
Logística e potencialidade do uso da rochagem na mandioca do Nordeste Paraense

Luanny Gabriele Cunha Ferreira^{a*}; Francisco De Assis Matos De Abreu^b

^a Doutoranda em Ciências Ambientais-PPGCA, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Corrêa, 01 - Guamá, Belém - PA, 66075-110

^b Professor Titular de Instituto de Geociências-PPRH, Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Corrêa, 01 - Guamá, Belém - PA, 66075-110

*Autor correspondente: Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Corrêa, 01 - Guamá, Belém - PA, 66075-110; luanny_cunha@yahoo.com.

Data de submissão: 07-04-2022

Data de aceite: 19-10-2022

Data de publicação: 29-11-2022



10.51161/editoraime/108/103 

RESUMO

Introdução: A rochagem, qualificada pela incorporação de rochas moídas e/ou minerais ao solo, é uma tecnologia que poderá viabilizar a recuperação e fertilização sustentável em solos agrícolas. O Estado do Pará, apresenta uma enorme potencialidade de crescimento da aplicação dessa tecnologia, haja vista, é considerado o segundo maior produtor nacional de minério. **Objetivo:** Neste panorama, o objetivo deste trabalho, é de identificar áreas potenciais de rochas e o potencial logístico que atendam os pressupostos da tecnologia da rochagem para uso de materiais geológicos como remineralizadores de solos para o cultivo da mandioca no Nordeste Paraense. **Metodologia:** A área de estudo englobou os maiores municípios produtores da mandioca no Nordeste Paraense (NP), representados por Acará, São Domingos do Capim, Viseu, Aurora do Pará, Santa Maria do Pará, Moju, Ipixuna do Pará e Bragança, para avaliar a logística, potencialidade e disponibilidade de rochas foram gerados mapas de acordo com os dados disponibilizados pela CPRM e IBGE. **Resultados:** A análise litológica dos oito municípios produtores de mandioca no NP, resultou em 20 tipos diferentes de rochas e 8 de minerais, compostos majoritariamente por macronutrientes: potássio, fósforo, cálcio e magnésio; e micronutrientes: ferro e manganês. A logística, tornou a atividade viável economicamente, haja em vista, que o material processado nas mineradoras, poderão ser distribuídos por diversas rotas até chegar aos municípios produtores de mandioca no NE paraense. **Conclusão:** Nesta perspectiva, o uso do pó de rocha, pode tornar-se uma nova prática sustentável no Nordeste Paraense, favorecendo ganhos social e econômico.

Palavras-Chave: Mandioca; Rochagem; Sustentabilidade; Malha rodoviária; Hidroviária

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores de alimentos do mundo, todavia, possui diversas fragilidades no setor, dentre elas pode-se citar a dependência da importação de matérias-primas para a formulação de fertilizantes. Vale ressaltar que, os atuais conflitos no Leste Europeu, tiveram grande repercussão no mercado de commodities agrícolas, com acesso restrito e aumento maciço de custos de alguns fertilizantes usados na agricultura (BURBANO et al., 2022).

Neste cenário, de acordo com o Plano Nacional de Fertilizantes (PNF), a rochagem-incorporação de rochas moídas e/ou minerais ao solo, será uma tecnologia de grande fomento no país até 2050, visando diminuir a sua dependência com o mercado internacional, bem como, estimular as cadeias regionais de novos fertilizantes e insumos para a nutrição de plantas (BRASIL, 2021). Para isso, segundo o PNF, torna-se imprescindível elevar o nível do conhecimento geológico do Brasil para que sejam estimulados os investimentos necessários à pesquisa mineral e descoberta de novas jazidas.

Neste sentido, o Estado do Pará, apresenta elevado potencial geomíneralógico com enorme potencialidade de crescimento da aplicação dessa tecnologia, haja vista, é considerado o segundo maior produtor nacional de minério (RIBEIRO; SILVA, 2018). Corroborando com Theodoro et al. (2013), encontraram na rochagem, uma solução para a recuperação de solos degradados no entorno do reservatório localizado em Tucuruí-PA. Além disso, o Nordeste Paraense (NP), lidera o ranking a mais de 20 anos como maior produtor de mandioca, com um volume, em 2017, superior a 4,2 milhões de toneladas de raízes, produtividade média de 14,3 kg/ha, e uma movimentação financeira em torno de 1,9 milhões de reais (IBGE, 2019; GROXKO, 2020).

