

DETERMINAÇÃO ESPECTROFOTOMÉTRICA DE FÓSFORO EM ROCHAS COM INTERESSE INDUSTRIAL

SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATION OF PHOSPHORUS IN ROCKS OF INDUSTRIAL INTEREST

Alex Magalhães de Almeida¹
Daniely Aparecida Cardoso Francisco²
Anísio Cláudio Rios Fonseca³
Alexandre Mendes Muchon⁴

RESUMO: O terreno brasileiro apresenta inúmeras nuances quanto ao seu aspecto físico e químico. Os solos brasileiros apresentam como característica uma carência em fósforo, ocasionada pelo material de origem e a interação deste elemento com o solo. A pequena mobilidade desse nutriente dá-se em função de sua adsorção a complexos coloidais com formato não trocável e conseqüentemente, não disponível às plantas. Por esses aspectos, o fósforo é considerado como um nutriente limitante na produção de biomassa em solos tropicais. A busca por formas de repor valores nutricionais no solo, para os diferentes cultivos, é um objetivo de pesquisadores e empresas do ramo agrícola, e uma proposta que já vem sendo executada, é o uso da adição de material rochoso triturado, ao solo que apresente deficiência dos elementos presentes na rocha. O trabalho aqui realizado, evidencia resultados obtidos com um grupo de rochas com potencial de reposição de fósforo para o solo, sendo elas: kimberlito, marga, kamafugito e fonolito.

1128

Palavras-chave: Remineralizadores ecológicos. Solução do solo. Disponibilização de nutrientes.

ABSTRACT: The Brazilian terrain presents innumerable nuances in terms of its physical and chemical aspects. Brazilian soils are characterized by a lack of phosphorus, caused by the source material and the interaction of this element with the soil. The low mobility of this nutrient is due to its adsorption to colloidal complexes with non-exchangeable format and, consequently, not available to plants. For these reasons, phosphorus is considered a limiting nutrient in the production of biomass in tropical soils. The search for ways to restore nutritional values in the soil, for different crops, is an objective of researchers and companies in the agricultural field, and a proposal that has already been implemented is the use of adding crushed rock material to the soil that presents deficiency of the elements present in the rock. The work carried out here shows results obtained with a group of rocks with the potential to replace phosphorus in the soil, namely: kimberlite, marl, kamafugite and phonolite.

Keywords: Ecological remineralizers. Soil solution. Availability of nutrients.

¹Professor do Centro Universitário de Formiga – UNIFORMG. É Bacharel em Química pela Universidade Federal de Uberlândia - UFU, Doutor em Química Analítica pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP.

²Discente do curso de Bacharelado em Fisioterapia do Centro Universitário de Formiga – UNIFORMG. Participante de projeto de Iniciação Científica com bolsa fornecida pela FAPEMIG.

³Professor do Centro Universitário de Formiga – UNIFORMG. Curador do Museu de Mineralogia do Centro Universitário de Formiga.

⁴Bacharel em Engenharia Química pelo Centro Universitário de Formiga – UNIFORMG. Participante do projeto de Iniciação Científica.

INTRODUÇÃO

O Brasil possui um território extenso e muito diversificado quanto a seus aspectos físico e químico do solo. Dentre os principais tipos de solo, é possível identificar os que são diferenciados segundo a tonalidade, composição e granulação. No Brasil, são encontrados quatro tipos de solo, são eles: terra roxa, massapé, salmorão e aluviais (Santos et al, 2013a; Santos et al, 2013b). Tais condições fazem de algumas áreas cultiváveis, e outras passíveis de mineração, ou ainda próprias para criação animal, existindo também as regiões de mata, mangues, alagados e de preservação.

A presença de fósforo nos diferentes solos brasileiros varia em função do teor de argila dos mesmos, ou seja, quanto maior a quantidade de argila e o tempo de permanência do fósforo no solo, maior sua adsorção pela argila e menor sua disponibilidade (Machado e Souza, 2012).

