

# EXTRAÇÃO DE FOSFATO E UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA DE ROCHAGEM COMO ALTERNATIVA PARA OS PEQUENOS E MÉDIOS AGRICULTORES

Helder Silva Souza<sup>1</sup>

Dr<sup>a</sup>. Kátia Regina Benati<sup>2</sup>

## RESUMO

O Brasil é considerado o celeiro do mundo, com grande fatia do seu Produto Interno Bruto (PIB) proveniente da agricultura, mas passa por uma situação delicada, onde para continuar e aumentar a produção sem a necessidade de ampliar a área necessita de agrominerais para fertilizar o solo, quando esse é antigo e bastante lixiviado. Atualmente, a maioria dos agrominerais utilizados são importados e com valores altos, não favorecendo os pequenos e médios agricultores. Além disso, os fertilizantes convencionais são muito solúveis, não adaptados às regiões tropicais, e acabam sendo carregados, promovendo a redução no fornecimento para as culturas posteriores e a eutrofização de rios e lagos, impactando diretamente no abastecimento humano, como no caso do fosfato, que se estiver em grande quantidade nos mananciais provoca o desenvolvimento de algas que produzem toxinas, levando a redução da quantidade de oxigênio dissolvido na água, prejudicando os peixes e por consequência toda biota aquática do local. Assim, na busca por soluções que irão ajudar os pequenos agricultores, prejudicar menos o ambiente, com menor dependência do país por fertilizantes importados, e auxiliar as mineradoras a darem um destino mais ecológico para os rejeitos, uma técnica está sendo difundida, que é chamada de “rochagem”, “pó de rocha” ou “remineralizador”. Essa técnica consiste na fertilização do solo através de rochas específicas moídas, e são considerados fertilizantes inteligentes, pois disponibiliza os minerais para as plantas aos poucos sem provocar excessos no solo, contribuindo para uma agricultura sustentável e facilitando sua utilização para aqueles que não tem recursos para adquirir os fertilizantes convencionais. Importante ressaltar que os remineralizadores não vieram para substituir os fertilizantes convencionais, mas para aumentar o leque de possibilidades para a fertilização do solo, gerando por consequência uma fixação do homem no campo e a produção de alimentos mais saudáveis, já que a fertilidade vai ser adquirida sem a adição de processos químicos no beneficiamento, apenas por rochas que foram moídas, permanecendo por mais tempo no solo.

**Palavras-chave:** Fertilizantes convencionais, remineralizadores, impactos ambientais, produção.

<sup>1</sup> Pós-graduando em Gerenciamento Ambiental pela UCSal/ Salvador-BA. E-mail: [cavelder@hotmail.com](mailto:cavelder@hotmail.com).

<sup>2</sup> Professora-orientadora do TCC da pós-graduação em Gerenciamento Ambiental- UCSal/Salvador-BA. E-mail: [katia.benati@pro.ucs.br](mailto:katia.benati@pro.ucs.br).

## ABSTRACT

Brazil is considered the breadbasket of the world, since a large piece of its Gross Domestic Product (GDP) comes from agriculture. However, the country is going through a delicate situation, since that in order to continue and increase production without the need to expand the area, it needs agrominerals to fertilize the soil whenever it is old and leached. Currently, most of the agrominerals used are imported and very expensive, what makes it hard for small and medium farmers to acquire them. Besides, the conventional fertilizers are very soluble and not adapted to tropical regions, and for that reason are washed away, leading to supply reduction for later crops and eutrophication of rivers and lakes. That can directly impact human supply, as in phosphate for instance, which whether it is in large quantity in the sources, it causes the development of algae that produce toxins, leading to a reduction in the amount of oxygen dissolved in the water, harming the fish and consequently all the local aquatic ecosystem. Thus, looking for solutions to help small farmers cause less harm to the environment, reduce the country dependence on imported fertilizers and help the mining companies discard the waste ecologically, a technique called "rockiness", "rock powder" or "remineralizer", has been disseminated. This technique consists on fertilizing the soil by using specific grinded rocks, which are considered intelligent fertilizers, as they gradually releases minerals to plants but do not harm the soil by avoiding excesses, contributing to an agricultural sustainable practice and facilitating its use for those who cannot afford the conventional fertilizers. It is important to mention that the use of remineralizers does not intend to replace the conventional fertilizers but to increase the range of possibilities for soil fertilization what consequently makes the man keep working in the agriculture as well as a healthier food production. Since fertility is expected to be acquired without the addition of chemical processes in the beneficiation. It will occur only by the use of grinded rocks, which remain in the soil for a longer period.

**Keywords:** Conventional fertilizers, remineralizers, environmental impacts, production.

## INTRODUÇÃO

O Fósforo é o décimo elemento mais comum na natureza, com 1.050 partículas por milhão, ppm na crosta terrestre, teores médios de 8.690 ppm em carbonatitos, 650 ppm em granitos e 390 ppm em diabásios. Sendo os fosfatos de cálcio do grupo da apatita os mais comuns, com as atividades de mineração empregadas na retirada desse agromineral para posteriormente através do beneficiamento ser inserido no solo para a melhoria das culturas. Nesse âmbito também existe uma outra forma de conseguir melhorar a fertilidade do solo que é através da rochagem que vem conquistando espaço, pois consiste basicamente em moer determinada rocha para que o pó resultante seja misturado com o solo onde

estão as culturas, atuando como fertilizante para o solo e com baixo custo econômico (CETEM et al., 2008).

Os agrominerais tem muita importância para o nosso país, pois temos um território em sua maior parte com alto índice pluviométrico acarretando em solos lixiviados e solos ácidos que necessitam de correção através de outros minerais para que as plantações se desenvolvam e produzam mais, alavancando as exportações dos produtos agrícolas, que por sinal é o carro chefe de nossa economia. Todavia, a extração dos agrominerais das reservas é feito por empresas de mineração, com elevados investimentos e maquinário pesado para fazer a separação do agromineral dos outros elementos que formam a rocha, mas que não são de interesse para a empresa. Após a realização do beneficiamento o produto é colocado à disposição para que o agricultor possa utilizar em sua plantação, porém nem todos os agricultores podem pagar por ele e assim a lavoura não se desenvolve bem, podendo deixar o agricultor no prejuízo (MME, 2009).

Uma alternativa é a rochagem, já que não demanda grandes investimentos na extração, não prejudica o meio ambiente, não há necessidade de importação sendo que a rocha é apenas moída e depois espalhada na propriedade com solubilização lenta, promovendo assim um tempo maior de fornecimento do agromineral, como o caso do pó de rocha (MME, 2009).

Esta pesquisa tem por objetivos: (i) mostrar a gênese do fosfato no Brasil e no Mundo; (ii) analisar as diferenças entre a extração convencional de fosfato e a técnica de rochagem; (iii) identificar a importância dos agrominerais para a agricultura brasileira; (iv) expor os impactos ambientais causados pelas diferentes formas de disponibilização do fosfato para o solo na agricultura.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O estudo foi produzido através de levantamentos bibliográficos com método de pesquisa qualitativa, em duas etapas:

Primeira etapa: foi realizada uma busca de artigos, sem recorte e sites de referência, utilizando os provedores de pesquisa, Google e Google Scholar, com as seguintes palavras-chave: “Fosfato”, “Agrominerais”, “Remineralizadores” e “Pó de rocha”, onde alguns artigos e sites foram encontrados.

Segunda etapa: Após a leitura e análise minuciosa dos artigos e sites, foram descartados os que não se enquadraram na proposta do estudo. Por haver necessidade de se buscar elementos desde a descoberta da agricultura até os dias atuais, permeando principalmente pela contemporaneidade não foi feito um recorte temporal nesse estudo.

O estudo está estruturado em três partes, a fim de contemplar a gênese dos agrominerais, seu beneficiamento e as atuais mudanças para a continuação da produção agrícola com menor impacto negativo para o meio ambiente e para os produtores rurais : (a) Fosfato: gênese, reservas mundiais e importância para plantas; (b) A extração do agromineral fosfato; (c) Rochagem: história, marco legal e alternativa para fertilização do solo.

