

FORTES, António Gonçalves*, MUNGUAMBE, Almerino da Conceição. - Universidade Pedagógica de Moçambique - Delegação de Nampula Moçambique.

*Autor para correspondência e-mail: antoniogoncalves.fortes@yahoo.com

Recebido em: 10/08/2018
Aprovação final em: 13/11/2018

Doi: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2019.v22i1.564>

RESUMO: A pesquisa visa analisar os principais impactos ambientais provenientes da extração industrial de gnaiss para construção civil na cidade de Nampula, buscando possíveis soluções para minimizar os efeitos negativos, mediante adoção de técnicas de extração mais limpas e sustentáveis. O gnaiss em estudo é protólito de granito, constituída por quartzo, feldspatos e micas. Para efetivação do estudo, usaram-se os métodos bibliográficos e experimental, suportados pelas técnicas de observação, descrição e entrevista. O incumprimento da lei mineira e ambiental vigentes em Moçambique contribui para a extração desregulada predatória do gnaiss em Nampula e conseqüentemente, no aumento dos níveis de degradação ambiental, caracterizado pela alteração do ecossistema local pela sua exposição a poeiras, gases e ruídos, que afetam os meios físico, biótico e antrópico.

PALAVRAS-CHAVE: Aproveitamento mineral; Gnaiss; Impacto ambiental.

**ENVIRONMENTAL IMPACTS OF GNEISS MINERAL EXPLORATION IN JOÃO BAPTISTA EUSÉBIO QUARRY,
ANCHILO – NAMPULA - MOZAMBIQUE**

ABSTRACT: This research analyzes the main environmental impacts caused by the industrial extraction of gneiss for civil construction in the city of Nampula, looking for possible solutions to minimize the negative effects, by means of the adoption of cleaner and more sustainable extraction techniques. The gneiss in study is a protolyte of granite, composed of quartz, feldspar and mica. For the study development, bibliographic and experimental methods were used, supported by observation techniques, description and interviews. The non-compliance of the current mining and environmental law in Mozambique has contributed to a more irrational exploitation of the gneiss in Nampula and, as a consequence, to high risk of increasing environmental degradation, characterized by change of the local ecosystem because of exposition to dust, gases and noise that affect the physical, biotic and anthropic environmental.

KEYWORDS: Mineral exploitation; Gneiss; Environmental impact.

INTRODUÇÃO

A indústria extrativa mineral desempenha um papel importante para o desenvolvimento do País, apresentando algumas peculiaridades no que tange à extração, beneficiamento e comercialização dos bens minerais. Por outro lado, quando desenvolvida à revelia da legislação e técnicas pertinentes, pode provocar danos ao meio ambiente (CABRAL *et al.* 2012; BAPTISTA FILHO E SILVA 1998).

Antes, o aproveitamento das rochas para o uso na construção civil era feito de forma incipiente e sem uso das técnicas da engenharia e da geologia. Atualmente, com o crescimento de infraestruturas e de investimentos pelos setores público e privado, vem mudando o cenário, associando-se às pesquisas geológicas de detalhamento tradicionais, novas técnicas, que atualizam e descobrem novas informações sobre a ocorrência dos recursos geológicos.

Moçambique encontra-se numa situação privilegiada em relação à ocorrência de recursos geológicos, facto mencionado nos trabalhos de: AFONSO e MARQUES, 1998; LÄCHELT, 2004; HARTZER *et al.*, 2008; LEHTO E GONÇALVES, 2008; CHILENGE, 2013; VASCONCELOS, 2014; e Peixoto, Anjo e Bonito, 2015. A abundância de afloramentos de gnaisses em Nampula desperta interesses nos investidores do setor de construção civil, mas há uma premência de planejar e fiscalizar todas as etapas no processo produtivo.

Geologicamente, Anchilo encontra-se no complexo de Nampula, dominada por gnaisses Mesoproterozoicos e intrudida por granitoides e pegmatitos do Paleozoico. O complexo é uma subdivisão tectono-estratigráfica do Cinturão Orogénico de Moçambique, situada a sudeste do Cinturão Granulítico do Lúrio (CRONWRIGHT, 2005).

Segundo (PONTES *et al.* 2013: 237)

“Para identificar os aspetos de avaliação destes impactos, deve-se procurar, inicialmente, selecionar todas as atividades, produtos e serviços relacionados à cadeia produtiva, de modo a separar o maior número possível de impactos ambientais gerados, reais e potenciais, benéficos e adversos, decorrentes de cada aspecto identificado e classifica-los”.

Em Moçambique, a avaliação do impacto ambiental (AIA) é o instrumento de gestão ambiental preventiva, do Ministério da Terra e Desenvolvimento Rural, que consiste na identificação e análise prévia *qualita* e quantitativa dos efeitos ambientais benéficos e perniciosos de uma atividade proposta. Essa avaliação é feita com base na legislação mineira, assim como a legislação ambiental e outras leis e regulamentos que cobrem a actividade (MOÇAMBIQUE, 2014a).

