



**Este artigo** está licenciado sob uma licença Creative Commons Atribuição 3.0 Unported.

**Você tem direito de:**

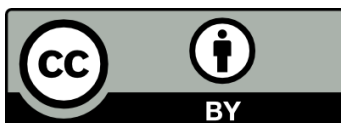
Compartilhar — copiar e redistribuir o material em qualquer suporte ou formato

Adaptar — remixar, transformar, e criar a partir do material para qualquer fim, mesmo que comercial.

**De acordo com os termos seguintes:**

Atribuição — Você deve dar o crédito apropriado, prover um link para a licença e indicar se mudanças foram feitas. Você deve fazê-lo em qualquer circunstância razoável, mas de maneira alguma que sugira ao licenciante a apoiar você ou o seu uso.

Sem restrições adicionais — Você não pode aplicar termos jurídicos ou medidas de caráter tecnológico que restrinjam legalmente outros de fazerem algo que a licença permita.



**This article** is licensed under a Creative Commons Attribution 3.0 Unported License.

**You are free to:**

Share — copy and redistribute the material in any medium or format

Adapt — remix, transform, and build upon the material for any purpose, even commercially.

**Under the following terms:**

Attribution — You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use.

No additional restrictions — You may not apply legal terms or technological measures that legally restrict others from doing anything the license permits.



# Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: [www.ufpe.br/rbgfe](http://www.ufpe.br/rbgfe)



## A Importância de uma Rede Tecnológica de Rochagem para a Sustentabilidade em Países Tropicais

Suzi Huff Theodoro<sup>1</sup>, Jean Pierre Tchouankoue<sup>2</sup>, António Olimpio Gonçalves<sup>3</sup>,  
Othon Leonardos<sup>4</sup>, Julia Harper<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Universidade de Brasília/Brasil - Campus Universitário Darcy Ribeiro - Gleba A, Bloco C/ Av. L3 Norte, Asa Norte. Brasília-DF. CEP: 70.904-970. E-mail: [suzitheodoro@unb.br](mailto:suzitheodoro@unb.br); <sup>2</sup> Universidade de Yaoundé/Camarões; <sup>3</sup> Universidade Agostinho Neto/Angola; <sup>4</sup> Universidade de Brasília/Brasil; <sup>5</sup> Universidade de Stellenbosch/África do Sul.

Artigo recebido em 10/10/2012 e aceito em 11/10/2012

### RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa em desenvolvimento por cientistas brasileiros e de três países africanos (Angola, África do Sul e Camarões). O fio condutor da pesquisa foi a tecnologia da rochagem, que prevê a adição de rochas moídas, que contenham uma ampla variedade de agrominerais, para melhorar os índices de fertilidade dos solos. A partir de interesses comuns - a expansão da pesquisa sobre remineralização dos solos agrícolas e a difusão da tecnologia, o grupo visa principalmente a formalização e consolidação de uma rede de cooperação científica Sul-Sul (afro-brasileira) com ênfase em tecnologias agroecológicas. O incremento dos níveis de fertilidade permite o aumento da produção e contribui para de segurança alimentar/nutricional e ambiental em meio aos agricultores familiares desses países. Apesar dos diferentes estágios em que se encontram as pesquisas nos quatro países, os resultados já alcançados são muito positivos, pois indicam que pressupostos científicos, socioeconômicos e políticos, até então intransponíveis, podem ser alterados.

Palavras-Chave: Rochagem, Agricultores Familiares Afro-brasileiros e Agroecologia

## The Importance of a Stonemeal Technological Network for Sustainability in Tropical Countries

### ABSTRACT

This paper presents the results of a research being developed by scientists from Brazil and three African countries: Angola, South Africa and Cameroon. The main guide line of the research was stonemeal technology, which provides improvements on the rates of soil fertility by the addition of crushed rocks, which contain a wide variety of Agrominerals. Starting from interests in common - such as the expansion of research on soil remineralization and the diffusion of agricultural technology -, the group aims mainly to formalize and consolidate a South-South (African-Brazil) cooperation network in science with emphasis on agro-ecological technologies. Despite allowing an increased on production levels, the enhance of fertility levels also contributes to the food / nutrition and environmental security among small farmers in those countries. In spite of the different stages of the research is taking place in the four countries, the achieved already are very positive, once they indicate that scientific, socioeconomic and political assumptions hitherto insurmountable, can in fact be changed.

Keywords: Stonemeal, Afro-Brazilian Small Farmers and Agroecology

### 1. Introdução

A tecnologia da rochagem é um

mecanismo de remineralização de solos para uma agricultura tropical sustentável. Substituindo o uso de fertilizantes químicos utilizados na monocultura de escala, com

\*E-mail para correspondência: [suzitheodoro@unb.br](mailto:suzitheodoro@unb.br)  
(Theodoro, S. H.).

ganhos ambientais e econômicos, esta tecnologia que vem sendo desenvolvida no Brasil e no continente africano permite restaurar a soberania alimentar e econômica de países agrícolas fortemente dependentes da importação de insumos químicos. Em anos recente a importação brasileira de fertilizantes químicos aumentou cerca de seis vezes, de 630 milhões em 2003 para 3 bilhões e 370 milhões de dólares em 2007. Dados do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) mostram que os preços do cloreto de potássio passaram de US\$ 199 para US\$ 945/ton, tornando-o proibitivo para os pequenos agricultores.

Tal como ocorre no Brasil, também na maioria dos países africanos, os agricultores familiares vêm sofrendo um processo de empobrecimento e exclusão, quer do ponto de vista tecnológico e de acesso a financiamentos, quer no aspeto econômico. A partir desta constatação, bem como dos relevantes laços históricos entre Brasil e África, é inevitável deixar de traçar um paralelo entre os agricultores familiares negros dos dois lados do Atlântico. Ambos fazem parte de um grupo tradicionalmente discriminado pela cor da pele, ambos vivem em climas tropicais, onde os solos são bastante intemperizados e, da mesma forma, por uma questão de dificuldade de acesso ao crédito, ambos usam práticas de manejo agrícola rudimentares, que são transmitidas de geração para geração. Não bastassem tais problemas, a produção de alimentos em países

