

### **III-390 - PROPOSTA DE CRITÉRIOS TÉCNICOS PARA A UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS NÃO PERIGOSOS NA RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA PELA MINERAÇÃO**

**Maria Claudia Lima Couto<sup>(1)</sup>**

Engenheira Civil e Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).  
Doutoranda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) - Belo Horizonte/MG.

**Jessica Luiza Nogueira Zon**

Engenheira Ambiental pela Faculdades Integradas Espírito-santenses (FAESA).

**Leonardo Zuccon Canal Gava**

Engenheiro Ambiental pela Faculdades Integradas Espírito-santenses (FAESA).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Dionísio Rosendo, 125 – Apto, 1102, Centro – Vitória - ES - CEP: 29010-100 - Brasil -  
Tel: +55(27) 3222-5662/+55(27) 98141-1875 - e-mail: mariaclaudial@gmail.com

#### **RESUMO**

A extração mineral tem papel fundamental na economia do país, gerando renda e emprego para a população. Porém, é uma atividade potencialmente degradadora, com alterações ambientais muito impactantes, levando à degradação de áreas com a retirada de bens minerais não renováveis e deixando cavas exauridas com obrigação de serem recuperadas. O objetivo deste estudo é propor critérios técnicos, para a escolha de áreas degradadas pela mineração, que possam ser recuperadas utilizando resíduos da própria mineração para seu preenchimento. Para isso foram analisados critérios técnicos estabelecidos em instrumentos normativos, informações sobre a APA da Pedra do Elefante, no município de Nova Venécia – ES, onde esta técnica está sendo utilizada, bem como foi realizada uma consulta a especialistas, que atuam na área de mineração e gerenciamento de resíduos sólidos em órgãos públicos e empresas privadas. A partir das respostas obtidas surgiu uma listagem contendo critérios técnicos fundamentais, para a escolha de áreas degradadas pela mineração, que poderão ser recuperadas utilizando-se resíduos da própria atividade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos sólidos de mineração, Aterro industrial, Recuperação de áreas degradadas pela mineração.

#### **INTRODUÇÃO**

A produção dos resíduos sólidos é o resultado do aumento da densidade populacional, do desenvolvimento urbano, do crescimento das cidades e da industrialização. Com isso são geradas grandes quantidades de resíduos, tanto domésticos como industriais, exigindo dos setores públicos e privados a implantação de sistemas de coleta, transporte, triagem, reaproveitamento, destinação final dos resíduos gerados e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

O Brasil tem participação relevante no cenário mundial no setor de rochas ornamentais e de revestimento, sendo grande exportador de rochas brutas e processadas. Este segmento mostra grande evolução, desde a década de 1990, com substancial elevação da produção e da exportação (BRASIL, 2010b, p. 60).

Conforme o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), o Brasil se posiciona em 5º lugar no ranking mundial de produção e em 7º no de exportações de rochas ornamentais e de revestimento (BRASIL, 2012, p. 105).

A indústria de mármore e de granito é uma das mais importantes e representativas da economia do Espírito Santo, apresentando uma variedade de cerca de 200 tipos de rochas ornamentais. São comercializadas no mercado com cores, tons e padrões de desenhos e elementos variados, inclusive os exóticos, atraindo a atenção e o interesse de compradores de todo o mundo e responde por quase de 70% das exportações de rochas brasileiras, e mais de 90% das exportações nacionais de manufaturados de mármore e granitos (chapas e revestimentos) (SINDIROCHAS, 2013).

Por se tratar da extração de recursos naturais não renováveis, a mineração, geralmente, é vista como uma atividade altamente impactante e não sustentável. Por outro lado, a mineração é a base da sociedade industrial moderna, fornecendo matéria-prima para praticamente todos os demais setores da economia, sendo, portanto essencial ao desenvolvimento econômico e social, principalmente das regiões onde se encontram os polos de extração (BRASIL, 2001, p. 4).

No Brasil o resíduo gerado pelas indústrias beneficiadoras de mármore e granitos preocupa proprietários, ambientalistas e governantes pela sua quantidade sempre crescente. Esses resíduos são dispostos, na maioria das vezes, diretamente no solo, sem nenhum controle, gerando grandes impactos ambientais.

A obrigatoriedade pelo gerenciamento dos resíduos sólidos de mineração por parte do gerador, incluindo a recuperação das áreas degradadas, tanto das cavas de mineração, como pela disposição inadequada dos rejeitos está prevista na Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010a). Uma das formas de se fazer a destinação adequada destes resíduos é o reaproveitamento em outros processos produtivos, ou a disposição final em aterros industriais.

A disposição final em aterros industriais pressupõe a construção de obras engenharia preparadas para a disposição final destes resíduos de forma a gerar o mínimo impacto sobre o ambiente e a saúde humana. Neste sentido, CETESB (1985) e ABNT (1997), apresentam uma série de critérios técnicos, para a construção de aterros de resíduos e o Instituto Estadual de Meio Ambiente do Espírito Santo (IEMA) (2007) apresenta critérios especificamente, para aterros de resíduos de mineração.

Este trabalho teve como objetivo propor critérios técnicos para escolha de áreas degradadas pela mineração, que possam ser recuperadas utilizando resíduos da própria mineração para seu preenchimento. A definição destes critérios foi realizada, a partir de levantamento bibliográfico e consulta a especialistas.

