**MINERAÇÃO DE AGREGADOS NO NORDESTE PARAENSE: SELEÇÃO DE ÁREAS PRIORIÁTIAS PARA RECUPERAÇÃO NOS MUNICÍPIOS DE OURÉM E CAPITÃO POÇO**

Joathan Cipriano Castro1; Julia Isabella de Matos Rodrigues²; Hiago Felipe Cardoso Pacheco³; Marcos Alexandre Vieria Nascimento Filho4; Cintia da Silva Guedes5; Walmer Bruno Rocha Martins6; Francisco de Assis Oliveira7

1Graduando em Engenhari Florestal. UFRA. joathancastroufra@gmail.com

²Doutoranda em Ciências Florestais. UFRA juliaisabellarodrigues@gmail.com

³Doutorando em Ciência Florestal. UFV. hiagopachecoeng@gmail.com

4Graduando em Agronomia. UFRA. marcosnascimento1232@gmail.com

5Graduanda em Engenharia Florestal. UFRA. cguedes078@gmail.com

6Doutor em Ciências Florestais. UFRA. walmer.bruno@ufra.edu.br

7Doutor em Geologia e Geoquímica. UFRA. fdeassis@gmail.com

**RESUMO**

A mineração de seixo é fundamental para a construção civíl, sendo necessário o licenciamento ambiental dessa atividade na Amazônia. Nesse contexto, o uso de ferramentas de geotecnologia é imprescindível na identificação de áreas que necessitam de resolução urgente de passivos ambientais. Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi selecionar áreas prioritárias para restauração pós mineração de agregado nos municípios de Capitão Poço e Ourém, no nordeste do estado do Pará. As áreas prioritárias foram selecionadas a partir de dados do MAPBIOMAS, aliados a base de dados de áreas licenciadas da Agência Nacional de Mineração, além de imagens de satélite da constelação Planet, sendo consideradas como prioridades áreas não licenciadas e que estejam dentro ou próximas de áreas de proteção permanente (APP) e corpos hídricos. Foram selecionadas 4 áreas de recuperação prioritária, sendo 3 não licenciadas e 1 licenciada junto. Dessas áreas, uma está diretamente à margem do rio Guamá, enquanto duas estão em contato direto com a APP, e uma a apenas 45 metros da APP. O crescimento da mineração de seixo está diretamente relacionado com a demanda proveniente do crescimento urbano. Os impactos da mineração do seixo no nordeste paraense têm aumentado, somando um crecimento de 891 ha de exploração em Ourém e Capitão Poço de 2012 a 2022, devido ao acelerado ritmo da urbanização na região, provocando diminuição da cobertura florestal e contaminação de nascentes e rios. Por fim, conclui-se que há uma forte pressão causada pela mineração de seixo sobre o rio Guamá e sua APP, cenário agravado pela grande quantidade de áreas de exploração não licenciadas. Ademais, o MAPBIOMAS e as tecnologias de geoprocessamento são imprescindíveis ao monitoramento e seleção das áreas prioritárias, devendo ser utilizadas na construção de políticas públicas de combate à exploração ilegal e incentivo a restauração ecológica dessas áreas.

**Palavras-chave:** Monitoramento ambiental. Restauração ecológica. Seixo

**Área de Interesse do Simpósio**: Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao monitoramento ambiental

1. **INTRODUÇÃO**

Apesar dos impactos, a extração de minerais na Amazônia Oriental, especialmente os não metálicos, como os agregados ou seixos, é indispensável para a construção civil (blocos para revestimentos de edifícios e calçamento de ruas e avenidas, proteção de taludes de barragens), visto que este tipo de minério contribui consideravelmente, seja de modo direto ou indireto, para geração de renda da população local, mesmo sendo realizada, em sua grande maioria, sem planejamento e cumprimento das normas legais (Coelho, Lucas e Sarmento, 2020). Desta forma, torna-se prioridade o licenciamento dessa atividade com o intuito de estabelecer métodos e técnicas capazes de minimizar os impactos ambientais negativos e, posteriormente, restaurar as funções e os serviços ecossistêmicos, visto que o mercado da mineração de agregados no Pará, e principalmente no nordeste paraense, vem sendo construído a partir de uma lógica de exploração desenfreada, a qual provoca grande degradação ambiental (Rocha e Silva, 2013).

Diante da necessidade da identificação de áreas prioritárias para restauração pós mineração de agregados, o uso de geotecnologias como ferramenta base se perfaz fundamental, uma vez que através do sensoriamento remoto é possível produzir informações de baixo custo que facilitam o planejamento ambiental e o cumprimento das leis ambientais vigentes (Wickham, 2016), podendo auxiliar tanto no monitoramento da dinâmica espacial, quanto na recuperação das áreas degradadas por mineração de agregados no nordeste paraense (Fonseca, Paula e Pereira, 2014). As ferramentas computacionais para geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e criar bancos de dados georreferenciados (Leal, Todt e Thum, 2013). Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi selecionar áreas prioritárias para restauração pós mineração de agregado nos municípios de Capitão Poço e Ourém, no nordeste do estado do Pará.

