

Estudo técnico-operacional de uma lavra de areia por dragagem e desmonte em Natividade (RJ)

TECHNICAL-OPERATIONAL STUDY OF A SAND MINING BY DREDGING AND BLASTING IN NATIVIDADE (RJ)

CLEVERSON ALVES DE LIMA^{1,2}, EVALDO RAIMUNDO PINTO DA SILVA², MARCIO DIAS SANTOS², SADY JÚNIOR MARTINS DA COSTA DE MENEZES³, VINICIUS LAGO SILVA¹

1 - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ, DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E COMPUTAÇÃO, ILHÉUS, BA, BRASIL.

2 - UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS, CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO GUAMÁ, BELÉM, PA, BRASIL.

3 UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO, INSTITUTO TRÊS RIOS, TRÊS RIOS, RJ, BRASIL.

E-MAIL: CLALIMA@UESC.BR ; EVALDO@UFPA.BR ; MSANTOS@UFPA.BR ; SADYMENEZES@UFRRJ.BR ; VLSILVA.EGC@UESC.BR

Abstract: **Introduction.** The aggregates sector is fundamental for regional socio-economic development. Sand is the most extracted commodity in this segment, due to its low added value and simplicity of exploitation. **Objective.** This article summarizes results from the analysis of two extractive projects installed in Natividade (RJ), one involving dredging and the other involving slope dismantling. **Methodology.** We sought to evaluate the operational, environmental and economic aspects for the implementation and operation of the activities. **Results.** The civil construction sector has great relevance in local urban development, despite macroeconomic seasonalities. Sand extraction, in most cases, involves exploitation close to consumer centers to reduce transport costs. **Conclusion.** Considering the low intervention in the environment and the indirect positive impact on the economy, with the supply of inputs for civil construction, it is concluded that sand extraction promotes development, in addition to maintaining resources and revenue in the municipality itself.

Resumo: **Introdução.** O setor de agregados é fundamental para o desenvolvimento socioeconômico regional. A areia é o bem mais extraído nesse segmento, pelo baixo valor agregado e simplicidade de exploração. **Objetivo.** Este artigo sintetiza resultados da análise de dois empreendimentos extrativistas instalados em Natividade (RJ), sendo um por dragagem e outro por desmonte de talude. **Metodologia.** Buscou-se avaliar os aspectos operacionais, ambientais e econômicos para a implantação e operação das atividades. **Resultados.** O setor da construção civil tem grande relevância no desenvolvimento urbano local, apesar das sazonalidades macroeconômicas. A extração de areia implica, na maioria das vezes, uma exploração próxima aos centros consumidores para redução de custos com transporte. **Conclusão.** Considerando a baixa intervenção no meio e o impacto positivo indireto na economia, com fornecimento de insumos para construção civil, conclui-se que a extração de areia promove o desenvolvimento, além de manter os recursos e a arrecadação no próprio município.

Citation/Citação: Lima, C. A. de, Silva, E. R. P. da, Santos, M. D., Menezes, S. J. M. C. de, & Silva, V. L. (2024). Operação de extração de areia: estudo técnico-operacional de uma mineração por dragagem e desmonte. *Terræ Didática*, 20(Publ. Contínua), 1-7, e024011. doi: 10.20396/td.v20i00.8674495.



Artigo submetido ao sistema de similaridade

Keywords: Aggregates, Mineral Economy, Socioeconomic impacts, Regional development.

Palavras-chave: Agregados, Economia Mineral, Impactos socioeconômicos, Desenvolvimento regional.

Manuscript/Manuscrito:

Received/Recebido: 10/09/2023

Revised/Corrigido: 31/10/2023

Accepted/Aceito: 26/02/2024

Editor responsável: Celso Dal Ré Carneiro 

Revisão de idioma (Inglês): Hernani Aquini Fernandes Chaves 



Introdução e contexto do trabalho

Na história, o uso dos bens minerais é tão antigo que estes se relacionam intimamente com as fases de evolução da humanidade em função do mineral utilizado, como as idades da pedra, do bronze ou do ferro, mostrando a integração entre as atividades humanas e minerárias. Estes, por sua vez, por intermédio dos elementos extraídos, promovem o seu desenvolvimento e o conforto da vida moderna. Além disso, o desenvolvimento urbano demanda por materiais primários oriundos da mineração de jazidas próximas para alimentar a indústria da construção civil, dentre as quais pode-se destacar a extração da areia.