Esta técnica está sendo utilizada em uma área localizada no município de Nova Venécia, na qual a proposta de recuperação de uma área degradada pela mineração ocorre, por meio da disposição de resíduos provenientes do beneficiamento de mármore e granito atendendo a métodos construtivos de um aterro industrial. Esta solução tecnológica também tem como finalidade recompor a paisagem, que foi impactada. Desta forma, as características desta área foram analisadas para composição da lista de critérios técnicos.

## **IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA MINERAÇÃO**

A atividade minerária gera inúmeros benefícios, porém o modelo de extração que ela utiliza tem gerado grandes impactos ambientais, principalmente alterações na paisagem. A herança deixada pela mineração a céu aberto compõe um cenário de abandono e desconstrução do território original, com cavas de grande extensão expostas. Além do impacto visual essas cavas representam um perigo para os moradores, quando não estabilizadas e recuperadas (PARANHOS, 2012, p. 12).

As cavas de minas alteram drasticamente a topografia e a paisagem das áreas, além de influenciarem os processos erosivos, as alterações no regime hídrico (escoamento superficial e rebaixamento do lençol freático), sem falar na supressão da vegetação, no afugentamento da fauna local e na desestruturação do solo e subsolo (CUNHA, 2007, p. 5).

Uma das soluções encontradas, para tentar diminuir o desequilíbrio ecológico, é a recuperação das áreas degradadas. O processo de recuperação de áreas degradadas consiste em criar condições, para que a natureza possa se restabelecer em um menor período de tempo, do que se a área degradada fosse simplesmente abandonada. (AGUIAR, 2009, p. 3).

Paranhos (2012, p. 14) descreve, que a minimização dos efeitos negativos da mineração e a recomposição do cenário impactado são medidas extremamente relevantes na conformação de uma paisagem agradável ao cidadão. A reconstrução dessas áreas reduziria o desconforto humano em relação ao resultado final da mineração, conformaria uma paisagem harmônica e permitiria um uso sequencial do espaço com sua inclusão benéfica ao tecido urbano.

A recuperação de áreas de pedreira é um desafio em razão da ausência de solo vegetal, porém tem a possibilidade de amenizar os impactos relacionados com a paisagem, especialmente, porque não há a presença de materiais contaminantes, o que facilita a harmonização da paisagem com o entorno (MÜLLER, 2011, p. 69).

## **METODOLOGIA**

Para a este trabalho foi realizado um levantamento bibliográfico sobre o tema, que abrangeu, entre outros assuntos, os resíduos sólidos, a importância econômica da indústria extrativa de rochas ornamentais, bem como os impactos que a mineração pode causar ao meio ambiente e à recuperação dessas áreas impactadas.

A partir da revisão bibliográfica foram levantados alguns critérios técnicos, que poderiam servir de base para escolha de áreas, visando à recuperação ambiental e paisagística do local, utilizando resíduos da própria mineração. Também foi analisada uma área localizada no município Nova Venécia/ES, onde a técnica estudada está sendo aplicada, a partir dos estudos realizados por MANANCIAL (2013).

Para avaliar o nível de importância, foram atribuídas notas a cada critério, na escala de 1 a 10, ou seja, quanto maior a nota maior seria a sustentabilidade de cada critério. Os critérios cujas médias das notas ficaram entre 0 e 4 foram considerados de pouca importância, aqueles cujas médias ficaram entre 4,1 e 8 foram considerados de média importância e os de média entre 8,1 e 10 foram considerados como sendo de muita importância.

Definida a matriz preliminar de critérios, partiu-se para a composição do painel de especialistas; sendo considerados especialistas os profissionais, que atuam na área acadêmica, no planejamento e na gestão de resíduos sólidos urbanos e na operação das atividades relacionadas a rochas ornamentais, sendo que, “quando falamos aqui de especialistas, não estamos nos referindo necessariamente a títulos” (MINAYO, 2009, p. 88 apud FECHINE e MORAES, 2014, p. 90).

A validação externa da matriz pelos especialistas foi realizada por meio do método Delphi, que busca o consenso de opiniões, sendo geralmente realizadas duas ou três rodadas de aplicação até que um consenso ou quase consenso seja obtido (FECHINE e MORAES, 2014, p. 90). Nesta pesquisa foi realizada uma rodada, sendo que foi realizada uma rodada preliminar, para aferição dos critérios propostos.

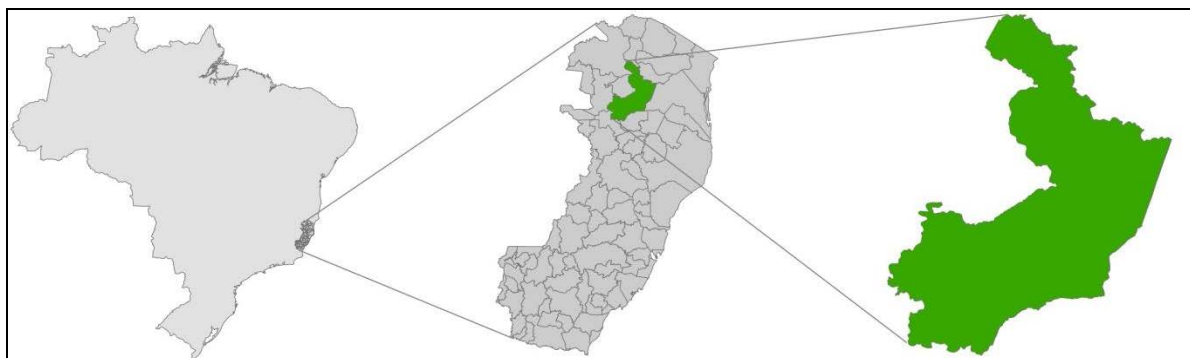
Desta forma, primeiramente foi elaborado um questionário, contendo os critérios previamente estudados e enviado para quatro profissionais, para a seleção dos critérios mais relevantes. Posteriormente, foi elaborado um segundo questionário contendo os critérios considerados mais relevantes encontrados no primeiro questionário, os quais foram enviados a uma maior quantidade de profissionais. A partir da análise dos questionários respondidos foi elaborada uma listagem contendo sugestões de critérios técnicos, para serem observados na escolha de áreas degradadas pela mineração, que possam ser recuperadas com resíduos da própria atividade de mineração.

