CARTILHA DA

ROCHAGEM

EXPEDIENTE

PROJETO GRÁFICO: Júlia Huff Theodoro

FOTOS: Suzi Huff Theodoro

IMPRESSÃO: Gráfica e Editora Ideal Ltda

Fonte: Os textos e figuras são de exclusiva responsabilidade da autora.
É permitido o uso e reprodução deste material desde que citada a fonte.

Dados Internacionais de Catalogação da Fonte (CIP)

T388 Theodoro, Suzi Huff.
Cartilha da Rochagem / Suzi Huff Theodoro ;
Ilustração Júlia Huff Theodoro. — Brasília :
Gráfica e Editora Ideal, 2011.
2a edição revisada (online), 2020.
32 p. ; 21cm

ISBN 978-85-89196-25-3

1. Fertilização. 2. Rochagem. 3. Adubo. 4. Solo agrícola. I. Título

CDU 631.82

EQUIPE DO PROJETO PRÓ-ÁFRICA

Antônio Olimpio Gonçalves (Angola), Carlos Roberto Dourado (Brasil), Jean Pierre Tchouankoue (Camarões), Julia Harper (África do Sul), Kleysson Garrido Rego (Brasil), Marcus Manuel Fernandes (Brasil), Othon Henry Leonardos (Brasil), Suzi Huff Theodoro (Brasil) — Coordenadora.

SUZI HUFF THEODORO

CARTILHA DA ROCHAGEM

2ª EDIÇÃO

BRASÍLIA — 2020

QUANDO NADA É CERTO, TUDO É POSSÍVEL.

Margareth Drabble

ÍNDICE

INTRODUÇÃO
página 6

AGRICULTURA
página 8

AGROECOLOGIA
página 12

ROCHAGEM
página 14

GLOSSÁRIO
página 27

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA
página 28

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS
página 29

INTRODUÇÃO

A década em que vivemos é marcada pela busca por meios para se desenvolver sustentavelmente, ou seja, tentar crescer economicamente sem agredir tanto o meio ambiente, já tão fragilizado.

Nesta cartilha, você irá encontrar informações sobre a *Rochagem*, uma técnica agrícola que busca aumentar a fertilidade do solo sem agredi-lo com insumos químicos – que, apesar de gerarem inicialmente uma boa produção, com o tempo vão comprometendo a sua estrutura e o os demais recursos ambientais.

A Rochagem é uma técnica que busca rejuvenescer e remineralizar os solos agrícolas por meio da adição de determinados tipos de rochas moídas. Tais rochas costumam conter vários minerais (multinutrientes) importantíssimos para o desenvolvimento das plantas.

O processo de fertilização do solo proposto pela Rochagem pode, comparativamente, ocorrer de forma mais lenta do que aquele obtido pela adição de fertilizantes químicos solúveis. Porém, esta aparente desvantagem é compensada pela disponibilização multivariada dos nutrientes por um período de tempo mais longo, uma vez que os mesmos são liberados das rochas pela ação do intemperismo, pela atividade de microrganismos e pelas práticas de manejo.

Por tal característica, esses materiais são considerados fertilizantes inteligentes ou de baixa solubilização (slow-release).

A elaboração de uma cartilha sobre a técnica da Rochagem faz parte dos produtos relativos ao Projeto *Fomento às Ações Afirmativas em Meio a Agricultores Afrodescendentes*, financiado no âmbito do Edital MCT/CNPq, nº 012/2008 – programas multilaterais (Pró-África).

Entre os principais objetivos desse projeto, citam-se:

1. A formação e consolidação de uma rede de cooperação científica Sul-Sul Afro-brasileira com ênfase em tecnologias agroecológicas, tendo como foco especial a Rochagem;

2. A construção de estratégias de produção agrícola em meio a agricultores familiares afro-brasileiros por meio da troca de experiências e metodologias científicas e empíricas desenvolvidas no Brasil e em três países Africanos: África do Sul, Camarões e Angola.

Esta é uma edição atualizada da Cartilha da Rochagem. Ela inclui revisões no texto, novas informações acerca da composição química de alguns minerais formadores de rochas e referências bibliográficas mais atuais.

Além disso, a nova edição traz algumas informações sobre o marco legal dos remineralizadores, que ao longo da última década avançou consideravelmente no Brasil.

Quando encontrar algum asterisco* no texto, encontre o significado para o termo no glossário!

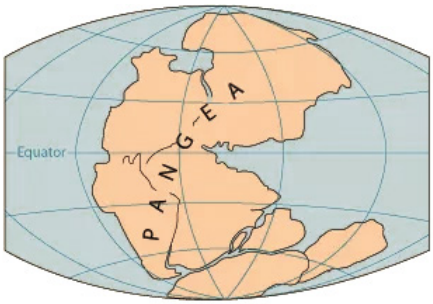
AGRICULTURA

A história da agricultura retrata de forma contundente como se deu a evolução da humanidade e do uso dos recursos naturais para a produção de alimentos. A atividade agrícola – iniciada com os caçadores/coletores há cerca de 12.000 anos – foi sendo incrementada, transformada e manipulada de tal forma que, desde o final do século XX (anos de 1970), a produção que antes girava em torno dos ciclos naturais agora vem sendo baseada em tecnologias de precisão.

Porém, muito antes disso, o Planeta passou por transformações grandiosas que resultaram na forma como hoje o vemos. A Terra tem 4.5 bilhões de anos: é quase impossível imaginar esse espaço de tempo. Para ter uma ideia, poderíamos imaginá-lo como se fosse medido em uma escala de um ano, ou seja, 365 dias. Assim, o mês de março equivaleria ao tempo de formação das rochas mais antigas conhecidas; os dinossauros desapareceriam no dia 26 de dezembro; e os humanos só surgiriam no dia 31 de dezembro, às 20h00.

