

**Proposição de diretrizes considerando a vulnerabilidade ambiental
para os Estudos de Impacto Ambiental de extração de rochas
ornamentais**

**Proposition of guidelines considering the environmental vulnerability
for the Environmental Impact Statement of extraction of ornamental
rocks**

DOI:10.34117/bjdv7n4-201

Recebimento dos originais: 10/03/2021

Aceitação para publicação: 08/04/2021

Leonardo Monjardim Amarante

Mestre em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável

Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo

Endereço: Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico,
Departamento de Engenharia Ambiental. Av. Fernando Ferrari, 514, Goiabeiras,
CEP 29075-910 - Vitória, ES
E-mail: leonardo@monjardim.com

Luciana Harue Yamane

Doutora em Ciências

Instituição: Universidade de São Paulo

Endereço: Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico,
Departamento de Engenharia Ambiental. Av. Fernando Ferrari, 514, Goiabeiras,
CEP 29075-910 - Vitória, ES
E-mail: luciana.yamane@ufes.br

Renato Ribeiro Siman

Doutor em Hidráulica e Saneamento

Instituição: Escola de Engenharia de São Carlos (USP – EESC)

Endereço: Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico,
Departamento de Engenharia Ambiental. Av. Fernando Ferrari, 514, Goiabeiras,
CEP 29075-910 - Vitória, ES
E-mail: renato.siman@ufes.br

Gilson Silva Filho

Doutor em Ecologia e Recursos Naturais

Instituição: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF)

Endereço: Centro Universitário São Camilo - ES, Rua São Camilo de Lellis, 01,
Paraíso
CEP 29304910 - Cachoeiro de Itapemirim, ES
E-mail: silva.filho.gilson@gmail.com

Fernanda Aparecida Veronez

Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental

Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

Endereço: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, *Campus* Vitória. Av. Vitória, 1729 - Coordenadoria de Saneamento

Ambiental, Jucutuquara, CEP 29040780 - Vitória, ES

E-mail: fveronez@ifes.edu.br

RESUMO

Muitos projetos do setor de mineração de rochas ornamentais implantados são distintos dos projetos descritos durante os Estudos de Impacto Ambiental (AIA), o que dificulta ou impede a comparação entre os impactos previstos e aqueles verificados após a conclusão do empreendimento. Além disso, as perturbações provocadas pelas atividades de mineração, quando iniciadas, proporcionam diferentes respostas do meio em função das características naturais e humanas do local. Esta pesquisa considerou o conceito de vulnerabilidade ambiental para avaliar a qualidade dos Estudos de Impacto Ambiental e sua concordância com as resoluções e melhores práticas do setor, além de sugerir diretrizes para os termos de referência que norteiam a elaboração desses estudos. Foram aplicadas ferramentas que consideram 8 Variáveis Legais utilizadas para a análise da concordância com a legislação e 5 Variáveis Técnicas para a análise dos aspectos técnicos abordados. Foram consideradas as 267 empresas com maior volume de produção de rochas ornamentais com licenças de operação válidas sendo avaliados 65 Estudos de Impacto Ambiental. Os resultados indicaram que muitas empresas mineradoras não contemplaram itens fundamentais e de importância significativa na avaliação de impactos ambientais, tais como: a definição de área de influência indireta, descrição dos impactos e proposição de medidas sobre o meio antrópico, além da definição de programas de monitoramento. Ademais, defende-se que a determinação do tipo de Estudo de Impacto Ambiental não deveria ser somente baseada no porte do empreendimento e sua produção mensal, mas também considerar a vulnerabilidade ambiental das áreas de influência direta e indireta. Portanto, torna-se essencial que os estudos sejam revisados pelo órgão ambiental competente por meio de Termos de Referência de acordo com a vulnerabilidade ambiental.

Palavras-chave: Rochas ornamentais, estudos de impacto ambiental, vulnerabilidade ambiental, licenciamento ambiental.

ABSTRACT

Many projects in the ornamental rocks mining sector implemented are different from the projects described during the Environmental Impact Statement, which makes it difficult or impossible to compare the expected impacts with those verified after the end of the project. In addition, the disturbances caused by mining activities, when initiated, provide different responses of the environment depending on the natural and human characteristics of the site. This research work considered the concept of environmental vulnerability to assess the quality of Environmental Impact Statements and its agreement with the resolutions and best practices in the sector, in addition to suggesting guidelines for the terms of reference that guide the preparation of these studies. Tools were applied that consider 8 Legal Variables used to analyze compliance with the legislation and 5 Technical Variables for the analysis of the technical aspects covered. The 267 companies with the highest volume of ornamental rocks production with valid operating licenses were considered, with 65 Environmental Impact Statements being evaluated. The results

indicated that many mining companies did not contemplate fundamental items and of significant importance in the assessment of environmental impacts, such as: the definition of the area of indirect influence, description of the impacts and proposal of measures on the anthropic environment, in addition to the definition of monitoring. Furthermore, it is argued that the determination of the type of Environmental Study should not only be based on the size of the project and its monthly production, but also consider the environmental vulnerability of the areas of direct and indirect influence. Therefore, it is essential that the studies are reviewed by the competent environmental agency through Reference Terms according to the environmental vulnerability.

Keywords: Ornamental rocks, environmental impact statement, environmental vulnerability, environmental licensing.

1 INTRODUÇÃO

Os Estudos Ambientais fazem parte do processo de licenciamento ambiental podendo ser mais amplos, e acompanhados de audiência pública, ou mais simplificados, porém com estrutura semelhante, no caso de empreendimentos com menores impactos ambientais. O órgão licenciador, portanto, pode facultar a apresentação do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) acompanhado do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) e exigir o Relatório de Controle Ambiental (RCA), ou Plano de Controle Ambiental (PCA) acompanhado do Projeto de Recuperação de Área Degradada (PRAD), e todos devem ser elaborados a partir de um Termo de Referência (TR) (CONAMA, 1997). Comum a todos os estados e regulamentado pela Resolução CONAMA 001/1986, o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) são exigidos no licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades que possam causar significativos impactos ambientais, como por exemplo, a extração de rochas ornamentais (CONAMA, 1986).

No entanto, segundo Bragagnolo *et al.* (2017), a qualidade dos Estudos de Impacto Ambiental é muito variável, pois a participação do público geralmente é fraca, a capacidade institucional é baixa, faltam diretrizes técnicas, as medidas mitigadoras prescritas são frequentemente negligenciadas e os potenciais impactos sociais raramente são avaliados conferindo muitas vezes baixa qualidade aos EIA.

Estudo realizado por Aversa e Montañó (2019) também apontou que a falta de padronização do escopo dos EIA, a ausência de informações importantes para prevenção e avaliação de impactos potenciais, a identificação de impactos sem informações de linha base e a proposição de medidas mitigadoras para impactos não identificados nos EIA limitam a efetividade da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA).

