



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS**

Vitor Nagib Gomes Jurdi

**Estudo das práticas sustentáveis na mineração de rochas ornamentais, no estado do
Espírito Santo, com foco no papel dos Arranjos Produtivos Locais**

Ouro Preto
2024

Vitor Nagib Gomes Jurdi

Estudo das práticas sustentáveis na mineração de rochas ornamentais, no estado do Espírito Santo, com foco no papel dos Arranjos Produtivos Locais

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Minas, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro.

Orientadora: Prof. Dr.^a Rita de Cássia Pedrosa Santos

Ouro Preto
2024

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

J958e Jurdi, Vitor Nagib Gomes.

Estudo das práticas sustentáveis na mineração de rochas ornamentais, no estado do Espírito Santo, com foco no papel dos Arranjos Produtivos Locais. [manuscrito] / Vitor Nagib Gomes Jurdi. - 2024.
44 f.: il.: color..

Orientadora: Profa. Dra. Rita de Cassia Pedrosa Santos.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Graduação em Engenharia de Minas .

1. Rochas ornamentais. 2. Sustentabilidade. 3. Espírito Santo (Estado). 4. Impacto ambiental. I. Santos, Rita de Cassia Pedrosa. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 553.5

Bibliotecário(a) Responsável: Sione Galvão Rodrigues - CRB6 / 2526



FOLHA DE APROVAÇÃO

Vitor Nagib Gomes Jurdi

Estudo das práticas sustentáveis na mineração de rochas ornamentais no estado do Espírito Santo com foco no papel dos Arranjos Produtivos Locais

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Minas

Aprovada em 10 de outubro de 2024

Membros da banca

Dr.ª Rita de Cássia Pedrosa Santos - Orientadora (Universidade Federal de Ouro Preto)
Dr. Guilherme Jorge Brigolini Silva (Universidade Federal de Ouro Preto)
Dr. Jose Fernando Miranda (Universidade Federal de Ouro Preto)

Rita de Cassia Pedrosa Santos, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 15/11/2024



Documento assinado eletronicamente por **Rita de Cassia Pedrosa Santos, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 15/11/2024, às 15:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0811988** e o código CRC **3A9434E7**.

RESUMO

Este estudo aborda as práticas sustentáveis na mineração de rochas ornamentais, no Espírito Santo, com foco no papel dos Arranjos Produtivos Locais (APLs) na mitigação dos impactos ambientais. Analisou-se a importância econômica da atividade e os desafios ambientais decorrentes, como a degradação da paisagem e a poluição hídrica. Os resultados indicam que, apesar de progressos significativos através dos APLs em práticas sustentáveis e colaboração entre empresas, governo e comunidades, ainda existem lacunas significativas em tecnologia e políticas públicas para mitigação dos impactos da extração de rochas ornamentais. As limitações do estudo incluem a concentração geográfica dos Arranjos Produtivos Locais e a dependência de dados secundários. Sugere-se que pesquisas futuras expandam o escopo geográfico e integrem dados primários para uma análise mais aprofundada e abrangente das práticas de sustentabilidade no setor.

Palavras-chave: Rochas ornamentais, Sustentabilidade, Espírito Santo, Arranjos Produtivos Locais, Impactos ambientais.

ABSTRACT

This study addresses sustainable practices in the ornamental rock mining industry in Espírito Santo, focusing on the role of Local Productive Arrangement (APLs) in mitigating environmental impacts. It analyzed the economic importance of the activity and the environmental challenges arising, such as landscape degradation and water pollution. The results indicate that, despite significant progress through APLs in sustainable practices and collaboration between companies, government, and communities, there are still significant gaps in technology and public policies. The study's limitations include geographical concentration and reliance on secondary data. Future research is suggested to expand the geographical scope and integrate primary data for a more in-depth and comprehensive analysis of sustainability practices in the sector.

Keywords: Ornamental rocks, Sustainability, Espírito Santo, Local Productive Arrangement (APLs), Environmental impacts.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Extração de mármore em pedreira com máquinas pesadas.....	7
Figura 2 – Exportação de rochas ornamentais por estado no Brasil em porcentagem.....	8
Figura 3 - Cadeia Produtiva de Rochas Ornamentais.....	17
Figura 4 – Valor e quantidade de rochas ornamentais, bruta e beneficiada, exportadas no Espírito Santo.....	21
Figura 5 – Distribuição dos estabelecimentos e empregos formais da indústria de rochas ornamentais no Espírito Santo.....	23
Figura 6 – Valor por tonelada exportada no Espírito Santo.....	24
Figura 7 – Distribuição da produção de rochas ornamentais no Brasil em 2023.....	25