O fósforo apresenta um forte envolvimento com plantas, animais e microrganismos em seu ciclo natural. Fazem parte dessa relação os processos de absorção do elemento pelas plantas, a reciclagem pelos resíduos de plantas e animais, a reciclagem biológica pelos processos de mineralização-imobilização, as reações de sorção pelas argilas, óxidos e hidróxidos do solo e a solubilização de material fosforado, através da atividade de microrganismos e plantas. O cultivo de plantas nos solos altera o ciclo do fósforo, visto que ocorre adição de outros elementos através das adubações, e remoção destes, no momento da colheita ou no caso de acontecer uma erosão ou percolação (KLEIN e AGNE, 2012). Em solos que apresentam grande intemperização a disponibilidade de fósforo pode ser muito baixa, o que torna necessário a adubação para sua correção (SOUZA et al, 2016). Normalmente o fósforo está contido no material de origem do solo, e encontra-se na forma mineralizada, sendo que as apatitas (fosfatos de cálcio) são os minerais primários mais comuns e as formas de distribuição do elemento no solo sob condições ambientais naturais estão intimamente ligado ao seu intemperismo. O fósforo se movimenta pouco na maioria dos solos, sendo que geralmente permanece onde é colocado, seja por intemperismo dos minerais seja por adubação. É muito raro o elemento ser perdido por lixiviação, mesmo que este tenha maior mobilidade em solos arenosos. A maior parte dos compostos fosfatados presentes no solo se movimentam por difusão, sendo um processo lento e que depende muito da umidade (PANTANO et al, 2016). Em função de sua baixa mobilidade, sua absorção pode ficar comprometida em solos compactados, devido ao fato da resistência mecânica do solo

reduzir a habilidade das raízes na absorção, além de favorecer a sua adsorção específica (LOUREIRO, 2005).

Um terreno, para ser utilizado como área de cultivo deve apresentar a presença de nutrientes, que possibilitem o bom desenvolvimento da planta. Os nutrientes são originários da ação de intempéries sobre a rocha primordial, que no decorrer das eras, veem a constituir o solo. Entretanto, esses elementos retirados do solo pelas plantas, não retornam, e tem-se a necessidade de reposição, com vistas a um novo plantio. A busca por formas de repor valores nutricionais no solo, para os diferentes cultivos, é um objetivo das empresas e indústrias com foco agrícola, e uma proposta que já vem sendo executada, é o uso da adição de material rochoso triturado, ao solo que apresente deficiência dos elementos presentes na rocha (THEODORO, 2011).

A Rochagem é uma forma de correção de nutrientes que busca rejuvenescer e remineralizar os solos agrícolas por meio da adição de determinados tipos de rochas moídas. Tais rochas costumam conter vários minerais (nutrientes) importantíssimos para o desenvolvimento das plantas, visto que, os nutrientes presentes no pó de rochas ficam disponíveis para as plantas aos poucos, à medida que recebem a ação da água, e de microrganismos presentes no solo e nas raízes das plantas, tornando-se um processo lento e progressivo (ARAUJO, 2014).

O elemento fósforo apresenta pequena presença nos solos brasileiros, e em função desse aspecto, requer correção através de adubação, que pode ser realizada pelo uso de rochas contendo o elemento. Entretanto, não é todo mineral rochoso que pode ser empregado na Rochagem, pois muitas rochas apresentam um excesso de elementos tóxicos ou contaminantes que não são salutares para as plantas (CARVALHO et al, 2018). As rochas que apresentam os melhores resultados, relacionados ao uso como repositoras de nutrientes, são as de origem vulcânica, especialmente as mais jovens, tais como os basaltos. Essas rochas estão entre as mais estudadas e que possuem as maiores possibilidades de fornecer nutrientes para os solos, em especial: cálcio, magnésio, sílica, potássio e fósforo, sendo os dois últimos elementos raros nos solos brasileiros. Algumas outras rochas apresentam componentes que permitem a reposição mineral de solos, sendo elas as rochas metamórficas que tenham sofrido processos hidrotermais com acúmulo de fósforo e cálcio, além de alguns tipos de rochas sedimentares, como por exemplo as rochas fosfáticas (BENEDUZZI, 2011).