Nesse sentido, Faria e Silva (2017) e Almeida *et al.* (2019) defendem que a simplificação e melhorias na eficiência da AIA, além da ampliação da participação pública são as principais modificações necessárias do licenciamento ambiental.

No estado do Espírito Santo (ES) há uma baixa efetividade na Avaliação de Impactos Ambientais em função da baixa qualidade da informação apresentada ao órgão ambiental para áreas críticas dos EIA conforme evidenciado em estudo realizado por Veronez e Montañó (2017) que analisaram a qualidade dos estudos de impacto ambiental no ES no período de 2007 a 2013. Os resultados apontaram que as limitações verificadas são decorrentes principalmente da etapa de elaboração do escopo e emissão dos Termos de Referência.

Em concordância com a baixa qualidade dos EIA, o estudo realizado pelo Banco Mundial (2016) apontou como uma das fragilidades do licenciamento ambiental a falta de critérios de padronização para a realização e a avaliação dos estudos de impacto ambiental, evidenciado, dentre outros, pela falta de critério para definição das áreas direta e indiretamente afetadas.

Estudo realizado por Santos (2017) demonstrou que a articulação do zoneamento ecológico-econômico (ZEE) com o licenciamento ambiental é fraca, visto que dos 58 ZEEs brasileiros, apenas 16 mencionam ou atrelam condições para o licenciamento ambiental às suas diretrizes e zonas.

Além do ZEE, a vulnerabilidade ambiental local também deve ser considerada nos processos de planejamento do território conforme exposto por Jordão e Moretto (2015). A análise da vulnerabilidade ambiental permite identificar os recursos mais sensíveis ao impacto e assim focar as medidas preventivas.

Diante do exposto, a seguinte lacuna foi identificada: como determinar critérios específicos para os Termos de Referência, a partir do Mapa de Vulnerabilidade proposto pelo Zoneamento Ecológico e Econômico, de forma a realçar os elementos críticos e essenciais para elaboração dos Estudos Ambientais referentes à extração de rochas ornamentais que considerem as características locais? Para responder esta pergunta, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as diretrizes e qualidade, por meio de variáveis técnicas e legais, dos Estudos Ambientais necessários ao licenciamento de empreendimentos de extração de rochas ornamentais, para então, reforçar a importância de Termos de Referência (TR) específicos, com diretrizes que realcem os itens de maior relevância em diferentes níveis de vulnerabilidade.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ESTUDOS AMBIENTAIS

Foram avaliados 65 Estudos Ambientais disponibilizados pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA-ES), que atendiam aos critérios de inclusão descritos a seguir, foram selecionados para avaliação por meio de uma amostragem não probabilística, pelo método de conveniência:

- Empresas que estão entre as 100 principais produtoras do estado, definidas pelo Anuário Mineral Estadual (DNPM, 2016), independente do porte, por serem mais impactantes;
- Empresas com as licenças ambientais válidas no Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA) no período entre 2013 e 2017, pois continuam impactando;
- Empresas que desempenham a atividade de extração de rochas ornamentais em fase de operação e tenham sido submetidas/enquadradas à apresentação de estudos simplificados como RCA/PCA/PRAD no período entre 2013 e 2017, sem AIA (Avaliação de Impacto Ambiental);
- Empresas que possuem Estudos Ambientais disponibilizados para consulta pública na biblioteca do IEMA.

2.2 METODOLOGIA DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida em 4 etapas metodológicas, conforme detalhado a seguir.

2.2.1 Etapa 1 - Avaliação da qualidade dos Estudos Ambientais

Para a avaliação da qualidade dos Estudos Ambientais foi elaborado um conjunto de Variáveis Legais e Técnicas com base em duas listas de verificação propostas por Zanzini (2001) e Almeida *et al.* (2014), além dos critérios técnicos abordados por Sánchez (2013).

As Variáveis Legais (VL) verificaram a concordância com a legislação pertinente e o licenciamento ambiental (Instruções Normativas, Resoluções e Termos de Referência), sendo divididas em 8 (oito) Variáveis Legais: VL1: Informações sobre o empreendimento; VL 2: Limites geográficos; VL3: Diagnóstico ambiental; VL 4: Qualidade ambiental; VL 5: Impactos ambientais; VL 6: Medidas ambientais; VL 7:

Programas de monitoramento; e VL 8: Multidisciplinaridade e habilitação da equipe. A atribuição dos pesos a estas oito variáveis totaliza uma nota 100 e com exceção das variáveis 6 e 7, cada variável recebeu peso 10.

Já as Variáveis Técnicas (VT) avaliaram a concordância com os aspectos técnicos (melhores práticas do setor) segundo Sánchez (2013), sendo consideradas 5 (cinco) Variáveis Técnicas: VT 1: Tipo de abordagem; VT 2: Qualidade dos mapas, figuras e anexos; VT 3: Estrutura do estudo; VT 4: Estilo de escrita; e VT 5: Enunciado dos impactos.

Os pesos atribuídos para essas variáveis também totalizam uma nota 100 conforme, porém os pesos atribuídos para as variáveis são diferentes, sendo: VT1 e VT4 receberam peso 25%, VT3 recebeu peso 20% e VT2 e VT5 receberam peso 15%.

2.2.2 Etapa 2 - Cálculo dos Índices de Concordância e da correlação entre as variáveis.

Os valores assumidos pelos Estudos Ambientais e pelas Variáveis Legais e Técnicas foram avaliados mediante o cálculo de Índices de Concordância (Equações 1 a 6) que variam de 0 a 1, e foram divididos em 5 classes de concordância, de acordo com a classificação apresentada na Tabela 1.

TABELA 1: Classes de concordância propostas para os Índices de Concordância

| Intervalo | Classificação |
|------------------|----------------------|
| $0,0 \geq 0,2$ | Muito baixa |
| $0,2 \geq 0,4$ | Baixa |
| $0,4 \geq 0,6$ | Média |
| $0,6 \geq 0,8$ | Alta |
| $0,8 \geq 1,0$ | Muito alta |

- Índices de Concordância Legal

A concordância dos Estudos Ambientais com os aspectos legais e de licenciamento foi estimada por meio do Índice de Concordância Legal do Estudo (L_{CE}). O índice é a relação entre o somatório da nota atribuída durante a análise a cada variável legal ((L)) e o somatório do máximo valor que cada variável legal poderia assumir ($V_{(L)j}$), como mostra a Equação 1. Este índice atribui quanto o estudo está em conformidade com a legislação segundo os pesos dados.