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2	OBJETIVOS	10
2.1	Objetivo geral	10
2.2	Objetivos específicos	10
3	METODOLOGIA	11
4	REFERENCIAL TEÓRICO	13
4.1	Aspectos gerais	14
4.2	Mineração de rocha ornamental	15
4.2.1	Mineração de rochas ornamentais no estado do Espírito Santo	16
4.2.2	As principais rochas ornamentais e a produção relacionada	16
4.3	Mitigação dos impactos ambientais da extração de rochas ornamentais	18
4.4	Arranjo produtivo local	18
4.4.1	Panorama dos APLs de rochas ornamentais do Espírito Santo	19
4.4.2	Importância dos APL para as rochas ornamentais no ES, a representação econômica para a região	20
4.4.3	O Papel dos <i>Stakeholders</i> nos Arranjos Produtivos Locais (APL)	25
4.5	Impacto dos apIs de rochas ornamentais do espírito santo para o meio ambiente	26
4.6	Regulamentações nacionais e estaduais aplicáveis à mineração de rochas ornamentais	28
4.6.1	Regulamentação estadual sobre mineração em rochas ornamentais	29
4.6.2	Importância das certificações para o mercado de rochas ornamentais	30
4.7	Tendências de mercado para rochas ornamentais	31
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
6.1	Limitações da pesquisa e sugestões para trabalhos futuros	35
	REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

A indústria de rochas ornamentais no Espírito Santo ocupa uma posição de destaque no cenário econômico brasileiro, impulsionando desenvolvimento e inovação. No entanto, o processo de extração dessas rochas é essencial para a produção de materiais amplamente utilizados em construção e decoração, carrega consigo importantes desafios socioambientais. Segundo Macedo (2024) a extração impacta significativamente os ecossistemas locais, alterando paisagens, além de afetar as comunidades próximas às áreas de mineração. Diante deste cenário, surge a necessidade urgente de reconciliar as metas de produção com a preservação ambiental e a responsabilidade social.

A indústria de extração de rochas ornamentais, notadamente no Espírito Santo, demonstra um significativo impacto ambiental ao longo dos anos. Essa atividade, embora vital para a economia regional, suscita preocupações quanto à sua sustentabilidade e às práticas de mitigação de danos ambientais. Conforme Macedo (2024), estratégias voltadas para a sustentabilidade da mineração de rochas ornamentais precisam ser enfatizadas, principalmente na região noroeste do Espírito Santo, para garantir a efetiva proteção ambiental e promover práticas mais responsáveis.

Segundo Findes (2020), após um período de queda, as exportações brasileiras de rochas ornamentais voltaram, em 2019, a alcançar a emblemática marca de US\$ 1 bilhão em receitas, um aumento de 2,06% em relação a 2018. Embora modesto, o saldo positivo indica uma mudança de rumo e uma possível recuperação do setor nos próximos anos. Esse crescimento foi impulsionado, principalmente, pelo aumento da participação do Espírito Santo no mercado internacional. De 79,9% em 2018, a participação subiu para 81,8% em 2019, destacando o protagonismo do Estado nesse segmento econômico. As exportações do Espírito Santo registraram um aumento de 4,43% nas receitas, totalizando quase US\$ 828 milhões. A região de estudo é o maior arranjo produtivo de rochas do Brasil, com aproximadamente 1.600 empresas no Estado que geram mais de 25 mil empregos diretos e 100 mil indiretos, presentes em todos os 78 municípios do estado.

Na figura 1, é possível observar a extração de rochas ornamentais em uma pedreira localizada no Espírito Santo. A imagem mostra o uso de máquinas pesadas e a modificação substancial da paisagem natural, evidenciando a necessidade de intervenções para minimizar os danos ambientais.

Figura 1 – Extração de mármore em pedreira com máquinas pesadas.



Fonte: Governo do Estado do Espírito Santo (2022)

Segundo Baylão e Wander (2022), a revisão sistemática da literatura sobre o setor produtivo de rochas ornamentais ressalta a importância de se adotar uma perspectiva ampla que englobe não apenas a extração, mas também o beneficiamento e a comercialização, considerando os Arranjos Produtivos Locais (APLs) como potenciais catalisadores de práticas sustentáveis.

Findes (2020) destaca o Espírito Santo como o principal estado exportador de rochas ornamentais no Brasil, com uma participação significativa de 82,7%. Minas Gerais ocupa o segundo lugar, contribuindo com 11,4% das exportações. Ainda sobre a pesquisa Findes (2020) os estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba têm participações menores, com 1,4%, 1,3% e 0,8%, respectivamente. Esses dados refletem a concentração da indústria de extração de rochas ornamentais no Espírito Santo, que possui infraestrutura e tradição neste setor. A diferença acentuada entre os percentuais dos estados mostra a predominância do Espírito Santo no mercado nacional de rochas ornamentais.

A figura 2 apresenta a exportação de rochas ornamentais por estado no Brasil em porcentagem, o estado do Espírito Santo se destaca como o maior exportador, representando mais de 80% do total nacional. Em seguida, Minas Gerais aparece com uma contribuição significativa, embora bem menor, em torno de 10%. Outros estados, como Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba, possuem uma participação marginal nesse setor.