## **FOSFATO: GÊNESE, RESERVAS MUNDIAIS E IMPORTÂNCIA PARA AS PLANTAS**

A prática de usar materiais fosfáticos como fertilizantes é tão antiga que não há registro do seu início. Excrementos de aves eram usados pelos cartagineses há mais de 200 anos a.C e os incas utilizavam guano, excremento de pássaros e morcegos rico em fosfato e nitrogênio, muito antes dos espanhóis (CETEM, 2006). O fósforo foi o primeiro elemento químico descoberto, segundo registros históricos. O nome tem origem do grego “phosphorus”, que significa “fonte de luz”, devido à sua propriedade de brilhar no escuro quando exposto ao ar (JUSTEN, 2009). Esse elemento é abundante na natureza (é o décimo mais comum), com 1.050 ppm, partes por milhão, na crosta terrestre e símbolo químico “P”, é um elemento pertencente ao grupo dos metaloides, encontrado na natureza dividido em dois tipos de depósito, os primários e os secundários (CETEM et al., 2008).

A partir de então o fósforo passou a ser estudado e,

Em 1669 o fósforo foi isolado pela primeira vez pelo alquimista alemão Henning Brandt ao evaporar grandes quantidades de urina humana. Só cem anos mais tarde o químico sueco Gahn descobre sua presença nos ossos, e dez anos depois no mineral piromorfita (fosfato de chumbo). Foi somente em 1840 que Justus Von Liebig, renomado químico da Alemanha, formulou a base científica de produção de ácido fosfórico. Em 1842, o fazendeiro inglês Bennet Lawes patenteou um processo de acidulação de nódulos fosfatados (coprólitos) e deu a esse produto o nome de superfosfato, que se mantém até hoje (WAGGAMAN, 1969 apud CETEM, 2006, p. 8).

O fósforo, mesmo em temperatura muito baixa, é um elemento químico muito ativo e instável. Devido a esta instabilidade, ele não é encontrado livre na natureza. Todavia, se apresenta abundantemente distribuído através de seus compostos, principalmente na forma de sais, denominados fosfatos, que para ser explorável economicamente precisa de um teor de  $P_2O_5$  entre 5 e 35% (SCHOBENHAUS, 1997 apud JUSTEN, 2009).

Dos tipos de depósitos onde se encontram o fosfato, os mais importantes do ponto de vista econômico são os sedimentares e os de origem ígnea, já os depósitos biogénicos são concentrações orgânicas nitrogenadas, originadas pelos dejetos de aves, e se constitui de menor importância econômica, pois são encontrados em pequenas quantidades e/ou em locais de difícil acesso, como é o caso de ilhas (DNPM 2010).

O Hemisfério norte foi agraciado com as maiores e melhores reservas de fosfato, como os originados de sedimentos marinhos que estão localizados nos Estados Unidos, sudeste do México, Marrocos, Noroeste do Saara e Oriente Médio— com maior facilidade para extração, promovendo assim um custo menor e por consequência uma valorização do produto em comparação com outros de diferentes origens— e os originados de depósitos ígneos, presentes na África do Sul, Rússia, Finlândia e Brasil, entre outros (DNPM, 2010).

Tabela 1- Principais países com reserva e produção de Potássio e Fosfato. Dados 2009

		Reserva	País	Produção	País
Potássio ( $10^3$ t)	1º	4.400.000	Canadá	4.320	Canadá
	2º	3.300.000	Rússia	3.730	Rússia
	3º	750.000	Belarus	3.000	China
Fosfato ( $10^3$ t)	1º	50.000.000	Marrocos	60.200	China
	2º	3.700.000	China	26.400	EUA
	3º	2.200.000	Argélia	23.000	Marrocos

Fonte: Mineral Commodities Summary 2011- United States Geological Service (USGS) apud Silva, 2012 adaptado pelo autor, 2020.

No Brasil, cerca de 80% das jazidas fosfáticas naturais (fosfatos), são de origem ígnea com presença acentuada de rocha carbonatítica e minerais micáceos, com baixo teor (é o conteúdo de fósforo de uma rocha ou concentrado), em geral expresso em ( $P_2O_5$ ), enquanto que em termos mundiais esse percentual está em

torno de 17%. Esses fosfatos recebem a denominação de fosfato natural, rocha fosfatada ou mesmo concentrado fosfático, caso sejam passíveis de serem aproveitados, quer diretamente como material fertilizante, quer como insumo básico da indústria de fósforo ou de seus compostos— exemplo, na fabricação de cristais especiais para lâmpadas de sódio, aplicações militares em bombas incendiárias e bombas de efeito moral, agente de limpeza para amolecer a água e prevenir a corrosão da tubulação, etc— tal qual se encontram na natureza ou após os minérios sofrerem concentração por meios físicos nas usinas de beneficiamento (DNPM et al., 2010).

Os materiais fosfáticos no Brasil ocorrem em seis ambientes geológicos distintos, que são (CETEM, 2008):

- Magmáticos- Complexos alcalino-carbonatíticos mesozoicos em que os minérios de mais elevados teores se formaram por enriquecimento supergênico de carbonatitos apatíticos e/ou piroxenitos apatíticos: Catalão-GO; Tapira-MG; Araxá-MG; Jacupiranga-SP; Anitápolis-SC; Iperó-SP; Patrocínio-MG; Ouvidor-GO.
- Ortomagmáticos- Complexos alcalino-carbonatíticos, proterozóicos, metamorfizados, nos quais ocorreram também concentrações residuais: Angico dos Dias-BA e Maecuru-PA.
- Metassedimentares- Nas bacias intracratônicas de idade proterozóica: Patos de Minas-MG; Irecê-BA; Lagamar-MG e Itataia-CE.
- Sedimentogênicos- Nas bacias marginais mesozoicas: Paulista/Igarassu-PE, Goiana-PE.
- Lateríticos- Materiais fosfatados aluminosos resultantes da laterização de rochas sedimentares e metassedimentares, com teores elevados de fósforo: Taura e Pirocáua-MA. Seus minerais apresentam baixa solubilidade para o fósforo contido.
- Orgânicos- Constituídos por excrementos de aves (guano): Ilha Rasa-PE. Sem interesse econômico pelas suas baixas reservas e localização.

O fósforo, um dos três macronutrientes principais (NPK), é elemento fundamental no processo de conversão da energia solar em alimento, fibra e óleo pelas plantas, onde desempenha função chave na fotossíntese, no metabolismo de

açúcares, no armazenamento e transferência da informação genética (CETEM 2006).

Deve-se considerar que com o uso correto do fosfato a planta fica mais resistente às pragas, havendo um gasto menor com defensivos agrícolas (CETEM, 2006)

Os fertilizantes promovem o aumento da produtividade agrícola, possibilitando proteger e preservar milhares de hectares de florestas e matas nativas, assim como a fauna, podendo aumentar a produção sem ocorrer o mesmo com a área plantada (CETEM et al., 2008).

Normalmente só pequenas quantidades de fósforo estão presentes na solução do solo que é alimentada continuamente pela sua liberação a partir de minerais e da matéria orgânica, porém, esta só será disponibilizada para as plantas quando os microorganismos presentes no solo transformarem os íons de ortofosfato em formas simples, liberando os íons fosfatos inorgânicos, mas além da reposição de fosfato para as plantas não ocorrer de forma rápida, ainda existe o fato de que nesse processo há muitas perdas de fosfato, principalmente por lixiviação, e quando ele entra na cadeia alimentar, onde inicia-se nos fosfatos naturais (a apatita é o principal), passa para o solo por solubilização, sendo absorvido pelas plantas, e posteriormente na alimentação de herbívoros e onívoros, retornando ao solo em índices bem abaixo do que foi retirado (CETEM 2006).

Um dos problemas relacionados a falta de fósforo no solo, pode ser exemplificado na cultura do arroz de terras altas, com os sintomas folhas mais velhas estreitas e com uma coloração bronze nas pontas, baixo perfilhamento, maturação atrasada, alta percentagem de grãos chochos, redução na brotação e desenvolvimento de raízes secundárias, na produção de matéria seca e na produção de sementes (EMBRAPA,2010).