$$L_{CE} = \frac{\sum_j v_{(L)j}}{\sum_j V_{(L)j}} \quad (\text{Eq. 1})$$

A quantificação da concordância de cada variável legal com a legislação foi estimada por meio do Índice de Concordância Legal da Variável (L_{CV}). Seu valor expressa a relação entre o somatório da nota atribuída durante a análise a cada item que compõe a Variável Legal ($i_{(L)j}$) e o máximo valor que essa variável pode assumir ($V_{(L)}$) apresentado pela Equação 2.

$$L_{CV} = \frac{\sum_j i_{(L)j}}{V_{(L)}} \quad (\text{Eq. 2})$$

A fração de Estudos Ambientais que cumprem um determinado item de uma Variável Legal foi calculada por meio do Índice de Concordância Legal do Item (L_{CI}), onde $I_{(L)j}$ é o número de Estudos Ambientais analisados que cumpriram o j-ésimo item da variável legal e n o número total de Estudos Ambientais que compuseram o estudo (vide Equação 3). O item só é considerado cumprido quando recebe a totalidade da nota atribuída a ele.

$$L_{CI} = \frac{I_{(L)j}}{n} \quad (\text{Eq. 3})$$

- Índices de Concordância Técnica

A concordância técnica dos Estudos Ambientais foi calculada por meio do Índice de Concordância Técnica do Estudo (T_{CE}). O índice é a relação entre a soma da nota atribuída para cada variável técnica ($v_{(T)j}$) e o somatório do máximo valor que cada variável técnica pode alcançar ($V_{(T)j}$) de acordo com a Equação 4. Em outras palavras, o resultado vai atribuir o quanto o estudo está em conformidade com as melhores práticas de elaboração.

$$T_{CE} = \frac{\sum_j v_{(T)j}}{\sum_j V_{(T)j}} \quad (\text{Eq. 4})$$

O cálculo da concordância de cada variável técnica com as melhores práticas de avaliação de impacto ambiental disseminadas internacionalmente foi ponderado por meio do Índice de Concordância Técnica da Variável (T_{CV}). Assim, este índice é dado pela Equação 5 e revela a relação entre a soma da nota atribuída durante a verificação de cada item que compõe a variável técnica ($i_{(T)j}$) e o valor máximo que essa variável pode assumir ($V_{(T)}$).

$$T_{CV} = \frac{\sum_j i_{(T)j}}{V_{(T)}} \quad (\text{Eq. 5})$$

O cumprimento de um determinado item de uma variável técnica dos diversos Estudos Ambientais foi estimado por meio do Índice de Concordância Técnica do Item (T_{CI}), onde $I_{(T)j}$ é o número de Estudos Ambientais analisados que cumpriram o j-ésimo item da Variável Legal e n o número total de Estudos Ambientais em questão conforme mostrado na Equação 6. O item é considerado cumprido quando recebe a totalidade da nota atribuída a ele.

$$T_{CI} = \frac{I_{(T)j}}{n} \quad (\text{Eq. 6})$$

- Análise de Variação

Para determinar a correlação entre as variáveis, o tratamento dos dados foi realizado de forma quantitativa com uso de técnicas de estatística descritiva. Para a validação do conjunto de dados foi realizada a Análise de Componentes Principais (Principal Components Analysis – PCA) que encontra variáveis hipotéticas (componentes) que agregam o máximo possível da variância presente nos seus dados multivariados. Estas novas variáveis são combinações lineares das variáveis originais. PCA pode ser usada para reduzir o conjunto de dados a apenas duas variáveis. Também foi realizado o cálculo representando os agrupamentos principais, em termos de relação determinada pela correlação de Spearman sob 5% de significância.

2.2.3 Etapa 3 - Análise dos índices regionalizados e dos fatores condicionantes da vulnerabilidade ambiental

Para identificar o nível de vulnerabilidade ambiental dos 15 principais polos de produção de granito no Espírito Santo, utilizou-se o *software* ArcGIS através dos seguintes passos:

- Criação dos polígonos representativos dos principais polos de mineração;
- Aplicação da ferramenta *Extract by mask em Spatial Analysis Tools* que extraiu as informações do *raster* Zoneamento Ecológico e Econômico (ZEE) para os polígonos;
- Utilização da ferramenta *Raster Calculator* para identificar a contagem de *pixels* pertencentes aos níveis de vulnerabilidade ambiental dentro de cada polígono que representa um polo;
- Estimativa de percentagem das zonas através da contagem total e de cada categoria.

Foi realizado o cruzamento das coordenadas das frentes de lavra licenciadas e dos principais polos por meio do *software* ArcGIS possibilitando a categorização das jazidas por microrregiões e municípios, além da comparação entre os polos mapeados pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e a realidade das jazidas licenciadas no estado.

A compatibilidade entre a qualidade dos Estudos Ambientais e o nível de vulnerabilidade ambiental foi analisada por meio dos produtos do Sistema de Informações Geográfica e da regionalização dos índices de vulnerabilidade com o georreferenciamento das empresas mineradoras.

2.2.4 Etapa 4 - Elaboração de diretrizes para Termos de Referência segundo a vulnerabilidade ambiental

As Variáveis Legais ou Técnicas avaliadas no presente estudo foram agrupadas e consideradas concordantes com o Termo de Referência disponibilizado pelo órgão ambiental. Porém, as variáveis apresentadas pelos Estudos Ambientais que estiveram em desacordo com as características ambientais da região foram realçadas como diretrizes para TR específicos considerando os níveis de vulnerabilidade ambiental estabelecidos pelo Zoneamento Ecológico e Econômico.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

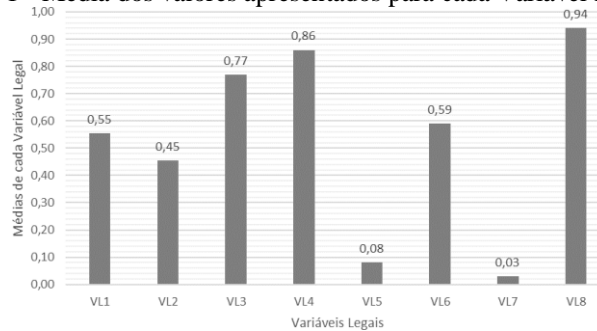
3.1. ETAPA 1 - AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS ESTUDOS AMBIENTAIS

Os resultados obtidos na avaliação da qualidade dos Estudos Ambientais serão apresentados separadamente por variável, sendo inicialmente discutidas as Variáveis Legais, e posteriormente, as Variáveis Técnicas.

3.1.1 Variáveis Legais (VL)

Os resultados relacionados à concordância das Variáveis Legais com a Resolução CONAMA 001/86 e com o Termo de Referência para elaboração de PCA/PRAD estão representados na Figura 1, que contém as médias das variáveis aplicadas nos Estudos Ambientais, de acordo com os valores calculados para o Índice de Concordância Legal do Estudo.

FIGURA 1 - Média dos valores apresentados para cada Variável Legal (VL).