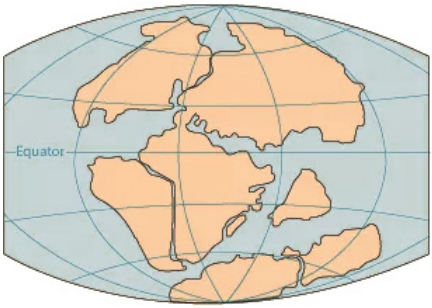
Durante o percurso de evolução da Terra, continentes se formaram, se aglutinaram e se separaram. Os cientistas nos dizem que a primeira porção de terra a surgir foi a *Pangea*, que é descrita como um Mega Continente. Posteriormente, formaram-se dois grandes blocos: o da *Laurásia*, ao norte, e o de *Gondwana*, ao sul. Neste período, Brasil e África formavam um só continente. Com o tempo, ambos foram se fragmentando, até chegarem à divisão que conhecemos hoje.

Mas é importante lembrar que o processo de movimentação dos continentes continua. Prova disso são os terremotos e vulcões causados pela movimentação das *placas tectônicas**. Elas se encontram abaixo dos continentes, formando peças de um gigantesco quebra-cabeças que engloba o Planeta inteiro – e que, ao se movimentarem, nos lembram que a Terra tem vida própria.

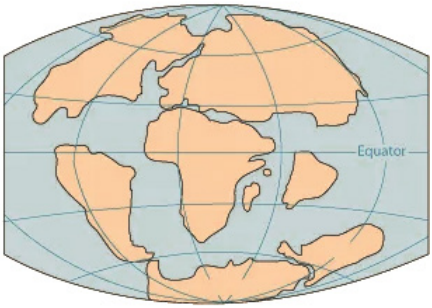


250 milhões de anos atrás

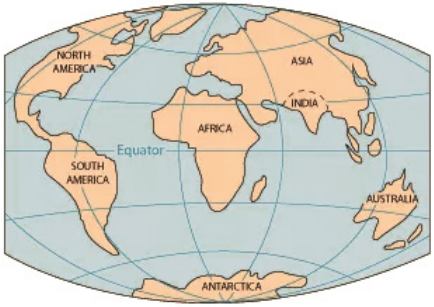
200 milhões de anos atrás



145 milhões de anos atrás



65 milhões de anos atrás



Presente

Figura 01: Formação das massas continentais. Adaptada de U.S. Geological Survey

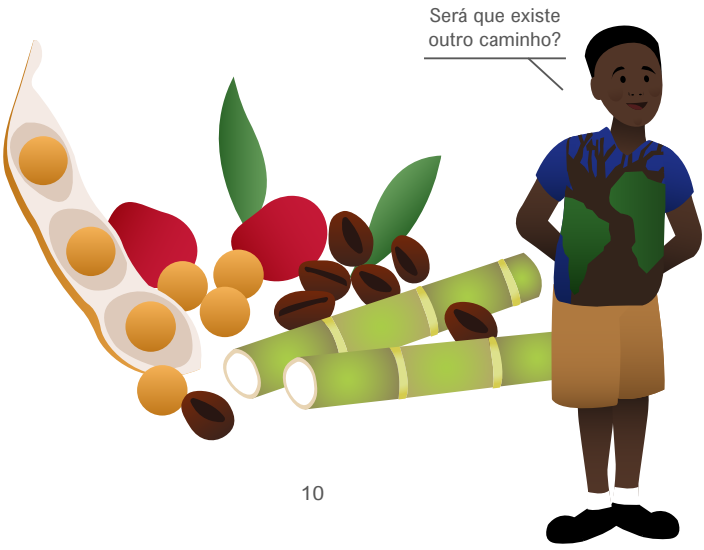
A atividade agrícola no Brasil

Antes de podermos entender o modelo agrícola utilizado no Brasil, é preciso entender o conceito de agricultura. O prefixo *agro* tem origem na palavra em latim *agru*, que significa “terra cultivada ou cultivável”.

Pode-se dizer que a agricultura é o conjunto de técnicas utilizadas para cultivar plantas com o objetivo de obter alimentos, fibras, energia, matéria-prima, roupas, medicamentos, ferramentas etc(1).

No Brasil, desde a colonização do território pelos europeus, implementou-se no país um modelo agroexportador – ou seja, um modelo que visa produzir em larga escala para exportar, ao invés de abastecer o mercado interno. Com esse modelo, o Brasil passou por períodos tanto de prosperidade quanto de decadência econômica. Como exemplo, podemos citar os ciclos da cana-de-açúcar, do café, da borracha e, mais recentemente, das culturas conhecidas como *commodities* (soja, milho, algodão), inseridas no mercado globalizado.

Neste cenário, as diferentes formas de conhecimento agrícola indígena e dos povos e comunidades tradicionais vêm perdendo espaço, pois ainda são vistas como modelos agrícolas atrasados, de baixa produtividade, de “matutos”.



Mas seria o modelo brasileiro atual o melhor caminho?

A atividade agrícola moderna, hoje dominante no Brasil, é uma das que mais transforma os agroecossistemas. A Revolução Agrícola (ou Revolução Verde) – que disseminou novas sementes, insumos e práticas agrícolas, além de permitir um vasto aumento na produção por meio do "melhoramento genético" de sementes, do uso intensivo de insumos industriais, da mecanização e da redução do custo de manejo – de fato possibilitou um grande aumento da produtividade, mas, também, ampliou a dependência dos agricultores por insumos (quase 80% do NPK utilizado no Brasil é importado, segundo dados de 2020), equipamentos, financiamentos e sementes (pacotes tecnológicos).