O que levou à escolha, dessa metodologia, foi o fato da técnica de disposição de resíduos em áreas degradadas ser relativamente nova no Brasil, com poucas referências bibliográficas sobre o assunto, bem como a legislação brasileira não ser específica para essa atividade. Por isso, a experiência de profissionais, que possuem um vasto conhecimento sobre o assunto se torna importante.

## **DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

A escolha do município de Nova Venécia, como área de estudo, deve-se à existência de uma área degradada pela mineração na APA da Pedra do Elefante, que está sendo recuperada utilizando resíduos do próprio beneficiamento de rochas para seu preenchimento, com licença ambiental emitida pelo órgão ambiental do Estado do Espírito Santo.

O município de Nova Venécia localiza-se no noroeste do Espírito Santo, Figura 1, distante de Vitória, capital do estado, cerca de 255 quilômetros. Faz divisa com os municípios de Águia Branca, Barra de São Francisco, Boa Esperança, Ecoporanga, Ponto Belo, São Gabriel da Palha, São Mateus e Vila Pavão.



**Figura 1: Mapa de localização do município de Nova Venécia/ES.**

A Pedra do Elefante consiste em um afloramento rochoso, que dá o nome à Área de Proteção Ambiental (APA) e é o principal símbolo do município de Nova Venécia, medindo mais de 600 m de altura. Nos anos de 1968 e 1984 a Pedra do Elefante sofreu degradação devido à exploração de rochas para a produção de britas. Como consequência dessa atividade sofreu uma deformação, que impacta fortemente sua área, ferindo não só o ambiente, mas também a memória da população local. Além disto, outras áreas dentro da APA também sofreram exploração mineral e necessitam ser recuperadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Avaliação de impactos ambientais

Os impactos ambientais decorrentes do processo de mineração podem gerar muitas consequências, como a intensa alteração do ambiente original. A Tabela 1 foi elaborado a partir da revisão de literatura e mostra a relação entre os impactos ambientais causados pela atividade de mineração e as consequências ambientais e paisagísticas, para o local de incidência do empreendimento e seu entorno.

**Tabela 1: Relação entre os impactos ambientais causados pela mineração e as consequências desses impactos.**

Impactos ambientais	Consequências
Supressão de áreas de Vegetação	Perda da flora nativa ou não, afetada pela mineração e seu entorno.
Reconfiguração de Superfícies Topográficas	Perda da identidade do local, principalmente se for um ponto turístico ou referência geográfica.
Aceleração de Processos Erosivos	Com a supressão das vegetações próximas as encostas e o aumento do escoamento superficial, a erosão pode facilmente acontecer.
Modificação de Cursos d'água	Ocasionalmente pode ser necessário o desvio de cursos d'água próximo a área de extração para evitar contaminação ou degradação do mesmo.
Alterações no Regime Hídrico	As modificações causadas ao solo podem ocasionar problemas no abastecimento do lençol freático e, consequentemente, aumento do escoamento superficial que é um fator contribuinte, para a erosão.
Intercepção do Lençol Freático	Em função do rebaixamento ou elevação do nível de base local. Principalmente quando a extração mineral ocorre em minas subterrâneas.
Afugentamento da Fauna	Muitas vezes são usadas em processos de extração na mineração, provocam o êxodo da fauna e as vezes até a morte dos animais
Contaminação do Solo	Não apenas fisicamente, mas também podem acontecer vazamentos de combustíveis ou produtos químicos que provocam a contaminação do solo.
Poluição Sonora e Atmosférica	Explosivos e maquinário, geram ruídos, suspendem particulados do solo e emitem fumaça preta que incomodam a populações do entorno do empreendimento.

Fonte: Adaptado de Paranhos, 2012

É possível observar, que as consequências dos impactos podem ocasionar contaminação dos corpos hídricos e do solo, poluição atmosférica, desfiguração da paisagem e supressão de vegetação. Por isso é importante, que o empreendimento possua um Plano de Controle Ambiental (PCA), que é solicitado pelos órgãos ambientais nos processos de licenciamento. O monitoramento ambiental é outra ferramenta necessária ao controle da exploração mineral de forma a evitar maiores impactos.

### Avaliação de critérios técnicos

A Tabela 2 apresenta o comparativo entre os principais critérios estabelecidos, por diferentes fontes bibliográficas, contendo regras importantes, para a implantação de aterros industriais ou de resíduos de mineração.