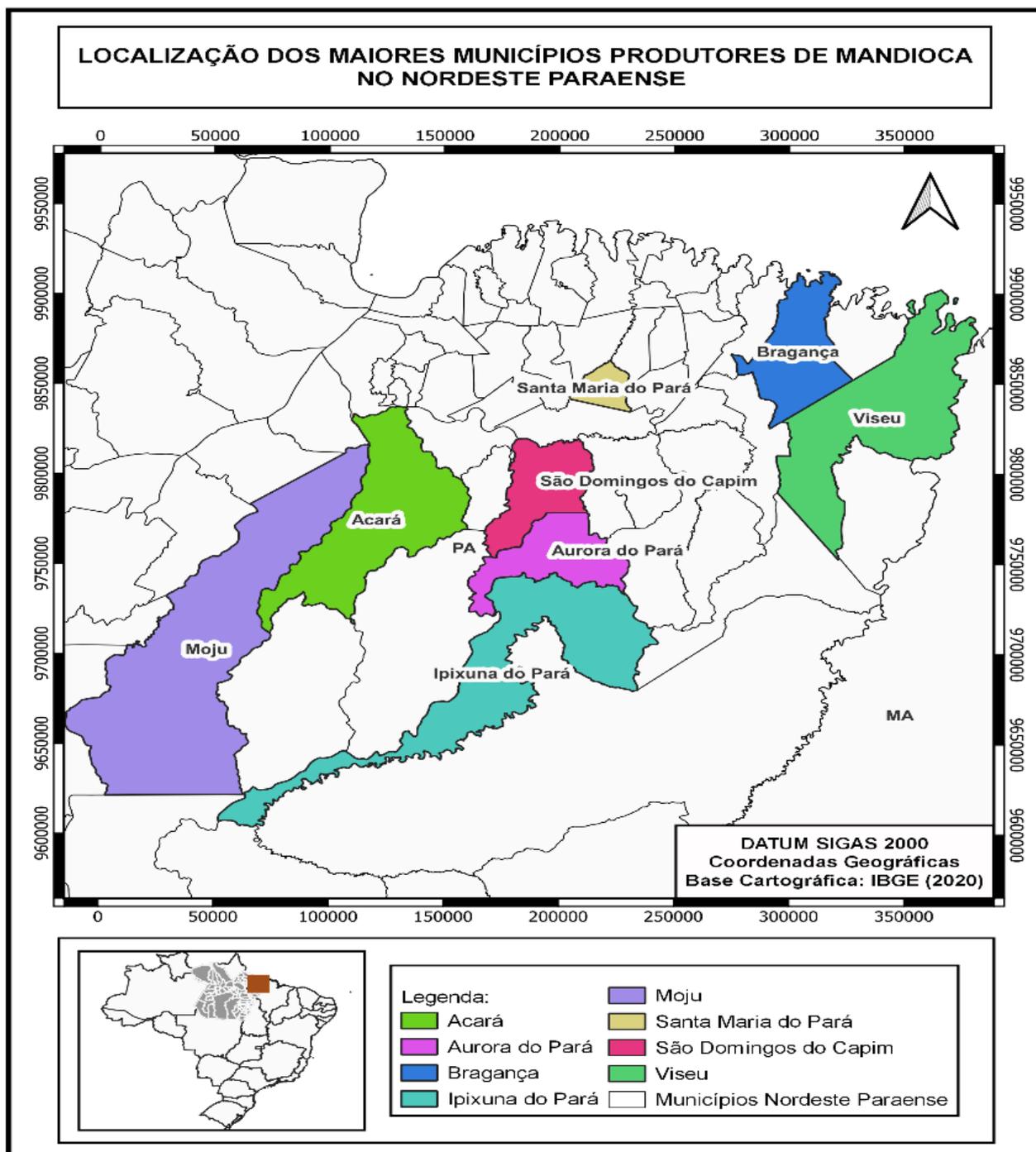
Em trabalho realizado por Theodoro (2000), foi indicado que, o uso da rochagem manteve a produtividade do cultivo mandioca quando comparados a adubação convencional, além de ser considerado mais sustentável e viável para pequenos agricultores no estado de Minas Gerais-MG. Neste contexto, sendo os pós de rochas até então um passivo ambiental da exploração mineral, com a utilização desses materiais, sem valor comercial, como potenciais remineralizadores (pós de rocha), surge um novo coproduto da exploração mineral. Podemos vislumbrar a remineralização de solos, com uso de pós de rochas como uma alternativa sustentável e de baixo custo para suprir as demandas nutricionais das culturas em questão. Com esta iniciativa, será possível fomentar e fortalecer um arranjo produtivo local na interface entre agricultura e mineração, promovendo impacto social e ambiental na região Amazônica.

Neste panorama, o objetivo deste trabalho, é de identificar áreas potenciais de rochas e o potencial logístico que atendam os pressupostos da tecnologia da rochagem para uso de materiais geológicos como remineralizadores de solos para o cultivo da mandioca no Nordeste Paraense.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo englobou os maiores municípios produtores da mandioca no Nordeste Paraense (NP), representados por Acará, São Domingos do Capim, Viseu, Aurora do Pará, Santa Maria do Pará, Moju, Ipixuna do Pará e Bragança (IBGE, 2019) (Figura 1).

Figura 1: Localização dos maiores municípios produtores de mandioca no Nordeste Paraense (IBGE, 2019).



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

A pesquisa descritiva, realizada de janeiro de 2019 a dezembro de 2020, envolveu o mapeamento e identificação das áreas no NP, que possuam a disponibilidade de rochas com potencialidade para o uso da rochagem, foi obtido através de dados geoespaciais em forma de vetor-*shapefiles* de geologia e litologia, no site da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM (<http://geosgb.cprm.gov.br/geosgb/downloads.html>) e em seguida foram gerados mapas geológicos através do programa QGIS 2.8.1. Para a classificação dos minerais, em macro e micro nutrientes, dispostos nas rochas, foi realizado um levantamento de acordo com literatura existente (Tabela 1).

Tabela 1. Geodiversidade existente nos maiores municípios produtores de mandioca no NE paraense. Classificados de acordo com sua distribuição regional e caracterizados em macro e micronutrientes e a sua disponibilidade.

