



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ANANINDEUA
FACULDADE DE TECNOLOGIA EM GEOPROCESSAMENTO

Mateus Mar Siqueira

**AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL – AIA NA MINERAÇÃO:
alguns subsídios pelo método *Check List***

ANANINDEUA, PA

2025

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ANANINDEUA
FACULDADE DE TECNOLOGIA EM GEOPROCESSAMENTO

Mateus Mar Siqueira

**AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL – AIA NA MINERAÇÃO:
alguns subsídios pelo método *Check List***

Trabalho de Curso apresentado para obtenção do grau de Tecnólogo(a) em Geoprocessamento pela Faculdade de Tecnologia em Geoprocessamento da Universidade Federal do Pará, Campus Ananindeua.

Orientador: Prof. Dr. Estêvão J. S. Barbosa

ANANINDEUA, PA

2025

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a)
autor(a)**

Siqueira, Mateus Mar.

AValiação de Impacto Ambiental - AIA NA
MINERAÇÃO: ALGUNS SUBSÍDIOS PELO MÉTODO
CHECK LIST / Mateus Mar Siqueira. — 2025.

9 f.

Orientador(a): Prof^a. Dra. Estêvão José da Silva Barbosa
Trabalho de Conclusão (Graduação) - Universidade
Federal do Pará, Campus Universitário de Ananindeua,
Curso de Geoprocessamento, Ananindeua, 2025.

1. Impacto Ambiental. Sustentabilidade. Mitigação..
I. Título.

CDD 333.7514

Mateus Mar Siqueira

**AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL – AIA NA MINERAÇÃO:
alguns subsídios pelo método *Check List***

Trabalho de Curso apresentado para obtenção do grau de Tecnólogo(a) em Geoprocessamento pela Faculdade de Tecnologia em Geoprocessamento da Universidade Federal do Pará, Campus Ananindeua.

Data de aprovação: 22/09/2025

Conceito: Excelente

Ananindeua – PA

Prof. Dr. Estêvão José da Silva Barbosa
Orientador(a) – Presidente(a) da Banca Avaliadora
UFPA

Prof. Dr. Artur Vinícius Ferreira dos Santos
Examinador
UFPA

Mateus Mar Siqueira
Discente

SIQUEIRA, Mateus Mar; BARBOSA, Estêvão José da Silva. Avaliação de Impacto Ambiental – AIA na mineração: alguns subsídios pelo método *Check-List*. **Geotecnologias e ensino**, Ananindeua – PA, UFPA, 2025, v.1, 2025, p.1-9.

AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL – AIA NA MINERAÇÃO: alguns subsídios pelo método *Check List*

Mateus Mar Siqueira¹
Estêvão José da Silva Barbosa²

RESUMO

O trabalho apresenta alguns subsídios para Avaliação de Impacto Ambiental – AIA, destacando-se o método *Check-List*. Como exemplo, tomou-se os impactos ambientais da extração mineral. Destacam-se benefícios como a geração de empregos e tributos, mas também prejuízos significativos, dentre eles o desmatamento, a degradação do solo, a poluição da água e do ar e a alteração da paisagem. A partir do método *checklist*, foi possível identificar e classificar os impactos, concluindo-se que a mineração, embora importante economicamente, exige medidas mitigadoras para reduzir os danos ambientais e sociais. Além disso, também se indicou como o geoprocessamento é uma ferramenta importante nas diversas fases da AIA, desde o levantamento de dados até a análise, o diagnóstico e a representação de informações e dados geoespaciais.

Palavras-chave: Impacto Ambiental. Sustentabilidade. Mitigação.

ABSTRACT

The paper presents some insights into Environmental Impact Assessment (EIA), highlighting the Check-List method. The environmental impacts of mineral extraction were taken as an example. Benefits such as job creation and tax revenues stand out, but so do significant losses, including deforestation, soil degradation, water and air pollution, and landscape alteration. Using the checklist method, it was possible to identify and classify the impacts, concluding that mining, while economically important, requires mitigating measures to reduce environmental and social damage. Furthermore, it also highlighted how geoprocessing is an important tool in the various phases of EIA, from data collection to analysis, diagnosis, and representation of geospatial information and data.