As plantas respondem à deficiência de P com adaptações que as permitem maximizar a probabilidade de produzir algumas sementes viáveis, e na maioria das vezes como resposta a essa deficiência as plantas tendem a diminuir a quantidade de sementes produzidas do que o tamanho da mesma, dando assim, condições para que as poucas sementes possam dar continuidade à espécie (EMBRAPA,2010).

Existe também o fato, onde

Algumas plantas podem responder à deficiência de P melhorando sua habilidade em acumular o elemento. Em milho, uma redução no nível de P

na planta parece ser o sinal para que as raízes absorvam P mais rapidamente. As plantas que passaram por estresse de P apresentam grande aumento na taxa de absorção quando colocadas em contato com este nutriente e, portanto, têm concentração maior de P no tecido, comparadas àquelas que não experimentaram a deficiência de P (POTAFOS, 2001, p. 4).

As plantas deficientes em P podem perder a habilidade em regular sua absorção, condição que pode levar a uma absorção indiscriminada quando se restabelece o fornecimento de P na solução. Assim, pode-se perceber que as plantas normais tem mecanismos de controle de fornecimento de P, já as plantas deficientes em P podem acumular quantidades tóxicas deste fertilizante quando forem expostas a grandes quantidades, não acontecendo isso com as plantas que recebem doses contínuas do fertilizante, sendo assim a fertilização contínua é indicada nesse caso para não ocorrer problemas com o desenvolvimento das plantas (POTAFOS, 2001).

Com tudo isso percebe-se a necessidade do uso de fertilizantes para que as lavouras continuem produzindo, visto que o Brasil tem muitas terras agricultáveis, mas boa parte delas, devido aos processos naturais e antrópicos, perderam os macronutrientes essenciais para as plantas, e assim, há necessidade de explorar esses recursos nos locais onde eles se encontram, na maioria das vezes através da importação de outros países, e disponibiliza-los para as plantas, aumentando assim o comércio e circulação desses produtos (CETEM, 2008).

Nos últimos tempos, período em que houve crescimento econômico e populacional acima da média mundial especialmente nos países em desenvolvimento, e, conseqüentemente, forte pressão sobre demanda das principais *commodities* internacionalmente comercializadas, ocorreu um forte aumento no preço desses bens primários, e os reflexos disso são sentidos entre outras coisas, nos fertilizantes, pois há necessidade de se produzir mais alimentos e nessa história os fertilizantes são protagonistas.

O mercado nacional de fertilizantes triplicou o seu volume entre 1991 e 2003 com uma taxa de crescimento anual de 8,6%, mas a produção interna satisfaz apenas uma parcela do consumo: fósforo, 52% nitrogênio 32 %; e potássio pouco mais de 10 %. Todos os indicadores mostram claramente que essa dependência continuará a aumentar fortemente se não forem implantados novos projetos, tanto mais que em geral, o balanço de nutrientes removido é superior ao aplicado (CETEM, 2008). O 1º Programa de Fertilizantes da *Food and Agriculture*

*Organization* (FAO) que decorreu num período de 25 anos, em milhares de propriedades agrícolas, em 40 países, mostrou que para o trigo, por exemplo, o aumento médio ponderado resultante de fertilização adequada foi de 60 % (FAO, 2002).

## **A EXTRAÇÃO DO FOSFATO NO BRASIL: O CASO DA MINERADORA GALVANI**

No Brasil é adotado o critério clássico de reservas, medida (quantidade bem definida, existente em depósitos minerais), indicada (quantidade razoavelmente definida de minério existente em depósitos minerais) e inferida (quantidade de minério adicional aos limites medidos e indicados), baseada no modelo do *United States Bureau of Mines* (USBM) de 1943 e as reservas de minério (rocha fosfática) oficialmente aprovadas no país, em 2008, são de 4.769 milhões de toneladas (Mt). Desse montante, cerca de 2.510 Mt representam as reservas medidas, 1.107 Mt as indicadas, com 231 Mt e 106 Mt, respectivamente, em termos de  $P_2O_5$  contido. Desse modo, as reservas brasileiras de fosfato somam 337 Mt de  $P_2O_5$  contido (medida + indicada), que comparado as principais reservas mundiais são poucas e em nível de  $P_2O_5$  concentrado, são de menor valor, mas que podem ser exploradas economicamente (DNPM, 2010).

As maiores reservas do Brasil são encontradas em poucos estados, já que

Essas reservas estão concentradas, principalmente nos estados de Minas Gerais com 67, 9% desse total, seguido de Goiás com 13,8%, São Paulo com 6,1 %, que juntos participam com 87,8% das reservas do país, o restante nos estados de Santa Catarina, Ceará, Pernambuco, Bahia, Paraíba e Tocantins, e entre outros como, Maranhão, Piauí, Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Norte com possibilidades potenciais verificadas por trabalhos de pesquisa realizados (DNPM, 2010, p. 548).

Em alguns estados supracitados, de acordo a literatura especializada há ocorrência de ambientes geológicos favoráveis à acumulação de fosfato, como é citado pelo DNPM, 2010 que são:

- Fosforito em Macau-RN, constatada em testemunhos de sondagem para prospecção de petróleo (ABREU, 1973);
- Apatitas nos tactitos em Monteiro-PB;

- Apatita em Ipirá/ Pedras Altas-BA, em diapsiditos e em pegmatitos de composição sienítica (VEIGA e COUTO, 1981);
- Apatitas em Riachão do Jacuípe, Gavião e Itambé, também na Bahia;
- Fosforito na Formação Ilhas na Bahia;
- Fosforito em Bonito/ Bodoquena, em Mato Grosso do Sul;
- Ocorrências de apatita no Grupo Bambuí no estado de Minas Gerais (Abaeté, Tiros, Pirapora, Cedro);
- Fosfatos aluminosos do Pará e Maranhão (OLIVEIRA e COSTA, 1984);
- Fosfatos do Grupo Canastra, Fortaleza de Minas, ainda mal conhecidas;
- Fosfatos, nióbio e terras raras, localizados em Planalto da Serra, a 250 km de Cuiabá-MT.

Atuando nessa área as principais empresas mineradoras envolvidas no setor de fertilizantes e detentoras desse montante de reservas de rochas fosfáticas, a Fosfertil/Ultrafertil detém 38,3%, a empresa Vale 24,8%, Bunge Fertilizantes detém 14,8% e Copebrás com 6,0%, que juntas representam 83,9%, seguido das mineradoras Galvani, Itafós Mineração Ltda, Socal S/A, Indústria de Fosfatados Catarinense – IFC, CBPM, CPRM, e NORFERTIL S/A.; entre outras empresas detentoras de reservas de fosfatos, de menor porte, em termos de  $P_2O_5$  contido (DNPM, 2010).

Podemos citar como exemplo a Galvani, uma empresa genuinamente brasileira, com sede em Paulínia-SP, e que tem áreas de extração de fosfato e produção de fertilizantes em outros estados do Brasil, como é o caso da Bahia em Campo Alegre de Lourdes, Irecê e Luiz Eduardo Magalhães- LEM. Nesta última a Galvani tem a única indústria de fertilizantes do oeste baiano, com produção anual de 500 mil toneladas de fertilizantes e comercializando-os nos estados de Minas Gerais, Maranhão, Paraná, Rondônia, Pará, Sergipe, São Paulo e as regiões próximas à indústria, que antes precisavam comprar fertilizantes em estados distantes (SOUZA, 2015).

Em Campo Alegre de Lourdes a mineradora tem uma jazida da qual retira o concentrado fosfático—com uma produção de 200 mil toneladas por ano —que irá alimentar a indústria de fertilizantes em LEM, já em Irecê ocorria a mesma atividade de extração, mas devido à natureza do material teria que ocorrer a mudança em alguns equipamento, e assim a mineradora paralisou os trabalhos. Todavia, recentemente a mineradora está realizando estudos para retomar a produção de

concentrado de rocha fosfática em Irecê, onde já havia feito à extração do minério secundário e agora o interesse é na extração do minério primário– supergênico (CORREIO,2019).

