



Cadeias Emergentes: Plano Nacional de Fertilizantes

Eder de Souza Martins

Pesquisador da Embrapa Cerrados

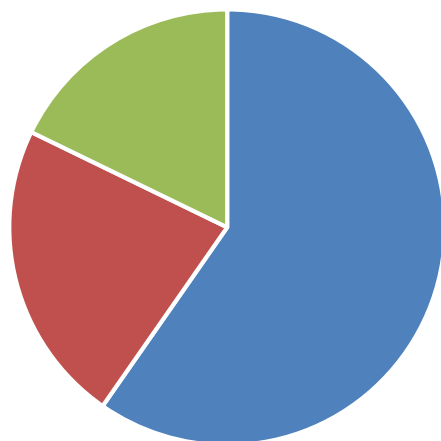
eder.martins@embrapa.br

+55 61 99209-8726

Commodities fertilizantes (NPK)

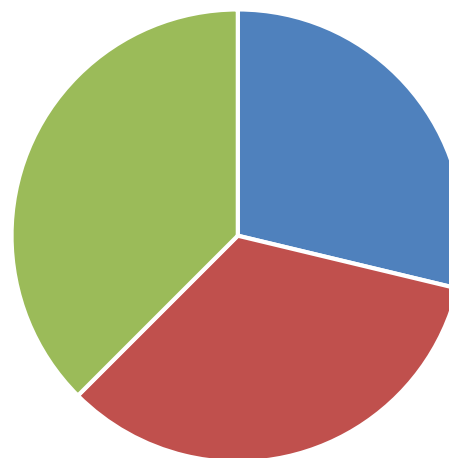
Brasil

2017 (Mundo)



■ N ■ P2O5 ■ K2O

2017 (Brasil)



■ N ■ P2O5 ■ K2O

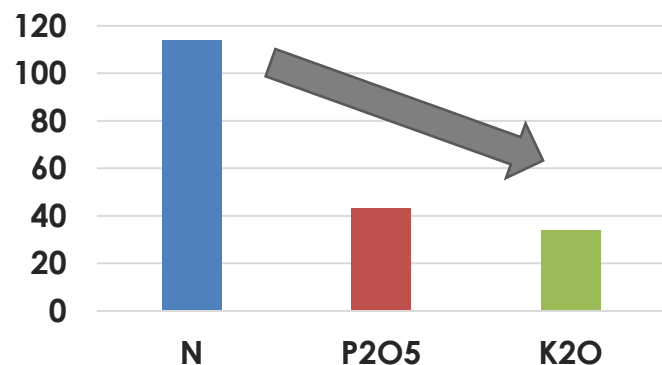
Consumo NPK (2021)
42 milhões de toneladas

Depende de
85% de insumos importados

Crescimento de consumo
14% ao ano

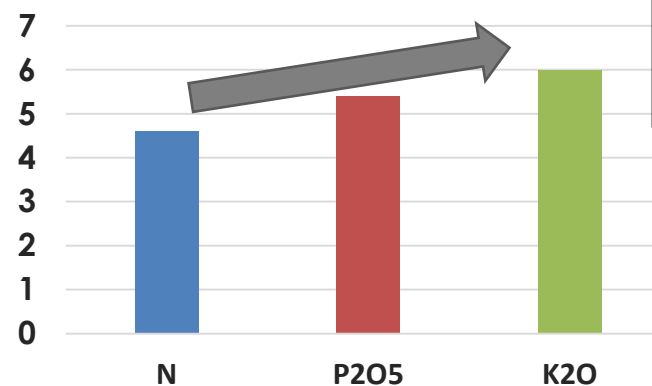
Fonte:
http://anda.org.br/pesquisa_setorial/

2017 – Mundo (10⁶ ton)



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

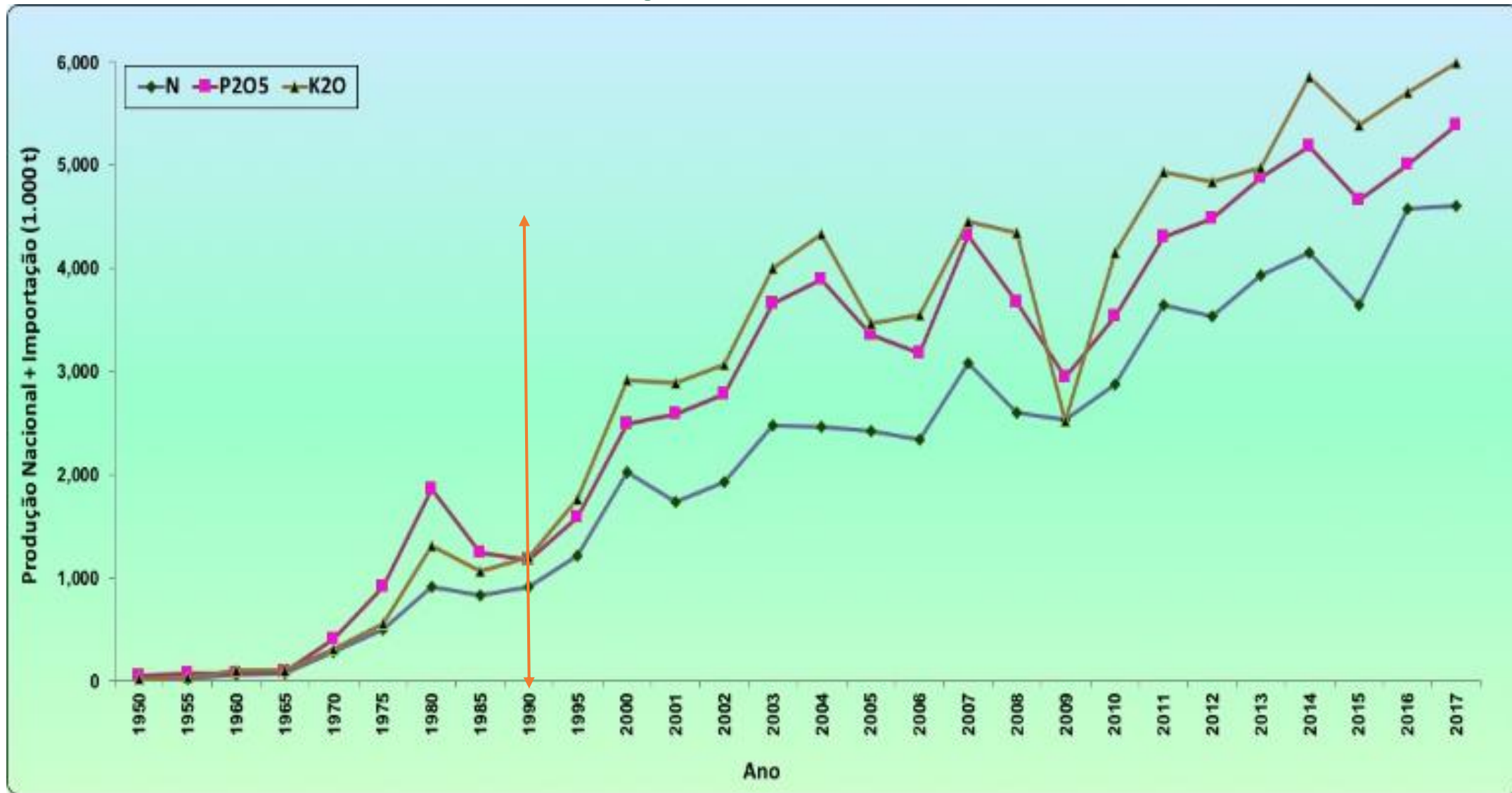
2017 – Brasil (10⁶ ton)



