ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbge

Proposta Metodológica de Zoneamento Agrogeológico: Estudo de Caso na Ecorregião do Planalto Central

Acácia Souza de Oliveira¹, Antonio Felipe Couto Júnior², Vinicius Vasconcelos³, Fernando Antônio Macena Silva⁴, Éder de Souza Martins⁴

¹ Mestra em Ciências Ambientais. acacia.souzaoliveira@gmail.com (autora correspondente). ² Prof. Dr. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA), Universidade de Brasília (UnB) Campus de Planaltina (FUP), Área Universitária 1, Vila Nossa Senhora de Fátima, CEP 73340-710, Planaltina, Distrito Federal. afcj@unb.br. ³ Bolsista de pós-doutorado, CNPq. v.vasconcelos8133@gmail.com. ⁴ Dr. Pesquisador, Embrapa Cerrados, BR 020, Km 18, CEP 73310-970, Brasília, Distrito Federal. fernando.macena@embrapa.br. martieder@gmail.com.

Artigo recebido em 05/01/2018 e aceito em 14/12/2018

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma metodologia para o zoneamento agrogeológico a partir do estudo de caso da ecorregião do Planalto Central. Para calcular o potencial agrogeológico da zona de produção os *shapes* de geologia, declividade e uso e ocupação foram unidos através da ferramenta do *Q-GIS*. As classes foram somadas e divididas em potencial inapto (0), potencial baixo (1 a 3), potencial médio (4 a 6), potencial alto (7 a 9) e potencial muito alto (10 a 12). Para determinar a zona de consumo do biotita xisto foi quantificado a abrangência das áreas agrícolas nos raios de 50 km, 100 km, 200 km e 300 km a partir da ocorrência do agromineral. O resultado da sobreposição dos parâmetros avaliados mostrou que a zona de produção apresenta três tipos de potencial. As áreas com potencial muito alto representam 1% da zona de produção do biotita xisto, as áreas com potencial alto 14% e as áreas com potencial inapto 85%. O material de origem, a declividade e as áreas de pastagem foram fatores que favorecem a exploração em algumas áreas, enquanto as áreas naturais tornaram outras áreas inaptas. Os raios estipulados para a zona de consumo mostraram que o biotita xisto atende 9%, 23%, 62% e 82%, respectivamente da área agrícola da ecorregião do Planalto Central.

Palavras-chave: agrominerais potenciais, biotita xisto, agricultura tropical.

Methodological Proposal of Agro-geological Zoning: Case Study in the Central Plateau Ecoregion

ABSTRACT

The objective of this study was to develop a methodology for agrogeological zoning based on the case study of the Central Plateau ecoregion. In order to calculate the agrogeological potential of the production zone in the form of geology, slope, use, and land use, whatever its tool is from Q-GIS. The classes were summed and divided into potential unfit (0), low potential (1 to 3), average potential (4 to 6), high potential (7 to 9) and very high potential (10 to 12). In order to determine the zone of consumption of the biotite schist, it was quantified the extent of the agricultural areas in the radius of 50 km, 100 km, 200 km and 300 km from the occurrence of agromineral. The result of the overlap of the operating system showed that the production zone has three types of potential. The areas with very high potential, represent 1% of the biotite schist production zone, as areas with a high potential 14% and areas with an inappropriate potential 85%. Source material, a declivity and areas of counting factors that favor exploration in some areas, while as natural areas have rendered other areas unfit. The stipulated rays for the consumption zone showed that the biotite schist accounts for 9%, 23%, 62% and 82%, respectively of the agricultural area of the Central Plateau ecoregion.

Keywords: regional agrominerals, biotite schist, tropical agriculture.

Introdução

A população mundial, durante o período da Guerra Fria, começou a apresentar uma alta taxa de crescimento, esse cenário foi propício para o acontecimento da Revolução Verde, de um lado havia a população que demandava uma quantidade

maior de alimentos e do outro lado haviam os produtores agrícolas que precisavam atender essa crescente demanda, a criação dos pacotes tecnológicos proporcionou o aumento da

produtividade agrícola, mas também gerou impactos na biosfera (Andrades e Gamini, 2007).

