



HÁ 50 anos GERANDO E DISSEMINANDO
O CONHECIMENTO GEOCIENTÍFICO
COM EXCELÊNCIA

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

PROJETOS AGROMINERAIS DO SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Magda Bergmann
Pesquisadora Geóloga
SUREG Porto Alegre

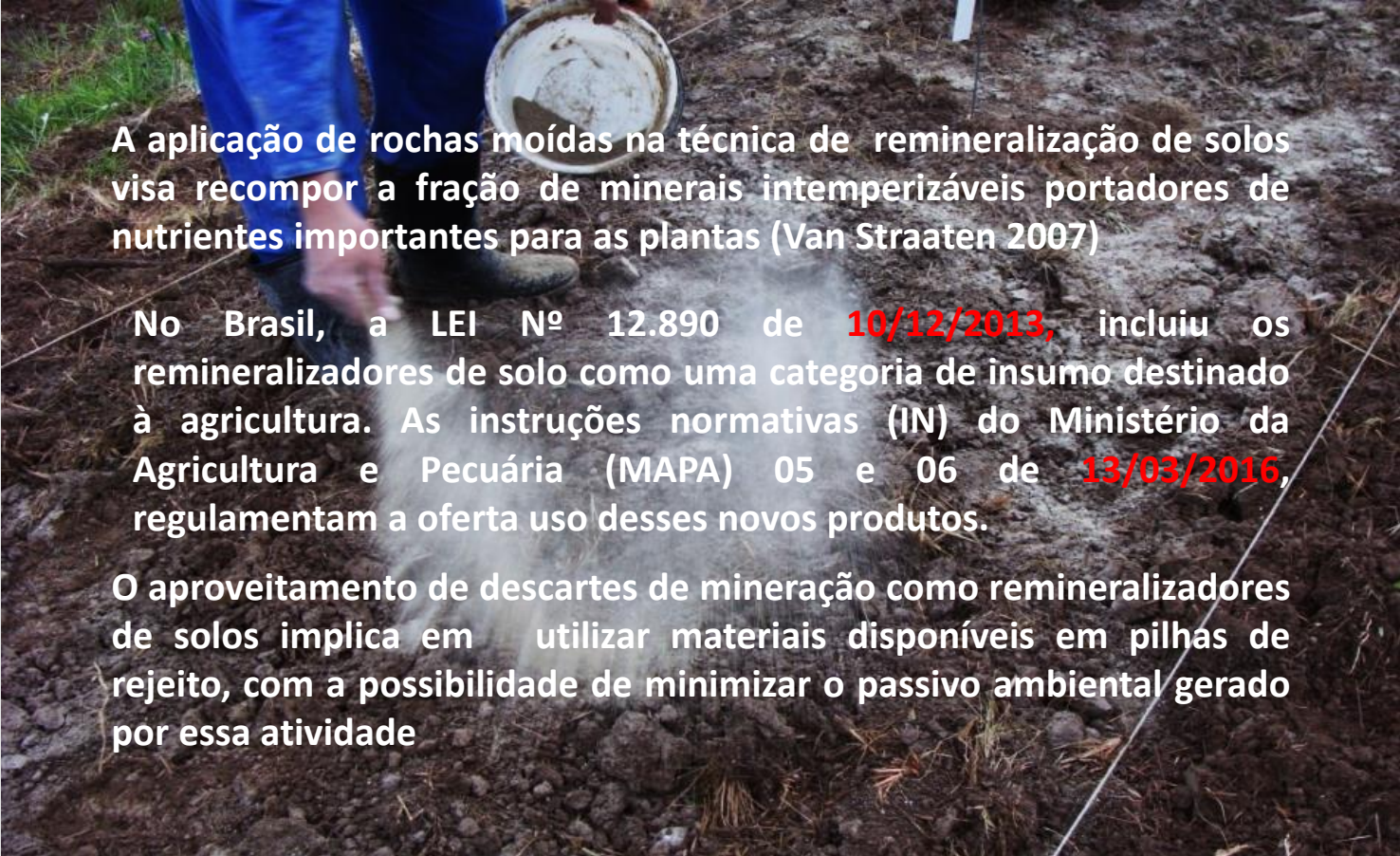


SECRETARIA DE
GEOLOGIA, MINERAÇÃO
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



1. Conceituação da técnica de Remineralização de Solos



A aplicação de rochas moídas na técnica de remineralização de solos visa recompor a fração de minerais intemperizáveis portadores de nutrientes importantes para as plantas (Van Straaten 2007)

No Brasil, a LEI Nº 12.890 de **10/12/2013**, incluiu os remineralizadores de solo como uma categoria de insumo destinado à agricultura. As instruções normativas (IN) do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) 05 e 06 de **13/03/2016**, regulamentam a oferta uso desses novos produtos.

O aproveitamento de descartes de mineração como remineralizadores de solos implica em utilizar materiais disponíveis em pilhas de rejeito, com a possibilidade de minimizar o passivo ambiental gerado por essa atividade

2. Abordagem da Geologia: Inventário de materiais



INFORME DE RECURSOS MINERAIS

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL

Série Insumos Minerais para a Agricultura

PROJETO AGROMINERAIS DA REGIÃO DE IRECÊ-JAGUARARI - BA

O Ministério de Minas e Energia, por intermédio do Serviço Geológico do Brasil-CPRM, em parceria com o Ministério da Integração Nacional através da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba, tem a grande satisfação de disponibilizar à comunidade técnico-científica, em particular aos pesquisadores da área de fertilização e remineralização de solos, e aos empresários do setor mineral e do agronegócio, o projeto AGROMINERAIS DA REGIÃO DE IRECÊ E JAGUARARI - BAHIA, que está inserido no Programa de Geologia do Brasil bem como no Programa de Aceleração do Crescimento-PAC. O presente exemplar do Informe de Recursos Minerais, Série Insumos Minerais para Agricultura, nº XX traz os resultados da execução deste projeto, que tem como objetivo caracterizar rochas e materiais próprios ao emprego em remineralização de solos. O projeto foi desenvolvido em função de demanda da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF), e visa contribuir na implantação do Projeto Baixo de Irecê.

O trabalho compreende uma extensa área na região centro-norte do Estado da Bahia (142.321 km²), em um raio de 100 km no entorno das cidades de Irecê e Jaguarari. Este projeto propõe uma metodologia própria para a pesquisa e mapeamento de recursos destinados à remineralização de solos, introduzindo o conceito de unidades de interesse agrogeológico e propondo técnicas para levantamento de rejeitos de mineração com interesse para rochagem e

coleta de amostras representativas dos rejeitos de mineração. Além disso, levou em consideração os critérios para uso de agrominerais que estão sendo desenvolvidos por um grupo de trabalho que representa a articulação da SGM/MME com o MCT/SETEC, MAPA/SDA, UnB, Embrapa, CPRM e DNPM para a Nomenclatura do Uso de Pós de Rocha na Agricultura.

O projeto compreendeu levantamentos geológicos e destinação de amostras para litotípica, petrografia modal, análise mineralógica semiquantitativa e difratometria de raios-x, o que permitiu a caracterização de uma vasta gama de materiais indicados como fontes de nutrientes para a remineralização dos solos. Este produto representa um instrumento para atrair novas pesquisas na área de rochagem, com a difusão do uso de pó de rocha em solos agrícolas, uma nova rota tecnológica que busca reduzir a dependência brasileira de insumos importados, além de ser coerente com o propósito do projeto de agricultura sustentável conduzido pela Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba (CODEVASF).

Com a conclusão de mais este trabalho, é importante dar destaque ao empenho do Serviço Geológico do Brasil - CPRM que através do Programa Geologia do Brasil promove o conhecimento geológico nacional, contribuindo para o desenvolvimento do país, para a formulação de políticas públicas e apoio nas tomadas de decisão com bases sustentáveis.

www.cprm.gov.br



Secretaria de
Geologia, Mineração e
Transformação Mineral

Ministério de
Minas e Energia



INFORME DE RECURSOS MINERAIS - SÉRIE INSUMOS MINERAIS PARA A AGRICULTURA

INFORME DE RECURSOS MINERAIS

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL

*Série Insumos Minerais
para a Agricultura*



PROJETO AGROMINERAIS DA REGIÃO DE IRECÊ-JAGUARARI - BA

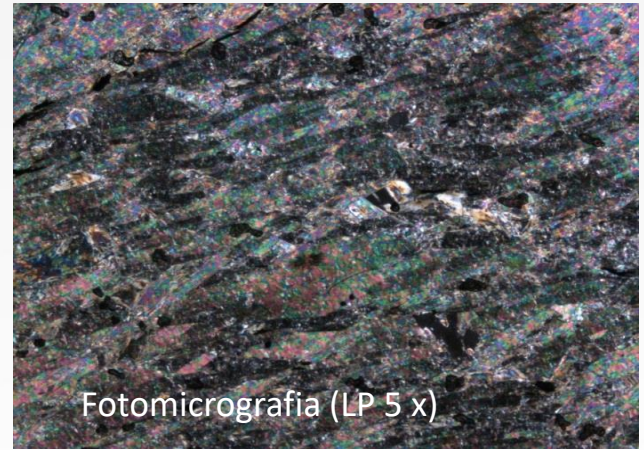
Versão Preliminar

Salvador - 2016



Garimpos de Esmeralda de Campo Formoso e Pindobaçu - BA





Pilhas de descartes com litotipos variados: pegmatitos, quartzitos, talco xistos, esteatitos, serpentinitos, flogopita-tremolita xistos e **flogopititos (15% em volume nas pilhas)**

Flogopititos : 98% Flogopita
9.5-9.7% K₂O (Mo) (Ni)



SECRETARIA DE
GEOLOGIA, MINERAÇÃO
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



