

FATORES CONDICIONANTES NA EXPLORAÇÃO INDUSTRIAL DE GNAISSE PARA BRITA: CASO DE GNAISSES DE ANCHILO

CONDITIONING FACTORS IN THE INDUSTRIAL MINING OF GNEISS FOR GRAVEL: CASE OF ANCHILO GNEISS

António Gonçalves Fortes¹

Almerino da Conceição Mungambe²

Resumo: A exploração industrial de rochas para uso na construção civil é condicionada por vários fatores, como as características físico-químicas e mineralógicas das rochas, os aspectos legais, socioeconômicos e ambientais. Este artigo analisa os principais fatores que condicionam a exploração industrial do gnaisse para produção de brita usada na construção civil, na pedreira João Baptista Eusébio–Anchilo, numa época de muita procura de produtos de brita (pedra, areia e pó) na cidade de Nampula e região. Para o estudo, efetuou-se a revisão bibliográfica, trabalho de campo e estudo petrográfico no laboratório de Geologia da Universidade Pedagógica – Nampula (UPN). Das análises, retiraram-se as seguintes conclusões: (I) os gnaisses de Anchilo são de excelente qualidade para uso como brita; (II) a pedreira João Baptista Eusébio tem uma localização geoestratégica privilegiada para extração e comercialização de grandes volumes de brita; (III) a atividade mineira na pedreira está de acordo com a atual lei mineira, mas é preciso adequá-la a lei de ambiente; (IV) as atividades da pedreira contribuem no desenvolvimento socioeconômico regional.

Palavras-chave: Brita de gnaisse; exploração industrial; fatores condicionantes; Anchilo.

Abstract: The industrial exploration of rocks for use in construction is conditioned by several factors, such as the physical-chemical and mineralogical characteristics of the rocks, and the legal, socioeconomic and environmental aspects. This article analyzes the main factors that determine the industrial exploration of gneiss to produce gravel used in construction at the João Baptista Eusébio-Anchilo quarry, at a time where there is a great demand for gravel products (stone, sand and dust) in the city of Nampula and region. For the study, a bibliographical review, fieldwork and petrographic study at the Geology Laboratory of the Universidade Pedagógica – Nampula (UPN) were performed. From the analyses, the following conclusions were drawn: (i) Anchilo gneisses are of excellent quality for use as gravel; (ii) the João Baptista Eusébio quarry has a privileged geostrategic location for the extraction and commercialization of large volumes of gravel; (iii) the mining activities in the quarry are in accordance with the current mining law, but must be adapted to the environmental law; (iv) quarry activities contribute to regional socioeconomic development.

Keywords: Gneiss gravel; industrial mining; conditioning factors; Anchilo.

1 INTRODUÇÃO

A mineração fornece para a sociedade os recursos minerais necessários para o seu desenvolvimento. O crescimento socioeconômico demanda maior consumo de bens minerais, sendo a intensidade da mineração um indicador social. A atual explosão demográfica, urbanismo e condições socioeconômicas dos grandes centros urbanos moçambicanos estão associados a várias edificações e infraestruturas, que afetam

¹ Mestre em Engenharia Geológica, Docente de Geologia no Departamento de Ciências da Terra e Ambiente da Universidade Pedagógica de Moçambique – Nampula. E-mail: antoniogoncalves.fortes@yahoo.com.

² Graduado em Geologia, com habilitação em Mineração, Universidade Pedagógica de Moçambique – Nampula. E-mail: almerinomungambe@gmail.com.

todos os setores econômicos, como a construção civil e a produção da brita.

A pedreira pode ser definida como o tipo de mineração destinada à extração de rochas ou minerais que podem ser usados como materiais de construção (MECHI; SANCHES, 2010). Devido a razões econômicas e geológicas favoráveis, na pedreira João Baptista Eusébio, a mineração é realizada a céu aberto, com uso de explosivos.

A brita é um termo utilizado para se referir a fragmentos de rochas duras originados de processos da desagregação de blocos maiores, extraídos de rochas quartzosas, como o gnaiss, com o auxílio de explosivos ou desmonte mecânico (PETRAKIS *et al.*, 2010; VELHO, 2005). Após beneficiamento, os seus produtos são materiais essenciais para a construção civil, como agregado ou isolado.