Rocha	Macronutrientes	Micronutrientes	Disponibilidade Alta/Baixa
1) Moju			
Areia	-	Al, Si	Alta
Margas	Ca, Mg	Fe, Al, Pb	Alta
Folhelho	K, P, Ca	Al, Si	Alta
Conglomerados	Ca	Al, Fe, Si	Alta
Arenito	K	Si	Baixa
Argilito	Mg	Al, Fe	Baixa
Siltito	K	Si	Baixa
Quartzito	-	Si	Baixa
Filito	K	Al, Si	Baixa
Calcoxisto	Ca	Si	Baixa
2) Acará			
Margas	Ca, Mg	Fe, Al, Pb	Alta
Conglomerados	Ca	Al, Fe, Si	Alta
Argilito	Mg	Al, Fe	Baixa
Arenito	K	Si	Baixa
Areia	-	Al, Si	Baixa
Laterita	-	Al, Fe	Baixa
3) São Domingos do Capim			
Areia	-	Al, Si	Alta
Margas	Ca, Mg	Fe, Al, Pb	Alta
4) Aurora do Pará			
Conglomerados	Ca	Al, Fe, Si	Alta
Areia	-	Al, Si	Alta
Laterita	-	Al, Fe	Alta
Quartzito	-	Si	Baixa
Argilito	Mg	Al, Fe	Baixa

Continuando Tabela 1

Arenito	K	Si	Baixa
5) Ipixuna do Pará			
Folhelho	K, Ca, P	Al, Si	Alta
Arenito	K	Si	Baixa
Siltito	K	Si	Baixa
Laterita	-	Al, Fe	Baixa
6) Santa Maria do Pará			
Margas	Ca, Mg	Fe, Al, Pb	Alta
Conglomerados	Ca	Al, Fe, Si	Alta
Argilito	Mg	Al, Fe	Baixa
Arenito	K	Si	Baixa
7) Bragança			
Margas	Ca, Mg	Fe, Al, Pb	Alta
Conglomerados	Ca	Al, Fe, Si	Alta
Argilito	Mg	Al, Fe	Baixa
Arenito	K	Si	Baixa
Granito (derivados)	K, Ca	Si, Na	Baixa
Aplito	K	Al, Si	Baixa
8) Viseu			
Areia	-	Al, Si	Alta
Margas	Ca, Mg	Fe, Al, Pb	Alta
Folhelho	K, P, Ca	Al, Si	Alta
Conglomerados	Ca	Al, Fe, Si	Alta
Tonalito	K, Mg, Ca, P	Si, Na	Alta
Quartzo-diorito	K, Ca	Si, Na	Alta
Granodiorito	K, Ca	Si, Na	Alta
Granito	K, Ca	Si, Na	Alta
Arenito	K	Si	Baixa
Argilito	Mg	Al, Fe	Baixa
Siltito	K	Si	Baixa
Quartzito	-	Si	Baixa
Metandesito	Ca, Mg, Na	Si, Fe	Baixa
Grauvaca	K, Mg	Fe, Mn, Al, Si, Ni	Baixa
Filito	K	Si, Al	Baixa
Anfibolito	Ca	Si, Al, Na	Baixa
Metachert	-	Si	Baixa
Gnaisse	K, Mg	Si	Baixa

Referências utilizadas para identificar os macro e micronutrientes existente nas rochas: Fonte:

(ALAVARENGA et al., 2007; ARAUJO; BARBOSA; RODRIGUES, 2017; AUGUSTIN; LOPES; SILVA, 2013; AVILA; CHERMAN; VALENÇA, 2008; BORBA, 2016; CAVALCANTE; BALTAR; SAMPAIO, 2005; CLEMENTE, 2004; DAVILA; KEUJUMJIAN, 2005; DIAS, 2017; FERNANDES; LUZ; CASTILHOS, 2010; GAO; YU; ZHANG, 2011; GILL, 2014; ; LEONARDOS; THEODORO; ASSAD, 2000; MAGALHÃES, 2015; MARTINS, 2011;

MARTINS, 2013; MHE, 2020; OLIVEIRA, 2008; OLIVEIRA et al., 2018; OLIVEIRA; DALL'AGNOL; ALTHOFF, 2006; RIKER, 2005; SAMPAIO, 2016; SHIAVON; REDONDO; YOSHIDA, 2007; SILVA; SCHREIBER; SANTOS, 2000; SILVA; NEIVA; RAMOS, 2011; SOARES, 2013; SOUZA, 2010; SOUZA, 2018; TOSCANI; CAMPOS, 2017). Elaboração: Pelos autores, 2022.

Para a elaboração do mapa de logística, foram obtidos *shape files* de transporte e hidrovia através da plataforma do IBGE (<https://downloads.ibge.gov.br/>) e processados através do programa QGIS 2.8.1, realizando a confecção do mapa que indica a viabilidade de transporte rodoviário e hidroviário existente entre as mineradoras e os maiores produtores de mandioca no NE, de onde será extraído o material geológico para o seu processamento e posterior utilização.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Potencial do uso de agrominerais

A análise litológica dos oito municípios produtores de mandioca no NP, resultou em 20 tipos diferentes de rochas e 8 de minerais, compostos majoritariamente por macronutrientes: potássio, fósforo, cálcio e magnésio; e micronutrientes: ferro e manganês. Nutrientes estes, que segundo Cruz, Pereira e Figueredo (2017), são essenciais para as etapas fisiológicas de crescimento da *Manihot esculenta* Crantz.