**Tabela 2: Principais critérios técnicos para instalação de aterros industriais.**

<b>Critérios</b>	<b>NBR 13.896/1997</b>	<b>IN 12/2007</b>	<b>CETESB/1985</b>
Localização	O impacto ambiental deve ser minimizado; aceitação da população; que esteja de acordo com o zoneamento ambiental; necessite de um mínimo de obras para início de operação	Minimização do impacto ambiental e rejeição pela população; que esteja de acordo com o zoneamento; que possa ser utilizado por um longo tempo, necessitando de um mínimo de obras para operação	A escolha da área apropriada é um processo que permitirá sensível diminuição de custos de investimento e também minoração dos efeitos adversos sob o meio ambiente
Distância de corpo hídrico	Distância mínima de 200 m de qualquer coleção hídrica ou curso de água		Distância mínima de 200m de fonte de abastecimento humano ou animal
Permeabilidade do solo	Coefficiente de Permeabilidade a $10^{-6}$ cm/s e uma zona não saturada com espessura superior a 3,0 m	Ao final das obras deverá ser comprovado que a compactação da base do aterro atingiu a taxa de permeabilidade de $10^{-6}$ cm/s	Coefficiente de permeabilidade de $10^{-7}$ cm/s
Vida Útil	Mínima de 10 anos	Mínima de 6 anos	-
Distância de núcleos populacionais	Superior a 500 m		-
Declividade	Superior a 1% e inferior a 30%		-
Acessos	Acessos internos e externos devem ser executados e mantidos de maneira a permitir sua utilização; sob quaisquer condições climáticas	Deve(m) ser indicado(s) em planta o(s) acesso(s) à área do aterro, bem como as medidas a serem tomadas para garantir o seu uso, mesmo em dias de chuva	Devem permitir o trânsito dos veículos sob quaisquer condições e serem no mínimo cascalhados
Análise de Resíduos	O local de disposição deve possuir um plano rotineiro de amostragem e análise de resíduos, para monitoramento da qualidade dos resíduos que chegam	Deve ter programa de análise da qualidade dos resíduos, indicando os parâmetros a serem analisados, a frequência de coleta e o método de amostragem	Devem ter suas características físicas, químicas, físico-químicas e infecto-contagiosas muito bem definidas para que o monitoramento seja garantido
Monitoramento	A instalação deve ser monitorada durante a sua vida útil, incluindo o tempo de pós-fechamento	Apresentar os tipos de monitoramento previstos no aterro (lençol freático, percolados, águas superficiais), com a indicação dos locais de coleta, frequência e parâmetros	Monitoramento do lençol freático e das águas superficiais de maneira sistemática e periódica procurando controlar os poluentes encontrados nos resíduos
Drenagem	Dimensionar rede de drenagem de forma a evitar a formação de uma lâmina de percolado superior a 30 cm.	A água não deverá ficar acumulada formando lâmina superior a 30 cm	O percolado deve ser totalmente drenado e diluído na água do freático que é captada pelos drenos

Fonte: Adaptado de ABNT, 1997; IEMA, 2007; CETESB, 1985.



Os critérios estabelecidos, por diferentes fontes normativas, são praticamente os mesmos. Para a instalação do aterro industrial é importante, que os impactos ambientais e sociais sejam minimizados. Para isso é necessário, que sejam realizados monitoramentos das instalações, inclusive após o encerramento da atividade, para evitar contaminação dos recursos hídricos e do solo e incômodos à população.

### **Aspectos relevantes da área da Pedra do Elefante**

Alguns critérios que compõem os questionários foram elaborados, a partir da análise de informações sobre a Área de Preservação Ambiental (APA) da Pedra do Elefante. A partir desta análise três temas foram considerados relevantes: a recomposição paisagística do local, os impactos sobre o turismo, que envolve também os aspectos socioeconômicos e a recomposição do ecossistema impactado.

A Pedra do Elefante foi tombada pelo Conselho Estadual de Cultura e é o principal símbolo de Nova Venécia. A sua recomposição geomorfológica possibilitará um ganho paisagístico e ambiental para o município.

Em relação aos aspectos socioeconômicos a reabilitação da área e o processo de recomposição paisagística podem propiciar ganhos ambientais e financeiros, para região onde a área está inserida. Dessa forma, o turismo tende a crescer na região aumentando as arrecadações por parte do município.

A remediação de impactos provocados pela atividade de mineração, principalmente em uma APA, como é o caso da Pedra do Elefante, traz enormes benefícios ao ecossistema, que foi impactado pela referida atividade. O Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD) deve conter a inclusão de espécies nativas na área, porém é praticamente impossível acontecer à restauração do ecossistema (IBAMA, 2011, p. 01).

## **QUESTIONÁRIOS**

Os questionários foram elaborados buscando propor critérios técnicos, para escolha das áreas degradadas pela mineração, que possam ser recuperadas utilizando resíduos provenientes destas atividades. Os critérios foram divididos em quatro eixos: localização e área do aterro; recomposição paisagística; monitoramento do aterro e estudos técnicos.

### **QUESTIONÁRIO 1**

O primeiro questionário foi elaborado levando em consideração as normas e as recomendações técnicas existentes sobre o processo de construção de aterros de resíduos não perigosos, conforme Tabela 2, bem como os aspectos observados sobre a APA da Pedra do Elefante. Esse questionário foi enviado, para profissionais que atuam na área da mineração e na gestão de resíduos em órgãos públicos e privados. Foi selecionado um profissional, que é analista ambiental de um órgão estadual de meio ambiente, um projetista de aterros industriais, um representante de entidade do setor de mineração e um profissional da área acadêmica que atua na área de resíduos de mineração.

O questionário possui três opções a serem marcadas, para cada critério que são: “Relevantes”, “Não Relevantes” e “Não Sabe”. Os critérios marcados como “Relevantes” compuseram o segundo questionário. Os Critérios marcados como “Não Relevantes” por todos os quatro entrevistados foram descartados.