Litoquímica x Petrografia x DRX

PROCEDÊNCIA	CLASSIFICAÇÃO	CaO%	K ₂ O%	MgO%	SB
Garimpo Socotó Cesta do Povo	flogopita –tremolita xisto	5,21	5,13	21,28	31,62
	flogopitito	0,14	9,59	21,57	31,3
Garimpo Carnaíba Marota	flogopitito	0,07	9,46	21,92	31,45
Carnaíba de Cima Min. Deus é Amor	Metaultrabasilito/ flogopita- talco-tremolita xisto	2,49	7,26	24,35	34,1
	Tremolita-actinolita xisto (metaultrabásica)	7,09	3,36	21,48	31,93
Garimpo Socotó Mamona	Flogopitito - hidrotermalito.	0,26	9,68	19,78	29,72
	Tremolita-flogopita-talco xisto/esteatito.	1,53	3,85	24,6	29,98
	Flogopitito	0,18	9,44	18,02	27,64
Garimpo Carnaíba Cabra Velha	Clorita-talco-flogopita xisto	0,06	3,6	21,96	25,62
Garimpo Carnaíba Serra Pelada	Flogopitito	<0,01	9,18	17,11	26,29
Garimpo Carnaíba Beira Rio	Flogopitito	0,12	9,11	21,12	30,35
	Flogopitito	0,07	10,06	19,72	29,85
Garimpo Carnaíba Noel	Flogopita-tremolita xisto	6,47	3,56	20,15	30,18
	Flogopitito	0,25	9,97	18,94	29,16
	Flogopitito	0,06	10,86	19,42	30,34
Garimpo Carnaíba de Baixo - Bráulia	Flogopitito	0,69	9,74	18,62	29,05

NºCAMPO / NºLAB.	ROCHA/PROCEDÊNCIA	COMPOSIÇÃO MODAL	DRX
AB-R-10A HGT407	flogopita -tremolita xisto Socotó (Cesta do Povo)	Tremolita 79%, Flogopita 20%, Opacos 1%	Biotita (flogopita) e anfíbólio.
AB-R-10B HGT408	flogopitito (Cesta do Povo)	Flogopita 99%, Opacos 1%, Zircão tr, Apatita tr	flogopita Traços de caulinita e/ou serpentina.
AB-R-17B HGT421	flogopitito Carnaíba (Marota)	Flogopita 99%, Opacos<1%, Zircão tr	Amostras praticamente só com flogopita.
AB-R-18D HGT427	flogopita-talco-tremolita- xisto Carnaíba de Cima (Min. Deus é Amor)	Tremolita 50%, Talco 24%, Flogopita 25%, Titanita <1%	Biotita (flogopita) e anfíbólio
AB-R-18E HGT428	Tremolita-actinolita xisto Carnaíba de Cima (Min. Deus é Amor)	Tremol.-actinolita 99%, Opacos <1%	Biotita (flogopita) e anfíbólio
AB-R-19A HGT430	Flogopitito/hidrotermalito Socotó (Mamona)	Flogopita – 98%, Plagioclásio <1%, Quartzo <1%, Opacos – 2%,	Amostras constituídas praticamente só por flogopita. Traços de caulinita e/ou serpentina.
AB-R-19B HGT431	Tremolita-flogopita-talco xisto/ esteatito. Socotó (Mamona)	Talco 57%, Flogopita 35%, Opacos 3%, Tremolita 5%	Biotita (flogopita) e talco dominantes, com menor quantidade de anfíbólio.
AB-R-36A HHH154	Flogopitito Carnaíba de Cima (Cabra Velha)	Flogopita 99%, Opacos 1%	
AB-R-36C HHH-156	Clorita-talco-flogopita xisto Carnaíba de Cima (Cabra Velha)	Flogopita 46% Talco 40%, Clorita 10%, Opacos 2%, Titanita 2%	
AB-R-37 HHH157	Flogopitito Carnaíba de Cima (Serra Pelada)	Flogopita 97%, Opacos 3%, Zircão tr	
AB-R-38A HHH158	Flogopitito Carnaíba de Cima (Beira Rio)	Flogopita 92%, Opacos 8%, Zircão tr	
AB-R-39A HHH 161	Flogopitito Carnaíba de Cima (Noel)	Flogopita 98%, Opacos/óxido Fe 2% Zircão tr	
AB-R-39B HHH162	Flogopita-tremolita-xisto Carnaíba de Cima (Noel)	Tremolita 68%, Flogopita/Biotita 30%, Carbonato 2%, Opacos tr	
A-R-39C HHH163	Flogopitito Carnaíba de Cima (Noel)	Flogopita 84%, Plagioclásio 5%, Sericita 02%, Epidoto 3%, Clorita 3%, Talco 3%, Quartzo tr, Opacos, Leucóxênio Zircão: tr	
AB-R-39D HHH164	Flogopitito Carnaíba de Cima (Noel)	Flogopita 97%, Quartzo 2%, Opacos 1%	
AB-R-40A HHH165	Flogopitito Carnaíba(Bráulia)	Flogopita 98% Opacos 1%, Apatita <1, Zircão tr	
AB-R-40B HHH-166	Tremolita-flogopita- magnetita- calco-talco xisto (Metaultrabasilito) Carnaíba(Bráulia)	Talco 38% Flogopita 25% Opacos (magnetita) 20% Carbonato 15% Tremolita 2%, Zircão tr	

Nº Campo/ Nº LAB	PROCEDÊNCIA	CLASSIFICAÇÃO	As ppm	Cd ppm	Hg ppm	Pb ppm	Ni ppm	Cr ppm
AB-R-10A HGT407	Garimpo Socotó (Pilha Cesta do Povo)	flogopita -tremolita xisto	<1	0,03	<0,01	<0,2	491,2	1824
AB-R-10B HGT408	Garimpo Socotó (Pilha Cesta do Povo)	flogopitito	<1	<0,01	<0,01	<0,2	535,7	2793
AB-R-17B HGT421	Garimpo Carnaíba (Pilha da Marota)	flogopitito	<1	0,07	<0,01	<0,2	929	3210
AB-R-18D HGT427	Carnaíba de Cima (Mineração Deus é Amor)	Metaultrabaso/ flogopita-talco-tremolita xisto	<1	0,06	<0,01	<0,2	549,1	1385
AB-R-18E HGT428	Carnaíba de Cima (Mineração Deus é Amor)	Tremolita-actinolita xisto (metaultrabásica)	<1	0,09	<0,01	<0,2	481,3	1884
AB-R-19A HGT430	Garimpo Socotó (Pilha Mamona)	Flogopitito/hidrotermalito	<1	0,02	<0,01	0,3	489,2	2214
AB-R-19B HGT431	Garimpo Socotó (Pilha Mamona)	Tremolita-flogopita-talco xisto/ esteatito.	<1	0,05	<0,01	<0,2	257,4	1108
AB-R-36A HHH154	Garimpo Carnaíba (Pilha Cabra Velha)	Flogopitito	<1	0,31	<0,01	20,7	539,3	1678
AB-R-36C HHH156	Garimpo Carnaíba (Pilha Cabra Velha)	Cloria-talco-flogopita xisto	<1	0,05	<0,01	3,3	326,7	3709
AB-R-37 HHH157	Garimpo Carnaíba (Pilha Serra Pelada)	Flogopitito	<1	0,89	<0,01	3,2	127,1	210
AB-R-38A HHH158	Garimpo Carnaíba (Pilha Beira Rio)	Flogopitito	<1	0,08	<0,01	4	957,3	2295
AB-R-39A HHH161	Garimpo Carnaíba (Pilha do Noel)	Flogopitito	1	170,98	<0,01	57,8	588,4	1606
AB-R-39B HHH162	Garimpo Carnaíba (Pilha do Noel)	Flogopita-tremolita xisto	<1	0,68	<0,01	5,8	366,1	2007
A-R-39C HHH163	Garimpo Carnaíba (Pilha do Noel)	Flogopitito	<1	54,1	<0,01	21,6	291,9	1796
AB-R-39D HHH164	Garimpo Carnaíba (Pilha do Noel)	Flogopitito	<1	0,35	<0,01	3,2	458	1511
AB-R-40A HHH165	Garimpo Carnaíba de Baixo (Pilha da Bráulia)	Flogopitito	<1	17,66	<0,01	7,8	861,7	3089
AB-R-40B HHH166	Garimpo Carnaíba de Baixo (Pilha da Bráulia)	Tremolita-flogopita-magnetita-calcio- talco xisto (Metaultrabaso)	<1	0,9	<0,01	6,9	695,1	728

EMPREENHIMENTO	MUNICÍPIO	ROCHAS DA LAVRA	FONTE MACRONUTRIENTES	SB (SOMA DE BASES)	FONTE MICRONUTRIENTES	EPT (As, Cd, Hg, Pb)	VOLUME/PESO DAS PILHAS
Garrimpos de esmeralda COOPERATIVA MINERAL DA BAHIA	Campo Formoso-BA (Garimpo Socotó) Pindobaçu-BA (Garimpo Carnaíba)	flogopititos, flogopita- tremolita xisto quartzo- turmalina- biotita xisto, clorita-talco- tremolita- actinolita xisto, esteatito, metaulrabasito/ Serpentinito albita pegmatito e fuchsitita quartzito	Importante fonte de K : até 10% de K ₂ O, além de conter até 24% de MgO e até 7% de CaO	25 a 31%	Zn <3.833 ppm Cu <28,7 Mo < 245,23 ppm Co <74,5 ppm Fe₂O₃ < 10,41% MnO < 0,3%	Restrição Cd 171 ppm 54 ppm em amostras coletadas no Garimpo do Noel 17,6 ppm no Garimpo da Bráulia	Garimpo Cesta do Povo: 300.000 m ³ Pilha da Mamona: n. e. Pilha Marota: 150.000 t Garimpo Cesta do Povo: 300.000 m ³ Mineração Deus é Amor: 150.000 t Garimpo Cabra 12 t/mês Garimpo Serra Pelada: n. e. Mineração Beira Rio: 65t/mês Garimpo Noel: 130t/mês % nas pilhas 15%
Mineração de fosfato GALVANI INDUSTRIA COMÉRCIO E SERVIÇOS	Irecê-BA	calcilitos e calcisiltitos a estromatólitos fosfáticos	Importante fonte de P: até 9% de P₂O₅ CaO <14%	14 a 15%	Zn < 105 ppm, Cu < 30,9 ppm, Mo <1,4 ppm Co < 39,2 ppm, ferro (até 6,6% de F ₂ O ₃) e manganês (até 0,3% de MnO).	Restrição para As :27 ppm na bacia de flotação e 28 ppm na deslamagem	Rejeito Flotação: 160.000 m ³ Deslamagem: 240.000 m ³