Além disso, com a introdução de máquinas e recursos tecnológicos na agricultura, intensificou-se o processo de êxodo rural, em grande parte graças ao aumento do índice de desemprego de trabalhadores rurais que antes tiravam o sustento das famílias de suas terras. Com a mudança do modelo de produção, esses agricultores foram ficando inviabilizados por falta de crédito, de recursos e de assistência técnica – a qual é dirigida prioritariamente aos adeptos do modelo dito moderno. Esse processo desvalorizou agricultores familiares, aumentou a degradação dos solos e, ainda, acelerou o processo de destruição do ambiente natural para obtenção de culturas direcionadas ao mercado externo.

Qual seria, então, a solução?

Não existe um único caminho ou opção. Para mudar um modelo em avançado estágio de esgotamento ambiental, são necessárias a adesão e a incorporação de novos princípios, práticas, estratégias e políticas públicas condizentes com os objetivos da sustentabilidade, em todas as suas dimensões. A boa notícia é que a agroecologia pode viabilizar este novo caminho.

AGROECOLOGIA

Agroecologia: uma contrarrevolução?

A agroecologia pode ser entendida como um conjunto de saberes que incorpora princípios ecológicos, valores culturais e conhecimentos antropológicos, econômicos e tecnológicos que confluem na dinâmica dos agroecossistemas[2]. Os princípios que estão na base dos fundamentos da agroecologia são:

1. O entendimento de análises multidimensionais – econômica, social, ambiental, cultural, política e ética;

2. A integração de saberes;

3. O manejo e redesenho de agroecossistemas sustentáveis;

4. A incorporação do enfoque holístico e transdisciplinar na produção alimentar;

5. A compatibilização de conhecimentos empíricos e científicos;

6. A aglutinação e multiplicação de experiências bem-sucedidas de vários atores sociais;

7. As inovações tecnológicas alternativas;

8. O uso de novas abordagens e entendimentos

9. O trabalho sob o enfoque de metodologias participativas;

10. A construção de pontes e interrelações (novas conexões);

11. O entendimento das limitações dos agroecossistemas, onde as interações ecológicas e os sinergismos entre componentes biológicos criem, eles próprios, a fertilidade do solo, a produtividade e a proteção de culturas[3].

Vale dizer que a agroecologia propõe a incorporação de entendimento das adaptações bem-sucedidas que foram capazes de permanecer com o passar das gerações. Além disso, agroecologia também é espaço de visibilidade e protagonismo das mulheres.

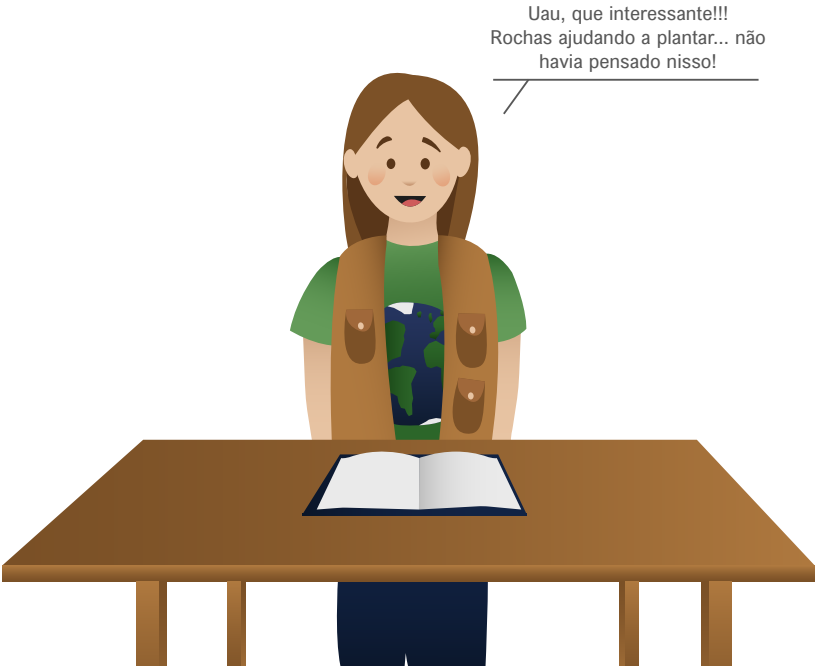
A tecnologia da Rochagem, apresentada a seguir, adere totalmente a esses princípios, uma vez que representa a base do conhecimento tradicional associada a uma visão científica, sistêmica e holística.

ROCHAGEM

A Rochagem é uma tecnologia ou uma prática agrícola de incorporação de rochas moídas e/ou minerais ao solo, sendo a calagem e a fosfatagem natural casos particulares dessa prática[5].

A Rochagem pode ser considerada como um tipo de remineralização onde o pó de rocha é utilizado para rejuvenescer solos quimicamente empobrecidos ou degradados pelo uso inadequado (ou pelo próprio processo desgaste natural). Fundamenta-se, basicamente, na busca pelo equilíbrio da fertilidade do solo, na conservação dos recursos naturais e na produtividade naturalmente sustentável[6].

O uso de rochas moídas – ou pós de rocha (remineralizadores) – para alterar os níveis de fertilidade dos solos reproduz um mecanismo que a natureza utiliza ao longo do processo de desgaste das rochas: o intemperismo, no qual ocorre a lixiviação ou a concentração de determinados elementos (macro e micronutrientes)[7], os quais são necessários ao pleno desenvolvimento das plantas – e, em última instância, à nutrição, à saúde e ao futuro da humanidade.



