



CPRM

Serviço Geológico do Brasil

PROJETO IRECÊ - JAGUARARI- BA **UMA PROPOSTA DE PESQUISA PARA** **AGROMINERAIS/REMINERALIZADORES DE SOLOS**

SALVADOR
2018

Alessandra Elisa Blaskowski, Magda Bergman, Oliveira Américo Cavalcante

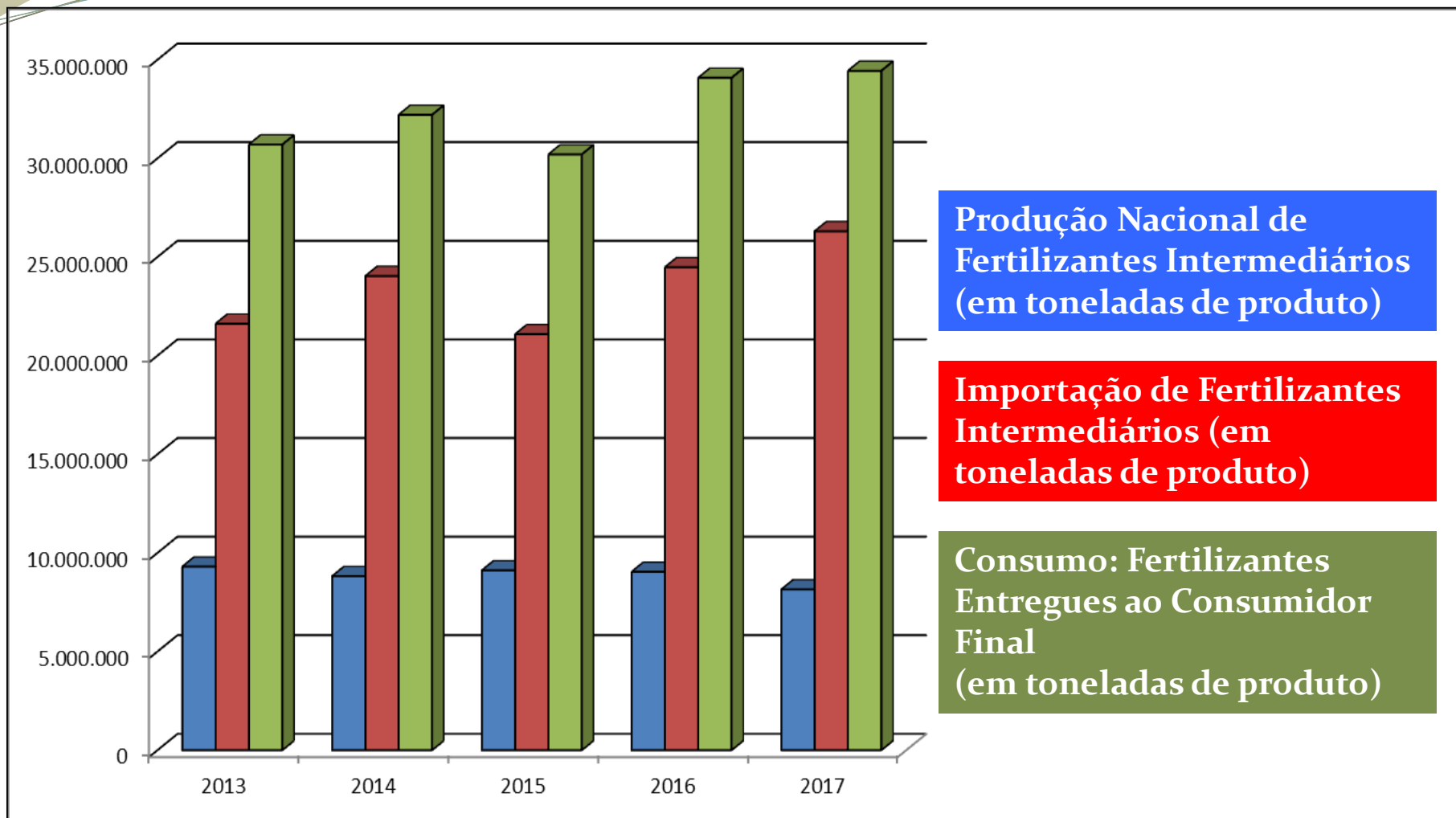
BRASIL

- Grande exportador agrícola
- Dependência de insumos para fabricação de fertilizantes **NPK**

Agrominerais e/ou Remineralizadores de Solos

- Geodiversidade (**vasta gama de rochas**)
- Políticas públicas adequadas (**pesquisa**)





Produção brasileira e consumo de insumos minerais importados para fertilizantes.
 (Fonte: Dados ANDA-Associação Nacional para Difusão de Adubos, 2018).