ASPETOS LEGAIS RELATIVOS AO APROVEITAMENTO MINERAL EM MOÇAMBIQUE

O plano de exploração é parte dos requisitos da lei de Minas no 20/2014 de 18 Agosto, que recomenda a elaboração de um plano de exploração sustentável de qualquer produto mineral em concordância com a lei ambiental nº 20 /97 de 1 de Outubro, que regulam o processo de AIA para projeto susceptível de provocar impactos ambientais consideráveis sobre o meio ambiente.

Pois, a lei nº 20/2014 de 18 de Agosto, cria várias formas de licenças para o aproveitamento minerais, com princípios gerais e objetivas que regulam o uso e aproveitamento dos recursos minerais, em harmonia com as melhores e mais seguras práticas mineiras, socioambientais e transparência, com vista a um desenvolvimento sustentável em longo prazo (MOÇAMBIQUE, 2014b).

Ainda nesta legislação faz uma classificação ambiental das atividades mineira em categorias, A, B, C, sendo o aproveitamento mineral em pedreiras constituem atividades de categoria B, que requerem uma AIA simplificada. Para além desse instrumento legal a Lei nº20/97 de 01 de Outubro, ela compõe de uma série de exigências legais, entre elas o licenciamento ambiental e a execução de estudos e relatórios

prévios de impacto ambiental e a obrigatoriedade de se fazer a recuperação ambiental das áreas degradadas pela atividade mineira (MOÇAMBIQUE, 2014a).

ENQUADRAMENTO DA ÁREA DE ESTUDO

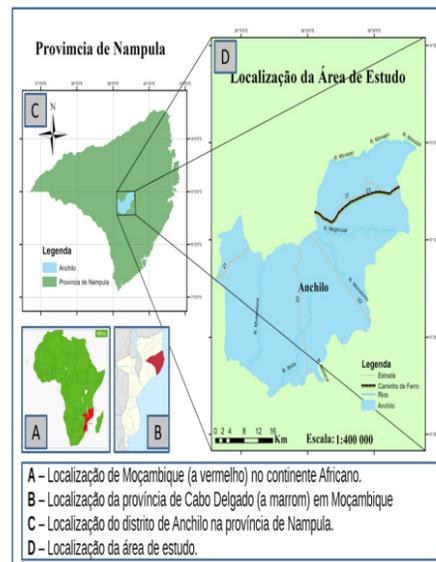
LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA E VIAS DE ACESSO

A província de Nampula situa-se a norte de Moçambique, com uma área de 81.606 km², constituindo 10% da superfície do total do País. Os seus limites são: a norte, as províncias de Cabo Delgado e Niassa, a sul a província da Zambézia, a leste o canal de Moçambique pelo oceano Índico e a Oeste as províncias de Niassa e Zambézia.

A área de estudo localiza-se no posto administrativo de Anchilo – cidade de Nampula. Anchilo (figura 1) é composto por cinco localidades nomeadamente Anchilo-sede, Namachilo, Namigonha, Napuri e Saua-Saua.

A área de concessão da pedra João Baptista Eusébio é de 165 hectares, inscrita no Ministério de Recursos Minerais e Energia pelo número 6444CM, localizada na estrada EN8, a 15km da cidade de Nampula, na longitude 15° 07' 47.6" S, latitude 39° 23' 26.6" E. O acesso à pedra é realizado pela Estrada Nacional nº 1 (EN1), podendo ser efetuada nos sentidos Nampula – Nacala e vice versa.

Figura 1 – Localização geográfica da área de estudo.



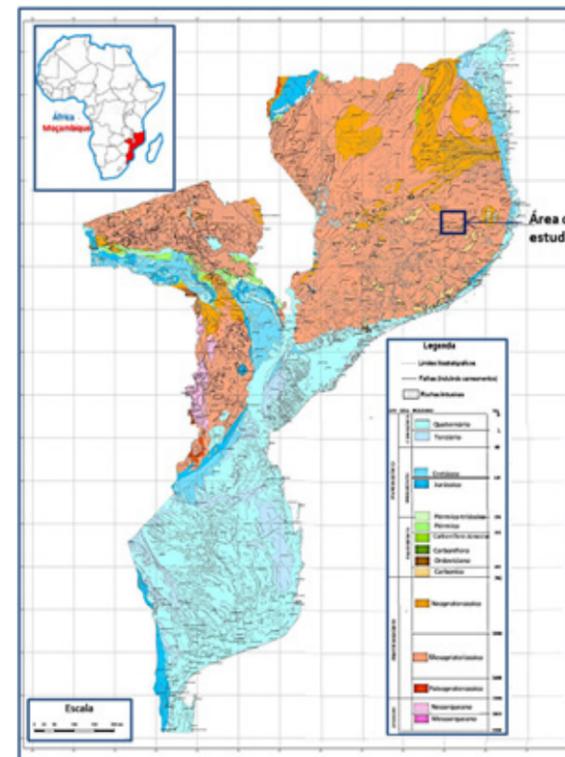
GEOLOGIA REGIONAL

Moçambique apresenta um território com aproximadamente 800.000 km² de área e uma complexa geologia estendendo-se desde o Arqueano até ao Quaternário (figura 2). Cerca de 2/3 do país são ocupados por rochas ígneas e metamórficas de idade Arqueana a Neoproterozoicas, enquanto o restante, ocupado por formações Fanerozoicas encontrados a sul do vale do Zambeze e ao longo do cinturão costeiro no nordeste (KLERK, 2015; VASCONCELOS E JAMAL, 2010).