Ramos (2019) discute os critérios que devem ser observados para a implementação de uma atividade de extração mineral, tanto para se detectar os volumes passíveis de ser recuperados, quanto a respeito de conflitos ambientais com as demais atividades humanas instaladas na região. Já Fonseca Junior (2012) e Silva (2012) afirmam que a areia é o mineral mais consumido e produzido no mundo, associando sua extração ao desenvolvimento econômico e urbano, sendo um dos indicadores do perfil socioeconômico de uma região. Com isso, apesar do amplo conhecimento acerca dos impactos, o planejamento da extração precisa ser feito considerando o regimento vigente e o desenvolvimento sustentável do

empreendimento no local. A areia, segundo DNPM (2002), devido a seu baixo valor econômico agregado e em função do uso imediato pela construção civil, tem suas jazidas implantadas às margens dos centros urbanos, buscando-se reduzir o principal custo que é o transporte. Neste sentido, este trabalho analisa, sob o aspecto econômico e ambiental, o plano operacional de extração de areia em dois empreendimentos no município de Natividade (RJ).

Licenciamento para lavra e compensação financeira

Os recursos minerais existentes na natureza pertencem à União, sendo necessária uma autorização para que o interessado possa operar uma lavra (DNPM, 2002). Assim, a lei determina que as operações dependem de assentimento para funcionar, sendo o regime especial aplicado ao setor de extração de agregados para uso imediato na construção civil, incluindo as areias. Neste caso, não é exigido que ocorra uma pesquisa mineral, bastando apenas comprovar a posse da área a ser explorada, e realizar o licenciamento operacional e ambiental, que passa por processo nos órgãos estaduais, culminando no registro junto à Agência Nacional de Mineração (ANM).

O licenciamento é regido pela resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) 01/1986, que estabelece os procedimentos para a elaboração do estudo e relatório de impacto ambiental; pela resolução Conama 10/1990, que disciplina os procedimentos para solicitação das licenças para empreendimentos minerários; a Lei 6.567/1978 e suas modificações, que dispõe sobre o regime especial para exploração e aproveitamento de minerais de uso imediato na construção civil. Somam-se ainda aos esforços de proteção, a lei estadual 6.373/2021-RJ que dispõe sobre a exploração de agregados para construção civil, ratifica a necessidade da realização do licenciamento ambiental e avança em situações específicas de extração; a resolução do Instituto Estadual do Ambiente (RJ) INEA 29/2014, que fornece os procedimentos para outorga de títulos minerários e licenciamento ambiental para extração de areia de cursos d'água e na faixa costeira.

No regramento citado, em vias de compensar pelos efeitos danosos da atividade exploratória da mineração, há o recolhimento da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), sobre os resultados da atividade mineral, partilhada segundo a lei federal 8001/1990, sob a

gestão e fiscalização da ANM. O Informe Mineral do 2º trimestre/2021 (ANM, 2021) assinala que a arrecadação da CFEM no Brasil foi de R\$ 2,5 bilhões no período, ficando claras a pujança e a importância econômica da atividade. DNPM (2009) caracteriza os meios mais utilizados de extração da areia no mercado brasileiro, sendo o desmonte hidráulico e a dragagem dos leitos submersos os mais comuns encontrados. No primeiro caso, é utilizada a água sob pressão para desagregar e lavar o minério em planícies fluviais, tendo alta produção, baixo custo de implantação e operacional; enquanto na dragagem, o material é retirado de um trecho submerso não consolidado existente por meio de escavação mecânica ou sucção do leito de rios, lagos ou barramentos. A escolha do método depende das condições da jazida, escala de produção desejados e dos subprodutos comercializados. O Sumário Mineral (DNPM, 2012) informa que a extração de areia em leitos fluviais representa 90% da produção nacional, sendo considerada por Paiva (2004), como a alternativa mais viável e adequada do ponto de vista ambiental e mínimos impactos gerados.