A Galvani extraia o concentrado de rocha fosfática através da via úmida, onde o minério lavrado era fragmentado em um britador e classificado em um diâmetro compatível com o resto do circuito produtivo. Antes do mesmo seguir o circuito, o material devia passar por uma etapa de homogeneização. Após esta etapa o produto seguia para as operações de moagem, desmagnetização, deslamagem, condicionamento, flotação, desaguamento, filtração e secagem, e assim o concentrado era encaminhado para a etapa de secagem, onde um secador rotativo deixava o produto com a umidade ideal para a comercialização, obtendo assim um concentrado fosfático com teor de  $P_2O_5$ , variando entre 32 e 36 % (MONTEIRO, 2008).

Entretanto, devido as condições geográficas da região de Irecê, semiárido baiano, com a baixa disponibilidade de água para a utilização do método de extração supracitado a Galvani teve que buscar soluções para continuar com suas atividades na região, tendo que diminuir sua dependência em relação a água (RAÍZES,2003).

Na busca por manutenção da extração de fosfato em Irecê, os executivos da Galvani, após assistirem uma palestra de Gildo Sá Albuquerque, no Instituto Brasileiro do Fosfato– Ibrafos, onde um sopro no minério em queda livre separava o contaminante do fosfato, e poderia ser utilizada, através de adaptações, para o beneficiamento a seco do minério na Unidade de Mineração de Irecê– UMI, fato este de extrema importância para a mineradora, que dava *up grade* na produção de fosfato através da rota a seco (RAÍZES, 2009).

A Galvani patenteou essa nova rota de beneficiamento, e a implantou com grande otimismo na UMI. Assim, a mineradora iria continuar suas operações sem a necessidade de grandes volumes de água, não intervindo na escassa reserva hídrica da região, e assim a quantidade de água para as pessoas, animais e a agricultura não seria afetada (RAÍZES, 2009).

O beneficiamento a seco, é em concepção composto da sequência de britagem, homogeneização, secagem, moagem, classificação, granulometria, resfriamento e desmagnetização. Contudo, nesse tipo de beneficiamento a rocha

deve ter um alto teor de  $P_2O_5$  (>15%) e a recuperação do material é cerca de 20% inferior a recuperação em rota úmida (MONTEIRO, 2008).

A Galvani ficou um tempo realizando esse tipo de beneficiamento, mas devido à exaustão do minério secundário, mais friável, e a ocorrência apenas do minério primário, direcionou a empresa ao retorno para a via úmida em uma região com sérias dificuldades hídricas (SERTÃO BAIANO, 2014).

## **O PROBLEMA DO USO DOS FERTILIZANTES CONVENCIONAIS E AS NOVAS TÉCNICAS DE FERTILIZAÇÃO DO SOLO**

Como foi falado no capítulo anterior o solo brasileiro tem baixas quantidades dos macronutrientes essenciais para as plantas, decorrência da própria composição do solo, da lixiviação, entre outros fatores. A principal alternativa utilizada atualmente para suprir essa necessidade é o uso dos fertilizantes industriais, altamente solúveis, e em sua grande maioria importados, fazendo com que os produtores dependam do comércio externo desses produtos que podem oscilar por variações na moeda, necessidades dos exportadores, disponibilidade dos fertilizantes, etc. Além disso, devido ao beneficiamento e ao transporte os fertilizantes acabam tendo um valor alto, afetando diretamente o valor final dos produtos que saem das lavouras ou o preço dos animais que se alimentam das pastagens onde se faz o uso dos fertilizantes (PÁDUA, 2012).

Os fertilizantes convencionais além de terem um custo mais alto, são muito solúveis—mais adequados para climas temperados, onde a chuva e neve ocorrem de forma distribuída no tempo e espaço—e quando adicionados a solos de climas tropicais são lixiviados de forma rápida, havendo a necessidade da reposição num curto espaço de tempo e podendo causar a eutrofização de rios e lagos (LEONARDOS, 1976 e 1987 apud SILVEIRA, 2016).

Na busca por novas opções de fertilizantes, mais baratas e que utilizem as rochas que são encontradas no país, os pesquisadores estão investindo no uso da rochagem ou remineralização do solo, que consiste na aplicação direta das rochas moídas e tem como vantagem a liberalização lenta dos elementos, o que implica na otimização do uso dos minerais com poucas perdas por carreamento pela drenagem (MME, 2009).

Outra opção são os fertilizantes organo-fosfatados, que ocorrem através de um processo alternativo, chamado de Humifert(desenvolvido em laboratório, na França, com patente nº 87-13177), em que baseia-se no ataque de fosfatos naturais brutos, minérios marginais ou fosfatos secundários não utilizáveis pela tecnologia do ácido fosfórico pelo ácido nítrico e na utilização do nitrogênio do ar como fonte primária do reagente ácido. Produzem-se óxidos nítricos que, em contato com a umidade da mistura fosfato + matéria orgânica, transformam-se em ácido nítrico nascente na própria superfície das partículas de fosfato. Este fertilizante nitro-fosfatado é fixado sobre matérias orgânicas como turfas, bagaço, palhas, etc (STERNICHA,1988; OBA et al., 2000 apud CETEM,2008; CHAVES 2010).

As fontes alternativas tem grande importância, não simplesmente para tomar o espaço dos fertilizantes convencionais—estes que ainda são muito relevantes para as grandes plantações—, mas para servir a aqueles que não podem pagar os valores cobrados e para dar um melhor destino para muitos tipos de rochas que eram tratados como rejeitos na mineração, e as que ainda não foram exploradas, pois eram consideradas sem valor econômico.

## **ROCHAGEM: HISTÓRIA E MARCO LEGAL**

A rochagem é uma técnica de fertilização baseada na adição de pó de determinados tipos de rocha ou minerais com a capacidade de alterar positivamente a fertilidade dos solos sem afetar o equilíbrio do ambiente. Ela é indicada principalmente para pequenas propriedades, para a agricultura orgânica, onde devido aos altos valores dos fertilizantes convencionais os pequenos agricultores não conseguem obtê-los, deixando assim, o solo sem os minerais necessários (LAPIDO-LOUREIRO, 2009).

Os primeiros a falar sobre remineralização do solo foram o francês M. Missoux (1853) e o alemão Julius Hensel (1880), ao divulgarem seus trabalhos sobre a utilização de rocha como fonte de nutrientes (LAPIDO-LOUREIRO, 2009). Hensel publicou um livro em 1880, chamado “*Bread of stones*”, que significa “pães proveniente das rochas”, onde ele explica a utilização da rochagem para produção de alimento, a recuperação do solo e a dignidade do produtor rural familiar (MATTOS et al., 2016)

No Brasil, as pesquisas iniciaram-se na década de 50 em Minas Gerais, posteriormente na Universidade de Brasília–UnB pelo professor Othon Leonardos, precursor da rochagem no país. Essas pesquisas giraram em torno de rochas que pudessem oferecer P (fosfato) e K (potássio), devido a maior carência desses minerais no solo antigo e lixiviado brasileiro, não deixando de lado a importância dos outros minerais para o desenvolvimento das plantas. Entre as décadas de 70 e 80, as pesquisas em relação às rochas para o fornecimento de K se intensificaram e também a busca por novas rotas para a obtenção de fertilizantes (MARTINS, 2010; PÁDUA, 2012).

Na década de 90 houve uma expansão dos grupos de pesquisa sobre rochagem em diversas partes do país. Aproveitando o crescimento das pesquisas pelo país e o interesse em reunir esse conhecimento, foi realizado em 2009 o I Congresso Brasileiro de Rochagem– CBR, um evento de grande importância e propulsor para pesquisas relacionadas ao setor (MARTINS, 2010).

Um dos resultados do congresso foi a formação do Grupo de Trabalho (GT), constituído por diversos pesquisadores de várias entidades de pesquisa e do governo, tais como: Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral do Ministério de Minas e Energia (SGM/MME), Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (SETEC/MCTI), Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SDA/MAPA), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), - Diretoria de Geologia e Recursos Minerais do Serviço Geológico do Brasil- Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (DGM/SGB-CPRM), Diretoria de Planejamento e Desenvolvimento da Mineração do Departamento Nacional de Produção Mineral (DIPLAM/DNPM), Universidade de Brasília (UnB), Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), dentre outras (MATTOS et al., 2016).