A procura de brita em Nampula é permanente, com alguns picos aquando da realização de grandes obras e em épocas secas. A característica mineralógica e textural, cor, granulometria, resistência mecânica e o nível de alteração da rocha são principais fatores que condicionam o uso da rocha como brita. Porém, as tecnologias de extração e beneficiamento, localização e vias de acesso, a legislação e demanda, são fatores que condicionam o aproveitamento econômico e o preço final da brita.

Neste artigo, analisamos os principais fatores que condicionam a exploração industrial de *gnaisse* para produção da brita, baseando-se no caso da pedreira João Baptista Eusébio, localizada no posto de Anchilo – cidade e província de Nampula.

A região está inserida no cinturão Neoproterozoico Moçambicano (1100-800 Ma) com embasamento formado por rochas supracrustais, caracterizados por um metamorfismo de fácies anfibolito. Os *gnaises* de Anchilo têm características típicas, dos designados *gnaises* de Nampula, do complexo de Rapale (CGS, 2006).

A escolha do *gnaisse* como objeto de estudo, deve-se ao fato da rocha ser bastante utilizada para a produção de brita na região norte do País, associado à facilidade na extração e grandes ocorrências de afloramentos gnáissicos em Nampula. Outro fator que chamou atenção é a ausência de norma e estudos científicos sobre a qualidade da brita usada na construção civil na cidade e província de Nampula. Este déficit de informação, segundo Petrakis *et al.* (2010; p. 25) “... é devido, provavelmente, à insuficiente interação entre geólogos e engenheiros”.

1.1 Características dos gnaises de Anchilo - Nampula

As rochas metamórficas são o produto da transformação de qualquer tipo de rocha levada a um ambiente onde as condições físicas de temperatura e pressão, a ação química de fluidos e o tempo de submissão a esses efeitos em ambientes distintos de formação da rocha, podem tornar instáveis alguns minerais e reagirem formando outros minerais estáveis nas novas condições (ASSIS; DIAS, 2007).

Gnaisses são rochas de origem metamórfica, resultantes da deformação de sedimentos arcosianos (paragnaisse) ou granito (ortognaisse), ocasionalmente, originadas por transformações profundas em maciços graníticos originais, nas condições de alto grau (GERALDI, 2011).

O gnaiss de Nampula exibe característica de paragnaisse cinzento mesoleucocrático, relativamente homogêneo (CGS, 2006), cuja paragénese mineral é essencialmente quartzo, feldspato potássico, plagioclásio e biotita, com acessórios de moscovita, anfibólio e piroxênio, com traços de hornblenda e magnetita.

A rocha tem aspecto bandado (Fig. 1A e B), alternando-se as bandas de minerais félsicos e máficos, textura glanoblástica e a estrutura em bandas e veios (Fig. 1C). As bandas estão bem definidas, ao longo de todo corpo rochoso, na direção N180E, marcadas pelo alinhamento paralelo dos minerais placóides, a biotita e anfibólios (Fig. 1B). Os veios cortam a rocha em planos concordantes (Fig. 1C).

O metamorfismo de alto grau pode ser responsável pelo arranjo dos minerais, dando origem a foliação e as dobras escalonadas (Fig. 1D). O grau de alteração de rocha pode ser observado superficialmente (Fig. 1C), devido aos agentes externos (tempo e percolação de fluidos), mostrando a oxidação de minerais ferromagnesianos.

Figura 1 - Gnaisses de Anchilo. Mostrando bandas (A) centimétricas e (B) milimétricas de minerais máficos e félsicos. (C) com veio de feldspato e quartzo parcialmente alterados, e (D) dobras antisinclinal característico dos gnaisses de Nampula.



Fonte: Os autores.

1.2 Gnaiss para brita

A brita é um termo utilizado para se referir a fragmentos de rochas duras originados de processos de beneficiamento (britagem e peneiramento) de blocos maiores, extraídos de maciços rochosos, como granito, gnaiss, basalto, calcário, dolomito e outros, com o auxílio de explosivos ou manualmente. Desta forma, a brita tem como principal área fonte pedreiras de rochas cristalinas quartzosas, como granito

e gnaïsse, com solos pouco espessos sem muita alteração (MARTINS, 2014).

