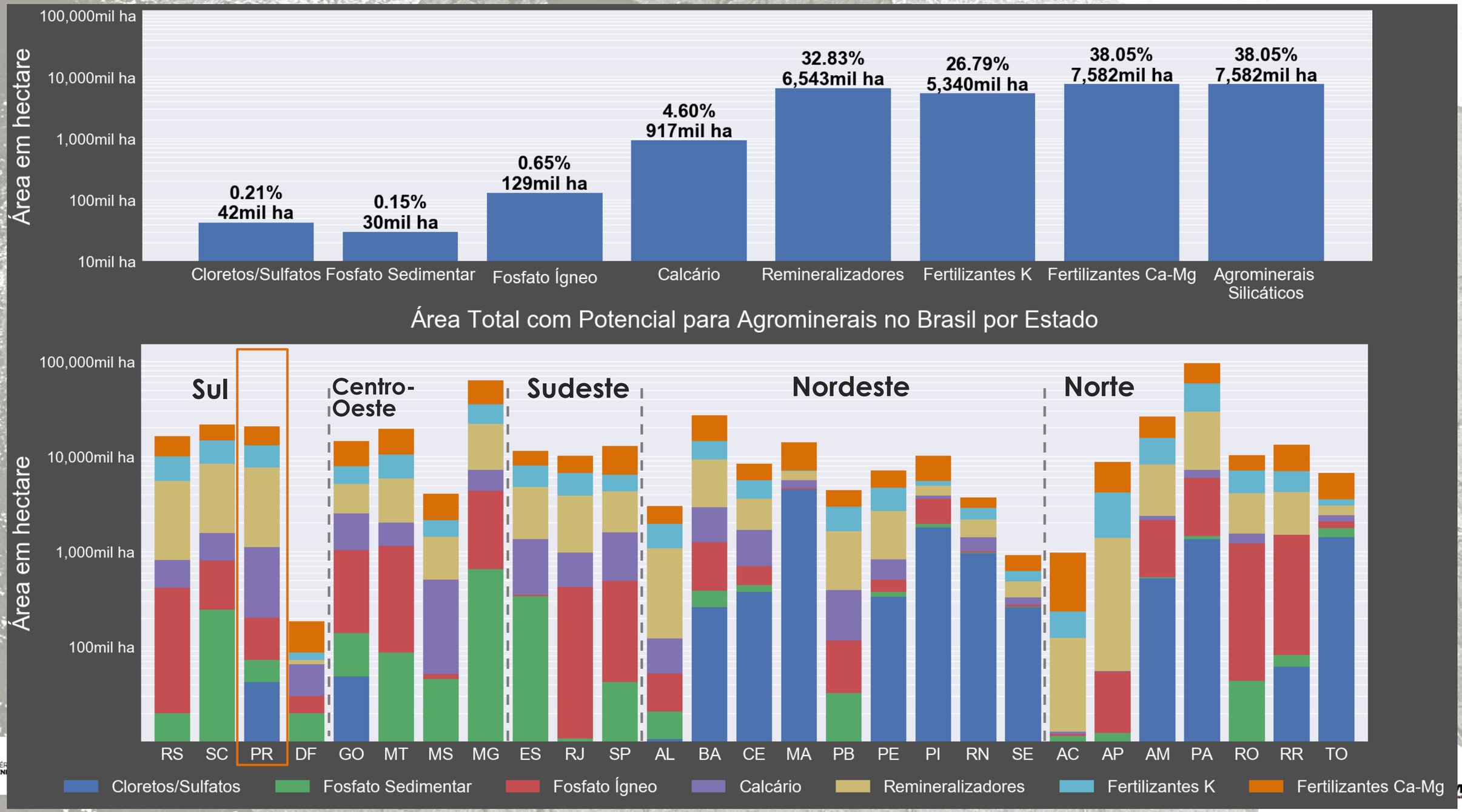
UCs - Usos Sustentável

Potencial Agrogeológico

Moderado

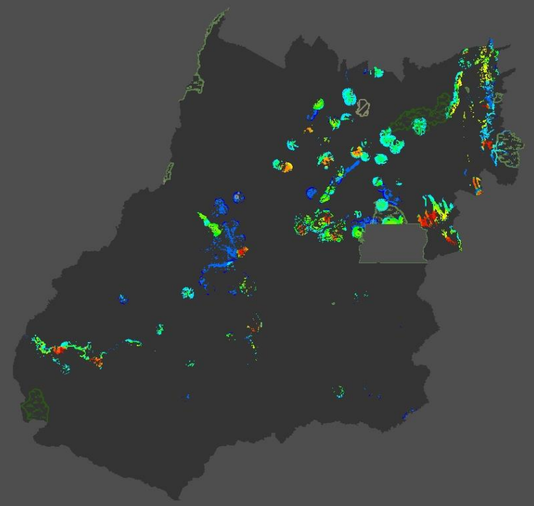
Elevado

Potencial de ocorrência para Agrominerais - PR

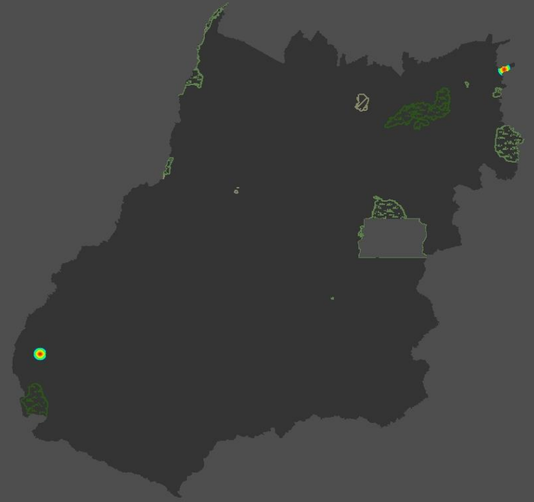


Potencial para Agrominerais - GO

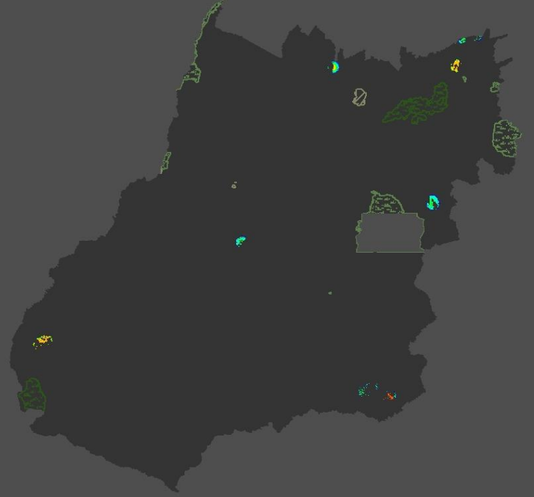
Carbonatos



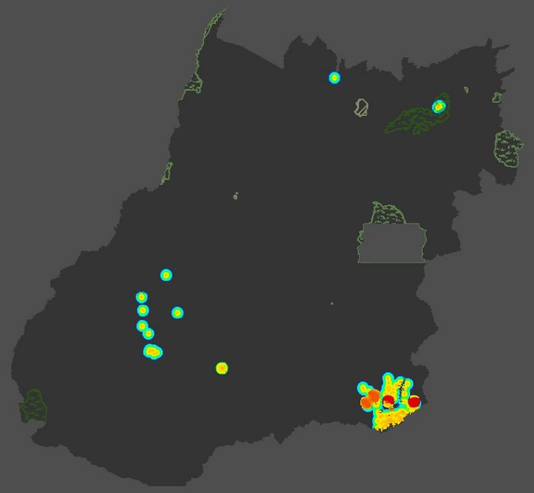
Cloretos/Sulfatos



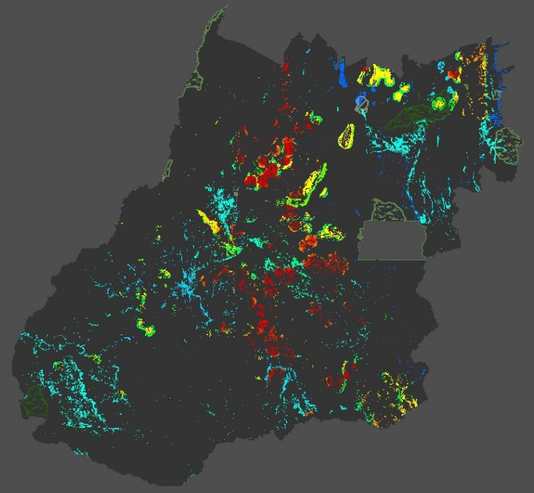
Fosfato Sedimentar



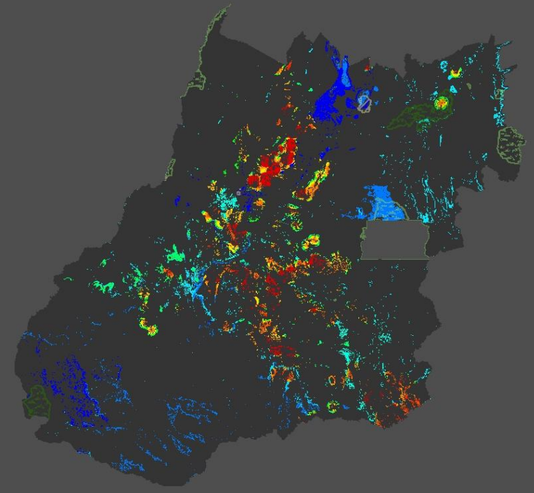
Fosfato Ígneo



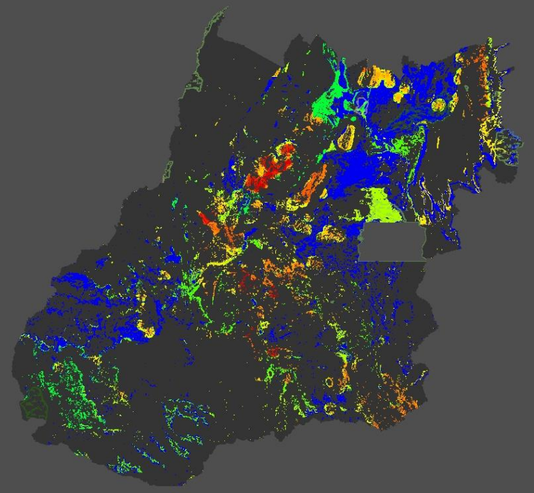
Remineralizadores



Fertilizantes K



Fertilizantes Ca-Mg



UCs - Proteção Integral

Terras Indígenas

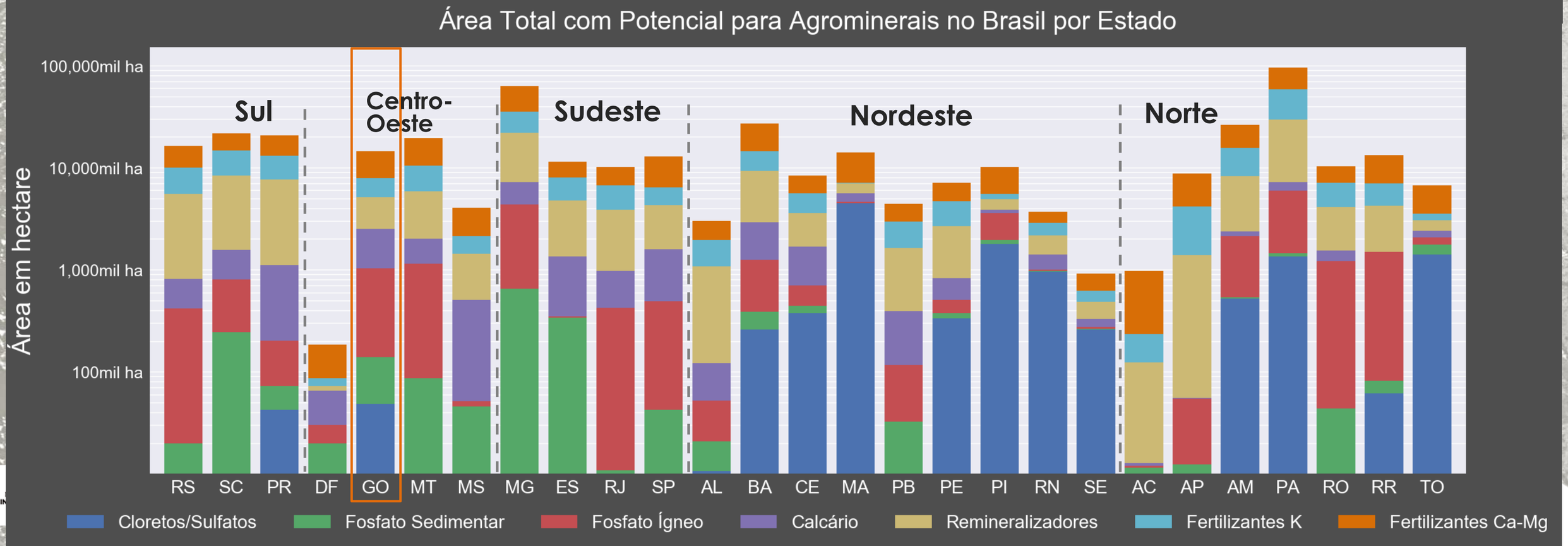
UCs - Usos Sustentável

Potencial Agrogeológico

Moderado

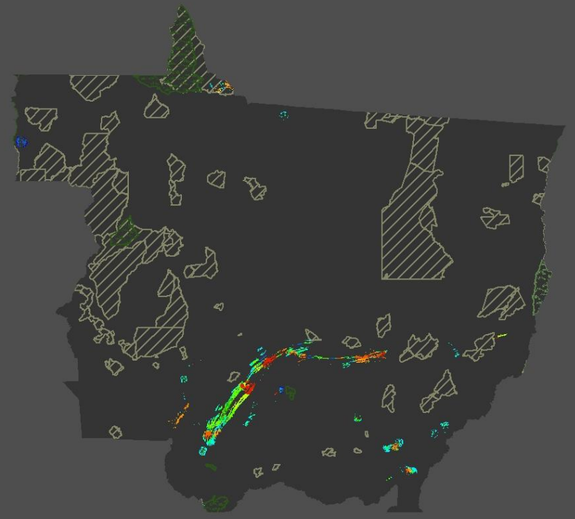
Elevado

Potencial de ocorrência para Agrominerais - GO



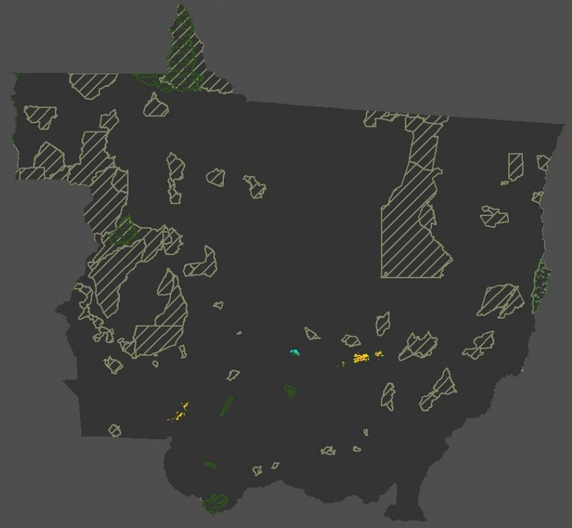
Potencial para Agrominerais- MT

Carbonatos

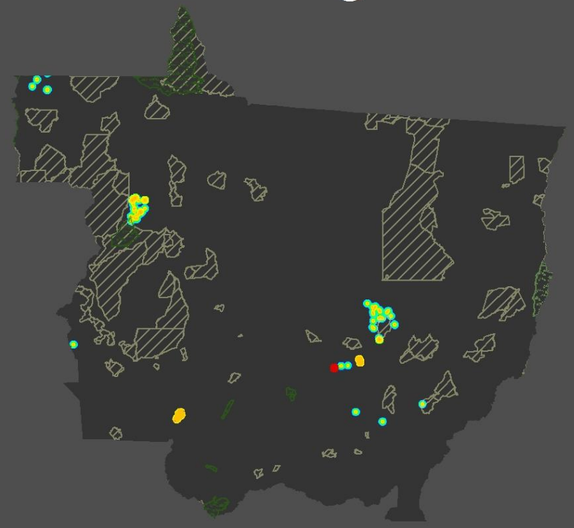


Cloretos/Sulfatos

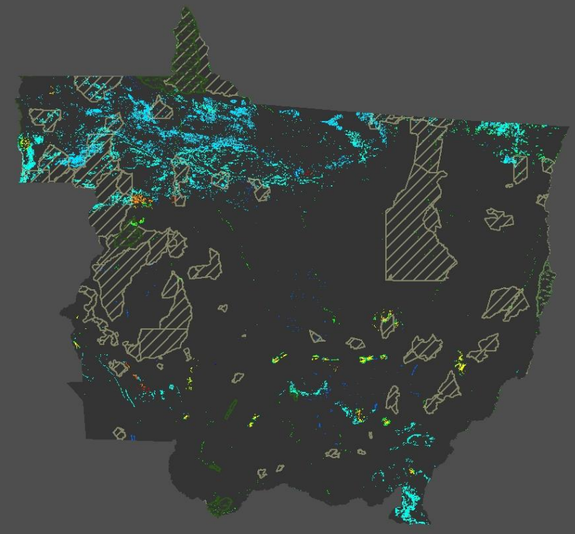
Fosfato Sedimentar



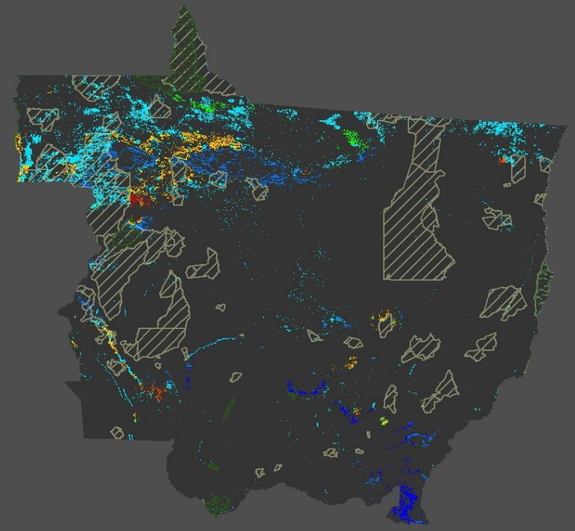
Fosfato Ígneo



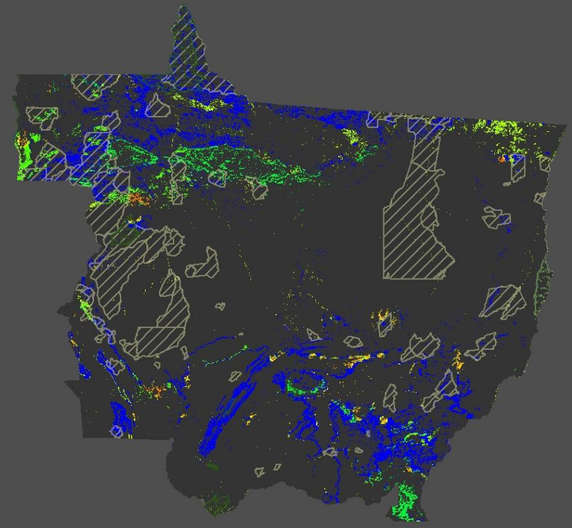