Figura 2 – Exportação de rochas ornamentais por estado no Brasil em porcentagem



Fonte: Findes (2020)

Vieira (2016) destaca que os APLs no Espírito Santo desempenham um papel crucial no que tange à adoção de políticas públicas orientadas para o desenvolvimento sustentável, enfatizando a necessidade de se integrar medidas ambientais eficazes ao longo de toda a cadeia produtiva das rochas ornamentais. Essas medidas visam não somente a redução dos impactos ambientais diretos, mas também a promoção de uma maior conscientização e comprometimento por partes interessadas.

É imprescindível considerar os esforços em direção ao reaproveitamento de resíduos sólidos provenientes da extração de rochas ornamentais, como apontado por Costa (2021). Esse enfoque não somente contribui para a diminuição da pegada ambiental da indústria, mas também abre caminhos para inovações no setor, destacando o papel vital dos APLs na facilitação de uma transição para práticas mais sustentáveis.

Segundo Findes (2020), os principais municípios exportadores de rochas ornamentais do Espírito Santo destacam-se pela contribuição significativa ao setor. Serra lidera com 25,3% das exportações, seguido por Cachoeiro de Itapemirim com 19,5%. São Francisco representa 13,0% das exportações, enquanto Linhares e Colatina contribuem com 4,3% e 3,2%, respectivamente. Estes dados revelam a concentração da atividade exportadora em poucos municípios, evidenciando a importância econômica destas localidades para o estado. A predominância de Serra e Cachoeiro de Itapemirim indica um desenvolvimento industrial avançado e especializado nestas regiões.

A legislação vigente e o licenciamento ambiental são ferramentas essenciais para o controle e minimização desses impactos, apontando para a urgência de práticas mais sustentáveis e

responsáveis por parte das empresas do setor.

Castro e Gadioli (2024) enfatizam a relevância do inventário do ciclo de vida das rochas ornamentais, ressaltando que cada etapa da produção – da extração ao beneficiamento, tem seus próprios impactos ambientais. O estudo destaca o Espírito Santo como uma referência nacional na produção de rochas ornamentais, indicando a necessidade de uma gestão ambiental eficaz que acompanhe toda a cadeia produtiva para garantir a sustentabilidade ao setor.

Segundo Souza (2023), a exploração de rochas ornamentais e de revestimento gera impactos significativos no meio ambiente. De uma forma ampla, os estéreis de uma lavra de rocha ornamental são constituídos de solos advindos do decapeamento de jazidas, rochas intemperizadas e, a grande maioria, proveniente de fragmentos de rochas devido a irregularidade do material explotado (Andrade, 2021). O manejo inadequado desses estéreis pode agravar os danos ambientais, reiterando a importância de estratégias efetivas para a gestão de resíduos e a reabilitação de áreas mineradas.

De acordo com Amarante e Yamane (2024), a vulnerabilidade ambiental para os estudos de impacto ambiental da extração de rochas ornamentais, sugere que uma avaliação criteriosa dos impactos possa melhorar significativamente a sustentabilidade do setor. Essa abordagem é crucial para o desenvolvimento de uma mineração de rochas ornamentais que seja não apenas economicamente viável, mas também ambientalmente responsável e socialmente justa.

Leitão (2024) reitera as implicações jurídico-ambientais do processo de beneficiamento de rochas ornamentais, apontando para a complexidade dos impactos gerados e a necessidade de uma regulamentação robusta e efetiva que assegure a proteção ambiental sem comprometer a viabilidade do setor.

O setor de extração de rochas ornamentais no Espírito Santo enfrenta o desafio de equilibrar suas contribuições econômicas com a preservação do meio ambiente e o bem-estar das comunidades locais. As pesquisas abordadas neste estudo indicam um caminho para a adoção de práticas mais sustentáveis e a implementação de políticas públicas e estratégias empresariais que priorizem a mitigação dos impactos socioambientais, garantindo assim a continuidade e a sustentabilidade do setor a longo prazo.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo geral é realizar uma avaliação abrangente dos impactos ambientais associados à extração de rochas ornamentais no Espírito Santo, destacando o papel fundamental dos APLs na mitigação desses efeitos. Este estudo busca compreender a dinâmica entre as atividades de mineração e a gestão ambiental efetiva, enfatizando como as iniciativas locais podem contribuir para práticas mais sustentáveis e menos prejudiciais ao meio ambiente.

Pretende-se também investigar como esses arranjos produtivos podem ser plataformas para a inovação em sustentabilidade, promovendo uma maior conscientização ambiental e fomentando políticas públicas que priorizem a preservação ambiental sem comprometer o desenvolvimento econômico.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar e descrever os principais efeitos ambientais negativos decorrentes da extração de rochas ornamentais na região do Espírito Santo.
- Analisar as políticas e práticas adotadas pelos APLs no Espírito Santo para mitigar os impactos ambientais da extração de rochas ornamentais.
- Investigar a eficácia das estratégias de mitigação ambiental implementadas pelos APLs, utilizando exemplos de casos concretos dentro do setor.