Segundo Velho (2005, p. 10), “*Em termos gerais, exige-se que a brita seja dura e inerte, capaz de formar uma massa estável, por adição de cimento e outros materiais aglomerantes, como no concreto, ou por compactação sem aglomerantes, como na base de pavimento de estrada*”.

A composição mineralógica, grau de alteração e de metamorfismo são condições essenciais para enquadramento como brita para construção civil (quando o teor de micas é baixo), edificações, revestimento de paredes, detalhes em pisos, pavimentação, nos leitos das linhas férreas, tampos de mesa e balcões de cozinhas, obras civis e de infraestruturas, e como rocha ornamental (LAMAGUTI, 2011).

A qualidade da brita depende sobremaneira da textura da rocha, a qual determina a força das ligações intergranulares (VELHO, 2005). A textura da rocha fonte deve ser coesa e não muito grossa, com baixa porosidade, ausência de plano de fraqueza ou estrutura isotrópica. Os minerais dielétricos devem ser evitados na exploração e são preferíveis rochas com minerais desagregados como feldspatos e micas (MARTINS, 2014). A forma também é muito importante, pois grãos angulosos e rugosos aderem-se mais facilmente ao cimento, em comparação com os grãos arredondados e lisos (MARTINS, 2014; VELHO, 2005).

2 METODOLOGIA

Inicialmente, efetuou-se levantamento das empresas produtoras de brita com objetivo de conhecer o perfil delas e levantar informações sobre o processo produtivo, com vista a adequar com o perfil definido nos objetivos da pesquisa. Os responsáveis da pedreira João Baptista Eusébio responderam positivamente ao nosso pedido para realizar a pesquisa. O trabalho de campo consistiu na: (I) observação *in situ* de todas as etapas do processo produtivo da brita; (II) caracterização dos afloramentos e coleta de 60 amostras brutas de ± 200 g nos pontos definidos; (III) análise dos documentos normativos da empresa, conforme a documentação exigida para a atividade.

Conjuntamente, realizou-se a revisão bibliográfica, baseada na leitura de livros, artigos científicos e relatórios técnicos. A consulta foi baseada nos seguintes itens: geologia e mineralogia dos *gnaïsses* de Nampula, aspectos que condicionam a produção de *gnaïsse* para brita e as leis de mina e ambiente em Moçambique.

As análises micro e macroscópica das amostras de *gnaïsse* foram realizadas no Laboratório de Geologia da UPN, com utilização da lupa e Microscópio Ótico.

3 RESULTADOS E ANÁLISES

3.1 Legislação Moçambicana aplicada à produção de brita

A atividade mineira em Moçambique é regida pelas legislações mineira, ambiental e outras leis e regulamentos específicos para cada atividade e local.

Segundo o artigo 5 da *lei de minas nº 20/2014*, a titulação mineira é feita através de: (I) licença de prospecção e pesquisa; (II) concessão mineira; (III) certificado mineiro; (IV) senha mineira; (V) licença de tratamento mineiro; (VI) licença de processamento mineiro; e (VII) licença de comercialização de produtos minerais (MOÇAMBIQUE, 2014a). Cada licença tem os princípios gerais, em harmonia com as práticas de mineração sustentável: segurança, economia e equilíbrio socioambiental.

O plano de exploração é parte dos requisitos da *lei nº 20/2014*, que recomenda a elaboração do plano de exploração mineira sustentável e em conformidade com a *lei de ambiente nº 20/97*, que regula o processo de *avaliação de impacto ambiental (AIA)* nos projetos suscetíveis de gerar impactos ambientais consideráveis. Nestes, é obrigatório a recuperação das áreas degradadas pela mineração (MOÇAMBIQUE, 1997, 2014b). A lei classifica a atividade mineira em três categorias: A, B e C, todavia a mineração em pedreiras está na categoria B e requer uma AIA simplificada.

O Decreto nº 54/2015 “*Regulamento sobre o processo de AIA*” revoga o decreto nº 26/2004 “*Regulamento ambiental para a atividade mineira*” e a *Lei de ambiente nº 20/97*. O decreto nº 54/2015 define o modelo, responsáveis, periodicidade e os critérios de AIA para cada tipo de atividade, os termos de referência para AIA, os direitos e obrigação dos visados (MOÇAMBIQUE; 1997; 2004; 2015).