Os municípios de Moju e Viseu, apresentaram maior potencial para a rochagem no NP, com mais de 19 tipos de rocha e 8 minerais. Os macronutrientes de potássio, cálcio e magnésio, foram majoritariamente encontrados no solo através da clorita, muscovita, margas, siltito, arenito, argilito, folhelhos, anfíbolito, filito, biotita, granodiorito, gnaiss, granito, metavulcanoclástica, metandesito, tonalito e quartzo-diorito, já os micronutrientes, manganês e ferro, tiveram maior representatividade em grauvaça e granada (Figura 2 e 3). A efetividade do uso do pó da rocha de granodiorito, já foi confirmada em estudos de Gonçalves et al. (2019), que evidenciaram o aumento da produtividade da cultura do morango em Santana do Livramento-RS. Na mandioca, o crescimento de suas raízes, foi evidenciado com o uso de pó de rocha a base de biotita xisto (SOUZA et al., 2016; SOUZA et al., 2013). De acordo com Theodoro (2000) e Theodoro e Leonardos (2011), o uso do pó de granito, apresenta mais vantagens em comparação a adubação química, haja em vista, que este tipo de rocha é menos solúvel ao solo, reduzindo assim, a frequência de adubação ao longo dos anos.

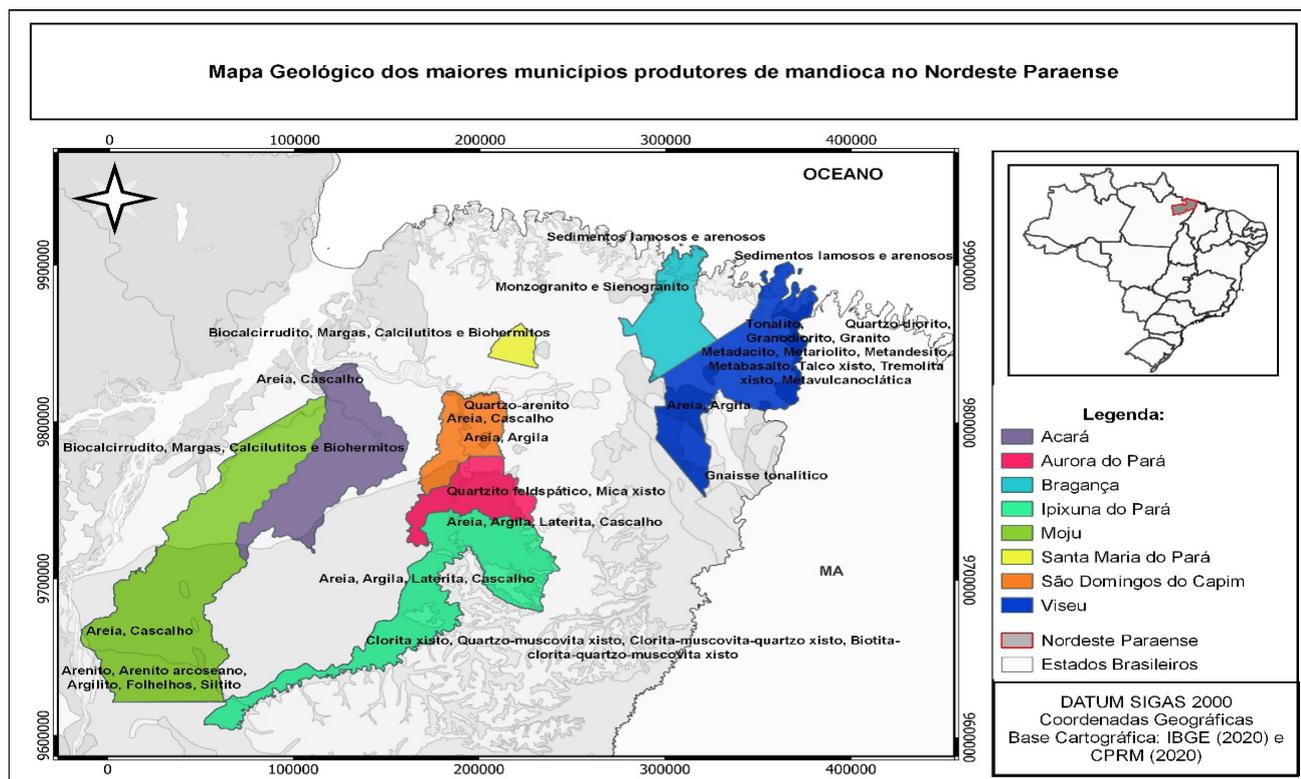
Os municípios de Acará, Aurora do Pará, Santa Maria do Pará, São Domingos do Capim e Bragança, apresentaram a mesma caracterização geomíneralógica para a extração do pó de rocha no solo, com fonte de cálcio, magnésio e potássio, através de margas, conglomerados, argilito, arenito, granito e aplito (Figura 2 e 3). O cálcio foi encontrado na extensa faixa de rochas de margas (biocalcirudito, calciculitos e biohermitos, contribuindo com os estudos realizados por Távora, Souza e Nogueira (2014, em Salinas-PA). É válido ressaltar, que existem novas rotas a serem exploradas em prol do aumento da disponibilidade

de calcário no NP, a exemplo de Capanema, Primavera e Quatipuru. O calcário é essencial para a correção da acidez elevada do solo no NP, além de diminuir o teor alumínio e absorção de nutrientes (FIALHO; ANDRADE; VIEIRA, 2013).