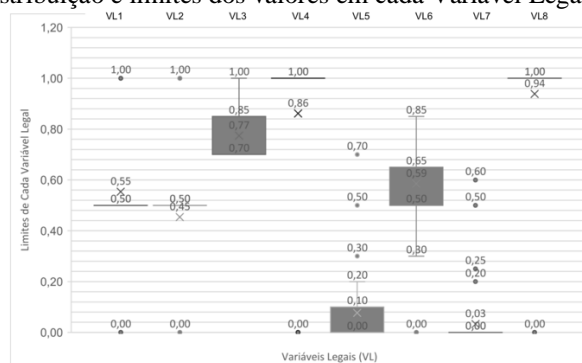


LEGENDA: VL1 = Informações sobre o empreendimento; VL2 = Limites Geográficos; VL3 = Diagnóstico ambiental; VL4 = Qualidade ambiental; VL5 = Impactos ambientais; VL6 = Medidas Ambientais; VL7 = Programas de monitoramento; VL8 = Multidisciplinaridade e habilitação da equipe.

Na Figura 1, é possível observar as variáveis que são atendidas ou não nos estudos ambientais. VL5 e VL7, que tratam dos impactos ambientais e dos programas de monitoramento, obtiveram as menores médias (0,08 e 0,03, respectivamente) demonstrando a necessidade de elaboração mais criteriosa nesses aspectos. Já VL8, que trata da multidisciplinaridade da equipe envolvida, se destacou positivamente como o item mais atendido em concordância legal (média 0,94) nos 65 Estudos Ambientais analisados.

A Figura 2 apresenta a distribuição e limites dos valores, formados pelo primeiro e terceiro quartil e pela mediana. As hastes inferiores e superiores se estendem, respectivamente, do quartil inferior até o menor valor não inferior ao limite inferior e do quartil superior até o maior valor não superior ao limite superior. Os pontos fora destes limites são considerados valores discrepantes (*outliers*) e são denotados separadamente.

FIGURA 2 - Distribuição e limites dos valores em cada Variável Legal (VL).



Legenda: VL1 = Informações sobre o empreendimento; VL2 = Limites Geográficos; VL3 = Diagnóstico ambiental; VL4 = Qualidade ambiental; VL5 = Impactos ambientais; VL6 = Medidas Ambientais; VL7 = Programas de monitoramento; VL8 = Multidisciplinaridade e habilitação da equipe.

Conforme observado na Figura 2, analisando a Variável Legal (VL1), que trata sobre informações do empreendimento, as informações sobre o porte geralmente são apresentadas apenas no formulário de enquadramento por meio da relação entre os parâmetros área útil (hectare) e produção mensal ($m^3/mês$). Portanto, na maioria dos casos essas informações não são abordadas no conteúdo dos Estudos Ambientais sendo registradas no momento de requerimento para licença ambiental.

Vale ressaltar que, nenhum empreendimento estudado foi enquadrado para apresentação de EIA-RIMA, pois é comum os empreendimentos de mineração de rochas ornamentais limitarem as áreas de intervenção para se enquadrarem em estudos mais brandos, com Termos de Referência menos abrangentes e que não demandam audiência pública. Sendo assim, foi possível verificar duas licenças ambientais da mesma empresa mineradora em áreas contíguas. Esse parâmetro deveria ser um limitante para expansão da área de intervenção pelo órgão ambiental.

O tipo e a quantidade de informações a serem coletadas, assim como a extensão da área de estudo devem ser suficientes para que, nas etapas seguintes, possam ser relacionadas entre o projeto proposto e o meio no qual será inserido.

Apenas nove Estudos Ambientais (14%) apresentaram o histórico do empreendimento como item do Estudo Ambiental. Para cada uma das jazidas estudadas deveria ter sido apresentado o histórico de sua localização, as suas características, os trabalhos necessários e planejados, quantificados e datados por meio de um relatório sucinto justificando a seleção do local, bem como mostrando os trabalhos que foram realizados para sua definição.

A definição dos limites geográficos está relacionada ao tipo de estudo em que o empreendimento foi enquadrado. Por exemplo, mineradoras que apresentam PCA/PRAD se limitam em definir coordenadas da área útil do empreendimento, já aquelas enquadradas para apresentação de EIA/RIMA devem indicar os limites geográficos como: área de intervenção direta e indireta. Sendo assim, o enquadramento interfere diretamente na abrangência territorial dos Estudos Ambientais.

A Variável Legal (VL2) analisa a apresentação dos limites geográficos por meio da definição das áreas de intervenção direta e indireta. Observou-se que 12 Estudos Ambientais (18%) não apresentaram definições com vértices que delimitam as áreas de intervenções diretas e indiretas, prejudicando a análise territorial dos órgãos fiscalizadores. Apenas seis empreendimentos identificaram com clareza a área de

intervenção indireta, e 72% dos Estudos Ambientais se limitaram a apresentar apenas a área de intervenção direta do empreendimento.

A delimitação da área de influência não deve ter apenas como referência as obras de infraestrutura definitivas projetadas, e sim, a provável abrangência espacial de todos os impactos significativos decorrentes das intervenções no ambiente nas diversas fases do projeto, bem como a influência dos fatores ambientais nas mudanças das características ambientais diretamente relacionadas a atividade de lavra, como a mudança na composição mineralógica do solo, que altera a viscosidade da água do lençol freático e dos corpos hídricos locais. Sánchez (2013) defende ainda que a área de influência é a área geográfica na qual são detectáveis os impactos de um projeto. Sendo assim, ela não deveria ser estabelecida antes de se iniciarem os estudos, exceto como hipótese a ser verificada.

Sobre a Variável Legal (VL3) e os diagnósticos ambientais apresentados, 77% descrevem os meios físico e biótico sem abordar o meio antrópico na área de influência. Portanto, sem propor medidas ambientais compatíveis com o empreendimento voltadas para a comunidade do entorno. Dos empreendimentos estudados, 86% apresentaram a síntese do resultado sobre o diagnóstico ambiental, atendendo a variável legal (VL4).

No que se refere ao monitoramento e a gestão dos impactos sobre o meio antrópico, os resultados mostraram que os indicadores sociais não está tão desenvolvidos como os indicadores ambientais.

Apenas 5% dos estudos classificaram os impactos como positivos/negativos, diretos/indiretos, imediatos/médio/longo prazo, temporários ou permanentes. Nenhum estudo abordou a importância, magnitude e reversibilidade dos impactos identificados. Sendo assim, a Variável Legal (VL5) assumiu valores enquadrados na classe de concordância com a legislação considerada como “baixa”.

Os dados obtidos revelam que atribuir valor, importância e significado aos impactos identificados e previstos é uma tarefa carregada de subjetividade, afinal, depende de critérios de importância e da escala de valores que norteiam o julgamento de indivíduos ou grupo social. As decisões de aprovação ou reprovação de um projeto, bem como a composição das condicionantes que comporão a licença ambiental, dependem diretamente do resultado da avaliação de impacto e sua interpretação.