Para a atividade de produção de brita, o Decreto nº 54/2015 estabelece cuidados sobre os padrões de qualidade do ar durante emissão de substâncias tóxicas ou poeiras nocivas para a atmosfera (Artigo 16). Os ruídos e vibrações deverão cumprir os padrões nacionais e internacionais recomendados sobre tal (Artigos 17).

A falta de técnicos fiscalizadores especializados em pedreiras e a participação dos órgãos do Estado e do Município no processo de gestão mineira, com funções mal definidas contribuem no déficit da aplicação da lei mineira e ambiental vigente.

3.2 Acesso à infraestrutura

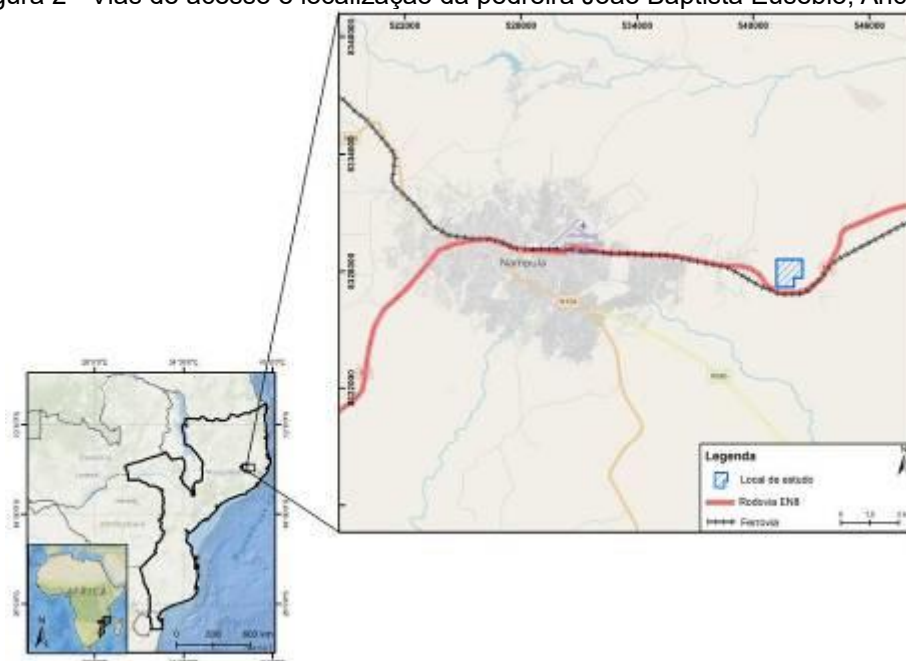
O distrito de Nampula é a cidade capital da província do mesmo nome, na região norte de Moçambique, com uma população de 743 125 habitantes (MOÇAMBIQUE, 2019). A cidade está dividida em sete postos administrativos, onde o posto de Anchilo integra cinco localidades: Anchilo-sede, Namachilo, Namigonha, Napuri e Saua-Saua.

A pedreira João Baptista Eusébio–Anchilo tem uma localização geoestratégica, ao longo da rodovia EN8, a 15 km da cidade de Nampula (Fig. 2), a maior cidade da região norte e a terceira maior metrópole do País. A pedreira ocupa uma área de 165

hectares, inscrita no Ministério de Recursos Minerais e Energia pelo nº 6444CM. O acesso à pedreira é realizado por uma rodovia de terra pavimentada, em ótimas condições, o que favorece a movimentação de pessoas, caminhões e bens.

Anchilo também é atravessado pela ferrovia que liga as cidades de Nacala (Nampula) à Moatize (Tete), num percurso de 900 km. Atualmente, não é usado para escoar a brita, mas é um condicionante para explorações em grande volume.

Figura 2 - Vias de acesso e localização da pedreira João Baptista Eusébio, Anchilo.



Fonte: Os autores.

3.3 Composição mineralógica e granulometria

A mineralogia dos *gnaiesses* da pedreira João Baptista Eusébio é basicamente *mica-quartzo-feldspato gnaisse*, tendo baixo teor de micas e minerais dielétricos, o que Martins (2014) considera os principais elementos na valorização da brita gnáissica.