tropicais apresenta um comprometimento adicional que está relacionado ao uso dos fertilizantes químicos solúveis. Tais insumos são em grande parte (ou totalmente) importados de poucos países, que são formadores de preços (USA, Rússia, Canadá e Marrocos), já que detêm as principais jazidas dos minerais utilizados para as formulações NPK, considerados a base dos insumos utilizados para a produção agrícola moderna. Ocorre que o uso de tais fertilizantes em solos tropicais provoca uma série de problemas econômicos e ambientais, entre os quais se cita a eutrofização dos corpos hídricos, acúmulo de compostos nitrosos na atmosfera, além do endividamento dos agricultores em função dos altos custos de aquisição. No caso do Brasil, as importações de tais insumos chegam a quase 70% do consumo. Angola importa 100% do que consome, tal como ocorre em Camarões. Portanto, além das questões econômicas e ambientais, a dependência é outro grave problema que necessita atenção e solução. Para tanto, um grupo de pesquisadores do Brasil, da África do Sul, de Angola e de Camarões, propuseram-se a formar um grupo de estudos que buscasse alternativas, soluções e estratégias produtivas, para mudar esta realidade em meio aos agricultores familiares afro-brasileiros, por meio da formação e da consolidação de uma rede de pesquisadores Sul-Sul. A equipe brasileira buscou-se apoio do CNPq, por meio do edital MCT/CNPq nº 012/2008, que aprovou o Projeto - *Fomento às*

*ações afirmativas em meio a agricultores afrodescendentes.* O fio condutor da pesquisa foi a difusão e o fortalecimento da tecnologia da Rochagem, que prevê o uso de determinados tipos de rochas moídas para remineralizar ou rejuvenescer os solos intemperizados (presentes em países tropicais), melhorando os níveis de fertilidade para uso agrícola e/ou agrossilvopastoril. Esta tecnologia pode ser entendida como um mecanismo de rejuvenescimento dos solos pela adição de agrominerais (multinutrientes) presentes em determinados tipos de rochas (Leonardos *et. al.* 1976; Theodoro, 2000; Van Straaten, 2010).

De modo geral, a solubilização e a disponibilização de uma ampla gama de nutrientes, presentes em rochas moídas, é mais lenta do que nos fertilizantes químicos solúveis. Porém, essa aparente fragilidade é compensada por uma oferta multivariada de elementos por um período de tempo mais longo, uma vez que os nutrientes são liberados de forma mais lenta das rochas, pela ação do intemperismo (desgaste). No entanto, tal processo pode ser acelerado, pelo tipo de manejo. Por essa característica, são considerados fertilizantes inteligentes ou de baixa solubilização - slow-release (Theodoro *et. al.* 2010).

Segundo dados de Leonardos *et al.* (1976) e Theodoro & Leonardos (2006), alguns tipos de rochas fornecem os nutrientes demandados para o pleno crescimento das plantas, por um intervalo de tempo de até

cinco anos posteriores a sua incorporação aos solos. Como as plantas absorvem somente aquilo que necessitam para o seu desenvolvimento, os demais nutrientes ficam retidos na estrutura cristalina das argilas que compõem as rochas adicionadas aos solos, formando uma espécie de estoque de nutrientes, os quais serão disponibilizados nas safras subsequentes. Tal fato é extremamente relevante tanto do ponto de vista econômico, quanto ambiental (custos diluídos ao longo do tempo de eficácia desse insumo e não contaminação ou poluição dos recursos naturais – solos, água e ar).

A assimilação da tecnologia de Rochagem pelos agricultores familiares é facilitada pela simplicidade de seus pressupostos, pelos resultados obtidos em termos de produtividade e pelos baixos custos, já que existe uma ampla disponibilidade de rochas (ou seus subprodutos) nos países que participam dessa pesquisa. Adicionalmente, esta abordagem configura-se como um mecanismo que atende aos princípios agroecológicos e se apresenta como uma oportunidade de contraposição ao modelo produtivista (de larga escala), o qual causa sérios desequilíbrios aos agroecossistemas e que, além disso, é inacessível para a grande maioria de agricultores pobres dos dois lados do Atlântico. De modo geral, as rochas que vêm sendo utilizadas são fontes naturais de fósforo, potássio, cálcio e magnésio, além de uma série de micronutrientes indispensáveis à nutrição vegetal. Rochas com tais

características são bastante comuns nos quatro países envolvidos na pesquisa.

## 2. Material e Métodos

A pesquisa de rochagem vem se utilizando de metodologias de diversas áreas científicas, tais como a geologia, a geoquímica, a agronomia, a agroecologia, a economia, a ecologia e a história. Importante mencionar que não se trata de um somatório de procedimentos disciplinares que se superpõem, mas da busca constante pela integração dos conhecimentos, livre da racionalidade epistemológica de cada área do saber. Certamente, alguns princípios e metodologias de análises são atinentes a um ou outro campo do saber, tais como as metodologias de análises geoquímicas (da geologia) ou de fertilidade (da agronomia) ou, ainda, da aferição da produção e dos custos (da economia), etc. Por tais pressupostos, considera-se que essa pesquisa sempre buscou trilhar o campo da interdisciplinaridade. Nesse sentido, os procedimentos metodológicos propostos e as ações necessárias para alcançar os objetivos foram divididos em três fases, a seguir descritas:

### Fase Inicial

- Realização de reuniões, por meio de vídeo/teleconferência, com os pesquisadores dos quatro países envolvidos no Projeto (ou por meio de redes de relacionamento social);
- Construção de um cronograma de

atividades e troca de experiências no grupo;

- Seleção das áreas (no Brasil) para as visitas e trocas de experiências com vistas ao acompanhamento dos projetos em andamento no Brasil (região de Irecê, na Bahia), bem como a identificação de ações que possibilitem a replicabilidade, resguardando-se as especificidades locais e culturais;
- Disponibilização de textos e artigos sobre tecnologias agroecológicas, especialmente aquelas que consideram a fertilidade do solo como fator preponderante para uma produção agrícola sustentável;
- Organização de um seminário no Brasil com toda a equipe envolvida no Projeto, incluindo os pesquisadores africanos e outros pesquisadores brasileiros que trabalhem com a tecnologia da Rochagem.

### Fase Intermediária

- Difusão de tecnologias, experimentos e práticas de base agroecológica (cursos, oficinas e palestras), em meio a estudantes das universidades aos quais os pesquisadores estão vinculados;
- Estabelecimento de critérios, padrões e *design* para sugerir a implantação de Unidade Demonstrativa e as melhores práticas que já apresentam resultados positivos;

- Oferecimento de oficinas e cursos sobre técnicas ou práticas de manejo que possibilitem o processo de remineralização dos solos para agricultores que voluntariamente tenham aderido ao projeto; e
- Elaboração de projetos e sugestão de apoios institucionais para a implantação das Unidades Demonstrativas nos países Africanos, em especial, em Camarões e Angola.