A grande importância do fósforo na agricultura e a qualidade dos solos brasileiros, tornam a mineração de algumas rochas, economicamente muito atraente para indústrias e

empresas da área extrativista. Desta forma, verificou-se em quatro materiais rochosos o teor de fósforo presente, utilizando espectrofotometria UV-VIS a 720 nm e validando os resultados por absorção atômica. As rochas utilizadas foram:

- a) Kimberlito, que é uma rocha ígnea, de composição similar ao peridotito, com textura porfirítica, e com grandes cristais frequentemente arredondados cercados por uma matriz mais fina. Kimberlito é formado, em geral, por fragmentos de outras rochas e minerais do manto terrestre profundo, o que lhe confere um aspecto de brecha. Essa rocha forma tubos verticais parecidos com cones. É essencialmente constituída por olivina, mas também pode conter piroxênio, flogopita, cromita e carbonatos, entre outros minerais acessórios. A olivina presente na rocha encontra-se em geral transformada em serpentina (DAMASCENO, 2017).
- b) Kamafugito, as rochas kamafugitas podem ser descritas raras, pelo fato de ocorrerem em apenas quatro localidades no mundo, incluindo o Brasil. O Kamafugito é uma rocha de origem vulcânica constituída predominantemente de minerais ricos em potássio e com altos teores de cálcio e fósforo. No Brasil, a ocorrência dessas rochas está localizada na Província do Alto Paranaíba, no centro oeste-mineiro (FERREIRA, 2021).
- c) Fonolito, é uma rocha micro cristalina, efusiva, cujo nome se deve ao som ressonante quando a rocha é golpeada com um martelo. Trata-se de uma rocha intermediária, insaturada, potássica, per-alcalina, miasquítica (apenas feldspatoides) ou agpaítica (se tiver máficos sódicos). É uma rocha que possui a presença de inúmeros nutrientes de ordem macro e micro (ROCHA NETO, 2020).
- d) Marga, é um termo utilizado para designar um material geológico que corresponde a uma combinação de argila e carbonato de cálcio, podendo ser uma rocha que contém uma percentagem de 35 a 65% de carbonato e um conteúdo complementar de argila. Podendo assumir também essa denominação para argilas calcárias de origem marinha, rijas a muito rijas, de cor esverdeada. Ou ainda, a rocha mais ou menos carbonatada, coesa e friável no estado seco podendo evoluir para um comportamento plástico na presença de água e contendo entre 10 a 90 % de argila. (SANTOS, 2014)

Essas quatro rochas apresentaram valores de fósforo distintos, o que permitiu avaliar as melhores opções para a indústria de calcário e remineralizadores ecológicos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Em todos os procedimentos experimentais, incluindo-se a abertura de amostras e preparo de soluções, utilizou-se reagentes de qualidade P. A. ou superior, e em todas as diluições e soluções empregou-se água deionizada.

Inicialmente escolheu-se o material rochoso a ser investigado, utilizando de os mecanismos de buscas bibliográficas e acesso aos documentos do Museu de Mineralogia do Centro Universitário de Formiga. Utilizou-se como critério para a escolha rochas que possuem uso conhecido na rochagem, e que podem possuir algum teor de fósforo. Assim, selecionou-se o kimberlito, o kamafugito, o fonolito e marga. Para avaliar o teor de fósforo presente nas rochas, empregou-se o método da complexação com o molibdato de amônio

descrito por van Raij et al (2001). Empregou-se também como técnica determinativa a absorção atômica com objetivo de validar os resultados espectrofotométricos UV-VIS obtidos a 720nm (van RAIJ, 2001, CARVALHO et al, 2018 e FERNANDES, 2015).

As rochas foram trituradas com uso de almofariz e pistilo de louça, buscando obter um pó que garantisse uma boa área superficial para o ataque ácido. Na sequência pesou-se em triplicata, em balança analítica 1,0000g de cada material, e utilizou-se como recipiente para conter o pó das rochas, cadinhos de porcelana, onde as amostras seriam posteriormente submetidas a ataque ácido e aquecimento.