Key words: Environmental Impact. Sustainability. Mitigation.

1 INTRODUÇÃO

A Avaliação de Impacto Ambiental é um conjunto de tecnologias e metodologias que visa identificar, analisar e simplificar os efeitos de um empreendimento, positivos e negativos,

¹ Graduando do curso de Geoprocessamento da Universidade Federal do Pará – UFPA, Campus Ananindeua – CANAN.

² Orientador. Doutor em Geografia Física Docente e pesquisador(a) na Faculdade de Tecnologia em Geoprocessamento - FTG do CANAN-UFPA.

em termos de impactos no meio ambiente (Jesus *et al.*, 2021). Um importante setor que pode se beneficiar – e consequentemente beneficiar a sociedade e o ambiente – com a aplicação da AIA é o da mineração, considerado como uma das atividades econômicas de maior relevância no Brasil, pois desempenha papel estratégico na geração de empregos, arrecadação de tributos e no fornecimento de matérias-primas essenciais para diversos setores industriais. No entanto, essa atividade está diretamente relacionada a impactos ambientais significativos, que precisam ser avaliados de forma criteriosa para garantir equilíbrio entre desenvolvimento econômico e preservação ambiental (Costa; Soares, 2005; Sánchez, 2013).

Em face da legislação ambiental brasileira, o AIA surge como subsídio na elaboração do Estudo de Impacto Ambiental – EIA, um instrumento fundamental para se analisar e para compreender as consequências da exploração mineral, possibilitando a proposição de medidas mitigadoras que visem reduzir e/ou compensar danos ao meio ambiente (Brasil, 1986). A extração da bauxita, por exemplo, é uma atividade que exemplifica essa dualidade, pois ao mesmo tempo em que contribui para o crescimento econômico, também gera alterações locais expressivas (Jordan, 2010).

Assim, a partir de autores como Jesus *et al.* (2021), Costa e Soares (2005), Sánchez (2013) e Jordan (2010), este estudo apresenta subsídios para avaliar os principais impactos decorrentes da extração mineral, especificamente de bauxita, identificando a partir do método *Check-List* os riscos, consequências e alternativas que possibilitem o desenvolvimento de forma sustentável, em consonância com a necessidade de proteger os recursos naturais e assegurar qualidade de vida para as presentes e futuras gerações. Além disso, também se indicou como o geoprocessamento pode ser uma ferramenta importante nas diversas fases da AIA, desde o levantamento de dados até a análise, diagnóstico e representação de informações e dados geoespaciais.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento deste estudo envolveu a articulação de diferentes disciplinas do curso de graduação, a exemplo de “Planejamento Ambiental e Ordenamento Territorial por Geoprocessamento”, “Estratégias de Ordenamento Territorial” e “Cartografia Temática”, com destaque para os tópicos de Projetos Ambientais, Avaliação de Impactos Ambientais – AIA e Ecologia Aplicada. Essas disciplinas forneceram a base teórica e prática necessária para a compreensão dos processos de degradação ambiental e, por conseguinte, para a elaboração de estratégias de mitigação.

A metodologia utilizada consistiu na aplicação do método do *Check-List*, amplamente adotado em Estudos de Impacto Ambiental – EIA. Esse método possibilita a identificação sistemática dos impactos gerados em cada fase do empreendimento, classificando-os quanto à natureza, intensidade, abrangência e duração. O *Check-List* representa um dos métodos mais utilizados em AIA (Jesus *et al.*, 2021). A análise pelo método acima indicado se estrutura em três etapas principais, descritas a seguir.

2.1 Diagnóstico ambiental preliminar

O diagnóstico ambiental preliminar é o levantamento das características do meio físico, biótico e socioeconômico da área, com base em dados secundários disponíveis em literatura técnica e relatórios técnicos.