Cooperativa Mineral da Bahia

Organização do trabalho das faiscadoras (quijilas)



Barragem de rejeitos da Mineração Caraíba-Pilar-BA



700 ha impactados **71.10⁶t granulometria própria para uso**

Dunitos e piroxenitos flogopitizados. $\text{CaO} < 6,2\%$, $\text{K}_2\text{O} < 1,72\%$, $\text{MgO} < 9,69$ (P, K, Cu, Zn, V)
Utilização de cal no tratamento para extração do Cu dos sulfetos: Cr^{3+} Cr^{6+} (?)

Serviço Geológico do Brasil – CPRM



(70%<150 # e 20-30%<325 #)



J. Garnier , C. Quantin , E.S. Martins , T. Becquer
Solid speciation and availability of chromium in ultramafic soils from Niquelândia, Brazil Journal of Geochemical Exploration 88 (2006) 206 – 209

Nos minerais só ocorre Cr^{3+}

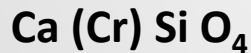
Cr^{3+} Nutriente com papel importante na metabolização da glicose

Cr^{6+} Forma Tóxica , toxidade aguda pode decorrer de uma única dose, por contato oral, nasal ou dermal.

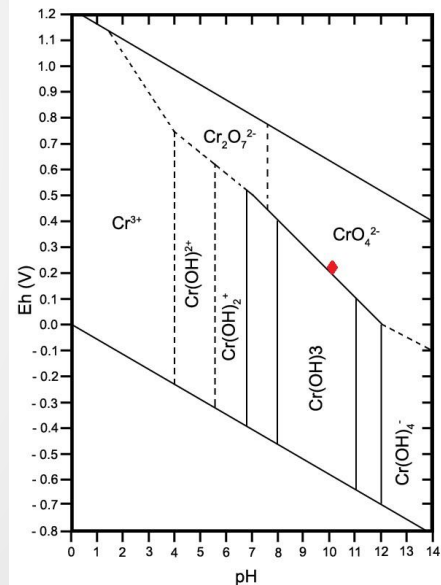
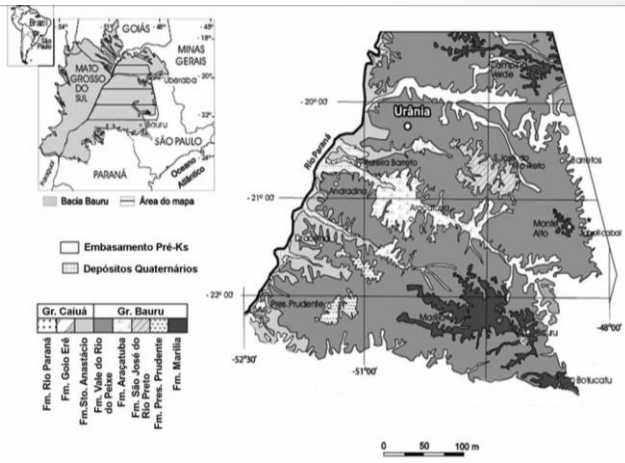
Cr^{6+} até $0,39\text{mg.l}^{-1}$ (limite de potabilidade $=0,05\text{mg.l}^{-1}$)



Figura 5. Cristal de diopsídio (piroxênio), mineral comum dentro os pesados nos sedimentos, exibindo capas de argilomineral com óxido de ferro e feições de dissolução.



Bertolo et al. 2009, Disp. on-line www.igc.usp.br/geologia
Geol. USP, Sér. cient., São Paulo, v. 9, n. 2, p. 47-62, junho 2009



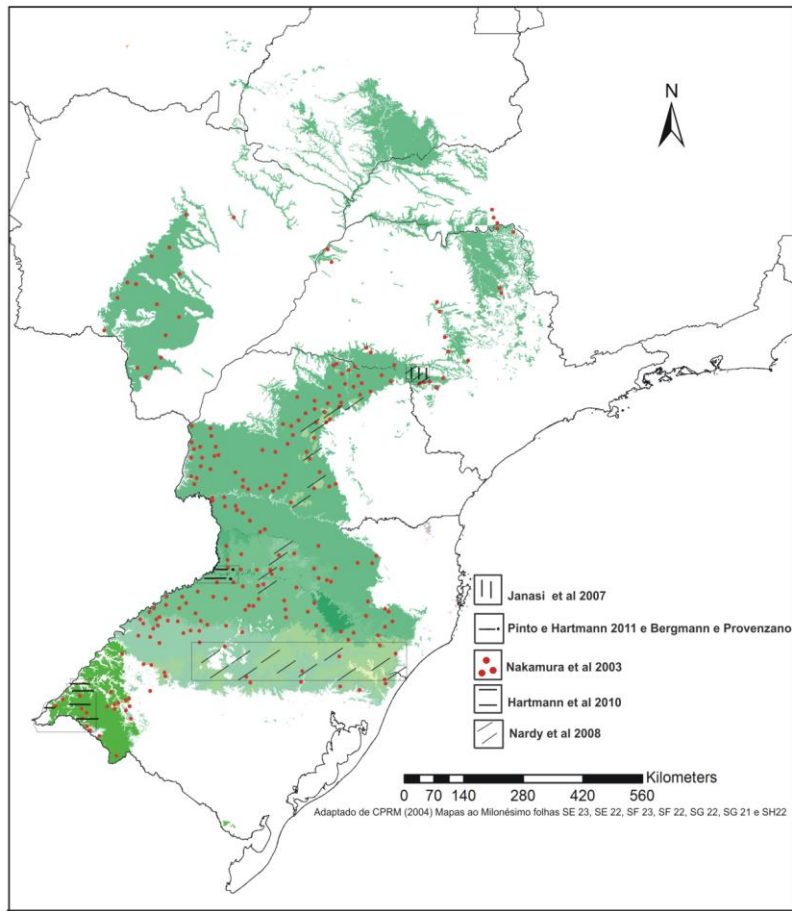
Tratamento de banco de dados da CPRM e de outros trabalhos 773 amostras (704 rochas basálticas)

Basaltos

- Menos que 0,6% das amostras impróprias para uso como fertilizante (IN MAPA Nº5/2016), 3 por As, e 1 por Pb.
- 95% Teores de $K_2O < 3\%$, 63% 1- 2% K_2O

Dacitos e Riolitos (%5) SB<9%

- 62% $K_2O > 4,0$ ($>K_2O=9\%$)
- 60% $Na_2O > 3,0$ ($>Na_2O=3,88\%$)