Remineralizadores



Fertilizantes K



Fertilizantes Ca-Mg



UCs - Proteção Integral

Terras Indígenas

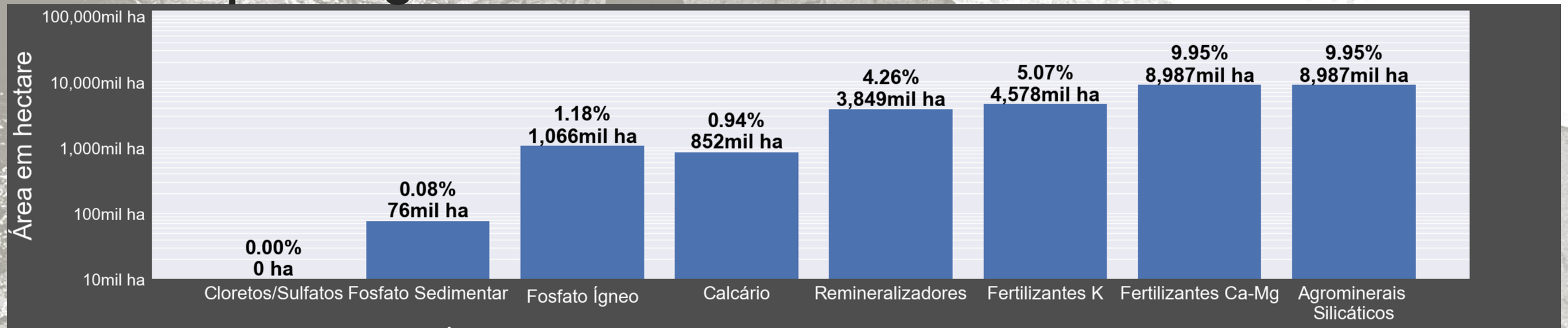
UCs - Usos Sustentável

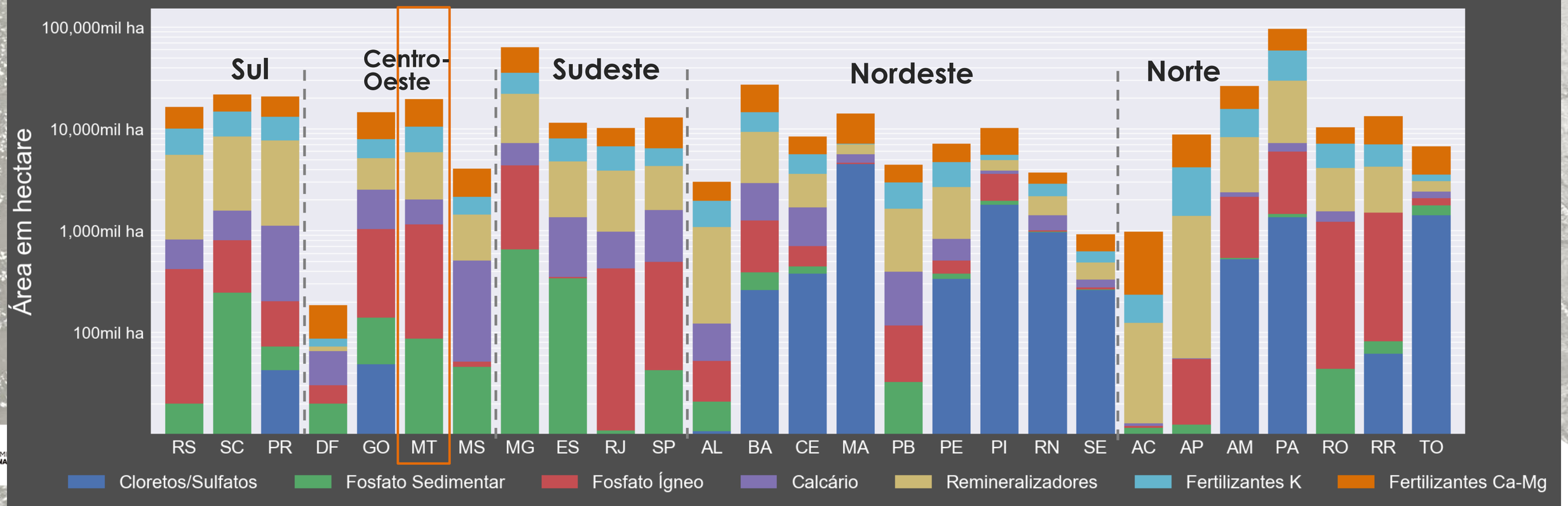
Potencial Agrogeológico

Moderado

Elevado

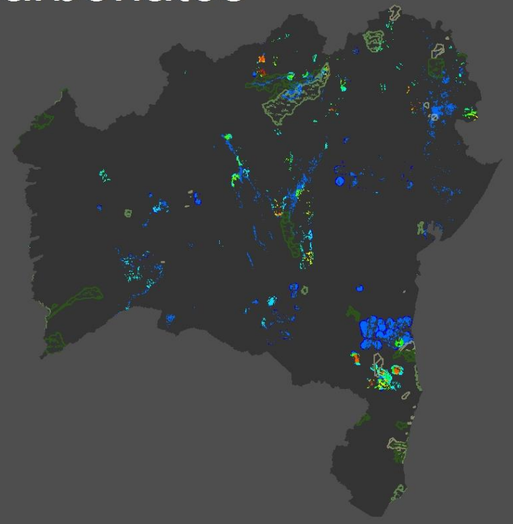
Potencial para Agrominerais - MT



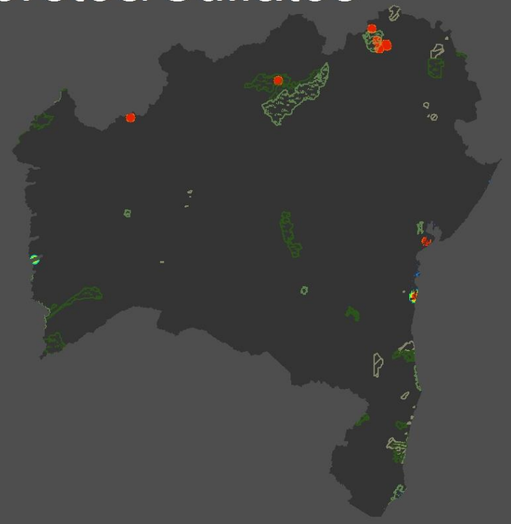


Potencial para Agrominerais - BA

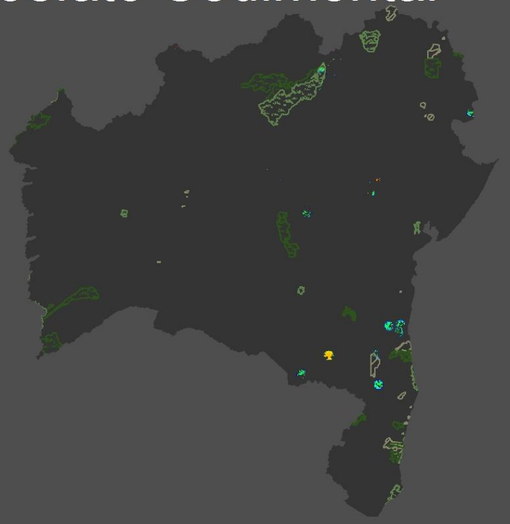
Carbonatos



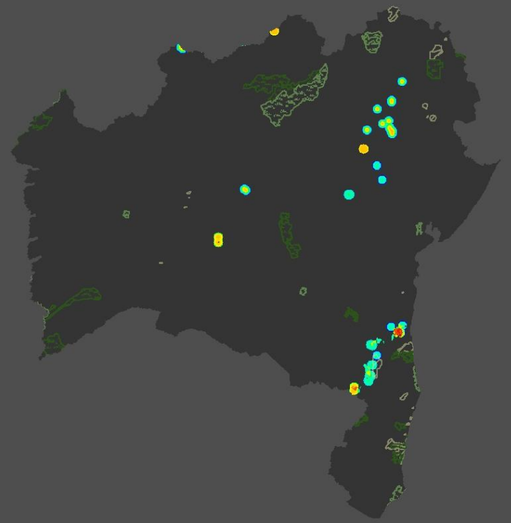
Cloretos/Sulfatos



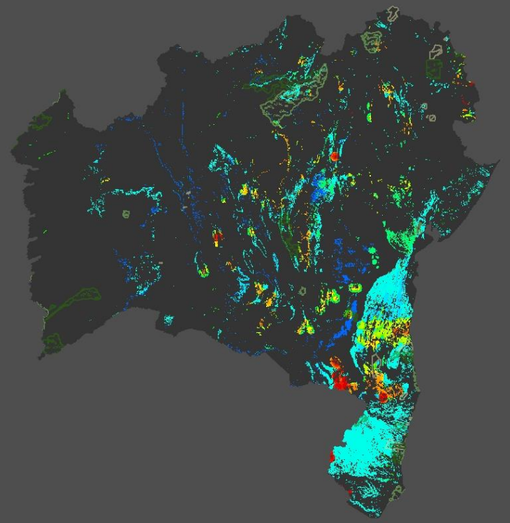
Fosfato Sedimentar



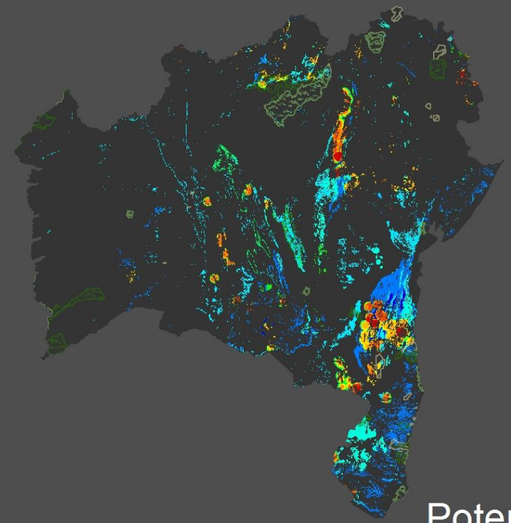
Fosfato Ígneo



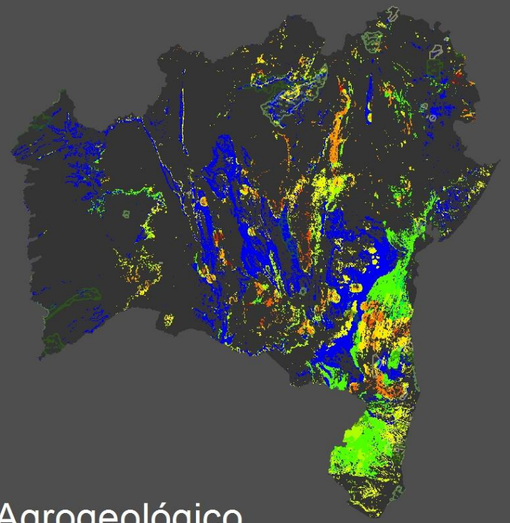
Remineralizadores



Fertilizantes K



Fertilizantes Ca-Mg



UCs - Proteção Integral

Terras Indígenas

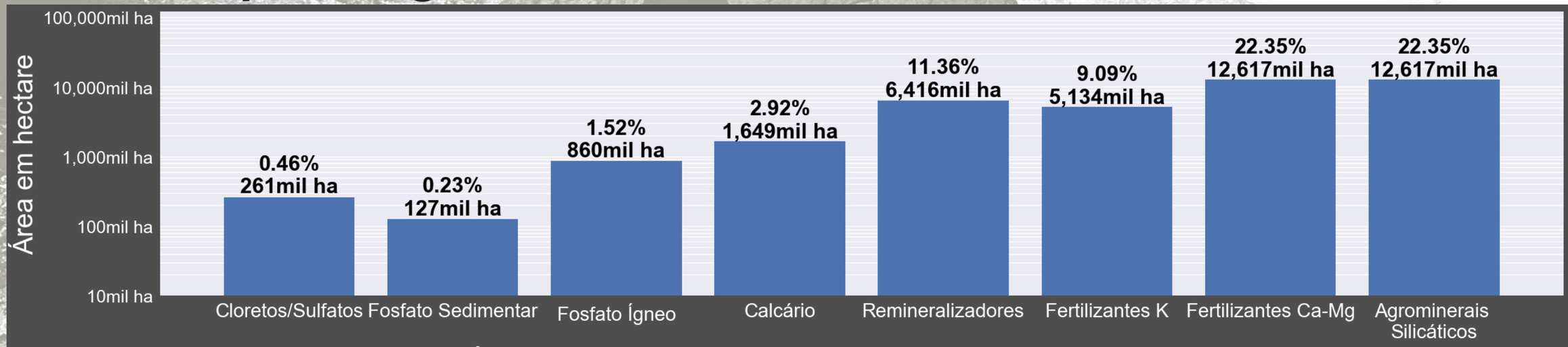
UCs - Usos Sustentável

Potencial Agrogeológico

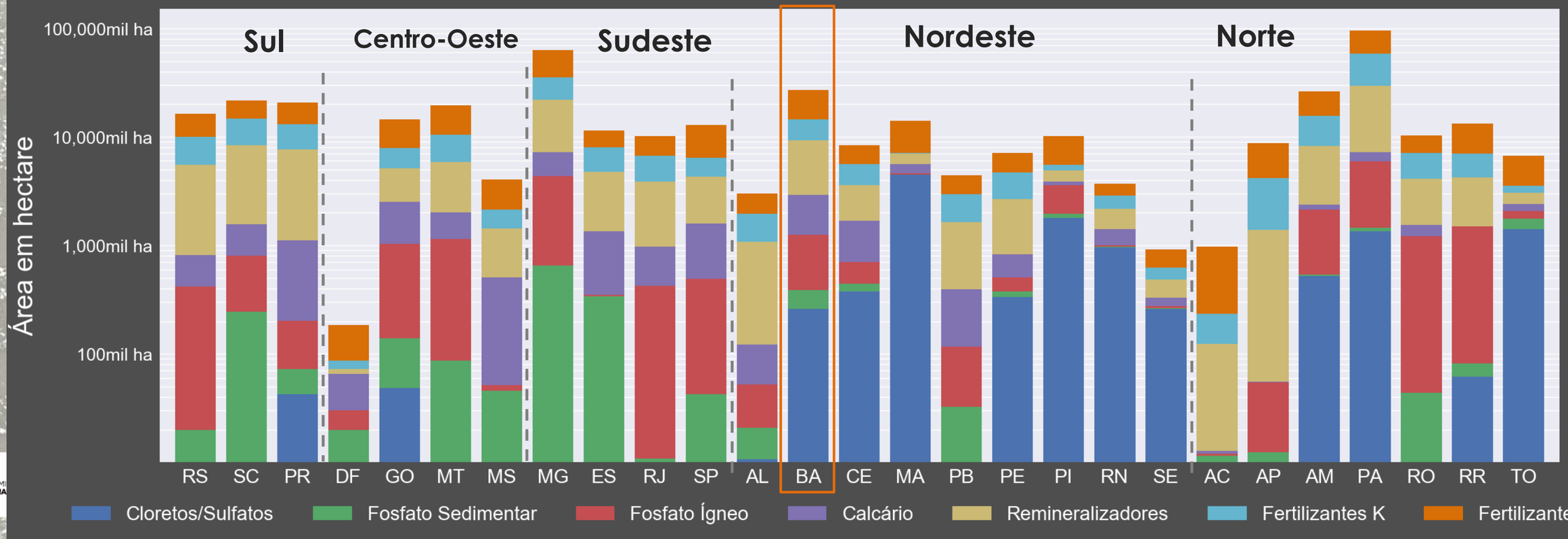
Moderado

Elevado

Potencial para Agrominerais - BA

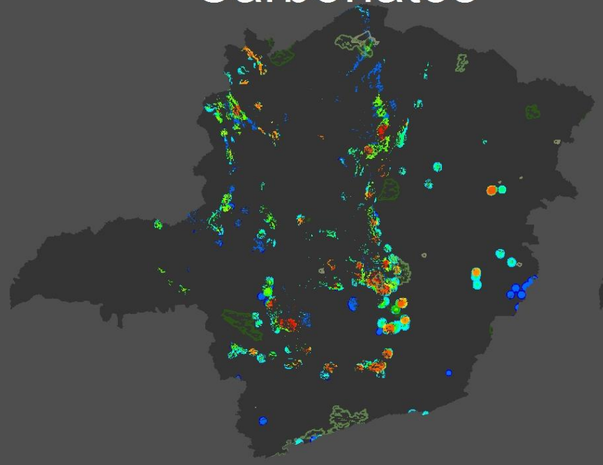


Área Total com Potencial para Agrominerais no Brasil por Estado



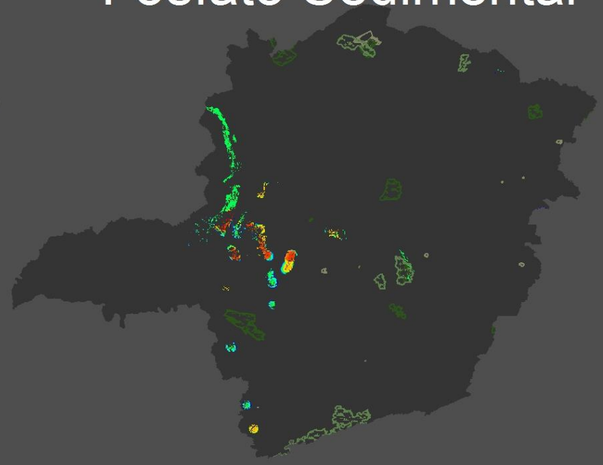
Potêncial Agrogeológico para Fertilizantes - MG