### **QUESTIONÁRIO 2**

Esse questionário foi elaborado, a partir dos critérios selecionados no questionário 1 e enviado a dez profissionais, que atuam na área da mineração e resíduos sólidos de órgãos públicos e de empresas privadas. Foi avaliada a concepção desses profissionais sobre esta tecnologia e a importância atribuída a cada critério. As Tabelas 3, 4, 5 e 6 apresentam os critérios propostos no Questionário 2.

**Tabela 3: Critérios propostos sobre localização e área do aterro.**

Localização e área do aterro	Média em %
1. Cava de mineração próxima a população, ocasionando impacto paisagístico.	8,83
2. Utilização de cava de mineração sem utilização após a extração.	8,75
3. A área de uma cava de mineração apresenta um espaço físico propício para receber resíduos.	7
4. O aterro executado em áreas onde haja predominância no subsolo de material com coeficiente de permeabilidade baixa, possibilita a proteção do aquífero.	6,2
5. Facilidade de acesso à área.	8,17
6. Proximidade do centro de geração de resíduos.	6,17
7. A aceitação da comunidade, garantindo reações positivas à instalação do aterro.	8,33
8. A infraestrutura (estradas, mão de obra, rede elétrica, iluminação, ...) que a construção e manutenção de um aterro exigem é benéfica para as populações que vivem próximo dele.	5,33
9. A indisponibilidade de áreas apropriadas para construção de um aterro industrial próximo ao polo gerador.	6,16
10. A reabilitação de uma área já degradada para construção do aterro é uma alternativa para que não se compre novas áreas que exijam a supressão da vegetação.	9,4

**Tabela 4: Critérios propostos sobre recomposição paisagística.**

Recomposição paisagística	Média em %
1. A recomposição geomorfológica do local possibilita um ganho paisagístico e ambiental para o município.	9,65
2. A recomposição da harmonia paisagística de uma região impactada pela atividade de extração após o encerramento da atividade de lavra.	9,67
3. A reabilitação da área propicia ganhos ambientais e financeiros para região onde a área está inserida.	9,4
4. Remediação de impactos provocados pela atividade de mineração principalmente em Áreas de Preservação Ambiental (APA).	9,83

**Tabela 5: Critérios propostos sobre monitoramento do aterro.**

Monitoramento do aterro	Média em %
1. O monitoramento contínuo do aterro possibilita o acompanhamento da obra de recuperação da cava.	9,8
2. Monitoramento de água subterrânea, de forma a garantir a qualidade da mesma.	10
3. Um aterro deve possuir um plano rotineiro de amostragem e análise de resíduos, para monitoramento da qualidade dos resíduos que serão dispostos.	9,83

**Tabela 6: Critérios propostos sobre estudos técnicos.**

Estudos técnicos	Média em %
1. As características geofísicas das cavas de mineração devem se adequar as solicitações das legislações vigentes principalmente em relação à impermeabilidade do terreno.	9,83
2. Quando não possuem fendas e trincas a declividade da cava de mineração pode ser aproveitada como talude na construção do aterro.	7,17
3. Dependendo do relevo, a cava de mineração possibilita a construção de sistema de drenagem para a coleta e a remoção de líquido percolado.	7,33
4. Os estudos necessários para viabilização da construção de um aterro como o da pedologia, hidrogeologia e ecologia ajudam a compreender um pouco mais sobre a região ao entorno do empreendimento.	7,67

As Figuras 2, 3, 4 e 5 mostram respectivamente, a média e o desvio padrão das notas dos critérios sobre localização e área do aterro (Tabela 3); sobre Recomposição Paisagística (Tabela 4); sobre Monitoramento do aterro (Tabela 5); e sobre Estudos técnicos (Tabela 6).

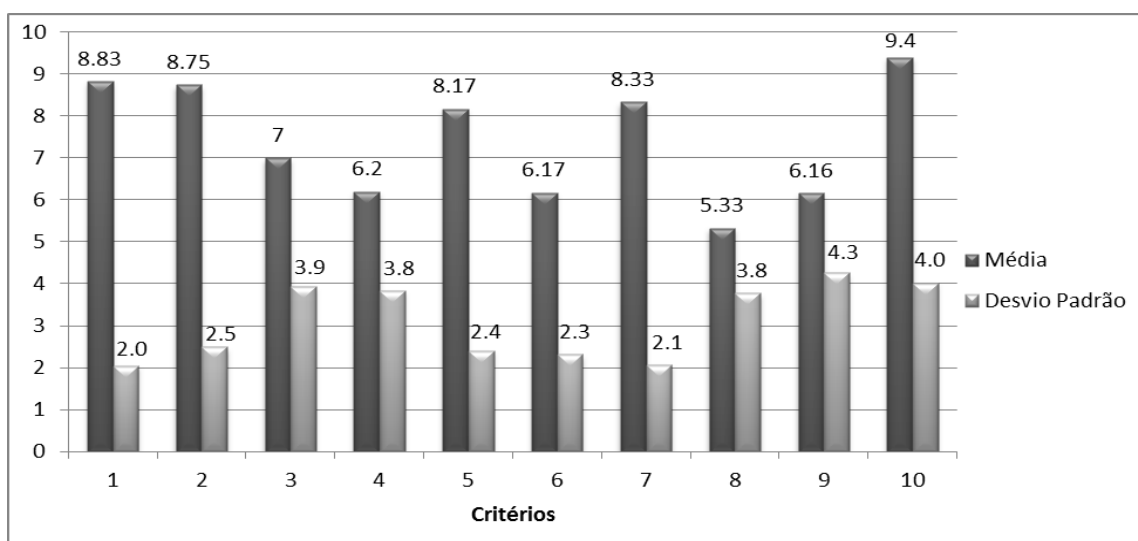


Figura 2: Média e desvio padrão das notas de cada critério de localização e área do aterro.