A Figura 02 mostra o processo de formação das rochas. Pode-se perceber que quanto maior é a sua temperatura de formação, mais fácil será a sua alteração ou desgaste – ou seja, seu intemperismo. Essa característica é muito importante, pois as rochas mais ricas em nutrientes são as que se alteram mais facilmente.

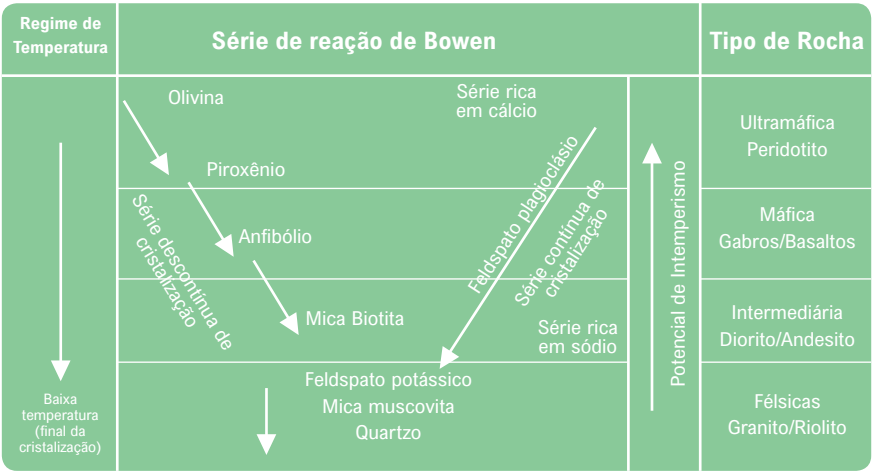


Figura 02: Processo de Formação das Rochas

Experiências de Rochagem no Brasil

O Brasil é um país mega-geodiverso: nele, é possível encontrar vários tipos de rochas aptas ao uso para remineralizar solos. A Figura 03 mostra alguns tipos de rochas que foram objeto de experimentos agrícolas em diferentes partes do país e que mostram resultados positivos no que se refere às mudanças nos níveis de fertilidade dos solos e de produtividade.

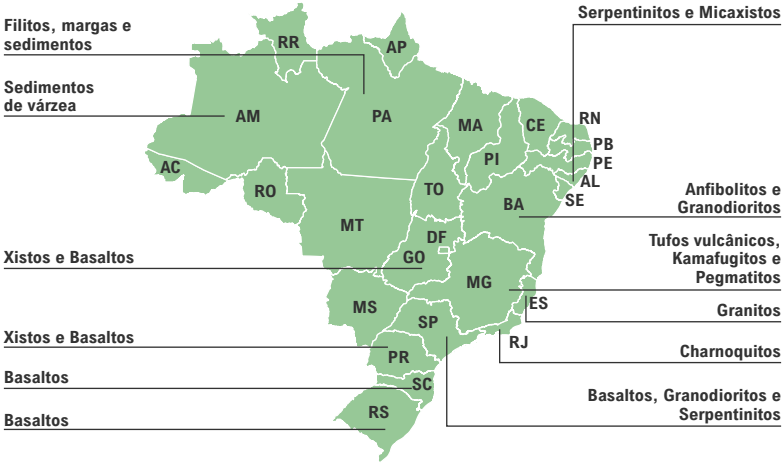


Figura 03: Tipos de Rochas encontradas e testadas no Brasil

Deve-se alertar para dois fatos importantes:

1. É preciso conhecer o tipo de rocha que se pretende utilizar. Os testes agrícolas com rochas moídas devem considerar a oferta dos macro e micronutrientes presentes nos minerais que as compõem, bem como as características físicas e de fertilidade dos solos.

2. Não é toda rocha que pode ser usada para fins de Rochagem. O excesso de elementos tóxicos ou outros contaminantes pode impedir o uso de determinadas rochas.

É importante mencionar que o uso dos remineralizadores de solo já está regulamentado no Brasil. A Lei nº 12.890/2013 inseriu os pós de rocha como fertilizantes passíveis de serem comercializados e fiscalizados no país. As Instruções Normativas (INs) 05 e 06/2016 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)

estabeleceram as garantias mínimas que os remineralizadores devem possuir para receber um registro de comercialização: soma de bases – K_2O, CaO e MgO $\geq$ 9%, teores de quartzo $\leq$25% e limites mínimos de Elementos Potencialmente Tóxicos (EPT).

A Figura 04 apresenta resultados de análises de fertilidade de algumas rochas amplamente disponíveis em diferentes regiões do Brasil. As rochas que demonstraram os melhores resultados são aquelas de origem vulcânica, especialmente as mais jovens – como é o caso dos basaltos. Tais rochas estão entre as mais testadas e com maiores possibilidades de fornecer nutrientes para os solos (especialmente cálcio, magnésio, sílica e, eventualmente potássio e fósforo). Outros tipos de rochas também são interessantes para o uso de remineralização de solos, tais como as rochas metamórficas que tenham sofrido processos hidrotermais com acúmulo de fósforo e cálcio, além de alguns tipos de rochas sedimentares (como por exemplo as rochas fosfáticas).