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



Dependência Externa



K₂O: 96%

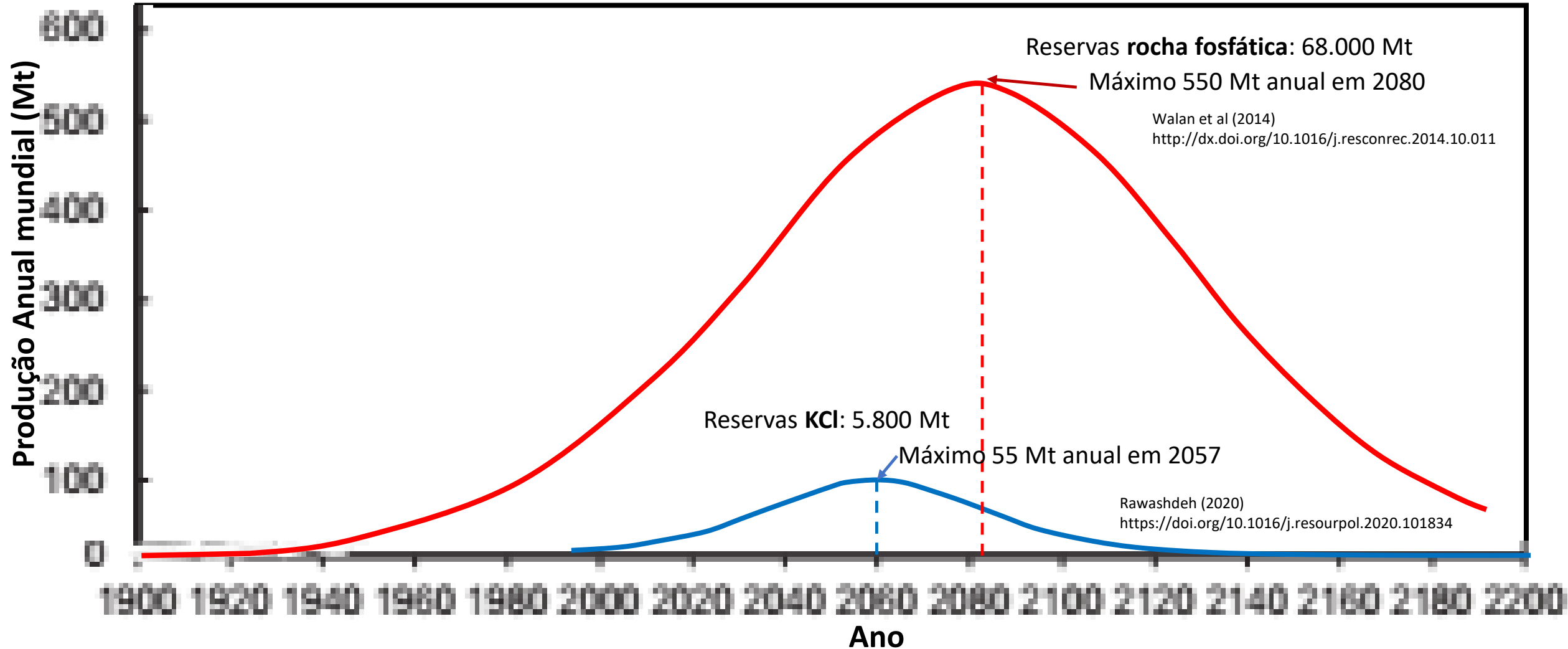
P₂O₅: 55%

N: 76%

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



Limitações das commodities fertilizantes para a segunda metade do século XXI



Tipos de agrominerais

Classe de ânion		Tipo de rochas*	Cations principais	Cobertura da crosta (% área) ¹⁰	Solubilidade em água
Cloreto	Cl ⁻¹	Depósitos evaporíticos (sedimentar)	K ⁺	0,0	Muito alta
Sulfato	SO ₄ ²⁻	Depósitos evaporíticos (sedimentar) ⁴	Ca ²⁺ (Mg ²⁺ , K ⁺)	0,0	Muito alta
Carbonato	CO ₃ ²⁻	Calcário (sedimentar) ¹ Carbonatito (ígneo) ² Mármore (metamórfico) ³	Ca ²⁺ , Mg ²⁺	10,0	Baixa
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*: ¹Sousa et al. (1989); ²Andrade et al. (2002); ³Raymundo et al. (2013); ⁴Freire et al. (2014); ⁵Chaves et al. (2013); ⁶Resende et al. (2006); ⁷Lopes (1971); ⁸Mancuso et al. (2014); ⁹Duarte et al. (2012).
¹⁰Scoffin (1987).



Agrominerais regionais para a agricultura

Calcários

- Corretivo de acidez e do alumínio tóxico
- Cálcio e magnésio

Fosfato natural reativo

- Fósforo e cálcio

Sulfatos naturais

- Corretivo de alumínio tóxico
- Enxofre e cálcio; potássio, magnésio

Agrominerais silicáticos (fertilizantes e remineralizadores)

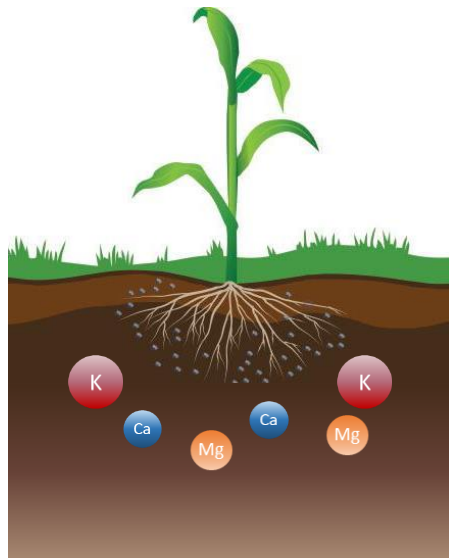
- Superfície específica e CTC, corrige o Al tóxico reação com o Si
- Multinutriente



Agrominerais silicáticos

Matérias-primas derivadas de rochas silicáticas para produção de insumos minerais destinados ao manejo da fertilidade do solo (Martins et al., 2014).

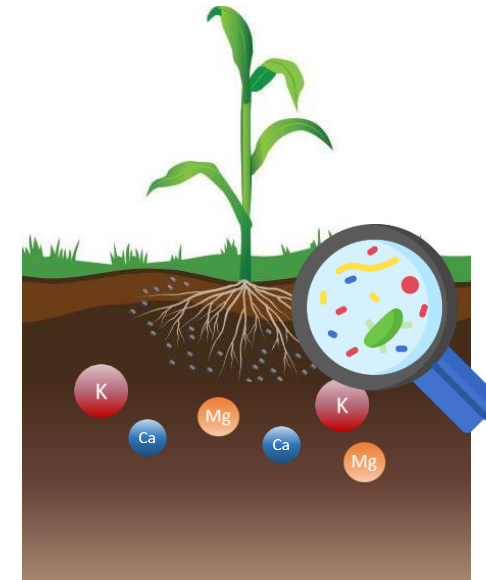
Fertilizantes naturais ou industriais



K, Ca, Mg, Si, Fe, Mn,
B, Zn, Cu, Mo...

Krahl (2020)