REMINERALIZAÇÃO DE SOLOS (ROCHAGEM) ROCK MEAL OU ROCKS FOR CROPS

*“Rochagem é a aplicação de rochas moídas no solo, técnica que visa **recompôr a fração de minerais intemperizáveis** portadores de **nutrientes importantes** para as plantas.”*
(Van Straaten, 2007)

Geodiversidade Brasileira

- Vasta quantidade de rochas e minerais
- Grande potencial mineiro

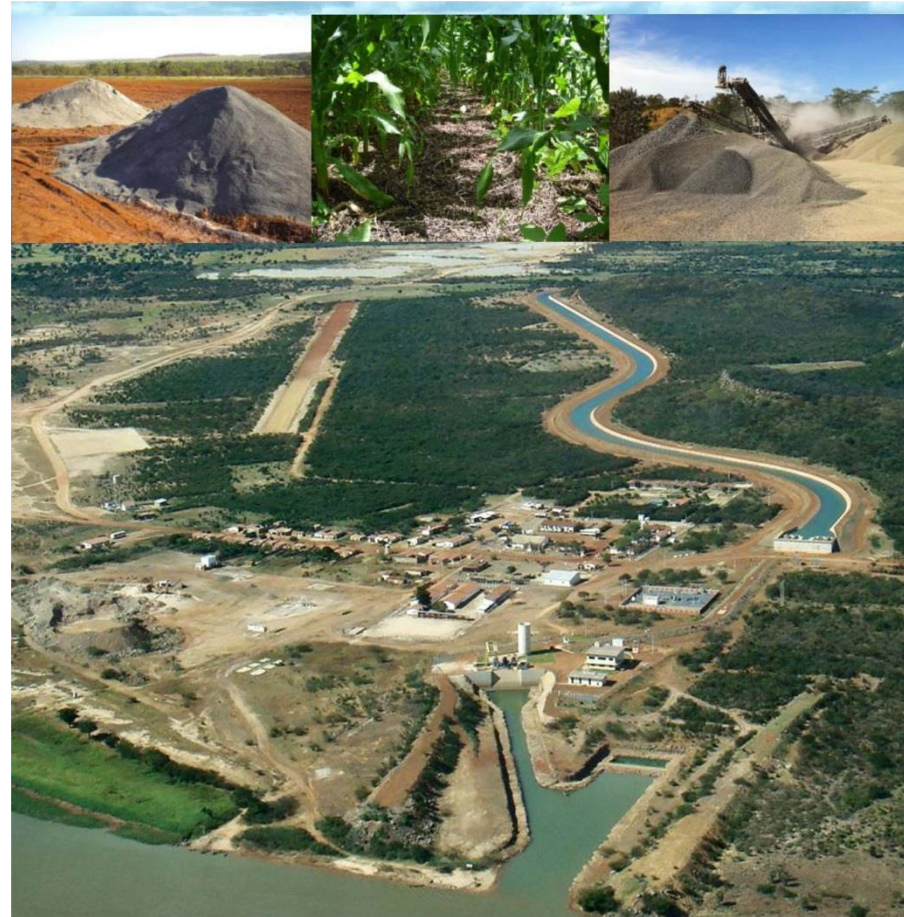
Resíduos de mineração como remineralizadores de solos

- ✓ valoração de produtos minerais
- ✓ redução do passivo ambiental



PROJETO AGROMINERAIS REGIÃO IRECE E JAGUARARI -BA

- Área de 142.321 km²
- Desenvolvido pela CPRM em parceria com a CODEVASF
- Prospecção de insumos minerais alternativos para a agricultura
- Atender a área do **Projeto Baixo de Irecê**.



REMINERALIZADORES DE SOLOS & CONDICIONADORES E OU MELHORADORES DE SOLOS

Remineralização

Macronutrientes: **Ca, Mg, K, P e S**

Fundamentais para o metabolismo e desenvolvimento das plantas absorvidos em maior quantidade.