O excesso de quartzo nas amostras influencia na resistência e no índice de finura, que de acordo com Silva (2016, p. 82) “*O mineral não apresenta planos de clivagem para absorver e dissipar esforços envolvidos no processo de cominuição, caracterizado pela fratura conchoidal e por fraturar-se sob ação dos esforços para britar a rocha*”. Por outro lado, os planos de clivagem dos minerais influenciam no alto valor do módulo de forma que interfere na resistência a compressão. Assis e Dias (2007) relaciona a resistência à compressão dos *gnaiesses* com a baixa porosidade, baixa absorção de água e por ser constituído por minerais esféricos e cúbicos.

A estrutura bandada e em veios estreitos influencia na desagregação da rocha, pois: (i) as bandas indicam variação dos domínios minerais, que tem influências na dureza, resistência à compressão simples, módulo de finura e índice de forma; (ii) os veios demonstram os planos de fratura ocupados após a cristalização do maciço, logo,

há uma variação abrupta da consistência da rocha. Segundo Petrakis *et al.* (2010, p. 25) “A textura homogênea sem orientação dos minerais constituintes (Fig. 1A) pode ser um dos aspectos responsáveis por esta resistência mecânica, o que compõe um importante fator para a formação de jazidas de agregado rochoso de alta qualidade”.

Por apresentar uma mineralogia variada e o brilho que combina com a imensa variedade de cores, o *gnaisse* de Anchilo tem superfície antiderrapante e escorregadia quando polida, resistente ao choque e dureza que varia de 5-6 na escala de Mohs. Estas propriedades condicionam o seu uso como brita e outras aplicações.

Pela presença de minerais com vulnerabilidade ao intemperismo, caso de feldspatos e argilas, associado ao clima tropical, de altas temperaturas e umidade, a camada superficial do *gnaisse* de Anchilo apresenta-se parcialmente intemperizadas. Porém, a rocha coberta com a camada de argila é relativamente menos alterada, isso acontece “devido ao fenômeno paradoxal de passividade intempérica” (PETRAKIS *et al.*, 2010, p. 25). Esta condição facilita o beneficiamento dos *gnaises* de Anchilo.

A Pedreira João Baptista Eusébio produz diversos tipos de brita (Fig. 3). O principal mercado da pedra britada é a construção civil, para ornamentação, lajes, pisos, vigas, pilares, concreto ciclópico, base de ferrovias, entre outros, enquanto que a areia e o pó de brita são usados para produção de concreto (geral e asfáltico), fabricação de blocos de concreto e indústria de pré-moldados.

Figura 3 - O produto de diferente granulometria (A, B e C) e o pó de brita (D).



Fonte: Os autores.

3.3.1 Areia “artificial” e pó de brita

Na produção de brita na pedreira João Baptista Eusébio, forma-se um resíduo de granulometria distinta, formada por areia (Fig. 3C) e pó de brita (Fig. 3D). Devido a questões socioeconômicas e ambientais, referentes à extração de areia natural, em depósitos fluviais e sedimentos não consolidados do Quaternário, surge a necessidade do aproveitamento da areia fina e pó de brita gerado no processo de britagem.

A fração fina é constituída por fragmentos de rochas de tamanho inferior que 3 mm, ou seja, mais fina que a areia de brita (Fig. 3C). Devido ao baixo aproveitamento e qualidade, a fração fina vem sendo acumulada na pedreira. Entretanto, a utilização da areia e o pó de brita reduzem os resíduos/desperdícios da mineração, diminui os impactos ambientais associados e promove a mineração sustentável.

Porém, a areia artificial para construção civil apresenta as seguintes limitações: (I) baixa resistência mecânica da própria rocha; (II) forma não arredondada dos grãos, e; (III) heterogeneidade da granulometria dos grãos (PETRAKIS *et al.*, 2010). Parte dos limites pode ser superada utilizando a tecnologia de aeroseparação pneumática.

3.4 Aspectos socioeconômicos

Na pedreira João Baptista Eusébio, o *gnaisse* vem sendo explorado há mais de cinco décadas, por prospectores mineiros artesanais. Atualmente, a mineração é praticada em dois níveis: industrial e artesanal, com uma divisão natural do mercado da brita: (I) a mineração industrial fornece brita para empresas de construção civil e grandes obras, localizadas nos centros urbanos; (II) a mineração artesanal fornece brita para pequenas obras, por isso, a sua presença próxima aos clientes.