A geologia de Moçambique é similar à da geologia do continente Africano, basicamente composta por um conjunto de cratões e cinturões móveis de idade Arqueana (figura 3), unidos por cinturões dobrados e alongados de idade Proterozoico – Câmbrico, cobertos por sedimentos indeformados e rochas extrusivas associadas do Neoproterozoico, Carbónico tardio à Jurássico inicial, Cretácico e Quaternário (GTK, 2006).

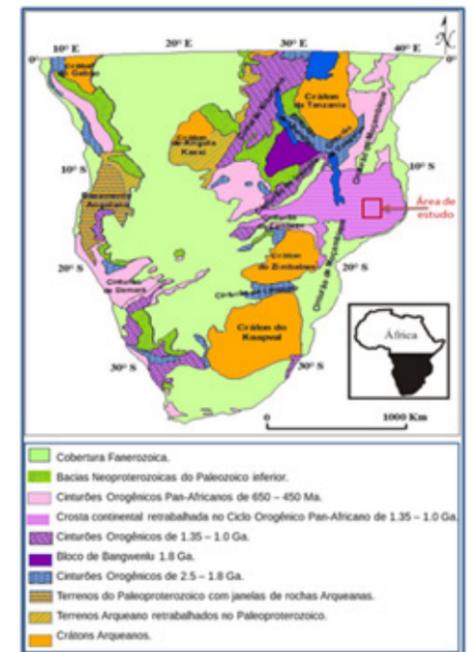
Do ponto de vista geodinâmico, o soco cristalino de Moçambique é composto por três terrenos diferentes, que colidiram e juntaram-se durante o Ciclo Orogénico Pan-Africano. Cada terreno possuía um desenvolvimento geodinâmico individual e específico, e hoje são designados provisoriamente por Terrenos do Gondwana Este, Oeste e Sul, respetivamente (CUMBE, 2007; GTK, 2006).

Figura 2 – As grandes divisões geológicas de Moçambique, do Arqueano ao Quaternário.



Fonte: Modificado de (MARQUES; FERRARA, 2014 p. 3).

Figura 3 – Mapa simplificado da África Austral, mostrando a distribuição dos principais cratões e cinturões móveis.



Fonte: Modificado de (HANSON, 2003 p. 872)

As formações Arqueanas pertencem ao cratón do Zimbabwe e subdividem-se em formações do embasamento cristalino e as do cinturão de rochas verdes supracrustais.

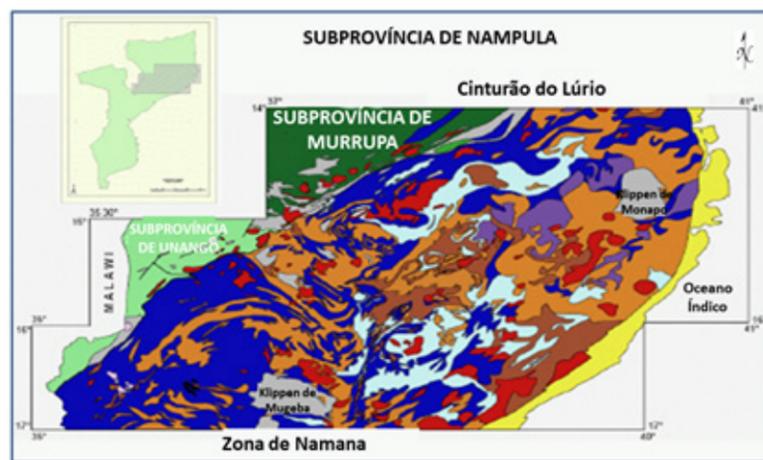
As formações Paleoproterozoicas distribuem-se nas três regiões geográficas do país: (i) em Manica, ao longo da fronteira com o Zimbabwe, bordejando as formações arqueanas; (ii) em Tete, em duas manchas isoladas perto do Songo e Moatize; e (iii) no extremo NW do Niassa, junto ao Lago Niassa. As formações Mesoproterozoicas constituem a maioria da zona norte e grande parte da zona centro, ocorrendo nos três blocos Gondwânicos, todos eles com complexos intrusivos e grupos supracrustais. As formações Neoproterozoicas ocorrem com grupos supracrustais, complexos vários e o alóctone de Ocua do Cinturão do Lúrio (figura 2) (AFONSO, MARQUES, FERRARA, 1998).

O Fanerozoico está representado por formações Pale-, Meso- e Cenozoicas. O Paleozoico está representado por intrusões Cambrianas e Ordovicianas espalhadas pelas regiões NE e NW do País, e por formações sedimentares Carboníferas e Pérmicas do Supergrupo de Karoo que se estende até ao Jurássico Inferior, onde ocorrem as formações ígneas do fim do Karoo. O Meso- e Cenozoico são constituídos por formações sedimentares e ígneas ligadas ao Sistema do Rifte Este Africano (AFONSO, MARQUES, FERRARA, 1998; VASCONCELOS, 2014).