Micronutrientes:

Essenciais: **B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn**

Benéficos: **Na, Co, Si, Ni e Se**

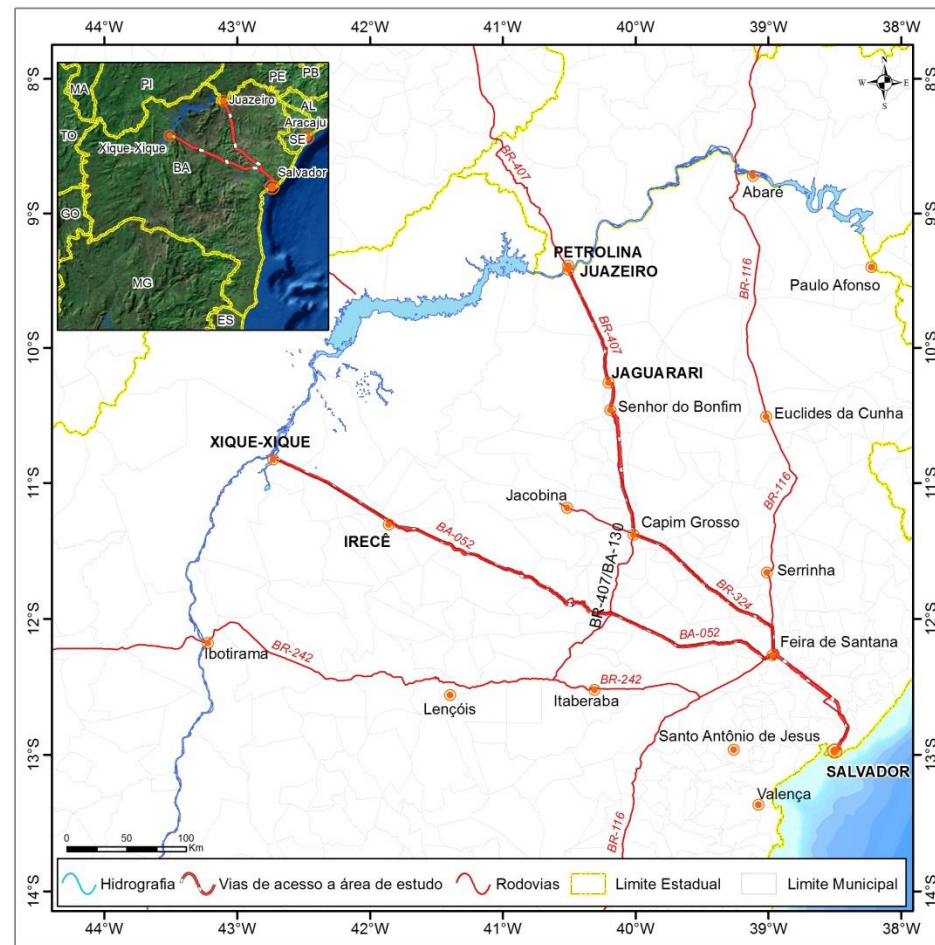
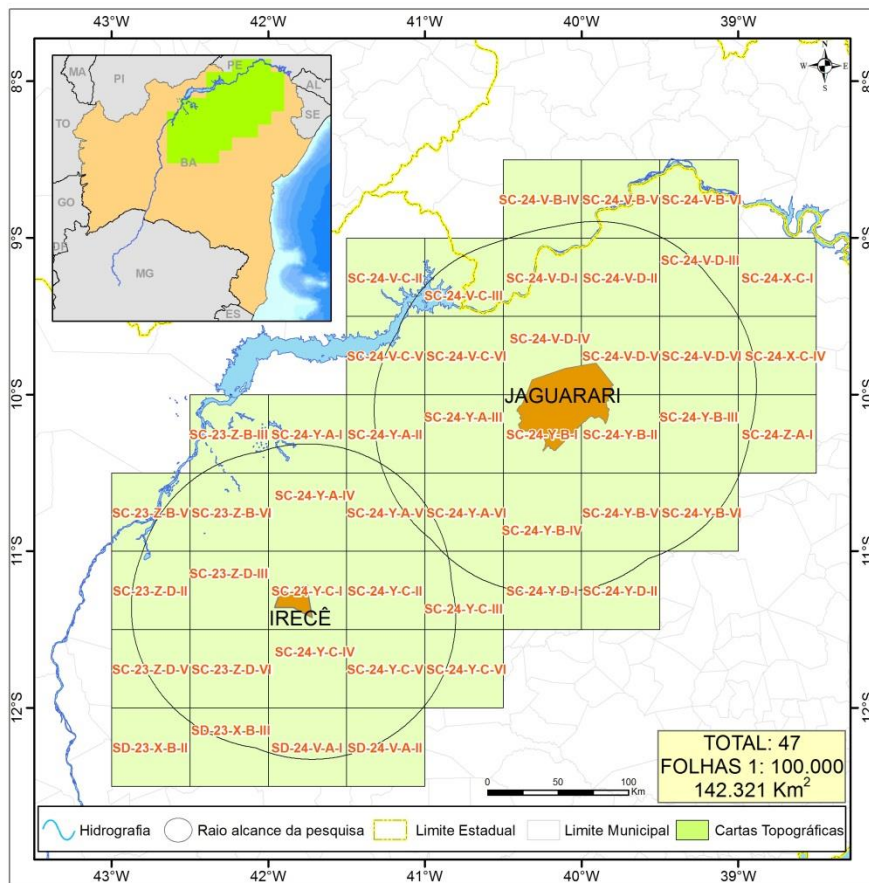
Elementos traços, embora necessários para o desenvolvimento das plantas a absorção é em quantidades relativamente pequenas.