### **Fase Final**

- Seleção de estudantes africanos para pleitear bolsas e vagas nos cursos de pós-graduação no Brasil, em temas pertinentes à pesquisa;
- Compartilhamento das experiências realizadas, em artigos, sítios virtuais e vídeos;
- Elaboração de uma cartilha, que de forma simples, mostre, os pressupostos da rochagem, as práticas agroecológicas, os tipos mais comuns de rochas com possibilidades de uso e os resultados já alcançados em projetos anteriores;
- Consolidação e legitimação de uma rede de pesquisadores Sul-Sul, e
- Publicação de artigos científicos difundindo as ações e os resultados alcançados, tanto do ponto de vista científico quanto da formalização da Rede.

Para cada uma das fases e ações, foi necessária uma série de procedimento, entre os quais se destacam: (i) apresentação dos

resultados obtidos no Brasil e na África do Sul para os pesquisadores de Camarões e Angola; (ii) identificação das limitações e potencialidades produtivas de cada área; (iii) identificação e caracterização das rochas que são ou serão utilizadas para remineralizar os solos, bem como os seus potenciais de alterar positivamente a fertilidade dos solos mais comuns nos três países africanos; (iv) avaliação das potencialidades e similaridades das rochas (seus produtos de alteração ou rejeitos de minerações e pedreiras) aptas para uso como fertilizantes ou recondicionadores dos solos nos países envolvidos; (v) seleção e indicação dos vários tipos de rochas aptas ao uso para remineralizar os solos; (vi) valorização e sistematização das experiências empíricas (dos quilombolas), além de outras que facilitem a difusão de tecnologias agroecológicas mas, também, que estimulem os agricultores a desenvolver as capacidades locais; (vii) apresentação e indicação de algumas formas e mecanismos de transferência/assimilação dos conceitos e práticas da tecnologia da Rochagem e de outras alternativas agroecológicas, desenvolvendo planos que se adequem aos objetivos de cada grupo de agricultores; (viii) realização de duas oficinas com os agricultores familiares da região de Irecê/Bahia (onde foi enfatizada a importância da troca de experiências) e apresentação dos resultados obtidos nas pesquisas no Brasil e que serviram como base para a construção do atual Projeto; (ix) estímulo à prática de

mutirões de trabalho na implantação dos experimentos, buscando práticas coletivas e participativas por parte das diferentes comunidades; e (x) realização de capacitações de agricultores, mediante a narração dos experimentos, de forma a legitimar o conhecimento empírico, transmitido de geração em geração.

### **3. Agricultores Familiares Africanos e Quilombolas**

Quilombos são grupos étnicos, descendentes de africanos escravizados no período colonial brasileiro. Trata-se de populações preponderantemente negras (rurais ou urbanas) que se intitulam nesta categoria a partir das relações com a terra, o parentesco, o território, a ancestralidade, as tradições e práticas culturais e religiosas ao longo dos séculos (Fundação Palmares, 2011). Os quilombos fazem parte de uma das mais importantes e vigorosas formas de oposição ao regime escravagista que perdurou no Brasil durante o período colonial e que se estendeu até os tempos recentes. Atualmente é recorrente em debates e discursos políticos a menção de que a sociedade brasileira tem uma dívida social para com os negros. As ações afirmativas e as políticas públicas formuladas para corrigir esta dívida vêm sendo deflagradas, mas ainda não revertem o seu perfil de pobreza. Os estados da Bahia e do Maranhão destacam-se pela maior concentração dessas comunidades que, na maioria dos casos encontram-se excluídas do

processo de desenvolvimento, tanto locais como regional. Há até pouco tempo, muitas delas viviam isoladas e, por isso, ainda mantém muitas tradições da ancestralidade africana.

Oferecer alternativas de geração de renda para este grande contingente de excluídos, seja do ponto de vista econômico, social ou cultural, é fundamental para livrá-los do estado de abandono e pobreza (Rêgo, 2005). Nesse sentido, a incorporação de tecnologias de fácil assimilação, como é o caso da Rochagem, pode desencadear desdobramentos capazes de auxiliar na viabilização de uma produção de alimentos que assegure a segurança alimentar/nutricional, além de possibilitar a manutenção e a autonomia desses pequenos produtores em suas terras (Theodoro, 2000).

A pesquisa com quilombolas, pelo lado Brasileiro, fundamenta-se em quatro fatores principais: (i) são comunidades historicamente excluídas, que precisam, com urgência, de ações afirmativas que os resgatem da condição de excluídos e lhes dêem possibilidades de buscar formas de desenvolvimento adequadas às suas necessidades; (ii) possuem uma organização social incipiente, com lideranças locais frágeis, mas capazes de incentivar e difundir os conhecimentos e práticas (ou técnicas) oferecidas; (iii) possuem características socioculturais diferenciadas nas regiões onde estão inseridas e, por isso, podem representar um diferencial de sustentabilidade em todas as suas dimensões,

o que facilitaria a reprodução dos resultados positivos para outros grupos da área rural que vivam em situações semelhantes; e (iv) detêm indicadores sociais, econômicos e culturais semelhantes aos agricultores africanos, o que os coloca em condições semelhantes.

Apesar das inúmeras dificuldades (escassez hídrica, uma vez que vivem na região do semiárido nordestino; baixos índices de escolaridade e de renda, falta de acesso às políticas de inclusão social, etc.), a pesquisa envolvendo a tecnologia da Rochagem em comunidades quilombolas apresenta resultados que mostram que as mudanças são possíveis. Um exemplo disso é percebido na fala do presidente da Associação de Moradores da Comunidade de Lajedão dos Mateus: ele menciona que, após as ações efetuadas pela pesquisa, a Comunidade percebeu a importância das hortas domésticas e que a produção agroecológica com um insumo disponível na região (pó de rocha) deu oportunidade aos agricultores, que vislumbraram alternativas econômicas antes não percebidas, em função do histórico abandono por que passa as famílias quilombolas. O depoimento de uma liderança de outra comunidade é ainda mais emblemático. Segundo ele, a pesquisa *“tirou a venda dos nossos olhos. Nós tínhamos a sensação é que estávamos cegos e não conseguíamos caminhar sozinhos, mas agora descobrimos como podemos andar com nossas próprias pernas”*.