Nos últimos 10.000 anos o planeta Terra não sofreu mudanças significativas, no entanto a agricultura está ameaçando a estabilidade da Terra, sendo uma das principais responsáveis pela poluição ambiental, as altas quantidades de nitrogênio e fósforo que são usadas para fertilizar os solos estão alterando o ciclo do nitrogênio e o fluxo do fósforo, o destino final desses elementos são os cursos d'água e as zonas costeiras, a litosfera ou a atmosfera, no caso do nitrogênio (Rockstrom et al., 2009).

Os países em desenvolvimento têm os recursos naturais em abundância, mas que são explorados de forma descontrolada, por causa do modelo de desenvolvimento adotado (Theodoro et al., 2009). Esse modelo é baseado no uso de insumos que apresentam respostas rápidas e que são muito prejudiciais ao ecossistema (Cola e Simão, 2012).

Os recursos naturais estão ligados diretamente com a segurança alimentar, principalmente o solo, ele é responsável pela estocagem e ciclagem de nutrientes, pela regulação do fluxo da água ao longo da paisagem, pela degradação de materiais orgânicos e inorgânicos e pelo suporte de estruturas socioeconômicas (prédios, represas e rodovias), por isso o Homem tenta aumentar as propriedades do solo com o intuito de aumentar a produção agrícola (Van Straaten, 2006).

Nas áreas temperadas os solos agrícolas são jovens e muito férteis, eles foram formados a partir dos sedimentos de origem glacial, eólica e fluvial, sua fertilidade vem da formação de argila 2:1 e a presença de matéria orgânica, esses solos ainda apresentam alta capacidade de troca catiônica (CTC), já nas áreas tropicais os solos agrícolas são antigos e pobres em nutrientes, eles foram formados a partir do intemperismo químico e apresentam alta capacidade de troca aniônica (CTA) por causa do excesso de minerais do grupo de caulinita e óxido e hidróxido de ferro e alumínio (Martins et al., 2014). Nas áreas tropicais a CTC é oriunda principalmente da matéria orgânica (Martins et al., 2014).

A agricultura só se tornou produtiva nas áreas tropicais graças ao controle da acidez do solo e o uso de fontes solúveis de NPK (nitrogênio, fósforo e potássio), essas práticas obtiveram sucesso no início, mas atualmente o fornecimento de nutrientes está sendo uma barreira para a agricultura, porque as fontes solúveis de NPK têm origem de minerais limitados e geram alto custo de produção e transporte (Martins et al., 2014).

De acordo com o IBGE em 2014 o Brasil consumiu 50,8 kg/ha de nitrogênio, 62,3 kg/ha de fósforo e 70,8 kg/ha de potássio. O Brasil é um país dependente da importação de fertilizantes, eles vêm principalmente da Rússia, Canadá, China e Estados Unidos. É importante que o Brasil invista em fontes de nutrientes alternativas através da definição, identificação, caracterização e mapeamento desses materiais (Lapido-Loureiro et al., 2009).

Para melhorar a fertilidade do solo os agricultores realizam uma técnica chamada rochagem, que é um processo responsável por aumentar a fertilidade do solo através da aplicação de rochas e minerais moídos com a finalidade de restaurar e compensar os nutrientes do solo (Rokade, 2014).

Os minerais que passaram por transformação física ou química e possuem potencial de uso na agricultura são denominados agrominerais e podem ser um condicionador ou uma fonte de nutrientes para o solo (Martins et al., 2014). Quando apenas o tamanho das partículas é alterado, ele passa a ser classificado como remineralizador de solo, somente quando aumenta o índice de fertilidade e adiciona macro e micronutrientes no solo (Brasil. Lei nº 12.980, de 10 de dezembro de 2013). Os remineralizadores de solo são regulados pela Instrução Normativa nº 5, de 10 de março de 2016, que estabelece as definições, classificação, exigências, especificações, garantias, registro, tolerâncias e registro.