Considerando o cenário nacional, a ANEPAC (2015) trouxe os números da produção para aquele ano, sendo registradas 741 milhões de toneladas de agregados em 3100 empresas no Brasil, sendo a areia responsável por 59% deste valor. DNPM (2015) corrobora a ordem de grandeza dos números, embora faça ponderações sobre a falha existente no método de quantificação da produção no país. No caso do estado do Rio de Janeiro, DNPM (2015) informa que a produção aparente fica em torno de 7% do valor nacional, sendo que os maiores volumes de produção e consumo estão na região metropolitana, representando até 80% da produção do estado. Tal situação ocorre devido às restrições de exploração do Rio Paraíba do Sul e seus afluentes, tornando as demais regiões importadoras do insumo (MME, 2009, Schueler et al., 2019).

Tal situação gera distorções na balança de preços do produto, conforme se verifica pela evolução dos preços entre 2015 e 2023 na tabela do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (Sinapi). Em outros termos, existe uma demanda reprimida pelo produto, indicando que uma instalação de exploração instalada nas regiões importadoras terá viabilidade econômico-financeira garantidas, gerando desenvolvimento local e regional. O próprio planejamento de um aproveitamento mineral deve contemplar os estudos econômicos, ambientais (geológicos, hidrológicos e etc.) e o plano

de reabilitação do terreno após o término da atividade, que devem ser apresentados para o Instituto Estadual do Ambiente (RJ) (INEA-RJ) em atendimento a resolução do próprio órgão número 29/2014 e 172/2019, que, por sua vez, reitera a importância social da areia para a construção civil e destaca os critérios de se ter uma operação sustentável.

Caracterização do local de estudo

Natividade é um município do estado do Rio de Janeiro, com população estimada de 15.317 pessoas (IBGE, 2020), situado a uma altitude de 182 metros, e possui além da sede, os distritos de Ourânia e Bom Jesus do Querendo. Sua economia é baseada na agricultura, na pecuária e no setor de serviços com relativa importância e crescimento a cada ano (Fig. 1). O município é banhado pelo Rio Carangola, subfluente do Rio Paraíba do Sul, e faz parte do Comitê Federal da Bacia do Rio Paraíba do Sul, que devido a sua grande importância nacional tem as mesmas restrições e exigências do rio principal.

Schueler et al. (2019) classificam a geologia local, no estado do Rio de Janeiro, por depósitos sedimentares quaternários de ambiente aluvionar (fluvial, fluviomarinho), representados pela formação Piranema, sobrepostos ao arcabouço pré-cambriano. Para a região onde os aproveitamentos minerais estão instalados (Natividade, RJ), os estudos geológicos realizados pelo CPRM (MME, 2000) mostraram a antiguidade da formação, tendo sido observado o predomínio de rochas ígneas e metamórficas pré-cambrianas (Arqueano e Proterozoico), e uma extensão menor com áreas de rochas pós-cambrianas. Nos terrenos pré-cambrianos, análises das características estruturais e litológicas, com as respectivas datações, permitiram identificar dois compartimentos tectônicos denominados: Cinturão Móvel Atlântico e Faixa de Juiz de Fora.

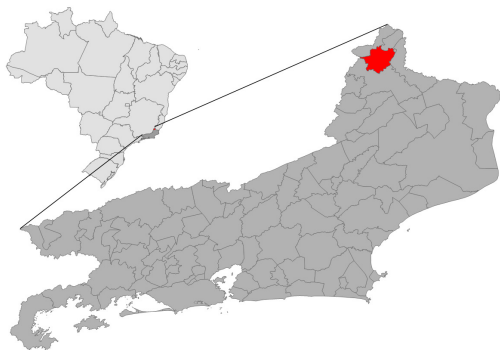


Figura 1. Localização do município de Natividade (RJ).
Fonte: IBGE (2020)

Os depósitos são compostos por areias e argilas, além de ocorrências de solos lateríticos que sofreram curto transporte, devido a correntes que não selecionaram sedimentos das regiões mais elevadas (curta distância, relevo e material de origem granítica). As unidades geomorfológicas do Estado do Rio de Janeiro encontram-se hierarquizadas, segundo o Estudo Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro realizado pela MME (2000b), em Unidades Morfoestruturais, Unidades Geomorfológicas e Sistemas de Relevô.

Na região de Natividade, de baixa declividade, ocorrem sedimentos arenosos e lamosos, eventualmente com cascalheiras. São identificados como depósitos de fundo de canal, constituídos por areias e cascalhos; depósitos de planícies de inundação, com sedimentos lamosos; e, depósito de meandros, com acúmulos de sedimentos arenosos. Estes apresentam espessura, extensão e granulometria variadas, de argila até blocos de rocha e matacões provenientes do embasamento.