No município de Ipixuna do Pará há somente rochas comuns, ou seja, que foram encontradas na maioria dos municípios investigados, ricas em cálcio, magnésio e potássio. Concomitantemente, foi observado uma área coberta de minerais clorita e muscovita, com a presença de magnésio e ferro (Figura 2 e 3). Corroborando com Costa et al. (1998), identificaram depósitos de caulim na Amazônia cobertas por muscovita.

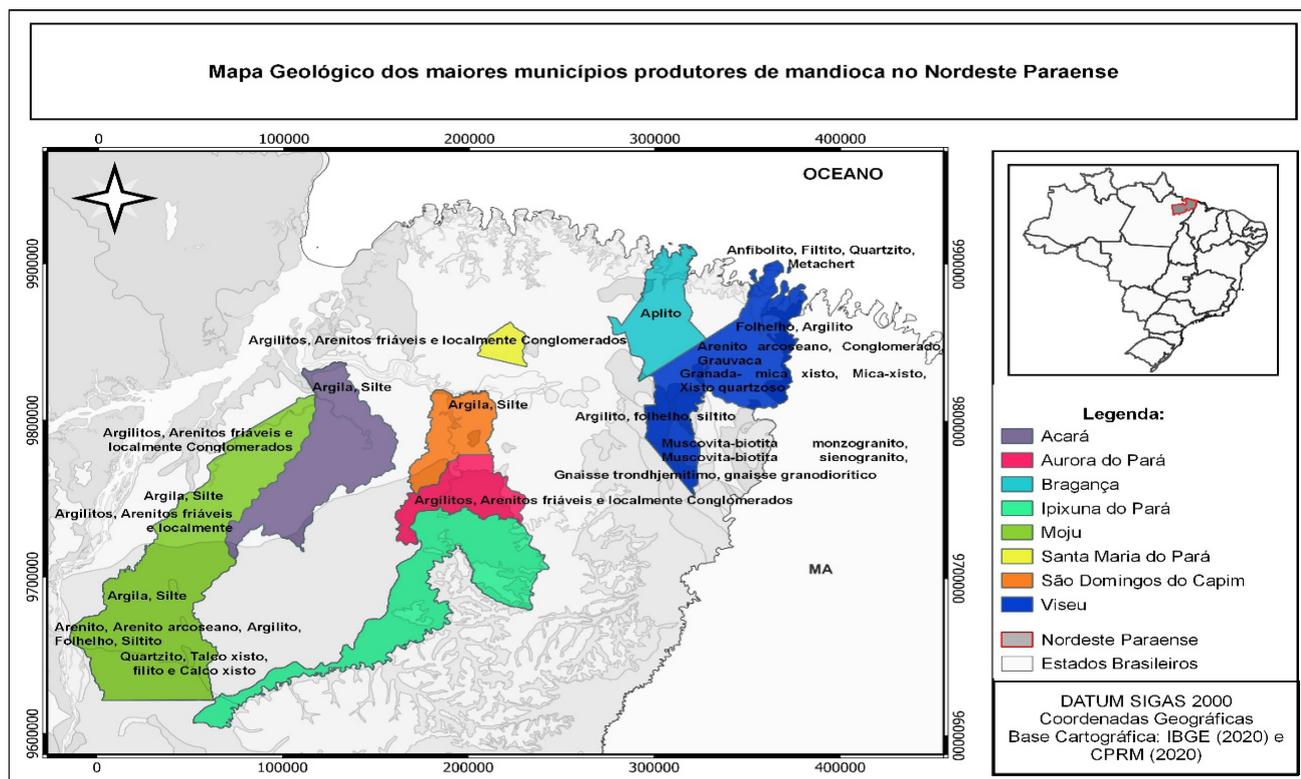
Sendo assim, os maiores municípios produtores de mandioca no NP, apresentaram uma elevada geodiversidade em detrimento da potencialidade de se extrair o pó de rocha e fornecer ao solo e planta os nutrientes necessários para o pleno desenvolvimento da cultura. Essa nova rota tecnológica, irá expandir o plantio mais sustentável do ponto de vista ambiental, bem como sua rentabilidade econômica. Para isso, é importante salientar, que é essencial mais estudos voltados para a petrologia das rochas e seus efeitos no solo/planta.