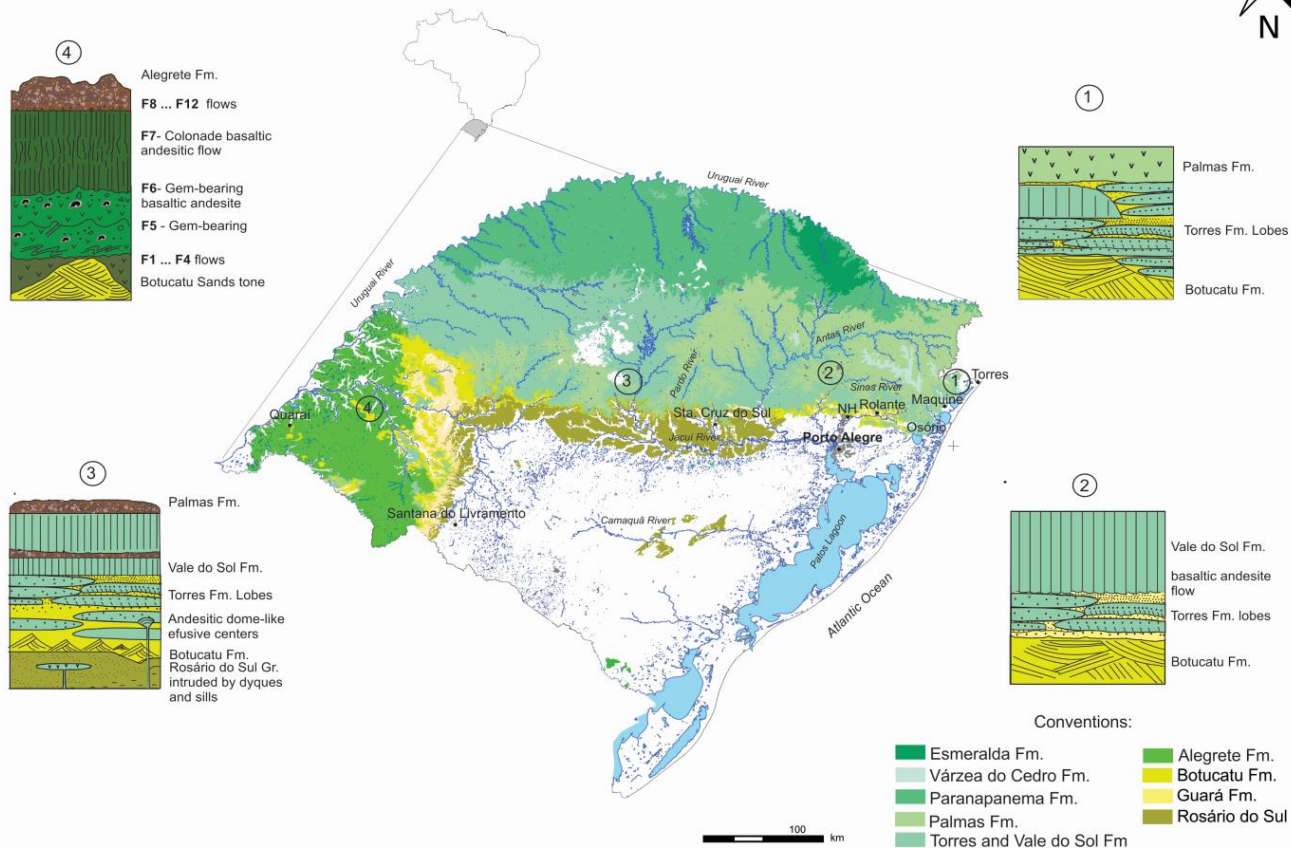


Bergmann et al. 2014





3. Projeto Agrominerais Bacia do Paraná RS



Mapa Geológico esquemático do Rio Grande do Sul. Adaptado de Wildner (2008) e conceitos de Rossetti (2017).
Domínios Litoestratigráficos (1) Bloco Litoral , (2) Bloco Região Metropolitana de Porto Alegre, (3) Bloco Central (4) Bloco Fronteira Oeste.

Agrominerais do Grupo Serra Geral no Rio Grande do Sul

Remineralizadores de solos

Fontes de Ca, Mg, Si, Mn, Fe, Cu, Zn: Basaltos, andesitos basálticos, andesitos

Fontes de K, Ca, Si: Dacitos (teor de quartzo?)

Corretivos de solos

Basaltos

Rochas ricas em minerais capazes de implementar a CTC dos solos (zeolitas e argilominerais do grupo das esmectitas; argilas montmoriloníticas)

Rochas para técnicas de cobertura (multching)

Perlitas (?)

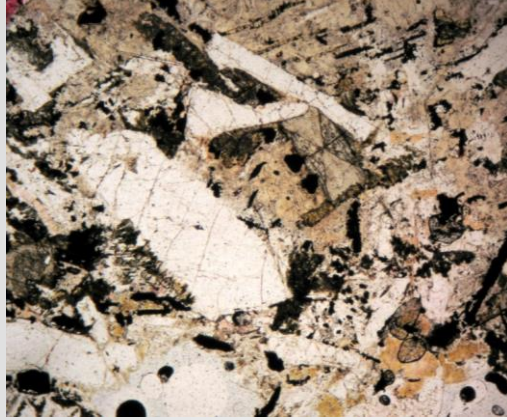


CPRM
Serviço Geológico do Brasil

SECRETARIA DE
GEOLOGIA, MINERAÇÃO
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

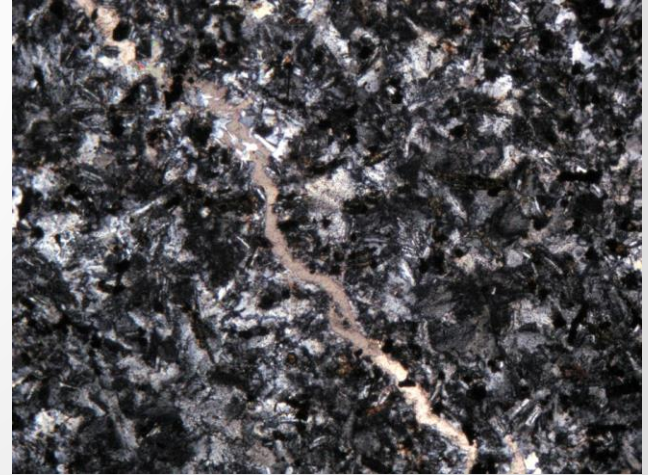
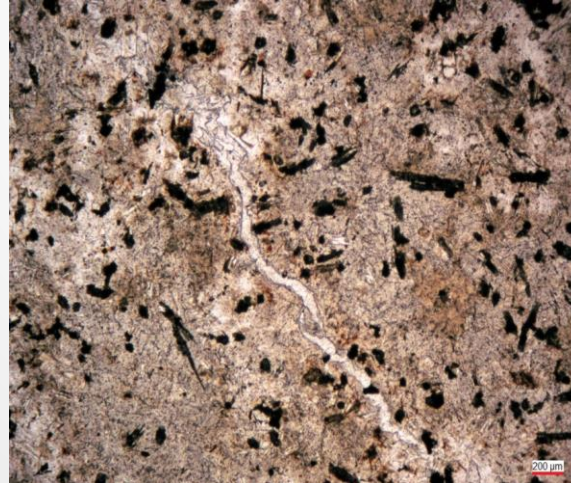
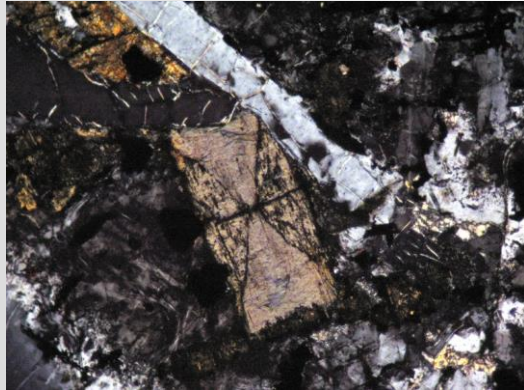
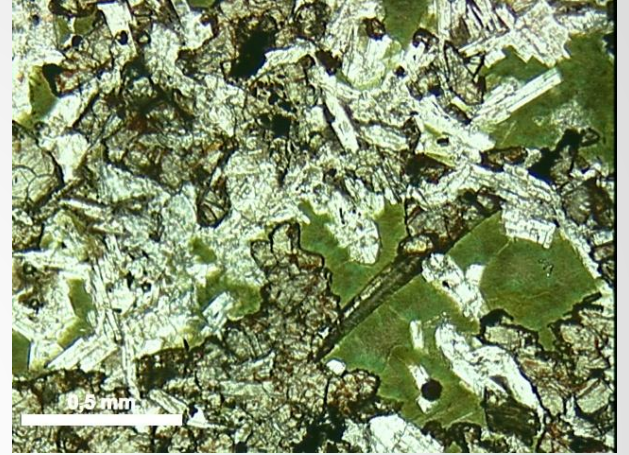
MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



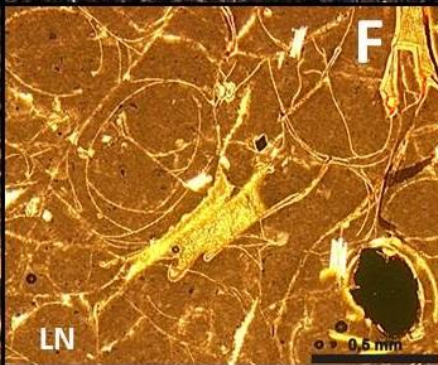
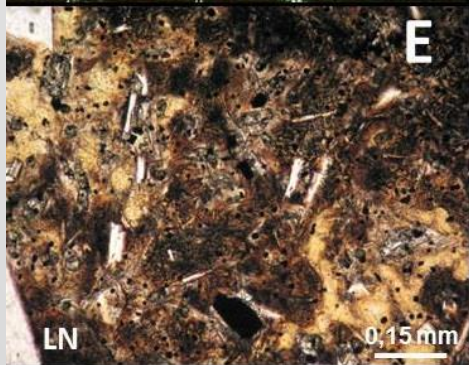
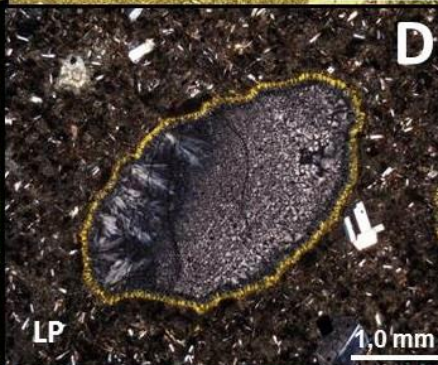
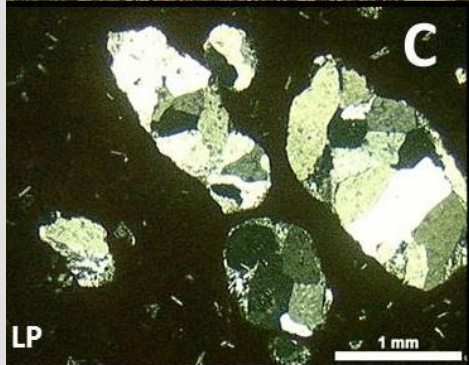
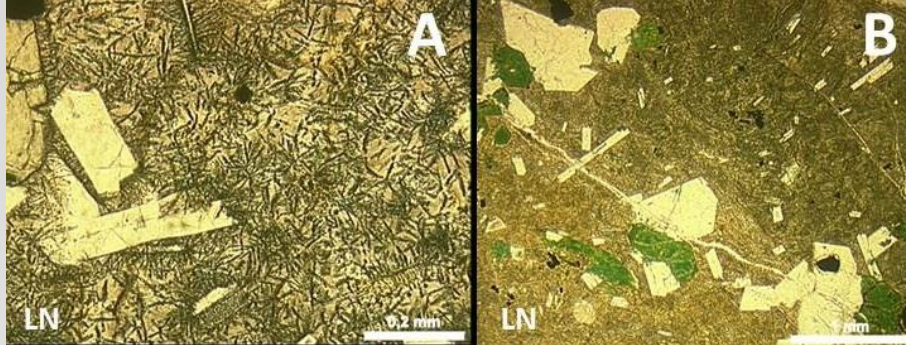