Resultados

Caracterização dos Empreendimentos

As jazidas de areia pertencem ao mesmo grupo econômico e estão localizadas na zona rural do município de Natividade (RJ). A primeira está localizada no Sítio Boa Vista, com área de 3,05 ha e acesso pela rodovia RJ-220. As coordenadas geográficas são -21,020312° Lat. e -41,983967° Long. (Fig. 2), onde serão realizados os trabalhos de extração de areia por desmonte do talude. A área potencial para exploração estende-se por 20.230,00 m² com nível inferior da camada arenosa a cerca de 2,0 m de profundidade, obtidas por intermédio de sondagens a trado e análise granulométrica, que subsidiaram a demarcação ordenada da frente de exploração. O solo orgânico ou estéril (decapeamento) foi removido parcialmente e reservado, criando áreas livres para retirada do material arenoso.

A frente de extração e as áreas preservadas foram demarcadas com piquetes antes do início do processo de desmonte do talude via ataque direto por retroescavadeira. O desenvolvimento da lavra é feito em cortes paralelos garantindo a estabilidade do maciço durante a operação, controle da qualidade do material lavrado e facilidade para recuperação futura da área. O transporte interno é feito realizado com as próprias pás carregadeiras até o pátio, de onde será expedido até o distribuidor por caminhões basculantes. A

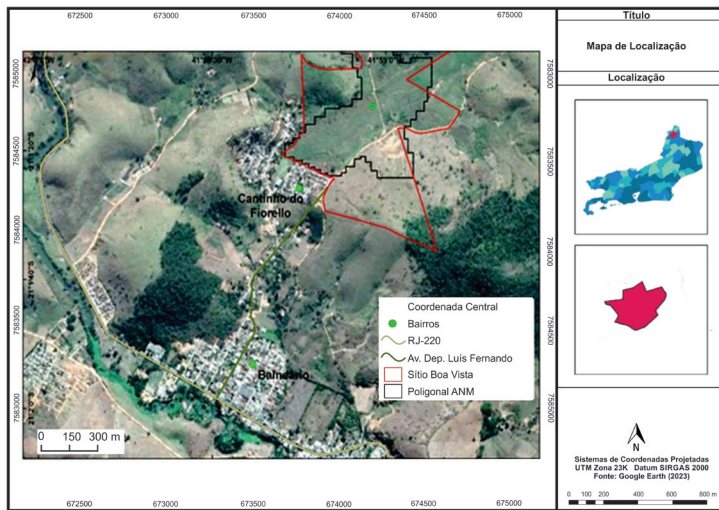


Figura 2. Localização da área de extração denominada “Sítio da Boa Vista”. Fonte: Google Earth

produção projetada foi de até 1000 m³/mês, ou, 45 m³/dias (úteis), que é um desempenho factível para a jazida em um cenário de alta demanda e pelo método escolhido. Na Tabela 1 é apresentada uma estimativa dos volumes na área autorizada de lavra (20.230 m²), mas aplicando um fator de aproveitamento devido às questões legais e de preservação vegetal.

Tabela 1. Cálculo estimativo para extração de areia

Área autorizada	m ²	20.230
Área mineralizada aproveitável (80%)	m ²	16.187
Profundidade de corte	m	2,0
Volume total da jazida	m ³	32.368
Custo/Ano	m ³	14.400
Vida útil estimada	ano	22,24

O segundo empreendimento é uma extração de areia por dragagem do Rio Carangola, com área autorizada de 5,0 ha, com acesso feito via estrada vicinal partindo da BR-356. A região está dentro da porção fluminense da Mantiqueira Setentrional dentro do vale do Rio Paraíba do Sul. Seu depósito foi formado dinamicamente pelo próprio rio e seus afluentes e possui granulação média a grossa, com renovação constante do material sedimentar arenoso. A Fig. 3 mostra o local licenciado para extração, operação, armazenamento de areia deste empreendimento. Por se tratar de planície fluvial, foi instalado no pátio de operações um sistema de drenos, tanques de decantação e uma contenção para reter o material que