Figura 2. Classificação litológica obtida para a primeira camada de shapefile, de acordo com o levantamento geológico feito pela CPRM, dos maiores municípios produtores de mandioca no NP.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Figura 3. Classificação litológica obtida para a segunda camada de shapefile, de acordo com o levantamento geológico feito pela CPRM, dos maiores municípios produtores de mandioca no NP.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

3.2 Logística da rochagem para o NP

No caso do NE paraense, figura 4, a atividade é viável economicamente, haja em vista, que o material processado nas mineradoras, poderão ser distribuídos por diversas rotas até chegar aos municípios produtores de mandioca no NE paraense –local este, considerado como centro de origem do material geológico que será beneficiado. Tais rotas, poderão ter como instrumento a malha rodoviária e hidroviária, com uma distância máxima de 500 quilômetros, considerada como viável economicamente por Theodoro e Rocha (2005). Silveira et al. (2016), identificaram dolomito, fosfato e basalto em Minas Gerais englobando respectivamente, a região de Taipas e municípios de Arrais-MG e Araguari-MG e confirmaram a viabilidade logística do uso destes pós de rocha, haja vista, que as áreas não ultrapassaram 250km de distância, entre o material de origem e a área agrícola. Niewinski (2017), utilizou em Montenegro-MS, a pó de rocha de basalto proveniente da Pedreira Alfama-MG, cerca de 2,6km de distância entre o centro de origem da rocha e a área de cultivo, confirmando também sua viabilidade econômica e logística.

92 e 184 quilômetros e tendo como principais zonas de acesso o Rio Guamá e Moju e as rodovias PA 483, 127 e 252 e a BR 010 (Figura 4).

Esta viabilidade na logística dos maiores municípios produtores de mandioca no NP e as zonas de beneficiamento, poderá ser ainda mais facilitada, através da rede de comunicação de dados, atualmente bastante vasta, contando com serviços de telefonia e fibra óptica que favorecem a produtividade e a eficiência do processo de transformação de insumos em bens e serviços.

A divulgação desta nova rota tecnológica, através de experimentos agrícolas que comprovem o efeito positivo no solo e na cultura do uso do pó de rocha, seria de grande valia no NE paraense, principalmente para a comunidade agrícola e empresarial. Tornando-se necessário aprofundar os estudos, principalmente para quantificar a produtividade da cultura e demonstrar a rentabilidade econômica no setor agrícola. Tais práticas, resultarão na ampliação de investimentos no setor, aumentando conseqüentemente o capital de giro e a redução dos custos no cultivo agrícola. Do ponto de vista ambiental, o cultivo se tornaria mais sustentável, com a redução e recuperação de áreas degradadas, além da reutilização do resto de material proveniente das mineradoras. Ramos et al. (2019), avaliaram o subproduto de mineração de rocha vulcânica (rocha dacita) originada de uma pedreira no distrito de mineração de Nova Prata, no sul do Brasil e confirmaram a viabilidade do subproduto ser utilizado como remineralizador do solo. Corroborando com Dalmora et al. (2020), confirmaram a viabilidade do uso dos rejeitos de mineração provenientes de mineradoras no Rio Grande do Sul, com Nova Prata e Estancia Velha, respectivamente, na presença de rochas de andesito e dacito, em substituição aos fertilizantes convencionais.

4 CONCLUSÃO

Os municípios investigados, apresentaram diversas áreas com potencial para a produção e o uso de materiais geológicos como remineralizadores de solos. A logística em razão da malha hidroviária e rodoviária existente constitui-se fator decisivo para a ligação entre áreas potenciais de produção de remineralizadores e áreas de consumo desse insumo. Nesta perspectiva, o uso do pó de rocha, pode tornar-se uma nova prática sustentável no Nordeste Paraense, favorecendo ganhos social e econômico.

Recomenda-se que a divulgação desta nova rota tecnológica, através de experimentos agrícolas que comprovem o efeito positivo no solo e na cultura do uso do pó de rocha, seria de grande valia no NE paraense, principalmente para a comunidade agrícola e empresarial. Tornando-se necessário aprofundar os estudos, principalmente para quantificar a produtividade da cultura e demonstrar a rentabilidade econômica no setor agrícola. Tais práticas, resultarão na ampliação de investimentos no setor, aumentando conseqüentemente o capital de giro e a redução dos custos no cultivo agrícola. Do ponto de vista ambiental, o cultivo se tornaria mais sustentável, com a redução e recuperação de áreas degradadas, além da reutilização do resto de material proveniente das mineradoras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, C. J. S. de.; BOTELHO, N. F.; DARDENNE, M. A.; LIMA, O. N. B.; MACHADO, M. A. **Geologia da Folha Cavalcante SD.23-V-C-V**. Brasília: CPRM, 2007.
- ARAUJO, M. E. B.; BARBOSA, A. dos. S.; RODRIGUES, M. G. F. Emprego da argila Chocobofe ativada termicamente na remoção do corante vermelho reativo Bf-4b. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CIÊNCIAS, 2., 2017, Campina Grande. **Anais [...]**. Campina Grande, 2017. p. 1-3.
- AUGUSTIN, C. H. R. R.; LOPES, M. R. S.; SILVA, S. M. Lateritas: Um conceito ainda em construção. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 14, n. 3, p. 241-257, 2013.
- AVILA, C. A.; CHERMAN, A. F.; VALENÇA, J. G. Metamorfismo Paleoproterozóico do cinturão mineiro: considerações petrográficas a partir dos Dioritos Brumado e Rio Grande. **Arquivos do Museu Nacional**, v. 66, n. 3-4, p. 631-660, 2008.
- BORBA, S. C. **Estudo da substituição parcial do Feldspato pelo Filito da região de Marabá em formulações de porcelanato**. 2016. 55 f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia de Materiais - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Marabá, 2016).
- BRASIL, S. E. de. A. E. **Plano nacional de fertilizantes 2050: Uma Estratégia para os Fertilizantes no Brasil**. Brasília: SAE, 2021.
- BURBANO, D. F. M. et al. Crushed Volcanic Rock as Soil Remineralizer: A Strategy to Overcome the Global Fertilizer Crisis. **Natural Resources Research**, v. 31, n. 5, p. 2197–2210, 2022. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11053-022-10107-x>>. Acesso em: 4 out. 2022.
- CAVALCANTE, P. M. T.; BALTAR, C. A. M.; SAMPAIO, J. A. **Mica**. Cuiabá: CETEM, 2005. 13 p.
- COSTA, M. L.; MORAES, E. L. Mineralogy, geochemistry and genesis of kaolins from the Amazon region. **Mineralium Deposita**, v. 33, n. 3, p. 283-297, 1998.
- CLEMENTE, C. A. **Minerais e Rochas**. Piracicaba: CEGEA, 2004. 87 p.
- CRUZ, A. C.; PEREIRA, F. dos. S.; FIGUEIREDO, V. S. Fertilizantes organominerais de resíduos do Agronegócio: avaliação do potencial econômico Brasileiro. **Chemical Industry**, v. 45, n.1, p. 137-187, 2017.
- RAMOS, C. G. *et al.* Evaluation of Soil Re-mineralizer from By-Product of Volcanic Rock Mining: Experimental Proof Using Black Oats and Maize Crops. **Natural Resources Research** 2019 29:3, 8 ago. 2019. v. 29, n. 3, p. 1583–1600. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11053-019-09529-x>>. Acesso em: 3 out. 2022.
- DAVILA, C. A. R.; KEUYUMJIAN, R. M. Mineralizações de ouro do tipo orogênico em arco magmático Aleoproterozóico, borda Oeste do craton São Francisco, regiões de São