1. **METODOLOGIA**
   1. ÁREA DE ESTUDO

Foi realizada pesquisa quantitativa descritiva nos municípios de Capitão Poço (1° 44' 47'' S e 47° 3' 57'' W) e Ourém (01° 33' 07" S e 47º 06' 52" W) (Figura 1), ambos localizados na região nordeste do estado do Pará, no bioma amazônico. O clima da região estudada é do tipo Ami (quente e úmido), segundo a classificação de Koppën, possuindo uma pequena estação seca nos meses de outubro e novembro (Pacheco e Bastos, 2001).

Figura 1 - Localização dos municípios de Ourém e Capitão Poço, nordeste paraense, Pará, Brasil

**Mapa

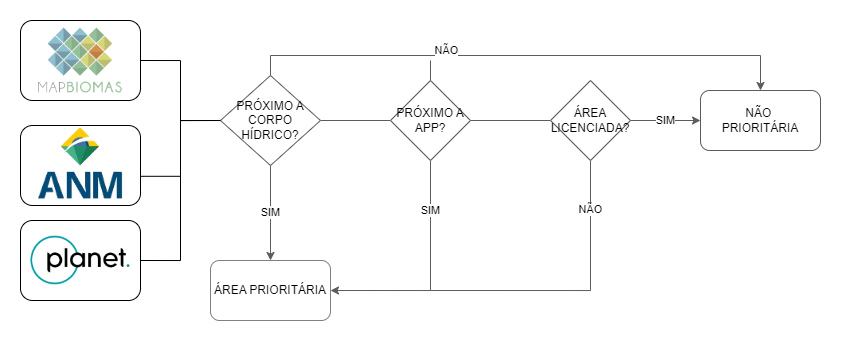
Descrição gerada automaticamente**

Fonte: Autores, 2024.

* 1. COLETA DE DADOS

O mapeamento e seleção das áreas prioritárias para recuperação se deu a partir do cruzamento de dados da classificação de uso e ocupação do solo do projeto Mapbiomas coleção 8, para o ano de 2022, do qual também foram obtidos dados temporais de perda de cobertura florestal e avanço da mineração entre os anos de 2012 e 2022 (Souza *et al.*, 2020), com dados de atividades minerárias ativas licenciadas na Agência Nacional de Mineração (ANM). A atividade de mineração de seixo é classificada pela ANM junto a extração de areia, visto que na base de dados consta somente a classificação areia, porém os relatórios de licenciamento apontam tanto a mineração de areia quanto de seixo nas mesmas áreas licenciadas. As áreas prioritárias para recuperação foram aquelas que não apresentaram licenciamento e/ou estavam a uma distância crítica de corpos hídricos e suas áreas de preservação permanente (APP) (Figura 2).

Figura 2 - Fluxograma de seleção das áreas prioritárias para recuperação pós mineração de seixo



Fonte: Autores, 2024.

* 1. ANÁLISE DE DADOS

Os dados anuais de cobertura florestal e área minerada foram analisados no software R versão 4.4.2 (R Core Team Development, 2024), com uso do pacote ggplot 2 (Wickham, 2016). Os dados coletados das bases de dados da ANM e do MAPBIOMAS foram analisados no software QGIS versão 3.34.12 (QGIS Development Team, 2024).

**3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A partir dos parâmetros de seleção de áreas prioriátias 4 áreas apresentaram, sendo 3 não licenciadas e 1 licenciada junto a ANM (Figura 2). Dessas áreas, a área 2 está diretamente à margem do rio Guamá, enquanto as áreas 1 e 4 estão em contato direto com a APP, e 3 a apenas 45 metros da APP. O mapeamento demonstrou que as áreas de mineração têm avançado principalmente na região sul de Ourém e norte de Capitão Poço, na fronteira entre os dois municípios, mais precisamente no entorno do rio Guamá, o que agrava o cenário de degradação ambiental, uma vez que na região já foram identificadas consequências como assoreamento de corpos d’água, esgotamento da fertilidade do solo e comprometimento de processos de restauração florestal, tudo isso advindo do processo de exploração e lavagem do seixo (Sauma Filho *et al.*, 2020).

Figura 3 - Área prioritárias para recuperação pós mineração de seixo nos municípios de Ourém (1 e 2) e Capitão Poço (3 e 4).

Mapa

Descrição gerada automaticamente

Fonte: Autores, 2024.