Carbonatos

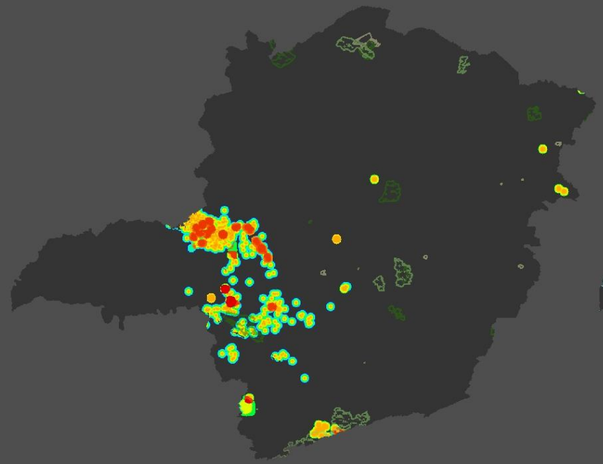


Cloretos/Sulfatos

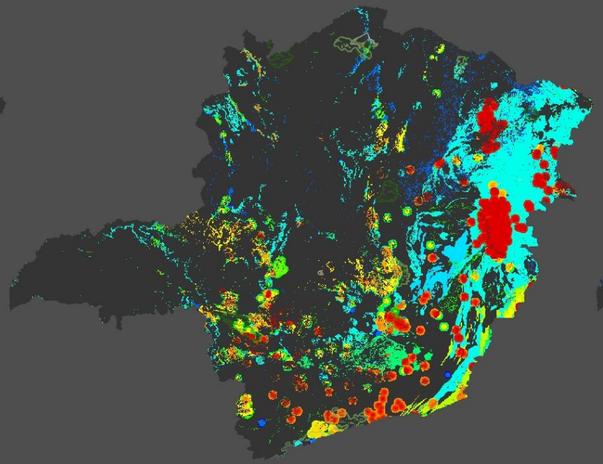
Fosfato Sedimentar



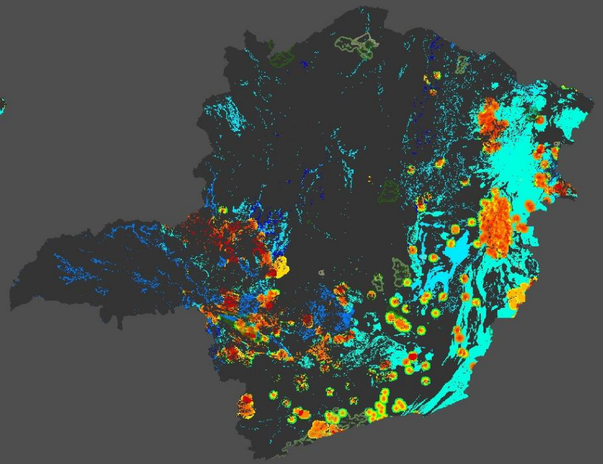
Fosfato Ígneo



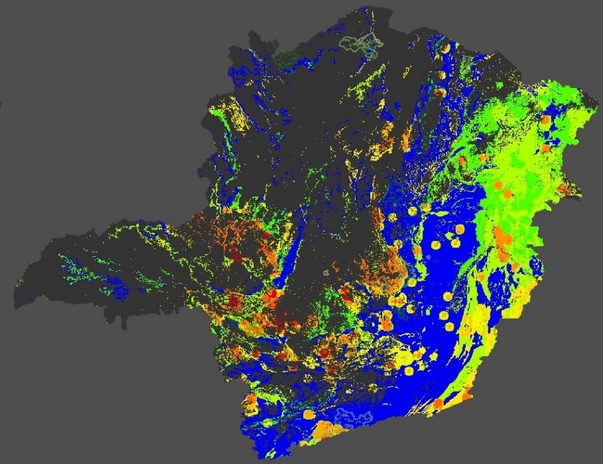
Remineralizadores



Fertilizantes Macronut. Essenciais



Fertilizantes Macronut. Secundários



UCs - Proteção Integral

Terras Indígenas

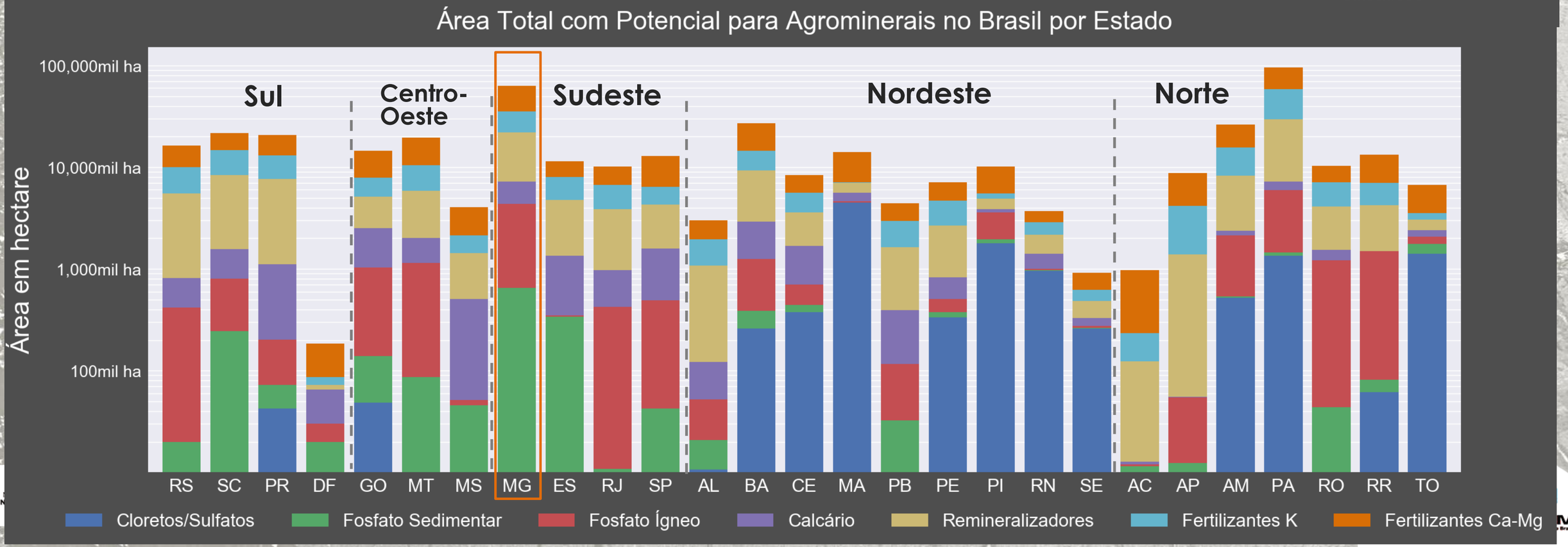
UCs - Usos Sustentável

Potêncial Agrogeológico

Moderado

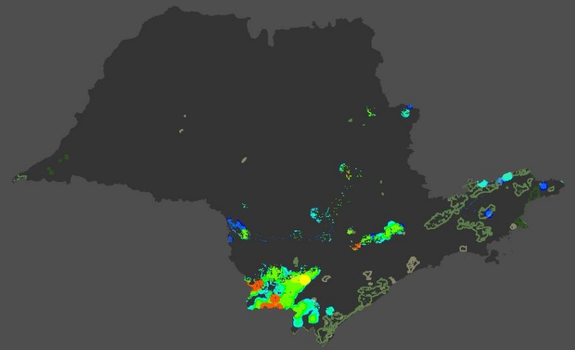
Elevado

Potencial de Ocorrência de Agrominerais - MG

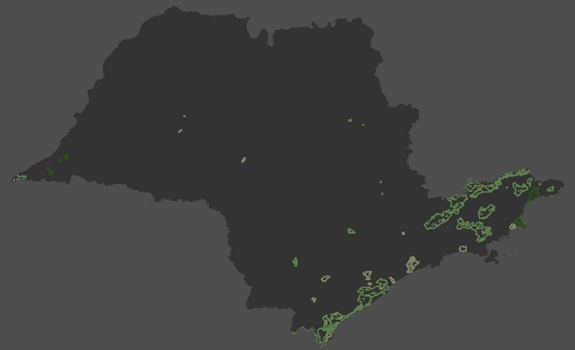


Potêncial Agrogeológico para Fertilizantes - SP

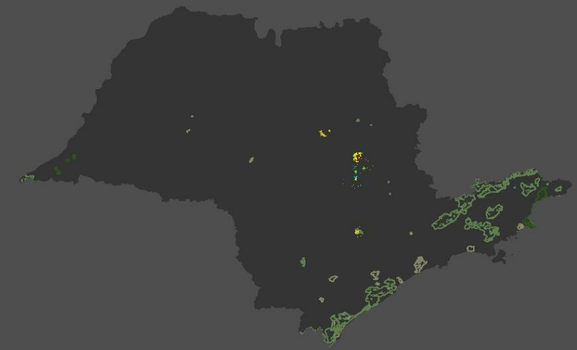
Carbonatos



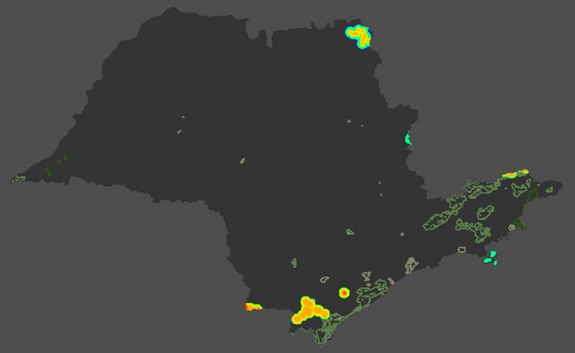
Cloretos/Sulfatos



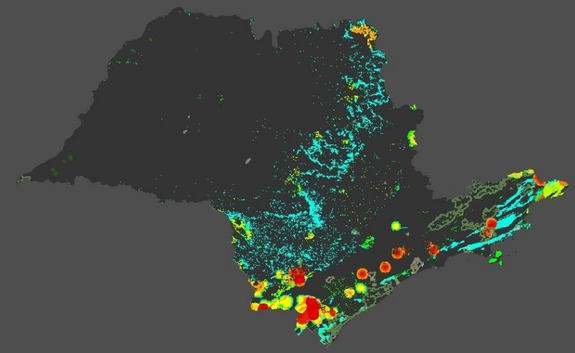
Fosfato Sedimentar



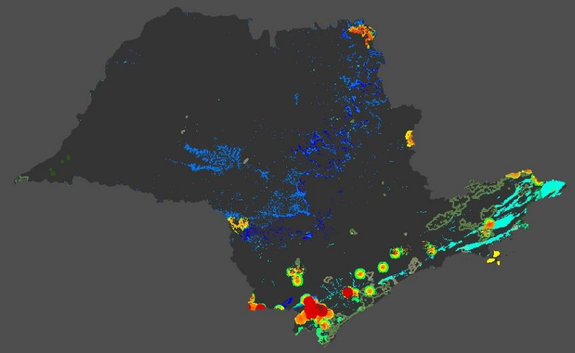
Fosfato Ígneo



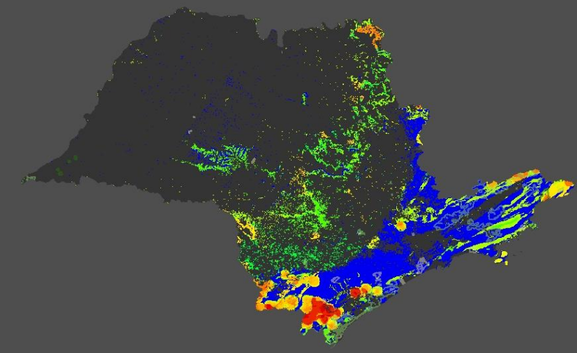
Remineralizadores



Fertilizantes Macronut. Essenciais



Fertilizantes Macronut. Secundários



UCs - Proteção Integral

Terras Indígenas

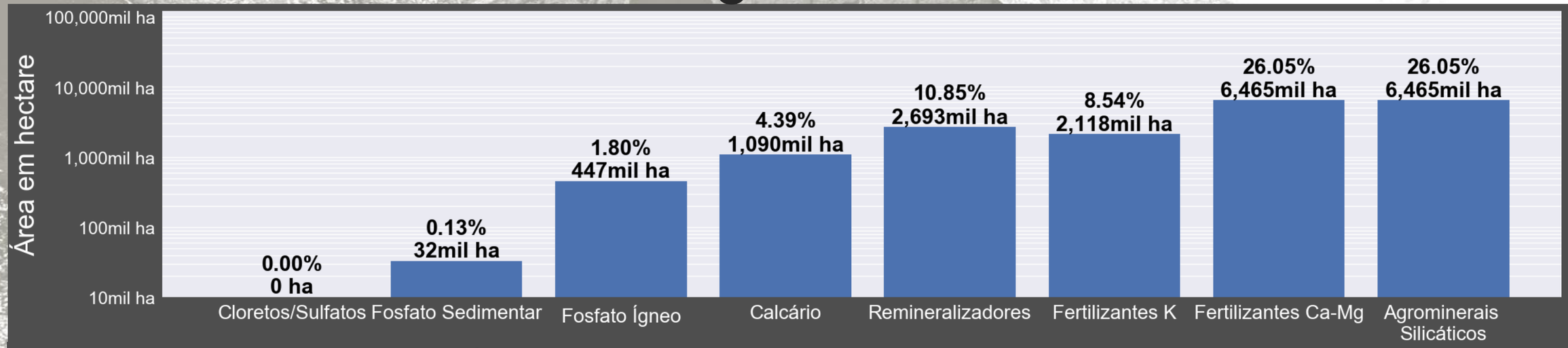
UCs - Usos Sustentável

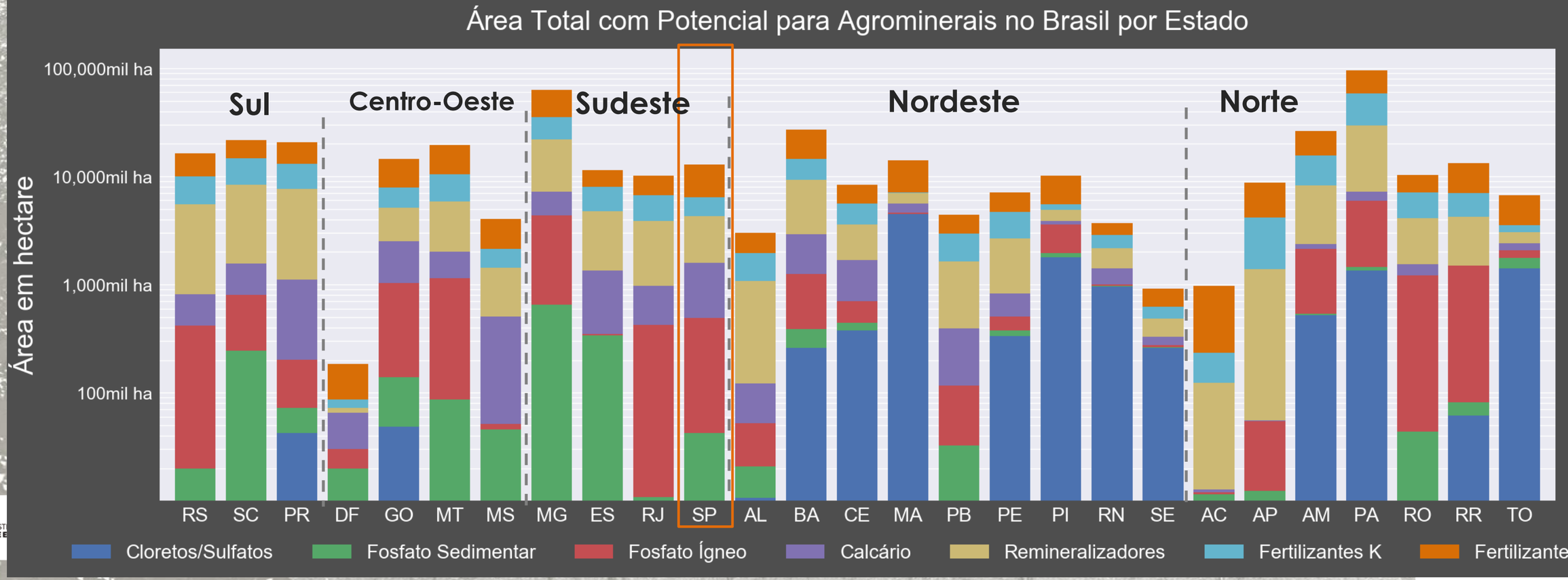
Potêncial Agrogeológico

Moderado

Elevado

Potencial de Ocorrência de Agrominerais - SP

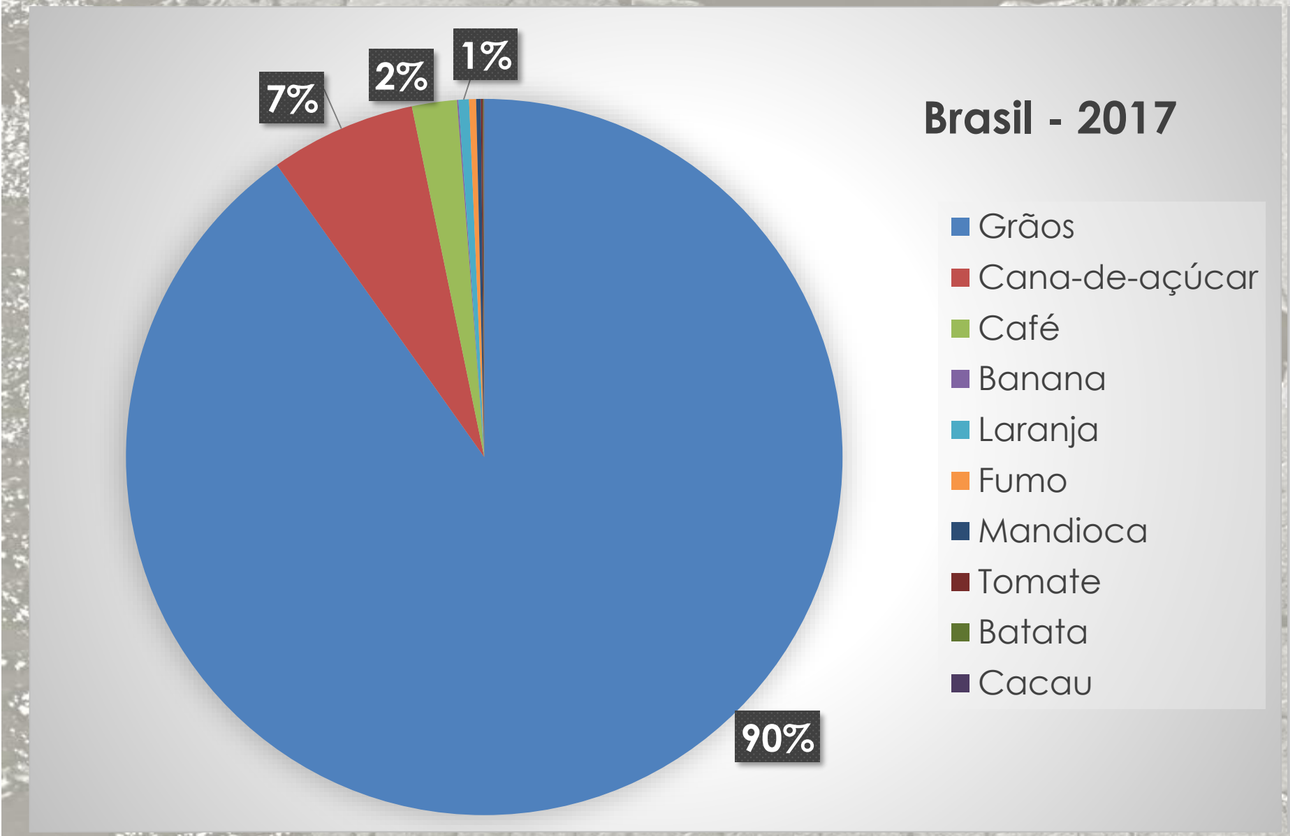




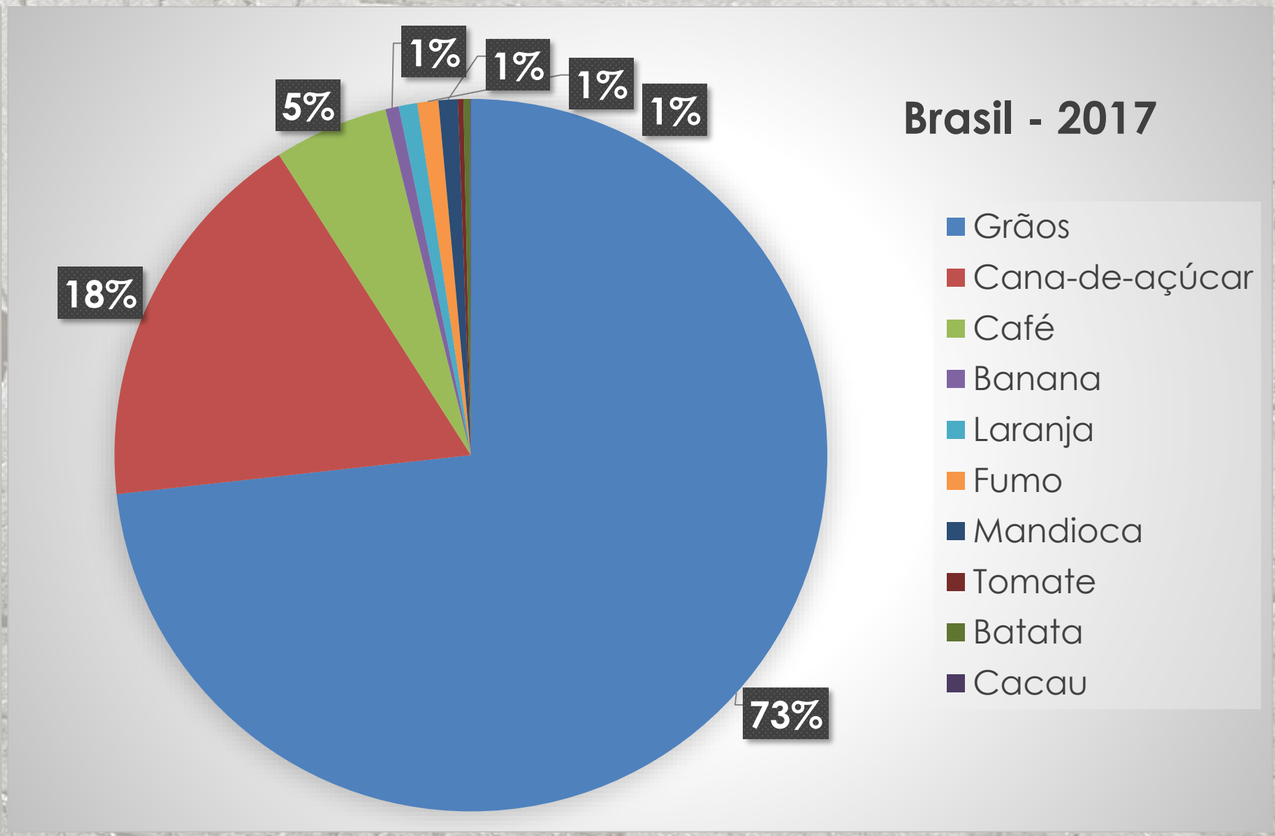
Consumo de Nutrientes

Consumo de nutrientes

Consumo P_2O_5 (2017): 5,4 M de toneladas



Consumo K_2O (2017): 6,0 M de toneladas



Fonte: Produção (IBGE); Taxas de consumo (Embrapa)

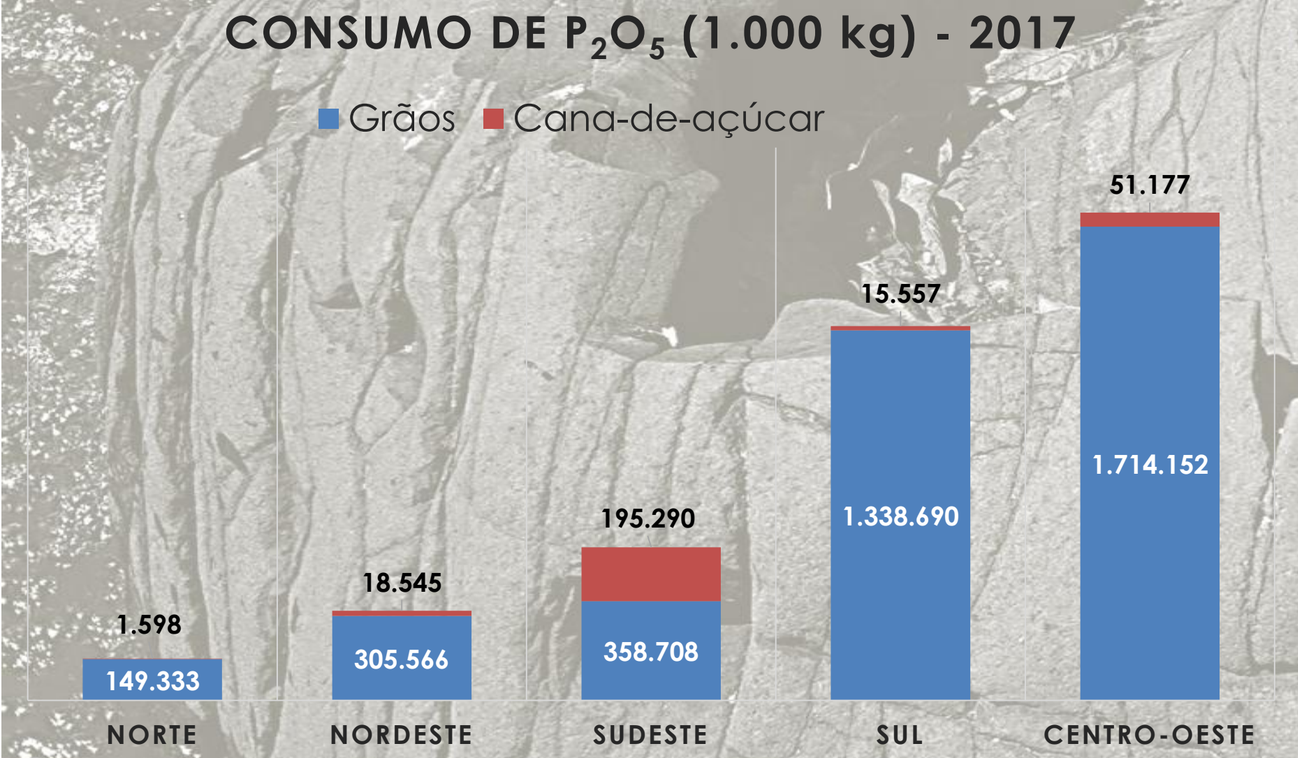
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA BRASIL GOVERNO FEDERAL

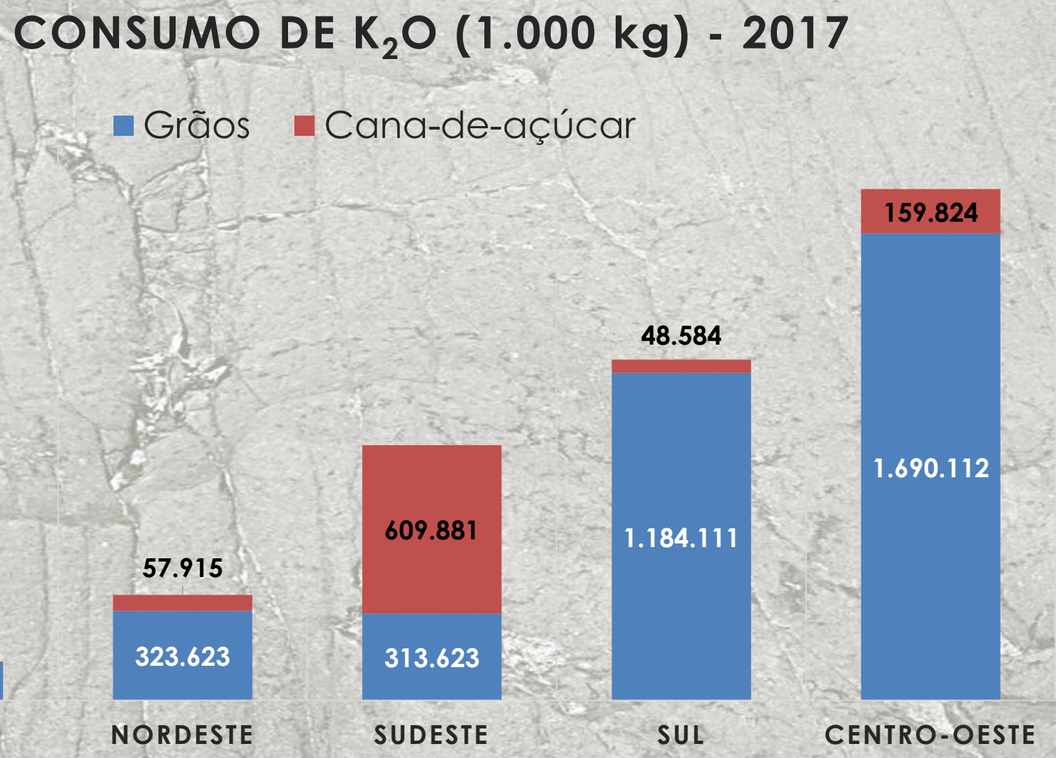
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