2.2 Identificação e classificação dos impactos

Esta fase é a própria aplicação do *Check-List* para discriminar os impactos positivos e negativos, diretos e indiretos, temporários ou permanentes, e o grau de reversibilidade dos mesmos. Consiste na identificação e enumeração dos impactos, a partir da diagnose ambiental feita por especialistas dos meios físico, biótico e socioeconômico. Os especialistas relacionam os impactos decorrentes das várias fases do empreendimento, categorizando-os em positivos ou negativos etc., conforme o tipo da modificação antrópica que será introduzida no sistema analisado (Costa; Soares, 2005).

As principais definições empregadas nesta fase da AIA são:

- *Ação geradora*: refere-se à identificação das causas propriamente ditas do impacto. Ex- plicita a ação ou ações geradoras do impacto. Na ação geradora, um mesmo tipo de im- pacto poderá ter causas diversas, associadas às várias atividades do processo de execu- ção do empreendimento.
- *Descrição e análise*: descreve o processo de modificação do meio ambiente e os ele- mentos afetados, analisando-se suas condições atuais e as condições resultantes das interferências das obras.
- *Classificação*: compreende a qualificação das modificações ambientais resultantes da obra, seguindo a seguinte classificação:
 - a) *Categoria do impacto*: impactos negativos (N) ou positivos (P) em suas consequências;
 - b) *Tipo de impacto*: discriminação dos seus efeitos, podendo ser direto (D) ou indireto (I);
 - c) *Área de abrangência*: o impacto foi classificado conforme sua área de abrangência, em local (L) e regional (R);
 - d) *Duração*: é o tempo que o impacto atua na área em que se manifesta, variando entre temporário (T), permanente (P) e cíclico (C);
 - e) *Reversibilidade*: quando é possível reverter à tendência, levando-se em conta a aplicação de medidas para reparação do mesmo, ou a suspensão da atividade geradora, podendo então ser considerado reversível (Rv) ou irreversível (Ir);
 - f) *Magnitude*: levando-se em conta a força com que o impacto se manifesta, segundo uma escala nominal de forte (Fo), médio (M), fraco (Fr) e variável (V);
 - g) *Prazo*: considerando o tempo para o impacto se manifestar, sendo a curto (Ct), médio (Md) e longo prazo (Lg);
 - h) *Medida mitigadora ou potencializadora*: são as destinadas a prevenir impactos negativos ou reduzir sua magnitude e potencializar (quando o impacto é positivo) a alteração imposta ao meio ambiente em função da implantação do empreendimento.

2.3 Proposição de medidas mitigadoras

Esta é a fase de elaboração de recomendações voltadas à redução, compensação ou prevenção dos impactos negativos gerados, associadas ainda à potencialização dos benefícios socioeconômicos oriundos de uma atividade. Além disso, é elaborada uma matriz de impactos ambientais, instrumento que permite correlacionar as ações de um empreendimento com os componentes ambientais afetados, fornecendo uma visão abrangente dos efeitos da atividade, a exemplo dos que a extração da bauxita provoca sobre o meio ambiente.

3 RESULTADOS

A partir de revisão de literatura técnica (Jordan, 2010), listam-se na sequência deste trabalho os impactos positivos e negativos da mineração de bauxita, ou seja, a Matriz de Impactos, também sintetizada no Quadro 1.

3.1 Identificação de impactos positivos

3.1.1 Geração de renda

A resposta positiva da mineração acontece principalmente no setor econômico, com a geração de trabalho e de renda, pagamento de impostos, desenvolvimento de vínculos empregatícios de forma indireta em outros setores. Assim também acontece a contratação de profissionais para áreas sobrecarregadas e desenvolvimento da infraestrutura, como construção de escolas, unidades ambulatoriais melhorando indicadores sociais e elevando o índice de desenvolvimento humano.

3.2 Identificação de impactos negativos

3.2.1 Poluição sonora

O preparo das áreas para mineração dá-se, muitas vezes, por meio de explosões. Maciços rochosos muito compactados passam pelo processo de desmonte com o auxílio de explosivos, causando então ruídos que perturbam a biodiversidade e muitas vezes espantam animais de suas áreas.