A análise da dinâmica espaço-temporal da cobertura florestal e da mineração nos dois municípios demonstrou uma séria perda de cobertura florestal e grande aumento da área de mineração de seixo entre os anos de 2012 e 2022, ocorrendo uma perda somada de 7.918 ha de floresta, com um aumento de 891 ha de área minerada em Ourém e Capitão Poço. Vale ressaltar que todas as 21 áreas licenciadas nos dois municípios possuem finalidade da extração apontada como construção civil, o que pode indicar que a aceleração da mineração de seixo na região está relacionada com o aumento da urbanização e consequente aumento da necessidade de materiais utilizados nesta área.

O crescimento da mineração de seixo está diretamente relacionado com a demanda proveniente do crescimento urbano (Asare *et al.*, 2024), o que corrobora com os dados de finalidade da mineração para construção civil obtidos para as áreas licenciadas nos municípios estudados. A extração de seixo pode causar impactos positivos, como a geração de empregos, e negativos, como surgimento de problemas de saúde na população, além de consequências geomorfológicas e ambientais complexas, como perda de habitat e impacto na fauna, mudança na concentração de sedimentos na água e desaparecimento de peixes, impactando diretamente a população local (Dujardin *et al.*, 2024). Em Capitão Poço e Ourém um estudo apontou a presença de nascentes dentro das seixeiras e a exposição do lençol freático, o que causa a contaminação das águas subterrâneas por efluentes, óleo e graxa (Araújo, Pastana, Costa Neto, 2020).

A Instrução Normativa 06/2014 obriga a identificação e avaliação dos impactos ambientais gerados pela atividade de lavra, além da proposição de medidas mitigadoras e compensatórias, por meio de um plano de controle ambiental (SEMAS, 2014). No entanto, a irregularidade de boa parte das atividades de mineração em Ourém e Capitão Poço é um importante empecilho a regularização ambiental e recuperação das áreas degradadas pela mineração de seixo, uma vez que a exploração ocorre de forma desenfreada e sem a realização de estudos técnicos de impactos socioambientais da atividade (Coelho, Lucas e Sarmento, 2020), por conta disso as áreas não licenciadas são críticas para a recuperação.

A proximidade das áreas 1 e 2 do rio Guamá é outro fator alarmante, visto que essa atividade causa o carregamento de partículas sólidas para o rio, principalmente no período chuvoso, provocando aumento da turbidez (Bufon *et al.*, 2012) e, consequentemente, alterando o habitat natural dos zooplanctons, fitoplanctons, organismos bentônicos e peixes, uma vez que reduz a visibilidade, entrada de luz na água e diminui a taxa de processos fotossintéticos (Damseth *et al.*, 2024). Ademais, as áreas 1, 3 e 4 estão pressionando diretamente as áreas de preservação permanente, as quais possuem uma vegetação importante na regulação do nível da água, diminuição de erosão e manutenção da estabilidade dos canais (Santos, Piroli e Gouveia, 2021).

A recuperação dessas áreas é fundamental para a garantia da proteção ao rio Guamá e promoção da segurança hídrica da população do nordeste paraense, por isso, a utilização de técnicas adequadas de recomposição da vegetação é o ponto de partida para restaurar as áreas mineradas, dando-se prioridade ao uso de espécies nativas da região e que possuam alta plasticidade e adaptabilidade às más condições do terreno (Sousa *et al.*, 2021). Embaúba (*Cecropia distachya* Huber), Ingazeiro (*Inga heterophylla* Willd), Tamanqueira (*Zanthoxylum rhoifolium* Lam) e Envira-preta (*Guatteria punctata* (Aubl.) R.A Howard.) são apenas algumas das espécies já utilizadas em projetos de restauração ecológica em áreas de mineração de seixo em Capitão Poço, as quais, aliadas ao aporte de matéria orgânica na forma de serrapilheira, contribuíram positivamente para a qualidade química e biológica do solo pós mineração (Martins *et al.*, 2018).

1. **CONCLUSÃO**

Este trabalho mapeou áreas degradadas pela mineração de agregados no nordeste paraense e identificou quatro como de urgente necessidade de restauração, as quais comprometem diretamente a integridade do rio Guamá e a segurança hídrica e alimentar da população do entorno. Nesse sentido, o uso de ferramentas SIG se faz fundamental no monitoramento dessas áreas e identificação de abertura de novas áreas ilegais. Aliado a isso, a fiscalização *in-*situ e a conscientização da população quanto a importância do licenciamentoa ambiental e quanto aos impactos da mineração devem ser ações prioritárias do poder pública local e regional com vistas a impedir a mineração ilegal e garantir o cumprimento da legislação ambiental vigente. Por fim, estudos socioambientais que visem avaliar os impactos da mineração de agregados na qualidade ambiental e de vida da população de Ourém, Capitão Poço e de outros municípios, e formular metodologias mais robustas de seleção de áreas prioritárias na região devem ser realizados, de modo a construir conhecimento que norteie a construção de políticas públicas de mitigação e restauração.