Condicionamento e/ou Melhoria

Características físicas e/ou químicas que melhorem a capacidade agrícola do solo.

- Correção de pH
- Condições estruturais (+ cap. areação e drenagem)
- Aumento da CTC
- Condições de proteção (técnicas de cobertura/ *multching*)

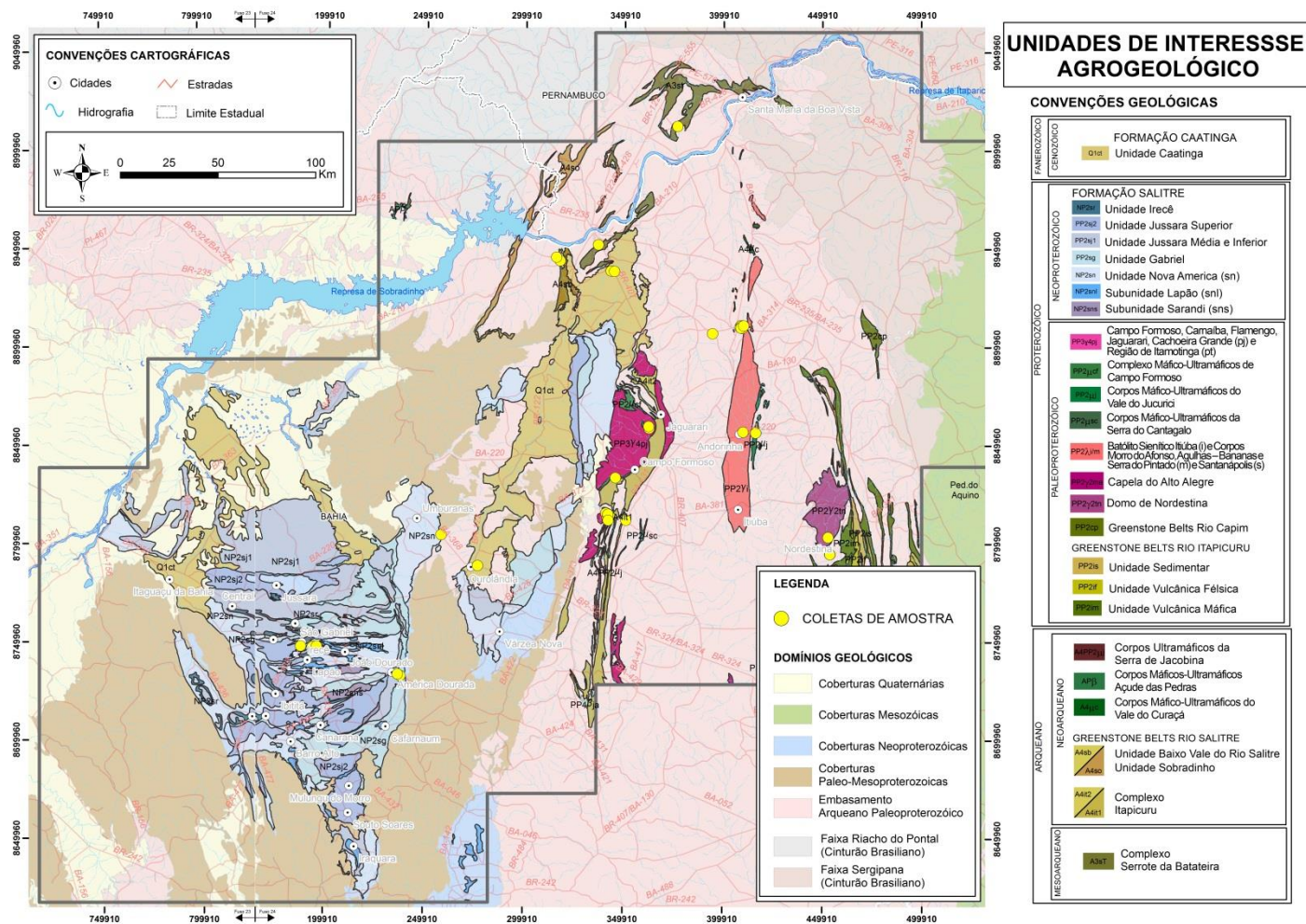
LOCALIZAÇÃO E ACESSOS



METODOLOGIA

PRÉ CAMPO

- Levantamento bibliográfico da área de estudo
 - Definir Unidades de Interesse Agrogeológico.
 - Levantamento de minerações, lavras e garimpos.
- + Geofísica
- + Geoprocessamento



METODOLOGIA

FASE DE CAMPO

- COLETAS DE AMOSTRA:

- ✓ **Amostras de rocha,**
Exemplares de todos os litotipos da pilha

- ✓ **Amostras cominuídas,**
1 kg - homogeneização e quartejamento.
Comparação pedreira - contaminação no processo de moagem?

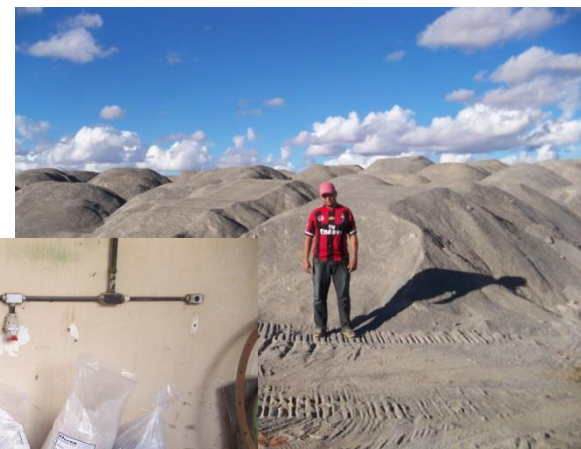
- ✓ **Amostras de polpa,**
1 kg - homogeneização e quartejamento.
Comparação pedreira – interferência no beneficiamento?

- ✓ **Amostras de ensaio Agronômico**
(instituições parceiras)

~40Kg

Pilha: representação quali-quantitativa das rochas

Polpa: coletadas no cento das bacias



CRITÉRIOS NORMALIZADOS NO BRASIL: MAPA IN 05/2016

(Restritivos ou Limitantes)

SOMA DE BASES

Soma dos óxidos **CaO+K₂O+MgO**