Remineralizadores de solos



Aumenta a CTC

Aumenta o pH do solo

Diminui a perda de nutrientes

Estimula a atividade biológica do solo e das raízes

Forma novas fases minerais no solo



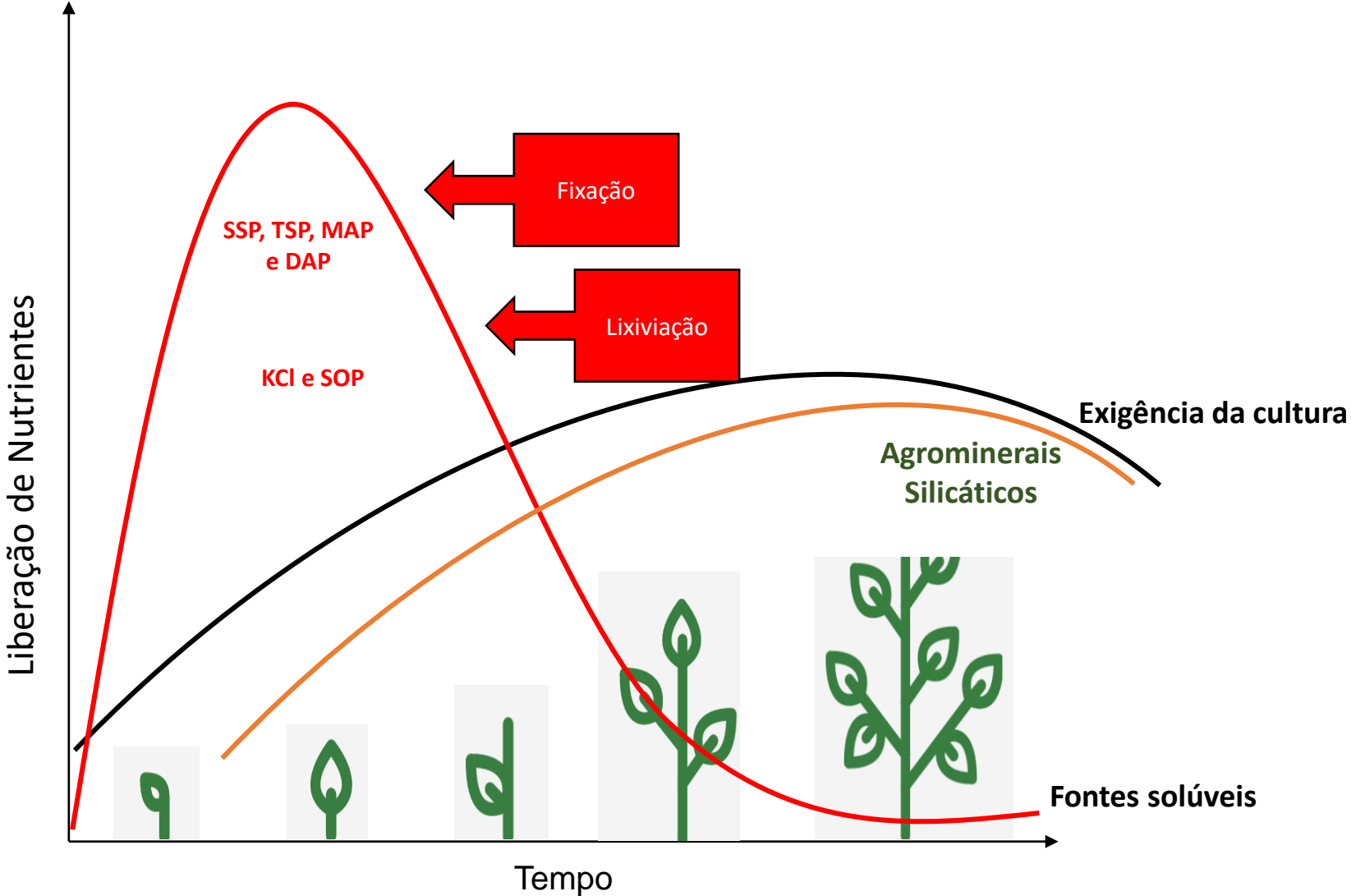
Regulamentação

Lei Nº 12.890/2013 e IN 5/2016 MAPA

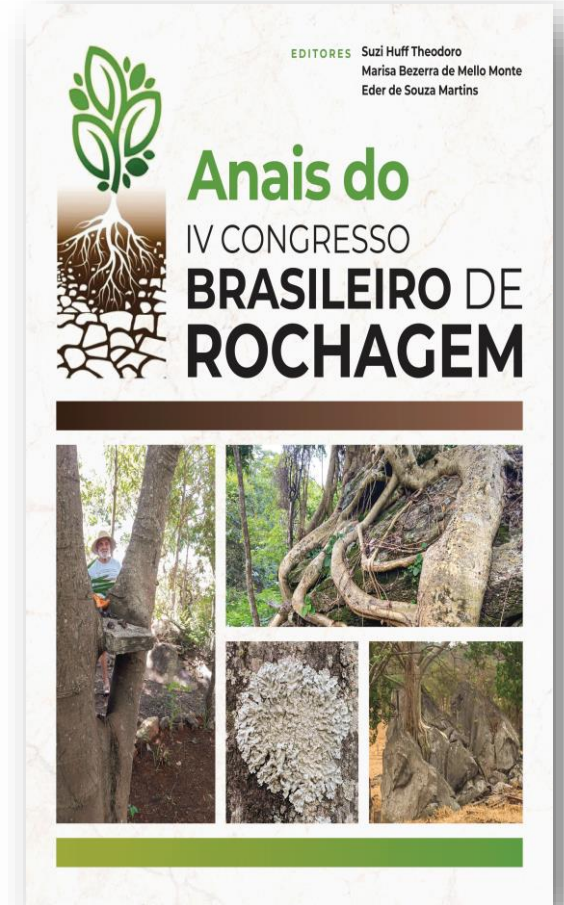
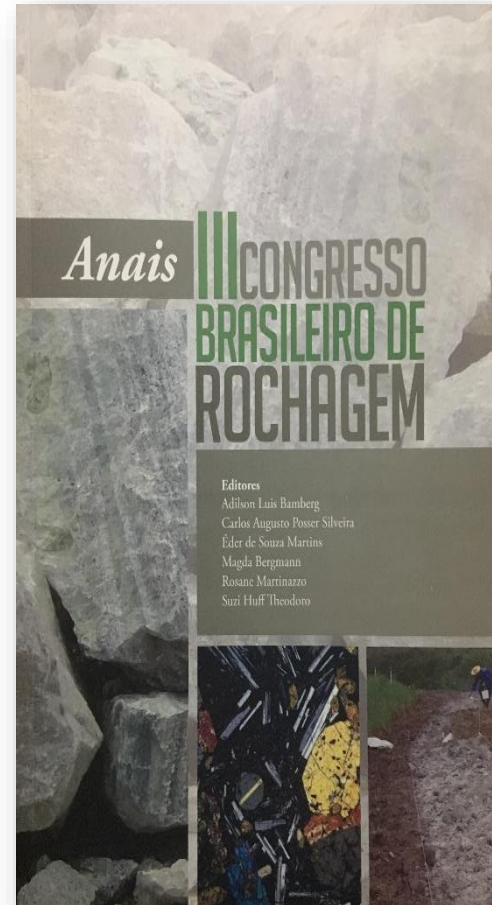
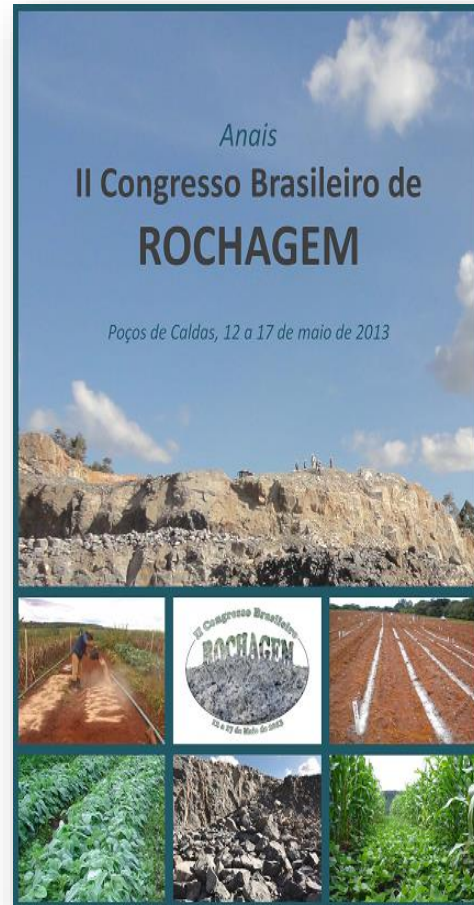
- Lei e normas que regulamentam os remineralizadores adotam:
 - Soma de bases ($K_2O + CaO + MgO$) – mínimo de 9%
 - K_2O – mínimo de 1%
 - Limites máximos (ppm) de ($As < 15$; $Cd < 10$; $Hg < 0,1$; $Pb < 200$)
 - Sílica livre (quartzo) < 25%
 - Comprovação de eficiência agronômica
 - Granulometria farelado, pó ou filler
- Em desenvolvimento normas para pesquisa e quantificação de minério na ANM



Manejo da Fertilidade do Solo



Agrogeologia no Brasil



Potencial de rochas silicáticas

Magnesiano

- Rochas ultramáficas (dunito, piroxenito, serpentinito) - Si, Mg, Fe, Ni...

Cálcico

- Rochas calcissilicáticas (calcixisto) - Si, Ca, Zn, (P)...

Potássico

- Rochas metamórficas, sedimentares, alcalinas (biotita xisto, siltito glauconítico, fonolito, sienito) - Si, K, Zn, Mn...

Cálcio-magnesiano

- Rochas básicas (basalto, diabasio, anfíbolito, granulito) - Si, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, (P)...

Cálcio-magnésio-potássico

- Rochas ultramáficas alcalinas (kamafugitos) - Si, Ca, Mg, K, P, Fe, Zn, Ni, Cu, Mn...