Segundo os pesquisadores africanos que

participaram das oficinas realizadas com os quilombolas, essa realidade não é distinta do que ocorre em seus países, o que indica o grande potencial dessa iniciativa para este grupo de agricultores.

No que se refere à técnica de Rochagem, que é considerada uma tecnologia social de fácil apreensão e de baixo impacto, a resposta dos agricultores é imediata, ainda que a repercussão seja de médio e longo prazo. Assim, a proposta de implantação de um modelo alternativo para a produção agrícola baseado na utilização da técnica de Rochagem pode fazer parte de um projeto de grande alcance, já que busca mecanismos de inclusão econômica, produtiva e ambiental.

#### 4. Rochagem

Rochagem é a denominação dada à tecnologia que parte do pressuposto que determinados tipos de rocha podem fornecer, de forma adequada, a quantidade de nutrientes aos solos e, na sequência, às plantas. O acréscimo de rochas moídas aos solos viabiliza sua remineralização por meio da adição de uma vasta quantidade de nutrientes que foram perdidos pelos solos ao longo dos processos intempéricos ou antrópicos (Leonardos *et al*, 1976, 1999; Theodoro, 2000 Theodoro & Leonardos, 2006; Van Straaten, 2007). A Rochagem também pode ser entendida como uma espécie de “fertilizante inteligente” de baixa solubilidade, do qual as plantas se apropriam na medida da necessidade ao longo do seu



desenvolvimento. Pode-se dizer que este insumo (disponibilizado generosamente pela natureza em vários pontos do planeta) configura-se como um banco de nutrientes, pois fornece somente a quantidade demandada pelas plantas (Theodoro *et al.* 2010). O uso de tais materiais assegura que não haverá o risco de contaminação do solo e dos corpos hídricos pelo excesso de oferta, tal como vem ocorrendo com as formulações NPK, onde o potássio não consumido acaba sendo lixiviado para os rios, facilitando a eutrofização das águas. O fósforo tem um destino ainda pior, pois fica retido na estrutura das argilas ricas em alumínio e ferro, comuns nos solos tropicais, e o nitrogênio acaba liberando óxido nitroso, contribuidor do efeito estufa (Theodoro & Leonardos, 2011).

Além disso, a utilização da tecnologia da Rochagem procura responder às questões relevantes e que fazem parte de uma pauta de desenvolvimento socialmente mais justo para os países em desenvolvimento ou emergentes. Pode, também, contribuir no sentido da construção de um caminho diferenciado (mas, adequado para tais países), por meio da adoção de uma tecnologia que irá desencadear desdobramentos múltiplos, capazes de auxiliar na viabilização de uma produção agrícola menos demandadora dos recursos naturais e, ainda, oferecer alternativas de manutenção e autonomia do pequeno produtor no espaço rural, seja no curto ou no longo prazo (Theodoro & Leonardos, 2006).

Da mesma forma, a agroecologia, que,

segundo Rocha (2006), representa uma nova abordagem para a agricultura e o desenvolvimento agrícola, já que se fundamenta no conhecimento tradicional dos agricultores, aliado aos conhecimentos e métodos ecológicos modernos, configura-se como um mecanismo inovador que pode facilitar a manutenção dos agricultores no campo. Neste sentido, Guzmán (1997) menciona que a agroecologia baseia-se no manejo ecológico dos recursos naturais que, incorporando uma ação social coletiva de caráter participativo, permite projetar métodos de desenvolvimento sustentável.

A união de conhecimentos científicos e práticas empíricas podem resultar ou contribuir para a formação de um novo paradigma. Nesse sentido, a transferência/compartilhamento de tecnologias agroecológicas recria algumas possibilidades para a solução de problemas crônicos dos países em desenvolvimento, na medida em que abre postos de emprego locais e produz alimentos livres de agroquímicos, facilitando a obtenção de segurança alimentar/ nutricional em meio às comunidades rurais menos privilegiadas. A Rochagem pode ser uma das bases fundamentais para a incorporação dos princípios agroecológicos, já que tem como princípio a alteração dos níveis de fertilidade do solo, por meio de uso de matérias geológicas amplamente disponíveis.

Pode-se afirmar que a utilização da tecnologia da rochagem apresenta vantagens significativas, quanto comparadas à adubação

convencional. Entre estes resultados positivos, pode-se destacar: (i) melhor ou similar desempenho de produtividade (para culturas de ciclo longo, os ganhos podem ser até 30% superiores); (ii) melhor enraizamento das plantas; (iii) maior quantidade de massa verde; (iv) aumento de umidade no solo; e (v) menores custos (Theodoro & Leonardos, 2006). A vantagem econômica comparativa aparece de forma mais relevante, especialmente nos dias atuais, em função do ritmo dos aumentos recorrentes nos preços dos fertilizantes solúveis, que estão crescentemente mais inacessíveis aos agricultores familiares dos países ao sul do Equador. Portanto, essa técnica, juntamente com outras medidas envolvendo a capacitações e transferência de conhecimento, configura-se como uma ação afirmativa de inclusão dos agricultores afro-brasileiros. Tal fato tem uma importância fundamental para o universo formado pelos agricultores familiares, que têm na terra seu maior recurso de sobrevivência.

Importante destacar que as similaridades do ponto de vista geológico e pedológico em ambos os continentes é um fator determinante para facilitar o desenvolvimento das pesquisas, uma vez que vários tipos de rochas que já foram testadas no Brasil poderão ser utilizados com boas perspectivas de sucesso nos países parceiros deste Projeto. Portanto, disseminar os resultados obtidos nas pesquisas científicas no Brasil e trocar conhecimento e experiências com os pesquisadores dos países

africanos poderá facilitar a inclusão de um grande número de agricultores em um mercado diferenciado, que tem como princípio o respeito às especificidades espaciais e sociais.

No presente momento as pesquisas encontram-se em diferentes estágios. Em quanto Brasil e África do sul já têm experimentos ou Unidades Demonstrativas conduzidas a Campo, os pesquisadores de Camarões e Angola, estão em fase de estudos prospectivos com a finalidade de identificar as rochas (ou seus subprodutos) com maiores potencialidades para uso como remineralizadores de solos, bem como os grupos de agricultores interessados em agregar novas formas de produção, segundo os pressupostos agroecológicos. Em função da disponibilidade de rochas similares, optou-se por iniciar as pesquisas com as rochas basálticas, que são comuns em três dos quatro países.