O interesse principal do I CBR foi discutir e propor uma regulamentação para que o pó de rocha fosse usado seguindo os trâmites legais, mas devido a pressões dentro do próprio governo e de setores ligados ao agronegócio a proposta não conseguiu os objetivos nesse primeiro momento, mas os frutos que surgiram através do congresso tomaram grandes proporções e as discussões sobre o tema aumentaram, com vários outros grupos de pesquisas se formando pelo país (THEODORO, 2016).

Com o aumento das discussões sobre o assunto e do interesse dos pesquisadores, em 2013 foi realizado o II CBR, com a presença de mais de 20 universidades diferentes, além dos órgãos de pesquisas públicos e privados, e pesquisadores internacionais das Universidades de Yaoundé (Camarões), Guelph (Canadá), New Castle (Reino Unido) e representantes (pesquisadores, ativistas ambientais ou empresários) de Uganda, dos Estados Unidos e do Paraguai, onde visualizaram o êxito na utilização dos rejeitos da mineração para o uso na agricultura (MATTOS et al., 2016).

No período entre 2009 e 2013 os apoiadores da técnica de rochagem buscaram a legalização do uso do pó de rocha na agricultura. Com o propósito de diminuir a dependência externa de fertilizantes e aumentar a produtividade, em dezembro de 2013 foi criada a Lei de remineralizadores. Dando um embasamento jurídico e favorecendo o andamento do processo de comercialização e de pesquisas acerca do pó de rocha como substituto ou complemento aos fertilizantes convencionais. Todavia, ainda faltava um entendimento jurídico relacionado ao Código de Mineração com relação ao aproveitamento e comercialização dos remineralizadores pelas mineradoras, já que as mesmas só tinham direito de extrair e comercializar os produtos que foram acordados previamente com os órgãos do governo, registrados em documentos, e fazer mudanças, considerando a burocracia poderia não ser atrativo para as empresas (MATTOS, 2016).

No que concerne a legislação os fertilizantes convencionais tinham, entre outros, três instrumentos legais, são eles:

(i) a Lei dos Fertilizantes (Lei nº 6.894/1980), que contém nove artigos, entre os quais, cita-se o art.1º, que informa as categorias de fertilizantes, o art. 2º, que atribui ao MAPA a competência para exercer a fiscalização e o art.4º, que estabelece a obrigatoriedade de registro de estabelecimentos e de produtos; (ii) o Decreto nº 8.059, de 26 de julho de 2013, que alterou o Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004, que regulamentava a supracitada Lei e que dispunha sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura; e (iii) as Instruções Normativas, especialmente as INs nº 27/ 2006 ( que estabelece limites para contaminantes) e nº 35/2006 ( que trata de corretivos e condicionadores), instituídos pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento–MAPA (THEODORO, 2016, p. 28).

Visto que a lei supracitada e as Instruções Normativas não contemplavam o uso de remineralizadores na agricultura, a alternativa encontrada foi criar uma lei

específica para a situação dos remineralizadores, pois assim buscava alternativas sustentáveis para o desenvolvimento da agricultura e uma menor dependência dos fertilizantes externos que tem seu valor de acordo ao dólar e podem variar de preço devido a demanda e ao aumento da moeda norte-americana.

De acordo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, para a lei 12890/2013,

Remineralizador significa o material de origem mineral que tenha sofrido apenas redução e classificação de tamanho por processos mecânicos e que altere os índices de fertilidade do solo, por meio da adição de macro e micronutrientes para as plantas, bem como promova a melhoria das propriedades físicas ou físico-químicas ou da atividade biológica do solo (PILLON, 2016, p. 21).

Com uma regulamentação própria, após uma convergência de interesses entre o governo, pesquisadores e universidades, faltava criar uma estrutura de logística, um estudo mais aprofundado sobre a localização das possíveis rochas a serem utilizadas no processo de rochagem e os campos de plantação que se beneficiarão desta técnica, além disso, será uma alternativa para as mineradoras que sem outra destinação, ocupam grandes espaços com rejeitos que poderiam estar servindo como fertilizante em alguma plantação, ajudando assim a mineradora com uma renda extra, na resolução de problemas de espaço e ambientais, e ao produtor rural que não ficará refém dos altos preços (valor cotado pelo dólar) e da alta solubilidade dos fertilizantes convencionais.

## **O PÓ DE ROCHA COMO ALTERNATIVA PARA OS PEQUENOS AGRICULTORES**

O Brasil é considerado o celeiro do mundo, com grande fatia do Produto Interno Bruto–PIB proveniente do setor agropecuário, mas para continuar a produzir num solo lixiviado e com déficit em nutrientes para as plantas, vem investindo na compra de grandes quantidades de fertilizantes solúveis, principalmente NPK que são fertilizantes de alta solubilidade, e que num período entre 2003 e 2007 esses produtos tiveram um aumento de cerca de seis vezes, indo de 630 milhões para 3 bilhões e 370 milhões de dólares, respectivamente. No que tange o preço do cloreto

de potássio, segundo o MAPA, passou de US\$ 199 para US\$ 945/ton., deixando-o inacessível para os pequenos agricultores (BENEDUZZI, 2011).

Atualmente a situação não mudou muito, com os fertilizantes convencionais a preços altos, a desvalorização do real frente ao dólar, desarranjos comerciais entre EUA e China, o aumento da utilização desses insumos nos países exportadores, como no caso dos fertilizantes fosfatados e potássicos, que ao longo do primeiro semestre de 2019 estiveram com preços no patamar mais alto em nove anos, em termos nominais. Onde o preço do cloreto de potássio (KCL) passou de R\$ 1.386/t para R\$ 1.796/t no período, um aumento de 29%, já o MAP (fosfato monoamônico) passou de R\$ 1.807/t para R\$ 2.076/t, registrando quase 15% de aumento (MENDES, 2019).

Além de alguns fertilizantes terem preços elevados, eles são absorvidos em diferentes quantidades pelas plantas, como é visto com os macronutrientes e os micronutrientes, onde

Os macronutrientes são os elementos básicos necessários em maior volume às plantas, expressos em %. São eles: Carbono, Oxigênio, Hidrogênio— retirados do ar e da água— e Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio, Magnésio e Enxofre retirados do solo, sob condições naturais.

Os micronutrientes são requeridos em pequenas quantidades, expressas em partículas por milhão— ppm. São micronutrientes, dentre outros, Ferro, Manganês, Cobre, Boro, Zinco, Cloro, Molibdênio e Níquel (BENEDUZZI, 2011, p. 24).

Sem esses nutrientes as plantas não se desenvolvem de forma adequada e podem morrer, gerando assim prejuízo para o agricultor e por consequência para toda a cadeia, pois a produção iria abastecer mercados e o produtor também contrai dívidas para poder plantar. Todavia, na esperança de aumentar ou continuar a produzir o agricultor faz a aquisição de fertilizantes concentrados, que dão os nutrientes necessários para as plantas que não são disponibilizados naquele tipo de solo. Porém segundo Leonardos, 1976 e 1987 comentado por Silveira, 2016, os fertilizantes convencionais não foram criados para regiões com climas tropicais e sim para áreas de clima temperado— chuva e neve bem distribuídos, onde o solo já possui uma quantidade mineral importante, e os fertilizantes atuam como uma complementação.

Os fertilizantes químicos além de não serem adequados para o clima do Brasil, baixam sua eficiência nutricional de forma muito rápida, em aproximadamente 50 % para N, menos de 10 % para o P e cerca de 40 % para o K, havendo a

necessidade de aplicação em cada safra de ciclo anual, interferindo em cerca de 40 % nos custos variáveis da produção. Assim, considerando a sobrevivência de muitos agricultores na produção de alimentos, outras alternativas para a fertilização estão encontrando um campo fértil para o desenvolvimento, como é o caso dos pós de rocha e da biofertilização (SILVEIRA et al., 2016).

O uso do pó de rocha na agricultura torna o país menos dependente dos insumos externos, dá um destino para o rejeito produzido na mineração, contribui com uma agricultura mais sustentável, visto que com o pó de rocha a liberação dos nutrientes ocorre de forma lenta, apenas o necessário para a planta, e acontece por um longo período, diferente dos fertilizantes solúveis, que disponibilizam todos os nutrientes para as plantas, causando em alguns casos, excessos de nutrientes no solo e perdas por lixiviação que levam esses nutrientes provocando a eutrofização de rios e lagos, e ainda aumentam a quantidade de gases poluentes na atmosfera (TILMAN et al., 2001 apud CARVALHO, 2012).