Deposição de cinza vulcânica Monte Merapi, Indonésia (2010)



<https://i.pinimg.com/564x/44/57/7a/4457caa7dfc41b68d145554abf7a701e--hay-yogyakarta.jpg>



<http://i0.statig.com.br/fw/64/q9/ci/64q9ciwi4inbu6zlvtxiufm7.jpg>

Moagem natural

**Erupção vulcânica,
movimento de glaciares,
erosão de rochas**



Transporte natural

Glacial, eólica, fluvial



Deposição natural

**Sedimentação glacial,
eólica, fluvial**



Processo de remineralização de solos



Moagem antrópica

Explosão e britagem



Transporte antrópico

Rodoviário e ferroviário



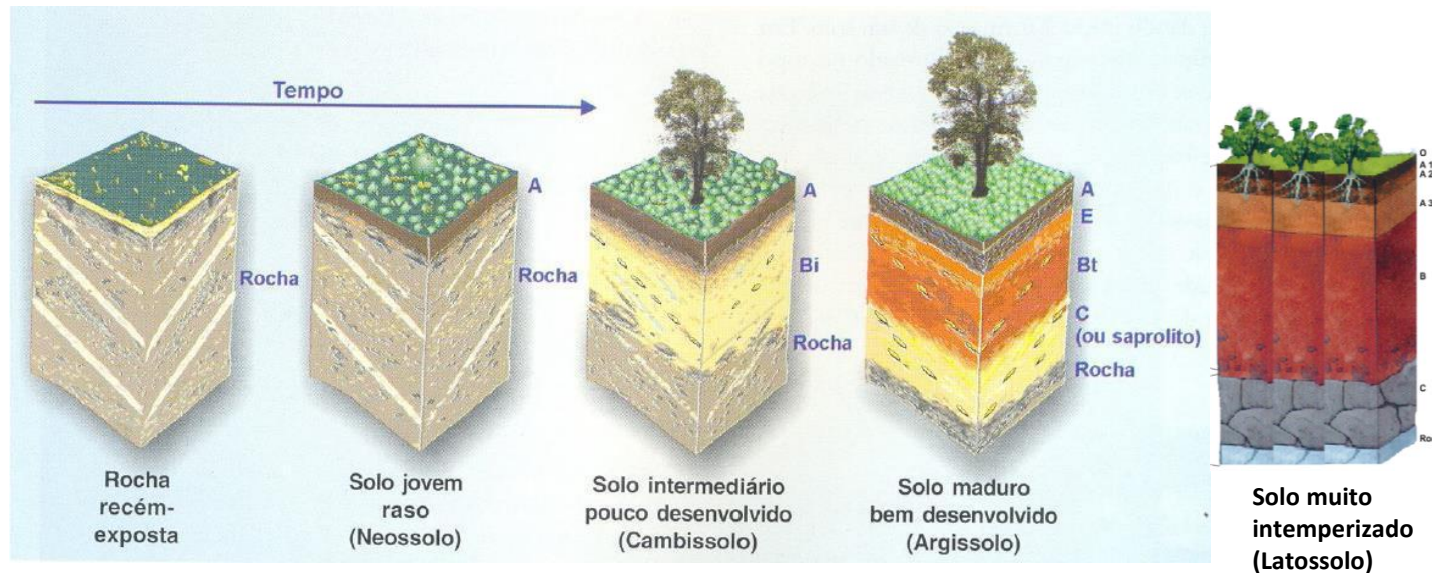
Deposição antrópica

A lança mecanizada



Intemperismo

Formação de solos



Minerais primários
Origem Si, Ca, Mg, K



Argilominerais 2:1



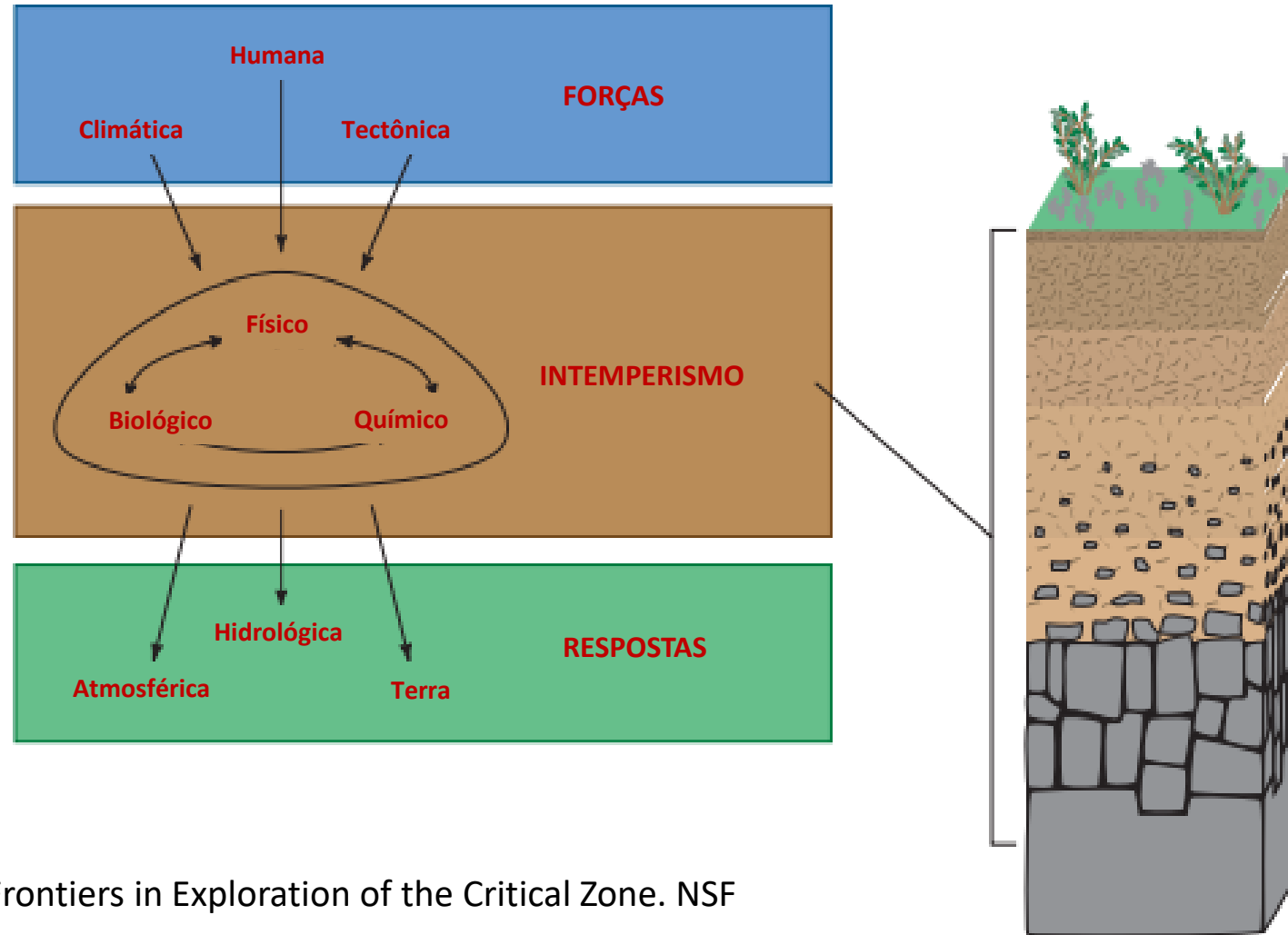
Manutenção parcial do Si, Ca, Mg, K
Minerais expansivos, retenção de água,
Retenção de cátions