- No mínimo ou igual a **9%** no peso/peso
- Teor de **K₂O** ≥1%

SÍLICA LIVRE

SiO₂ ≤ 25% vol./vol.

ELEMENTOS POTENCIALMENTE TÓXICOS

Elemento (mg Kg ¹)	Limite (ppm)
Arsênio	15
Cádmio	10
Mercúrio	0,1
Chumbo	200

Teores máximos para EPTs, IN 05/2016 (Brasil, 2016).

(Não Limitantes ou Impeditivos)

NUTRIENTES DECLARÁVEIS

Elemento	Teor mínimo (% peso/peso)
Fósforo (P ₂ O ₅)	1,0 %
Boro (B)	0,03
Cloro (Cl)	0,1
Cobalto (Co)	0,005
Cobre (Cu)	0,05
Ferro (Fe)	0,1
Manganês (Mn)	0,1
Molibidênio (Mo)	0,005
Níquel (Ni)	0,005
Selênio (Se)	0,03
Silício (Si)	0,05
Zinco (Zn)	0,1

Teores mínimos do macronutriente fósforo e de micronutrientes que podem ser declarados, segundo a IN 05/2016 (Brasil, 2016).

CRITÉRIOS ADOTADOS PARA AVALIAÇÃO / SELEÇÃO DE AGROMINERAIS

Além da Norma MAPA IN 05/2016:

CARACTERÍSTICAS MINERAIS

➤ Presença de Nutrientes

Alocados em minerais que permitam disponibilização

(instáveis- intemperáveis)

➤ Características Físico/Químicas

Que promovam a melhoria da capacidade agrícola do solo

ATENÇÃO ESPECIAL!!!

- Típicos de rochas ultramáficas
- Restrição ao uso agrícola
- Não regulados

CONTÉUDO DE MINERAIS INERTES

- Resistentes ao intemperismo ou
- Difícil Abertura
 - Inferior a **25%** em volume/volume.