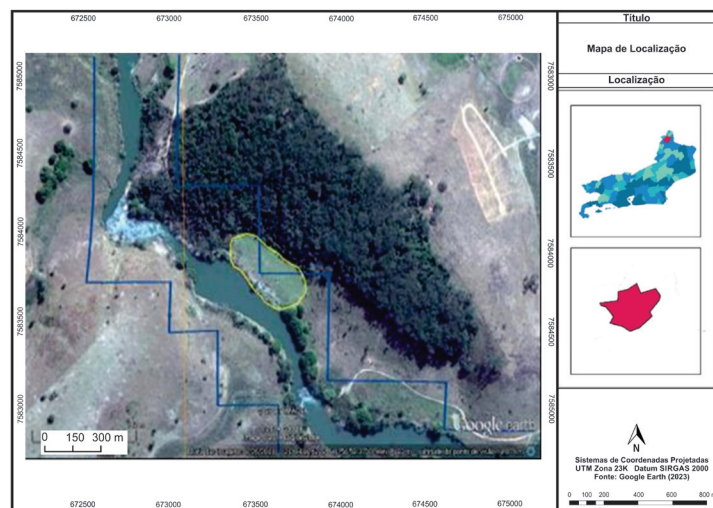


Fig. 3. Imagem da região de extração de areia no rio Carangola, com destaque do pátio de armazenamento. Fonte: Google Earth e Autores

eventualmente seja transportado por escoamento superficial, além de ser recuperada uma vegetação rasteira nas margens do rio para controle de erosão. No plano operacional, o material é retirado e lançado no pátio de operações para drenagem e secagem; em seguida este é depositado no pátio de armazenamento para expedição e para minimizar a possibilidade de um retorno accidental do material extraído para o leito do rio.

A produção estimada é de até 540 m³/mês, com média de 24 m³/dia. Este volume está em linha com a demanda regional para o setor da construção civil, sendo considerado pelo INEA/RJ como uma mineração

de pequeno porte e de baixo potencial poluidor, sem danos ambientais significativos. Para definir este nível estimado de produção, foram realizadas prospecções no leito do rio, identificando a espessura média de 5,0 m de areia no corpo lavrável. No entanto, este volume é difícil de ser exatamente quantificado dada a condição ativa do leito do rio, podendo alterar a vida útil do depósito, embora tal medida dependa também de fatores mercadológicos e da capacidade de extração.

Relevância Econômica do Empreendimento para a Região

Segundo DNPM (2008) a extração de areia não é uma atividade geradora de muitos empregos diretos, mas compõe a base de diversos setores

da construção civil, bem como de segmentos da indústria cerâmica, cimenteira e vidreira, e colabora com a geração indireta de vagas nesses setores. Isso ocorre, pois o bem mineral é relacionado à atividade econômica local e regional, com extração sob demanda das cidades adjacentes. Ou seja, o aumento da exploração depende do nível de atividade econômica regional, atrelando a exploração da mina ao desenvolvimento socioeconômico das cidades no entorno.

Calaes et al. (2007) indicam a importância de um empreendimento minerário que possua um plano de negócios associado à exploração mineral, com objetivos e os meios definidos para atingir os resultados. Consideram ainda os aspectos técnico-econômicos que devem ser observados, como os volumes, desenvolvimento do mercado local/regional, sazonalidades na oferta e demanda do setor da construção civil, além dos aspectos institucionais e legais. Um destes aspectos é o transporte, item sensível no custo de venda por corresponder até 2/3 do valor final do produto (Tarik, 2013).

Para os empreendimentos em questão, foi identificado uma viabilidade econômico-financeira para atendimento em um raio de até 80 km da fonte, o que, por si, garante a operação contínua da extração de areia. No caso de Natividade (RJ), por ser um município de pequeno porte e apresentar fluxo econômico relativamente baixo, somente parte da produção somada é consumida. No entanto, a maior parte do volume extraído abastece as cidades adjacentes, devido ao perfil de desenvolvimento mais acelerado, podendo-se citar cidades importantes de porte médio, como Itaperuna (RJ), Campos dos Goytacazes (RJ) e Muriaé (MG), que estão no raio de atendimento da operação extrativista. O cenário regional, por si mesmo, justifica o investimento na exploração dos dois sítios, tendo em vista a demanda potencial neles existente. A análise financeira mostrou que a demanda em cenários mais desafiadores garante a operação das jazidas em alta capacidade durante toda sua vida útil.