ASPETOS GEOLÓGICOS LOCAIS

Geologicamente, a área de estudo situa-se na Subprovíncia de Nampula (figura 4), predominada por gnaisses Mesoproterozoicos de médio a alto grau de metamorfismo pertencente ao Complexo de Nampula, retrabalhados durante a Orogenia Pan-Africana e instruídos por granitoides e pegmatitos gerados na última fase do Pan-Africano (Paleozóico inferior), que é uma das subdivisões tectono-estratigráficas do Cinturão Orogénico de Moçambique, que se situa a sudeste do Cinturão Granulítico do Lúrio com direção WSW – ENE. Os granulitos dos *klippen* de Mugeba e de Monapo sobrepõem-se também as rochas do Complexo de Nampula e são consideradas rochas remanescentes do cavalgamento de origem no cinturão do Lúrio (CGS, 2006).

Figura 4 - Geologia simplificada da Subprovíncia de Nampula. A Azul-escuro: Complexo de Mocuba; Azul-claro: Gnaisses de Mamala; Púrpura: Gnaisses de Rapale; Castanho escuro: Complexos de Molócuè e de Mecubúri; Castanho-claro: *Suite* de Culicui; Preto: Complexo do Alto-Benfica; Cinzento: Complexo de Ocua (incluindo os *Klippen* de Monapo e Mugeba); Verde-claro: sub-Província de Unango; Verde-escuro: sub- Província de Marrupa; Vermelho: *Suites* de Murrupula e de Malema.



Fonte: Modificado de: GTK, 2006; Macey *et al.*, 2006.

As rochas do complexo de Nampula compreendem orto e paragneisses Mesoproterozóicos (1125–1075 Ma) pertencentes à *Suite* de Mocuba, Grupo de Molócuè (> 1125 Ma), *Suite* de Culicui (1075 Ma) e o Grupo do Alto Benfica, intruídas por granitoides Câmbricos e Ordovícicos Pan-Africanos (530 – 450 Ma) pertencentes à *Suite* de Murrupula e de Malema, e por pegmatitos (480 – 430 Ma). O complexo está limitado a Norte pelo Cinturão do Lúrio, a Sul pela cobertura Fanerozoica, a Este é marcado pela linha de costa Moçambicana e a Oeste pelos cumes dos granulitos da zona de Namarroi (CRONWRIGHT, 2005; GTK, 2006).

MATERIAIS E MÉTODOS

O gnaiss em estudo é portólito de granito, que durante o Mesoproterozoico foram recristalizadas a altas temperaturas e pressão e retrabalhadas durante a Orogénese Pan-africana (Ueda *et al.*, 2012) late-tectonic extension and plutonism south of the Lúrio Belt has been modelled in terms of lithosphere delamination, although rigorous testing of the hypothesis by structural analysis has not yet been undertaken. This study presents the first analyses of late-tectonic structures in both the Mesoproterozoic basement and the Cambrian cover sequences in the Nampula Complex, NE Mozambique, supported by, and integrated with, new geochronological data. Both late compressional and extensional fabrics overprint the main Pan-African collisional structures to a variable degree in identified structural domains. The long-lived northern boundary of the Nampula Complex, the Lúrio Belt high-strain zone, initiated in the Ediacaran, was reactivated and segmented during these later phases, with boundary-parallel shortening. U-Pb SIMS ages from selected latest-tectonic units in the Nampula Complex and the Lúrio Belt give consistent ages between 518±12 and 514±15Ma. They are coeval with migmatitisation and granitoid plutonism in the Nampula Complex. U-Pb titanite (471±19Ma. Sua composição mineralógica é constituída maioritariamente por quartzo, feldspatos e micas (biotite e moscovite). Os tamanhos dos grãos são médios a grossos, arredondados com bandas claras e escuras (figura 5), as bandas claras são compostas por minerais félsicos, ricos em quartzo e feldspatos, e as bandas escuras compostas por minerais máficos, ricos em biotita e possivelmente hornoblenda. As foliações, veios e bandas são estruturais, com profiroclastos ricos em quartzo e feldspatos.

Figura 5 – Gnaiss com bandas escuras e claras, com segregação ou orientação dos minerais, característico de rochas metamórficas (gnaiss).



O estudo teve como base no trabalho de campo realizado na pedreira João Baptista Eusébio – Anchilo,

de Novembro de 2016 a Maio de 2017. Portanto, a coleta dos dados foi feita através de observação sistemática *in loco* de todas as etapas do processo produtivo: lavra da rocha, beneficiamento do material até a disposição final para a venda. Usou-se o método de consulta bibliográfica na recolha de informações existentes em manuais, notícias explicativas, cartas geológicas, teses, e em artigos científicos. Por estudar a problemática na escala local, elaboraram-se questionários específicos dirigidos ao responsável da pedreira, trabalhadores e comunidade circunvizinha.