Para tornar o fósforo passível de ser avaliado via espectrofotometria UV-VIS e por absorção atômica, procedeu-se a dissolução das amostras com ácido clorídrico concentrado sob aquecimento por 60 minutos. A solução obtida foi filtrada, após resfriamento, e armazenada em frascos de polietileno de alta densidade. As determinações foram realizadas no comprimento de onda de 720nm no equipamento de UV-VIS, e em absorção atômica pela empresa Agrolab Análises Agrícolas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram preparadas soluções de fósforo, diluídas a partir de um padrão de 1000 mg/L, com objetivo de confeccionar uma curva de calibração por UV-VIS. As leituras realizadas a 720nm revelaram a curva exibida na Figura-1. E nas mesmas condições obteve-se os resultados exibidos na Tabela - 1, onde pode-se notar os valores de cada amostra avaliada por UV-VIS e os valores por absorção atômica, sendo que estes últimos foram fornecidos pela empresa Agrolab Análises Agrícolas.

1132

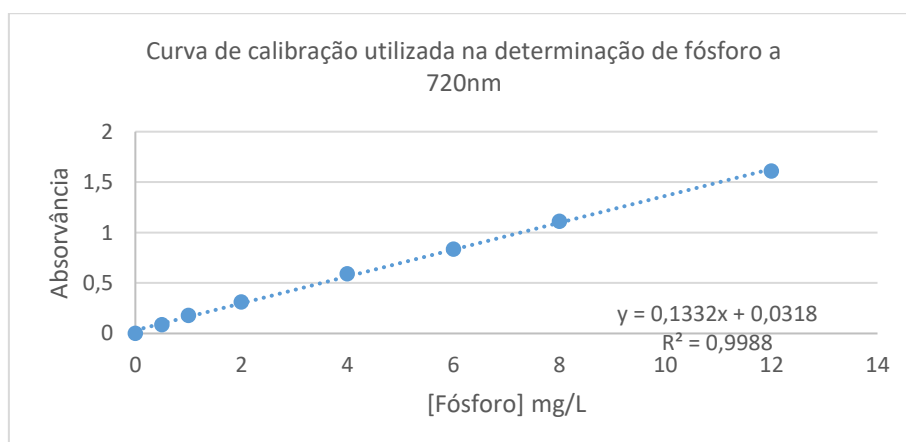


Figura - 1: Curva analítica utilizada na determinação de fósforo por UV-VIS, em rochas com interesse para a indústria de calcário. (Fonte: Autores do trabalho)

Tabela – 1: Valores obtidos para as determinações de fósforo extraído das rochas, por espectrofotometria UV-VIS a 720nm e por absorção atômica.

| Rocha | Método UV-VIS mg/dm³ | Resultados Agrolab mg/dm³ |
|--------------|--|---|
| Kimberlito | 180,567 | 168,400 |
| Fonolito | 28,515 | 30,750 |
| Marga | 61,969 | 59,700 |
| Kamafugito | 452,223 | 456,850 |

(Fonte: Autores do trabalho)

As rochas que apresentaram os valores de maior interesse para uso da indústria, são as rochas do tipo kimberlito e kamafugito, como pode ser observado na Tabela – 1. Estas duas rochas apresentam um teor satisfatório de fósforo para que sejam utilizadas como fonte de nutrientes para o solo.

A técnica de remineralização, também conhecida como rochagem, é uma prática complementar ao uso de fertilizantes. Isso porque eles apresentam, de maneira geral, uma concentração mais baixa de nutrientes e com uma liberação mais lenta, que pode não suprir a demanda da planta de forma imediata. O fato de se utilizar rochas trituradas como fonte de nutrientes para o solo, é um artifício da indústria para disponibilizar insumos minerais para a agricultura, em períodos de crise, como o que ocorre atualmente devido a guerra entre a Rússia e a Ucrânia. E desta forma as rochas kamafugito e kimberlito apresentam-se como as melhores opções entre os materiais estudados como fonte de fósforo. Sabe-se que o kamafugito após o processamento mecânico (após ser triturado), torna-se um agente mineralizador. Ele age como um material condicionador para o solo, e disponibiliza gradualmente os diferentes nutrientes, dentre eles o fósforo, promovendo melhorias físicas, químicas e microbiológicas do solo (NOVAIS e REZENDE, 2009).

Os kimberlitos apresentam-se como uma opção para a disponibilização dos nutrientes a partir do pó de rocha para as plantas. Porém, existe sempre a dependência dos elementos sofrerem solubilização e passarem para a solução do solo. A disponibilização também pode ser realizada por microrganismos e raízes das plantas absorvem os nutrientes de forma gradual.