Domingos (GO) e Correntina (BA). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 35, n.2, p. 187-198, 2005.

DIAS, C. H. **Influência da composição mineral e fluida sobre as propriedades petrofísicas de Folhelhos Negros, estudo de caso: Bacia do Araripe**. 2017. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

FERNANDES, F. R. C.; LUZ, A. B. da.; CASTILHOS, Z. C. **Agrominerais para o Brasil**. Rio de Janeiro: CETEM, 2010. 38 p.

FIALHO, J. de. F.; ANDRADE, R. F. R. de.; VIEIRA, E. A. **Mandioca no Cerrado: Questões práticas**. Brasília: Embrapa, 2013. 90 p.

GAO, Y. Q. I. N, M.; LI, C.; YU, H.; ZHANG, F. Control of sticky contaminants with cationic Talc in deinked Pulp. **Bio Resources**, v. 6, n. 2, p. 1916-1925, 2011.

GILL, R. **Rochas e processos ígneos: um guia prático**. 1.ed. Porto Alegre: BOOKMANN, 2014. 502 p.

GONÇALVES, G. K. et al. Utilização do granodiorito gnáissico como fonte de potássio na produção de Morango. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 10, p. 22073-22087, 2019.

GROXKO, M. **Mandioca: Análises da Conjuntura**. Paraná: DERAL, 2020. 25 p. IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Rio de Janeiro: IBGE. 2019. 95 p.

LEONARDOS, O. H.; THEODORO, S. H.; ASSAD, M. L. Remineralization for sustainable agriculture: A tropical perspective from a Brazilian view point nutrient cycling **Agroecosystems**, v. 56, n. 1, p. 3-9, 2000.

MAGALHAES, L. F. de. **Catálogo do acervo de rochas do laboratório de mineralogia, petrografia e geologia do CEFET-MG Campus Araxá**. 2015. 62 f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia de Minas)- Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Araxá, 2015.

MARTINS, B. de S. **Controle da mineralização aurífera de Lamego, Sabará, Quadrilátero Ferrífero, MG**. 2011. 250 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Econômica e Aplicada)- Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

MARTINS, E. de. S. Proposta de classificação e rochas silicáticas como fontes de nutrientes e condicionadores de solo. In: THEODORO, S. H.; MARTINS, E. de. S.; FERNANDES, M. M.; CARVALHO, A. M. X. de. (org.). **Anais II Congresso Brasileiro de Rochagem**. Minas Gerais: SUPREMA, 2013, p. 368-378.

MHE. MUSEU DE MINERAIS, MINÉRIOS E ROCHAS HEINZ EBERT. **Banco de rochas e minerais**. Disponível em: <https://museuhe.com.br/>. Acesso em: 04 jun. 2020.

NIEWINSKI, F. da. S. **Do pó de rocha a fertilidade: Uma experiência nos solos de Montenegro/RS**. 2017. 79f. Trabalho de conclusão de curso (Geografia)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

OLIVEIRA, F. B. de.; MARQUES, R. de. A.; MEDEIROS JUNIOR, E. B. de.; CANDOTTI, C. **Petrologia e Mineralogia**. Alegre: CAUFES, 2018. 89 p.

OLIVEIRA, F. A. de. **Estudo dos argilominerais da formação Piranema-RJ e seu possível significado paleoclimático**. 2008. 98 f. Trabalho de conclusão de curso (Geologia)- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

OLIVEIRA, M. A. de.; DALL'AGNOL, R.; ALTHOFF, F. J. Petrografia e geoquímica do granodiorito Rio Maria da região de Bannach e comparações com as demais ocorrências no terreno Granito-*greenstone* de rio Maria – Pará. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 36, n. 2, p. 313-326, 2006.