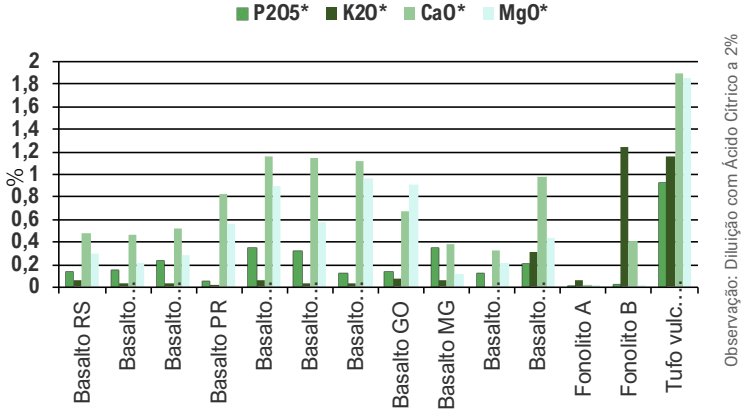


Figura 04: Comparação da disponibilidade de macronutrientes de algumas rochas brasileiras

Apesar do grande potencial que certas rochas representam para remineralizar os solos, uma barreira ainda precisa ser vencida: a velocidade de disponibilização dos nutrientes. Alguns mecanismos podem acelerar o processo de dissolução, tais como:

1. O uso de bactérias inoculantes e fixadoras de nitrogênio;
2. O uso de material orgânico compostado com a rocha;
3. A adubação verde incorporada ao solo junto aos pós de rocha.

Vantagens da Rochagem

1. Os **custos** de aquisição de pós de rocha são muito menores e seu efeito pode se estender por até 4 ou 5 anos consecutivos, por conta da disponibilização lenta dos nutrientes;

2. A **produtividade** mostra-se equivalente ou superior à obtida pela fertilização convencional – até 30% maior em culturas de ciclo longo;

3. O **teor de umidade** é maior nas áreas onde se aplica pó de rocha, o que mostra que os argilominerais presentes nas rochas (resultantes do intemperismo) possuem grande capacidade de retenção de água;

4. As **raízes** das plantas apresentam-se em maior quantidade e mais desenvolvidas do que as de plantas que recebem adubação convencional;

5. As culturas de **ciclo longo** (cana-de-açúcar e mandioca, por exemplo) e espécies florestais apresentam melhor desempenho, uma vez que se utilizam por mais tempo dos nutrientes disponibilizados na medida da necessidade das plantas;

Figura 05: Comparação entre Rochagem e Adubação Química em raízes

6. As culturas de **ciclo curto** (milho e arroz, por exemplo) apresentam resultados com produção semelhante ou levemente superior quando comparadas à adubação química;

7. As plantas mostram maior quantidade de **massa verde**, são mais exuberantes e apresentam maior perfilhamento;

8. Pós de rocha são **materiais disponíveis** local ou regionalmente, o que facilita muitas vezes o transporte e manejo;

9. A remineralização do solo possibilita o **sequestro de dióxido de carbono** (CO_2) da atmosfera por meio de reações de carbonatação, favorecendo alternativas que inibem as mudanças climáticas;

10. A associação de pós de rocha com **composto orgânico e/ou adubação verde** (fonte de nitrogênio) mostra-se fundamental para o desenvolvimento das plantas, evidenciando que a associação das fertilizações organominerais pode suprir as necessidades de macro e micronutrientes das plantas.

Desvantagens da Rochagem

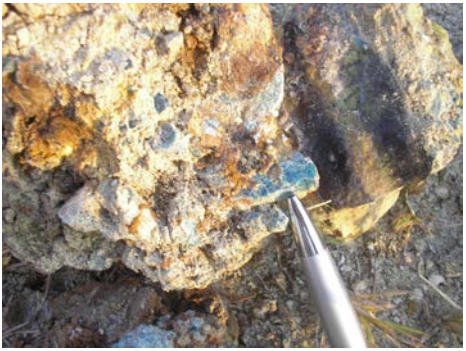
1. A solubilidade e disponibilidade dos nutrientes é mais lenta e, portanto, os resultados poderão demorar um pouco mais para serem percebidos;

2. O custo de transporte do material pode inibir o uso em função do preço dos combustíveis e das distâncias;

3. A inexistência de crédito com a finalidade específica para aquisição de pó de rocha pode limitar a adoção da técnica;

4. Ainda percebe-se ausência de políticas públicas, ou de uma politica nacional, que incentivem o uso de remineralizadores de solo para a agricultura.

Cadeia de produção do Pó de Rocha



1. Matéria-prima (rochas)

2. Britagem/Moagem

3. Transporte

4. Consumidor

Metodologia de uso e aplicação de Pós de Rocha

1. Preparo do solo;

2. Seleção das culturas e consórcios;

3. Análises de fertilidade para conhecer as restrições, as potencialidades e as necessidades dos solos;

4. Seleção das rochas ou das misturas (blends) de diferentes tipos de rochas que serão aplicadas ao solo;

5. Definição da carga de material (quantidade de rocha) a ser utilizada;

6. Investigação e pesquisa sobre a composição mineralógica e química da rocha selecionada, bem como seu potencial de fertilidade;

7. Verificação da existência de matéria orgânica disponível localmente e de que tipo de mistura é mais recomendada;

8. Aplicação do material (a lanço, nos sulcos ou nos berços);

9. Semeadura ou plantio de mudas e culturas agrícolas;

10. Manejo periódico para controlar espécies concorrentes;

11. Comparação do desenvolvimento e da produtividade das plantas em parcelas ou blocos de controle (onde não se adiciona pó de rocha);

12. Rotação e consórcio de culturas;

13. Acompanhamento das alterações da fertilidade do solo;

Para melhorar o perfil de solubilidade dos remineralizadores, informamos uma receita que foi desenvolvida por agricultores familiares.