CPRM Serviço Geológico do Brasil

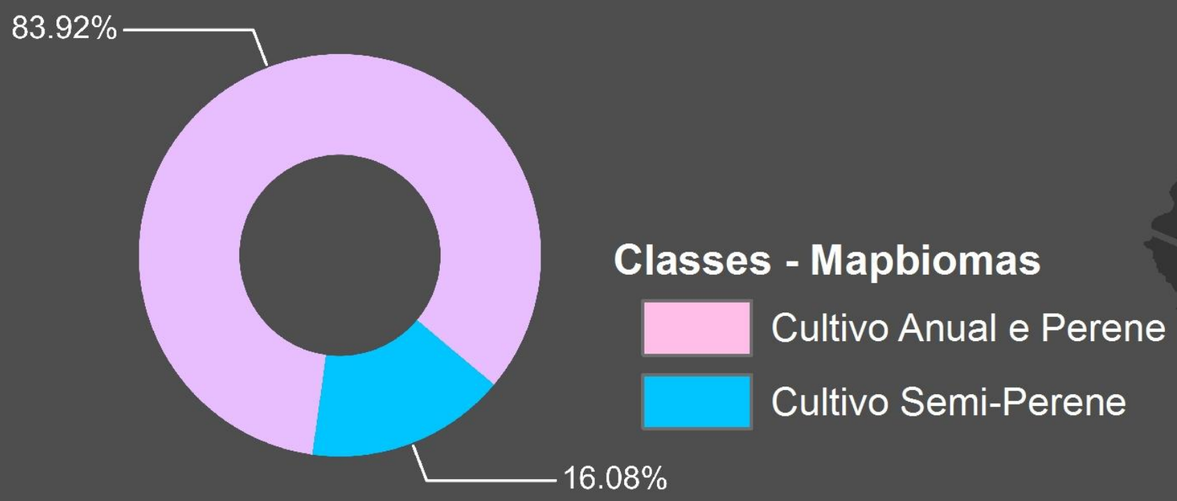
Consumo de nutrientes

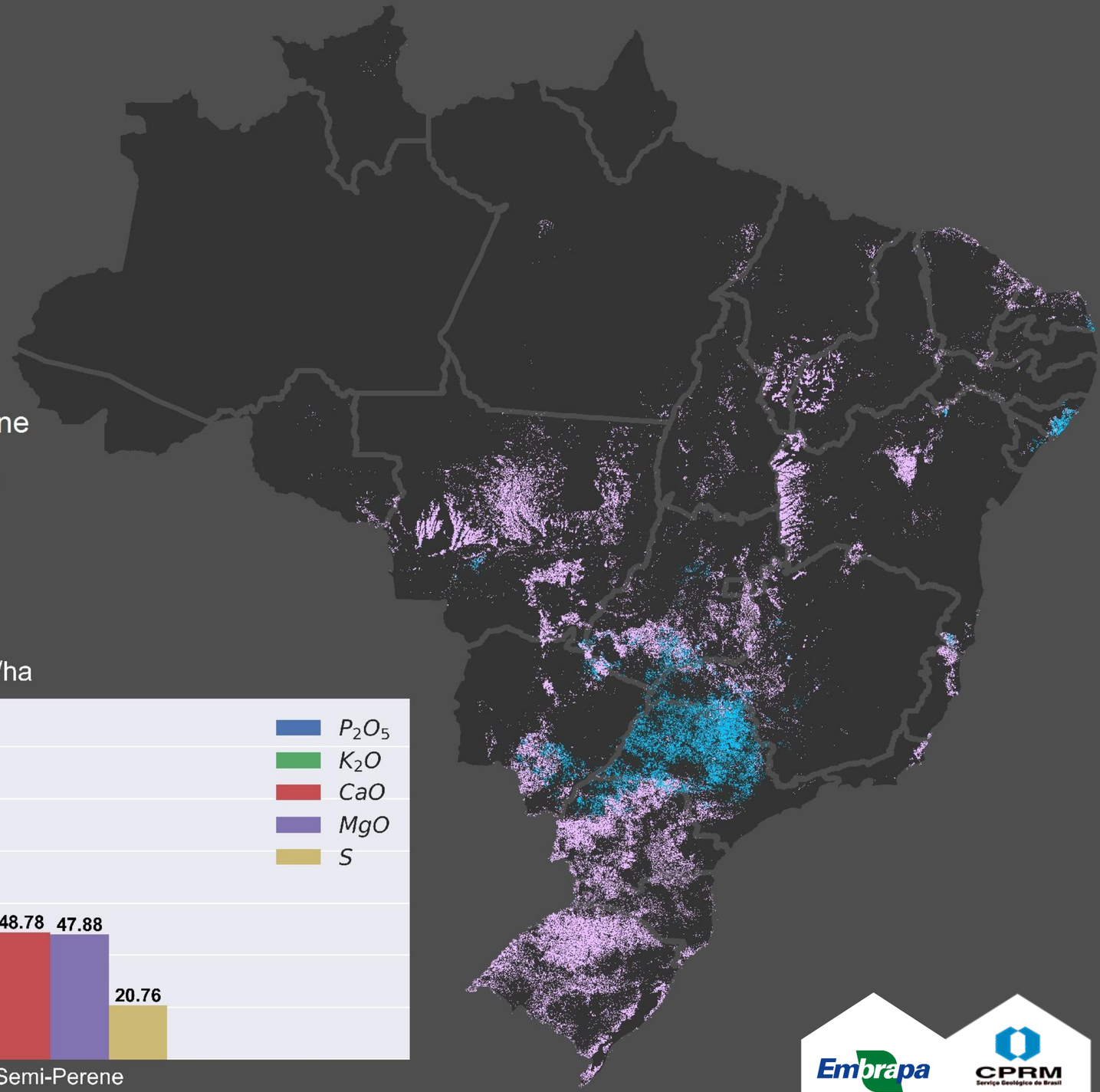


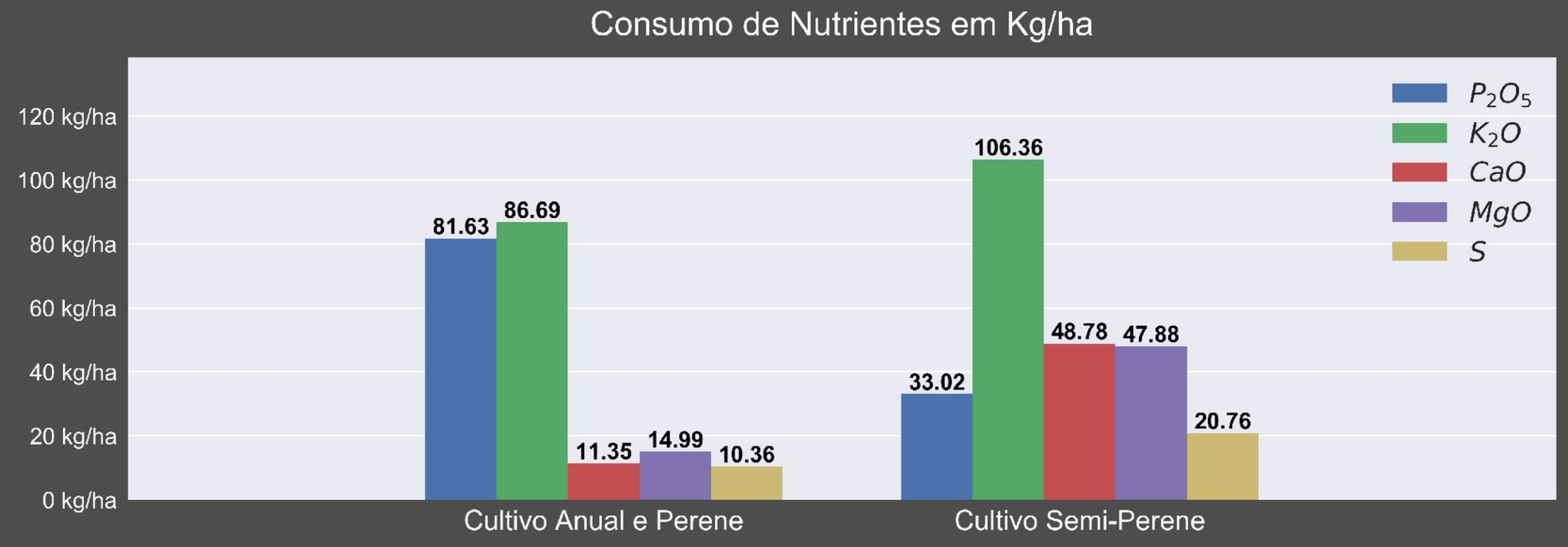


Fonte: Produção (IBGE); Taxas de consumo (Embrapa)

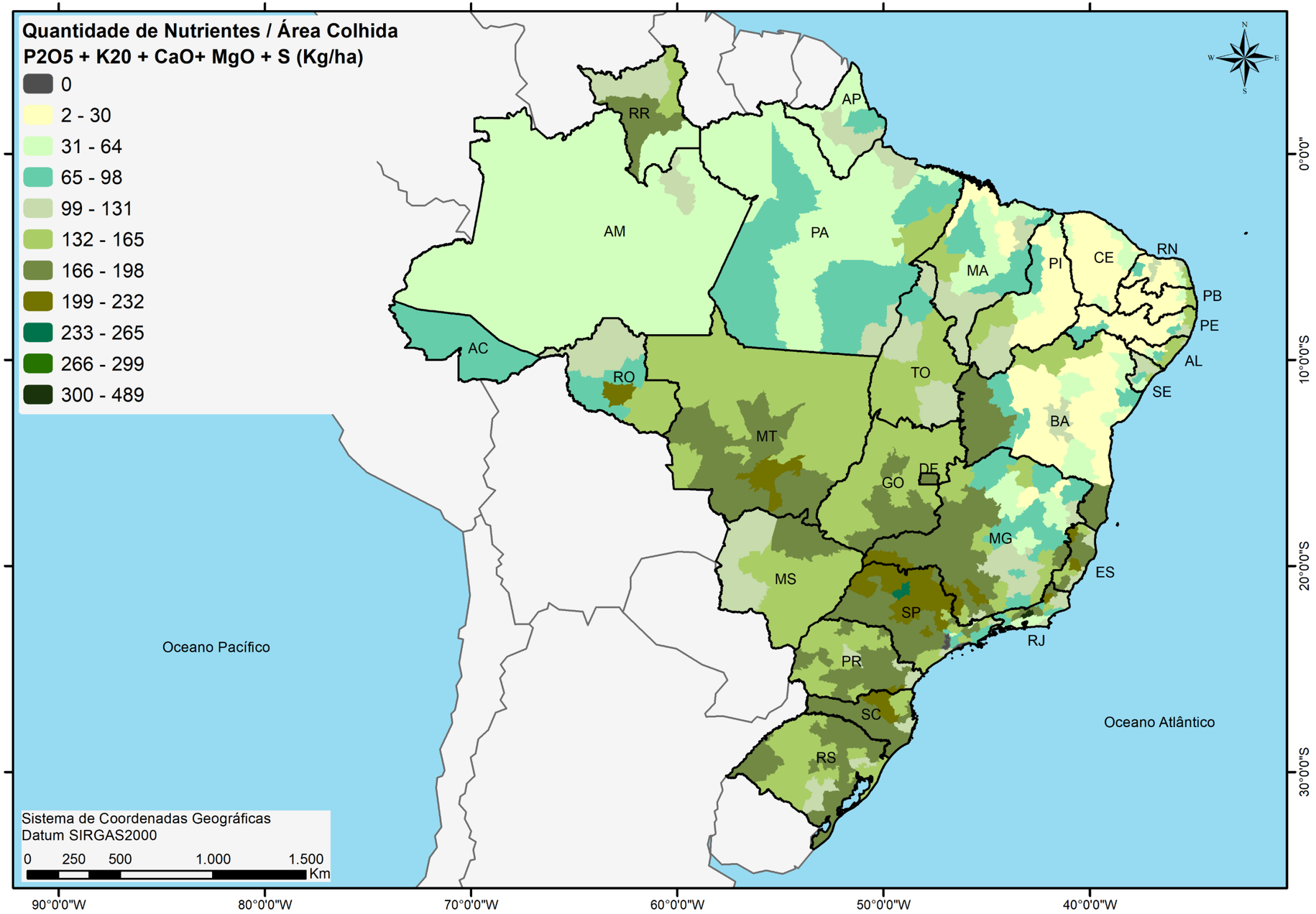
Consumo de Nutrientes no Brasil 2017







Consumo de nutrientes (kg/ha) recomendação de uso - Brasil



Integração Consumo/Oferta

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

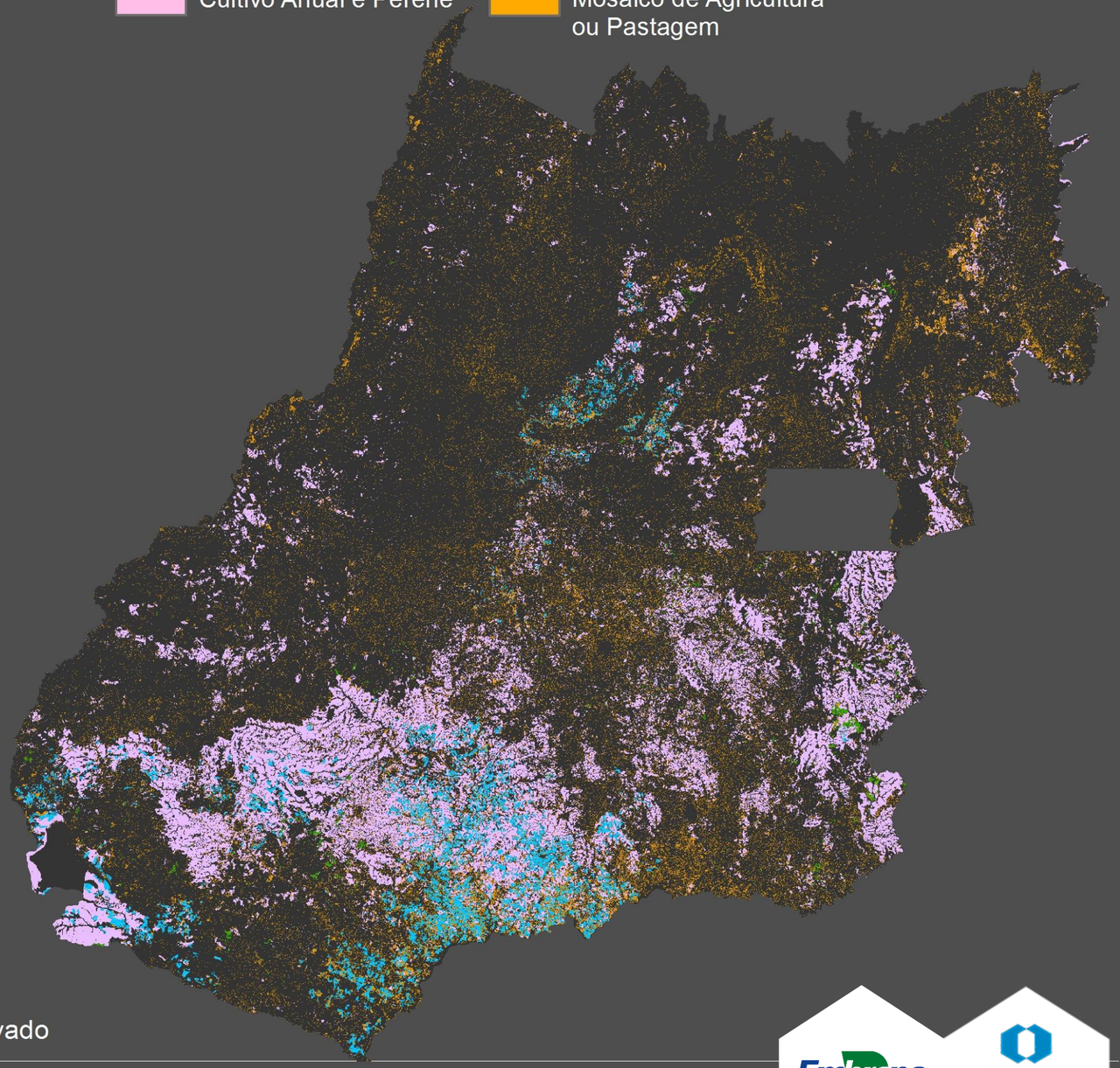
Embrapa

CPRM Serviço Geológico do Brasil

Consumo/Oferta de Agrominerais - GO
Remineralizadores

Classes - Mapbiomas

- Silvicultura
- Cultivo Semi-Perene
- Cultivo Anual e Perene
- Mosaico de Agricultura ou Pastagem



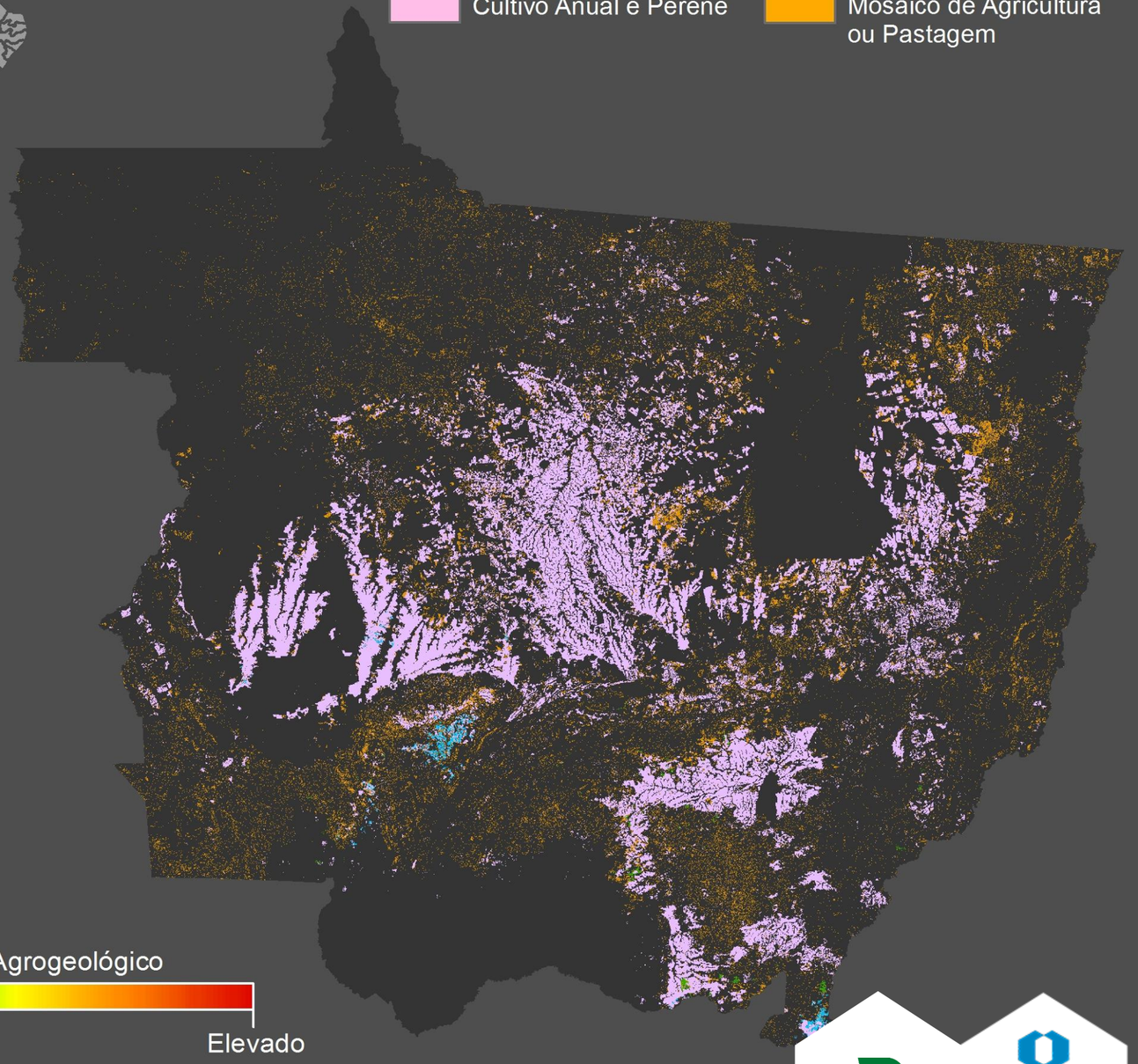
Embrapa

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Consumo/Oferta de Agrominerais - MT
Remineralizadores

Classes - Mapbiomas

- Silvicultura
- Cultivo Anual e Perene
- Cultivo Semi-Perene
- Mosaico de Agricultura ou Pastagem