Amostras ABP-RS

	Basaltos	Dacitos
K ₂ O	0,88 - 2,8%	3,45 - 4,83%
CaO	5,67 - 10,78%	1,77 - 3,95%
MgO	2,62 - 7,24%	0,76 - 1,46%



Fotomicrografias Andréa Sander



SiO ₂	K ₂ O	CaO	MgO	SB	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅
58.68	3,91	4,16	1,17	9,24	6.84	0,27
66.43	4,42	2,58	1,11	8,11	6.63	0,26
64.70	3,06	3,64	1,38	8,08	6.56	0,25
57.25	3,57	4,34	2,14	10,05	6.91	0,27
66.10	4,31	3,18	1,2	8,69	6.65	0,27
59,39	1,36	5,18	1,99	8,53	6,36	0,28
66,56	4,88	2,53	1,31	8,72	6,21	0,26
67,76	5,18	2,56	0,87	8,61	6,80	0,26
65,47	3,34	3,47	1,36	8,17	6,15	0,25
67,67	4,74	2,35	1,03	8,12	6,12	0,25
65,14	3,09	3,51	1,41	8,01	6,22	0,26
66,02	5,59	2,66	0,91	9,16	5,62	0,27
68,19	9,09	0,63	0,32	10,04	6,46	0,26
64,93	3,18	3,53	1,51	8,22	6,32	0,26

BERGMANN, M.; JUCHEM, P. L.; PETROLI, L.; SANDER, A. **Caracterização Litoquímica e Petrográfica de Riodacitos Vítreos Mineralizados com Ametista no RS: Possíveis Fontes de Potássio e Multinutrientes para Remineralização de Solos.** 2017.



OPORTUNIDADES

Areia de Brita dacítica
Mineração Caxiense
(Caxias do Sul - RS)

**VSI: Vertical Shaft
Impact Crusher**

Mineração Andreetta – Erechim /Passo Fundo



CPRM
Serviço Geológico do Brasil

SECRETARIA DE
GEOLOGIA, MINERAÇÃO
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



Farming with crops and rocks to address global climate, food and soil security

David J. Beerling^{1*}, Jonathan R. Leake¹, Stephen P. Long^{2,3,4}, Julie D. Scholes¹, Jurriaan Ton¹, Paul N. Nelson⁵, Michael Bird⁵, Euripides Kantzas¹, Lyla L. Taylor¹, Binoy Sarkar¹, Mike Kelland¹, Evan DeLucia^{2,3}, Ilsa Kantola², Christoph Müller⁶, Greg H. Rau⁷ and James Hansen⁸

Captura de Carbono através do intemperismo implementado (“*enhanced weathering*”)

Reações do CO₂ com silicatos de Ca e Mg, através do emprego de rochas globalmente abundantes, como os basaltos

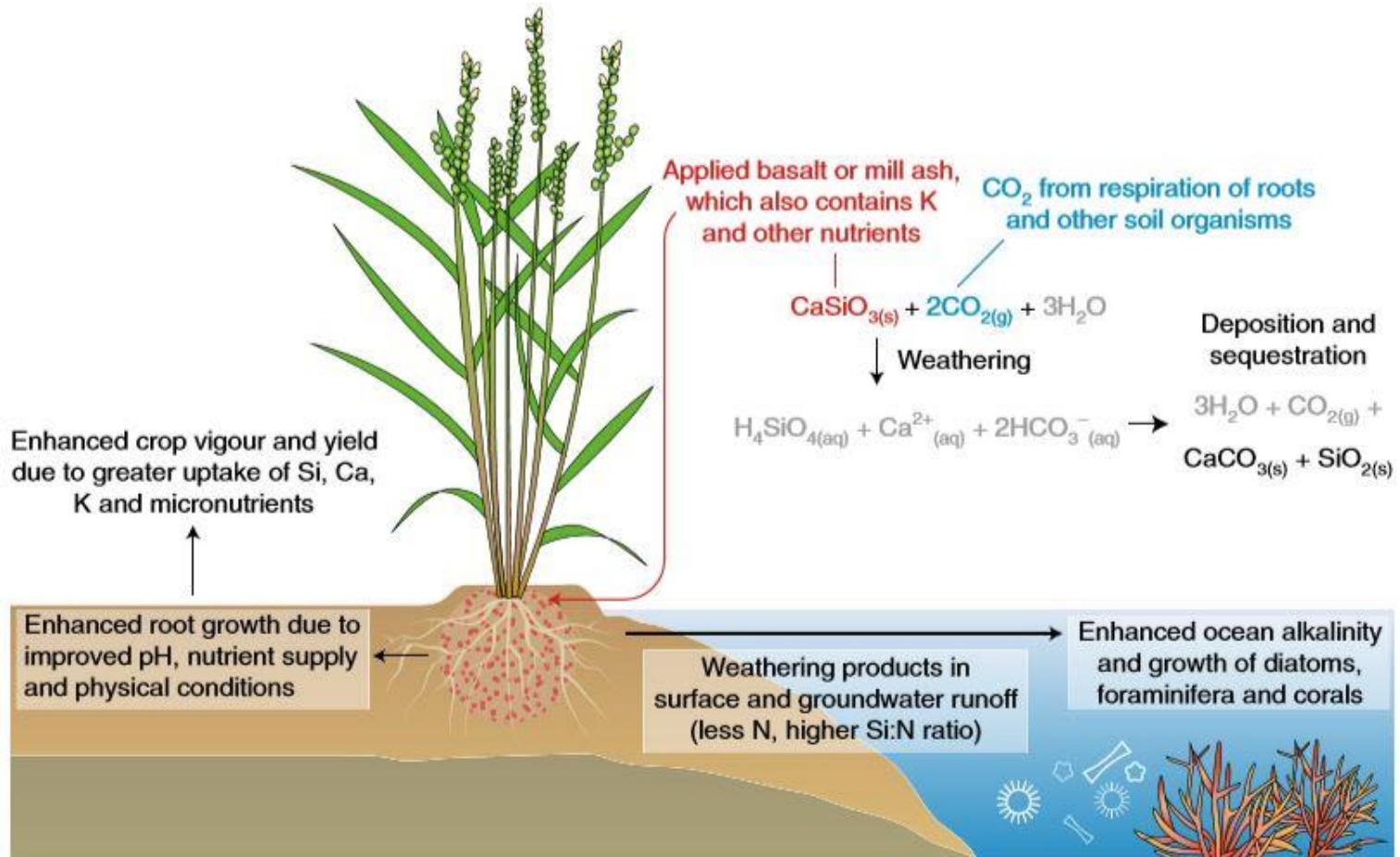
Processo capaz de moderar naturalmente o CO₂ atmosférico, e estabilizar o clima, o que já ocorreu em escala de tempo geológico.

Princípios de Geologia Sedimentar: Captura Biológica de Carbono

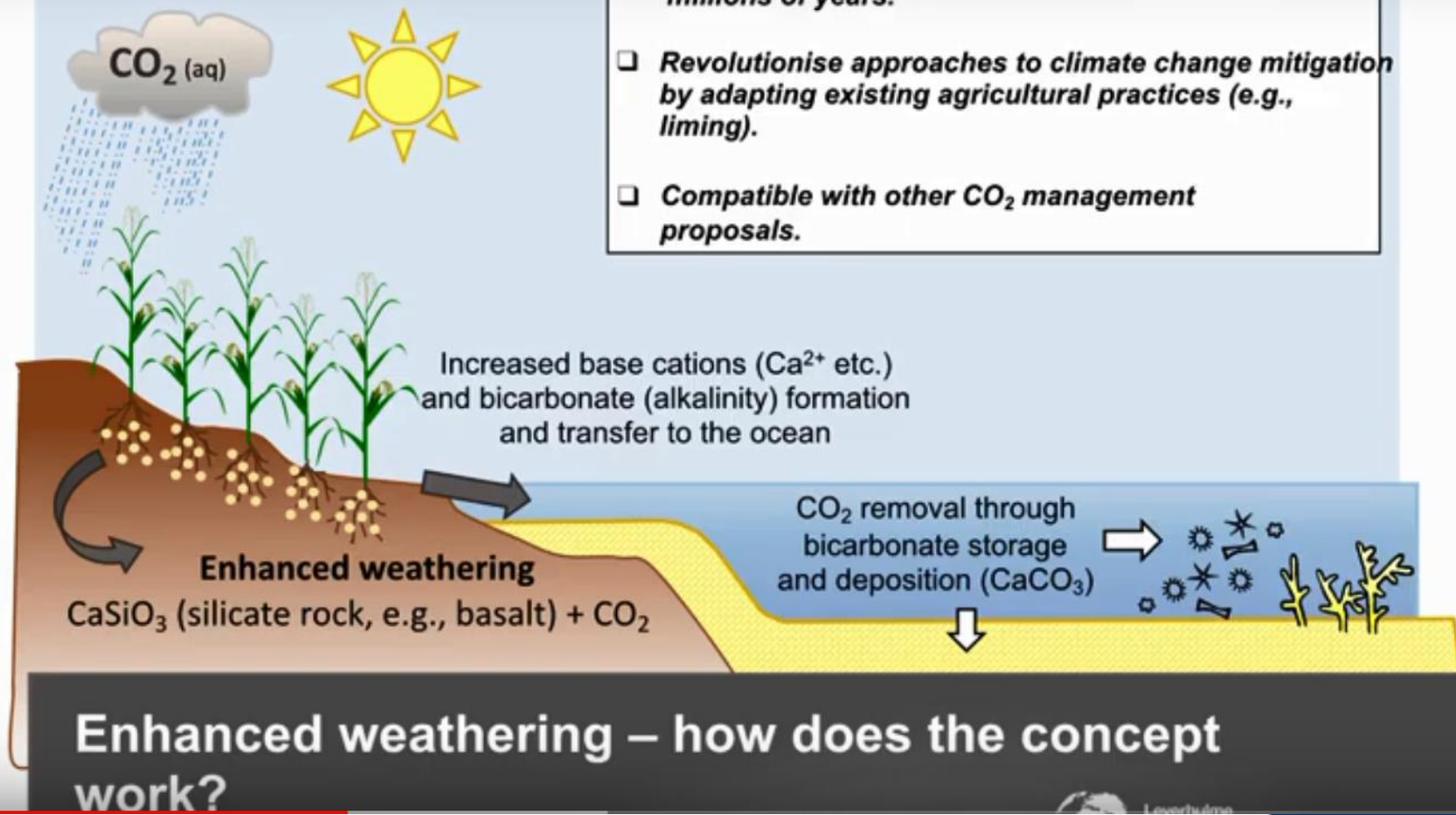
O carbono do CO_2 é incorporado nos organismos vivos pela fotossíntese, heterotrofia e formação de carapaças.