Receita desenvolvida por agricultores familiares do Paraná

ingrediente	função
fermento de pão (5g) + rapadura (10g) + água (1L)	inoculante e fonte de carbono**
solo da região (50kg)	estrutura física da compostagem
mamona (palhada seca) (20kg)	fonte de nitrogênio
esterco (9kg)	nigrogênio e microorganismos
farinha ou farelo de milho (3kg)	fonte de carbono
matéria orgânica oriunda de área preservada (1kg)	microorganismos
cinza vegetal (1kg)	fósforo e potássio
pó de rocha (5kg)	nutrientes minerais
fosfato natural (1kg)	fósforo
mandioca cozida e/ou batata doce (30g)	fonte de carbono**
caldo de cana-de-açúcar (1L)	fonte de carbono**
flor de mel (palhada verde) (3kg)	fonte de nitrogênio e fósforo

** energia prontamente disponível

Rochas que podem ser utilizadas para remineralizar solos

Anfibolito: *Rocha metamórfica** formada principalmente por anfibólios e feldspatos (plagioclásio).

Basalto: *Rocha ígnea** de granulação fina – quando seus cristais não são vistos à vista desarmada – podendo ainda conter grandes quantidades de uma matriz fina, até mesmo vítrea (material amorfo). Essa rocha é constituída principalmente por plagioclásios e piroxênios, e em muitos casos, por olivina. A rocha basáltica geralmente possui cor escura acentuada (rocha máfica).

Carbonatito: *Rocha ígnea ultramáfica** constituída essencialmente por carbonatos como calcita e dolomita, além de outros minerais, tais como: magnetita, flogopita, apatita, olivina, piroxênio.

Filito: *Rocha metamórfica* de granulação fina constituída basicamente de sericita, clorita, caulinita e quartzo. Tem comumente aspecto sedoso, devido à sericita.

Folhelho: *Rocha sedimentar** caracterizada por uma granulação fina, com lâminas facilmente separadas. Formada pela consolidação de camadas de lama, argila ou silte.

Granito: *Rocha ígnea plutônica**, ácida, granular e de coloração clara, essencialmente constituída por quartzo e feldspatos alcalinos e a acessoriamente por biotita, muscovita, piroxênio e anfibólios.

Gnaisses: Grupo de *rochas metamórficas* originadas por metamorfismo regional, especialmente de alto grau, de textura orientada, granular, caracterizada pela presença de minerais como feldspato, além de quartzo, mica, anfibólio.

Fonolito: *Rocha ígnea* eruptiva microcristalina – ou seja, possui minerais muito pequenos – rica em potássio.

Granodiorito: *Rocha ígnea plutônica* ácida, granular, de composição intermediária, constituída por plagioclásio, quartzo e feldspato potássico; contém biotita, hornblenda e mais raramente piroxênio.

Kamafugito: Grupo de *rochas ígneas* riquíssimas em potássio. Normalmente, o grupo é associado à ocorrência de diamantes.

Pegmatito: *Rocha ígnea* de granulação grosseira (o tamanho dos minerais é igual ou maior que 20mm). A maioria apresenta mineralogia semelhante ao granito. É composto em geral por quartzo, feldspato e mica. Pode conter outros minerais tais como terras raras e gemas (água-marinha, turmalina, topázio, fluorita e apatita, entre outros).

Piroxenito: *Rocha ígnea plutônica* composta essencialmente por piroxênio e olivina – esta em menores quantidades. Acessórios comuns são: magnetita, cromita, espinélio, pirrotita e outros sulfetos.

Serpentinito: *Rocha ígnea ultramáfica* composta quase inteiramente por minerais do grupo da serpentina.

Verdete: *Rocha sedimentar* rica em minerais potássicos (glauconita, ilita e sercita) e com teores de 5 a 15% de K_2O.

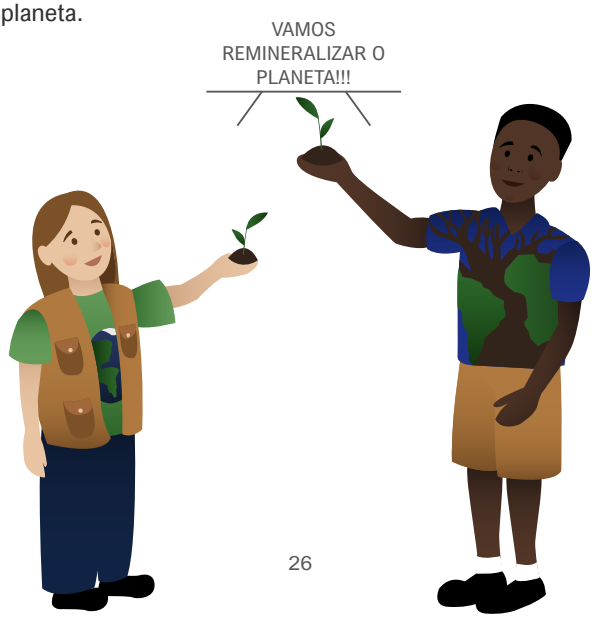
Xisto: *Rocha metamórfica* acentuadamente foliada (laminada), composta predominantemente por minerais micáceos orientados – biotita, muscovita, clorita, sericita etc. – e por quartzo, em menor proporção.

CONCLUSÃO

Para mudar o mundo, é necessário um esforço coletivo em busca de um novo patamar de transformação. Isso demanda tempo, solidariedade intergeracional e consenso. A conjunção de tais ferramentas de decisão é difícil de ser alcançada em sociedades que não se vêem como iguais. Contudo, se ainda não há uma conjunção de vontades ou consenso para mudar o mundo, podemos mudar práticas e princípios relacionados ao uso dos recursos naturais.