EXEMPLOS

Cromo

- Limite 200 ppm - IN27/2006

Níquel

- Declarável **>0,005%** - IN05/20016
- Fitotóxico **>0,05% (500ppm)**

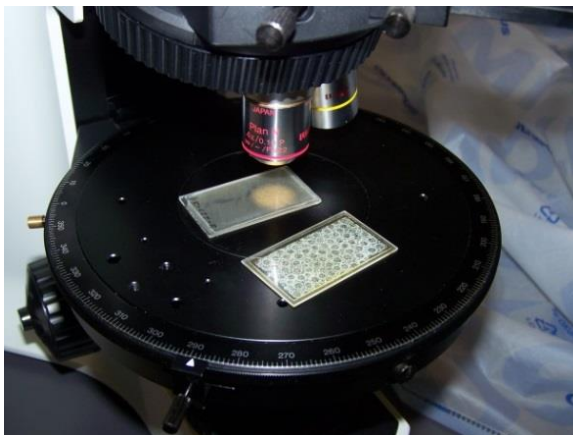
Quartzo, cromita,
ilmenita, magnetita,
ghoethita, monazita,
granada, zircão...
K-feldspato, muscovita,
etc.

METODOLOGIA

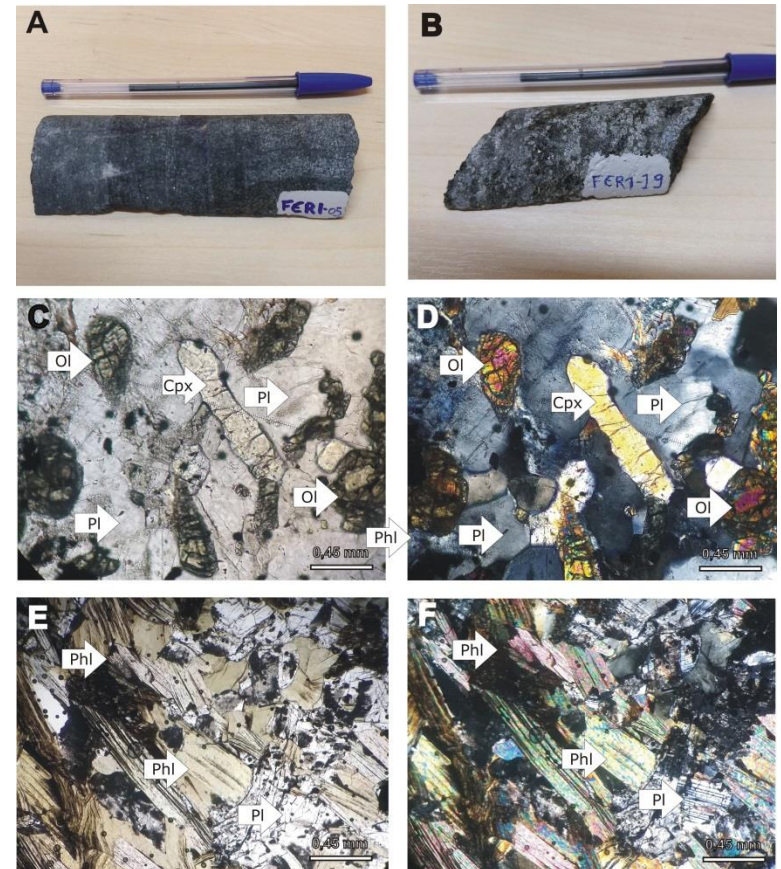
A IMPORTÂNCIA DE ESTUDOS MINERALÓGICOS

PETROGRAFIA

- Minerais que podem disponibilizar nutrientes.
- Composição modal de minerais
- Texturas e processos que facilitem o intemperismo
- Formação de minerais secundários (ex: argilas 2:1)
- Tamanhos de grão dos minerais
(implica na granulometria adequada do pó de rocha)



Trabalhos sem Petrografia = Dados Confusos!!!