3 METODOLOGIA

Para este estudo foi realizada uma revisão bibliográfica sobre os efeitos ambientais causados pela extração de rochas ornamentais no Espírito Santo, com ênfase nas práticas adotadas pelos APLs para mitigar tais impactos. A revisão bibliográfica consiste em uma análise de diferentes fontes acadêmicas e relatórios técnicos, buscando sintetizar a evidência existente acerca das estratégias de mitigação ambiental empregadas no setor de extração de rochas.

Para esta pesquisa adotou-se uma abordagem qualitativa com base em métodos interpretativos, visando compilar e analisar as contribuições acadêmicas que abordam os impactos ambientais e as práticas de mitigação relacionadas à extração de rochas ornamentais. A metodologia envolveu a busca por artigos científicos, livros, teses e documentos governamentais disponíveis em bases de dados relevantes, como Scielo, Google Scholar e outras plataformas especializadas. A revisão foi organizada de forma a apresentar, de maneira sistemática, as principais estratégias de mitigação ambiental encontradas na literatura, permitindo a identificação de lacunas no conhecimento atual e a discussão de possíveis melhorias nas práticas de extração sustentáveis.

Os dados foram coletados de múltiplas fontes para abranger o maior conjunto de informações possíveis relacionadas aos impactos ambientais da extração de rochas ornamentais no Espírito Santo. A seguir são apresentadas as ferramentas digitais utilizadas, embora não necessariamente em ordem, pois frequentemente foi necessário acessar materiais de fontes primárias através de diversas plataformas.

- *Publish or Perish de Harzing*: esta ferramenta, que explora o Google Scholar, foi a primeira usada para reunir um conjunto inicial de dados. Ela compila publicações com base em palavras-chave e gera uma lista de artigos, livros, capítulos de livros, dissertações/teses, *whitepapers*, anais de conferência e citações de referências, fornecendo ainda contagens de citações e links para os documentos.
- Bancos de dados de bibliotecas universitárias: ferramentas como JSTOR, ERIC e *Web of Science* foram empregadas para acessar PDFs de artigos, revisando a presença de conteúdos sobre os APLs e seus papéis na mitigação dos impactos ambientais.
- *Research Gate*: neste portal, muitos documentos foram disponibilizados por seus autores, facilitando o acesso a estudos relevantes, alguns gratuitos e outros mediante solicitação.

- Pesquisas no Google e Bing: Usando pesquisas booleanas, buscou-se artigos em PDFs publicados online e verificou-se a classificação de algumas publicações que poderiam ser anais de conferências, livros ou capítulos.
- Sites de editoras: alguns artigos estavam disponíveis apenas por meio de editoras comprados ou acessados gratuitamente quando disponíveis.
- Amazon e Google Books: utilizados para adquirir livros necessários para a revisão, seja em formato *Kindle* ou físico.
- Sites de organizações: para artigos não claramente identificados como anais de conferências, resumos foram coletados para confirmar a disponibilidade do artigo completo.
- *Scimago Institution Rankings*: este site oferece indicadores científicos de periódicos e países, derivados do banco de dados Scopus, que foram utilizados para avaliar o impacto das publicações onde os artigos foram publicados.
- A ferramenta *Publish or Perish* gerou resultados restringidos na ferramenta aos que incluíam termos específicos relacionados aos APLs e à mitigação de impactos ambientais. Cada documento foi avaliado para garantir que refletisse uma abordagem diversificada e relevante para a temática, contribuindo assim para a construção de um perfil detalhado dos efeitos ambientais da extração de rochas ornamentais e das iniciativas de mitigação no contexto dos APLs no Espírito Santo.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

A exploração de rochas ornamentais no Espírito Santo representa um segmento vital para a economia local, mas traz consigo desafios ambientais significativos. Este referencial teórico busca compreender a dinâmica entre a extração de rochas ornamentais e os desafios ambientais no Espírito Santo, avaliando o papel dos APLs na promoção de uma mineração mais responsável e sustentável.

O estado do Espírito Santo abriga uma das maiores concentrações de aglomerações produtivas de rochas ornamentais do país. Esta característica coloca o estado como um ponto crítico para estudos relacionados aos impactos ambientais da extração de rochas e a eficácia dos APLs na mitigação desses impactos (Baylão; Wander, 2022).

Segundo Baylão e Wander (2022), a implementação de gestão de mitigação de impactos ambientais baseada em APLs pode proporcionar uma ascensão qualitativa de aglomerações minerais a distritos minerais sustentáveis, principalmente no sul do Espírito Santo. Este avanço sugere uma abordagem integrada, onde a cooperação entre empresas, governo e comunidades locais é fundamental para o desenvolvimento sustentável do setor.

É de grande importância a gestão do consumo e circulação de água no processo de beneficiamento das rochas, para mitigar os impactos ambientais. Esta pesquisa aponta para a necessidade de inovações tecnológicas e práticas de gestão que reduzam o uso de recursos hídricos e minimizem a poluição, garantindo assim a sustentabilidade do setor no estado do Espírito Santo (Almeida, 2022).

Também é destacada a vigilância da saúde dos trabalhadores nas marmoarias como um aspecto crítico na cadeia produtiva das rochas ornamentais. A pesquisa enfatiza a importância de medidas preventivas e de mitigação para minimizar os riscos ocupacionais e ambientais associados à extração e processamento de rochas ornamentais (Negreiros Filho, 2019).