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



Zona Crítica



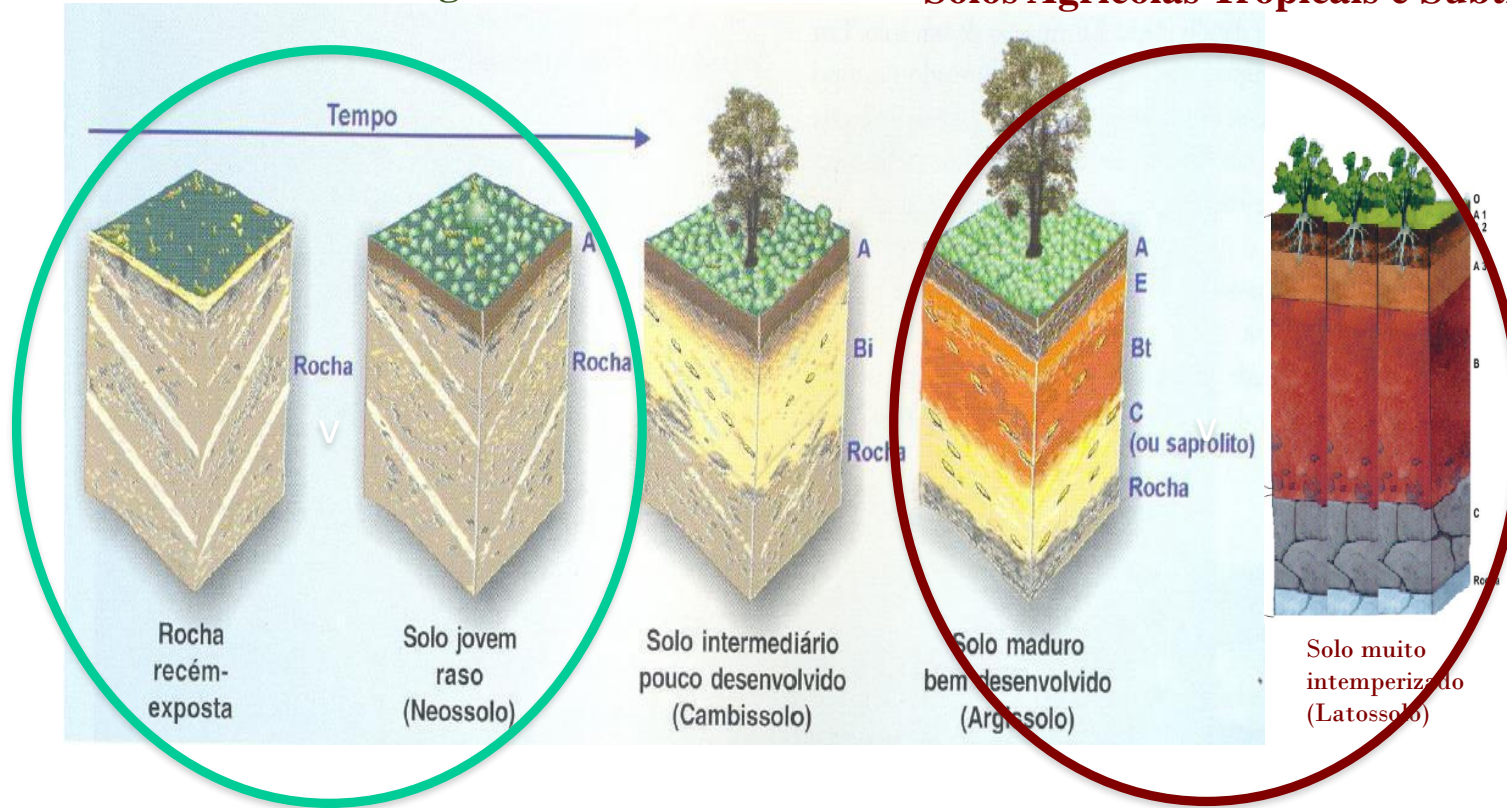
Brantley et al. (2006) Frontiers in Exploration of the Critical Zone. NSF