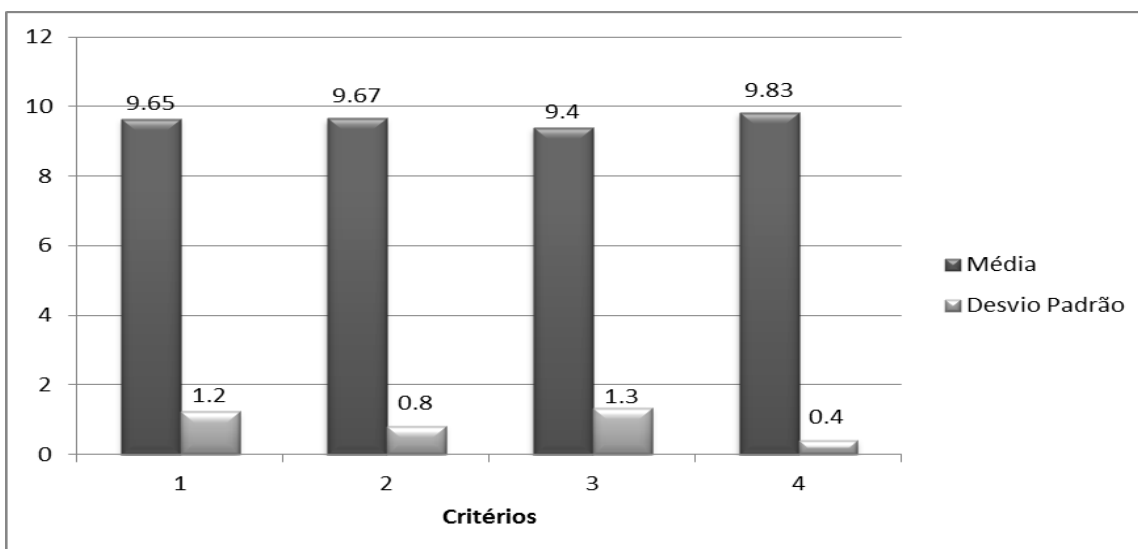


Figura 3: Média e desvio padrão das notas de cada critério de recomposição paisagística.



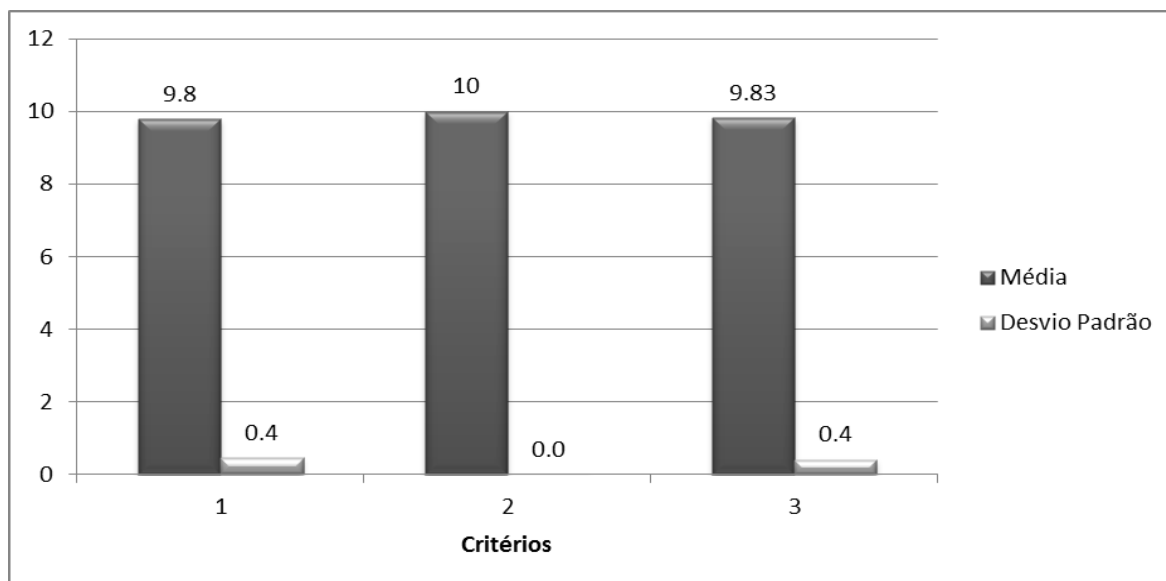


Figura 4: Média e desvio padrão das notas de cada critério de Monitoramento do aterro.