O calcário é um exemplo de um agromineral bastante utilizado na agricultura, como os solos brasileiros são bastante ácidos ele consegue neutralizar a acidez do solo, mas existem outros minerais que podem beneficiar a agricultura como é o caso do biotita xisto. A biotita é um mineral da família dos silicatos, rica em potássio e magnésio (Aguiar et al., 2012). Em um estudo realizado em casa de vegetação mostrou que o biotita xisto teve um desempenho comparável ao cloreto de potássio (KCl) (Castro et al., 2006). O biotita xisto pode ser uma fonte alternativa de potássio para a agricultura, e assim diminuir a dependência da importação do potássio.

A geologia da região central do Brasil foi formada a partir de uma rede de faixas de dobramentos que estão situadas entre os crátons do São Francisco, Amazônico e Paranapanema, ela é chamada de Faixa de Dobramentos de Brasília e é constituída por bacias sedimentares mesoproterozoicas e neoproterozoicas, possui extensão de 1200 km de comprimento e 300 km de largura (Uhlein et al., 2012). Essa região pertence

a ecorregião do Planalto Central e onde ocorre o biotita xisto.

O objetivo deste trabalho é desenvolver uma metodologia para o zoneamento agrogeológico a partir do estudo de caso da ecorregião do Planalto Central e a partir dessa metodologia definir zonas potenciais de produção e de consumo do biotita xisto na ecorregião do Planalto Central.

Material e métodos

A ecorregião do Planalto Central se encontra entre as coordenadas 12°0'0.000 - 21°0'0.000 Sul e 51°0'0.000 - 45°0'0.000 Oeste (Grau, minuto, segundo com sufixo e Sistema de Coordenadas Geográficas Datum WGS 84). Como mostra a Figura 1 a ecorregião do Planalto Central fica na porção nuclear do bioma cerrado. Ecorregiões são grandes porções de terra que subdividem os biomas, na qual reúne características naturais e determinadas espécies dentro de um recorte geográfico, que tem alta representatividade ecológica (Olson et al., 2001).

Figura 1. Localização da ecorregião do Planalto Central

Fonte: MMA

(Grau, minuto, segundo com sufixo. Sistema de Coordenadas Geográficas Datum WGS 84)

Os dados vetoriais referentes aos recursos naturais e a geologia foram adquiridos no banco de dados do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) chamado GEOSGB no ícone Base de dados de Recursos Minerais e Mapas geológicos estaduais, respectivamente.

Os dados de declividade são derivados do Modelo Digital de Elevação (MDE) da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), a resolução espacial é de 30 metros, esses dados estão disponíveis no site Embrapa Monitoramento por Satélite.

Os dados vetoriais de uso e ocupação foram obtidos do Projeto TerraClass Cerrado. Dessas matrizes vetoriais foram extraídos os temas referentes a agricultura, anual e perene, água, mineração, pastagem, silvicultura, natural, urbano e outros.

Em todos os mapas foi inserido um *buffer* de 100 km a partir da ecorregião do Planalto Central, esse raio permite avaliar a área em volta da ecorregião. Através do limite da ecorregião do Planalto Central com o *buffer* de 100 km foram extraídas as áreas de interesse de cada tema por

meio da ferramenta *clip* do software *Q-GIS 2.18.7*. Os mapas temáticos foram elaborados em escala 1:1.000.000.

Para estabelecer a metodologia que permite caracterizar o potencial agrogeológico da ecorregião do Planalto Central foram avaliados três itens: material de origem, declividade e uso e ocupação. A abordagem metodológica desenvolvida integrou os fatores da paisagem, os elementos fixos e os funcionais. Para demonstrar a metodologia foi utilizado o biotita xisto como exemplo.

O biotita xisto foi associado a unidade geológica na qual estão inseridos, denominada nesse trabalho de zona de produção, sua exploração é viável conforme alguns fatores como geologia, declividade e uso e ocupação. A zona de produção é a área que tem potencial de fornecer os nutrientes demandados pela agricultura. As zonas de produção foram classificadas com potencial muito alto e as áreas que ficaram fora das zonas de produção com o potencial inapto.

A classificação do potencial agrogeológico da declividade foi embasada na classificação de declividade da Embrapa (1979). As áreas com declividade plana (0% a 3%) e suave ondulado (3% a 8%) foram classificadas com potencial inapto. As áreas com declividade ondulado (8 a 20%) e forte ondulado (20% a 45%) foram classificadas com potencial alto. E as áreas com declividade

montanhoso (45% a 75%) e escarpado (> 75%) foram classificadas com potencial muito alto.