A mineração industrial vem sendo o foco regional, por gerar emprego e renda as famílias locais, motivado pela grande expansão da cidade de Nampula e vilas vizinhas. Na extração industrial há maior produção, mas já se discute a questão da sustentabilidade ambiental dos projetos. Apesar disso, a mineração artesanal “ilícita” continua a crescer, envolvendo parte da população local que exercem a atividade nas imediações dos matacões soltos e meteorizados, o que facilita o beneficiamento mecânico, usando materiais convencionais. A atividade contribui para a redução dos níveis de pobreza, através da promoção de autoemprego.

O preço da brita depende do mercado da construção civil, dos concorrentes ativos no mercado, localização da pedreira e da capacidade de produção. Os preços da brita em Anchilo também são influenciados pela relação custo–benefício, natureza do mercado consumidor, das tecnologias usadas e da situação macroeconômica do País. Ademais, quanto menor a granulometria do produto da brita, maior dispêndio de energia no processo de britagem e como consequência, mais caro será o produto. De acordo com Macedo (1998, p. 67) “*Os materiais de construção, embora muito importantes para o atendimento das necessidades da população e para o comércio, são pouco*

contemplados pelas ações governamentais e ignorados pelo público". Pela falta de histórico de produção de brita é difícil mensurar o valor da contribuição da pedreira João Baptista Eusébio na economia local, mas podemos destacar que o processo produtivo gerou empregos para a população local, gera renda os fornecedores de bens e serviços, potencializa o setor de construção civil em regiões vizinhas consequentemente, dinamização da economia local.

A produção de brita na província de Nampula, nos últimos 2 anos foi 63.246 e 200.000 ton, que rendeu 9.550.000,0 Mts (152.000 USD) e 19.100.000,00 Mt (303.000 USD) em 2017 e 2018, respectivamente (DPRME, 2018). Com base nesses dados, no ano de 2018, a produção de brita é a quarta mais importante na produção mineral na província, sendo superado, em valor econômico, somente pela ilmenita (1.781.913.750,00 Mts), zircão (1.020.765.000,00 Mts) e rutilo (104.766.000,00 Mts).

3.5 Aspectos socioambientais

A extração da rocha na pedreira João Baptista Eusébio é realizada a céu aberto, por desmonte mecânico em bancadas, consistindo nas seguintes etapas: limpeza e capeamento do terreno (Fig. 4A), perfuração e desmonte por explosivos (Fig. 4B), transporte da mina para a britagem (Fig. 4C), britagens primária, secundária e quando necessário a terciária (Fig. 4D), peneiramento e classificação. Em todas as etapas há geração de impactos ambientais local, havendo alteração física e funcional das variáveis ambientais, influenciando no ecossistema e na sociedade.

Figura 4 - Etapas do processo produtivo: (A) área capeada e limpa; (B) explosivo usado no desmonte; (C) Carregamento; (D) Poeira gerada na cominuição.



Fonte: Os autores.

Dos impactos ambientais verificados no local, há a destacar: emissão de gases e poeiras, geração de ruídos, vibrações, lançamento de fragmentos, erosão, rejeitos

constituídos por material inerte, alteração da paisagem por meio da retirada das plantas, migração de aves e reptéis. Parte dos impactos ambientais descritos pode ser mitigada com o reflorestamento ao redor da pedreira. No entanto, há necessidade adequar os sistemas de gestão, segundo a lei ambiental nº 20/97 vigente no País.

4 CONCLUSÕES

Cabe ressaltar que o potencial da indústria de brita tem um raio local, devido ao baixo valor agregado dos seus produtos. Da análise dos resultados, podemos inferir as seguintes conclusões:

- A pedreira João Baptista Eusébio tem uma localização geoestratégica privilegiada, próximo da maior metrópole da região norte de Moçambique, ao longo da EN8 e da ferrovia Nacala-Moatize, condições suficientes para exploração em grandes volumes e perspectivar os novos mercados/serviços;
- A análise mineralógica e granulométrica mostrou que os *gnaisse*s de Anchilo têm excelente qualidade para uso como brita, podendo ser usados em outras aplicações mediante novos estudos detalhados;
- A extração industrial de *gnaisse* na pedreira contribui no desenvolvimento socioeconômico regional, através da geração de empregos e renda aos fornecedores de serviços e bens, dinamiza a economia local e potencializa o setor de construção civil em regiões vizinhas.
- A atividade de extração de *gnaisse* na pedreira está de acordo com a lei mineira vigente, mas é preciso adequar a lei de ambiente, com vista à prática da mineração sustentável: segurança – economia – equilíbrio socioambiental.