3.2.2 Perda da cobertura vegetal

Para realizar a mineração de lavra a céu aberto, a primeira etapa refere-se à retirada da cobertura vegetal. Diversas áreas são desmatadas, provocando possíveis alterações climáticas e causando prejuízos à fauna e à flora.

3.2.3 Degradação do solo

A mineração pode causar degradação do solo devido à remoção da camada vegetal e à exposição a substâncias tóxicas.

3.2.4 Assoreamento dos rios

A atividade de extração de minérios é uma das responsáveis pelo assoreamento dos rios. Para retirar do solo e subsolo os minerais, é preciso desmatar e desagregar rochas e retirar toneladas de material que com as chuvas acabam por chegar aos cursos d'água. Mesmo com as barragens de resíduos da mineração, uma grande quantidade de sedimentos, originados no processo de mineração alcança os cursos d'água.

3.2.5 Degradação da paisagem

A mineração mais comum no Brasil é a lavra a céu aberto. A exploração de minério dessa forma requer desmatar uma determinada área e retirar o solo fértil (também chamado pelas mineradoras de solo estéril, pois possui baixo teor de minério). A área é "recortada" em blocos, que conferem à região uma paisagem repleta de "degraus", modificando então toda a paisagem

3.2.6 Poluição e contaminação dos recursos hídricos

A contaminação dos recursos hídricos pode ocorrer de três maneiras na mineração:

- Por meio do alto consumo de água para beneficiamento do minério;
- Por meio do rebaixamento do lençol freático durante a etapa de extração do minério, diminuindo o fluxo de água dos rios e impactando também a recarga dos aquíferos
- Possível contaminação das águas por meio de rejeitos com concentração de substâncias tóxicas que são levadas até os recursos hídricos pelo escoamento superficial das águas ou através do solo, o qual, ao contaminar-se, pode também contaminar os recursos hídricos. As minerações de ferro, areia e granito, por exemplo, podem contaminar e poluir as águas pela lama gerada durante o processo de mineração. Essa lama precisa ser contida por barragens.

3.2.7 Geração de resíduos e rejeitos

A produção de rejeitos (resíduos que sobram após o beneficiamento do minério valioso) não é um problema desde que esses sejam contidos ou remanejados para recuperação de áreas. Contudo, durante a fase de extração, se não realizada de maneira correta, esses resíduos podem alcançar os recursos hídricos, contaminando-os.

Outro problema é o volume dos depósitos de rejeitos contidos por barragens, que, se não fiscalizadas, podem romper e ter esse volume transportado a áreas mais baixas, alcançando cursos d'água e poluindo o meio ambiente. O volume do depósito pode ser também um problema, quando em elevado nível, pois pode ser levado pelas águas das chuvas até outros recursos hídricos.

3.2.8 Poluição atmosférica

Ocorre devido ao uso de explosivos nas minas que emitem gases poluentes.

3.2.9 Perda da qualidade do solo



Uma das etapas da mineração é a retirada do solo fértil e seu posterior recorte. Ao deixar o solo desnudo, pode haver perda de fertilidade e favorecimento da sua compactação. Ao longo da extração de minérios, os solos podem ser contaminados, como é o caso das minerações de chumbo e zinco, as quais possuem grande concentração de arsênio em seus rejeitos. Algumas áreas acabam tornando-se inutilizadas, visto que algumas substâncias podem permanecer por um longo tempo no solo.

Quadro 1 - Matriz de impactos ambientais da extração de bauxita, com base em Jordan (2010)