> 99% do CO_2 atmosférico proveniente de vulcanismo removido por organismos é depositado como carbonato de cálcio e matéria orgânica

5.3 gigatons de CO_2 são adicionados na atmosfera por ano, mas apenas cerca de 2.1 gigatons/ano acumulam-se; acredita-se que o restante é sequestrado como aragonita e calcita.



Summary of the potential effects of weathering of crushed basalt or silicate-rich wastes, such as sugarcane mill ash, applied to croplands (Beerling 2018)



Videos Beerling Captura de CO2

<https://www.youtube.com/watch?v=idEclSpdqo8>

<https://www.youtube.com/watch?v=0iAqxOMy61U>

Journal of Cleaner Production 233 (2019) 468–481



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Cleaner Production

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jclepro



Assessing the potential of soil carbonation and enhanced weathering through Life Cycle Assessment: A case study for Sao Paulo State, Brazil

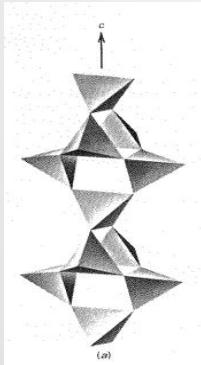
David Lefebvre ^{a,*}, Pietro Goglio ^{a,b}, Adrian Williams ^a, David A.C. Manning ^c, Antonio Carlos de Azevedo ^d, Magda Bergmann ^e, Jeroen Meersmans ^a, Pete Smith ^f



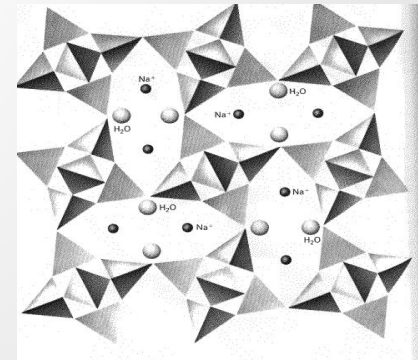
Check for updates

Zeolitas Naturais :

- Zeolitas: Silicatos hidratados de alumínio, sódio e cálcio do grupo dos Tectosilicatos.
- Arranjo estrutural basicamente composto por rede de tetraedros Si/Al interligados.
- Cadeias atreladas por cátions intersticiais de cálcio, sódio, potássio e bário.
- Minerais com estruturas abertas: desidratação/hidratação dentro do arranjo cristalino

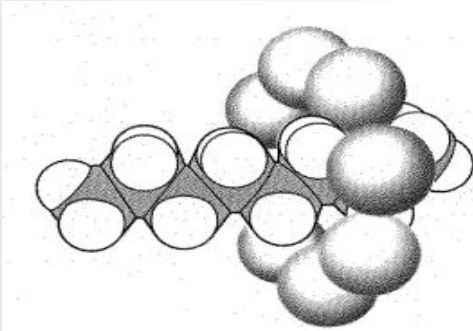


Natrolita e sua estrutura aberta

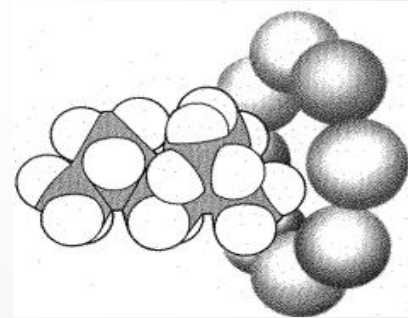


Uso Industrial das zeolitas

O uso na indústria está relacionado aos grandes canais onde se encontram alojadas moléculas de água, Ca, Na, K e Ba (cátions intersticiais) fácil e continuamente trocáveis, a medida que se aumenta a temperatura do sistema, sem provocar colapso do arranjo estrutural das zeolitas.

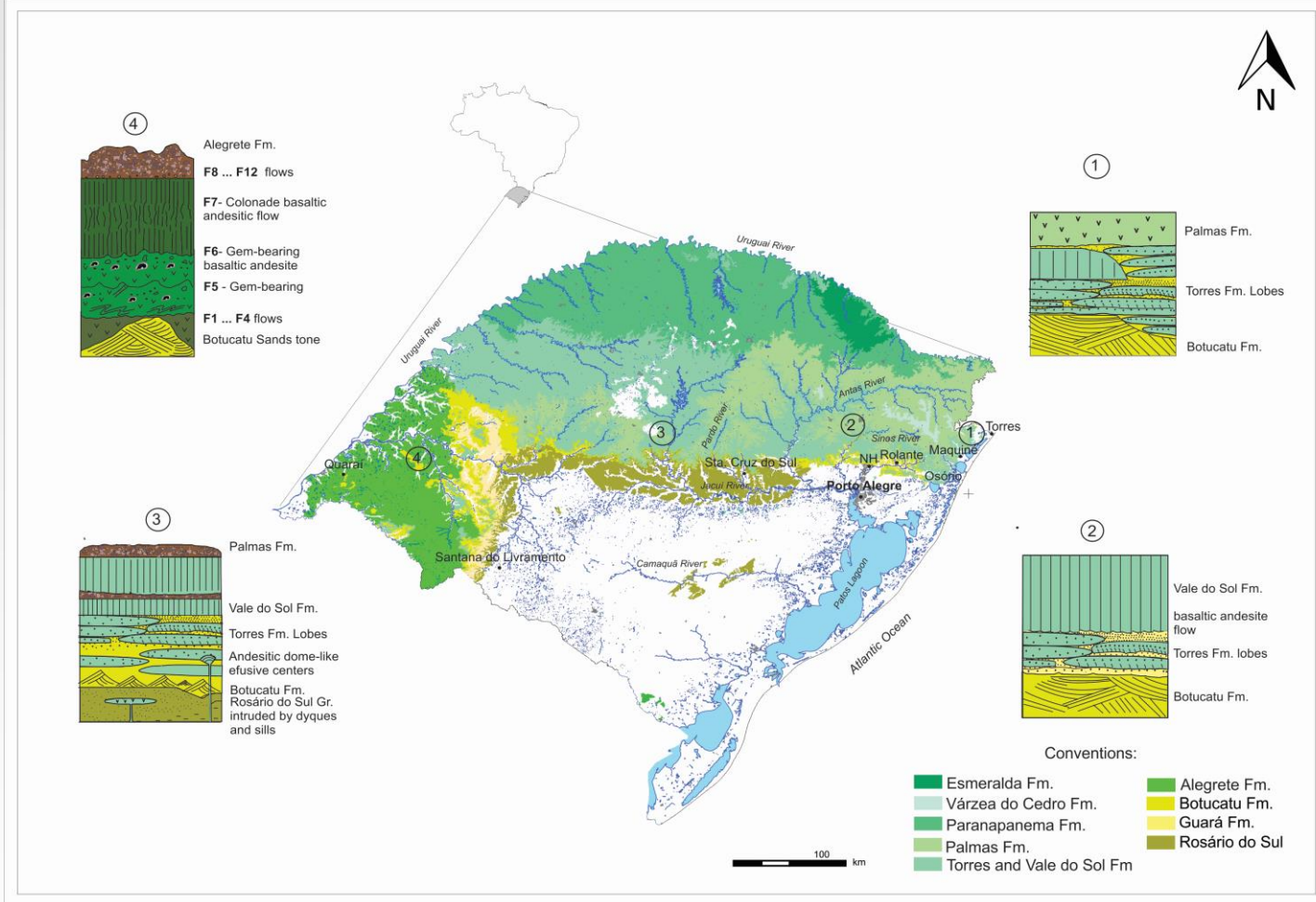


Cadeia contínua de hidrocarbonetos (Octano)



Cadeia ramificada de hidrocarbonetos (isooctano)

“Peneiras Moleculares” McBain (1932)



Mapa Geológico esquemático do Rio Grande do Sul. Adaptado de Wildner (2009) e conceitos de Rossetti (2017). Domínios Litoestratigráficos (1) Bloco Litoral, (2) Bloco Região Metropolitana de Porto Alegre, (3) Bloco Central (4) Bloco Fronteira Oeste



Bloco Litoral N

Laumontita >>>, esolecita, heulandita, min. silica, calcita

B. Região Metropolitana

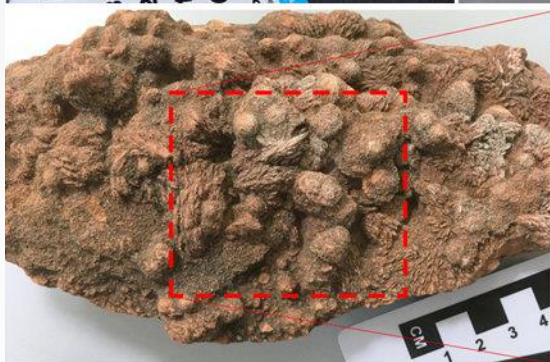
esolecita, heulandita e laumontita



SECRETARIA DE
GEOLOGIA, MINERAÇÃO
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