A avaliação comparativa dos índices de sustentabilidade entre cerâmica e rochas ornamentais demonstrou a importância de adotar medidas que minimizem os impactos negativos, especialmente, no que tange ao manejo de resíduos e consumo de água (Bissoli-Dalvi *et al.*, 2017).

Costa (2021) explorou o reuso de resíduos sólidos das rochas ornamentais, evidenciando não apenas a viabilidade ambiental, mas também econômica desta prática. Esse estudo ressalta o papel do Espírito Santo como um líder (inter) nacional na extração de rochas ornamentais, e como inovações no processo de produção podem contribuir significativamente para a sustentabilidade do setor.

Foi examinado por Cezar *et al.* (2022) a gestão de resíduos do beneficiamento de granito em marmorarias, destacando a cadeia produtiva das rochas ornamentais e a relevância de implementar estratégias sustentáveis. Este trabalho ilumina o potencial dos APLs em promover melhores práticas ambientais e sociais na região de Barra de São Francisco, um importante polo do setor no estado.

A disposição de estéreis de mineração também foi analisada pelo estudo de Santos (2023). Nota-se a garantia de sustentabilidade nas operações de extração, enfatizando a importância de um planejamento de lavra que vá além dos aspectos técnicos e incorpore critérios ambientais, sendo como componente central do processo produtivo.

Por fim, é essencial o licenciamento ambiental para as empresas de extração de rochas ornamentais no noroeste do Espírito Santo, pois dessa forma se faz uma gestão ambiental eficaz, a fim de assegurar a continuidade sustentável das atividades de extração, alinhando interesses econômicos com a preservação ambiental (Custodio; Dalmonech, 2024).

4.1 Aspectos gerais

A mineração de rochas ornamentais representa um segmento significativo dentro da indústria mineradora, destacando-se pelo seu potencial econômico e pela diversidade de aplicações nas áreas de construção e decoração. Esta atividade envolve a extração de rochas com características estéticas particulares, que as tornam valiosas para diversos usos arquitetônicos e decorativos. Apesar de seu valor econômico e contribuição para o desenvolvimento local, a mineração de rochas ornamentais enfrenta desafios importantes relacionados à sustentabilidade e ao impacto ambiental (Macedo, 2024).

Baylão e Wander (2022) explicita que a significância da extração de rochas ornamentais não está apenas no seu valor econômico, mas também na capacidade de gerar empregos e fomentar o desenvolvimento local. Somado a isso, a importância de práticas de extração que considerem a preservação do meio ambiente.

Costa e Vieira (2023) apresentam as características únicas da mineração de rochas ornamentais, como a diversidade e a qualidade das rochas, e os desafios específicos impostos para a gestão de estoques e a logística de distribuição, apresentando a necessidade de um planejamento cuidadoso e estratégias adaptativas para superar tais desafios.

Santos (2023), em seu estudo sobre a disposição de estéreis de mineração, ressalta a importância de práticas responsáveis no contexto das minas de rochas ornamentais no Estado do Espírito Santo. O autor argumenta que, embora ainda seja uma exceção, a adoção de configurações de disposição que minimizem os impactos ambientais é fundamental.

4.2 Mineração de rocha ornamental

A mineração de rochas ornamentais é um setor vital que contribui significativamente para a economia de várias regiões, especialmente no Brasil, que é um dos maiores exportadores deste tipo de material. As rochas ornamentais, utilizadas principalmente na construção civil e na decoração, incluem granitos, mármore, quartzitos, entre outros.

Segundo Garrido (2023), as práticas transdisciplinares das geociências, voltadas para a educação e saúde no ambiente de mineração de rochas, demonstram a necessidade de uma abordagem holística para mitigar os impactos negativos associados à atividade mineradora, ressaltando a importância da integração comunitária e da conscientização ambiental.

Conforme Câmara (2023), o potencial agrônomico do uso de estéreis de rochas ornamentais como remineralizadores de solos abre novas perspectivas para o aproveitamento de resíduos, contribuindo para a sustentabilidade ambiental e a redução dos custos de produção no setor de mineração.

Moreira e Melo (2023) discutem os elementos estruturais da Fazenda Muquém e sua relação com a Chapada Diamantina, evidenciando como a geologia local influencia as técnicas de mineração e a qualidade das rochas ornamentais extraídas.

Vieira e Costa (2023) analisam a gestão de estoques em uma empresa mineradora de rochas ornamentais, destacando as características únicas deste tipo de mineração e como a gestão eficaz dos recursos pode levar a uma operação mais lucrativa e sustentável.

De acordo com Almeida *et al.* (2023) a caracterização de resíduos de rocha ornamental para a fabricação de rochas aglomeradas apresenta uma solução inovadora para o aproveitamento de resíduos e a produção de novos materiais com potencial de mercado.