O potencial de uso e ocupação foram classificados da seguinte maneira. As áreas naturais e urbanas foram classificadas com potencial inapto, as áreas agrícolas e silviculturais com potencial baixo, as áreas com pastagem com potencial médio, as áreas com solo exposto e não vegetada com potencial alto e as áreas com mineração com potencial muito alto.

As áreas classificadas com potencial inapto receberam nota zero, as áreas com potencial baixo receberam nota um, as áreas com potencial médio receberam nota dois, as áreas com potencial alto receberam nota três e as áreas com potencial muito alto receberam nota quatro.

Para calcular o potencial agrogeológico das zonas de produção (Figura 2) os *shapes* de geologia, declividade e uso e ocupação foram unidos através da ferramenta *unir atributos pela posição*. As classes foram somadas e dívidas em potencial inapto (0), potencial baixo (1 a 3), potencial médio (4 a 6), potencial alto (7 a 9) e potencial muito alto (10 a 12). As áreas que receberam nota zero foram consideradas inaptas para uma futura exploração gerando resultado nulo, independente dos valores dos outros parâmetros.

Figura 2. Fluxograma da metodologia.
(Grau, minuto, segundo com sufixo. Sistema de Coordenadas Geográficas Datum WGS 84)

Não há metodologias determinando um raio mínimo ou máximo viável para o consumo de um agromineral potencial, por isso nesse trabalho foram estipulados os raios de 50 km, 100 km, 200 km e 300 km a partir da localização do biotita xisto, eles permitem visualizar o raio de abrangência. As zonas de consumo são as áreas agrícolas que ficaram dentro desses *buffers*. As áreas agrícolas que ficaram em uma distância maior que 300 km do biotita xisto foram consideradas com potencial inapto, as que ficaram em uma distância de 300 km foram consideradas com potencial baixo, as que ficaram em uma distância de 200 km foram consideradas com potencial médio, as que ficaram em uma distância de 100 km foram consideradas com potencial alto e as que ficaram em uma distância de 50 km foram consideradas com potencial muito alto. A abordagem metodológica

desenvolvida integrou o elemento funcional como um fator da paisagem.

Resultados e discussão

O material de origem está relacionado a litosfera, na qual é um elemento fixo da paisagem. Das unidades geológicas presentes na ecorregião do Planalto Central o biotita xisto está presente no Grupo Araxá (Figura 3). O Grupo Araxá é formado por rochas metamórfica dominadas por xistos e quartzitos.

Os níveis de declividades na zona de produção do biotita xisto são classificados em relevo plano, suave-ondulado, ondulado, forte-ondulado, montanhoso e escarpado, como mostra a Figura 4.

Figura 3. Unidade geológica do Grupo Araxá e zona de produção do biotita xisto na ecorregião do Planalto Central com *buffer* de 100km.

Fonte: CPRM

(Grau, minuto, segundo com sufixo. Sistema de Coordenadas Geográficas Datum WGS 84)

Figura 4. Declividade da zona de produção do biotita xisto na ecorregião do Planalto Central com *buffer* de 100km.

Fonte: INPE

(Grau, minuto, segundo com sufixo. Sistema de Coordenadas Geográficas Datum WGS 84)

Como mostra a Figura 5, a zona de produção do biotita xisto é usada e ocupada pela agricultura, água, mineração, pastagem, natural, urbano e outros. As áreas naturais ocupam 35,41% da zona de produção do biotita xisto, enquanto as áreas urbanas 2,13%, as áreas com água 1,33% e os outros usos e ocupação 0,1%. Essas áreas impossibilitam qualquer tipo de exploração do biotita xisto e receberam a classificação de potencial inapto, essas áreas representam 38,97% da zona de produção do biotita xisto. As áreas agrícolas ocupam 11,24% da zona de produção do biotita xisto e as áreas silviculturais 0,83%. Essas áreas receberam a classificação de potencial baixo,

essas áreas representam 12,07% da zona de produção do biotita xisto. As áreas com pastagem ocupam 48,92% da zona de produção do biotita xisto. Essas áreas receberam a classificação de potencial médio e representam 48,92% da zona de produção do biotita xisto. As áreas com mineração ocupam 0,04% da zona de produção do biotita xisto. Essas áreas receberam a classificação de potencial muito alto e representam 0,04% da zona de produção do biotita xisto. O uso e ocupação fazem parte do elemento funcional da paisagem, pois estão em constante dinâmica conforme os elementos fixos e por interferência antrópica.