RESULTADOS E ANÁLISES

MÉTODO DE LAVRA

O método de lavra é a técnica de extração do minério, em superfície ou em profundidade, obedecendo aos manuais da engenharia de minas. A sua escolha se baseia em critérios geológicos, geográficos e socioambientais, além dos aspectos tecnológicos, políticos e socioeconômicos (MARTINS, 2014; SILVA, 2008).

O método de lavra da pedreira é a céu aberto por desmonte mecânico. Os equipamentos usados nas operações de extração e de produção da brita são: pá escavadora, pá carregadora, perfuratriz, martelos, hastes, caminhão e explosivos, geralmente o dinamite.

A remoção do capeamento (figura 6) é a primeira etapa que consiste na retirada da vegetação, de modo a facilitar a exploração de rocha, e é realizado através do uso de pá escavadora.

A perfuração da rocha é realizada por percussão manual (figura 7), usando martelos de 25 e 75 kg, hastes de 1 e 2 m, respectivamente e compressora de ar comprimido.

Figura 6 - Região após o capeamento.



Figura 7 – Poeira e processo da perfuração da rocha usando precursor manual.



O desmonte da rocha é feito por dinamites de 250 g que são colocados três em cada furo, após a

perfuração (figura 8). Na explosão ocorre uma reação química que produz energias (na forma de luz e calor) e emissão de partículas sólidas e gases a alta pressão.

Figura 8 - Rejeito acumulado resultante da detonação de dinamites.



Em seguida, o material é transportado em pás escavadeiras e caminhão para o processamento e beneficiamento, cuja planta é composta por bacia de alimentação, britadores primário e secundário, esteira rolante, moinho e peneiras, onde se reduz o tamanho da rocha até o produto final para o consumo, ou seja, a brita e o respetivo pó (Figura 9).

Figura 9 – O produto final de acordo com a sua granulometria e o pó de brita , pronto para o venda e consumo.



IMPACTOS AMBIENTAIS

A atividade mineira provoca impactos em todas as fases do empreendimento: pesquisa, implantação, operação e desativação da lavra. A partir das técnicas de extração a serem usadas deve ser planejado a lavra e o processamento do material que não interfira drasticamente ao meio ambiente e as comunidades locais (SILVA, 2007).

Impacto ambiental é qualquer alteração física ou funcional de componentes ambientais. Essa alteração pode ser classificada, podendo ser favorável ao ecossistema ou à sociedade. A mineração de rocha para brita não traz danos ambientais tão graves se comparada com a extração de minerais metálicos (MARTINS, 2014; TOMMASI, 1994).

O técnico entrevistado não detalhou sobre possíveis impactos ambientais causados pela atividade na pedreira. Porém, observaram-se impactos visuais, como a ausência da flora e da fauna, emissão de poeira, vibrações devido à detonação com explosivos, além do ruído gerado por todo o processo para a obtenção do produto final (Quadro 1), resultado similar alcançado por (LOPES *et al.* 2015: 7).

Quadro 1 - Níveis de impactos Ambientais provenientes no processo de extração do gnaiss na pedreira João Baptista Eusébio.

Avaliação de impacto em cada atividade	Meio físico				Meio biótico	
	Ar		Solo	Fauna	Flora	
	Gases e poeira	Ruídos	Ultrançamento de fragmentos	Erosão e Vibração	Migração de aves e repteis	Retirada de plantas
Decapeamento	↔		a)	↓	↑	↓
Perfuração	↑	↑	a)		↑	↓
Desmonte	↑	↑	↑	↓	↑	↓
Transporte	↔	↔	a)	↓	↓	↓
Processamento	↓	↑	a)	↓	↔	↓

Onde: a) Poluição insignificante; ↑, ↔ e ↓ indicam alto, médio e baixo nível de impacto ambiental, respetivamente.

Dados do Quadro 1 mostram que os impactos característicos observados na pedreira João Batista Eusébio são: modificações na topografia local, disposição de rejeito de rochas, formações de taludes com maiores declives, disposição irregular de solos devido o processo de decapeamento, alterando a paisagem e o ambiente local.

Gases e poeiras também são emitidos no processo de perfuração, desmonte e beneficiamento (figura 10), enquanto o ruído e ultralancamento de fragmentos são decorrentes das atividades de perfuração, detonação, desmonte e processamento, tendo maior impacto na pedreira e nas comunidades circunvizinhas.

Figura 10 – Poeira proveniente no processo de beneficiamento da rocha.



As vibrações são verificadas durante o processo de detonação da rocha, afetando as comunidades visto que a propagação das vibrações através do terreno provocam quedas de objetos e rachaduras nas paredes das casas, que geralmente são de construção precária.

O decapeamento alterou o habitat natural de vários animais que habitavam próximos às comunidades, com destaque as aves e repteis que, de algum modo, influenciou na vida da população, visto que

aproveitavam parte destes para alimentação.

Segundo (KEMERICH, *et al*, 2011)“... alguns impactos podem ser rapidamente excluídos da preocupação social, como é o caso da geração de ruídos, poeiras, e impacto visual, a partir da criação de uma camada vegetal que possa cercar o empreendimento”.