Centros de Origem

Centros de Origem

Solos Agrícolas Tropicais e Subtropicais



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

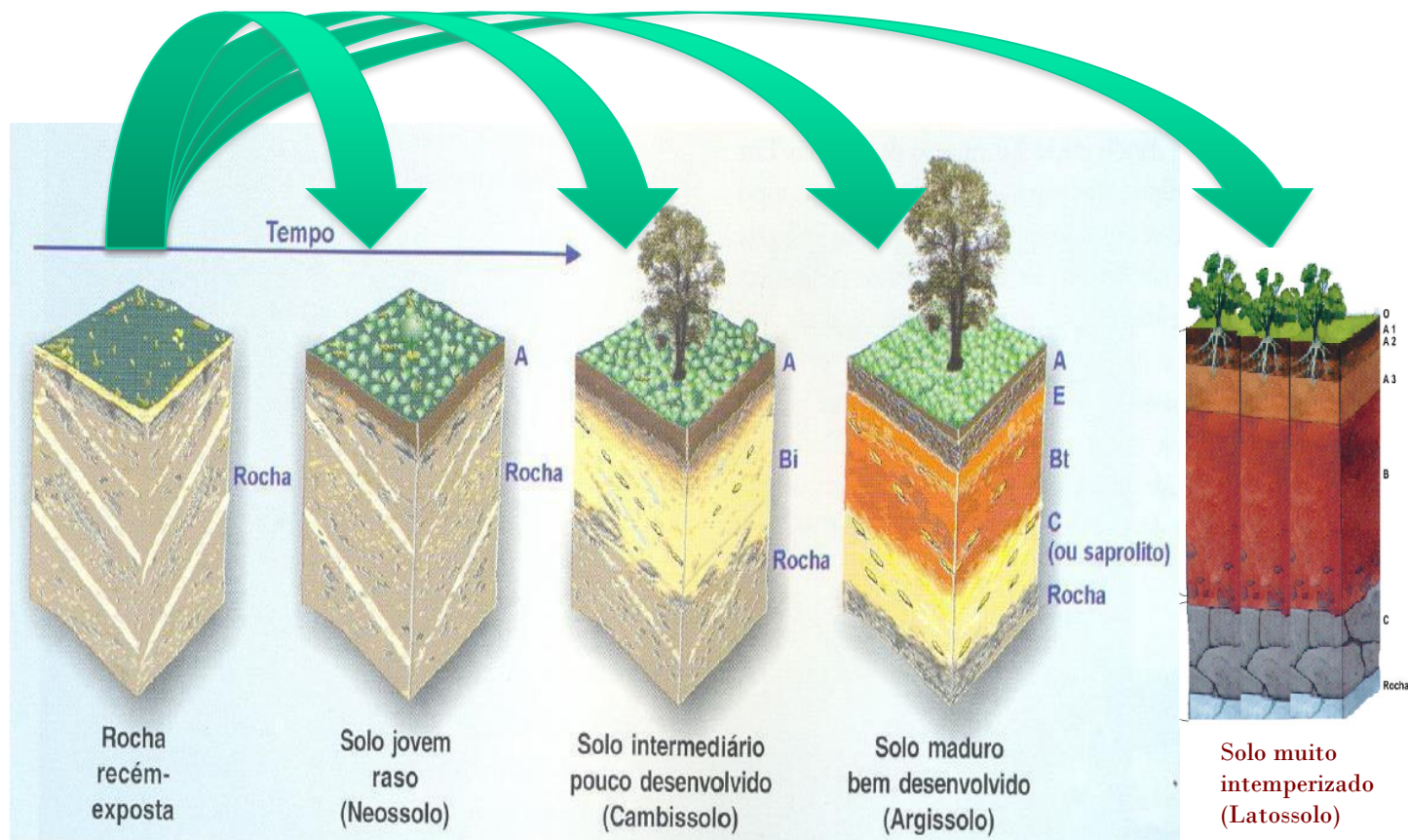


Óxidos de ferro e de alumínio

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



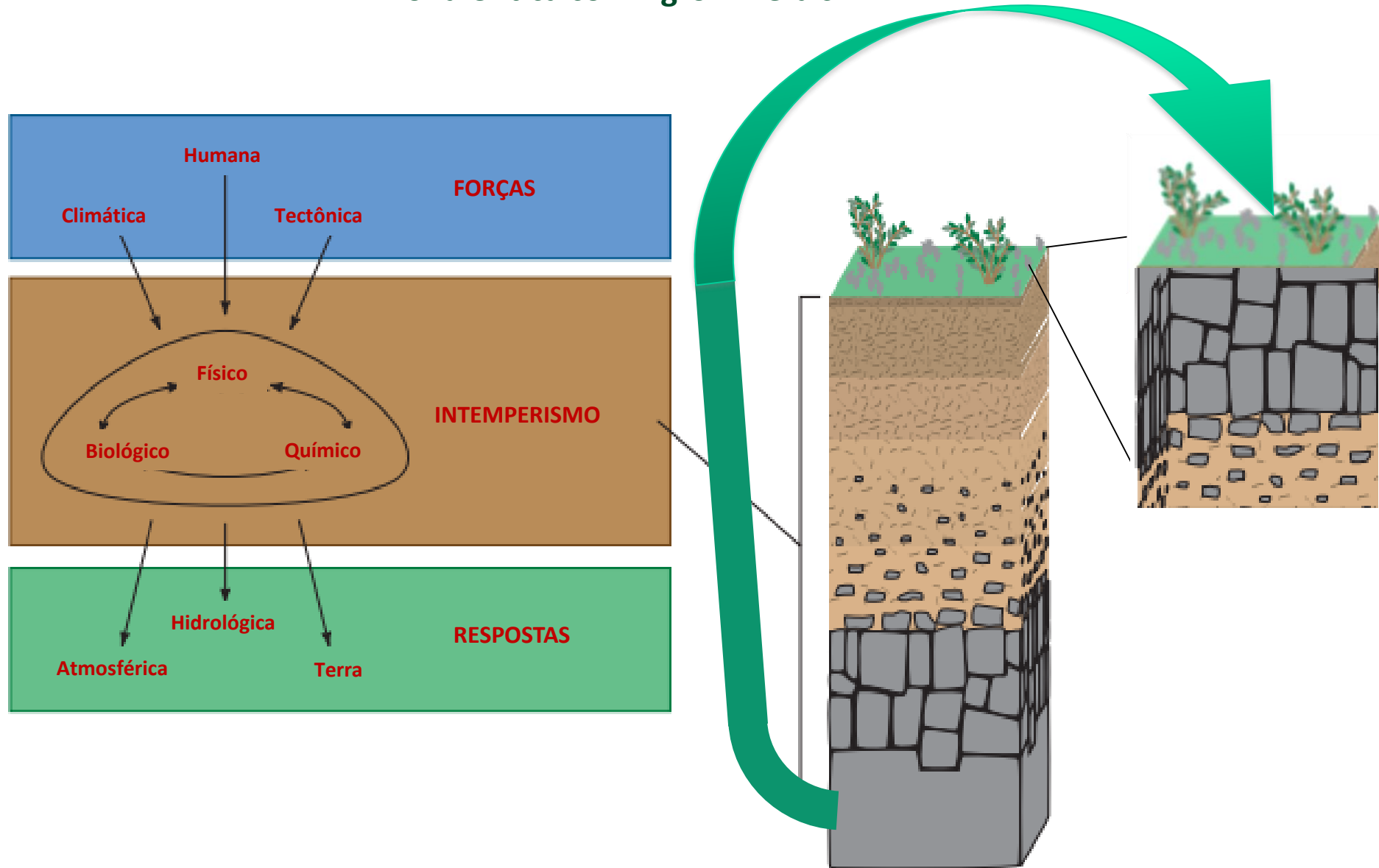
RE-MINERALIZAÇÃO de Solo



Aplicação de minerais jovens e ricos em nutrientes e de elevada superfície específica em solos intemperizados



Zona Crítica com Agrominerais



Brantley et al. (2006) Frontiers in Exploration of the Critical Zone. NSF

Produção de Agrominerais Silicáticos por Estado



Produção de Agrominerais Silicáticos por Estado

MAPEAMENTO DAS EMPRESAS BRASILEIRAS PRODUTORAS DE REMINERALIZADORES DE SOLOS - 2021



Estados	Principais Rocha Utilizada na Produção
Bahia	Gnaise e Piroxênio
Goiás	Basalto, Calcixisto e Micaxisto
Maranhão	Basalto
Minas Gerais	Saprólito de Kamafugito, Anfibolito, Serpentinito, Siltito Glauconítico, Filito, Calcário, Fonolito e Sienito
Mato Grosso Do Sul	Basalto
Santa Catarina	Varvito
Paraná	Basalto, Serpentinito, Filito, Microgabro e Dacito
São Paulo	Dacito, Diabásio e Basalto



Produção de Agrominerais Silicáticos por Estado

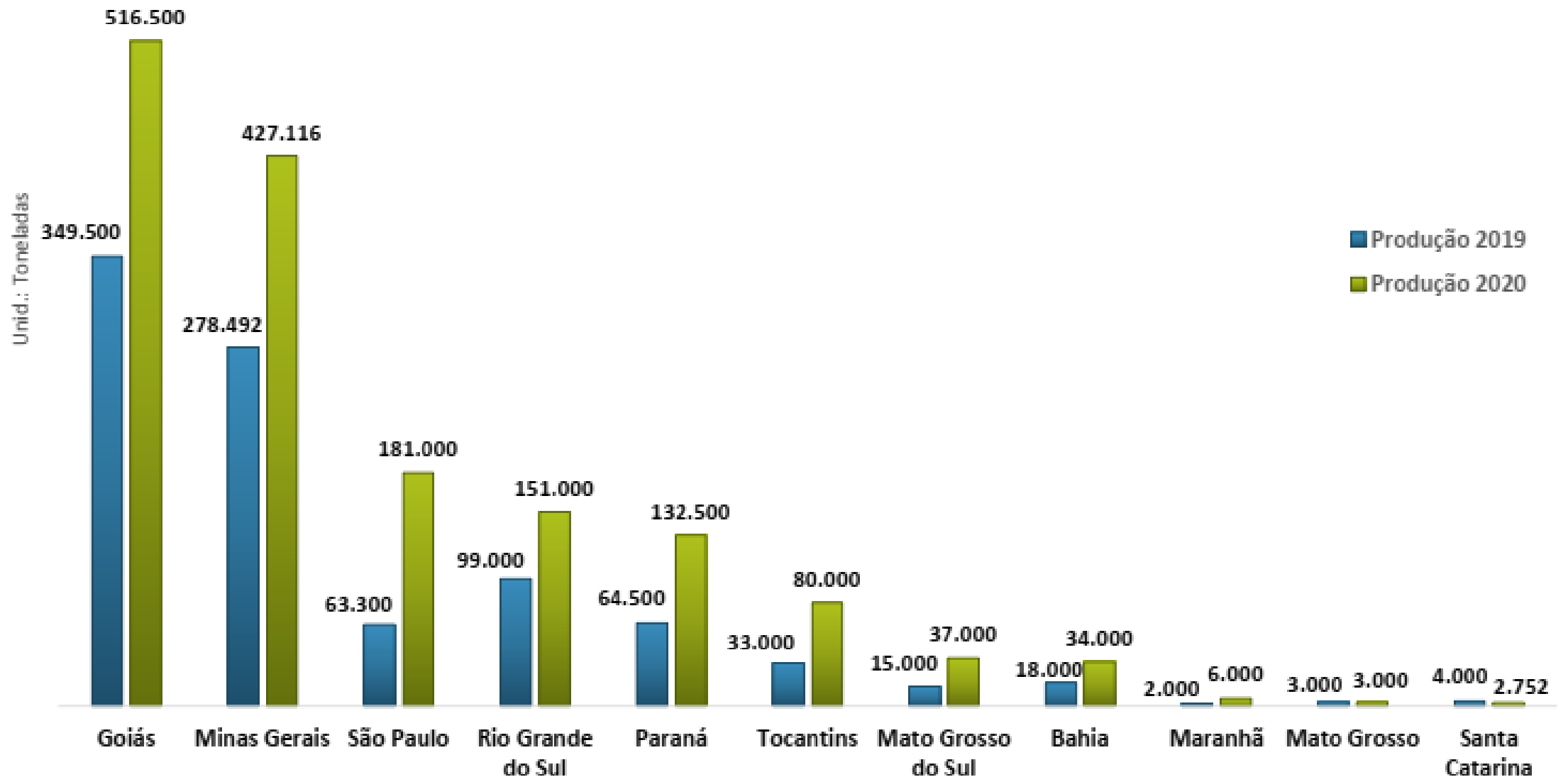
1.1 PRODUÇÃO DE AGROMINERAIS SILICÁTICOS POR ESTADO

Estados	2019	2020	2019/2020
Goiás	349.500	516.500	48%
Minas Gerais	278.492	427.116	53%
São Paulo	63.300	181.000	186%
Rio Grande do Sul	99.000	151.000	53%
Paraná	64.500	132.500	105%
Tocantins	33.000	80.000	142%
Mato Grosso do Sul	15.000	37.000	147%
Bahia	18.000	34.000	89%
Maranhã	2.000	6.000	200%
Mato Grosso	3.000	3.000	0%
Santa Catarina	4.000	2.752	-31%
TOTAL	929.792	1.570.868	69%