METODOLOGIA

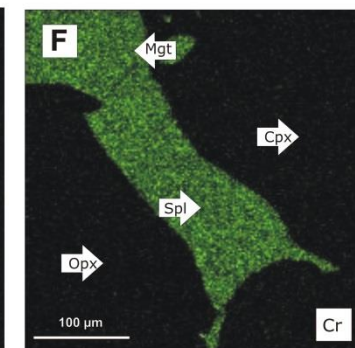
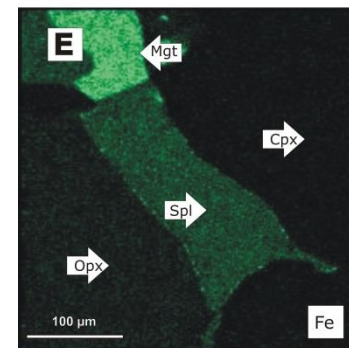
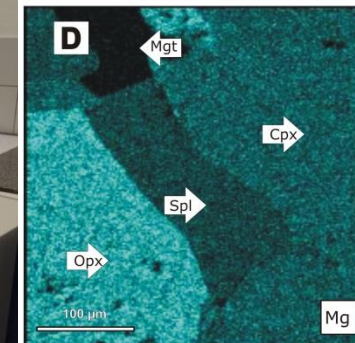
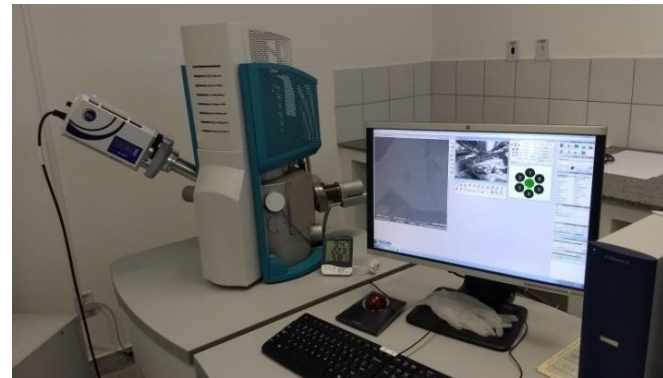
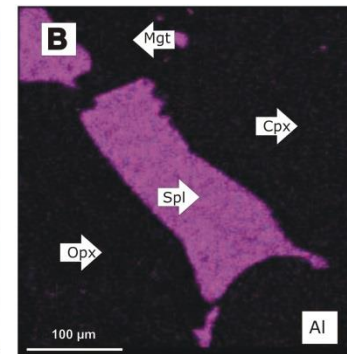
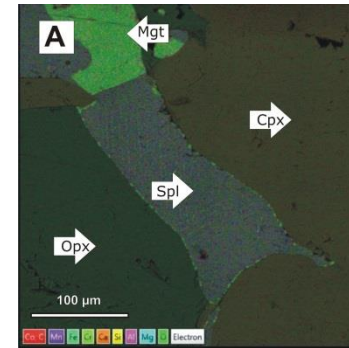
A IMPORTÂNCIA DE ESTUDOS MINERALÓGICOS

DRX

- Assembleia mineral (fases amorfas e exóticas)
- Semi-quantificação das fases
- Avaliação de rejeitos após moagem e tratamento físico ou químico

MEV

- Composição semi-quantitativa
- Comportamentos das fases (feições de dissolução, alteração, instabilidade, etc.)
- Mapas de varredura (macro, micronutrientes e EPT)



FORNECEDOR DE POTÁSSIO: Garimpos de Esmeralda



OK para: SB (+K), Zn, Mo, Co, Fe e Mn

Restrição IN05/2016: Cd (em 2 garimpos)

FONTE DE FÓSFORO: Mineração de Fosfato



OK para: SB, Fe e Mn

Restrição: Beneficiamento Industrial e As (28ppm)

FONTE DE Ca, Mg, S e CORREÇÃO DE ACIDEZ: Lavras de Irecê



OK para: SB e Fe

Pode ser utilizado em “misturas” (*blendagem*)

Restrição IN05/2016: $K < 1$

FORNECEDOR DE Ca, Mg e CORREÇÃO DE ACIDEZ: Lavras Bege Bahia



OK para: SB e Fe

Pode ser utilizado em “misturas” (*blendagem*)