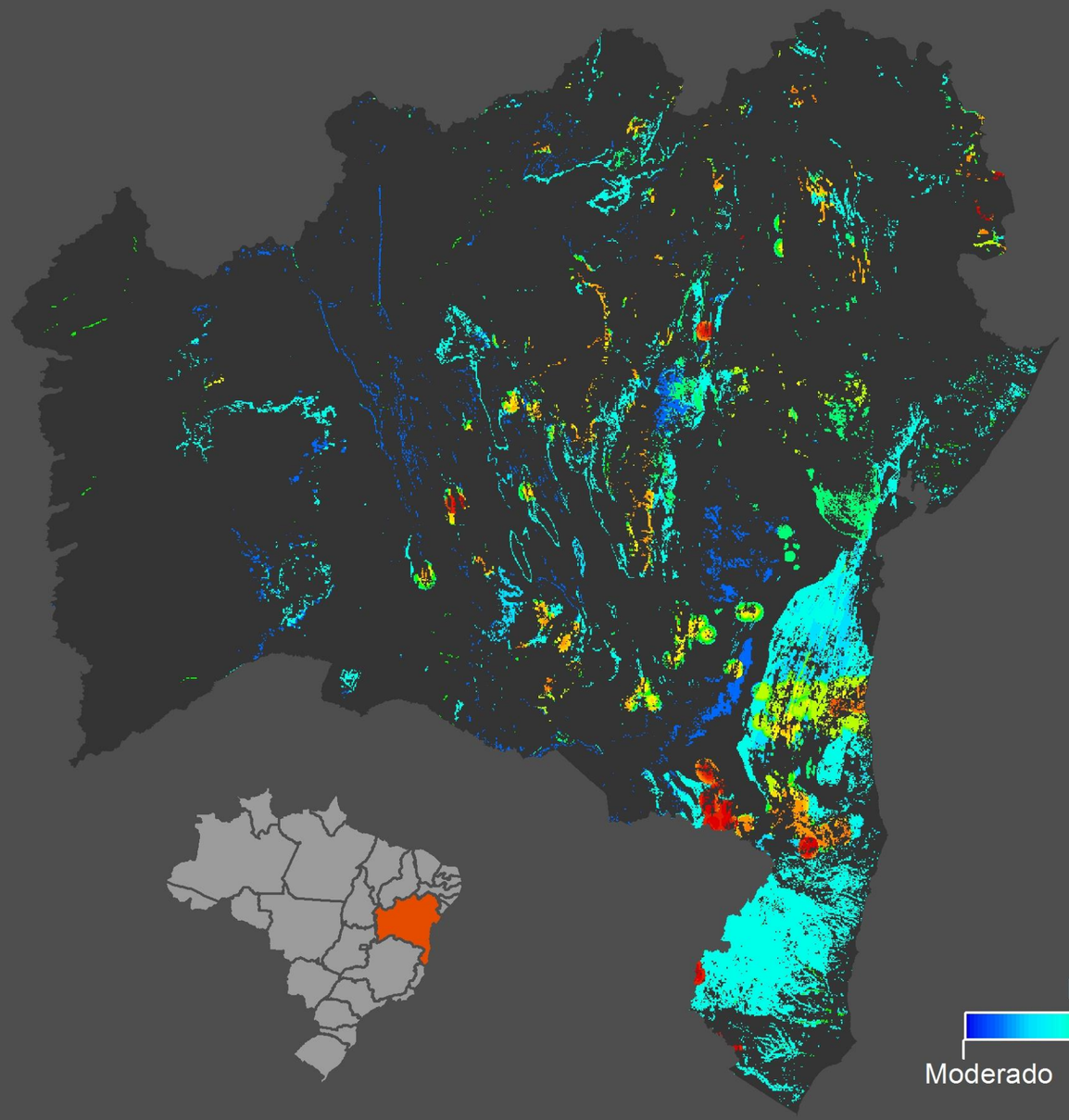
Potencial Agrogeológico

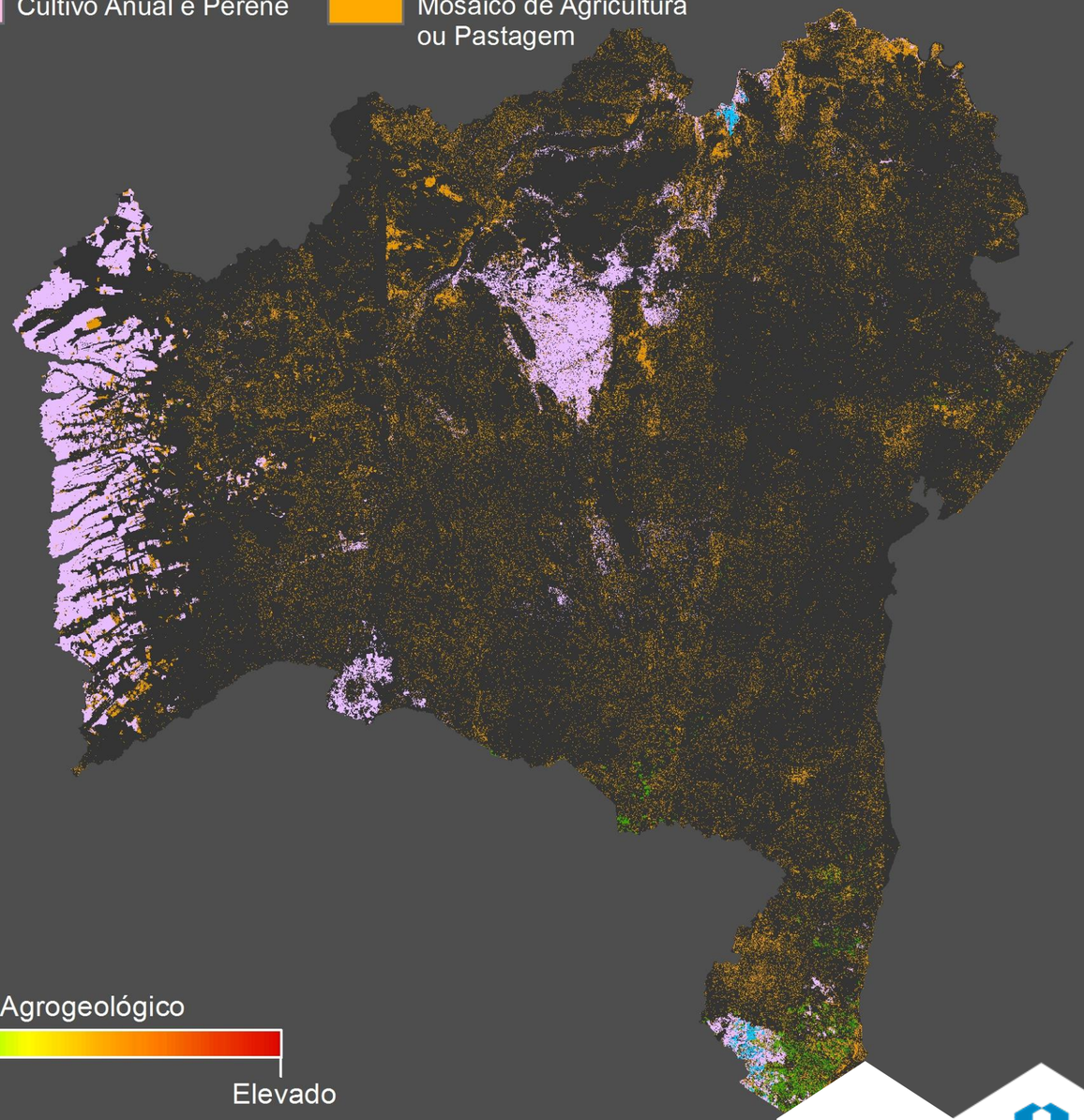
Moderado — Elevado

Embrapa

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Consumo/Oferta de Agrominerais - BA
Remineralizadores





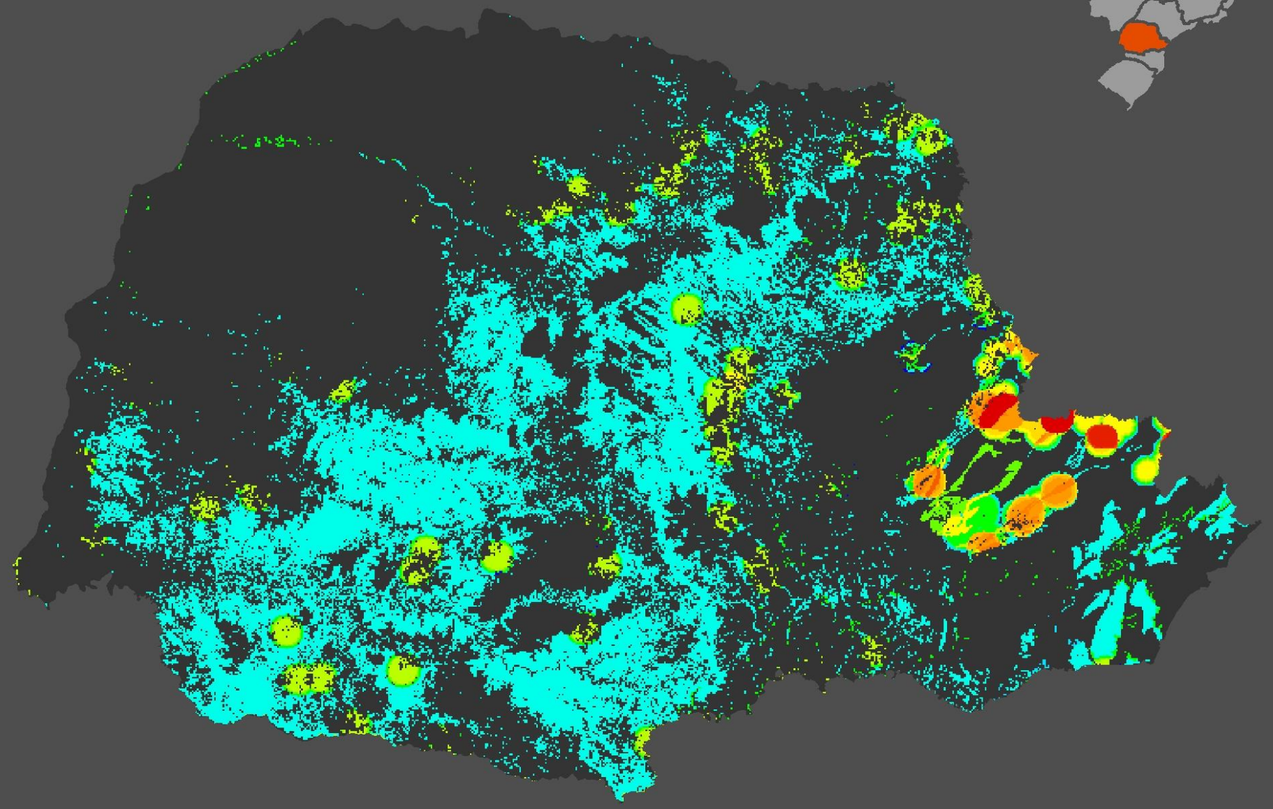
Potencial Agrogeológico

Moderado — Elevado

Embrapa

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Consumo/Oferta de Agrominerais - PR
Remineralizadores

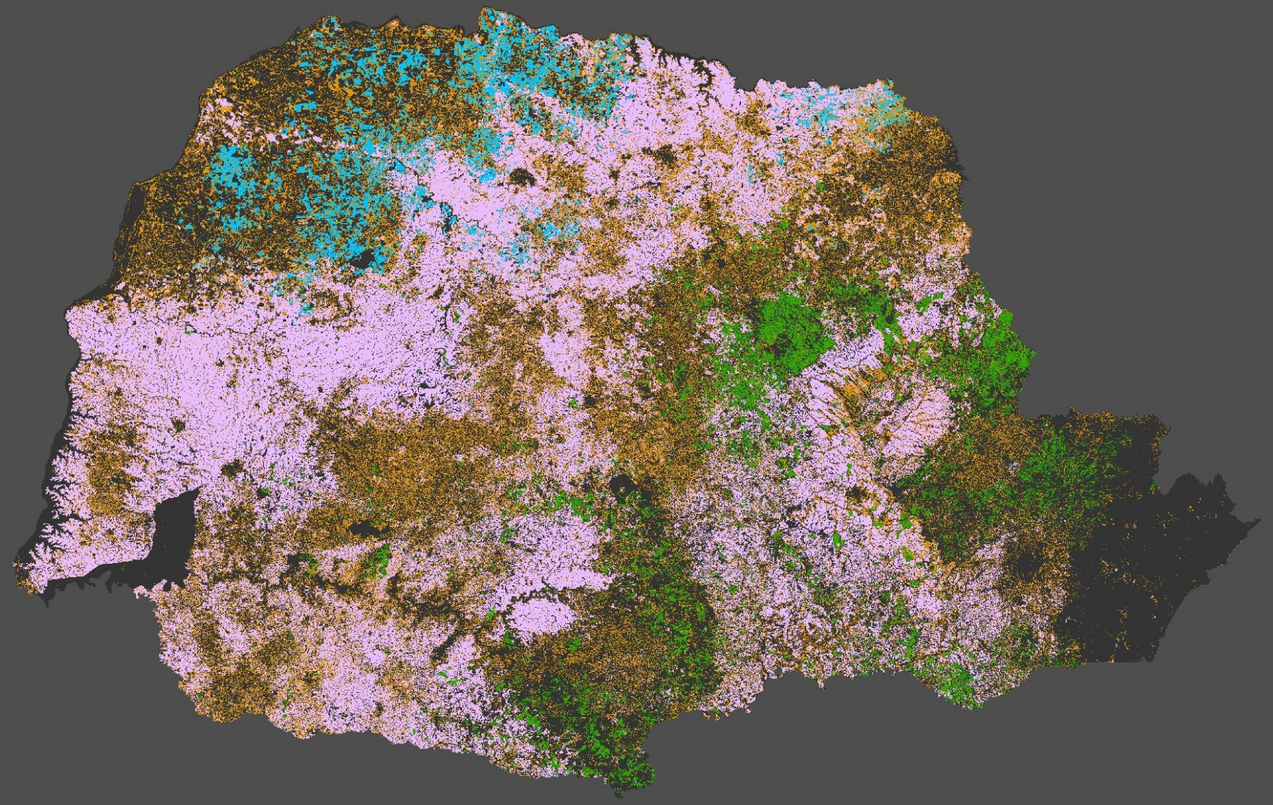


Potencial Agrogeológico

Moderado — Elevado

Classes - Mapbiomas

- Silvicultura
- Cultivo Semi-Perene
- Cultivo Anual e Perene
- Mosaico de Agricultura ou Pastagem



Embrapa

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

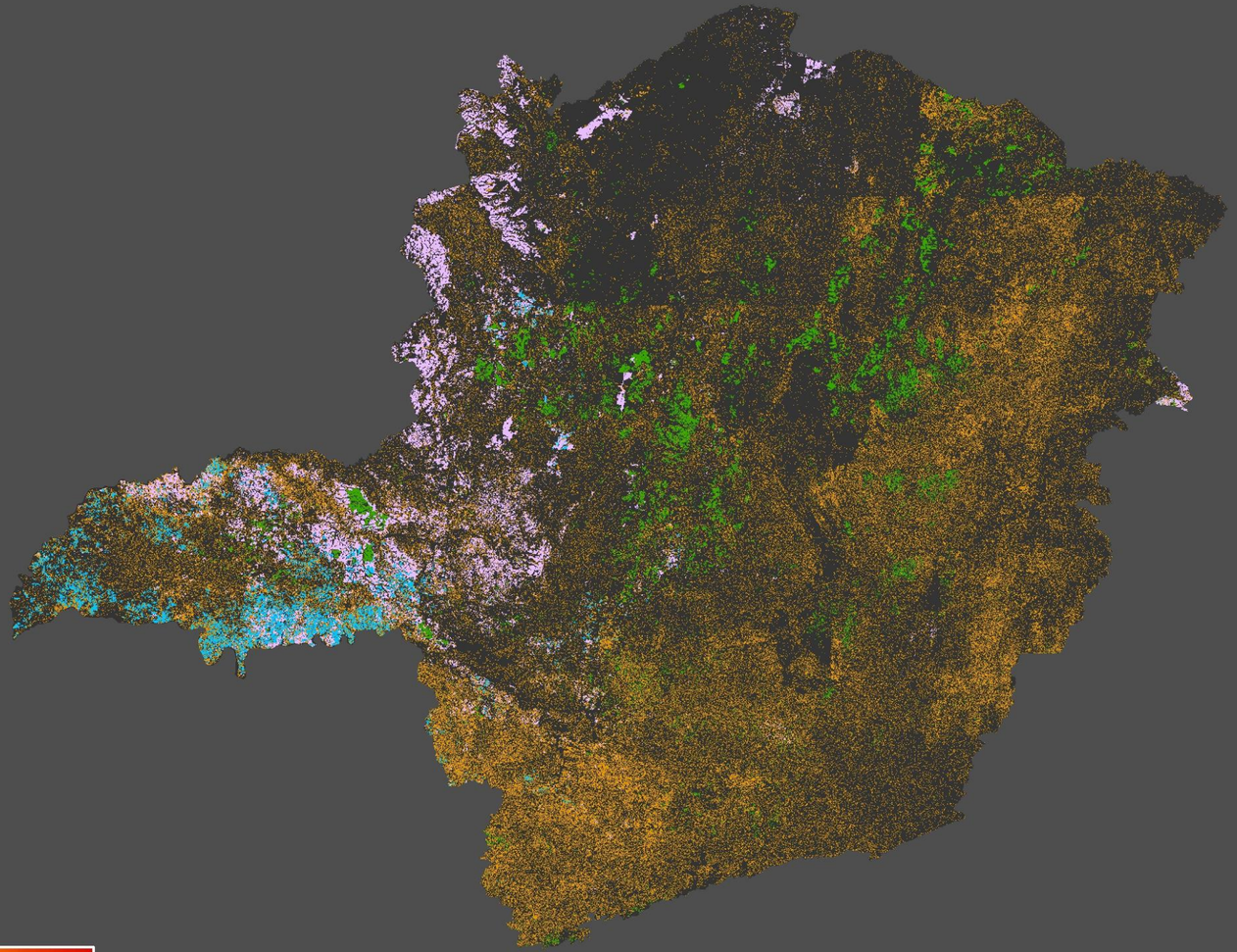
Consumo/Oferta de Agrominerais - MG
Remineralizadores

Potencial Agrogeológico

Moderado — Elevado

Classes - Mapbiomas

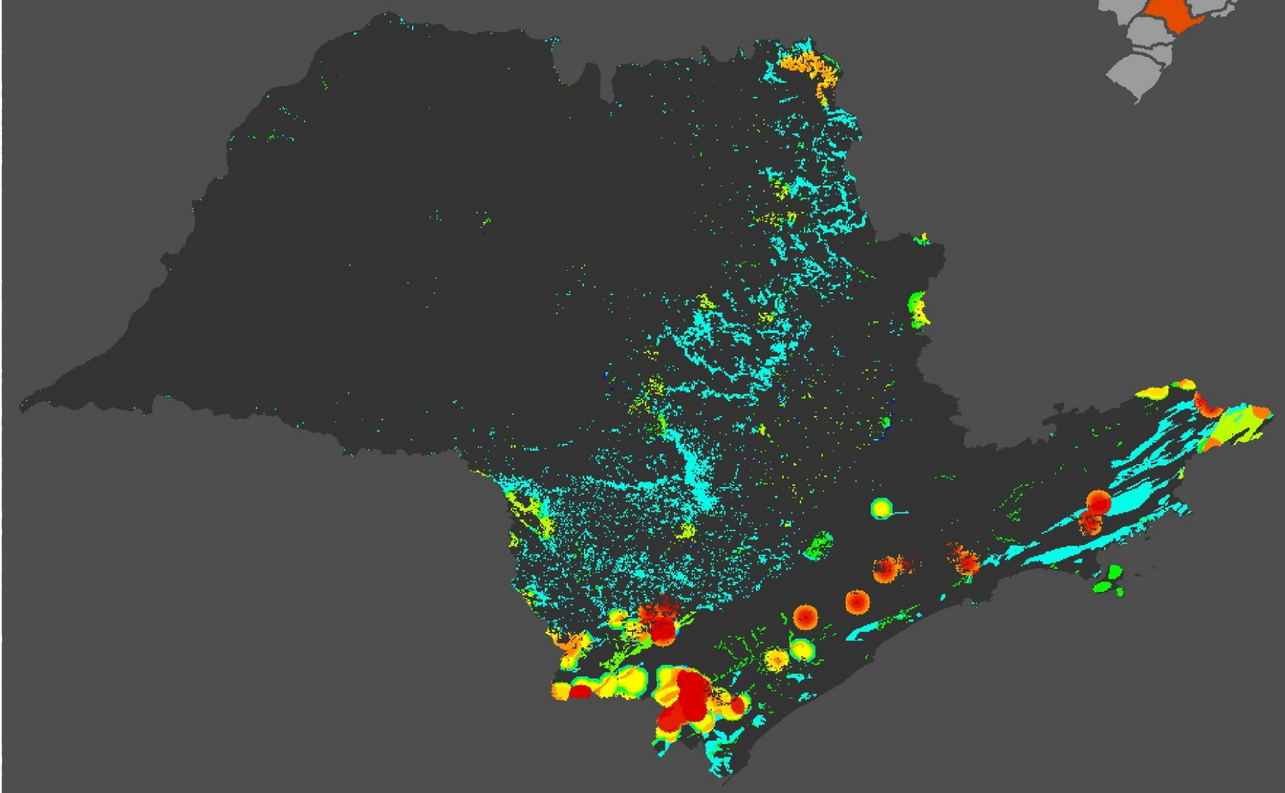
- Silvicultura
- Cultivo Anual e Perene
- Cultivo Semi-Perene
- Mosaico de Agricultura ou Pastagem



Embrapa

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Consumo/Oferta de Agrominerais - SP
Remineralizadores