As medidas ambientais que compõem a Variável Legal (VL6), em geral, são propostas para os meios físico e biótico apenas. O fato do diagnóstico ambiental não contemplar o meio antrópico faz com que a sociedade no entorno não seja avaliada com

impacto positivo, fazendo uso de proposta de medidas compatíveis com o empreendimento. Além disso, das medidas propostas, em nenhum estudo avaliado foi esclarecido com clareza a responsabilidade objetiva de execução das mesmas.

A Variável Legal (VL7), que se refere aos programas de monitoramento, foi contemplada apenas em quatro Estudos Ambientais, propondo o monitoramento utilizando programas com parâmetros e prazos estabelecidos para amostragem em meios físico e biótico. Nenhuma mineradora se propôs a realizar monitoramento do meio antrópico.

As variáveis (VL5 e VL7), relativas à identificação, previsão e interpretação dos impactos ambientais, além da apresentação e indicação de programas de monitoramento, foram as que obtiveram menores índices e constituem parte fundamental nos Estudos Ambientais.

Das equipes que elaboraram os estudos analisados, 77% foram consideradas multidisciplinares (VL8) sendo compostas geralmente por dois profissionais, dentre geólogos, engenheiros agrônomos, florestais, de minas, geógrafos e técnicos ambientais, no entanto, observou-se que 78% dos Estudos Ambientais das principais jazidas de extração de rochas ornamentais do ES foram elaborados por cinco empresas de consultoria ambiental. De maneira geral, empresas de mineração de grande porte dispõem de pessoal qualificado e em número suficiente para o atendimento das questões ambientais de seus empreendimentos, no entanto, empresas de mineração de médio e pequeno porte apresentam um quadro técnico insuficiente e necessitam de uma melhor qualificação na questão meio ambiente/mineração, ou até mesmo da contratação de uma equipe de consultores.

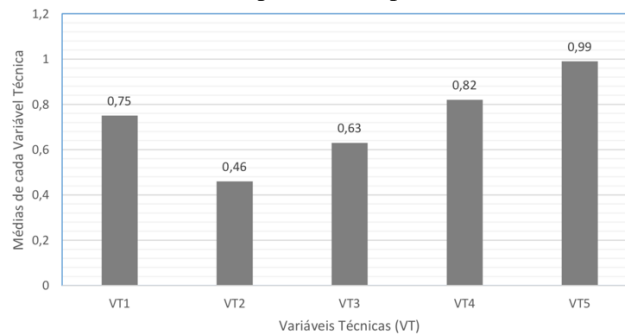
Portanto, no quesito legal, as principais falhas estão relacionadas ao diagnóstico ambiental e à proposição de medidas mitigadoras dos impactos negativos e programas de monitoramento. Glasson *et al.* (2019) indicaram como falha dos estudos de impacto ambiental, o inadequado monitoramento dos impactos que não se concretizaram, na prática, mas que pesaram na tomada de decisão da viabilidade ambiental do empreendimento e que criaram expectativas na população afetada.

3.1.2. Variáveis Técnicas (VT)

As Figuras 3 e 4 consolidam os resultados relacionados à concordância das Variáveis Técnicas com fundamentos técnicos e científicos preconizados para Estudos Ambientais enquadrados e relacionados às mineradoras. Os gráficos apresentam as

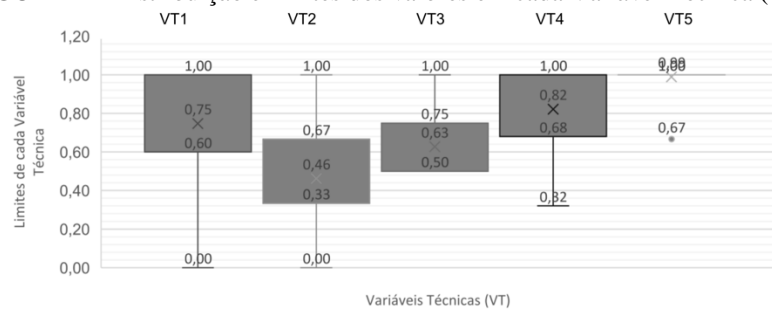
médias (Figura 3) e os limites das variáveis aplicadas nos Estudos Ambientais (Figura 4), de acordo com os valores calculados para o Índice de Concordância Técnica do Estudo (T_{CE}).

FIGURA 3 - Média dos valores apresentados para cada Variável Técnica (VT).



LEGENDA: VT1 = Tipo de abordagem; VT2 = Qualidade dos mapas, figuras e anexos; VT3 = Estrutura do estudo; VT4 = Estilo de escrita; VT5 = Enunciado dos impactos.

FIGURA 4 - Distribuição e limites dos valores em cada Variável Técnica (VT).



LEGENDA: VT1 = Tipo de abordagem; VT2 = Qualidade dos mapas, figuras e anexos; VT3 = Estrutura do estudo; VT4 = Estilo de escrita; VT5 = Enunciado dos impactos.

Como pode ser observado nas Figuras 3 e 4, a Variável Técnica (VT1) referente ao tipo de abordagem dos estudos, classifica-os como “dirigidos” em 55% do total e 45% como “exaustivos”. Os estudos apresentaram padronização de estilo (VT4), escrita culta da língua portuguesa, porém, com escrita pouco objetiva. Com relação aos estudos classificados como “exaustivos” através da (VT1), não houve pontuação, quando observada a compartimentação excessiva do texto. Fica claro nos resultados deste trabalho, um processo de monopolização dos estudos por um corpo de especialistas, socialmente reconhecidos, como detentores da competência necessária à produção ou à reprodução de um corpus deliberadamente organizado de conhecimento, garantindo a eficácia de uma estrutura rígida, compartimentada e, contudo, apresentada de maneira subjetiva em Estudos Ambientais de baixa qualidade.

Sobre a qualidade dos mapas, figuras e anexos (VT2), apenas uma mineradora, de um total de 65, apresentou estudo ambiental com elementos ilustrativos para apresentação dos dados de maneira explicativa, correlacionada com o texto e obedecendo às normas técnicas. As demais empresas de mineração apresentaram os elementos de maneira autoexplicativa, porém, sem correlação com o texto, ou fora das normas, o que revela um problema de elaboração.

Sabendo da importância da comunicação visual, que não pode ser menosprezada pela geografia, a qualidade dos mapas, figuras e anexos deve facilitar a compreensão do significado da realidade que envolve sociedade e natureza.