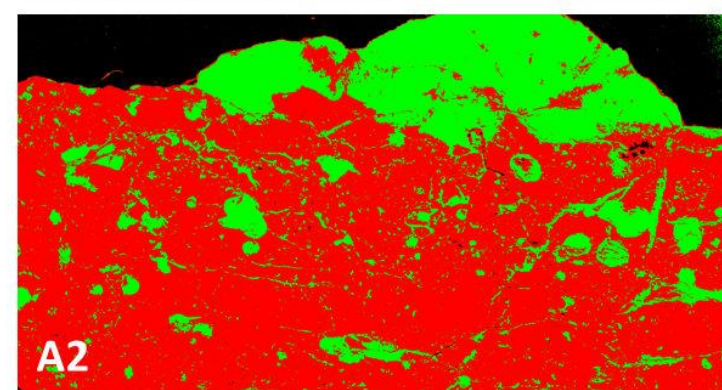
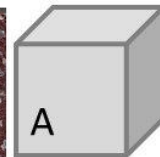
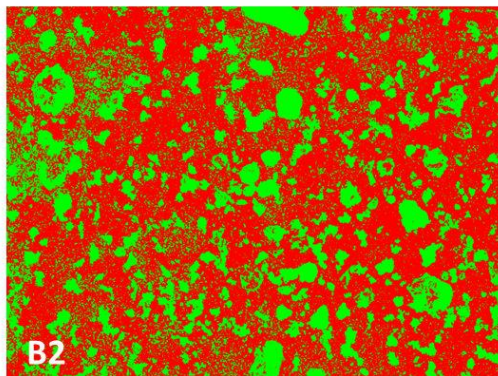
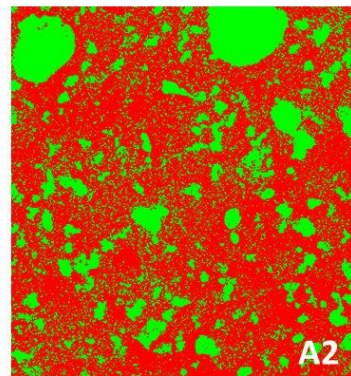
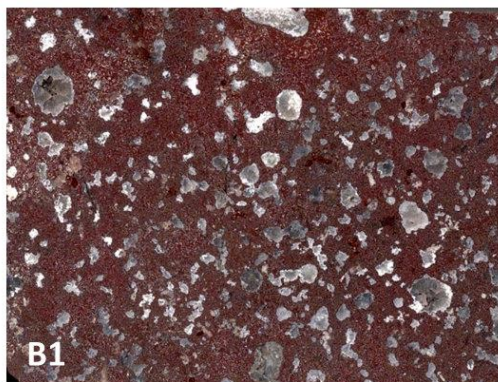
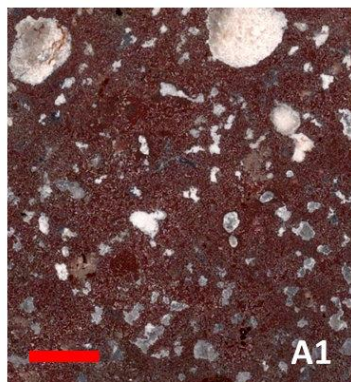
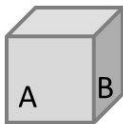


Bloco Central: heulandita, escolecita, mordenita and calcita; esmectitas e minerais de sílica (restritos).



Bloco Fronteira W
Calcita >>>
heulandita, mordenita,
escolecita, estilbita e
estelerita (argilominerais
e hialita)





Resultado da aplicação de algoritmo de classificação não supervisionada, executada no software ENVI 5.5
 Esquerda: Amostra MB-63. Face A-matriz 67,39; zeolita 32,61%. Face B-matriz 65,84%; zeolita 34,16%.
 Direita: Amostra MB-001 34% de zeolitas

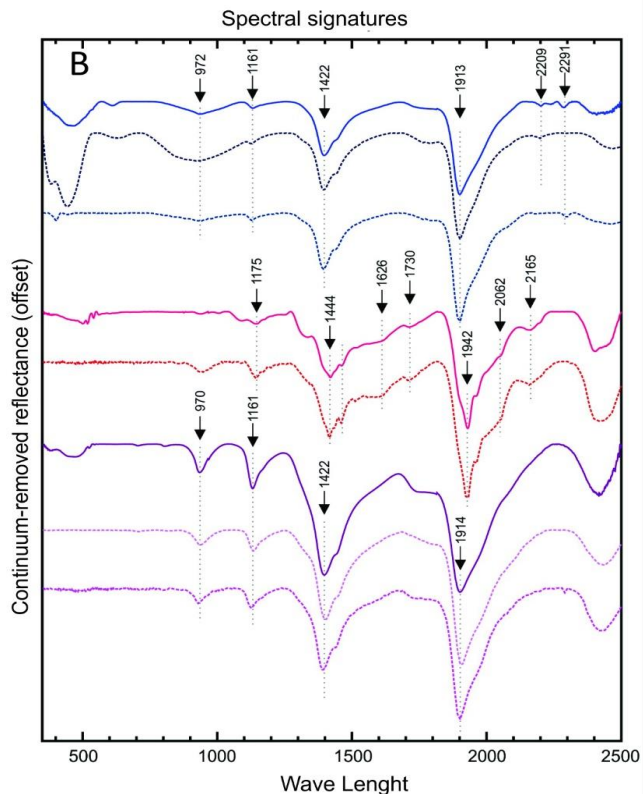
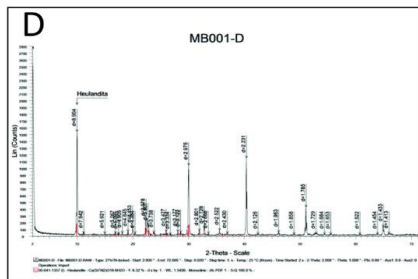
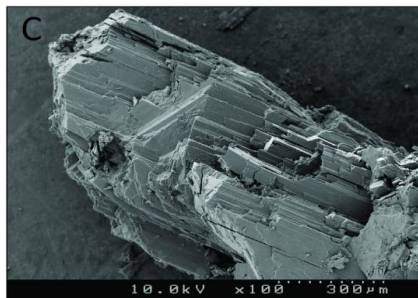
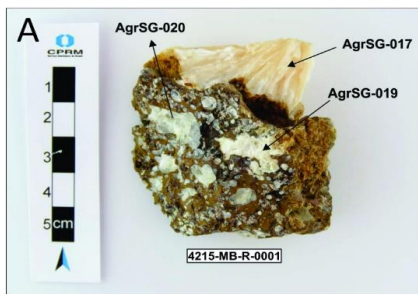
Tratamento: Oscar B. Scherer-CPRM



SECRETARIA DE
GEOLOGIA, MINERAÇÃO
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA





Analyse

— AgrSG-020

— AgrSG-019

— AgrSG-017

Reference Spectrum
(source: USG Spectral Library)

..... Erionite + Merlinoite

..... Clinoptililite

..... Escolecite

..... Heulandite

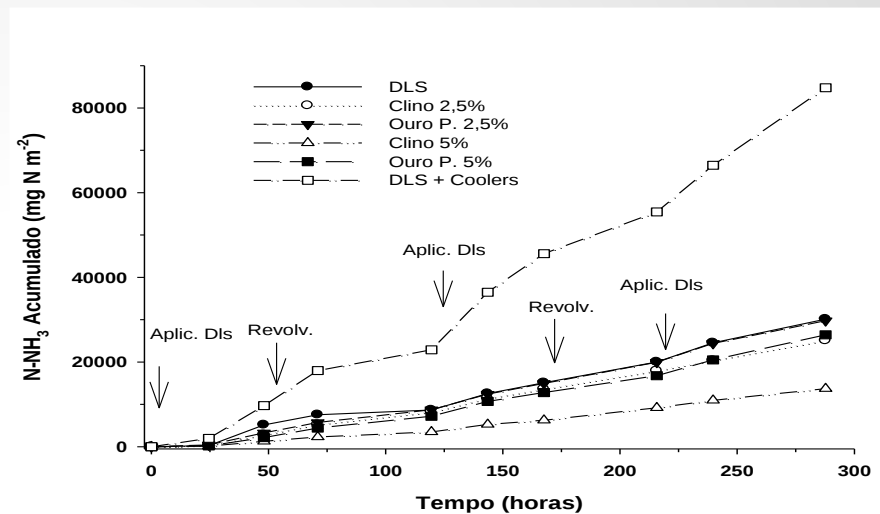
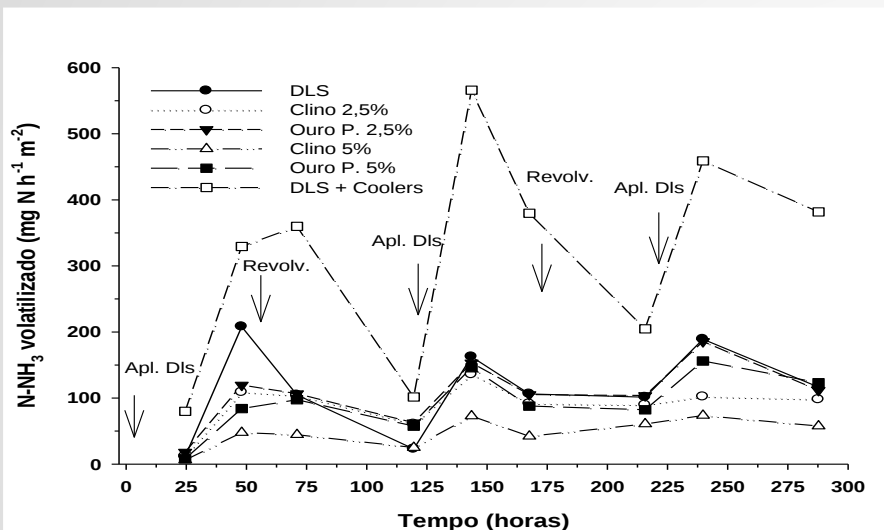
..... Stilbite

Zeolitas: feições distintas no SWIR – (1.0 a 2.5 μm) e múltiplas feições de absorção diagnósticas da água das zeolitas no intervalo 1.4 - 1.9 μm

Laboratório de Sensoriamento Remoto Geológico e Espectroscopia Mineral - CPRM.