## 5. Resultados e Discussão

Além de formar e legitimar uma rede de pesquisadores Sul-Sul, o pressuposto básico desta pesquisa foi divulgar e consolidar o conhecimento científico sobre a tecnologia da Rochagem, bem como agregar novas práticas para o grupo social formado por agricultores familiares (quilombolas - região de Irecê, na Bahia) do Brasil e dos três países africanos. Para uniformizar as informações e os resultados preliminares serão apresentados a seguir andamento de cada iniciativa.

Na pesquisa desenvolvida na África do Sul, o material utilizado para remineralizar o solo originou-se dos rejeitos da exploração de carvão que, segundo a pesquisadora da equipe - Julia Harper -, é amplamente disponível, já que a geração de energia naquele país é prioritariamente derivada da queima de carvão mineral. Encontrar um uso adequado para esses materiais (denominados de cinzas) é uma das grandes prioridades do País, já que o mesmo é gerado em grande quantidade (28 milhões de t/ano). Para comparar os efeitos do material no solo e na produtividade de dois tipos de culturas (feijão e milho), foram utilizados outros materiais com semelhantes disponibilidades geoquímicas (calcário, calmasil - silicato de Cálcio derivado da produção de aço inoxidável e fosfogesso). A pesquisa avalia a produtividade e verifica as mudanças relativas à alteração nos níveis de acidez dos solos.

Os testes estão sendo realizados a campo, em parcelas onde se adicionou os diferentes materiais. As parcelas foram distribuídas de forma causalizada para reduzir os erros. A quantidade de cada material variou (zero, ½, 1 e 2 vezes a quantidade de calcário requerida para o solo da região). As taxas de aplicação foram de zero, 1, 2 e 4 t/ha para calcário e calmasil, zero, 7, 14 e 28 t/ha para a cinza. Adicionalmente 4 t/ha gesso foram adicionadas na metade das parcelas. Os resultados parciais da pesquisa já demonstraram que a produtividade geral nas

parcelas de cinza, calmasil, calcário e fosfogesso foi positiva e da ordem aproximada de 2 toneladas de feijão/ha e cerca de 1-2 toneladas de milho em grãos / ha. O rejeito da queima do carvão (cinza) mostrou um aumento no rendimento de feijão entre 0,96-1,72 t/ha em relação ao tradicionalmente obtido nestas áreas e o rendimento do milho na segunda safra foi de 5,6-7,8 t/ha.

Uma das conclusões da pesquisa diz respeito às mudanças do pH. Notou-se que, apesar da cinza apresentar resultados inferiores, no que se refere à melhoria dos níveis de pH entre os quatro materiais avaliados, seus efeitos na melhoria da produtividade do feijão e do milho foi comparável aos resultados obtidos nas parcelas onde se adicionou o calcário agrícola, o que pode estar significando que o fornecimento adicional de P e K disponíveis neste material tenha contribuído positivamente para o aumento da produção (Harper *et. al.*, 2010).

Na pesquisa desenvolvida no Brasil com vários tipos de rochas, os resultados já alcançados são igualmente positivos em diversos experimentos (realizados em vários pontos do país). De modo geral, as áreas experimentais no Brasil têm sido implantadas com um design que visa atender a critérios e métodos científicos agrônômicos, com parcelas e repetição casualizadas, onde se compara o desempenho produtivo das diferentes culturas testadas (milho, mandioca, cana-de-açúcar, hortaliças etc.) e as alterações

de fertilidade do solo. Os pós de rocha (ou mix de várias rochas) são acrescentados às parcelas segundo planejamento prévio. Em muitos casos, as rochas moídas são misturadas a compostos orgânicos ou adubação verde feita previamente. As parcelas testemunhas (controle) servem para indicar e comparar os vários parâmetros medidos sem o acréscimo de rochas e compostos orgânicos. Eventualmente, em alguns testes, são feitas comparações com NPK. A quantidade equivalente de pó de rocha normalmente é de 5t/ha.

Mesmo considerando a disponibilidade relativamente baixa de nutrientes (Tabela 1), quando comparada aos insumos químicos convencionais - NPK, as pesquisas em andamento no Brasil mostram que os diferentes tipos de rochas podem suprir de forma adequada a necessidade de nutrientes que as plantas necessitam para o seu desenvolvimento.

Os resultados obtidos nas unidades experimentais implantadas na Bahia (região de Irecê), onde se tem utilizado rochas anfibolíticas, revelam que os índices de fertilidade do solo (e, portanto, do pH) foram positivamente alterados, passando de ácidos a alcalinos). Além disso, as principais culturas testadas (milho, feijão e mandioca) tiveram sua produtividade incrementada em média de 20% para o milho e feijão e 30% para mandioca, considerando a média da região. No que se refere às hortaliças, que são

culturas bem mais sensíveis à falta de água, foi observado que o solo retinha por mais tempo a umidade e que as plantas apresentavam maior resistência à pragas. O rendimento das culturas não foi medido sistematicamente, porque não havia o hábito de produção de hortaliças pelos agricultores na região. Do ponto de vista socioeconômico, um dos resultados mais significativos do projeto junto aos quilombolas foi a criação de vínculos entre as comunidades, que passaram a comercializar parte da produção no mercado local (feiras). Outra estratégia utilizada foi a venda direta para as prefeituras que, assim, garantiam alimentos para a merenda escolar.

Porém, como o maior interesse e disponibilidade de rochas aptas a este uso estão vinculados ao uso de basaltos, tanto pela presença de macro e micronutrientes importantes, quanto pela ampla distribuição geográfica (e disponíveis tanto no Brasil quanto em Camarões e em Angola), optou-se pela apresentação dos resultados e potencialidades do uso de tais rochas quando comparadas a outros quatro tipos de rochas (filito, piroxenito, kamafugito e fonolito). A Tabela 1 mostra os resultados das análises de fertilidade efetuadas em amostras de vários pontos do Brasil. A partir dos resultados apresentados na tabela, é possível verificar que a disponibilidade de P, K, Ca e Mg nas diversas amostras é relativamente baixa: até 1,3 ppm, para cálcio; até 1,0 para magnésio; e abaixo de 0,5 ppm para fósforo e potássio.