Com relação à estrutura dos estudos (VT3), 98% dos estudos contém sumário paginado, apenas 9% apresentaram lista de figuras, tabelas e anexos. A existência de sumário paginado facilita identificar os assuntos constituintes do relatório e se o mesmo abrange todo o Termo de Referência, que não cita quais seriam as exigências no uso de sumário, apesar de ter sido considerada neste trabalho como parte importante.

A Variável Técnica (VT5) relaciona o enunciado dos impactos, se sintéticos, autoexplicativos e se descrevem o sentido da alteração. Todos os 65 estudos analisados foram enquadrados na classe de concordância considerada “alta”. Os enunciados dos impactos foram ao encontro das recomendações de Sánchez (2013), que aponta a necessidade de estes serem suficientemente precisos para evitar ambiguidades na sua interpretação, sintéticos, autoexplicativos e, descrevendo o sentido da alteração.

3.2 ETAPA 2 - CÁLCULO DOS ÍNDICES DE CONCORDÂNCIA E DA CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS.

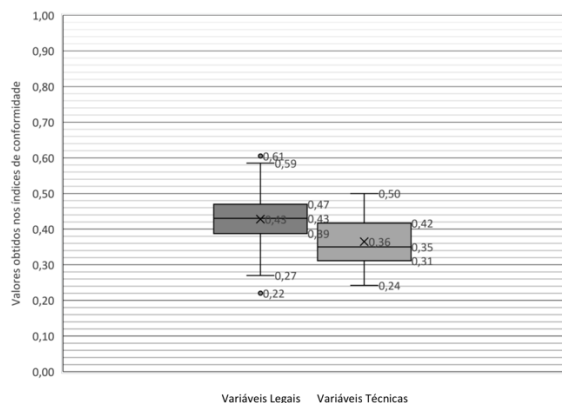
Como as Variáveis Legais foram analisadas separadamente das Variáveis Técnicas, foi aplicada a correlação entre o Índice de Concordância Legal do Estudo e o Índice de Concordância Técnica do Estudo para verificar se existe relação entre a qualidade técnica e a qualidade legal. Foram escolhidos os índices de concordância do estudo, visto que englobam os índices de concordância de cada variável, sendo um resultado global da análise.

Apesar dos índices de concordância apresentarem valores superiores, e com menor variabilidade quando comparados aos índices, sugere-se o incremento dos valores em ambos, principalmente na concordância técnica, com o objetivo de aumentar os índices e garantir a concordância. Vale ressaltar que o aumento dos índices em totalidade significa concordância com os termos, padrões e legislação, resultando em maior

potencial para a tomada de decisão assertiva sobre a viabilidade de licenciamento do empreendimento de mineração.

Os índices de concordância apresentados na Figura 5 indicam falhas em projetos ambientais para o setor de mineração de rochas ornamentais no estado do Espírito Santo.

FIGURA 5 - Gráfico *bloxpot* dos dados obtidos através de índices de concordância.



Na Figura 5 é possível observar através dos cálculos que o aumento e/ou queda dos índices se comportam de maneira aleatória e sem correlação, com baixo grau de dependência entre as variáveis. Dessa forma, verifica-se que não existe correlação entre os índices, verificado por meio do valor de correlação encontrado, igual a 0,1246, o que não é significativo a um nível de 1% de probabilidade de erro estatístico. Vale ressaltar que os índices são valores globais da análise de cada estudo ambiental para empreendimentos de mineração de rochas ornamentais.

Ao observar os valores obtidos para os índices de qualidade dos Estudos Ambientais apresentados na Figura 5, fica claro, nestes casos, que os estudos são mais desenvolvidos legalmente do que tecnicamente, porém, é evidente a necessidade de melhorarem em ambos aspectos, para que a avaliação dos impactos ambientais seja compatível com necessidade e o potencial poluidor dos empreendimentos.

3.3 ETAPA 3 - ANÁLISE DOS ÍNDICES REGIONALIZADOS E DOS FATORES CONDICIONANTES DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL

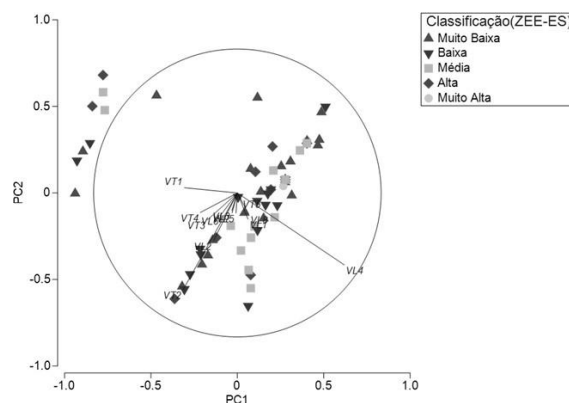
Considerando a vulnerabilidade ambiental de Espírito Santo apresentada pelo Zoneamento Ecológico e Econômico, e a espacialização das jazidas estudadas, 33% encontram-se em áreas de “muito baixa” vulnerabilidade e 26% em áreas de “baixa” vulnerabilidade. Sendo assim, 59% das áreas de empresas mineradoras de rochas

ornamentais foram instaladas em locais com vulnerabilidade favorável para operação e extração, mesmo assim demandam apresentação de Estudos Ambientais qualificados.

Por outro lado, 22% das jazidas encontram-se em áreas de “alta” ou “muito alta” vulnerabilidade ambiental, indicando a necessidade de Estudos Ambientais compatíveis com esses índices (devendo apresentar qualidade técnica e legal) de acordo com os Termos de Referência específicos sugeridos neste estudo que serão apresentados no tópico a seguir. O total de 19% das pedreiras foram locadas em áreas de “média” vulnerabilidade.

Na Figura 6 está apresentada a relação entre as Variáveis Técnicas e Legais quando associadas à classificação de vulnerabilidade do ZEE-ES, explicitada em cada empreendimento observado (65 observações foram plotadas com base no ZEE).

FIGURA 6 - Relação entre as variáveis observadas e a condição de vulnerabilidade local de cada empreendimento.