Para entender o potencial econômico das operações, parte-se do consumo per capita brasileiro de 3,7 ton/hab/ano (ANEPAC, 2014), que é um valor relativamente pouco expressivo quando comparado a economias avançadas. Comparando com a população regional residente dos municípios citados chega-se a 744.299 habitantes (IBGE, 2020), tem-se uma demanda por agregados da ordem de 229.492 ton/mês, que demandam continuamente de produtos para a construção civil e precisam ser

supridas pelas jazidas mais próximas. A produção das jazidas representa um consumo da ordem de 1% na região. Em um cenário pessimista, considerando que ocorra uma redução no consumo para 50% do valor per capita, ainda assim a demanda seria de cerca de 114.746 ton/mês, ou seja, a produção da jazida em plena oferta supriria somente 1,3% da demanda regional.

Partindo para uma análise econômica expedita, com base nos valores de referência Sinapi (2023) para o estado do Rio de Janeiro, desonerada, para a areia grossa, retirada na jazida, sem transporte; tem-se um valor de venda de R\$ 85,00/m³, perfazendo um valor de venda de R\$ 130.900,00 pelos 1540 m³ da produção mensal das jazidas. Tal valor gera uma arrecadação mensal de CFEM de até R\$ 1.309,00 (1% da alíquota sobre o valor bruto comercializado), além dos impostos municipal (ISS – 4%) e estadual (ICMS - 12,5%), onde parte destes valores retornam para a manutenção do município.

Apesar da arrecadação em impostos serem valores pouco expressivos, dado o tamanho dos empreendimentos, eles trazem recursos novos da “exportação” do insumo produzido localmente para outras cidades, mantendo a economia municipal em desenvolvimento por meio da arrecadação indireta associada à atividade mineral. Cabe salientar a característica urbana e industrial dos municípios citados, cuja economia é baseada no setor de petróleo e gás, que mantém aquecida a indústria da construção civil.

Principais Alterações do Meio Ambiente

Apesar de serem consideradas de baixo impacto, segundo os critérios indicados por INEA/RJ 29/2014 e 172/2019, as atividades nos sítios vão gerar alguns impactos que devem ser mitigados, devido ao grau de interferência no local de instalação. As alterações comuns, esperadas para os empreendimentos, são:

1. *Emissão de particulado*: considerado de baixo impacto, pois não há aditivos ou contaminantes, ocorrendo pontualmente um aumento de turbidez.
2. *Alterações Topográficas, na Paisagem e no Solo*: são alterações morfológicas mais visíveis durante o desenvolvimento da lavra, mas que devem ser parcialmente recompostas na fase de fechamento por meio de empréstimos e da recomposição do solo superficial “top soil”. São

considerados impactos de média magnitude, mas reversíveis.

3. *Impacto sobre o Recurso Hídrico e Vegetação:* Deve haver um controle dos níveis extração da areia para não ocorrer aumento da turbidez das águas ou o assoreamento a jusante dos cursos d'água. Em desmontes de taludes, os cortes devem ser feitos de modo a garantir a estabilidade evitando outros passivos para empresa. Já os impactos sobre a vegetação ocorrem quando há supressão, aterro ou impedimento de regeneração em virtude da lavra mineral, que deve ser compensada ao final da exploração da jazida. Nos sítios há previsão de recomposição com espécies endógenas, gramíneas e forrageiras para tratamento futuro.

Considerações Finais

A extração de areia é uma atividade de grande importância para a indústria da construção civil; quando exercida sob as normativas ambientais, legais e técnicas, pode ser realizada por longo tem-

po causando impactos previstos e mitigáveis. Nos empreendimentos apresentados, foi verificado que ambos se encontram dentro das condições ideais de operação, com o dimensionamento adequado da área de lavra e da capacidade de extração do insumo. A pequena produção dos empreendimentos está em linha com a demanda e atende ao mercado regional, podendo operar na capacidade projetada, sem prejuízos econômicos, tendo ainda potencial de se aumentar o desenvolvimento da extração caso a demanda regional por este material de construção primário seja mantida.

Em uma análise econômica, há um impacto positivo indireto na economia local por meio do fornecimento de insumos com menor custo para os setores do comércio e construção civil. Quando comparado a um cenário em que o insumo precisa ser extraído de um local mais distante, a mineração se mostra benéfica, pois implica a redução dos custos com transporte e impede fuga de recursos, gerando arrecadação no município. No tocante à lavra, a atividade extrairá as areias com risco ambiental calculado.