Medidas preventivas e minimizadoras

Frente a um cenário do mercado cada vez mais competitivo e exigente, torna-se fundamental que a pedreira busque a racionalização de suas operações na lavra mediante o uso de ferramentas e/ou técnicas mais eficazes, bem como a qualificação da mão-de-obra, sob pena da inviabilização do empreendimento por parte de órgãos ambientais. Portanto, para minimizar os impactos negativos pode-se:

- Analisar e avaliar o estudo de impacto ambiental detalhado considerando o ecossistema local (elementos bióticos e abióticos) para que sejam tomadas medidas necessárias de prevenção, mitigação e compensação de tais impactos.
- Durante a fase de extração as medidas minimizadoras do impacto visual paisagístico devem passar pelo disfarce do efeito dos desmontes, ao implantar coberturas arbóreas (cortina vegetal) de modo a encobrir total ou parcialmente a exploração, proposto por Oliveira (2006).
- Realizar um plano de recuperação ambiental, com vistas ao reflorestamento das áreas decapeadas, visando a deixar a área com a paisagem, fauna e flora semelhantes à do início da extração.
- Conscientização dos trabalhadores sobre higiene e segurança no trabalho e práticas eficazes de mineração que salvguarde a sua saúde e o meio ambiente.
- Monitoramento permanente durante desmontes de rocha e criação de programas ativos para redução de vibrações, de ultra lançamentos e de poeiras.
- Fortalecer as relações públicas, por meio de criação de caixa de reclamação, de encontros regulares com a população circunvizinha, e a divulgar as atividades e os resultados de monitoramentos ambientais sempre que solicitada, a fim de confirmar a transparência das atividades desenvolvidas pela empresa, e as ações de preservação do meio ambiente, refletindo na sua responsabilidade social.

CONCLUSÕES

A cidade de Nampula é geologicamente favorável à atividade de exploração de gnaiss para produção de brita para construção civil e, por isso mesmo, deve incorporar essa atividade no seu zoneamento econômico.

A pedreira João Baptista Eusébio não possui sistemas de gestão ambiental e de avaliação de desempenho, conforme preceitua a legislação vigente na lei ambiental nº 20 /97 de 1 de Outubro e da lei de Minas no 20/2014 de 18 Agosto.

Ficou evidenciado que a emissão de gases, poeiras, ruídos, vibrações, ultralancamento de fragmentos, erosão, migração de aves e repteis e a retirada das plantas consta como os principais impactos ambientais negativos em todo processo de extração da rocha. A empresa que extrai gnaiss na pedreira não desenvolve medidas para prevenir e minimizar estes impactos, e assim, se adequar à lei ambiental vigente.

A produção sustentável é de extrema importância para minimizar os impactos ambientais e permitir o aproveitamento racional dos recursos naturais existentes, além de melhorar os ganhos econômico-

financeiros do processo produtivo, resultado confirmado por (BACCI *et al.* 2006).

Em suma, podemos concluir que a metodologia usada nesse caso é a mesma aplicada em estudos de impacto ambiental de minas semelhantes e que, apesar dos impactos negativos descritos, todos sanáveis a custo baixo, a atividade de exploração de gnaiss para produção de brita por ser bem aceita pela comunidade, por influenciar positivamente a economia local, por beneficiar o comércio local e de regiões vizinhas, por gerar emprego e renda e por contribuir na arrecadação fiscal do município e da região, deve ser estimulada pelas autoridades locais, desde que desenvolvidas de forma equilibrada e com absoluto respeito às normas protetoras do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

AFONSO, R. S.; MARQUES, J. M. **Recursos minerais da República de Moçambique: Contribuição para o seu conhecimento**. 2.ed. Lisboa e Maputo: Instituto de Investigação Científica Tropical e Direcção Nacional de Geologia, 1998.

AFONSO, R. S.; MARQUES, J. M.; FERRARA, M. **A evolução geológica de Moçambique**. Lisboa e Maputo: [s.n.].

BACCI, D. DE L. C.; LANDIM, P. M. B.; ESTON, S. M. DE. Aspectos e impactos ambientais de pedreira em área urbana. **Mineração - Escola de Minas, Ouro Preto**, v. 59, n.1, p. 47–54, 2006.

BAPTISTA FILHO, J.; SILVA, A. T. Estudo de Caso na Exploração de Granito Ornamental e Seu Impacto Ambiental (Pedreira do Esculápio – Campo Grande – Rio de Janeiro) João. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, v. 21, p. 27–38, 1998.

CABRAL, L. DO N.; PEREIRA, S. S.; ALVES, T. L. B. Degradação ambiental e implicações para a saúde humana decorrentes da mineração: o caso dos trabalhadores de uma pedreira no município de Campina Grande/PB. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 8, n. 1, p. 104–118, 2012.

CGS. **Notícia Explicativa / MapExplanation. Folhas/sheets Alto Molócuè (1537 Murrupula (1538), Nampula (1539), Mogincual (1540), Errego (1637), Gilé (1638) and Angoche (1639)**. Maputo - Mozambique: [s.n.].