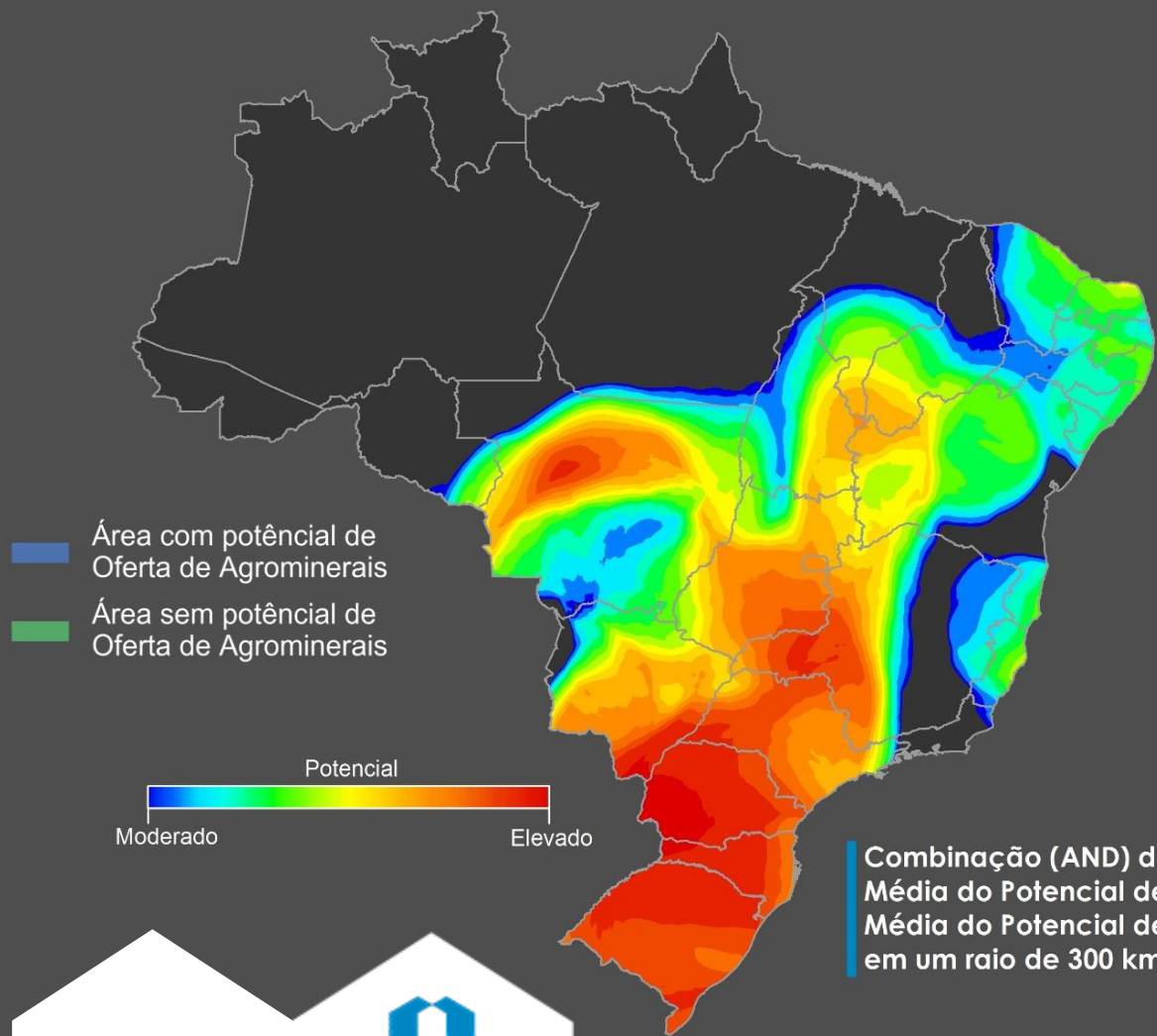
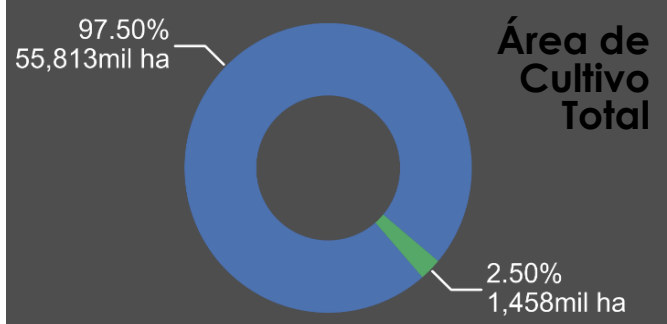
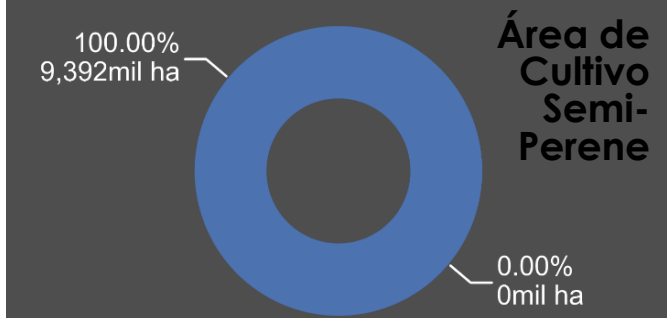
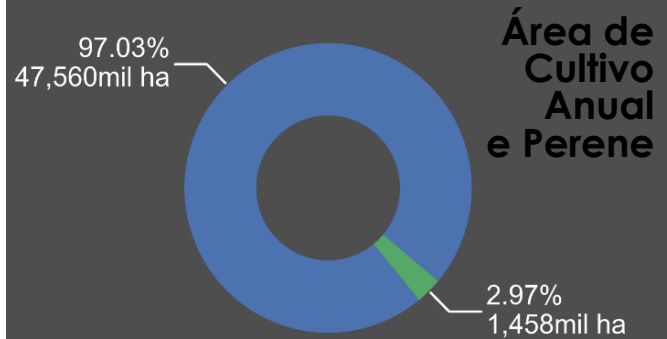
Fonte: Embrapa (2021); SGM-DTTM.