Impactos	M.F	M.B	M.S	C	M	I	D	T	O	R	E	C.M	S
Geração de renda			X	+	MG	IG	DM	TT	OD	RL	EL	CM.N	SN
Poluição sonora	X		X	-	MP	IM	DC	TT	OD	RR	EL	CM.N	SN
Perda da cobertura vegetal	X	X		-	MG	IS	DL	TP	OD	RI	EL	CM.S	SS
Degradação do solo	X	X		-	MG	IS	DL	TP	OD	RI	EL	CM.S	SS
Assoreamento de rios e nascentes	X	X	X	-	MG	IS	DL	TP	OI	RI	ER	CM.S	SS
Alteração da paisagem	X	X	X	-	MG	IS	DL	TP	OD	RI	EL	CM.N	SN
Poluição e contaminação dos recursos hídricos	X	X	X	-	MG	IS	DL	TP	OI	RI	ER	CM.S	SS
Geração de resíduos e rejeitos	X	X	X	-	MG	IS	DL	TP	OD	RI	ER	CM.S	SS
Poluição atmosférica	X	X	X	-	MG	IS	DM	TT	OI	RR	ER	CM.S	SS
Perda da qualidade do solo	X	X		-	MG	IS	DL	TP	OD	RI	EL	CM.S	SS

Nota: legenda da Matriz de Impactos:

M.F. – Meio físico

M.B.- Meio biótico

M.S.- Meio socioeconômico

C - Categoria do impacto: Positivo (+) ou Negativo (-).

M - Magnitude (MG/MP): intensidade do impacto (grande, médio, pequeno).

I - Importância (IG/IM/IS): grau de relevância do impacto (grande, médio, pequeno).

D - Duração (DM/DL/DC): quanto tempo dura o impacto (momentâneo, longo prazo, contínuo).

T - Prazo (TT/TP): tempo até a manifestação do impacto (curto prazo = TT, longo prazo = TP).

O - Caráter do impacto (OD/OI): direto (OD) ou indireto (OI).

R - Reversibilidade (RR/RI/RL): se pode ser revertido (reversível ou irreversível).

E - Abrangência (EL/ER): se ocorre em escala local (EL) ou regional (ER).

C.M. - Classe de medida (CM.N / CM.S): se são necessárias medidas mitigadoras (negativas) ou potencializadoras (positivas).

S - Situação social (SN/SS): se afeta indicadores sociais ou não.

Fonte: Jordan (2010)

4 DISCUSSÕES

O resultado da avaliação a partir da matriz de AIA apresentou 10 impactos principais da extração de bauxita, sendo 1 impacto positivo (geração de renda), que contribui para a economia local e regional, melhora a infraestrutura e os indicadores sociais; e 9 impactos negativos, ligados ao meio físico, biótico e social – como poluição sonora, perda da cobertura vegetal, degradação do solo, assoreamento dos rios, alteração da paisagem, poluição hídrica e atmosférica, geração de rejeitos e perda da qualidade do solo.

De forma geral, os resultados mostram que a atividade mineradora, apesar de gerar benefícios econômicos, causa fortes pressões ambientais, com predominância de impactos negativos, de grande magnitude, diretos, permanentes e, em muitos casos, irreversíveis.

No campo socioeconômico, constatou-se que a mineração apresenta efeitos positivos, especialmente pela geração de renda, criação de empregos diretos e indiretos e incremento da arrecadação tributária, fatores que decerto contribuem para o desenvolvimento regional, possibilitando investimentos em infraestrutura e serviços.

No meio físico, os impactos negativos mostraram-se mais expressivos. A degradação do solo foi apontada como um dos efeitos mais significativos, resultante da retirada da cobertura vegetal e da exposição a agentes erosivos e substâncias tóxicas. O assoreamento de rios e de nascentes também se destaca, ocasionado pelo carreamento de muitos sedimentos provenientes das áreas de extração, afetando a qualidade da água e a dinâmica dos cursos hídricos.

Quanto ao meio biótico, a perda da cobertura vegetal e a alteração da paisagem foram impactos de grande relevância, uma vez que comprometem a biodiversidade local, provocam deslocamento de espécies e reduzem os serviços ecossistêmicos. A poluição sonora, que é decorrente das explosões utilizadas no desmonte de rochas, e a poluição atmosférica, causada pela emissão de gases e partículas, também demonstraram efeitos diretos sobre a fauna e a saúde humana.

Outro ponto crítico identificado foi a contaminação dos recursos hídricos, tanto pelo uso intensivo de água no beneficiamento do minério quanto pela possibilidade de vazamento de rejeitos. Esses rejeitos, se não forem devidamente contidos, podem comprometer a qualidade da água superficial e subterrânea, tornando-se um risco ambiental de grandes proporções.