Esta é uma opção individual e unilateral que pode desencadear um conjunto de mudanças na sociedade como um todo.

A Rochagem pavimenta a busca por um novo caminho, uma vez que possibilita a melhora nos índices de fertilidade do solo, rejuvenescendo o que foi esgotado pelo tempo ou pelo uso inadequado. A solubilidade mais lenta dos nutrientes disponibilizados pelos pós de rocha é um fator de economia de recursos e, ao invés de ser considerada uma desvantagem, deve ser vista como uma prática positiva, que imita o lento mas inegável e poderoso processo de desenvolvimento do nosso planeta.



Composição química dos principais minerais formadores de rocha (%).

mineral	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	P_2O_5
Quartzo - SiO_2	100	-	-	-	-	-	-	-
K-Feldspato - (K, Na) $[AlSi_3O_8]$	62-66	18-20	-	0-3	-	9-15	9-4	-
Plagioclásio - $Na[AlSi_3O_8]Ca[Al_2Si_2O_8]$	61-40	19-37	-	0-20	-	0-4	6-11	-
Muscovita - K_2Al_4 $[Si_6Al_2$ $O_{20}](OH,F)_4$	44-46	34-37	0-4	-	0-3	8-11	0-2	-
Biotita - $K_2(Mg,Fe^{2+})_{6-4}$ $(Fe^{3+},Al,Ti)_{0-2}[Si_{6-5}Al_{2-3})_{20}]$ $(OH,F)_4$	33-36	10-13	3-17	0-2	2-20	6-9	-	-
Anfibólio - $(Mg,Fe^{2+})_7$ $[Si_8O_{22}]$ $(OH,F)_2$	38-59	0-19	0-22	0-15	2-26	0-2	1-3	-
Piroxênio - (Ca,Mg,Fe) Si_2O_6	45-55	3-10	0-14	16-26	6-20	-	-	-
Olivina - $(Mg,Fe)_2[SiO_4]$	35-40	-	0-30	-	27-51	-	-	-
Apatita - $Ca_5(PO_4)_3(OH,F, Cl)$	-	-	-	52-55	-	-	-	36-42

Fonte: Modificado de van Straaten (2010) e Manning e Theodoro (2020)

GLOSSÁRIO

Placas tectônicas: São fragmentos da litosfera que flutuam sobre a astenosfera, interagindo ao longo do tempo entre si em um processo geodinâmico que origina montanhas e bacias geológicas, terremotos, vulcões e outros eventos geológicos (Fonte: http://vsites.unb.br/ig/glossario/)

Rochas Ígneas ou Magmáticas: São rochas formadas pelo magma solidificado ou expelido por vulcões. Podem ser subdivididas em dois tipos:

1. Rochas magmáticas intrusivas (plutônicas): são as rochas formadas pelo magma que se solidificou em grandes profundidades. O granito é uma das variedades desse tipo de rocha;

2. Rochas magmáticas extrusivas (eruptivas): são as rochas formadas pelo magma solidificado na superfície. Um exemplo de rocha extrusiva é o Basalto.

Rochas Sedimentares: São formadas por meio da sedimentação de partículas de rochas pré-existentes ou de materiais orgânicos. Podem ser divididas em três tipos: clásticas, orgânicas e químicas.

Rochas Metamórficas: São rochas que sofreram alterações na sua estrutura em decorrência de altas pressões e temperaturas em subsuperfície. O xisto e quartzito são exemplos desse tipo de rocha.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. Wikipedia.com

2. LEFF, E. *Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade e poder.* 2ª Ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2002. 343p.

3. ALTIERI, M. A. *Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa.* Rio de Janeiro: PTA/FASE, 1989.

4. LEONARDOS, O. H.; FYFE, W. S.; KRONBERG, B. I. Rochagem: método de aumento da fertilidade em solos lixiviados e arenosos. In: *29º Congresso Brasileiro de Geologia*, Ouro Preto. Anais da Sociedade Brasileira de Geologia, p: 137-145. 1976.

5. MANNING, D. A. C.; THEODORO, S. H. Enabling food security through use of local rocks and minerals. In: *The Extractive Industries and Society*, 7(2), pp. 480-487. 2020. https://doi.org/10.1016/j.exis.2018.11.002

6. THEODORO, S. H. A Fertilização da Terra pela Terra: uma alternativa de sustentabilidade para o pequeno produtor rural. *Tese de doutoramento*. Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília. Tese de doutorado/Universidade de Brasília, 231 p., 2000.

7. THEODORO, S. H.; LEONARDOS, O. H. The use of rocks to improve family agriculture in Brazil. In: *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro. Vol. 78 nº4, p: 715 – 720. 2006. https://doi.org/10.1590/S0001-37652006000400008

8. VAN STRAATEN, P. *Agroecology: the use of rock for crops.* Enviroquest Ltd. 440 p. 2007.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Artigos disponíveis nos anais do I, II e III Congresso Brasileiro de Rochagem (2009, 2013 e 2016)

ALMEIDA, E.; SILVA, F. J. P.; RALISCH, R. Powdered rock to revitalise soils. LEISA Magazine, v. 22, n. 4, 2006.

ALMEIDA, E. de; SILVA, F. Jr.; RALISCH, R. Revitalização dos solos em processos de transição agroecológica no sul do Brasil. Agriculturas. v 4, n. 1. 2007.