Sugere-se de antemão uma discussão envolvendo o Governo Provincial, Município, instituições de pesquisa e ensino, mineradoras e sociedade civil sobre mineração sustentável, prevista na lei de mina e lei de ambiente, e a regulamentação da mineração artesanal ilegal. Recomenda-se o uso de pó de brita para diminuir os resíduos da mineração e evitar a poluição e a contaminação de águas.

5 AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Departamento de Recursos Minerais da Direção Provincial de Recursos Minerais e Energia de Nampula, a toda equipa da Pedreira João Baptista em Anchilo e ao Curso de Geologia da UPN.

REFERÊNCIAS

- ASSIS, L. G.; DIAS, F. M. Estudo da viabilidade da utilização da rocha dunito, proveniente de Catas Altas - MG, como agregado para concreto. *In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA*, 4, 2007, Brasília. **Anais...** Brasília, DF: SEGeT, 2007.
- CGS. Notícia Explicativa. Folhas: Alto Molócuè (1537), Murrupula (1538), Nampula (1539), Mogincual (1540), Errego (1637), Gilé (1638) e Angoche (1639). Direcção Nacional de Geologia, Maputo, 2006. p. 17-121.
- DPRME. **Programa de promoção da pesquisa e exploração dos recursos minerais incluindo hidrocarbonetos**: Produção mineira. Direcção Provincial de Recursos Minerais e Energia. Nampula, 2018. p. 17-121.
- GERALDI, J. L. P. **O ABC das Escavações de Rocha**. Rio de Janeiro, RJ: Editora Interciência, 2011.
- LAMAGUTI, A. P. S. Resultados do projeto. *In: LAMAGUTI, A. P. S. Manual de rochas ornamentais para arquitetos*. São Paulo-SP: Universidade Estadual Paulista, 2011. p. 9-78.
- MACEDO, A. B. Recursos minerais não-metálicos. **Estudos Avançados**, v. 12, n. 33, p. 67–87, 1998.
- MARTINS, C. C. **Utilização de métodos geométricos para auxílio do planejamento de lavra em pedra de gnaiss**. 2014. Dissertação (Mestrado em Geofísica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- MECHI, A.; SANCHES, D. L. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, p. 209–220, 2010.
- MOÇAMBIQUE. **Lei 20/1997**, de 1 de Outubro. Lei do Ambiente. República de Moçambique. Bolentim da República, 1997.
- MOÇAMBIQUE. **Decreto n°26/2004**, de 20 de Agosto. Regulamento ambiental para a atividade mineira. República de Moçambique, Bolentim da República, 2004.
- MOÇAMBIQUE. **Lei de Mina**. República de Moçambique, Bolentim da República, 2014a.
- MOÇAMBIQUE. **Nova Lei de Minas e nova Lei dos Petróleos**. República de Moçambique, Bolentim da República, 2014b.
- MOÇAMBIQUE. **Decreto n.º 54/2015**, de 31 de Dezembro. Regulamento sobre o Processo de Avaliação de Impacto Ambiental. República de Moçambique, Bolentim da República, 2015.
- MOÇAMBIQUE. **IV recenseamento geral da população e habitação 2017**: resultados definitivos Moçambique. Maputo: Instituto Nacional de estatística, 2019.
- PETRAKIS, G. H. *et al.* Geologia de jazidas de brita e areia artificial de qualidade especial: exemplos do álca sienito de Nova Iguaçu, RJ, e riolitos de Nova Prata, RS. **Geociências**, v. 29, n. 1, p. 21-32, 2010.

SILVA, M. A. P. DA. **Influências das características morfológicas de britas graníticas e gnaíssicas na resistência à compressão do concreto**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

VELHO, J. L. Parte I - Minerais Industriais: Agravados. In: VELHOS, J. L. **Mineralogia Industrial**: princípios e aplicações. Lisboa: LIDEL, 2005. p. 3-15.