**Tabela 1.** Disponibilidade de macronutrientes em basaltos e outros tipos de rochas. Fonte: Theodoro *et al.* 2010

ROCHAS	P2O5*	K2O*	CaO*	MgO*	P2O5	K2O	CaO	MgO
Basalto RS1	0,36	0,06	1,16	0,9	0,46	0,03	1,09	0,52
Basalto RS2	0,32	0,03	1,14	0,58	0,57	0,02	1,07	0,25
Basalto RS3	0,13	0,04	1,12	0,97	0,21	0,02	0,54	0,51
Basalto RS	0,14	0,06	0,48	0,3	0,15	0,02	0,41	0,07
Basalto SC	0,16	0,04	0,47	0,22	0,17	0,01	0,39	0,1
Basalto PR	0,06	0,02	0,83	0,56	0,08	0,01	0,45	0,24
Basalto GO	0,15	0,07	0,67	0,91	0,11	0,01	0,38	0,15
Basalto MG	0,35	0,06	0,38	0,12	0,43	0,21	0,81	1,4
FonolitoB MG	0,03	1,24	0,41	0,02	0,04	1,75	0,91	0,03
Filito PA	0,22	0,32	1,96	1,53	0,31	0,22	1,1	0,9
Piroxenito BA	0,79	0,43	0,87	0,81	0,94	0,32	0,8	0,7
Tufo vulc. MG	0,93	1,16	1,9	1,85	1,49	1,04	1,7	1,06

Extratores: Mehlich e Ácido Cítrico a 2% (\*)

Porém, deve ser destacado que as concentrações relativamente baixas mostrados na Tabela 1 devem-se a dois fatores principais: (i) a metodologia de análise, que indica o quanto de cada nutriente está prontamente disponível nos materiais geológicos (rochas moídas), ainda não é a mais adequada, porque se usa ácidos muito fracos (mistura de ácido nítrico e clorídrico - água régia ou ácido cítrico a 2%) para quantificar/medir a disponibilidade dos nutrientes que são extraídos a partir da dissolução parcial do material (é a mesma metodologia aplicada para medir a fertilidade de solos, que são materiais bastante diferentes de rochas); e (ii) a dissolução e consequente disponibilização dos nutrientes presentes nas rochas se dá de forma mais lenta do que em outros insumos industrializados, como é o caso dos fertilizantes solúveis (formulações de NPK). Este último fato tem sido frequentemente apontado por alguns críticos

como uma barreira ao uso de rochas moídas para suportar as altas taxas de produtividades exigidas pelo modelo convencional, que está baseado no uso de fertilizantes químicos solúveis e prontamente disponíveis. Porém, várias pesquisas (Almeida, 2006, Theodoro *et al.* 2010, Arcand & Schneider, 2006) mostram que a liberação dos nutrientes pode ser acelerada por meio de mecanismos físico-biológicos controlados. Além disso, este mecanismo de liberação mais lenta, porém continuada dos nutrientes, é o que torna o uso de rochas moídas mais interessante, já que o efeito de transferência dos nutrientes se prolonga por um tempo maior (até cinco anos, conforme Theodoro, 2000). Este fato tem dois desdobramentos importantes: (i) diminui os gastos com a aquisição de insumos por períodos maiores; e (ii) evita a contaminação do solo e dos recursos hídricos pelo excesso (Theodoro & Leonardos, 2011).

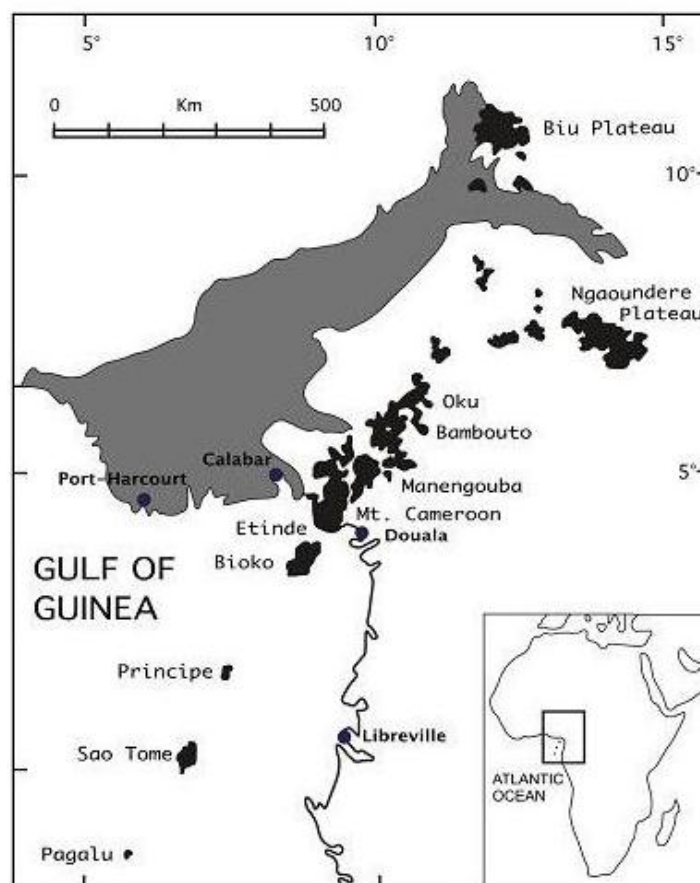
Almeida *et al.* (2009) relata a

experiência da utilização de pó de basalto nos sistemas de produção agroecológicos com agricultores familiares no sul do Paraná e Planalto Norte Catarinense/Brasil, chamados de agricultores experimentadores. A pesquisa nessa região foi baseada na metodologia participativa da construção do conhecimento agroecológico e teve como tema mobilizador o uso do pó de basalto na recuperação da fertilidade dos solos. Nessa pesquisa, a utilização do pó de basalto foi associada à adubação verde, ao “adubo da independência” (insumo organomineral desenvolvido pelos próprios agricultores) e ao uso de sementes locais. Tais mecanismos são plenamente ancorados pelos princípios agroecológicos. Segundo relatos dos agricultores, sistematizados por Almeida, os sistemas de produção têm obtido boas produtividades, baixo custo de produção, grande redução, ou eliminação, do uso de agrotóxicos e maior resiliência.

Porém, para avaliar eficiência de misturas organominerais, é fundamental que se compreenda que o estímulo da liberação de nutrientes faz parte de um conjunto de estratégias relacionadas ao manejo da fertilidade dos agroecossistemas. Deve-se ter em mente, ainda, que esta possibilidade não se configura como uma fonte de nutrientes prontamente disponíveis, que tem o objetivo de substituir os fertilizantes minerais de alta solubilidade. As práticas e os resultados até aqui obtidos - alertam os pesquisadores brasileiros envolvidos no Projeto - que a

concepção da fertilidade deve considerar a cultura agrícola e sua biodiversidade associada.