Produção de Agrominerais Silicáticos por Estado



Potencial Econômico para Agrominerais Silicáticos

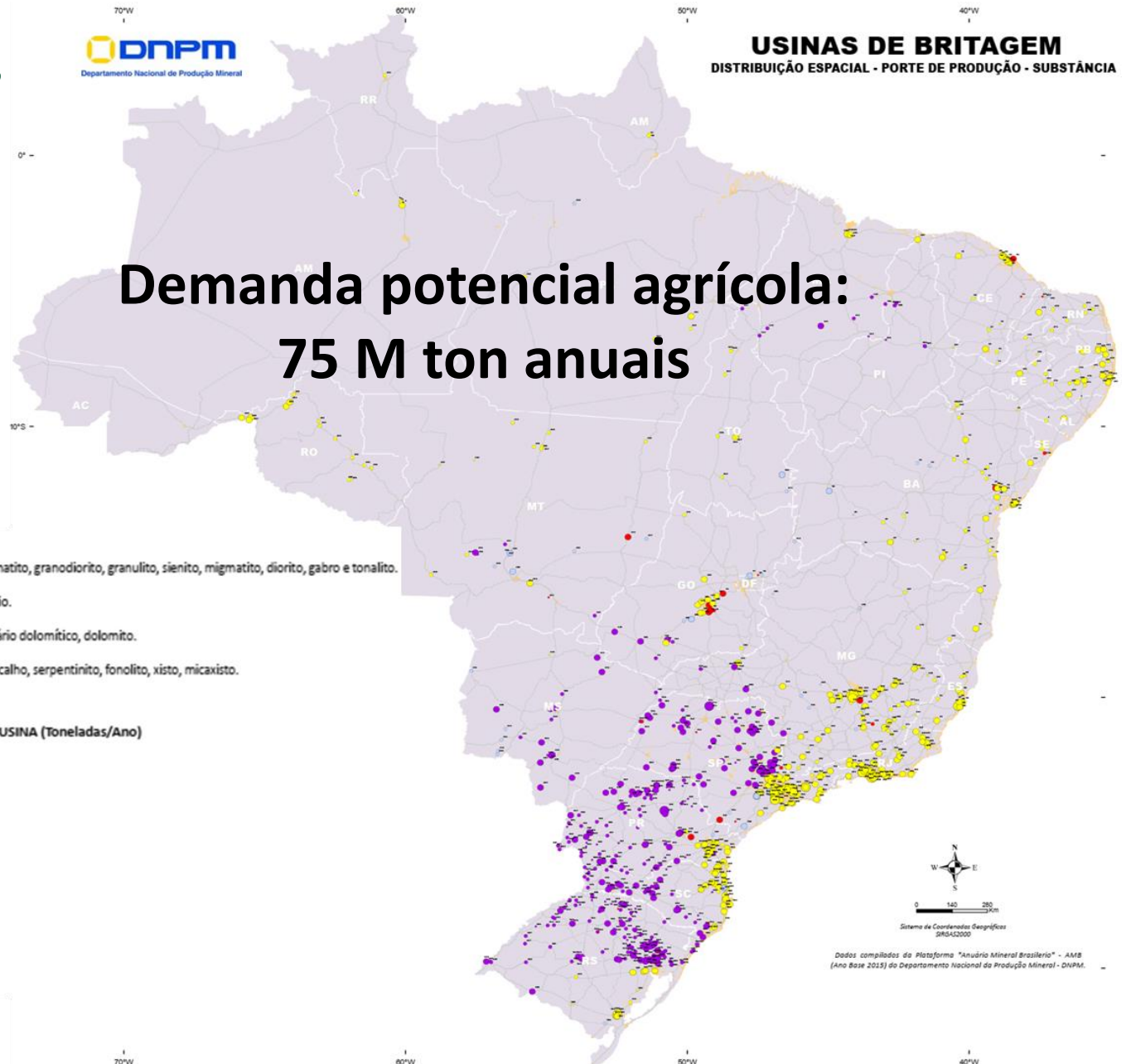


Combinação (AND) da Média do Potencial de Oferta e Média do Potencial de Consumo em um raio de 300 km

Distribuição das pedreiras produtoras de brita no país (Brasil, 2018, anexo)

600 empresas ativas
500 com potencial agrícola

Produção de brita:
250 M ton anuais



Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento





Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Programa Nacional de Bioinsumos

Ampliar e fortalecer a utilização de bioinsumos para a promoção do desenvolvimento sustentável da agropecuária brasileira

OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

Propor marco regulatório que incentive a produção e o uso de bioinsumos

Fomentar a ciência, a tecnologia e a inovação para a disponibilização de novas tecnologias, produtos, processos, serviços, conhecimentos e informações para o segmento de bioinsumos

Articular instrumentos de crédito e fomento voltados ao desenvolvimento, produção e uso dos bioinsumos

Estimular a geração e a disseminação de conhecimentos e informações qualificadas sobre o desenvolvimento, produção e uso de bioinsumos

Estimular a capacitação e a formação de competência técnica em boas práticas de produção, uso e aplicação de bioinsumos

Incentivar a implantação de biofábricas voltadas à produção de bioinsumos

Promover a construção de políticas, programas e planos nos estados e municípios voltados a promoção do uso de bioinsumos

Eixos Temáticos

Produção Vegetal

Controle de pragas e doenças

Fertilidade do solo, nutrição de plantas e estresses abióticos

Manejo de espécies vegetais

Produção Animal

Saúde animal

Alimentação animal

Produção aquícola

Manejo de animais

Pós-colheita e Processamento

Pós-colheita de produtos de origem vegetal

Processamento de produtos de origem animal e vegetal

Ações Estruturantes

Gestão estratégica do Programa Nacional

Conselho Estratégico do Programa

Marco Legal

Estado da arte dos bioinsumos no Brasil

Biofábricas em todo o país

Catálogo nacional de bioinsumos

Fomento e crédito para bioinsumos

Inserção no mercado

Observatório nacional de bioinsumos

Manuais de boas práticas de produção e uso de bioinsumos

Capacitação de agentes de assistência técnica e extensão rural

Bioinsumos em consonância com a Política Nacional de Resíduos Sólidos

Monitoramento e a avaliação dos impactos do Programa Nacional de Bioinsumos

Ministério de Minas e Energia

Economia circular



Aproveitamento de
resíduos



Baixo impacto ambiental
e elevado retorno social



**PROGRAMA MINERAÇÃO
E DESENVOLVIMENTO**
PLANO DE METAS E AÇÕES 2020/2023

Objetivos ODS



Redução de desigualdades
regionais



Conhecimento de bens
minerais



Zoneamento Agrogeológico



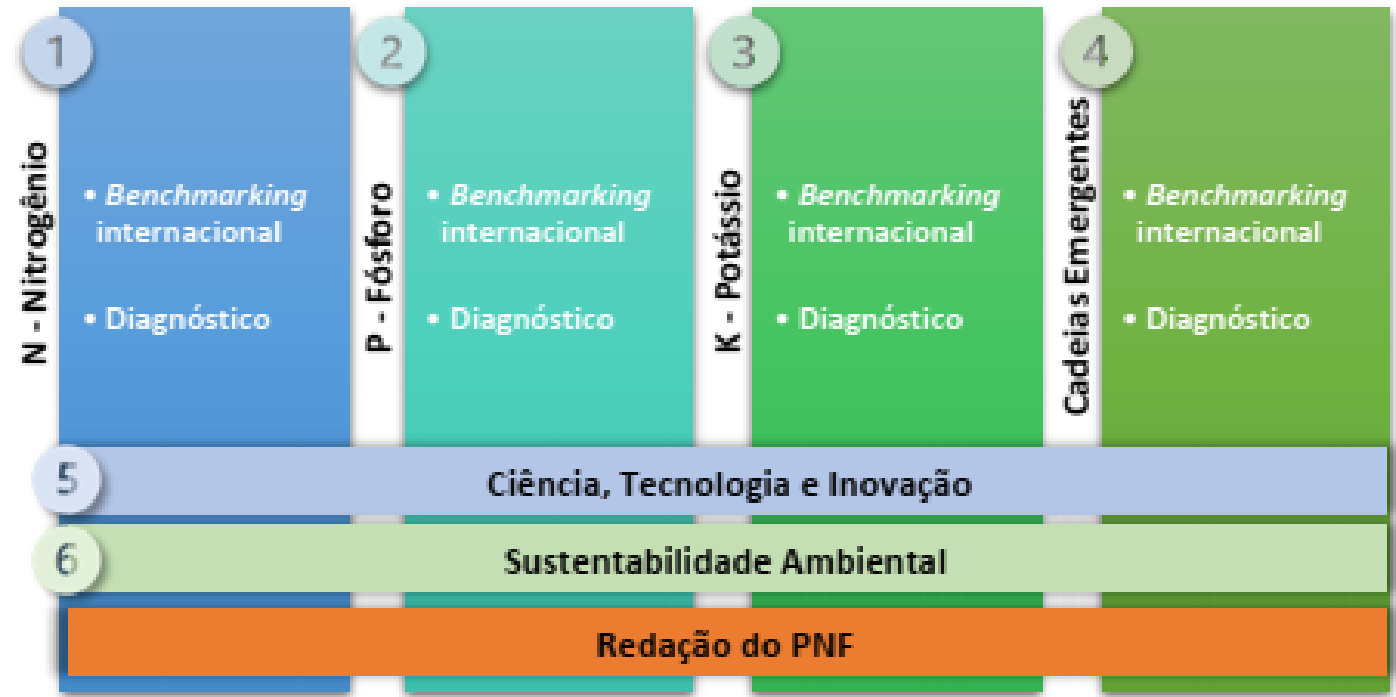
Pesquisa sobre
remineralizadores



<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/geologia-mineracao-e-transformacao-mineral/publicacoes-1/programa-mineracao-e-desenvolvimento/programa-mineracao-e-desenvolvimento-pmd-2020-2023.pdf/view>



PNF: Cadeias NPK e Emergentes (REM, Nano, Bio)



"...o País precisa investir em um Programa de Desenvolvimento de Remineralizadores, que envolve a pesquisa mineral, a pesquisa agrônômica e o financiamento de processos de beneficiamento. As instituições de pesquisa agropecuária e mineral, capitaneadas pela Embrapa e SGB/CPRM, devem liderar os estudos básicos regionais para o desenvolvimento dos REM..."

SECRETARIA ESPECIAL DE
ASSUNTOS ESTRATÉGICOS



Grato

eder.martins@embrapa.br