**REFERÊNCIAS**

ARAÚJO, R. N.; PASTANA, J. M. DO N.; COSTA NETO, M. C. DA. **AREIA E SEIXO NA REGIÃO DE OURÉM-CAPITÃO POÇO, NORDESTE DO PARÁ**. CPRM, Belém. 2020.

ASARE, K. Y.; MENSAH, J. V.; BOATENG, J. A.; TENKORANG, E. Y.; HEMMLER, K. Economic and socio-ecological effects of sand mining on livelihoods in the Gomoa East District and Ga South Municipality, Ghana. **The Extractive Industries and Society**, v. 19, p. 101487, 2024.

BUFON, A. G. M.; TAUK TORNISIELO, S. M.; MELO, J. S. C. DE; LANDIM, P. M. B. ATIVIDADES ANTRÓPICAS NA MICROBACIA DO CÓRREGO DA BARRINHA, MUNICÍPIO DE PIRASSUNUNGA, ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL. **Holos Environment**, v. 12, n. 1, p. 58, 21 jun. 2012.

COELHO, Y. C. DE M.; LUCAS, F. C. A.; SARMENTO, P. S. DE M. Percepção ambiental e mineração de agregados: o olhar da população urbano-rural de Ourém, Pará, Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 53, 3 abr. 2020.

DAMSETH, S.; THAKUR, K.; KUMAR, R.; KUMAR, S.; MAHAJAN, D.; KUMARI, H.; SHARMA, D.; SHARMA, A. K. Assessing the impacts of river bed mining on aquatic ecosystems: A critical review of effects on water quality and biodiversity. **HydroResearch**, v. 7, p. 122–130, 2024.

DUJARDIN, E.; VERCRUYSSE, K.; COHEN, S.; POESEN, J.; VANMAERCKE, M. Mapping and modeling riverine sand and gravel mining at the sub-continental scale: A case study for India. **Science of The Total Environment**, v. 912, p. 169200, 2024.

FONSECA, T. P. D. L.; PAULA, B. L. DE; PEREIRA, L. E. **Uso de geotecnologia para identificação de área degradada nas proximidades da Comu-nidade Tradicional de Antonio Maria Coelho, Corumbá/MS**. Anais 5º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal. Corumbá, 2014.

LEAL, J. V.; TODT, V.; THUM, A. B. O USO DE SIG PARA MONITORAMENTO DE ÁREAS DEGRADADAS - ESTUDO DE CASO: APP DO ARROIO GIL, TRIUNFO-RS. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 65, n. 5, p. 967–983, 2013.

MARTINS, W. B. R.; FERREIRA, G. C.; SOUZA, F. P.; DIONISIO, L. FERNANDES S.; OLIVEIRA, F. D. A. DEPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA E NUTRIENTES EM ÁREAS DE MINERAÇÃO SUBMETIDAS A MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL EM PARAGOMINAS, PARÁ. **FLORESTA**, v. 48, n. 1, p. 37, 13 mar. 2018.

ROCHA, D. P. N.; SILVA, J. M. P. A Mineração em Pequena Escala (MPE) no Estado do Pará e a (Des)Ordem do Território. **Revista Geoamazônia**, v. 2, n. 1, p. 1–18, 31 dez. 2013.

SANTOS, R. DOS; PIROLI, E. L.; GOUVEIA, I. C. M. C. Conflitos de uso da terra em áreas de preservação permanente no município de Presidente Epitácio, estado de São Paulo, Brasil. **Boletim de Geografia**, v. 39, p. 178–194, 25 nov. 2021.

SAUMA FILHO, M.; RUIVO, M. DE L. P.; CONCEIÇÃO, H. E. O. DA; VIÉGAS, I. DE J. M.; GONÇALVES, A. C. DA S.; TEIXEIRA, O. M. M.; OLIVEIRA, J. N.; GALVÃO, R. M. ATRÍBUTOS QUÍMICOS DO SOLO CONSTRUÍDO APÓS A EXTRAÇÃO DE SEIXO EM CAPITÃO POÇO, PARÁ, BRASIL. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 64608–64623, 2020.

SOUSA, E. J. B. DE; PINHEIRO, K. A. O.; CARNEIRO, F. DA S.; PINHEIRO, G. L.; SOUSA, J. DO C. M. DE; AMORIM, M. B.; FRAZÃO, A. DA S.; CASTRO, C. V. B.; RIBEIRO, E. G. P. Uso de espécies nativas na restauração de ecossistemas florestais alterados pela retirada de seixo no nordeste paraense. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 9, p. e32310916937, 26 jul. 2021.

SOUZA, C. M. *et al.* Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine. **Remote Sensing**, v. 12, n. 17, p. 2735, 25 ago. 2020.

WICKHAM, H. **ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis**. Cham: Springer International Publishing, 2016.