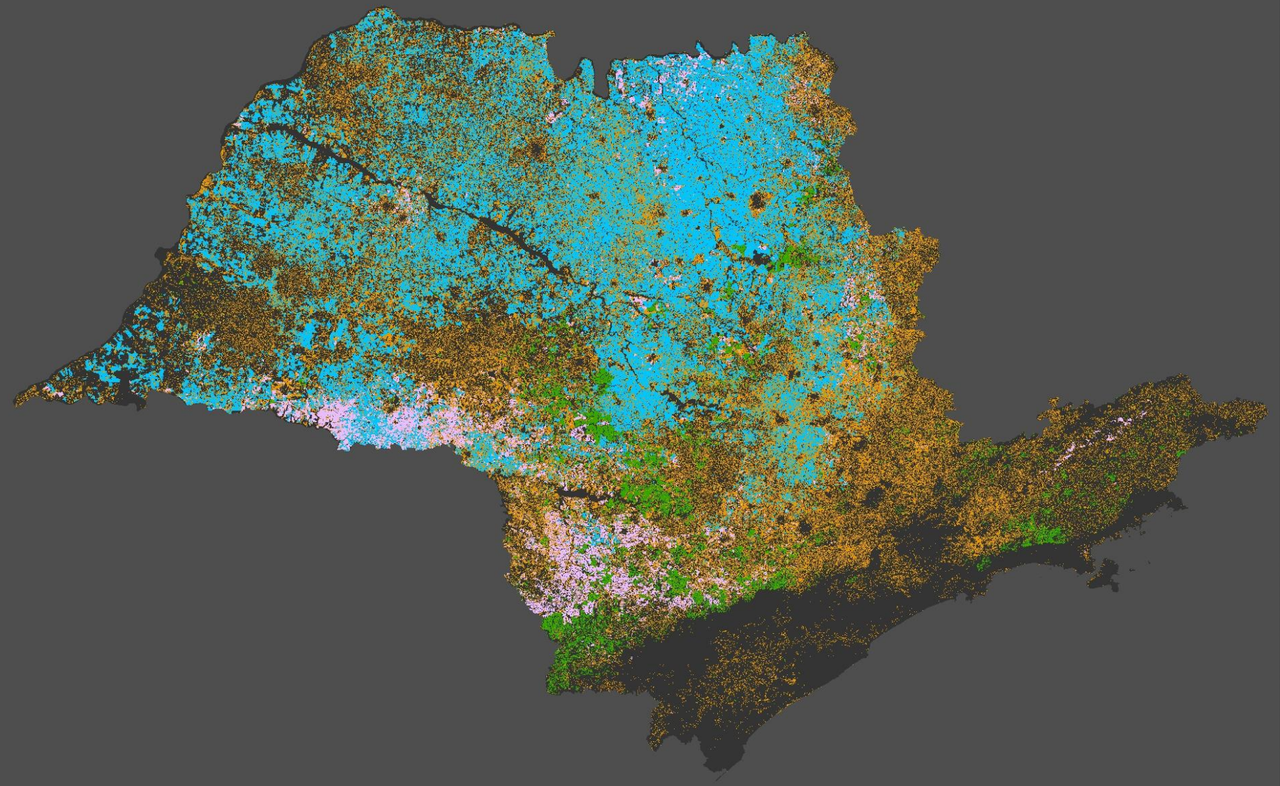


Potencial Agrogeológico

Moderado — Elevado

Classes - Mapbiomas

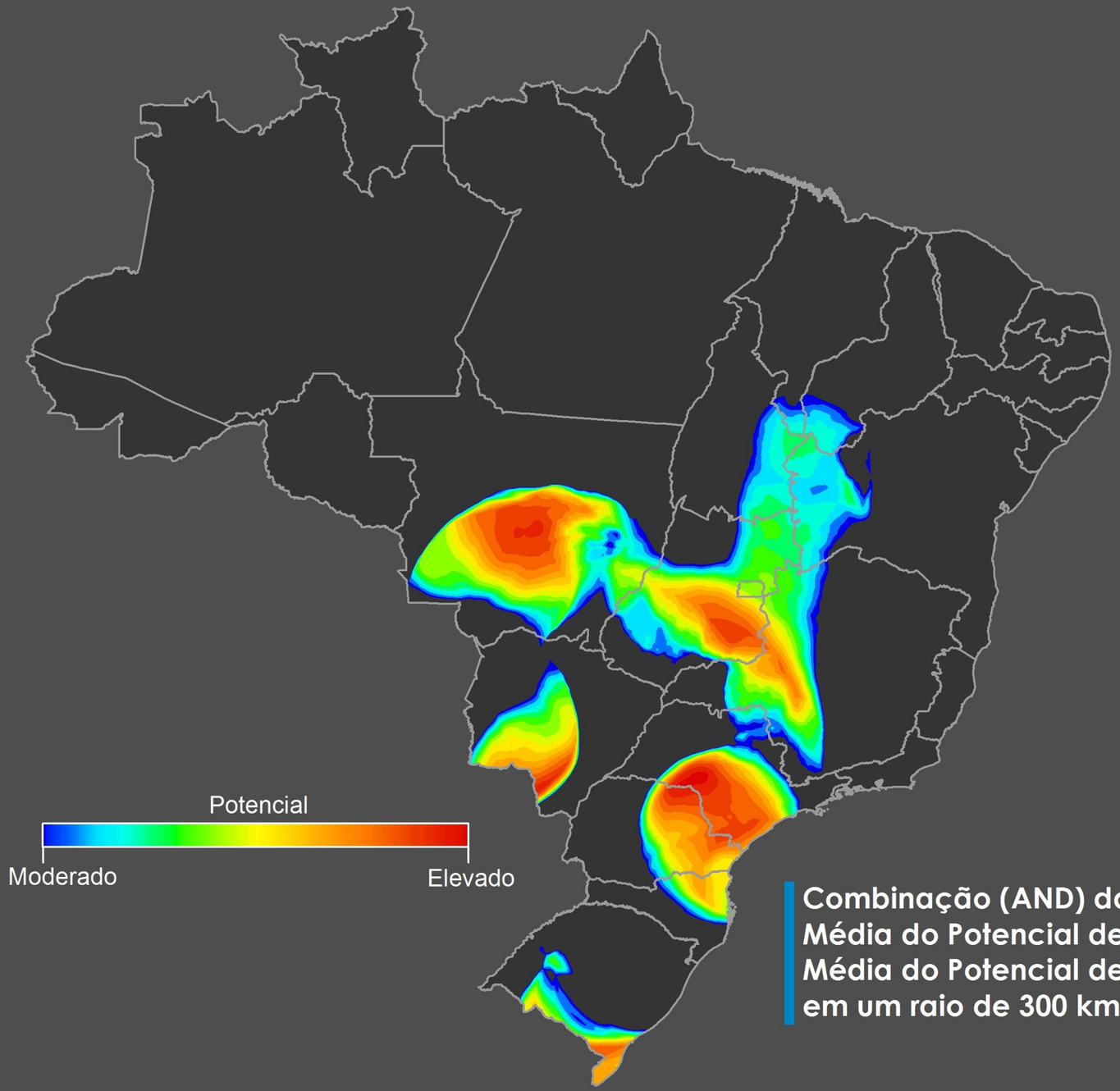
- Silvicultura
- Cultivo Semi-Perene
- Cultivo Anual e Perene
- Mosaico de Agricultura ou Pastagem



Embrapa

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Potencial Econômico para Carbonatos



Combinação (AND) da
Média do Potencial de Oferta e
Média do Potencial de Consumo
em um raio de 300 km

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

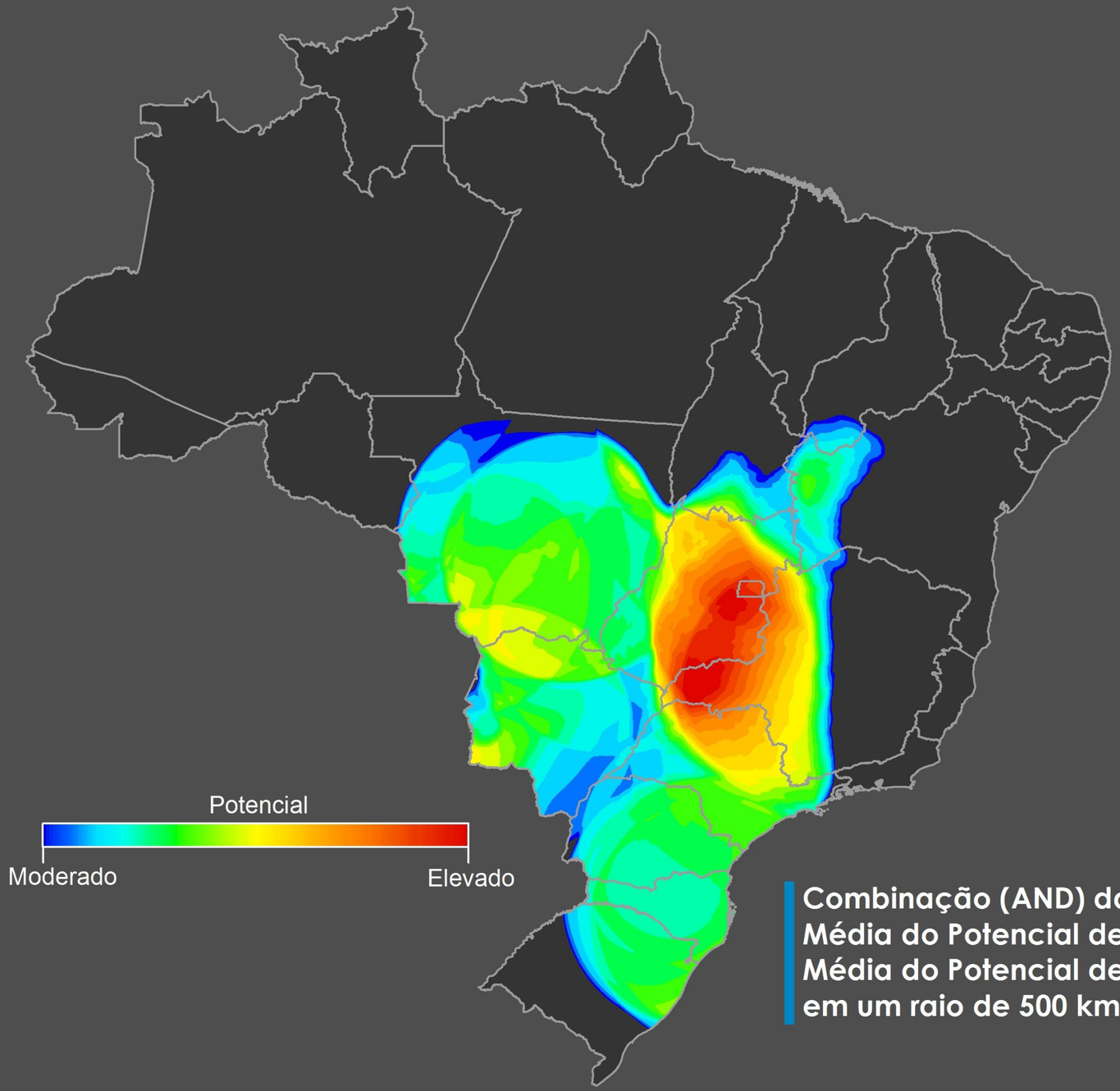
BRASIL GOVERNO FEDERAL

MINISTÉRIO AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

Embrapa

CPRM Serviço Geológico do Brasil

Potencial Econômico para Fosfato Sedimentar



Combinação (AND) da
Média do Potencial de Oferta e
Média do Potencial de Consumo
em um raio de 500 km

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

BRASIL GOVERNO FEDERAL

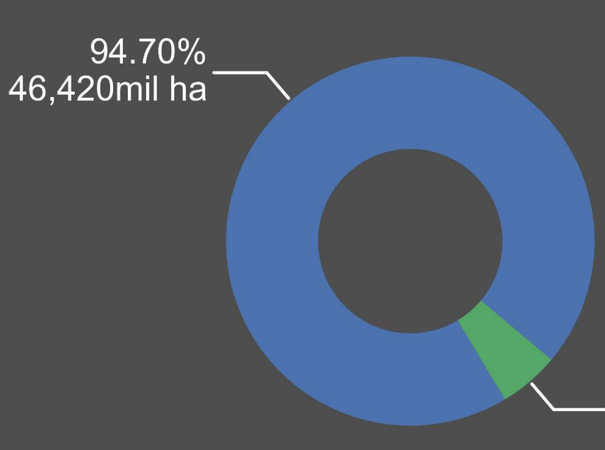
MINISTÉRIO AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

Embrapa

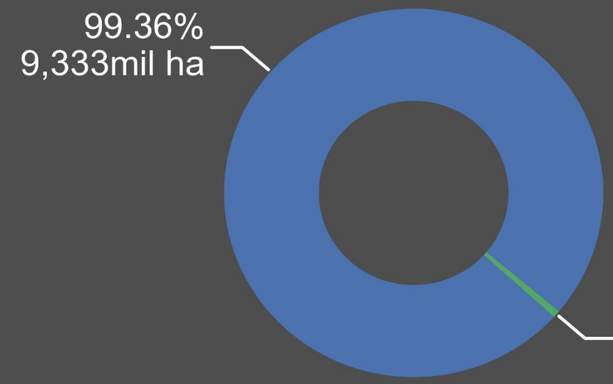
CPRM Serviço Geológico do Brasil

Potencial Econômico para Agrominerais Silicáticos

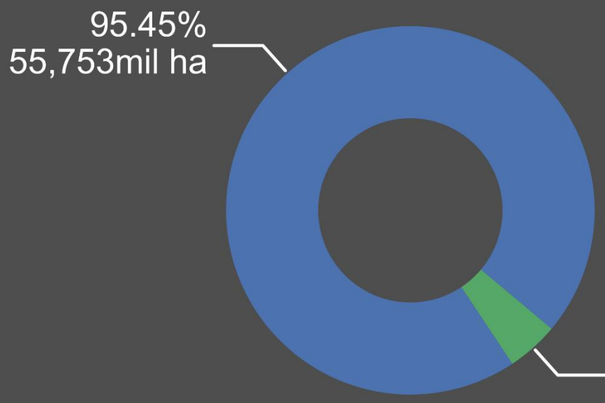
Área de Cultivo Anual e Perene

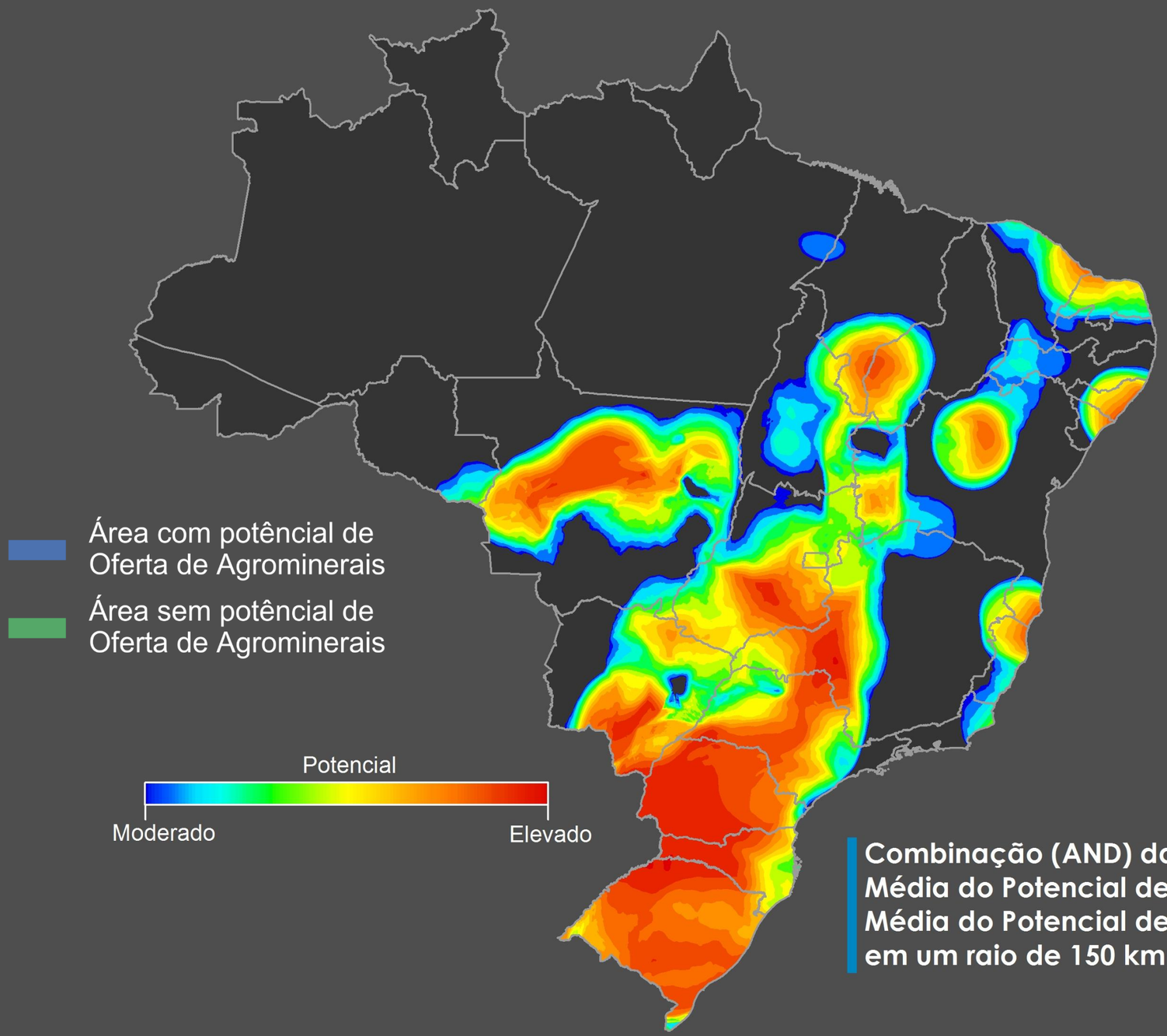


Área de Cultivo Semi-Perene



Área de Cultivo Total

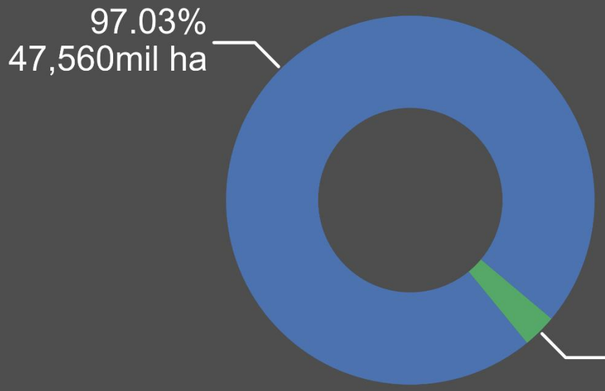




Combinação (AND) da Média do Potencial de Oferta e Média do Potencial de Consumo em um raio de 150 km

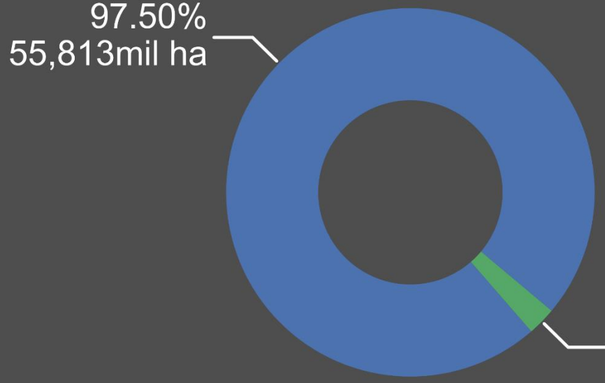
Potencial Econômico para Agrominerais Silicáticos