E já tem ação no campo, como é visto logo abaixo, onde já há

Testes de recomendação de uso desse insumo, e algumas empresas parceiras deste estudo já devem lançar seus produtos no mercado brasileiro até o final deste ano. Atualmente, diversos agricultores estão adotando sistemas agroecológicos, orgânicos ou a produção integrada como sistema de produção onde as preocupações com o meio ambiente e com a qualidade dos alimentos é uma obrigatoriedade essencial. Seja qual for o sistema de produção adotado, o solo é um fator essencial, por ser o fornecedor natural de nutrientes para as plantas. Uma vez degradado, a recuperação de sua fertilidade natural é desafiante, as promessas de práticas de remineralização vão além da nutrição e sustentabilidade, eles contribuem para o sequestro de carbono e a estabilização do clima e solo (MOREIRA, 2016, p. 444-445).

E mais adiante, sobre segurança alimentar e o uso de novas técnicas sustentáveis, onde

Inúmeros estudos mostram as transformações da produção de alimentos, principalmente em relação a produtos que estão presentes diariamente na mesa do consumidor nos últimos anos. Paralelamente, cresce a preocupação com a segurança alimentar, a qualidade e a quantidade dos alimentos. Ao tratar de segurança alimentar, que se estende além do combate à fome e à pobreza, englobam também as ações de políticas públicas voltadas ao sistema agroalimentar, devendo a questão ser abordada de maneira mais abrangente, desde a forma de produção até o consumo (MOREIRA, 2016, p. 445).

A complexidade do assunto leva a uma série de discussões de suma importância, passando pela definição e conceituação relacionada ao uso intensivo de insumos agrícolas, ao nível de dependência dos agricultores em relação às formas de manejo da fertilidade do solo agrícola e à busca da soberania alimentar. Este processo leva à necessidade de desenvolver e empregar novas técnicas na agricultura, onde o processo e uso de recursos

naturais, incluindo aí a energia fóssil, seja mais sustentável. Soberania alimentar que implica na busca da autossuficiência regional, para produzir o que a população local necessita ou deseja consumir (MOREIRA, 2016, p. 445).

Considerando todos esses fatores o Brasil com sua geodiversidade pode aproveitar bastante o uso do pó de rocha, principalmente para os pequenos agricultores que necessitam de alternativas mais baratas e sustentáveis para continuar a produzir em diversas regiões do país, já que o pó de rocha fica na terra e se transformará no solo do futuro, viabilizando a sobrevivência do agricultor no campo sem a necessidade do mesmo se deslocar para a cidade em busca de trabalho. Uma oportunidade ímpar para fixar o homem do campo em sua propriedade, ajudando no crescimento econômico da nação e na valorização dos nutrientes encontrados no território nacional, deixando assim as reservas dos fertilizantes convencionais para serem utilizados na indústria química e farmacêutica, pois ambas necessitam de um produto com maior pureza (MAAHS, 2016).

## **REMINERALIZADORES E A PROTEÇÃO DO MEIO AMBIENTE**

Os fertilizantes convencionais são de grande importância para a produção agrícola, mas existem diversos pontos que fazem com que especialistas procurem rotas alternativas para a fertilização do solo, que são: (a) altos preços na importação dos produtos, (b) dependência em relação aos países que são exportadores, (c) alta solubilidade, necessitando a reposição dos fertilizantes a cada cultura anual, (d) problemas ambientais causados pela inserção de elevadas quantidades no solo, (e) alta energia gasta para a extração desses fertilizantes, etc. Fatores esses que contribuem para o fortalecimento da ideia que a rochagem é uma solução importante para um mundo em que há mudanças de paradigmas, e o que era a melhor coisa ontem não necessariamente será a melhor hoje (CBR, 2016).

No caso dos fertilizantes convencionais, podemos citar como exemplo o Fósforo (P), e como ele pode passar de fertilizante a poluente, como no caso em que

O P em excesso no ambiente pode provocar diversos impactos negativos, com especial referência à qualidade das águas. A eutrofização é o enriquecimento excessivo da água é causado por drenagem de fertilizantes agrícolas, águas pluviais de cidades, detergentes, rejeitos de minas e drenagem de dejetos (humanos e animais). Quando estes resíduos aumentam a concentração de nutrientes (fosfatos, principalmente) de rios e lagos, podem causar eutrofização excessiva. Os nutrientes estimulam o crescimento de algas e plantas, que interferem na utilização da água para beber ou recreação; estas entradas, geralmente irregulares, causam ondas de crescimento, seguidos por períodos de consumo excessivo que podem utilizar todo o oxigênio e exterminar os peixes (KLEIN et al., 2012, p. 1716).

E logo abaixo, é expresso o nível crítico de P nos corpos aquáticos, fazendo uma comparação entre o Brasil e outros países.

No Brasil a legislação do CONAMA, 2005 estabelece que o nível crítico de P total na água é de 0,020 – 0,025; 0,030 – 0,050 e 0,050 – 0,075 mgL<sup>-1</sup> nas Classes 1, 2 e 3 respectivamente. Para (USEPA, 1971) o nível crítico de P total não pode exceder 0,025 mgL<sup>-1</sup>. Em outros países e na maioria do meio científico utiliza-se o valor crítico de 0,020 mgL<sup>-1</sup> (CORREL, 1998; HECKRATH et al. 1995; HAYGARTH & SHARPLEY, 2000). Em lagos na Inglaterra, onde o homem não desenvolveu atividades, a concentração de P é de 0,005 e 0,01 mgL<sup>-1</sup> e em lagos na Itália de múltiplo uso a concentração é de 0,01 e 0,1 mgL<sup>-1</sup>. Assim, a concentração crítica estabelecida para efeitos de eutrofização foi de 0,02 – 0,035 mgL<sup>-1</sup> (HECKRATH et al., 1995 apud KLEIN et al., 2012, p. 1716).

Levando em consideração o que foi supracitado o uso dos remineralizadores adquirir mais espaço, pois como a liberação dos nutrientes ocorre de forma lenta e em um espaço de tempo maior, supre apenas a necessidade da planta sem ficar excessos no solo, sendo considerado um fertilizante inteligente (CBR, 2016; THEODORO, 2012; SANTUCCI, 2012).

Todavia há alguns pontos que precisam ser relatados sobre os remineralizadores, como o fato de não ser todas as rochas que podem ser utilizadas já que elas podem não ter os minerais adequados e/ou conter elementos que liberados no solo poderão prejudicar as plantas e contaminar o solo; a baixa solubilidade também pode ser usada como ponto negativo quando a necessidade é ter uma liberação rápida de agrominerais para as plantas, como é necessário nas lavouras do agronegócio, porém para a situação da demora na liberação dos nutrientes a biofertilização vem como uma solução, pois os microorganismos atuam junto com as raízes para facilitarem a liberação dos nutrientes que muitas vezes se encontram em fortes ligações iônicas (EDWARD et al., 2016).

No que concerne à busca por práticas mais sustentáveis e econômicas a remineralização veio para ficar, e agora é mais uma questão de adaptação, com incentivos do governo, universidades e estudos de localização geográfica dessas rochas, visto que elas não podem estar a grandes distâncias da área agrícola para não inviabilizar o preço do frete gerando por consequência o encarecimento do produto final e a desistência do produtor por essa técnica, voltando a dependência dos produtos importados ou simplesmente cultivar em solos pobres em nutrientes e obter produtos com baixo poder venal (CBR, 2016).

## **CONCLUSÃO**

Atualmente, se busca em todos os campos do conhecimento formas de crescimento aliadas a preservação do meio ambiente para continuação do progresso e para que as futuras gerações também possam usufruir das conquistas, pois a produção em larga escala sem interesse nos impactos ambientais de ontem não tem mais sentido no mundo de hoje, onde já se fala em escassez de recursos, mudanças climáticas, causas locais com efeito global, pandemias, etc.