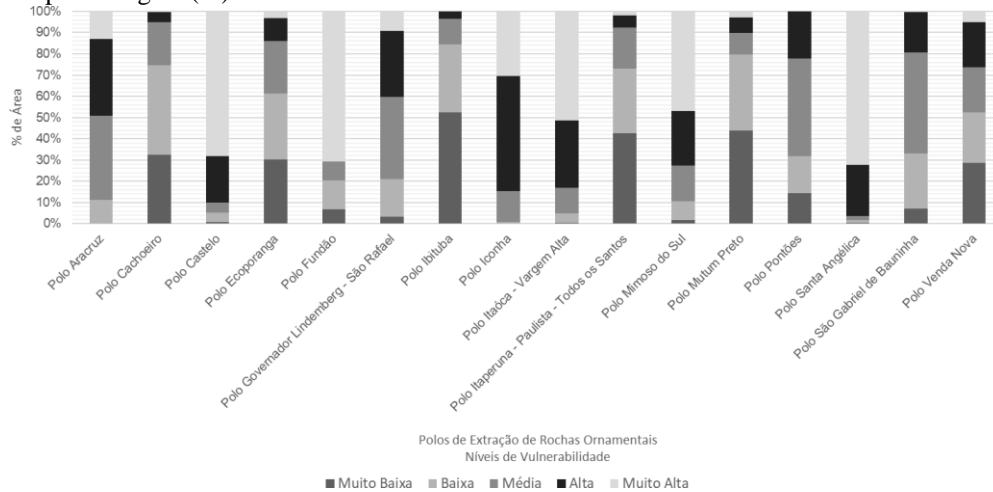


Como pode ser observado na Figura 6, as variáveis VT1, VT2 e VL4 estão mais discrepantes em relação às demais quando associadas à relação com a classificação do ZEE. A análise dos índices regionalizados mostrou que independente da faixa de vulnerabilidade ambiental, a qualidade legal é majoritariamente média. Já entre qualidade técnica e vulnerabilidade observou-se que independente da faixa de vulnerabilidade, a qualidade técnica é majoritariamente baixa.

Dentre os polos de extração de rochas ornamentais, foi possível identificar aqueles que se enquadram em situações predominantes de vulnerabilidade ambiental, indicando potenciais áreas para adequação de Termos de Referências e análise para instalação de novos empreendimentos. A Figura 7 apresenta um gráfico que possibilita analisar a situação de vulnerabilidade ambiental das principais áreas ou polos de extração mineral

do Espírito Santo, o que indica conseqüentemente o tipo de estudo ambiental, além do nível de exigência para qualidade a serem apresentados em cada região.

FIGURA 7 - Situação de vulnerabilidade ambiental dos polos de extração de rochas ornamentais do Espírito Santo em porcentagem (%).



Na Figura 7 observa-se os níveis de vulnerabilidade ambiental em polos de extração de rochas ornamentais no estado, onde os níveis variaram majoritariamente entre baixo e muito baixo, favorecendo o desenvolvimento da atividade de forma sustentável, caso as medidas de controle sejam executadas e monitoradas em campo.

Algumas jazidas de granito verde são localizadas na região centro-oeste com condições favoráveis de vulnerabilidade, enquanto que outras jazidas regionalizadas no sul de estado concentram a extração de granitos cinzas e mármore em situação de vulnerabilidade crítica. Observou-se que as regiões mineradoras situadas no Norte do Espírito Santo apresentam níveis baixos de vulnerabilidade, favoráveis para instalação de jazidas. Já as regiões do Sul apresentam níveis críticos de vulnerabilidade para atividades com alto potencial poluidor. Os Polos: Fundão, Castelo, Iconha, Itaóca – Vargem Alta, Santa Angélica, e Mimoso do Sul apresentaram níveis altos de vulnerabilidade, indicando a necessidade de estudos ambientais de alta qualidade e com elaboração criteriosa, o EIA.

3.4 ETAPA 4 - ELABORAÇÃO DE DIRETRIZES PARA TERMOS DE REFERÊNCIA SEGUNDO A VULNERABILIDADE AMBIENTAL

Considera-se que deve existir compatibilidade entre a qualidade dos Estudos Ambientais e a situação de vulnerabilidade ambiental das áreas, e que a utilização de Termos de Referência genéricos é um fator limitante para a aplicação de estudos

personalizados, visto que um TR inespecífico compromete todo o processo de avaliação de impacto ambiental, a começar pela qualidade dos Estudos Ambientais apresentados.

Dessa forma, propõe-se que tanto os números de itens a serem abordados quanto os níveis de complexidade dos Estudos Ambientais devem crescer de forma proporcional à situação de vulnerabilidade ambiental.

A Tabela 2 apresenta, portanto, sugestões de conteúdo a serem abordados em casos de vulnerabilidade “baixa e muito baixa”, “média” e “alta e muito alta”.

TABELA 2 - Relação de itens fundamentais nos Termos de Referência para a elaboração de Estudos Ambientais em áreas de vulnerabilidade ambiental

| Variáveis | Descrição | Vulnerabilidade ambiental | | |
|---|---|--|---------|---------------------|
| | | “baixa e muito baixa” | “média” | “alta e muito alta” |
| Informações sobre o empreendimento | Trazar informações sobre o porte do empreendimento | X | X | X |
| | Apresentar o histórico do empreendimento | | | X |
| Limites geográficos | Definir a área de influência direta | X | X | X |
| | Definir a área de influência indireta | | X | X |
| Diagnóstico ambiental | Descrever o meio físico nas áreas de influência | X | X | X |
| | Descrever o meio biótico nas áreas de influência | X | X | X |
| | Descrever o meio antrópico nas áreas de influência | X | X | X |
| Qualidade ambiental | Sintetizar os resultados sobre o diagnóstico ambiental | | | X |
| Impactos ambientais | Identificação dos impactos positivos/negativos | X | X | X |
| | Identificar os impactos diretos/indiretos | | X | X |
| | Identificar os impactos imediatos/médio/longo prazos | | | X |
| | Identificar os impactos temporários/permanentes | | | X |
| | Prever a magnitude dos impactos | | X | X |
| | Interpretar a importância dos impactos | | X | X |
| | Determinar o grau de reversibilidade dos impactos | | | X |
| | Determinar as propriedades cumulativas e sinérgicas dos impactos | | | X |
| Medidas ambientais | Apresentar as medidas ambientais sobre o meio físico | X | X | X |
| | Apresentar as medidas ambientais sobre o meio biótico | X | X | X |
| | Apresentar as medidas ambientais sobre o meio antrópico | X | X | X |
| | Relacionar o fator ambiental e as medidas (meios físico, biótico e antrópico) | | | X |
| | Mencionar a responsabilidade de execução das medidas | X | X | X |
| | Programas de monitoramento | Apresentar programas de monitoramento do meio físico | X | X |
| Apresentar programas de monitoramento do meio biótico | | X | X | X |

| | | | | |
|---|-------------------------|---|---|---|
| Apresentar programas de monitoramento do meio antrópico | X | X | X | |
| Indicar os parâmetros utilizados no monitoramento do meio físico | | X | X | |
| Indicar os parâmetros utilizados no monitoramento do meio biótico | | X | X | |
| Indicar os parâmetros utilizados no monitoramento antrópico | | X | X | |
| Indicar rede de monitoramento de amostragem do meio físico | | | X | |
| Indicar rede de monitoramento de amostragem do meio biótico | | | X | |
| Indicar rede de monitoramento de amostragem do meio antrópico | | | X | |
| Indicar o período de amostragem de cada parâmetro monitoramento do meio físico | | | X | |
| Indicar o período de amostragem de cada parâmetro monitoramento do meio biótico | | | X | |
| Indicar o período de amostragem de cada parâmetro monitoramento do meio antrópico | | | X | |
| Multidisciplinaridade e habilitação da equipe | Equipe multidisciplinar | X | X | X |

A Tabela 2 mostra que em todos os níveis de vulnerabilidade ambiental, alguns itens foram considerados fundamentais e, por esse motivo, estão contidos em todas as propostas de constituição dos Termos de Referência específicos.