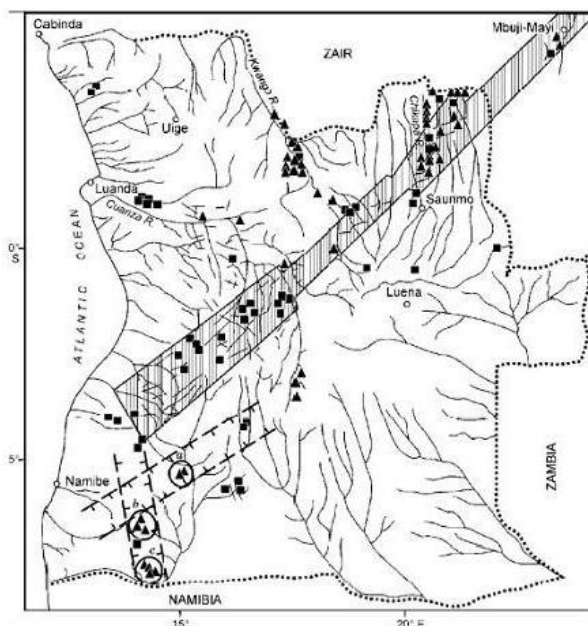
O estágio atual da pesquisa em Camarões ainda é prospectivo, mas as ações iniciais apontam a grande potencialidade dos basaltos que formam um grande alinhamento que corta o país de direção N30°. Trata-se de um alinhamento vulcânico de Camarões (CVL – *Cameroon Volcanic Line* onde se localiza o Monte Camarões de altitude 4100m), que é uma ocorrência de maciços vulcânicos e plutono-vulcânico ao longo de mais de 1600 km, desde o oceano Atlântico (ilha de Pagalu até o Chad, conforme pode ser visto na Figura 1. Em vários pontos deste alinhamento, ainda são encontradas crateras vulcânicas ativas, tanto de forma eruptiva e/ou explosiva (Tchoua, 1974; Dunlop, 1983; Fitton & Dunlop, 1985; Déruelle *et. al.*, 1991) que apresentam uma variação expressiva, desde termos básicos até mais ácidos. A geoquímica dessas rochas mostra que em grande parte possuem baixa sílica (44.5 - 47.3 %) e são enriquecidas em magnésio (7.0 - 8.9%), Cálcio (8.3 - 9.7%) e potássio relativamente elevado (1.5 - 2.07%). O fósforo é baixo. Já alumínio e ferro são altos (14 - 17% e 12,2 - 13,9%, respectivamente). Tais indicadores (extensão, disponibilidade e geoquímica) asseguram o grande potencial dessas rochas para o uso como remineralizadores de solos. Já foram realizadas oficinas com estudantes da Universidade Yaoundé I e visitas a agricultores.



**Figura 1.** Alinhamento vulcânico de Camarões, formado basicamente por basaltos.

Em Angola, a pesquisa também encontra-se no seu estágio inicial. E da mesma forma que em Camarões, a potencialidade de utilização da tecnologia da rochagem no país é significativa por quatro características: (i) grande diversidade geológica; (ii) um número significativo de agricultores familiares aptos a produzir e carentes de assistência técnica e insumos; (iii) existência de grande quantidade de rejeitos oriundos da mineração que é uma das principais atividades econômicas do país; e (iv) Angola é totalmente dependente da importação de insumos do mercado internacional, pois, apesar de possuir fontes de fósforo significativas, não explora ou produz a partir de suas fontes nacionais. A Figura 2

indica que existem excelentes fontes de rochas, adequadas para uso como remineralizadores de solos. A faixa marcada no mapa, que atravessa o país com direção NE-SW, mostra uma grande concentração de rochas em locais ocupados por agricultores com diferentes perfis socioeconômicos. Segundo a metodologia idealizada pelo grupo de pesquisadores, já foram efetuadas as oficinas com alunos e professores da Universidade Agostinho Neto, bem como com agricultores familiares de uma das áreas mais atingidas pelo conflito que durou cerca de 30 anos no país. Também foram identificados e analisados alguns tipos de rochas, em especial os basaltos (ao sul do país).



**Figura 2.** Distribuição dos fosforitos, basaltos, carbonatitos e kimbertilitos em Angola

## 6. Conclusões

Esta pesquisa, ainda em andamento, é uma iniciativa que busca difundir uma tecnologia adequada para países com um forte viés agrícola, e que possuam um grande contingente de agricultores familiares não inseridos no mercado do agronegócio. Por uma questão de identificação e das similaridades culturais e históricas, optou-se em fazer um recorte racial em meio aos agricultores familiares, dirigindo as ações da pesquisa para o grupo de agricultores africanos e afrodescendentes, aqui nominados como remanescentes de quilombos. Além das similaridades históricas, culturais e raciais do universo pesquisado, esse grupo social carece de ações e iniciativas que os viabilize do ponto de vista econômico e produtivo.

A tecnologia da rochagem, que é considerada uma tecnologia social ou de baixo impacto, tem um papel decisivo na construção da rede de pesquisadores

envolvidos no Projeto e, também, configura-se como o fio condutor que busca tecer novos rumos para a agricultura familiar, dos dois lados do Atlântico, criando mecanismos de inclusão social, econômica e produtiva, além de possibilitar a preservação dos recursos ambientais. Trata-se, portanto, de uma ação afirmativa que transcende a questão do desenvolvimento estrito das ciências.

Os resultados ainda preliminares na pesquisa apontam que projetos desta natureza, que tem como pressuposto básico a construção coletiva e participativa dos agricultores e dos pesquisadores, trazem respostas mais duradouras e desencadeiam uma série de conquistas, entre as quais se citam o fortalecimento da autoestima dos agricultores e a percepção de que a ciência pode influenciar positivamente no processo de desenvolvimento local, sem desqualificar práticas culturais já arraigadas. Vale dizer que os conhecimentos empíricos e científicos se



nutrem e se fortalecem a partir da integração das melhores práticas.

Os experimentos com pó de rocha já implantados no Brasil e na África do Sul mostram a grande potencialidade dessa tecnologia para aumentar a produtividade agrícola, dentro de padrões mais sustentáveis, além de permitirem um incremento de renda e de segurança alimentar e nutricional. Também em países como Angola e Camarões, com grande geodiversidade, disponibilidade de solos e de recursos hídricos, as possibilidades incremento da produção são muito promissoras.