Duarte (2023) realiza uma análise de viabilidade econômica da lavra de quartzito, destacando a importância de um planejamento minucioso e da avaliação econômica para garantir a sustentabilidade e a rentabilidade de projetos de mineração de rochas ornamentais.

Também foi percebido a aplicação de resíduos do beneficiamento de rochas ornamentais na composição do cimento Portland, evidenciando a potencial contribuição desse segmento para a indústria de construção civil e para a redução do impacto ambiental da mineração (Rodrigues, 2018). Esse aspecto é corroborado por Santos (2021), que realizou um diagnóstico sobre o uso de energia elétrica na extração de rochas ornamentais, visando a otimização de processos e a sustentabilidade do setor.

4.2.1 Mineração de rochas ornamentais no estado do Espírito Santo

O estado do Espírito Santo é reconhecido tanto pela qualidade quanto pela diversidade de suas reservas minerais. A mineração dessas rochas, que inclui principalmente o granito e o mármore, constitui uma atividade econômica vital para a região, gerando emprego, renda e contribuindo para o desenvolvimento local e nacional (Santos, 2023).

Apesar de grande visibilidade no noroeste do Espírito Santo, há também mineração, em pequena escala, no sul do estado, destacando a importância do ordenamento territorial e do desenvolvimento sustentável em regiões caracterizadas pela mineração (Mello; Riso Filho, 2019).

A análise e percepção de segurança nas atividades de mineração na região noroeste, estudadas por Zorzal, *et al.* (2020), evidenciam a necessidade de práticas mais seguras e regulamentadas para garantir a proteção dos trabalhadores e do ambiente. Entretanto, há um destaque para os conflitos de interesse no mercado de rochas ornamental capixaba, uma perspectiva importante para compreender os desafios econômicos e sociais enfrentados pelo setor (Gomes; Totti, 2017).

Mais recentemente, tornou-se claro a importância do licenciamento ambiental para garantir menores impactos ambientais, prezando pela sustentabilidade do setor (Custódio; Dalmonech, 2023).

4.2.2 As principais rochas ornamentais e a produção relacionada

Os APLs no setor produtivo de rochas ornamentais facilitam a integração das empresas, possibilitando ganhos de escala, compartilhamento de conhecimentos e tecnologias, além de fortalecer a posição competitiva das empresas capixabas no mercado global (Santos, 2023). As rochas ornamentais desempenham um papel significativo na indústria de construção e decoração, destacando-se pela sua beleza e durabilidade. Essas rochas, como mármore, granitos e quartzitos, são amplamente utilizadas em revestimentos, pisos, bancadas e monumentos, devido às suas características estéticas e físicas (Silva; Martinelli, 2021).

De acordo com Avancini, *et al.* (2023), o segmento de rochas ornamentais enfrenta desafios relacionados à identificação e minimização de perdas de materiais, especialmente nas fases iniciais do processo produtivo. A implementação do método A3, que consiste em resumir as atividades do círculo kaizen (planejar, executar, verificar e agir) é uma abordagem eficaz para identificar essas perdas, contribuindo para a melhoria da eficiência e redução de custos no setor.

O perfil dos profissionais envolvidos na extração e processamento de rochas

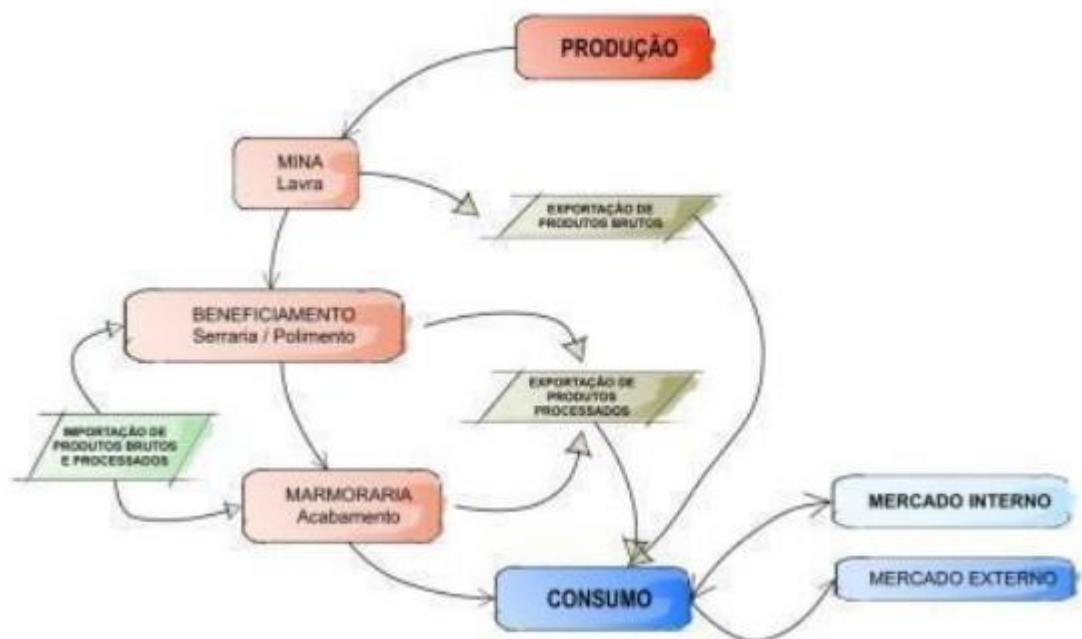
ornamentais na microrregião noroeste do Espírito Santo é diversificado, abrangendo desde técnicos especializados até trabalhadores operacionais (Alvarenga *et al.*, 2023). Essa diversidade é crucial para o desenvolvimento sustentável do setor, pois permite a integração de diferentes conhecimentos e habilidades.