Figura 5. Uso e ocupação da zona de produção do biotita xisto na ecorregião do Planalto Central com *buffer* de 100km.

Fonte: MMA

(Grau, minuto, segundo com sufixo. Sistema de Coordenadas Geográficas Datum WGS 84)

A Figura 6 mostra o potencial agrogeológico do biotita xisto na ecorregião do Planalto Central com *buffer* de 100 km. O resultado da sobreposição dos parâmetros avaliados mostrou que a zona de produção apresenta três tipos de potencial. As áreas com potencial muito alto, as áreas com potencial alto e as áreas com potencial inapto. Cada uma representa 1%, 14% e 85% da zona de produção do biotita xisto. As áreas com declividade plano e suave ondulado e naturais foram as principais responsáveis pela classificação

de potencial inapto na zona de produção do biotita xisto. As áreas com declividade ondulado e forte ondulado e agrícolas foram as principais responsáveis pela classificação de potencial alto da zona de produção. Enquanto as áreas com declividade montanhoso e escarpado e com pastagem foram responsáveis pela classificação de potencial muito alto da zona de produção do biotita xisto. Na área com potencial alto encontra-se a Pedreira Araguaia, Pedreira Briteng e Pedreira

Goiás, um dos subprodutos dessa pedreira é o biotita xisto.

Figura 6. Potencial agrogeológico do biotita xisto na ecorregião do Planalto Central. (Grau, minuto, segundo com sufixo. Sistema de Coordenadas Geográficas Datum WGS 84)

O zoneamento das áreas de consumo permite determinar as áreas agrícolas, principal consumidora de nutrientes e recursos naturais disponíveis na região, que estão dentro do raio economicamente viável do biotita xisto, na qual poderia fornecer potássio para as culturas.

A Figura 7 mostra as áreas agrícolas que ficaram dentro dos raios de 50 km, 100 km, 200 km e 300 km estabelecidos a partir da localização do biotita xisto. O raio de 50 km representa 9% da área agrícola, essas áreas apresentam potencial muito alto para o consumo do biotita xisto. O raio de 100

km representa 23% da área agrícola, essas áreas apresentam potencial alto para o consumo do biotita xisto. O raio de 200 km representa 62% da área agrícola, essas áreas apresentam potencial médio para o consumo do biotita xisto. O raio de 300 km representa 82% da área agrícola, essas áreas apresentam potencial baixo para o consumo do biotita xisto. O mapa mostra a presença da Pedreira Araguaia, Pedreira Briteng e Pedreira Goiás, cuja seu subproduto é o biotita xisto, uma possível fonte de potássio para a agricultura.

Figura 16. Zonas de consumo do biotita xisto na ecorregião do Planalto Central com *buffer* de 100km.

Fonte: MMA

(Grau, minuto, segundo com sufixo. Sistema de Coordenadas Geográficas Datum WGS 84)

Conclusões

Ao desenvolver uma metodologia para o zoneamento agrogeológico a partir do estudo de caso da ecorregião do Planalto Central esse trabalho quer indicar caminhos para futuros trabalhos semelhantes e contribuir para os estudos de rochagem.

O zoneamento do biotita xisto na ecorregião do Planalto Central permite afirmar que há fonte de potássio disponível em escala local. A zona de produção do biotita xisto pode servir como complemento dos insumos utilizados pela agricultura e contribuir para o desenvolvimento sustentável da agricultura na ecorregião do Planalto Central. O material de origem, a declividade e as áreas de pastagem foram fatores que favorecem a exploração em algumas áreas, enquanto as áreas naturais tornaram outras áreas inaptas. A presença da Pedreira Araguaia, Pedreira Briteng e Pedreira Goiás em área com potencial apto torna viável o uso da metodologia para futuros mapeamentos agrogeológicos.