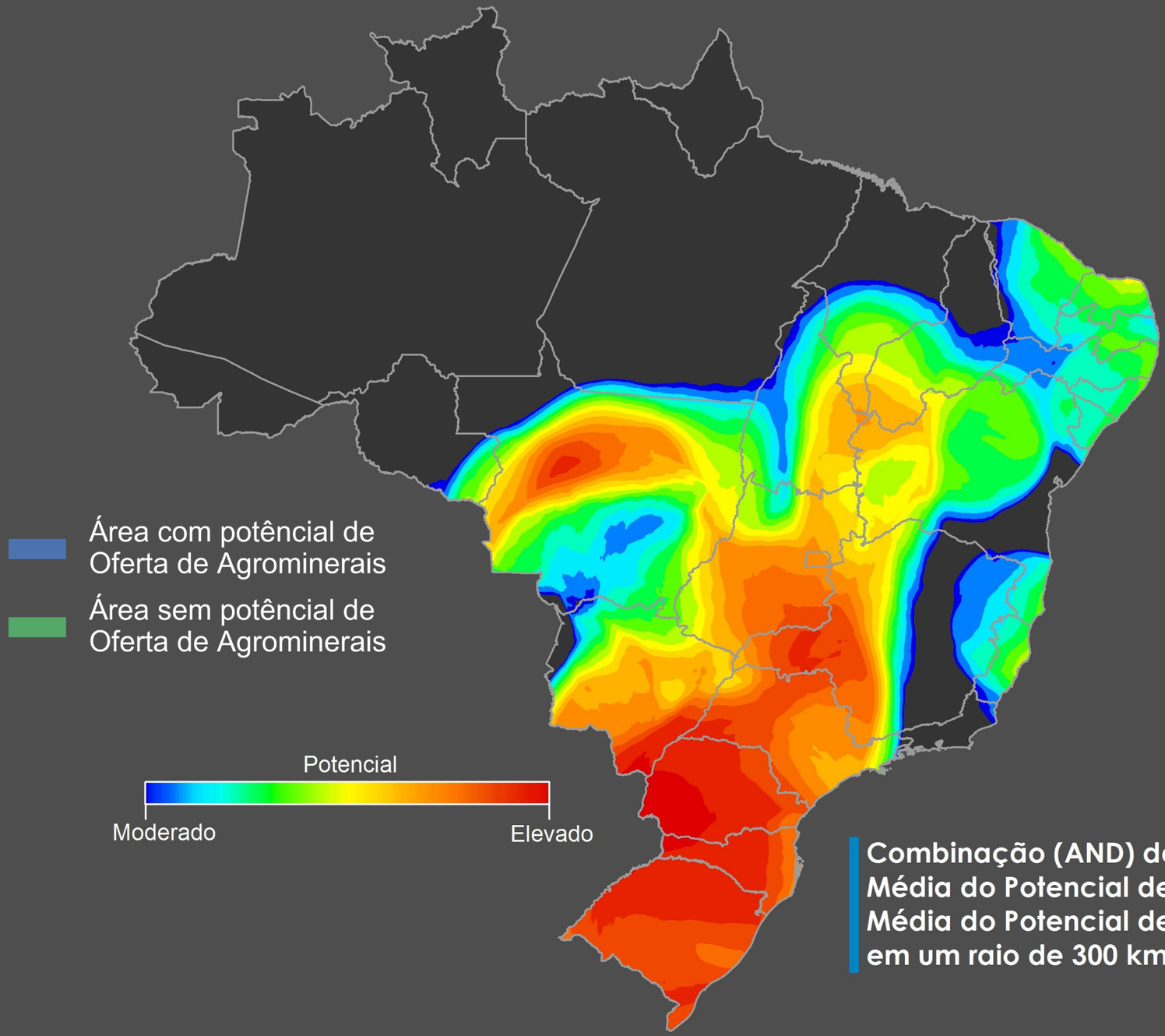
Área de Cultivo Anual e Perene



Área de Cultivo Semi-Perene

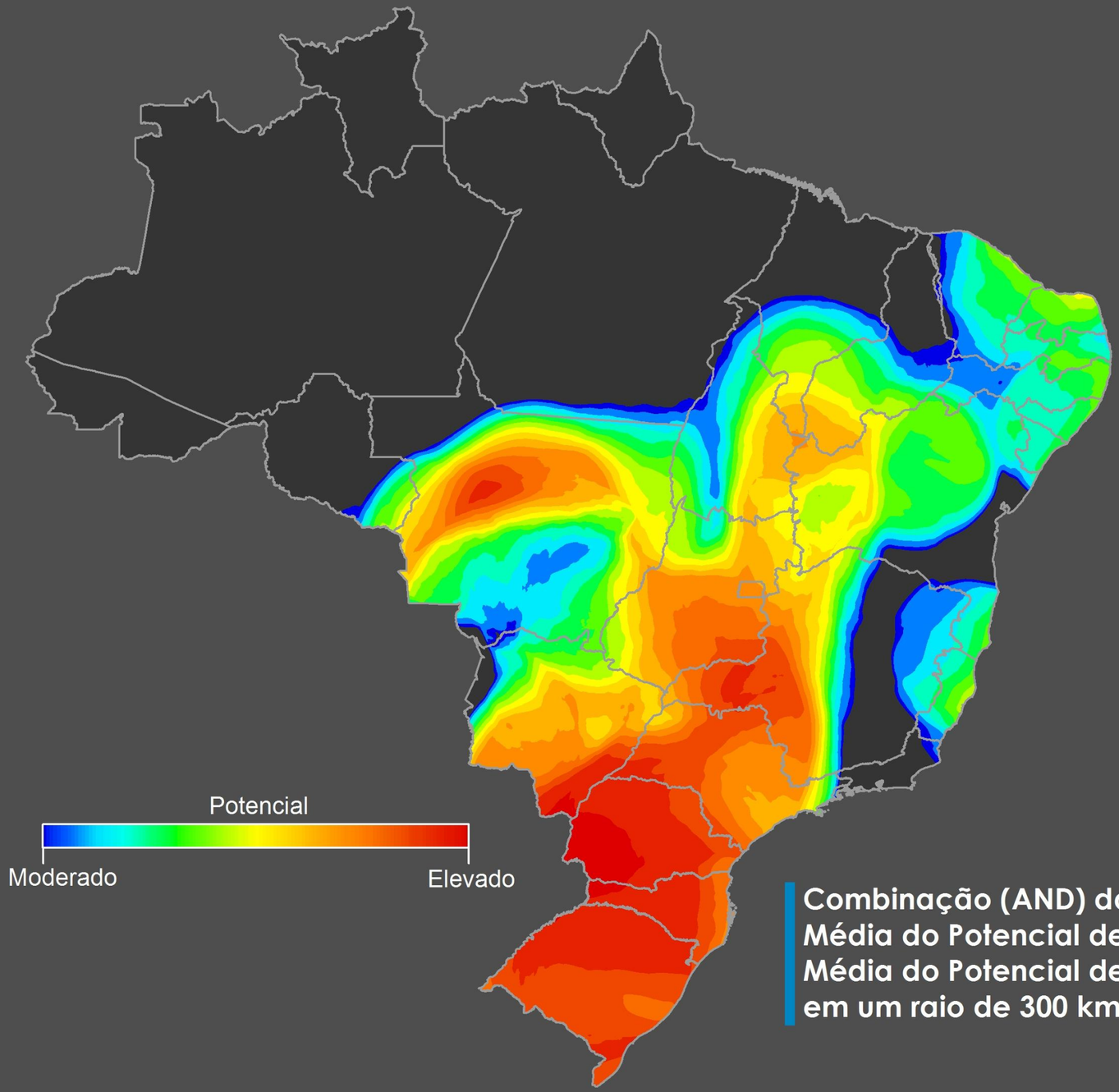
Área de Cultivo Total





Combinação (AND) da Média do Potencial de Oferta e Média do Potencial de Consumo em um raio de 300 km

Potencial Econômico para Agrominerais Silicáticos



Combinação (AND) da
Média do Potencial de Oferta e
Média do Potencial de Consumo
em um raio de 300 km

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

BRASIL GOVERNO FEDERAL

MINISTÉRIO AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

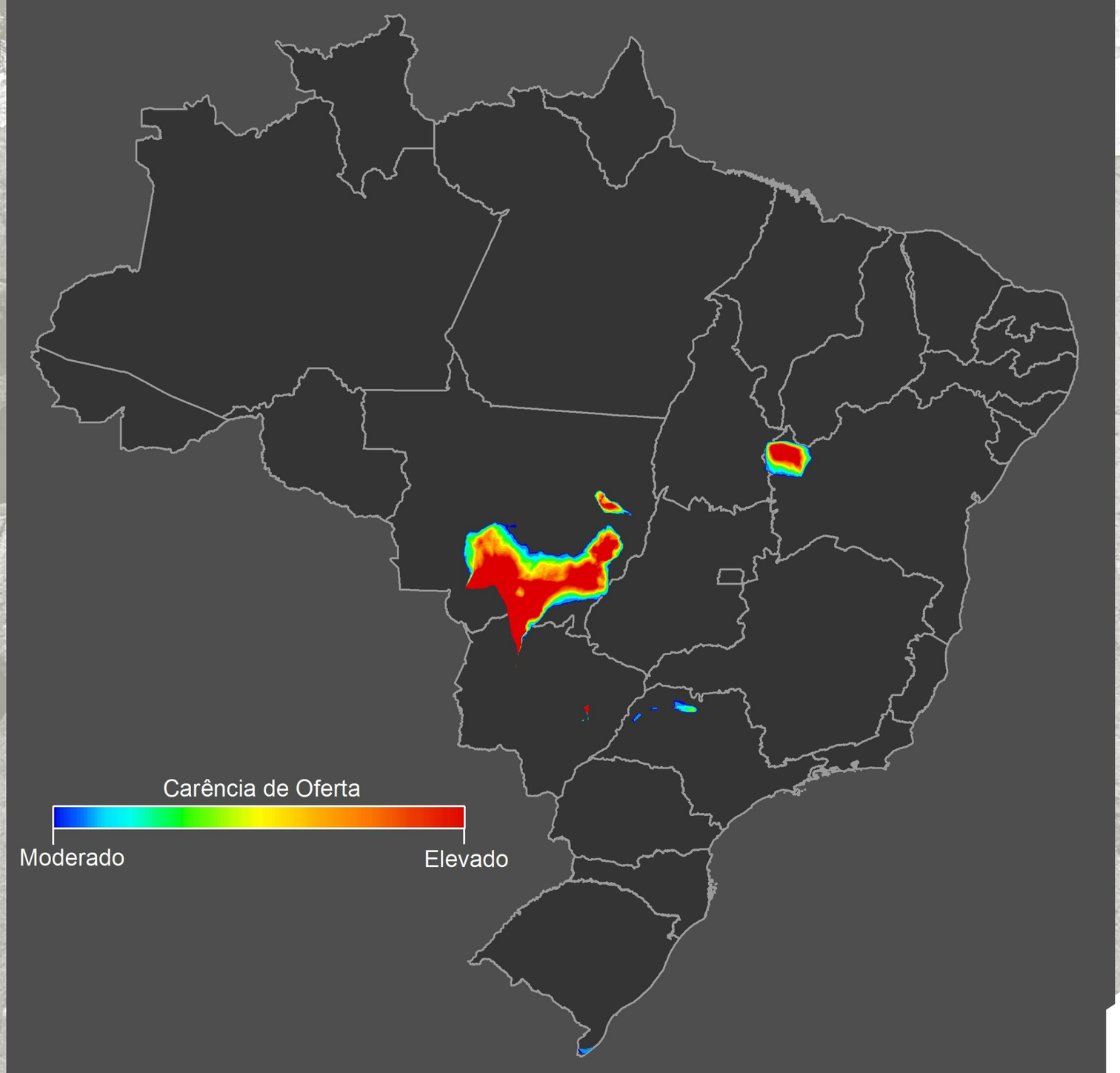
Embrapa

CPRM Serviço Geológico do Brasil

Carência de Oferta para Agrominerais Silicáticos

150 km

Obs: classes filtradas para o intervalo 0.8 – 1. A área correspondente ao valor 1 era muito pequena



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
BRASIL GOVERNO FEDERAL

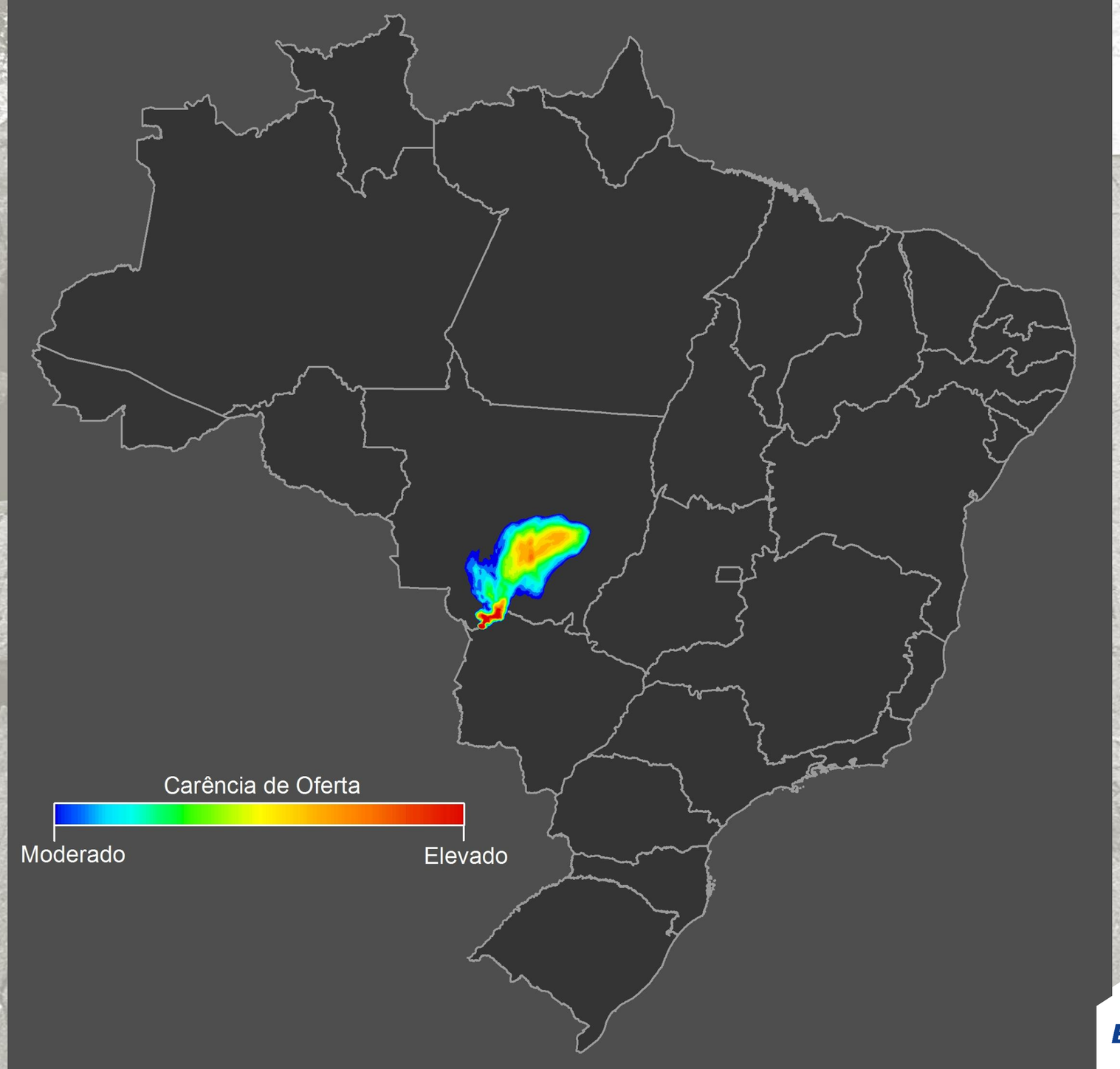
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Carência de Oferta para Agrominerais Silicáticos

300 km
Obs: classes filtradas para o intervalo 0.8 – 1. A área correspondente ao valor 1 era muito pequena



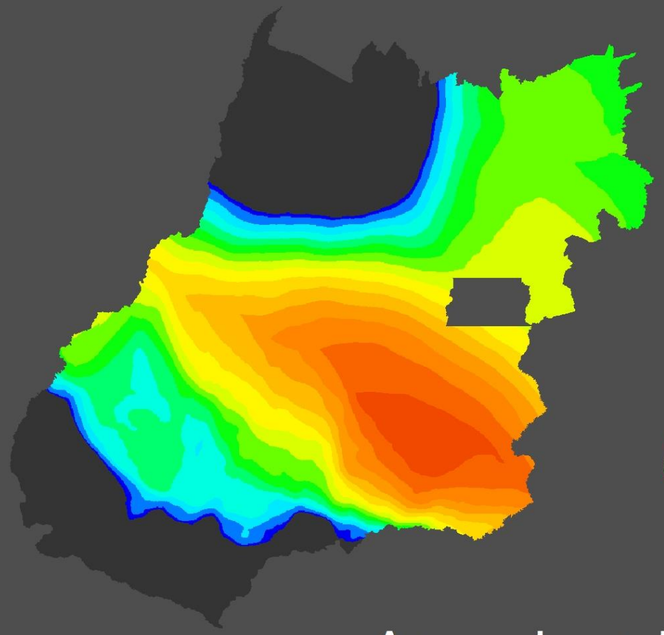
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
BRASIL GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
BRASIL GOVERNO FEDERAL
Embrapa
CPRM Serviço Geológico do Brasil

Potencial Econômico para Agrominerais - GO

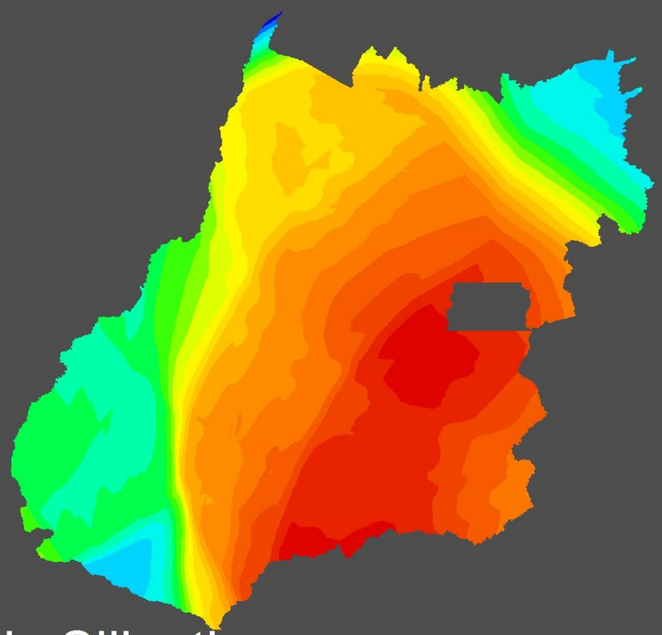
Potencial

Moderado — Elevado

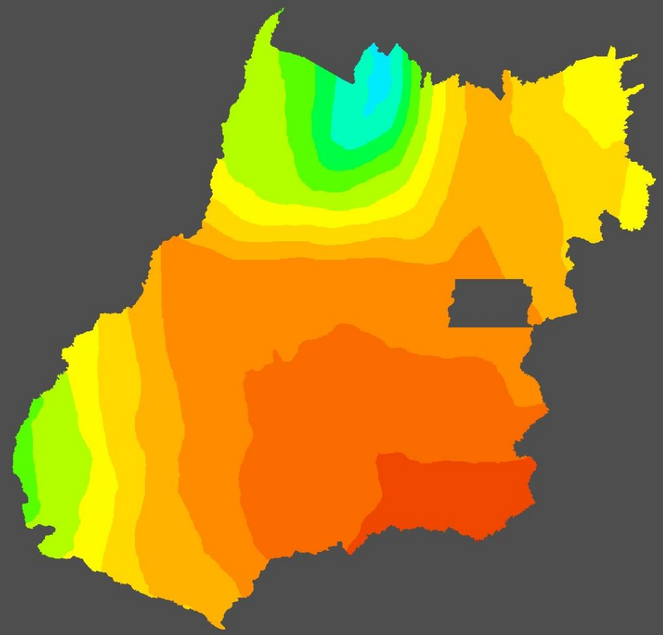
Carbonatos



Fosfato Sedimentar



Agrominerais Silicaticos



Embrapa

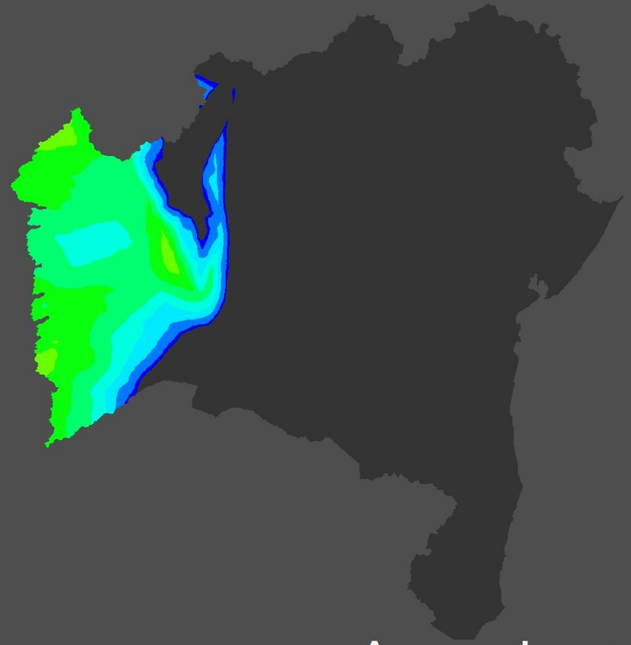
CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Potencial Econômico para Agrominerais - BA

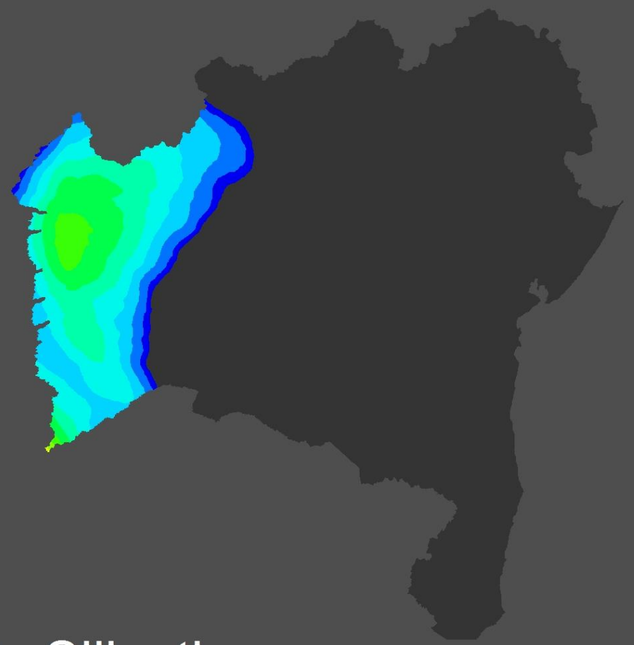
Potencial

Moderado — Elevado

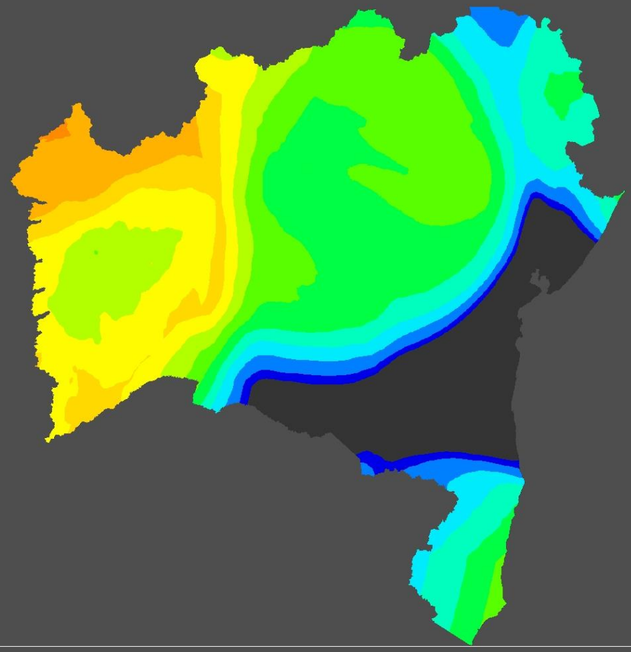
Carbonatos



Fosfato Sedimentar



Agrominerais Silicaticos



Embrapa

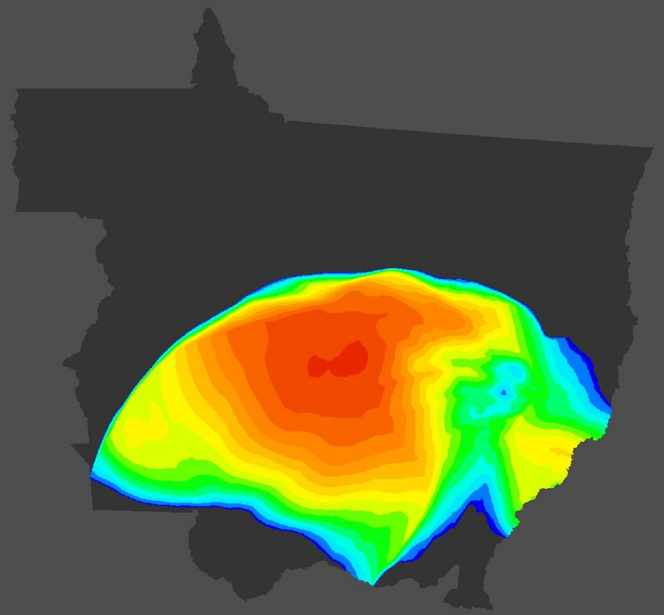
CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Potencial Econômico para Agrominerais - MT