Ademais, foi percebido a relação entre os valores de microdureza das rochas e o rendimento das ferramentas diamantadas utilizadas no corte. Foi indentificado, então, a necessidade de ferramentas adequadas para a eficiência do processo de beneficiamento. Essas ferramentas não apenas aumentam a produtividade, mas também, que reduzem o desgaste e os custos operacionais, tornando o processo mais viável economicamente (Alvarenga *et al.*, 2023).

A produção e utilização de rochas ornamentais envolvem uma complexa cadeia de processos que requerem tanto conhecimentos técnicos específicos quanto estratégias eficazes de gestão e operação para otimizar o uso dos materiais e maximizar a produtividade (Alvarenga *et al.*, 2023).

A figura 3 mostra a cadeia produtiva de rochas ornamentais e de revestimento conforme estudo feito pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) do estado de São Paulo (Mello, 2004).

Figura 3 – Cadeia Produtiva de Rochas Ornamentais



Fonte: Mello (2004).

4.3 Mitigação dos impactos ambientais da extração de rochas ornamentais

A abordagem sustentável para a redução do impacto ambiental envolve a valorização de resíduos de rochas ornamentais, promovendo práticas que se alinham com os princípios da economia circular (Santos, 2023). Por isso, a necessidade da implementação da Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) em produtos que incorporam resíduos sólidos industriais, como os provenientes da extração de rochas ornamentais, pode contribuir significativamente para a redução dos impactos ambientais associados (Gadioli; Castro, 2023). De acordo com Campos e Silva (2003) na lavra e no processamento das rochas ornamentais, em conjunto, pode chegar a 70% o material extraído e não aproveitado, sendo constituído de resíduos grossos, finos e ultrafinos.

As diretrizes para o uso de resíduos de rochas ornamentais na produção de cerâmica vermelha como uma forma de reduzir o impacto ambiental são de extrema importância, destacando a relevância de processos sustentáveis na indústria (Almeida, *et al.*, 2023). Com isso, evidenciou-se a aplicação dos resíduos de rochas ornamentais a fim de reduzir o impacto ambiental e promover a sustentabilidade no setor (Almeida, 2023).

A economia circular (Almeida *et al.*, 2023) pode ser potencializada pelo aproveitamento de resíduos como matéria-prima em materiais cerâmicos, evidenciando um caminho para a mitigação dos impactos ambientais.

A análise de Barbosa e Soffner (2023) sobre a síntese e caracterização de vidros visando o aproveitamento de resíduos do processamento de rochas ornamentais aponta para soluções inovadoras na redução de impactos ambientais. Outro estudo explícita sobre a resistência ao choque térmico de rochas aglomeradas indica que a utilização de resíduos pode também contribuir para a sustentabilidade do setor (Mardegan, *et al.*, 2023).

Recentemente, foi analisado a abordagem viabilidade econômica de lavra de quartzito, enfatizando a necessidade de identificar e mitigar os impactos ambientais nas fases produtivas do setor de rochas ornamentais (Duarte, 2023).

4.4 Arranjo produtivo local

Arranjos Produtivos Locais (APLs) são aglomerações territoriais de agentes econômicos, políticos e sociais com foco em um conjunto específico de atividades econômicas que apresentam vínculos mesmo que incipientes. Segundo Turrioni (2015), esses arranjos são caracterizados pela proximidade geográfica e pela realização de atividades econômicas principais que se complementam, permitindo que pequenas e médias empresas possam competir em um mercado cada vez mais globalizado.

De acordo com a definição do Sebrae (2003), os arranjos produtivos locais consistem em

grupos de empresas e empreendedores situados em uma mesma região. Essas entidades compartilham uma especialização em suas atividades e estabelecem laços de colaboração, interação e aprendizado, tanto entre si quanto com outros participantes locais, como órgãos governamentais, associações empresariais, instituições financeiras, de ensino e de pesquisa. Além disso, segundo Santos (2009) para que os APLs sejam considerados completos e competitivos, é necessário que atendam a determinadas condições:

- Presença de diversas empresas e instituições de apoio ligadas ao produto/serviço;
- Alta densidade geográfica;
- Empresas com alta especialização;
- Abundância de empresas de cada segmento;
- Aproveitamento integral de materiais recicláveis e subprodutos;
- Substituição seletiva contínua;
- Forte colaboração entre as empresas;
- Cultura social que se adapta às atividades;
- Coerência no nível tecnológico;

De acordo com Tisott *et al.* (2016), APLs são considerados importantes mecanismos para o desenvolvimento regional, pois potencializam a capacidade de inovação, a cooperação e o aprendizado coletivo entre empresas, além de estimular a competitividade e a dinâmica empresarial em níveis local e global. Além disso, Gussoni e Weise (2015) apontam que APLs podem ser vistos como uma estratégia para fortalecer as políticas de desenvolvimento econômico, integrando ações de suporte entre o setor público, privado e a academia, fortalecendo assim as capacidades produtivas e competitivas dos envolvidos.