A ecorregião do Planalto Central com *buffer* de 100 km possui uma agricultura intensiva devido ao relevo e aos fatores climáticos. Essas duas condições favorecem a existência de um consumidor de nutrientes fornecidos pelo biotita xisto, possibilitando delimitar zonas de consumo em diferentes raios. O biotita xisto a partir do raio de influência de 50 km, 100 km, 200 km e 300 km,

atende, respectivamente, 9%, 23%, 62% e 82% da área agrícola da região.

Agradecimentos

A Embrapa pela disponibilidade da infraestrutura de realização da pesquisa e ao curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade de Brasília, onde a primeira autora realizou o mestrado no tema do artigo.

Referências

- Aguiar, A. P., Horn, A. H., Costa, A. S. V., Leal, J. M., Alves, P. P., 2012. Estudo da viabilidade em solos agrícolas do uso da biotita-anfibólito/xisto contido nos rejeitos gerados pelos garimpos da Província Esmeraldífera de Nova Era – MG. *Geonomos* 20(1), 76-80.
- Andrades, T. O., Gamini, R. N., 2007. Revolução verde e a apropriação capitalista. *CES Revista* 21, 43-56.
- Brasil. 2013. Lei nº 12.980, de 10 de dezembro.
- Cola, G. P. A., Simão, J. B. P., 2012. Rochagem como forma alternativa de suplementação de potássio na agricultura agroecológica. *Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil)* 7, 15-27.
- Lapido-Loureiro, F. E., Nascimento, M., Neumann, R., Rizzo, A. C., 2009. Tecnologias de aplicação de glauconita como fonte de potássio na agricultura: o caso brasileiro e a experiência indiana, in: Martins, E. S., Theodoro, S. H., *Anais I Congresso Brasileiro*

- de Rochagem, Brasília, DF, 21 a 24 de setembro de 2009. Embrapa Cerrados, 111-119.
- Martins, E. S., Silveira, C. A. P., Bamberg, A. L., Martinazzo, R., Bergmann, M., Angélica, R. S., 2014. Silicate agrominerals as nutrient sources and as soil conditioners for tropical agriculture, in: Benites, V. M., Technical innovation for a sustainable tropical agriculture: proceedings 16th World Fertilizer Congress of CIEC, Rio de Janeiro, RJ – Brazil, October 20-24, 2014. CIEC, 138-140.
- Olson, D. M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E. D., Burgess, N. D., Powell, G. V. N., Underwood, J. A. A., Itoua, I., Strand, H. E., Morrison, J. C., Loucks, C. J., Allnutt, T. F., Ricketts, T. H., Kura, y., Lamoreux, J. F., Wettengel, W. W., Hedao, P., Kassem, K. R., 2001. Terrestrial ecoregions of the world: A new map of life on earth. *BioScience* 51, 933-938.
- Rockstrom, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, A., Chapin, F. S., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H. J., Nykvist, B., Wit, C. A., Hughes, T., Leeuw, S. Rodhe, H., Sorlin, S., Snyder, P. K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R. W., Fabry, V. J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P., Foley, J. A., 2009. A safe operating space for humanity. *Nature* 461, 472-475.
- Rokade, V. M., 2014. Agrogeological studies for potential farming. *Bionano Frontier* 7(1), 12-15.
- Theodoro, S. H., Leonardos, O. H., Rego, K. G., Rocha, E. L., 2009. Stonemeal technology: Changing the poverty scenario in Brazil, in *Proceedings of the Second International Rocks for Crops Conference, Nairobi e Kisumu, Kenya*. Guelph: Universidade de Guelph, 145-170.
- Uhlein, A., Fonseca, M. A., Seer, H. J., Dardenne, M. A., 2012. Tectônica da faixa de dobramentos Brasília – Setores setentrional e meridional. *Geonomos* 20(2), 1-14.
- Van Straaten, P., 2006. Introduction to agrogeology, in: Van Straaten, P., *Agrogeology: The use of rocks for crops*. Enviroquest Ltd., 1-11.