Espectrorradiômetro FieldSpec 3 Hi-Res © -ASD, com resolução espectral 0,35-2,5 μm

3. Usos e Aplicações



Perdas de N na compostagem pelo aumento de T: até 70%

Experimentos na UFSM – Santa Maria, RS: Retenção de N

Compostagem com dejetos líquidos de suíno + serragem + zeolitas



Usina de compostagem da Cooperativa Ecocitrus Montenegro, RS



Uso de zeolitas dos basaltos amigdalóides da Fm. Torres, e de rocha basáltica de *sill* (pedreira Carolo) como fração mineral de composto orgânico

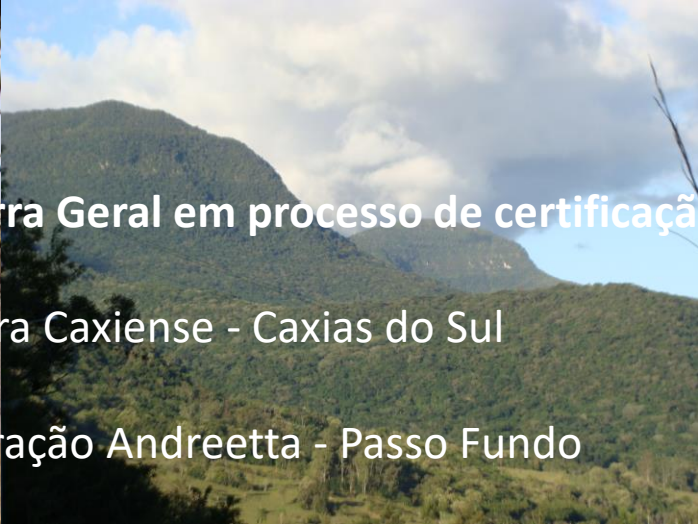




Rochas do G. Serra Geral em processo de certificação no RS

Dacito da Pedreira Caxiense - Caxias do Sul

Basalto da Mineração Andreetta - Passo Fundo



Dacito da Mineração Fabrita – Farroupilha

Basalto da Mineração Carpenedo - Santa Rosa



Basalto das lavras de ametista Cogamai- Ametista do Sul

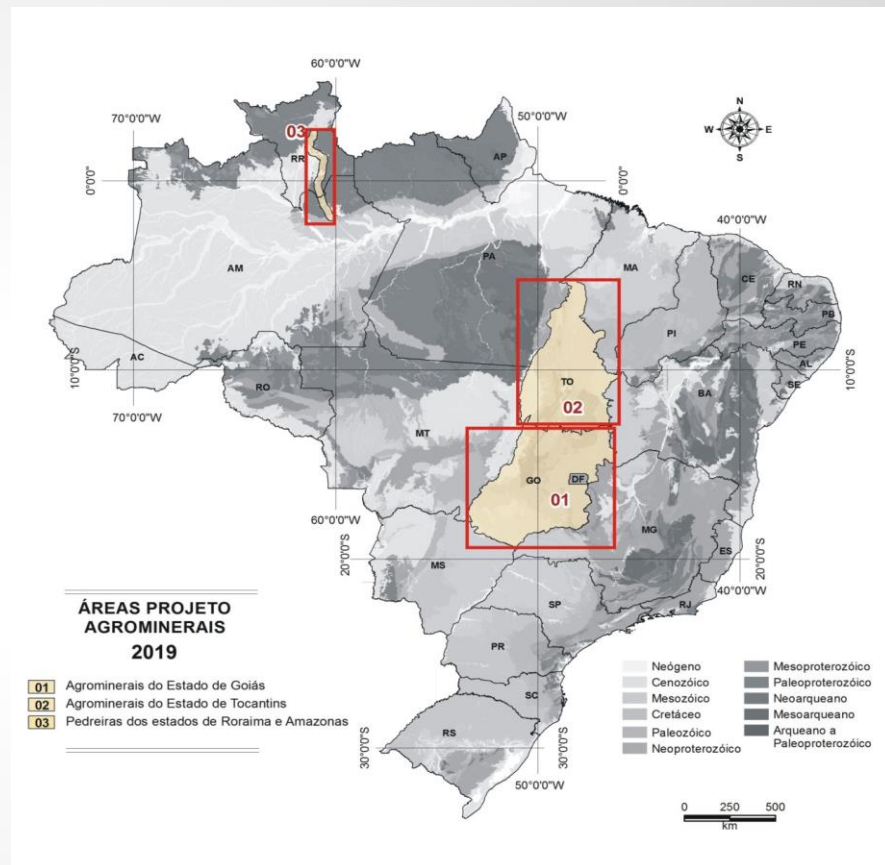


4. Projetos 2019

RORAIMA E AMAZONAS

TOCANTINS

GOIÁS



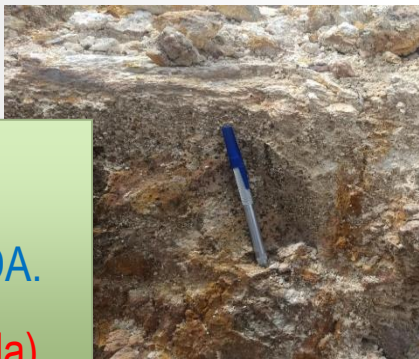
AMAZONAS

Lavras para Construção Civil

- Amazônia Mucajaí
Mineração (monzodiorito)



- Pedreira
Sumaúma LTDA.
(vulcânica ácida)



RORAIMA

Lavras Construção Civil

- Granada Mineração (basalto)



Lavra Ornamental



- Pedreira Roxinho
(charnoquito com mesopertita +ferromagnesianos)

TOCANTIS

GARIMPOS DE ESMERALDA

- Garimpo do Sequestro (Carlão)
(metamáfica e anfibolito)

- Garimpo do Sequestro (Babão)
(biotita xisto)



LAVRAS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

GURUPI - TO

- Pedreira Gurupi (inativa) (biotita gnaiss)



LAVRAS DE CALCÁRIO

FORMOSO DO ARAGUAIA – TO

- Pedreira Morro Azul (dol)



Bibliografia citada

BERGMANN, M.; SILVEIRA, C. A. P. ; BAMBERG, A. L.; MARTINAZZO, R.; GRECCO, M. F. Considerações sobre o potencial de uso agrônômico das rochas vulcânicas da Formação Serra Geral da Bacia do Paraná. In: HARTMANN, Léo Afrâneo; SILVA, Juliano Tonezer da; Donato, Maciel (Org.). **Tecnologia e Inovação em Gemas, Joias e Mineração**. Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2014. p.119-126.

BERGMANN, M.; JUCHEM, P. L.; PETROLI, L.²; SANDER, A.¹ **Caracterização Litoquímica e Petrográfica de Riodacitos Vítreos Mineralizados com Ametista no RS: Possíveis Fontes de Potássio e Multinutrientes para Remineralização de Solos**. In: Ações aplicadas à cadeia produtiva de gemas e joias do Rio Grande do Sul. 01 Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2017, ISBN: 9788561424565; v.01, p. 26-35.

GIACOMINI, D. A.; AITA, C.; PUJOL, S. B.; GIACOMINI, S. J.; DONEDA, A.; CANTÚ, R. R.; DESSBESELL, A.; LÜDTKE, R. C.; SILVEIRA, C. A. P. Mitigação das emissões de amônia por zeólitas naturais durante a compostagem de dejetos de suínos Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.49, n.7, p.521-530. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa MAPA nº 5 de 10/03/2016. Estabelece as regras sobre definições, classificação, especificações e garantias, tolerâncias, registro, embalagem, rotulagem e propaganda dos remineralizadores e substratos para plantas, destinados à agricultura. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 14 mar. 2016a. Disponível em: < <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=317444> >. Acesso em: 22 set. 2016.

ROSSETTI, L.; LIMA, E. F.; WAICHEL, B. L.; HOLE, M. J.; SIMÕES, M. S.; SCHERER, C. Lithostratigraphy and volcanology of the Serra Geral Group,Paraná-Etendeka Igneous Province in Southern Brazil: Towards a formalstratigraphical framework. [Journal of Volcanology and Geothermal Research](#), Amsterdam, v. 355, p. 98-114, apri. 2018.

VAN STRAATEN, P., 2007. Agrogeology: the use of rocks for crops. Cambridg: Enviroquest, 2007.

WILDNER, W.; RAMGRAB, G. E.; LOPES, R. da C.; IGLESIAS, C. M. da F. **Geologia e recursos minerais do estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CPRM, 2008. Escala 1:750.000. Programa Geologia do Brasil. Disponível em:  <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/10301>. Acesso em; 20 mar. 2019.



OBRIGADA!

Magda Bergmann
Pesquisadora Geóloga

E-mail: magda.bergmann@cprm.gov.br
alessandra.blaskowski@cprm.gov.br
andrea.sander@cprm.gov.br

www.cprm.gov.br