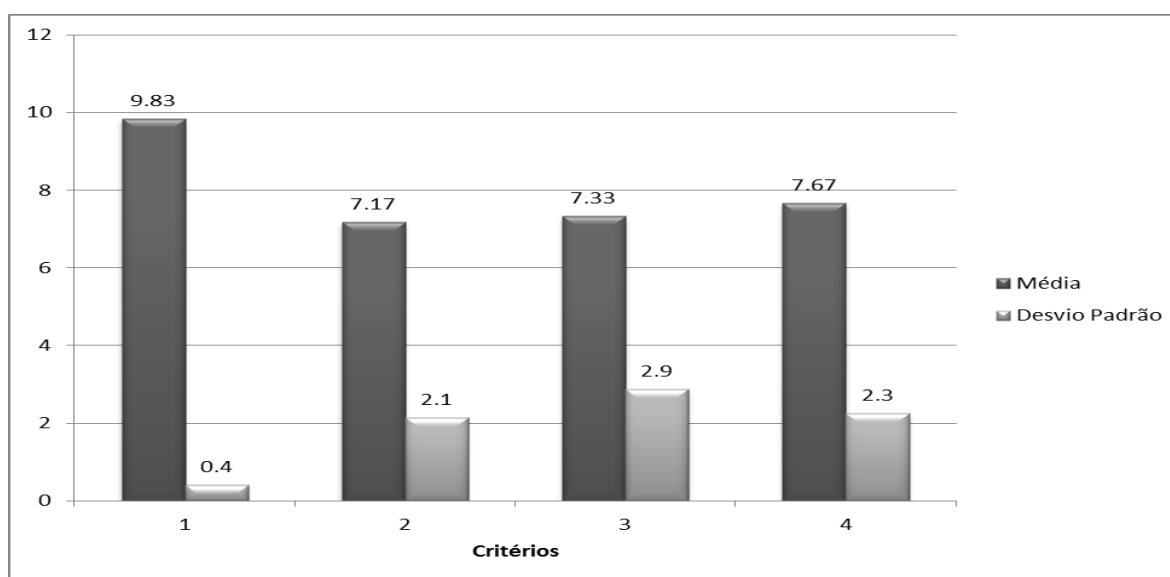


Figura 5: Média das notas dos critérios de Estudos técnicos.

Como poderá ser observado na Figura 6, nenhum critério proposto foi considerado de pouca importância. Nos itens de recomposição paisagística e de monitoramento do aterro todos os critérios foram considerados de muita importância.

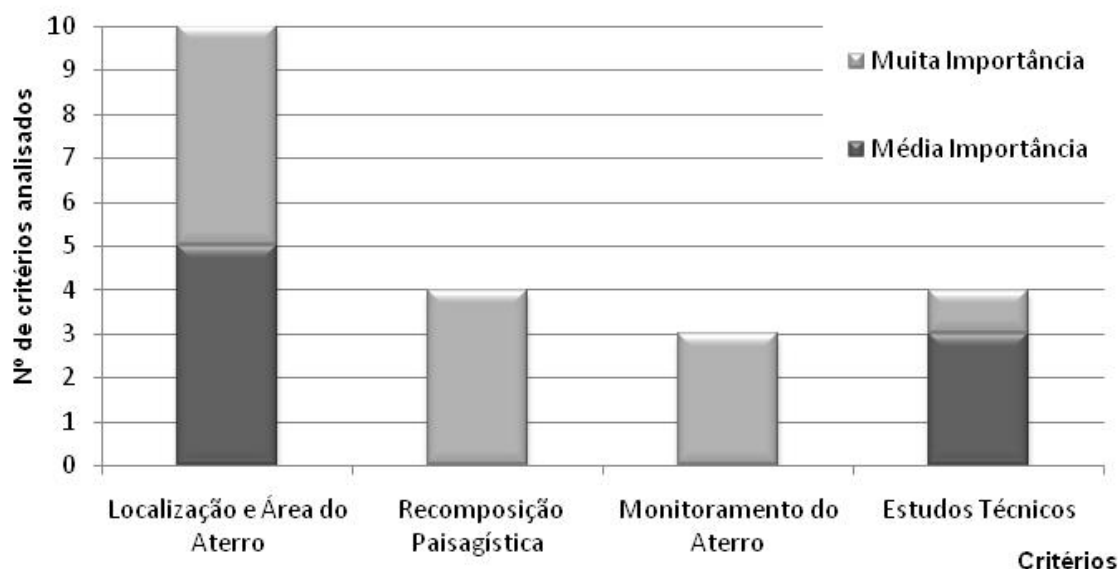


Figura 6: Grau de importância dos critérios.

## PROPOSIÇÃO DE CRITÉRIOS TÉCNICOS

Com os resultados dos dois questionários propostos pelos autores e avaliados pelos entrevistados sugere-se, que devam ser levados em consideração na recuperação de áreas degradadas pela mineração utilizando resíduos da própria mineração, os critérios:

- cava de mineração próxima à população, ocasionando impacto paisagístico;
- utilização de cava de mineração sem utilização após à extração;
- facilidade de acesso à área;
- a aceitação da comunidade, garantindo reações positivas à instalação do aterro;
- a reabilitação de uma área já degradada, para construção do aterro é uma alternativa;
- a recomposição geomorfológica do local possibilita um ganho paisagístico e ambiental para o município;
- a recomposição da harmonia paisagística de uma região impactada pela atividade de extração após o encerramento da atividade de lavra;
- a reabilitação da área propicia ganhos ambientais e financeiros, para região onde a área está inserida;
- remediação de impactos provocados pela atividade de mineração, principalmente, em Áreas de Preservação Ambiental (APA);
- o monitoramento contínuo do aterro possibilita o acompanhamento da obra de recuperação da cava;
- o monitoramento de água subterrânea de forma a garantir a qualidade da mesma;
- um aterro deve possuir um plano rotineiro de amostragem e análise de resíduos, para monitoramento da qualidade dos resíduos, que serão dispostos;
- as características geofísicas das cavas de mineração devem se adequar às solicitações das legislações vigentes, principalmente, em relação à impermeabilidade do terreno.