Restrição IN 05/2016: $K < 1$

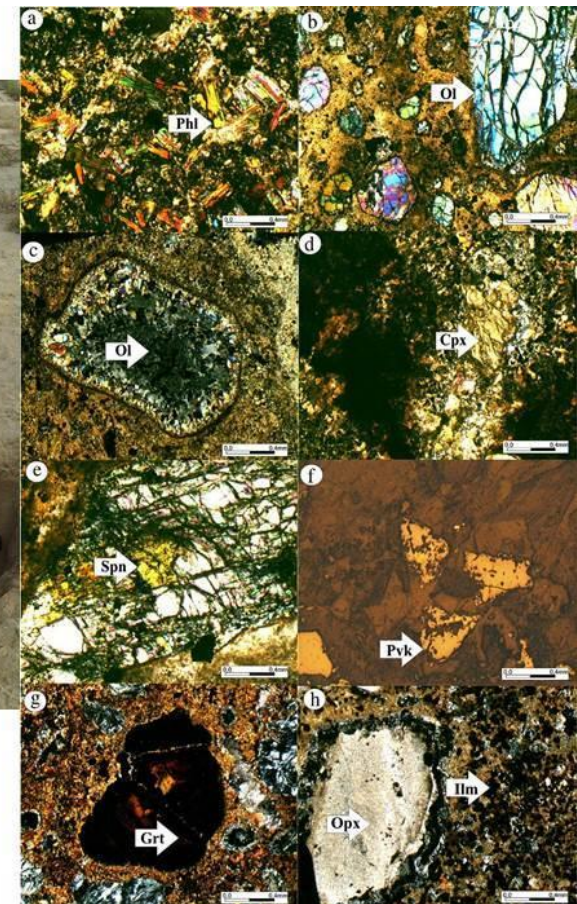
FONTE DE MULTINUTRIENTES e CORREÇÃO DE ACIDEZ: Lavra de Cromo



OK para: SB, Co, Fe, Si e Mn

Restrição IN 05/2016: não tem

FONTE DE MULTINUTRIENTES e CORREÇÃO DE ACIDEZ: Lavra de Diamante



OK para: SB (+K), Co, Fe, Si e Mn

Restrição IN 05/2016: Cd (16ppm kimberlito) SiO₂>25% (regolito)

FONTE DE MULTINUTRIENTES: Lavra de Cobre



SB (+K), Cu, Fe, Si e Mn

Restrição: Beneficiamento Industrial

PROTOCOLO ANALÍTICO PROPOSTO PARA AGROMINERAIS

1. Definir a Prospecção (Rejeito ou Afloramento)

2. Avaliar Banco de Dados Litoquímico Pré-existente

3. Amostragem em Afloramento, Pilhas de Rejeito e/ou Furos Sondagem

4. Estudos Mineralógicos (Microscopia Ótica, DRX, MEV)

5. Estudos Litoquímicos (ICP OES/MS e FRX)

6. Cálculos de Volume

7. Avaliação do Potencial Agromineral de cada litotipo

8. Criação de Mix e Testes Agronômicos e de Incubação em Solos

CONCLUSÕES

- Geodiversidade com uma **vasta gama** de materiais com possibilidade de uso **agromineral**.
- **Fatores sócio-econômicos** : fasicadoras, interesse das mineradoras e redução do passivo ambiental
- **Polpas**: classificação como **Resíduo Não Perigoso** na norma p/ **Resíduos Sólidos** (ABNT ABR10.0004/5 e 6)
- **Polpas e Rochas Ultramáficas**: restrições ao **Ni** (fitotóxico) e **Cr** (tóxico com Cr^{6+}) - **S/Restrições** na **IN 05/2006**
- **Blendagem**: misturas entre os litotipos - adequar **SB** e reduzir **EPT** ou **Ni** e **Cr** (típicos de **R. Ultramáficas**)
- Recomenda-se a continuidade de estudos com a realização de **testes agrícolas** para garantia **capacidade agrícola destes materiais** testando as varias possibilidades de misturas (*blendagens*) adequando aos diferentes solos e cultivos.
- O **uso sustentável** pode minimizar o impacto ambiental que a atividade mineral provoca

➤ **Recomendações** em relação ao **Cr e Ni** :

- ✓ Interação solo-planta: atenção fatores que elevam a biodisponibilidade de Cr^{6+}

Solos com Eh e pH elevado; ou com adição de fosfatos e/ou com óxidos de Mn, observado por Garnier et al. (2006, 2009)

- **Testes**: com plantas, de segurança ambiental e dos alimentos, melhor compreensão da dinâmica do **Cr** e **Ni** em solos e plantas a que se destinem.

Muito Obrigada!



Alessandra Elisa Blaskowski

Pesquisadora em Geociências

Divisão de Minerais e Rochas Industriais - DIMINI

Serviço Geológico do Brasil –SGB/CPRM

Superintendência de Salvador - SUREG/SA

Av. Ulisses Guimarães, 2862, Centro Administrativo da Bahia
41213-000 – Salvador BA

E-mail: alessandra.blaskowski@cprm.gov.br

www.cprm.gov.br