Para não haver interferência negativa nas populações de microrganismos e consequentemente na eficiência da rochagem, é necessário atentar à escolha dos demais insumos que compõem o programa de manejo do solo. Além dos remineralizadores serem

dependentes da atuação dos microrganismos, a relação inversa também ocorre. Eles também têm potencial como ativadores biológicos (FERREIRA, 2021).

CONCLUSÃO

O presente trabalho indica a rocha kama fugito para ser utilizada na remineralização de solos. Propõe-se também que seja realizado maiores estudos em relação a disponibilização dos demais elementos pelas rochas.

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG pela bolsa de iniciação científica concedida ao discente que desenvolveu este trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, J. F. Rochagem na agricultura agroecológica. Cartilha agroecologia, Centro de Agroecologia, Energias Renováveis e Desenvolvimento Sustentável. Editora da Universidade do Estado da Bahia – EDUNEB, Salvador – BA, 2014

BENEDUZZI, E. B. Rochagem: agragação das rochas como alternativa sustentável para a fertilização e adubação de solos. Trabalho de conclusão do curso de geologia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul UFRS – Porto Alegre – RS, 2011.

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

CARVALHO, H. P. C., SILVA, S. R., SILVA PINTO, J., ERNESTO, I. C. Estudo da viabilidade da análise de fósforo em água bruta por ICP-OES: comparativo com colorimetria. Encontro Técnico AESABESP – 29º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente, 2018.

DAMASCENO, G. C. Geologia, mineração e meio ambiente. Cruz das Almas – BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, 2017.

FERNANDES, P. C. L. Validação e Controle de Qualidade do Fósforo Total em Águas Residuais: Análise da Qualidade da Água. Dissertação de mestrado, Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal, 2015.

FERREIRA, B. C. Kama fugito proveniente da região do Alto Paranaíba-MG como remineralizador de solo. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia - UFU, Programa de pós-graduação em Agronomia, Uberlândia – MG, 2021.

KLEIN, C., AGNE, S. A. A. Fósforo: de nutriente a poluente! Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – UFSM, Santa Maria – RS, Vol 8, dezembro 2012.

LOUREIRO, F. E. L., MELLO MONTE, M. B., NASCIMENTO, M. Fertilizantes e sustentabilidade: o fósforo na agricultura brasileira, Série Estudos e Documentos, CETEM – 2005.

MACHADO, V. J. e SOUZA, C. H. E. Disponibilidade de fósforo em solos com diferentes texturas após aplicação de doses crescentes de fosfato monoamônico de liberação lenta. Bioscience Journal, Supplement 1, XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Vol. 28, março 2012.

NOVAIS, B. C.F e REZENDE, H. J. A. Mapeamento geológico de uma área situada ao norte de Divinópolis, incluindo o kimberlito Bonsucesso (JuncoII). Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG Instituto de Geociências – IGC, Departamento de Geologia. 2009.

PANTANO, G., GROSSELI, G. M., MOZETO, A. A. e FADINI, P. S. Sustentabilidade no uso do fósforo: uma questão de segurança hídrica e alimentar. Revista Química Nova, Vol. 39, Nº 6, 2016.

ROCHA NETO, A. R. Solubilização de pó de fonolito em Latossolo Vermelho distroférico por ação de poáceas cultivadas como plantas de cobertura. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal – SP, 2020.

1135

SANTOS, H.G. et al. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3ª edição. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2013a.

SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C.; SHIMIZU, S.H. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 6ª edição. rev. e ampl. Viçosa: SBCS, 2013b.

SANTOS, C. S. N. Reforço de fundações em solos margosos. Dissertação de mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Nova Lisboa Portugal, 2014.

SOUSA, D. M. G., NUNES, R. S., REIN, T. A., SANTOS JUNIOR, J. D. G. Manejo da Adubação Fosfatada para Culturas Anuais no Cerrado. Circular técnica EMBRAPA, Planaltina – DF, 2016.

THEODORO, S. H. Cartilha da Rochagem. Gráfica e Editora Ideal, Brasília DF, 2011.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C. de; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. Análise Química para Avaliação da Fertilidade de Solos Tropicais. Campinas - SP, Instituto Agrônômico, 2001.