CHILENGE, B. J. DE S. **O papel do Ministério dos Recursos Minerais na gestão dos Recursos Minerais**. Maputo: [s.n.]. Disponível em: <<http://slideplayer.com.br/slide/1234425/>>.

CRONWRIGHT, M. S. C. **A review of the rare-element pegmatite's of the Alto Ligonha Pegmatite Province, northern Mozambique and exploration guideline**. [s.l.] Rhodes University Grahams town South Africa, 2005.

CUMBE, Â. N. F. **O Património Geológico de Moçambique: Proposta de Metodologia de inventariação, caracterização e avaliação**. [s.l.] Universidade do Minho, 2007.

GTK. **Notícia Explicativa da Carta Geológica 1:250.000**. 4. ed. Maputo: Direcção Nacional de Geologia, 2006.

HANSON, R. E. **Proterozoic geochronology and tectonic evolution of southern Africa** (M. Yoshida, B. F. Windley, & S. Dasgupta, Eds.) **PROTEROZOIC EAST GONDWANA: SUPERCONTINENT ASSEMBLY AND BREAKUP**. **Anais...** London: Geological Society of London Special Publications, 2003 Disponível em: <<http://sp.lyellcollection.org/content/specpubgs/206/1/427.full.pdf>>

HARTZER, F. J.; MANHIÇA, V. J.; MARQUES, J. M.; GRANTHAM, G.; CUNE, G. R.; FEITIO, P.; DAUDI, E. X. **Carta Geológica, escala 1: 1 000 000**. Maputo - Mozambique: [s.n.].

KEMERICH, P. D. DA C.; UCKER, F. E.; FOLETTI, C. V.; ROSA, L. M. Avaliação de impactos ambientais na implantação e operação de Olaria. **Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal**, v. 8, p. 134–150, 2011.

KLERK, A. DE. **Mozambique: A highlighted summary**. Sandton, South Africa |: [s.n.]. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/za/Documents/energy-resources/ZA_Mozambican_Cue_Card_221015.pdf>.

LÄCHELT, S. **Geology and mineral resources of Mozambique**. Maputo - Mozambique: [s.n.].

LEHTO, T.; GONÇALVES, R. Mineral resources potential in Mozambique. **Special Paper of the Geological Survey of Finland**, v. 48, p. 307–321, 2008.

LOPES, H. M. T.; DELGADO, R. C. DE O. B.; SILVA, E. F. DA; GURGEL, M. T.; VIEIRA, J. L. DE M.; SANTOS, E. P. DA S. **O processo de extração de gnaiss para a produção de brita na cidade de Caicó-RN e suas implicações para o meio ambiente** (L. A. Bressani, A. V. Nummer, & A. A. Azevedo, Eds.) Bento Gonçalves - RN: 15º Brasileiro de Geologia CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 15, **Anais...** Bento Gonçalves, 2015.

MACEY, P. H.; INGRAM, B. A.; CRONWRIGHT, M. S. C.; BOTHA, G. A.; ROBERTS, M. R.; GRANTHAM, G. H.; KOCK, G. S.; MARÉ, L. P.; BOTHA, P. M. W.; KOTA, M. **Notícia Explicativa da Carta Geológica 1:250.000, folhas 1537 a 1540, 1637/1638 e 1639/1640**. Maputo, Moçambique.: [s.n.].

MARQUES, J. M.; FERRARA, M. **Nova carta cronostratigráfica de Moçambique na escala 1:2.000.000: Contribuição para o acervo de cartas temáticas do País** (L. Vasconcelos, Ed.) II CONGRESSO DE GEOLOGIA DE MOÇAMBIQUE, 2 CONGRESSO DE GEOQUÍMICA DOS PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA., 2. **Anais...** Maputo: COGEO, 2014

MARTINS, C. C. **Utilização de métodos geométricos para auxílio do planejamento de lavra em pedreira de gnaiss**. [s.l.] Universidade de São Paulo, 2014.

MOÇAMBIQUE. **Lei de Mina**. Maputo, Moçambique Bolentim da República, , 2014a. Disponível em: <http://www.vda.pt/xms/files/Newsletters/2014/Mining_Law.pdf>

____. **Nova Lei de Minas e nova Lei dos Petróleos** Moçambique, 2014b. Disponível em: <http://www.vda.pt/xms/files/Newsletters/2014/Flash_VdAtlas_Lei_das_minas_e_dos_petroleos.pdf>

OLIVEIRA, E. M. DE. **Impacto ambiental na exploração de pedreiras: contribuição para uma prática sustentável.** [s.l.] Universidade do Porto, 2006.

PEIXOTO, E.; ANJO, A. B.; BONITO, J. Recursos geológicos em Moçambique e sua presença em contexto educativo. **Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación**, v. 13, n. 2386–7418, p. 19–23, 2015.

PONTES, J. C. DE; LIRA, W. S.; LIMA, V. L. A. DE. Aplicação de técnicas de produção mais limpa no desmonte de rocha e sua contribuição para a saúde do trabalhador. **Scielo Books - Eduepb**, n. 9788578792824, p. 232–250, 2013.