Os critérios de “f” a “i” foram propostos pelos autores baseados na revisão bibliográfica e nas características da Pedra do Elefante e não são preconizados por nenhum instrumento normativo. Todos os outros foram embasados por instrumentos relativos aos temas propostos.

## CONCLUSÃO

Ao se comparar as normas vigentes podemos concluir, que os critérios estabelecidos são basicamente os mesmos, para construção de um aterro industrial e para resíduos da mineração. Ainda é importante ressaltar, que os critérios das normas devem ser seguidos de forma a evitar possíveis impactos ao meio ambiente.

O Estudo do meio físico e biótico da APA da Pedra do Elefante, localizada no município de Nova Venécia, propiciou elencar critérios, que poderiam ser utilizados, para escolhas de áreas degradadas, utilizando essa técnica.

A aplicação de questionários para profissionais, que atuam no setor de mineração e de gerenciamento de resíduos sólidos, no estado do Espírito Santo, contendo aspectos comuns às normas técnicas analisadas e as características das áreas já contempladas com esta técnica, possibilitou uma melhor compreensão dos critérios mais relevantes a serem considerados em escolhas de novas áreas.

Dos critérios propostos relacionados à Recomposição Paisagística e ao Monitoramento do Aterro Industrial todos foram considerados de muita importância. Cabe, ainda, ressaltar que os critérios sobre recomposição paisagística não estão incluídos em normas ou recomendações técnicas consultadas, portanto cabe ao empreendedor e ao órgão ambiental licenciador adotar uma postura mais sustentável no intuito de, após o encerramento das atividades de mineração, recuperar a paisagem afetada e, conseqüentemente, a biota do local.

Esses fatos levam a concluir, que a técnica estudada pode ser considerada uma opção ambientalmente viável, para regiões com características semelhantes ao município de Nova Venécia, que é um grande polo de extração de granito e lida com problemas ambientais relativos ao aumento de áreas degradadas e ao grande volume de resíduos provenientes das atividades de beneficiamento de mármore e granito.

Sugere-se que os estudos sejam aprofundados por meio de consulta a um número maior de especialistas de outras regiões do país e que contemple resíduos de outros tipos de mineração.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13896: Aterros de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997.
2. AGUIAR, P. C. Recuperação de área degradada por exploração de basalto: proposta para direcionamento de exploração na fazenda dos buritis no município de Uberlândia (MG). Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2009.
3. BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Instrução Normativa no 04, de 13 de Abril de 2011. Estabelecer procedimentos para elaboração de projetos de recuperação de áreas degradadas – PRAD ou Área Alterada, para fins de cumprimento da legislação ambiental. 13 de Abril de 2011. Disponível em: <[https://www.ibama.gov.br /phocadownload/supes.../in\\_04\\_11\\_prad.doc](https://www.ibama.gov.br/phocadownload/supes.../in_04_11_prad.doc)>. Acesso em: 16 set. 2014.
4. \_\_\_\_\_. Lei no 12.305/2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União, Brasília, 03 de agosto 2010a.
5. \_\_\_\_\_. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral – SGM. Plano nacional de mineração 2030 (PNM – 2030). Brasília: MME, 2010b. 170 p. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano\\_duo\\_decenal/Plano\\_Nacional\\_de\\_Mineral\\_2030\\_\\_Consulta\\_Publica\\_10\\_NOV.pdf](http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano_duo_decenal/Plano_Nacional_de_Mineral_2030__Consulta_Publica_10_NOV.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2013.
6. \_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Manual de normas e procedimentos para licenciamento ambiental no setor de extração mineral. 2001. On-line. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa\\_pnla/\\_arquivos/MANUAL\\_mineracao.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/MANUAL_mineracao.pdf)>. Acesso em: 22 ago. 2013.
7. \_\_\_\_\_. Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM). Sumário Mineral 2012. On-line: Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br>. Acesso em: 27 ago. 2013.
8. CETESB. Resíduos sólidos industriais. 18a ed. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1985. 179 p.
9. CUNHA, M. F. da. Análise do Estado da Arte do Fechamento de Mina em Minas Gerais. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, 2007.
10. IEMA. Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Instrução Normativa N° 012, de 03 de dezembro de 2007. Dispõe sobre a definição dos procedimentos para licenciamento da atividade de aterro industrial de lama abrasiva gerada a partir do tratamento de efluentes da atividade de Beneficiamento de rochas Ornamentais. Cariacica, 3 dez. 2007. Disponível em: <<http://www.meioambiente.es.gov.br/default.asp>>. Acesso em: 18 set. 2013.
11. \_\_\_\_\_. Laboratório de Geomática/Gerência de Recursos Naturais – GRN / IEMA, 2013.

12. MANANCIAL PROJETOS E CONSULTORIA AMBIENTAL LTDA. Recuperação de Área Degradada por Mineração de Agregados da Construção Civil. [S.I.]. [s.n]. 2013. 175 p.
13. MÜLLER, D. L. Proposta de recuperação ambiental para uma pedreira. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2011.
14. PARANHOS, R. R. A. Recuperação de áreas degradadas pela mineração em regiões de interesse patrimonial. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2012.
15. SINDIROCHAS. Sindicato da Indústria de Rochas Ornamentais, Cal e Calcários do Espírito Santo. Vitória Stone Fair marca retomada do crescimento do setor de rochas. 2013. On-line. Disponível em: <[http://www.sindirochas.com.br/noticia\\_det.php?noticia=698](http://www.sindirochas.com.br/noticia_det.php?noticia=698)>. Acesso em: 27 ago. 2013.