Neste artigo percebemos que no setor da agricultura não é diferente, e os pesquisadores e universidades estão cada vez mais buscando alternativas para uma produção mais sustentável, onde as condições ambientais sejam mantidas. No que abrange os fertilizantes, há ainda uma necessidade por produtos importados, devido as grandes monoculturas do agronegócio e o ciclo rápido dessas lavouras, porém, com o avanço das pesquisas a rochagem se mostra bem promissora e capaz, com o auxílio de outras estratégias, de ser inserida também nas grandes plantações, levando o país a uma soberania referente aos agrominerais. Fato este de extrema importância para o preço do produto final, tornando-o mais competitivo no mercado e por consequência favorecendo a balança comercial.

O uso dos remineralizadores ainda encontram alguns imbróglios, como a necessidade de elevada quantidade do produto que deve ser colocada nas lavouras para proporcionar efeitos positivos, poucos estudos em relação a locais próximos as áreas de plantações que possam fornecer a matéria prima para a fertilização, já que para ser viável economicamente as rochas devem estar a uma distância de aproximadamente 300 km do local onde vão ser utilizadas, e a necessidade de

confiança dos agricultores, pois ainda é uma técnica relativamente nova, e os mesmos ficam com receio ao adquirir o produto e ele não se mostrar eficaz.

Na busca pela aceitação do público alvo os pesquisadores estão testando diversos tipos de rochas que se encontram em todo território nacional, mostrando no campo com experimentos como é o desenvolvimento de várias culturas em diversos espaços, com o uso dos remineralizadores, e sem remineralizadores, para que o produtor possa ver na prática como funciona. Além disso, cursos por todo o país e artigos estão sendo elaborados pela comunidade científica para divulgação e aplicação da técnica de rochagem. Nesses cursos os agricultores também estão sendo ouvidos, tanto os que não fazem uso da rochagem como aqueles que utilizam em suas propriedades, com o interesse em compartilhar experiências e aperfeiçoar a técnica de fertilização através de rochas moídas.

A análise das informações coletadas faz crer que para um crescimento maior no uso e divulgação da rochagem no país, é necessário o apoio do poder público com os órgãos responsáveis pelo setor, envolvendo agricultura e mineração, em que o primeiro irá trabalhar para divulgar ainda mais a rochagem pelo país, incentivando agricultores e promovendo benefícios para quem fizer o uso dos remineralizadores, buscar formas para que as regiões tenham os pós de rocha para fornecer aos produtores em uma distância compensatória, e o segundo, deve ter por meta a flexibilização do uso das rochas que estão em bacias de rejeito de mineradoras e possam ser utilizadas para a fertilização do solo sem prejuízo de contaminantes, contribuindo também com estudos geológicos para saber se as rochas de determinada região tem potencial para a fertilização, além disso, analisar instruções normativas que emperrem o uso da rochagem, no interesse de solucionar e seguir as exigências para a liberação em maior escala.

Vale comentar aqui, que como o assunto da rochagem ainda não foi amplamente divulgado, houve uma dificuldade em achar conteúdos mais densos sobre o tema, porém através das pesquisas conseguimos achar uma quantidade ideal para o suporte teórico.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA PESQUISA DA POTASSA E DO FOSFATO (POTAFOS). Informações agronômicas, 2001. **A importância do fosforo no desenvolvimento inicial da planta**. Disponível em: <  
[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/43C5E32F5587415C83257AA30063E620/\\$FILE/Page1-5-95.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/43C5E32F5587415C83257AA30063E620/$FILE/Page1-5-95.pdf) >. Acesso em: 11 fev. 2020.

BENEDUZZI, Bassan Ellen. **Rochagem: agregação das rochas como alternativa sustentável para a fertilização e adubação de solos**, 2011. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Porto Alegre-RS, 2011. Disponível em: <  
<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/55696/000858721.pdf?sequence=1&isAllowed=y> >. Acesso em: 10 mar. 2020.

CARVALHO, André Mundstock Xavier de. **Rochagem e suas interações no ambiente solo: contribuições para aplicação em agrossistemas sob manejo agroecológico**, 2012. Tese de doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2012. Disponível em: <  
<https://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/1631/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y> >. Acesso em: 05 fev. 2020

CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL. **Agrominerais- Fosfato**. Capítulo 7. Rochas e Minerais Industriais-CETEM/2008, 2ª edição. Disponível em: <  
<http://www.cetem.gov.br/agrominerais/livros/07-agrominerais-fosfato.pdf>>. Acesso em: 11 jan. 2020.

\_\_\_\_\_. **O fósforo na agricultura brasileira: uma abordagem minero-metalúrgica (Série Estudos e Documentos- nº 67) 2006**. Disponível em: <  
[www.cetem.gov.br/serie-estudos-e-documentos/item/download](http://www.cetem.gov.br/serie-estudos-e-documentos/item/download) >. Acesso em: 28 jan. 2020.

CHAVES, Arthur Pinto. **Rotas tecnológicas convencionais e alternativas para a obtenção de fertilizantes**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 1., 2010, Brasília-DF. Anais...Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2010, p. 322. Disponível em: <  
[http://www.cpac.embrapa.br/publico/usuarios/uploads/fotos\\_juliana/Anais%20I%20Congresso%20Brasileiro%20de%20Rochagem.PDF](http://www.cpac.embrapa.br/publico/usuarios/uploads/fotos_juliana/Anais%20I%20Congresso%20Brasileiro%20de%20Rochagem.PDF) >. Acesso em: 24 abr. 2020.

CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 1., 2010, Brasília-DF. **Anais...** Brasília: Embrapa Cerrado, 2010. p.322. Disponível em: <  
[http://www.cpac.embrapa.br/publico/usuarios/uploads/fotos\\_juliana/Anais%20I%20Congresso%20Brasileiro%20de%20Rochagem.PDF](http://www.cpac.embrapa.br/publico/usuarios/uploads/fotos_juliana/Anais%20I%20Congresso%20Brasileiro%20de%20Rochagem.PDF) > Acesso em: 20 abr. 2020.

CORREIO. **Terreno fértil: 42 substâncias minerais podem ser encontradas na BA**, 2019. Salvador, 2019. Disponível em: <  
<https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/terreno-fertil-42-substancias-minerais-podem-ser-encontradas-na-ba/> >. Acesso em: 08 fev. 2020.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL(DNPM). **Fosfato**, 2010. Disponível em:<[https://sistemas.dnmp.gov.br/publicacao/mostra\\_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=4003](https://sistemas.dnmp.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=4003) >. Acesso em: 09 jan. 2013.

EDWARD, Winnie Oku Oliveira. **Influência do uso de pó de rochas fosfáticas e basálticas na ocorrência de micorrizas arbusculares em solo do cerrado**, 2016. Trabalho de conclusão de curso. Universidade de Brasília-DF, 2016. Disponível em: <[http://bdm.unb.br/bitstream/10483/14043/1/2016\\_WinnieOkuOliveiraEduard\\_tcc.pdf](http://bdm.unb.br/bitstream/10483/14043/1/2016_WinnieOkuOliveiraEduard_tcc.pdf) >. Acesso em: 09 fev. 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Deficiência de nutrientes**. 2010 Disponível em: < <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000fohgb6cp02wyiv8065610dly00oyo.html> >. Acesso em: 19 mar. 2020.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO)- Asociación Internacional de la indústria de los fertilizantes (IFA). **Los fertilizantes y su uso**. 2002. Disponível em: < <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf> >. Acesso em: 23 mar. 2020.

JUSTEN, Adriano. **Fosfatos**, 2009. (Trabalho apresentado como parte da avaliação da disciplina de Mineralogia do Curso de Química)— Fundação Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2009. Disponível em:< [http://www.4shared.com/office/oauEB8Bd/Fosfatos\\_-\\_Minerais\\_com\\_fosfat.htm](http://www.4shared.com/office/oauEB8Bd/Fosfatos_-_Minerais_com_fosfat.htm) >. Acesso em: 20 mar. 2020.