SILVA, A. M. P. DA. **Sustentabilidade Operacional no contexto da indústria Mineral: Caso da Lavra de Caulim no Município de Cabo do Santo Agostinho.** Recife. [s.l.] Universidade Federal de Pernambuco, 2008.

SILVA, J. P. S. Impactos ambientais causados por mineração. **Revista Espaço da Sophia**, v. 8, n. 1981–318X, p. 1–13, 2007.

TOMMASI, L. R. **Estudo de impacto ambiental.** 1. ed. São Paulo: Cetesb: Terragraph Artes e Informática, 1994.

UEDA, K.; JACOBS, J.; THOMAS, R. J.; KOSLER, J.; JOURDAN, F.; MATOLA, R. Delamination-induced late-tectonic deformation and high-grade metamorphism of the Proterozoic Nampula Complex, northern Mozambique. **Precambrian Research**, v. 196–197, p. 275–294, 2012.

VASCONCELOS, L. **Breve apresentação sobre os recursos geológicos de Moçambique.** CNG/2º CoGePLiP., 9. **Anais...** Porto: LNEG - Laboratório Nacional de Geologia e Energia IP, 2014 Disponível em: <http://www.lneg.pt/download/9672/58_4000_ART_CG14_ESPECIAL_II.pdf>

VASCONCELOS, L.; JAMAL, D. **A nova geologia de Moçambique** (D. Flores & M. Maques, (Eds.) CONGRESSO DE GEOQUÍMICA DOS PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA., 10. **Anais...** Universidade do Porto, Porto, Portugal: Memória 14, 2010

QUALIDADE DA ÁGUA EM NASCENTES DO MUNICÍPIO DE ARARAQUARA-SP: UMA ABORDAGEM UTILIZANDO BIOINDICADORES AMBIENTAIS

LOPES, Marina Gonçalves*. - Graduação em Ciências Biológicas - Universidade de Araraquara - UNIARA., SANCHES, Nathalie Aparecida de Oliveira. - Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente - Universidade de Araraquara - UNIARA.

GORNI, Guilherme Rossi. - Docente do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente - Universidade de Araraquara - UNIARA. CORBI, Juliano José. - Docente do Departamento de Engenharia Hidráulica e Saneamento - EESC/USP.

CORBI, Vanessa Colombo. - Docente do Programa de Pós - Graduação em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente - Universidade de Araraquara - UNIARA.

*Autor para correspondência e-mail: marina.glopes@yahoo.com.br

Recebido em: 10/05/2018

Aprovação final em: 09/08/2018

Dor: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2019.v22i1.511>

RESUMO: Comunidades de invertebrados bentônicos presentes no ambiente podem indicar a influência dos impactos ambientais causados pelas atividades humanas. Algumas espécies da Classe Oligochaeta são consideradas eficientes bioindicadores de avaliação da poluição orgânica da água. Assim, o presente estudo objetivou avaliar a qualidade da água em duas nascentes (pontos Córrego do Tanquinho e Córrego da Caixa D'água) localizadas no perímetro urbano do município de Araraquara-SP por meio do estudo da oligofauna. As coletas ocorreram entre os meses de março e abril de 2017. As amostras foram coletadas em três pontos de cada manancial com o auxílio de um amostrador do tipo *rede em "D"* (250 µm) pelo método de varredura. A oligofauna triada em laboratório foi fixada em formalina 10% e, após, identificada até o nível taxonômico de espécie. Adicionalmente, variáveis físicas e químicas das nascentes foram medidas em campo (pH, temperatura da água, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e sólidos totais dissolvidos). A identificação da oligofauna revelou um total de 280 organismos distribuídos em 19 táxons. Foram identificadas 14 espécies pertencentes a quatro famílias: Alluroididae, Enchytraeidae, Naididae e Tubificidae. Ambas as nascentes apresentaram valores próximos para as variáveis ambientais, contudo, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos sugeriram uma diferenciação representativa nos valores obtidos. De forma conclusiva, o ponto NCD apresentou preciso grau de impacto, evidenciando um pontual processo de degradação do meio, ao passo que, a somatória das análises realizadas para o ponto NT mostrou que ele não apresenta estágio significativo de poluição.

PALAVRAS-CHAVE: Nascentes; Bioindicadores; Oligochaeta

WATER QUALITY IN SPRINGS OF THE CITY OF ARARAQUARA-SP: AN APPROACH USING ENVIRONMENTAL BIOINDICATORS

ABSTRACT : Benthic invertebrate communities present in the environment may indicate the influence of the environmental impacts caused by human activities. Some species of the Oligochaeta Class are considered efficient bioindicators for the evaluation of organic pollution of the water. Thus, the present study aimed to evaluate water quality in two springs (Tanquinho Stream and Caixa D'água Stream) located in the urban perimeter of the city of Araraquara-SP by means of the study of oligofauna. The samples were collected in March and April 2017. Samples were collected at three points from each source with a "D" type sampler (250 µm). The oligofauna triaged in the laboratory was fixed in 10% formalin and, after,