RAMOS, C. G. et al. Evaluation of Soil Re-mineralizer from By-Product of Volcanic Rock Mining: Experimental Proof Using Black Oats and Maize Crops. **Natural Resources Research**, v. 29, n. 3, p. 1583–1600, 2019. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11053-019-09529-x>>. Acesso em: 3 out. 2022.

RIBEIRO, J. C. J.; SILVA, L. C. do. N. A mineração no estado do Pará e as barragens de rejeito: O paradigma entre a exploração e os impactos negativos decorrentes. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE DIREITO AMBIENTAL E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 5., 2018, Belo Horizonte, MG. **Anais [...]**. Belo Horizonte, 2018. p. 122-139.

RIKER, S. R. L. **Argilas da região de Boa Vista-Roraima: Mineralogia, Geoquímica e aplicação tecnológica**. 2005. 204 f. Dissertação (Mestrado em Geociências)- Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2005.

SAMPAIO, L. F. **Contexto deposicional e diagênese de rochas neoproterozóicas (formação Serra Santa Helena) a partir da composição e índice de Kübler: Influência da moagem das amostras**. 2016. 67 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável)- Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

SCHIAVON, M. A.; REDONDO, S. U. A.; YOSHIDA, L. V. P. Caracterização térmica e morfológica de fibras contínuas de Basalto. **Cerâmica**, v. 53, n. 1, p. 212-217, 2007.
SILVA, M. A. M. da.; SCHREIBER, C.; SANTOS, C. L. dos. Evaporitos como recursos minerais. **Brazilian Journal of Geophysics**, v. 18, n. 3, p. 337-350, 2000.

SILVA, P. B.; NEIVA, A. M. N.; RAMOS, J. M. F. Micas Litínicas dos Aplito-pegmatitos Graníticos de cabeço dos Poupos, Sabugal (Centro de Portugal). In: CONGRESSO IBÉRICO DE GEOQUÍMICA, 8., 2011, Castelo Branco. **Anais [...]**. Castelo Branco, 2011. p.

1-6.

SILVEIRA, R. T. G. da. **Uso de rochagem pela mistura de pó de basalto e rocha fosfatada como fertilizante natural de Solos tropicais lixiviados**. 2016. 107 f. Dissertação (Mestrado em Geociências Aplicadas)- Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

SOARES, A. **Caracterização do complexo Pocrane, magmatismo básico Mesoproterozóico e unidades Neoproterozóicas do sistema Araçuaí-Ribeira, com ênfase em geocronologia U-PB (SHRIMP E LA-ICP-MS)**. 2013. 211 f. Tese (Doutorado em Geologia)-Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

SOUZA, F. C. A. de.; ALVES, J. D. N.; MOTA, A. M.; SANTOS, M. A. S. de. Fontes de crescimento de mandioca na microrregião do Guamá, estado do Pará, no período 1990-2011. **Agroecossistemas**, v. 5, n. 1, p. 56-61, 2013.

SOUZA, F. N. da. S.; SANTANA, A. P. de.; ALVES, J. M.; SILVA, M. H. M. Efeitos de um remineralizador de solos (Biotita-Xisto) na produção de duas variedades de mandioca. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 12, n. 1, p. 45-59, 2016.

SOUZA, G. de. A. **Estudo de Meta-gabro em Unidade Pré-Cambriana na Ladeira do Grego, Paracambi-RJ**. 2010. 53 f. Trabalho de conclusão de curso (Geologia)- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

SOUZA, M. C. de. **Caracterização químico-mineralógica do Quartzito friável proveniente da microrregião do Planalto de Araxá**. 2018. 71 f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia de Minas)- Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Araxá, 2018.

TAVORA, V. de. A.; SOUZA, B. L. P. de.; NOGUEIRA, I. de. L. A. Micropaleontologia da Litofácies Recifal da Formação Pirabas (Mioceno inferior), Estado do Pará, Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, v. 37, n. 2, p. 100-110, 2014.

THEODORO, S. M. de. C. H.; LEONARDOS, O. H. Rochagem: Uma questão de soberania Nacional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 13., 2011, Gramado-RS. **Anais [...]**. Gramado, 2011. p. 1-4.

THEODORO, S. M. de. C. H.; ROCHA, E. L. Rochagem: equilíbrio do solo e vigor para as plantas. In: CONGRESSO BRASILEIRO E SEMINÁRIO ESTADUAL DE AGROECOLOGIA, 3., 2005, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: EPAGRI/UFSC, 2005.

THEODORO, S. M. de. C. H.; LEONARDOS, O. H.; ROCHA, E.; MACEDO, I.; REGO, K. G. Stonemeal of amazon soils with sediments from reservoirs: a case study of remineralization of the Tucuuruí degraded land for agroforest reclamation. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 85, n. 1, p. 23- 34, 2013.

THEODORO, S. M. de. C. H. **Fertilização da terra pela terra: uma alternativa de sustentabilidade para o pequeno produtor rural**. 2000. 225f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, Brasília, 2000.

TOSCANI, R. G. da. S.; CAMPOS, J. E. G. Uso de pó de Basalto e rocha Fosfatada como remineralizadores em solos intensamente intemperizados. **Geociências**, v. 36, n. 2, p. 259-274, 2017.