Quando o empreendimento de mineração estiver em área de vulnerabilidade “média”, a proposta é de que o Termo de Referência contemple todos tópicos e itens abordados em áreas de vulnerabilidade “baixa”, acrescido da definição da área de influência indireta (independente do enquadramento do estudo). O presente estudo defende que nessas áreas deve ser realizada a definição imparcial da magnitude dos impactos, se são diretos ou indiretos, e a importância dos mesmos. Defende ainda, que os programas de monitoramento e estudos de empreendimentos situados em áreas de “média” vulnerabilidade deveriam indicar parâmetros de monitoramento dos meios físico, biótico e antrópico.

É importante ressaltar ainda que muitos estudos analisados neste trabalho não contemplaram todos os itens indicados para a constituição de Termos de Referência para áreas de vulnerabilidade “baixa”. Fica claro que ainda há a necessidade de um esforço significativo para o atendimento de itens que deveriam ser considerados básicos na elaboração de Estudos Ambientais em mineradoras de rochas ornamentais.

Para áreas de vulnerabilidade “alta” e “muito alta” são sugeridos que se mantenham todos os tópicos e itens listados na Tabela 2. Isso significa dizer que, os Estudos Ambientais em áreas com esses níveis de vulnerabilidade devem atender todas

as Variáveis Legais e Técnicas abordadas neste estudo. É necessário assegurar que em áreas altamente vulneráveis, os critérios de elaboração dos Estudos Ambientais sejam os mais rigorosos possíveis e baseados em estudos do sistema de AIA. Para todos os níveis de vulnerabilidade devem ser considerados, além dos meios físico e biótico, o meio antrópico e as medidas de controle compatíveis com os projetos propostos, além de programas de monitoramento que contenham indicadores e metodologias de amostragem.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que se refere às concordâncias legais e técnicas conclui-se que existem falhas que comprometem a apresentação e a análise dos impactos ambientais inerentes aos empreendimentos. Os índices de concordância demonstraram que os Estudos Ambientais analisados apresentam qualidade questionável no que tange ao rigor tanto legal quanto técnico.

Foi possível observar por meio dos cálculos dos Índices de Concordância que o aumento e/ou queda dos índices ocorrem de maneira aleatória e sem correlação revelando que não há uma relação entre a qualidade dos Estudos Ambientais e o nível de vulnerabilidade ambiental no local da jazida.

A relação entre Qualidade Legal e vulnerabilidade ambiental também evidenciou que, independente da faixa de vulnerabilidade, a qualidade legal é majoritariamente “média”. Já entre Qualidade Técnica e Vulnerabilidade, independente da faixa de vulnerabilidade, a qualidade técnica é majoritariamente “baixa”.

O mapeamento das áreas vulneráveis mostrou que 22% das jazidas encontram-se em áreas de “alta” ou “muito alta” vulnerabilidade, indicando a necessidade de Estudos Ambientais com alta qualidade técnica e legal.

Para uma maior efetividade dos instrumentos de Avaliação de Impactos Ambientais, o trabalho defende que a determinação dos tipos de estudo ambiental, sejam eles relatórios, planos ou projetos, não deveria ser feita considerando apenas o porte do empreendimento, mas também a vulnerabilidade ambiental das áreas de influência direta e indireta.

REFERÊNCIAS

Almeida, M. R. R.; Alvarenga, M. I. N.; Cespedes, J. G. Avaliação da qualidade de estudos ambientais em processos de licenciamento. *Geociências*, 33 (1), 106-118, 2014. Disponível em: <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/GEOSP/article/view/7358>

Almeida, M.R.R.; Malvestio, A.C.; Bernadi, Y.R. Modificações do licenciamento ambiental em Minas Gerais: avanço ou retrocesso? *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 52, 91–113, 2019. <https://doi.org/10.5380/dma.v52i0.66068>

Aversa, I.D.C.; Montañó, M. A defasagem de conhecimento na prática na Avaliação de Impacto Ambiental em projetos de energia eólica. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 52, 114–141, 2019. <https://doi.org/10.5380/dma.v52i0.62881>

Banco Mundial. *Avaliação de Linha de Base das Propostas de Revisão do Licenciamento Ambiental Federal no Brasil - Uma contribuição para o debate*, 2016. Disponível em: <<http://documents.worldbank.org/curated/pt/553231495705155637/Baseline-assessment-of-proposals-to-revise-federal-environmental-licensing-in-Brazil>>. Acesso em: mar. 2018.

Bragagnolo, C.; Carvalho Lemos, C.; Ladle, R.J.; Pellin, A. Streamlining or sidestepping? Political pressure to revise environmental licensing and EIA in Brazil. *Environmental Impact Assessment Review*, 65, 86–90, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2017.04.010>
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução n°237, de 19 de dezembro de 1997*. Brasília: DOU de 20/12/1997.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução n°1, de 23 de janeiro de 1986*. Brasília: DOU de 24/01/1986.

DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral. *Anuário Mineral Estadual - Espírito Santo*, 2016. Disponível em: <<http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-estadual/espírito-santo/anuario-mineral-estadual-espírito-santo-2016-ano-base-2015/view>>. Acesso em: jul. 2018.

Faria, G.C.; Silva, F.M. Participação pública no processo de avaliação de impacto ambiental no estado do Espírito Santo. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 43, 139–151, 2017. <https://doi.org/10.5380/dma.v43i0.54188>

Glasson, J.; Therivel, R. *Introduction to environmental impact assessment*. Great Britain: Routledge, 5. ed., 2019.

Jordão, C. de O.; Moretto, E.M. A vulnerabilidade ambiental e o planejamento territorial do cultivo de cana-de-açúcar. *Ambiente e Sociedade*. XVIII, 81–98, 2015.

Santos, M.R.R. dos A fraca articulação entre planejamento e licenciamento ambiental no Brasil. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 43, 126–138, 2017. <https://doi.org/10.5380/dma.v43i0.54146>

Sánchez, L. E. *Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos*. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

Veronez, F.; Montañó, M.. Análise da qualidade dos estudos de impacto ambiental no estado do Espírito Santo (2007-2013). *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 43, 6–21, 2017. <https://doi.org/10.5380/dma.v43i0.54180>

Zanzini, A. C. S. *Avaliação comparativa da abordagem do meio biótico em Estudos de Impacto Ambiental no Estado de Minas Gerais*. São Paulo, Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – USP, 2001.