BEERLING, D. J.; KANTZAS, E. P.; LOMAS, M. R.; WADE, P.; EUFRASIO, R. M.; RENFORTH, P.; SARKAR, B.; ANDREWS, M. G.; JAMES, R. H.; PEARCE, C. R.; MERCURE, J.; POLLITT, H.; HOLDEN, P. B.; EDWARDS, N. R.; KHANNA, M.; KOH, L.; QUEGAN, S.; PIDGEON, N. F.; JANSSENS, I. A.; HANSEN, J.; BANWART, S. A Potential for large-scale CO2 removal via enhanced rock weathering with croplands. Nature. V. 583. 2020 Disponível: https://doi.org/10.1038/S41586-020-2448-9

CARDOSO, I. M.; MUGGLER, C. C.; FÁVERO, C.; MENDONÇA, E. S.; OLIVEIRA, T. S.; LIMA, A. C. R.; CASALINHO, H. D.; FERNANDES, R. B. A (2018) Ressignificar nossas percepções sobre o solo. In: Cardoso, I. M.; Fávero, C.. (Org.). Solos e agroecologia. Coleção Transição Agroecológica – V. 4. Brasília. Embrapa, pp. 101-128.

CARVALHO, A. M. X. Rochagem e suas interações no ambiente solo: contribuições para aplicação em agroecossistemas sob manejo agroecológico. Tese de doutorado defendida na Universidade Federal de Viçosa. 129 pp. 2012

CARVALHO, A. M. X.; CARDOSO, I. M.; THEODORO, S. H. M.; SOUZA, M. E. P. Rochagem: o que se sabe sobre essa técnica? In: I. M. Cardoso; C. Fávero (Org.). Solos e agroecologia. Coleção Transição Agroecológica. V. 4. Brasília: Embrapa, pp. 101-128. 2018. ISBN: 978-85-7035-774-8

CHURCHMAN, G. J.; SINGH, M.; SCHAPEL, A.; SARKAR, B.; BOLAN, N. Clay minerals as the key to the sequestration of carbon in soils. Clays and Clay Minerals, 68, 135–143. 2020. DOI: 10.1007/s42860-020-00071-z

FERNANDEZ, M. M. Viabilidade Agronômica do Uso do Rejeito de Garimpos do Distrito Pegmatítico de Araçuaí/MG. Tese de Doutorado defendida na UFMG. 2008.

FYFE, W.S; LEONARDOS, O. H.; THEODORO, S. H. Sustainable farming with native rocks: the transition without revolution. Anais da Acad. Bras. de Ciências Rio de Janeiro/RJ. V.78 n.4. pp:721– 730. 2006. http://dx.doi.org/10.1590/S0001-37652006000400007

GLIESSMAN, S. R. Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: Editora da Universidade: UFRGS, 2000

HENSEL, J. Pães de Pedra. Ed. Fundação Juquira Candiru. Sebastião Pinheiro Editor.

ILCHENKO, W.; GUIMARÃES, D. Sobre a utilização agrícola dos sienitos nefelínicos do Planalto de Poços de Caldas. MG. Inst. Tecn. Avulso. N. 15 16p. 1953

KRONBERG, B..; LEONARDOS, O. H.; FYFE, W. S. The Use of Ground Rocks in Laterite Systems: an improvement to the Use of Conventional Soluble Fertilizers/Chemical Geology, n. 60, pp.: 361 - 370, 1987.

LEONARDOS, O. H.; FYFE, W.S.; KROMBERG, B. Rochagem: método de aumento de fertilidade de solos lixiviados e arenosos. Anais do XIX Congresso Brasileiro de Geologia. Belo Horizonte, p. 137-145. 1976.

LEONARDOS, O.H.; ULBRICH, M.N.; GASPAR, J.C. The Mata da Corda vulcanic rocks, 5th Inter. Kimberlite Conf., Field Guidebook, CPRM, Spec. P, 3/91, pp. 17-24. 1991

LEONARDOS, O. H.; THEODORO, S. H Fertilizing tropical soils for sustainable development. In: Workshop on tropical soils. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências. v. 1. p. 143-153. 1999.

MANNING, D. A. C. Mineral sources of potassium for plant nutrition: a review. Agronomy for Sustainable Development n. 30, pp. 281-294. 2010. Disponível: https://doi.org/10.1016/j.exis.2018.11.002

MARTINS, E.S.; SILVEIRA, C.A.P; BAMBERG, A.L.; MARTINAZZO, R.; BERGMANN, M. ANGÉLICA, R.S. Silicate agrominerals as nutrient source anda soil conditioners for tropical agriculture.In: WORLD FERTILIZER CONGRESS OF CIEC, 16., 2014, Rio de Janeiro. Technological innovation for a sustainable tropical agriculture: proceedings. Rio de Janeiro: International Scientific Centre of Fertilizers, 2014, p. 138-140.

THEODORO S. H. A Fertilização da Terra pela Terra: Uma Alternativa de Sustentabilidade para o Pequeno Produtor Rural. Tese de doutorado. UnB, 231 p. 2000. Disponível: https://repositorio.unb.br/handle/10482/20881

THEODORO, S. H.; LEONARDOS, O. H. Sustainable farming with native rocks: the transition without revolution. Anais da Acad. Bras. de Ciências. Rio de Janeiro/RJ, v.78, n.4, p. 715-720. 2006. Disponível: https://doi.org/10.1590/S0001-37652006000400007

THEODORO, S. H.; LEONARDOS, O. H. (2015) Stonemeal: principles, potencial and perspective from Brazil. In: Goreau, T. J., Larson, R. W. and Campe, J. Geotherapy: Innovative methods of soil fertility restoration, carbon sequestration and reversing CO2 increase. 1ª ed. Florida/USA: CRC Press, v.1, pp.403-418. 2015,

ISBN 978-85-89196-25-3
9 788589 196253

CARTILHA DA

ROCHAGEM

Patrocínio:

CNPq
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Universidade de Brasília