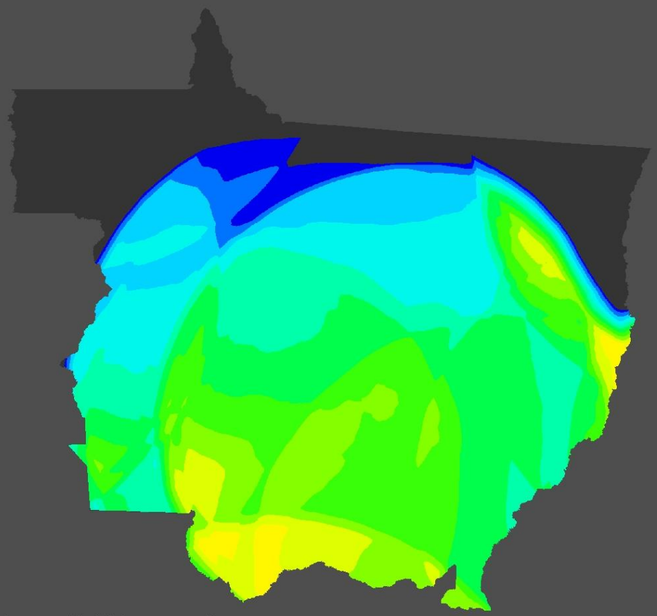
Potencial

Moderado — Elevado

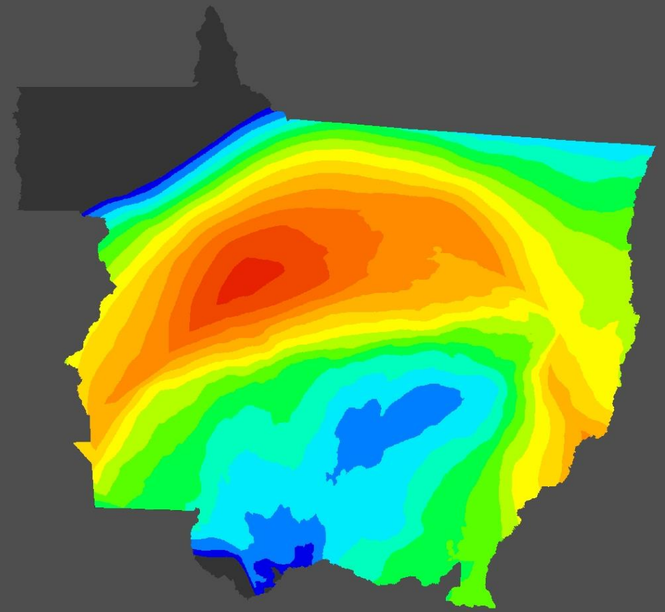
Carbonatos



Fosfato Sedimentar



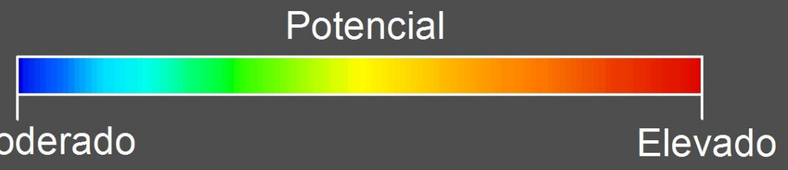
Agrominerais Silicaticos



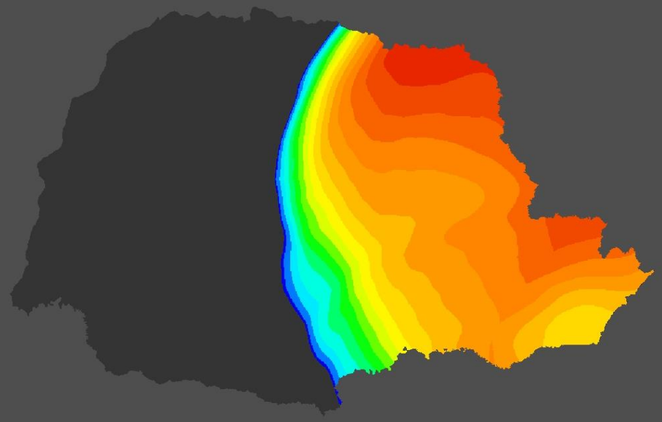
Embrapa

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

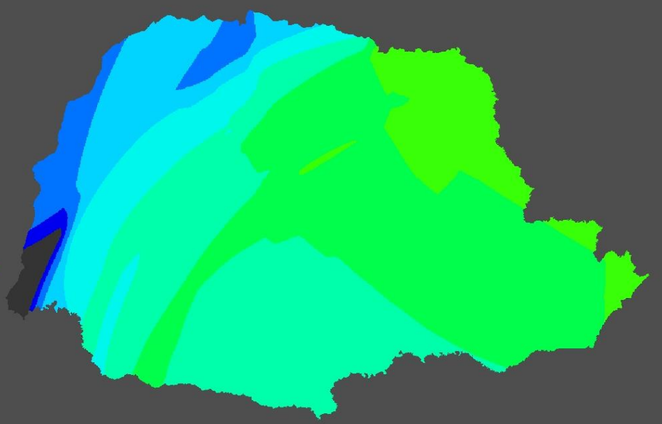
Potencial Econômico para Agrominerais - PR



Carbonatos



Fosfato Sedimentar



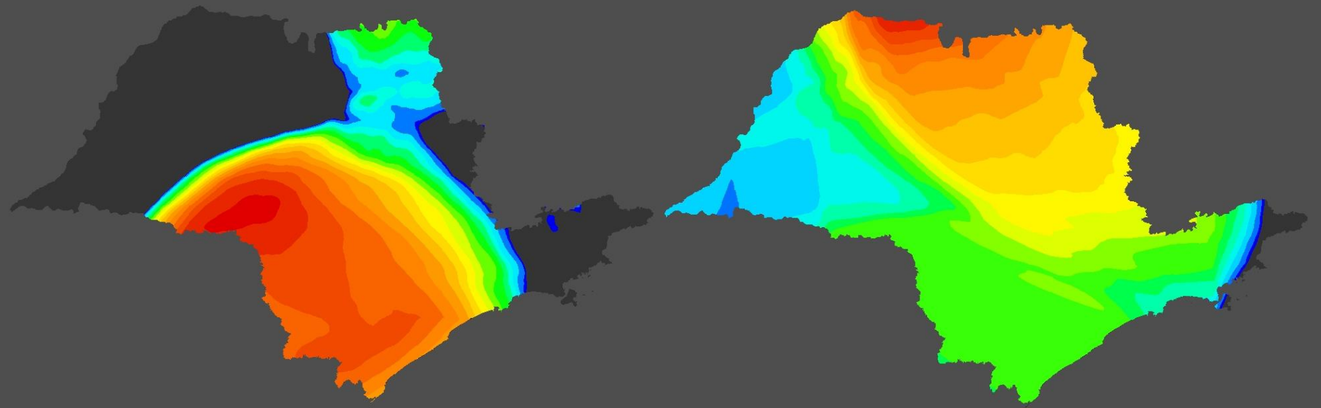
Agrominerais Silicaticos

Potencial Econômico para Agrominerais - SP

Potencial

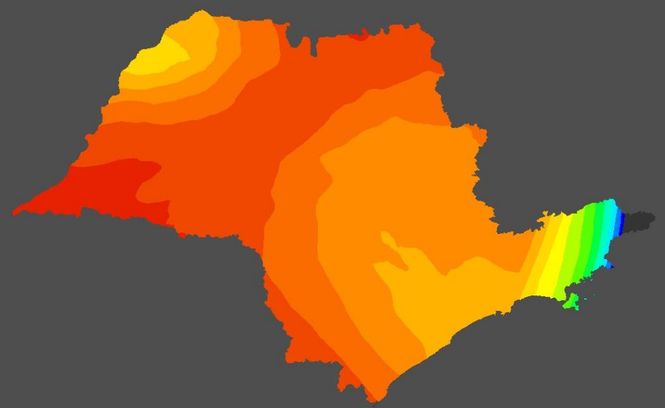
Moderado — Elevado

Carbonatos



Fosfato Sedimentar

Agrominerais Silicaticos

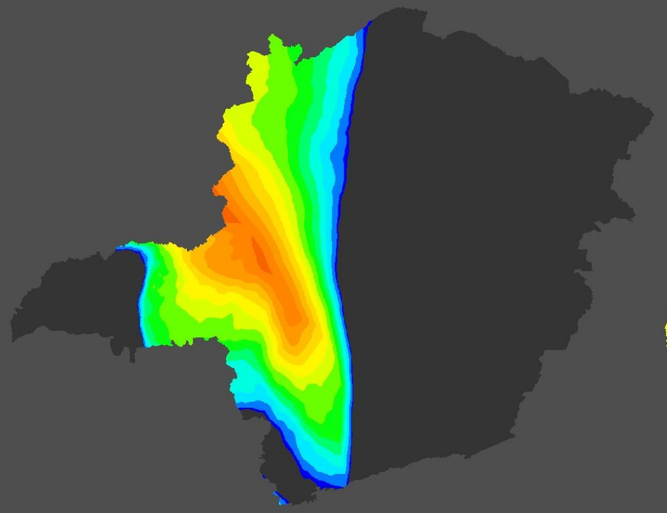


Potencial Econômico para Agrominerais - MG

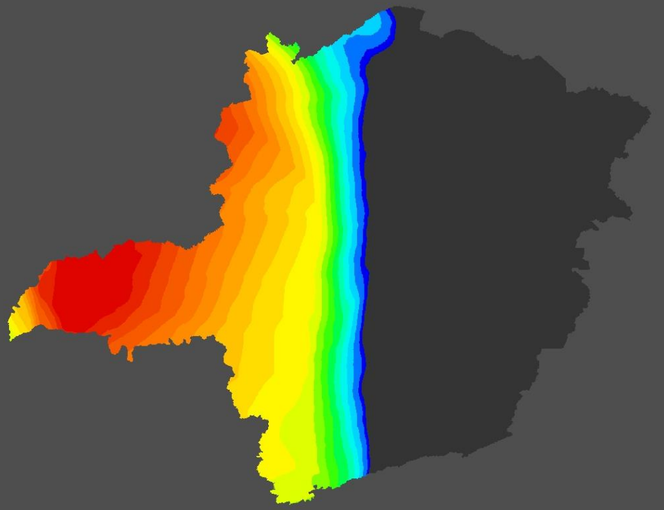
Potencial

Moderado — Elevado

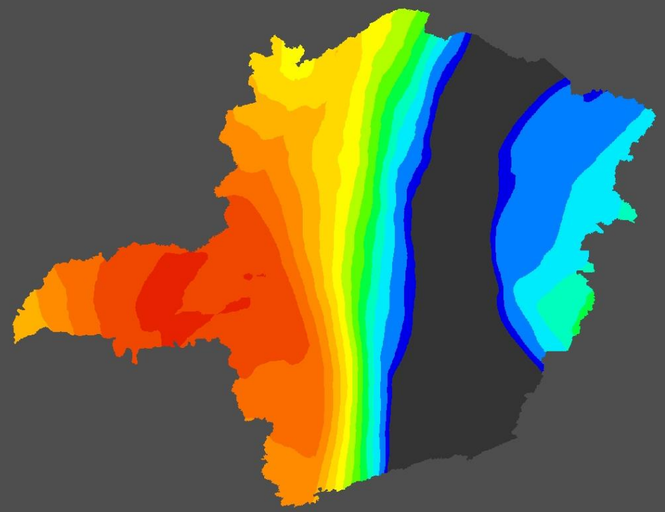
Carbonatos



Fosfato Sedimentar



Agrominerais Silicaticos

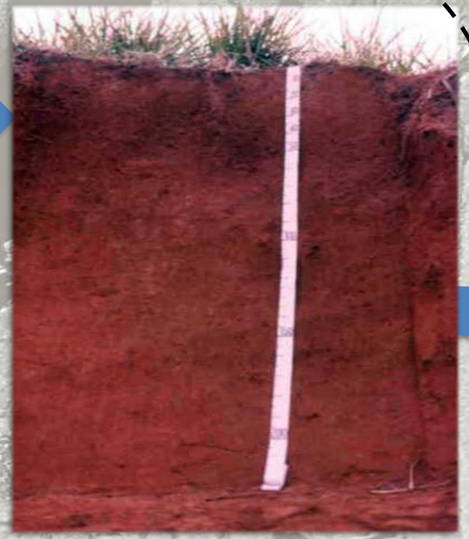


Embrapa

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Processo Agrogeológico

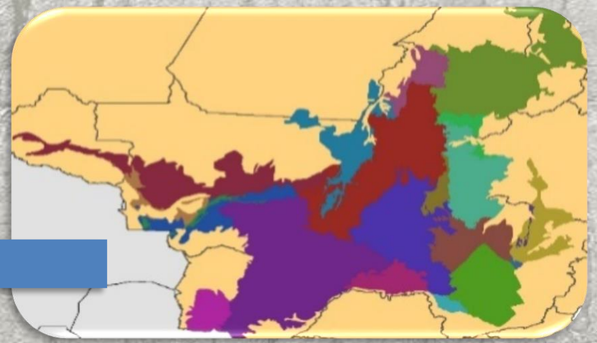
1. Agrogeologia: *Estudo dos solos agrícolas e das fontes de nutrientes, remineralizadores e condicionadores de solo regionais;*
2. Seleção de agrominerais: *Função da disponibilidade, composição química, mineralógica, e eficiência agronômica;*
3. Produção de agrominerais: *Definição da tecnologia de beneficiamento em função da eficiência agronômica;*
4. Manejo: *Aplicação de agrominerais regionais com a finalidade de manejar a fertilidade do solo (nutrientes + cargas negativas).*



4. Manejo

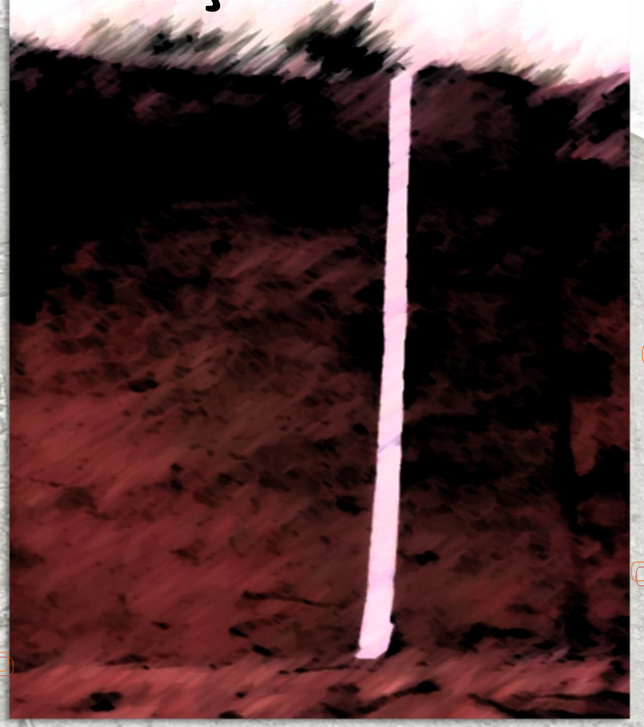
3. Produção de agrominerais

2. Seleção de agrominerais



1. Agrogeologia

Produção de Solo



Produção de solo: *Formação de nova camada de solo a partir do intemperismo da rocha moída no solo original ao longo do tempo.*

•**Propriedades emergentes** – aumento da capacidade produtiva; intensificação ecológica; melhoria da eficiência de aproveitamento de nutrientes; mitigação do efeito estufa...

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA BRASIL GOVERNO FEDERAL

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

CPRM Serviço Geológico do Brasil

Novo paradigma

From Green to
Evergreen Revolution

Indian Agriculture:
Performance and Challenges

MS Swaminathan

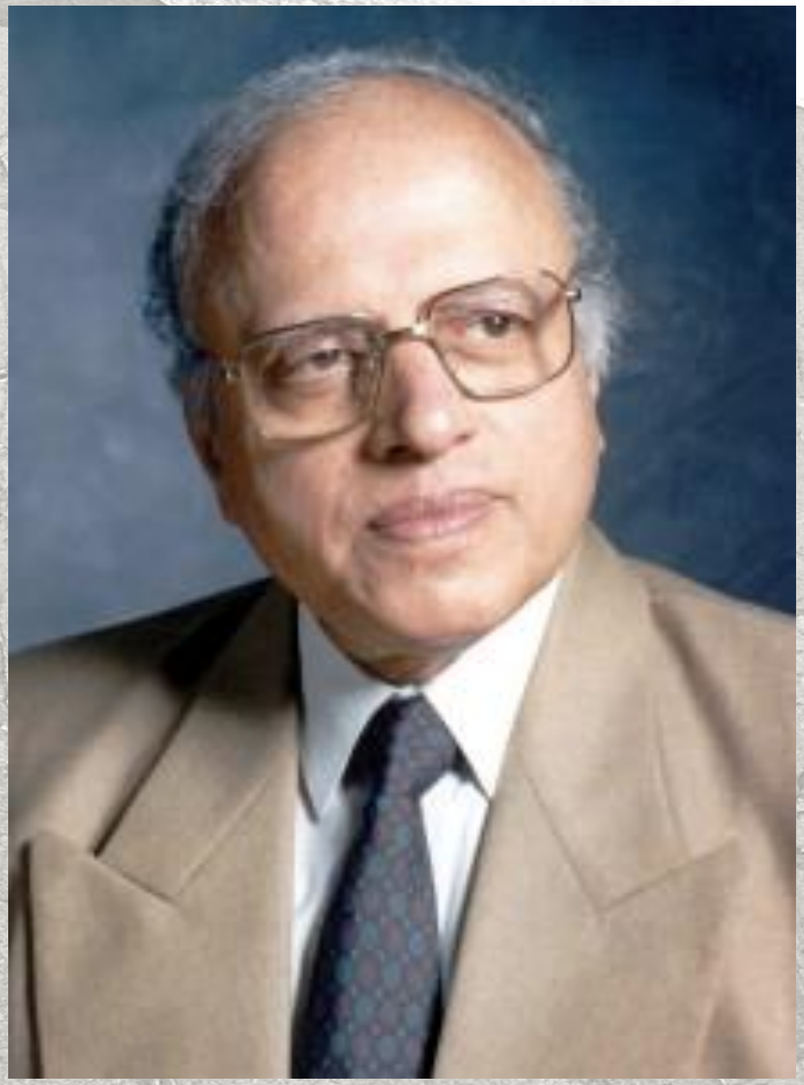
A

The Green Revolution w
chitecture and physiological
(*Triticum aestivum* L.), rice
sorghum (*Sorghum bicolor* L
stature contributed to provi
high productivity, without inc
vest index. Similarly, photo
cultivar to seasons with appr
Revolution led to increased
and, thereby, conserved ara
technology, however, was cri
and social scientists for its d
cause market-purchased inpu
rich farmers are able to ta
Environmentalists emphasize
pesticides, as well as the mon
serious environmental probl
tance and the degradation of
often women were excluded
ing to their marginalization.
many developing countries,
balance between population
uted to an alignment of popu
produce the needed food and

THE CHALLENGE NOW

ience to shape our ag-

' was coined by Dr.
rtment of Agriculture
nary progress taking
f South Asia, in terms
enetic material for the
ological rhythm came
Wheat Improvement
he case of wheat, and
nstitute (IRRI) in the
enes for the semidwarf
wheat from Japan and
China. Increased yield
e genotype and high-
reated by the applica-
gation water. In India,
m the program of Dr.
clear, even in the very
midwarf cultivars were
in productivity when
ic practices.
ns were organized in
chnologies. The events
he wheat revolution of
in a publication titled,
(Swaminathan, 1993).



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
BRASIL PÁTRIA EDUCADORA

AGRICULT
E A

Embrapa
CPRM Serviço Geológico do Brasil

“DEIXEMOS QUE O AMBIENTE GUIE NOSSO DESENVOLVIMENTO”

Johan Rockström

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA BRASIL GOVERNO FEDERAL

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO BRASIL GOVERNO FEDERAL

Embrapa

CPRM Serviço Geológico do Brasil