KLEIN, Claudia; AGNE, Sandra Aparecida Antonini. **Fósforo: de nutriente à poluente!**. Revista Elet. Em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental(e-ISSN: 2236-1170), v(8), nº 8, p. 1713-1721, SET-DEZ, 2012. Universidade Federal de Santa Maria-RS. Disponível em: < <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/6430/pdf> >. Acesso em: 18 fev. 2020.

LAPIDO-LOUREIRO, Francisco Eduardo de Vries; NASCIMENTO, Marisa. **Importância e função dos fertilizantes numa agricultura sustentável**. Série Estudos e Documentos,53. Rio de Janeiro: CETEM/MCT,2003. Disponível em: < <https://www.cetem.gov.br/series/serie-estudos-e-documentos?start=50> >. Acesso em: 20 abr. 2020.

LAPIDO-LOUREIRO, Francisco Eduardo de Vries; RIBEIRO, Roberto Carlos C. **Fertilização natural: rochagem, agricultura orgânica e plantio direto: breve síntese conceitual**. In: LAPIDO-LOUREIRO, Francisco E. de Vries; et al(Ed.). Fertilizantes: agroindústria e sustentabilidade. Rio de Janeiro: CETEM/ Petrobrás, 2009.p.149-172. Disponível em: < <http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/497> > Acesso em: 22 abr. 2020.

MAAHS, Ricardo. **Pó de rocha, o futuro da agricultura**. In: LAPIDO-LOUREIRO, Francisco E. de Vries; et al(Ed.). Fertilizantes: agroindústria e sustentabilidade. Rio de Janeiro: CETEM/ Petrobrás, 2009.p.149-172. Disponível em: < <http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/497> > Acesso em: 22 abr. 2020.

MARTINS, Eder de Souza; THEODORO, Suzi Huff(Ed.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 1.,2010, Brasília-DF. **Anais**...Planaltina-DF:

Embrapa Cerrados, 2010, p. 322. Disponível em: < [http://www.cpac.embrapa.br/publico/usuarios/uploads/fotos\\_juliana/Anais%20%20Congresso%20Brasileiro%20de%20Rochagem.PDF](http://www.cpac.embrapa.br/publico/usuarios/uploads/fotos_juliana/Anais%20%20Congresso%20Brasileiro%20de%20Rochagem.PDF) >. Acesso em: 22 mar. 2020.

MATTOS, Tiago de; BATISTA, Nayra Thaís Ferreira, et al. **Uso de remineralizadores e seus aspectos legais envolvendo o código de mineração**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 3., 2016, Pelotas-RS. Anais...Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília: Embrapa Cerrados; Assis: Triunfal Gráfica e Editora, 2016, p. 455. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/documents/1354346/26325871/Livro+Congresso+de+rochagem+Formato+Web.pdf/29be78a9-dd7a-8050-5b31-2b02c583589e> >. Acesso em: 22 mar. 2020.

MENDES, Luis Gustavo. **Tendências para o preço de adubo de soja 2019/2020**. In: Blog Lavoura 10. Disponível em: < <https://blog.aegro.com.br/preco-de-adubo-de-soja-2019-20/> >. Acesso em: 26 abr. 2020.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **Perfil do Fosfato**, 2009. Disponível em:< [http://www.jmendo.com.br/wp-content/uploads/2011/08/P29\\_RT53\\_Perfil\\_do\\_Fosfato.pdf](http://www.jmendo.com.br/wp-content/uploads/2011/08/P29_RT53_Perfil_do_Fosfato.pdf) >Acesso em:14 jan. 2020.

MONTEIRO, Marcio Ferraz. **Avaliação do ciclo de vida dos fertilizantes Superfosfato Simples**. 2008, p.179. Dissertação (Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo – Ênfase em Produção Limpa)–Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008. Disponível em: < <https://www.yumpu.com/pt/document/read/16117663/avaliacao-do-ciclo-de-vida-do-fertilizante-superfosfato-simples> > Acesso em: 24 mar. 2020

MOREIRA, Diulie Talita. **Remineralize a terra**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 3., 2016, Pelotas-RS. Anais...Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília: Embrapa Cerrados; Assis: Triunfal Gráfica e Editora, 2016, p. 455. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/documents/1354346/26325871/Livro+Congresso+de+rochagem+Formato+Web.pdf/29be78a9-dd7a-8050-5b31-2b02c583589e> >. Acesso em: 22 mar. 2020.

PÁDUA, Eduane José de. **Rochagem como adubação complementar para culturas oleaginosas**, 2012. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Lavras; Lavras-MG, 2012. Disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/76755/1/Alvaro-Dissertacao-Eduane.pdf> >. Acesso em: 10 fev. 2020.

PILLON, Clenio Nailto. **Dos pós de rocha aos remineralizadores: passado, presente e desafios**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 3., 2016, Pelotas-RS. Anais...Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília: Embrapa Cerrados; Assis: Triunfal Gráfica e Editora, 2016, p. 455. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/documents/1354346/26325871/Livro+Congresso+de+rochagem+Formato+Web.pdf/29be78a9-dd7a-8050-5b31-2b02c583589e> >. Acesso em: 26 mar. 2020.

SANTUCCI, Jô. **Rochagem: alternativa sustentável aos fertilizantes convencionais**. Revista Bimestral do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul, RS, ano VIII, mar/abr 2012. Disponível em: < <http://www.crea-rs.org.br/site/arquivo/revistas/ed89.pdf> >. Acesso em: 10 fev. 2020.

SERTÃO BAIANO. **Galvani ameaça abandonar Irecê**. 02 abr.2014. Disponível em: < <http://sertaobaiano.com.br/noticia/galvani-ameaca-abandonar-irece> >. Acesso em: 20 set. 2015.

SILVA, Thiago Henrique Cardoso da. **A mineração de fosfato no Brasil: um estudo econométrico**, 2012. Dissertação de mestrado. Universidade Católica de Brasília, Brasília-DF, 2012. Disponível em: < <https://bdtd.ucb.br:8443/jspui/bitstream/123456789/479/1/Thiago%20Henrique%20Cardoso%20da%20Silva.pdf> >. Acesso em: 10 mar. 2020.

RAÍZES. Informativo do Grupo Galvani- Ano I-nº 3- agosto 2003. Disponível em: <[http://www.galvani.ind.br/pdfs/raizes\\_ed03.pdf](http://www.galvani.ind.br/pdfs/raizes_ed03.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2013.

\_\_\_\_\_. Informativo do Grupo Galvani- Ano VII-nº 40- novembro/dezembro 2009. Disponível em: <[http://www.galvani.ind.br/pdfs/raizes\\_ed40.pdf](http://www.galvani.ind.br/pdfs/raizes_ed40.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2013.

SILVEIRA, Rafael Toscani Gomes da. **Uso de rochagem pela mistura de pó de basalto e rocha fosfatada como fertilizante natural de solos tropicais lixiviados**,2016. Universidade de Brasília-DF, 2016. Disponível em: < <https://repositorio.unb.br/handle/10482/21151> >. Acesso em: 04 fev. 2020.

SOUZA, Helder Silva. **O fosfato de Irecê(Bahia): produção e aspectos ambientais**,2015. Universidade do Estado da Bahia, Jacobina-BA, 2015. Disponível em: < <http://www.saberaberto.uneb.br/jspui/bitstream/20.500.11896/365/1/O%20FOSFATO%20DE%20IRECE%20PRODUCAO> >. Acesso em: 08 fev. 2020.

THEODORO, Suzi Huff. **A construção do marco legal dos remineralizadores**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 3.,2016, Pelotas-RS. Anais...Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília: Embrapa Cerrados; Assis: Triunfal Gráfica e Editora, 2016, p. 455. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/documents/1354346/26325871/Livro+Congresso+de+rochagem+Formato+Web.pdf/29be78a9-dd7a-8050-5b31-2b02c583589e> >.Acesso em: 21 mar. 2020.

THEODORO, Suzi Huff; TCHOUANKOUE, JEAN Pierre; et al. **A importância de uma Rede Tecnológica de Rochagem para a Sustentabilidade em Países Tropicais**. Revista Brasileira de Geografia Física 06 (2012) 1390-1407 (ISSN: 1984-2295). Universidade de Brasília- DF. Disponível em: < <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/232929/26903> >. Acesso em: 18 fev.2020.