Taxonomia CRediT: • Contribuição dos autores: Conceitualização; Análise formal; Escrita – revisão & edição: Investigação; Metodologia; Visualização; Escrita – rascunho original: Cleverson Alves de Lima. Conceitualização; Curadoria de dados; Administração do projeto; Supervisão; Validação; Escrita – revisão & edição: Evaldo Raimundo Pinto da Silva. Conceitualização; Metodologia; Recursos; Supervisão; Validação; Escrita – revisão & edição: Marcio Dias Santos. Curadoria de dados; Investigação: Sady Júnior Martins da Costa de Menezes. Análise formal; Investigação; Visualização: Vinicius Lago Silva. • Conflitos de interesse: Não há interesse comercial ou outros conflitos em relação ao manuscrito. • Aprovação ética: Não se aplica ao trabalho. • Disponibilidade de dados e material: Os dados estão disponíveis no próprio texto e em nas referências consultadas. • Reconhecimentos: Consignam agradecimentos aos docentes do Instituto de Geociências da UFPA, pelas contribuições conceituais e críticas durante o trabalho, à UFRRJ pelo apoio logístico durante o processo e à UESC pelo apoio técnico dos levantamentos. • Financiamento: Não aplicável

Referências

- Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção (ANEPAC). (2024). *O Mercado de Agregados no Brasil*. São Paulo: ANEPAC. URL: <https://anepac.org.br/mercado/>. Acesso 23.02.2024.
- Agência Nacional de Mineração (ANM) (2021). *Informe Mineral 2º Trimestre de 2021*. Brasília: ANM. URL: https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/informe-mineral/publicacoes-nacionais/informe02tri2021_editorado_final_.pdf. Acesso 23.02.2024.
- Brasil. (1978). *Lei 6567. Dispõe sobre o regime especial de exploração e aproveitamento das substâncias minerais, de 24 de setembro de 1978*. Brasília: Presidência da República. Casa Civil. URL: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6567.htm. Acesso 23.02.2024.
- Brasil. Ministério de Minas e Energia (MME). CPRM. (2000a). *Estudo Geoambiental do estado do Rio de Janeiro. Os recursos minerais e a economia mi-*
- neral do estado do Rio de Janeiro, de dezembro de 2000*. Brasília: MME/CPRM. URL: http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/17229/8/rel_proj_rj_rec_econ_mineral.pdf. Acesso 23.02.2024.
- Brasil. Ministério de Minas e Energia (MME). CPRM. (2000b). *Estudo Geoambiental do estado do Rio de Janeiro. Geomorfologia do estado do Rio de Janeiro, de dezembro de 2000*. Brasília: MME/CPRM. 2000b. URL: http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/17229/5/rel_proj_rj_geomorfologia.pdf. Acesso 23.02.2024.
- Brasil. Ministério de Minas e Energia (MME). Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral (SGM). (2009). *Projeto Estal. Projeto de Assistência Técnica ao Setor de Energia, Plano Duodecenal (2010-2030), Produto 22. Agregados para Construção Civil, Relatório Técnico 31. Perfil de Areia para Construção Civil, de agosto de 2009*. Brasília: MME/SGM. URL: https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/geologia-mineracao-e-transformacao-mineral/relatorios-de-apoio-ao-pnm-2030-projeto-estal-1/a-mineracao-brasileira/documentos/p22_rt31_perfil_de_areia_para_