Por fim, a troca de experiências científicas entre pesquisadores que tenham realidades socioeconômicas similares favorece o desenvolvimento de projetos que atendam a demandas locais e/ou regionais. Nesse sentido, a conformação de uma rede de pesquisadores Sul-Sul, focada no desenvolvimento e aprimoramento da tecnologia da rochagem, pode fomentar e fortalecer iniciativas adequadas às realidades dos países tropicais que possuem vocação agrícola e disponibilidade de recursos naturais bastante diferenciadas dos países desenvolvidos.

## 7. Agradecimentos

Este trabalho de pesquisa foi viabilizado a partir dos recursos disponibilizados pelo CNPq, no âmbito do Edital MCT/CNPq nº 012/2008. A equipe do Projeto agradece ao CNPq, que vem fomentando a pesquisa e a

interação entre pesquisadores de diferentes países, com distintos níveis de desenvolvimento, o que possibilita a troca de conhecimento, mas, também, a formação de novas redes de pesquisa e de ações adequadas às realidades locais.

## 8. Referências

Almeida, E.; Silva, F. J. P. & Ralisch (2006). Powdered rock to revitalise soils. LEISA Magazine, volume 22 - Issue 4 - Ecological processes at work.

Almeida, E.; Pstersen, P. & Silva, F. J. P. (2009). Lidando com extremos climáticos: análise comparativa entre lavouras convencionais e em transição ecológica no Planalto Norte de Santa Catarina. *Agriculturas* v. 6, n.1.

Arcand, M. M. & Schneider, K. D. (2006). Plant and microbial-based mechanisms to improve the agronomic effectiveness of phosphate rock: a review. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences* ISSN 0001-3765. [www.scielo.br/aabc](http://www.scielo.br/aabc) 78(4): 1-17.

Deruelle, B.; Moreau, C.; Nkoubou, C.; Kambou, R.; Lissom, J.; Njonfang E.; Ghogomu R.T. & Nono, A. (1991). The Cameroon Line: a review, In: Kampunzu A. B. & Lubala R. T. (Eds.) *Magmatism in Extensional structural settings. The Phanerozoic African plate*. Springer - Verlag Berlin, 274327.

- Dunlop, H. M. (1983). Strontium isotope geochemistry and potassium-argon studies on volcanic rocks from the Cameroon Line, West Africa. PhD thesis, Univ. Edingburg, 347p.
- Fitton, J. G. & Dunlop, H. M. (1985). The Cameroon Line, West-Africa and its bearing on the origin of oceanic and continental alkali basalts. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 72, 23-38.
- FUNDAÇÃO PALMARES, (2011). Quilombos (<http://www.palmares.gov.br/>) acesso em 05/10/2011.
- Gonçalves A. O. A. (2011). A geologia de Angola e distribuição de rochas com potencial para rochagem. Workshop rochagem - uma alternativa sustentável aos fertilizantes e remineralização de solos no Brasil. Porto Alegre.
- Harper, J. R.; Fey, M. V.; Mbarkwe, I.; Awkes, M. (2010). Potential of fly ash as source of alkalinity for amelioration of acid soils of the South African Highveld. In: Martins, E. e Theodoro S. H. *Anais do I Congresso Brasileiro de Rochagem*. Brasília/DF p: 37-46.
- Leonardos, O. H.; Fyfe, W.S. & Kromberg, B. (1976). Rochagem: método de aumento de fertilidades em solos lixiviados e arenosos. *Congr. Bras. Geol. Ouro Preto. Anais. SBG.* p. 137-145.
- Leonardos, O. H. & Theodoro, S. H. (1999). Fertilizing tropical soils for sustainable development. In: Formoso O M. L. L. & Cerri C. C. (eds) *Proceedings International Workshop on Tropical Soils*, RJ. *Anais da ABC.* p: 143-153.
- Rêgo, K. G. (2005). Barragem em Comunidades Remanescentes de Quilombos no Município de Rio de Contas: Um conflito Manifesto. In: Theodoro, S.H. (Org.). *Mediação de Conflitos Socioambientais*. Rio de Janeiro: Garamond, p. 121-133.
- Rocha, E. J. P. (2006). Agroflorestas sucessionais no assentamento Fruta D'anta/MG: potenciais e limitações para a transição agroecológica. *Dissertação de Mestrado*. CDS/UnB, Brasília/DF.
- Guzmán, E. (1997). Origem, evolução e perspectivas do desenvolvimento sustentável. In: Almeida J.; Navarro, Z. (org.). *Reconstruindo a agricultura: idéias e ideais na perspectiva do desenvolvimento rural sustentável*. Porto Alegre: Editora da Universidade – UFRGS, p.19-32.
- Tchoua, F.M. (1974). Contribution à l'étude géologique et pétrologique de quelques volcans de La "Ligne du Cameroun" (Monts Manengouba et Bambouto). *Thèse Doct. D'état*, Univ. Clermont-Ferrand, 337 p + biblio+75 fig.
- Tchouankoue, J. P.; Nkouathio, D. G. & Njofang, C. (2009). Use of pyroclastic rocks from the Cameroon volcanic line as rock

fertilizers: preliminary results. In: Martins, E. e Theodoro S. H. Anais do I Congresso Brasileiro de Rochagem. Brasília. p: 31 – 36.

Theodoro, S. H. & Leonardos, O. H. (2011). Rochagem: uma questão de soberania nacional. In XIII Congresso brasileiro de geoquímica. Gramado/RS.

Theodoro, S. H.; Leonardos, O. H. & Almeida, E. de. (2010). Mecanismos para disponibilização de nutrientes minerais a partir de processos biológicos. In: Martins, É. e Theodoro, S. H. Anais do I Congresso Brasileiro de Rochagem. Brasília – Embrapa. p. 173-181.

Theodoro, S. H & Leonardos, O. H. (2006).

Sustainable farming with native rocks: the transition without revolution. Anais da Acad. Bras. de Ciências. Rio de Janeiro/RJ. Vol.78 no.4p: 715 – 720.

Theodoro, S. H. (2000). A Fertilização da Terra pela Terra: Uma Alternativa de Sustentabilidade para o Pequeno Produtor Rural. Tese de doutorado. UnB, 231 p.

Van Straaten P. (2007). Agrogeology: The use of rock for crops Enviroquest Ltd. 440 p.

Van Straaten, P. (2010). Geodiversity, biodiversity and the origin of crops In: MARTINS, É. e Theodoro S. H. - Anais do I Congresso Brasileiro de Rochagem. Brasília – Embrapa.