Os resultados reforçam a necessidade de implementação de medidas mitigadoras, como planos de recuperação de áreas degradadas, técnicas de revegetação, monitoramento contínuo da qualidade da água e do solo, além do uso de tecnologias menos impactantes. A análise também demonstra a importância de fiscalizações rigorosas e de políticas públicas voltadas ao ordenamento territorial e à gestão ambiental integrada.

Em toda esta análise, para diagnóstico, no planejamento da atividade e na elaboração de programas de monitoramento, dentre outras medidas, o geoprocessamento pode auxiliar de diversas maneiras. Abaixo, são elencadas possibilidades de aplicação desta ferramenta em AIA e EIA relacionados com a extração mineral:

- Mapeamento de recursos naturais;
- Mapeamento temático dos meios físico e biótico (geologia, solos, vegetação, clima e hidrografia);
- Mapeamento de desigualdades demográficas e socioeconômicas e sua evolução ao longo do tempo;
- Delimitação das áreas de impacto direto e indireto;
- Monitoramento de espécimes da flora e fauna por georreferenciamento e utilização de sensoriamento remoto;
- Mapeamento de fenômenos erosivos e deposicionais em solo e nos rios;
- Mapeamento de índices e de áreas críticas de contaminação e poluição – das águas, do solo e do ar;
- Mapeamento e monitoramento das unidades de paisagem e suas mudanças;
- Controle das áreas de preservação/conservação, das áreas mineradas e das que necessitam de mitigação de impactos.

Assim, evidencia-se que, embora a mineração de bauxita represente importante vetor econômico, seus impactos ambientais demandam uma abordagem preventiva e sustentável, de forma a equilibrar o desenvolvimento produtivo com a conservação ambiental e o bem-estar social. O geoprocessamento, em particular, não é apenas uma ferramenta para mapeamento, georreferenciamento, extração e representação de dados e de informações geoespaciais, mas também de análise e de tomada de decisões. Na elaboração da AIA, perpassa todas as fases, desde o diagnóstico ambiental preliminar até a identificação e classificação de impactos e a proposição de medidas mitigadoras.

5 CONCLUSÃO

A aplicação do método do *Check-List* permitiu identificar e classificar os principais impactos ambientais decorrentes da extração de bauxita. Os resultados evidenciaram uma relação direta entre a exploração mineral e a modificação simultânea dos meios físico, biótico e socioeconômico.

Com a análise, evidenciou-se que a mineração de bauxita, embora constitua uma atividade para o desenvolvimento econômico, apresenta impactos ambientais significativos que não podem ser negligenciados. A geração de empregos, o aumento da arrecadação tributária e o fortalecimento da infraestrutura regional configuram-se, assim, como aspectos positivos da atividade, entretanto esses benefícios vêm acompanhados de sérias consequências socioambientais.

Diante desse cenário, é indispensável a adoção de medidas mitigadoras eficazes, que englobem desde o planejamento adequado das atividades minerárias até a execução de programas de recuperação ambiental e de monitoramento contínuo dos recursos naturais. Somente por meio de práticas sustentáveis será possível conciliar a exploração dos recursos minerais com a preservação dos ecossistemas e a promoção do bem-estar social.

Portanto, o presente estudo reforça a importância do Estudo de Impacto Ambiental – EIA como ferramenta essencial para a tomada de decisões, permitindo avaliar de forma crítica as consequências da mineração, e subsidiar a implementação de estratégias que venham a assegurar o equilíbrio entre crescimento econômico e conservação ambiental.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Brasília, 1986.
- COSTA, H. S. M.; SOARES, J. B. **Avaliação de Impactos Ambientais**. Belo Horizonte: UFMG, 2005.
- JESUS, M. S. *et al.* Métodos de avaliação de impactos ambientais: uma revisão bibliográfica. Brazilian **Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.4, p. 38039-38070, abr. 2021.
- JORDAN, R. **A mineração e o meio ambiente no Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010
- SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.