- construcao_civil.pdf/@download/file. Acesso 23.02.2024.
- Brasil. Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama). (1986). *Resolução Conama nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente*. Brasília: Conama. 4p. URL : https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=745. Acesso 23.02.2024.
- Brasil. Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama). (1990). *Resolução Conama nº 010, de 06 de dezembro de 1990. Dispõe sobre normas para licenciamento ambiental de extração mineral, classe II*. 2p. Brasília: Conama. URL: http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=107. Acesso 23.02.2024.
- Brasil. Rio de Janeiro. (1912). *Lei Estadual 6373. Dispõe sobre a exploração de bens minerais de utilização imediata na construção civil no estado do Rio de Janeiro, de 27 de setembro de 1912*. Rio de Janeiro: ALERJ. URL: <http://alerjrn1.alerj.rj.gov.br/CONTLEI.NSF/c8aa0900025feef6032564ec0060dff/16434a65e-8803d0b83257af60058956b?OpenDocument>. Acesso 23.02.2024.
- Calaes, G. D., Carneiro Neto, B. P., Margueron, C., & Amaral, J. A. G. do. (2007). Bases para o desenvolvimento sustentável e competitivo da indústria de agregados nas regiões metropolitanas do país: parte 1. Ouro Preto: *Revista Escola de Minas (REM)*, 60(4), 675-685. doi: 10.1590/S0370-44672007000400014.
- Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). (2009). *Economia Mineral do Brasil, Capítulo 8. Minerais para a Construção Civil*. Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). URL: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/outras-publicacoes-1/0-sumario-apresentacao-c-introducao>. Acesso 23.02.2024.
- Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). (2016). *Economia Mineral do Brasil, Sumário Mineral*. Brasília: DNPM. 135p. URL: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral/sumario-mineral-brasileiro-2016>. Acesso 23.02.2024.
- Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). (2013). *Areia para Construção*. Brasília: DNPM. URL: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/dnpm/sumarios/sumario-mineral-2013>. Acesso 23.02.2024.
- Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). (2002). *Extração de Areia*. Brasília: DNPM. URL: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/dnpm/relatorios/relatorio-anual-de-atividades/relatorio-anual-de-atividades-2013-exercicio-2002>. Acesso 23.02.2024.
- Empresa de Obras Públicas do Estado do Rio de Janeiro (EMOP-RJ). (2021). *Catálogos e Boletins de Composição de Custos e Preços*. 4º Tri/2021. Rio de Janeiro: EMOP-RJ. URL: http://www.emop.rj.gov.br/cad_catalogo.asp. Acesso 23.02.2024.
- Fonseca Junior, C. A. F., & Ferreira, G. E. (2012). *Mercado de agregados no Brasil*. In: Jornada de Iniciação Científica, CETEM, 20, 2012. Rio de Janeiro, RJ. URL: <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/69/1/CARLOS%20ALBERTO%20FELIX%20FONSECA%20JUNIOR.pdf>. Acesso 23.02.2024.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2024). *Panorama dos Municípios Brasileiros*. Rio de Janeiro: IBGE. URL: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/natividade/panorama>. Acesso 23.02.2024.
- Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro (INEA-RJ). (2014). *Deliberação INEA 29 de 18 de setembro de 2014. NOI-INEA-08. Norma institucional referente aos procedimentos técnicos relacionados a outorga de títulos minerários e ao licenciamento ambiental*. Rio de Janeiro: INEA-RJ. URL: <https://www.cantagalo.rj.gov.br/assets/file/NOI%20INEA%20N%C2%BA%2008%20DE%202014%20%20OUTORGA%20DE%20T%C3%8DTULOS%20MINER%C3%81RIOS.pdf>. Acesso 23.02.2024.
- Ramos, G. G. C. (2019). *Proposta de cenários para a atividade de mineração de areia no Guaíba (RS)*. Porto Alegre: Instituto de Geociências, UFRGS. 96f. (Dissert. Mestrado, Curso Sensoriamento Remoto). URL: <http://hdl.handle.net/10183/202037>. Acesso 23.02.2024.
- Schueler, A., Tubbs, D., & Zuzarte, P. H. (2019). Canteiros Flutuantes para pós ocupações das áreas de extração de areia em Seropédica e Itaguaí (RJ). Seropédica, RJ. *Revista Continentes, UFRRJ*, 8(15). URL: <https://www.revistacontinentes.com.br/index.php/continentes/article/view/239>. Acesso 23.02.2024.
- Silva, G. A. (2012). *Diagnóstico do setor de agregados para a construção civil na região metropolitana de Natal, RN*. Recife: Centro de Tecnologia e Geociências, UFPE. 258f. (Dissert. Mestrado, Curso Engenharia Mineral). URL: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/19017>. Acesso 23.02.2024.
- Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (Sinapi). (2023). *Relatório de insumos e composições. Jan/23, com desoneração*. Brasília: Caixa Econômica Federal. URL: https://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_656. Acesso 23.02.2024.
- Superintendência de Desenvolvimento da Capital (MG) (Sudcap). (2023). *Catálogos e Boletins de Composição de Custos e Preços. Dez/2022*. Sudcap. URL: <https://prefeitura.pbh.gov.br/sudcap/tabela-de-precos>. Acesso 23.02.2024.