Conforme Turrioni (2015), a eficiência dos APLs também pode ser atribuída à gestão compartilhada de recursos e informações, o que reduz custos e aumenta a eficiência produtiva. Além disso, a cooperação dentro dos APLs ajuda a superar barreiras comuns enfrentadas por pequenas empresas, como acesso limitado a mercados e tecnologias avançadas.

Os desafios para a consolidação de APLs eficazes incluem a necessidade de uma governança eficiente que possa coordenar os interesses diversos dos *stakeholders*, como mencionado por Silva e Martinelli (2021). Esta coordenação é crucial para alinhar os objetivos econômicos com as necessidades sociais e ambientais, promovendo um desenvolvimento sustentável.

4.4.1 Panorama dos APLs de rochas ornamentais do Espírito Santo

Pádua (2018) reforça que a o setor de rochas ornamentais no estado do Espírito Santo não apenas impulsiona a economia local mas também estabelece padrões de qualidade e inovação

reconhecidos globalmente.

Segundo Almeida *et al.* (2023), os APLs de rochas ornamentais no Espírito Santo são exemplos de como práticas sustentáveis podem ser integradas à produção, evidenciando esforços em pesquisa e desenvolvimento para a reutilização de resíduos no processo produtivo. Conforme Vidal *et al.* (2023), a indústria enfrenta desafios significativos relacionados ao manejo ambiental de resíduos, mas tem avançado em tecnologias que promovem a sustentabilidade e reduzem o impacto ambiental.

Vieira (2016) destaca que a política pública tem um papel crucial na configuração e no apoio aos APLs de rochas ornamentais, facilitando processos decisórios que alinham interesses locais e promovem a competitividade internacional do setor. A governança desses arranjos, portanto, se apresenta como um fator determinante para o seu sucesso e estabilidade.

4.4.2 Importância dos APL para as rochas ornamentais no ES, a representação econômica para a região

De acordo às informações apresentadas pela Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Espírito Santo (2022), o estado possui uma das maiores reservas de mármore e granito do país, com uma enorme variedade de cores. Dispõe de um parque industrial com cerca 3.500 empresas, que atuam desde a extração/produção de rochas ornamentais até a sua exportação. O setor é responsável por mais da metade dos teares instalados no País. O Espírito Santo contribui significativamente com o setor de rochas e para a balança comercial brasileira. O percentual de exportações do Espírito Santo alcança 88,55% do valor contabilizado no Brasil. Essa porcentagem equivale a aproximadamente 165 mil toneladas de rochas carbonáticas brutas e manufaturadas, silicáticas brutas e manufaturadas, ardósias, dentre outras.

Conforme a figura 4, o setor de rochas ornamentais do Espírito Santo exportou 698,6 mil toneladas de rochas brutas em 2018, gerando uma receita de US\$ FOB¹ 109,8 milhões, resultados, respectivamente, 3,8% e 3,3% maiores que os registrados em 2017.

¹ FOB, uma abreviação para "Free on Board", é um termo utilizado em negociações internacionais, especificamente dentro do conjunto de regras conhecido como Incoterms. Quando um negócio é realizado sob o Incoterm FOB, a responsabilidade do vendedor se encerra no momento em que a mercadoria ultrapassa a amurada do navio no porto de embarque designado.

Figura 4 – Valor e quantidade de rochas ornamentais, bruta e beneficiada, exportadas no Espírito Santo

Ano	Bruta		Beneficiada	
	Quantidade (mil toneladas)	Valor (US\$ FOB milhões)	Quantidade (mil toneladas)	Valor (US\$ FOB milhões)
2012	684,2	119,2	828,2	678,4
2013	873,9	144,9	1055,8	870,5
2014	763,8	133,3	1076,0	884,6
2015	547,7	105,6	1131,7	874,4
2016	674,5	111,2	1168,4	810,0
2017	672,9	106,2	1122,6	797,0
2018	698,6	109,8	951,2	681,6

Fonte: RAIS/MTE (2019)

De acordo com Vieira (2015), os APLs no Espírito Santo têm se consolidado como uma estratégia efetiva de política pública, promovendo o desenvolvimento econômico sustentável e a inclusão social. A autora destaca que a implementação de políticas públicas voltadas para os APLs no estado envolve um complexo processo decisório, no qual a percepção e o engajamento dos atores locais são fundamentais. Esses arranjos não apenas incentivam a competitividade das empresas, mas também promovem a inovação e a capacitação dos trabalhadores locais.

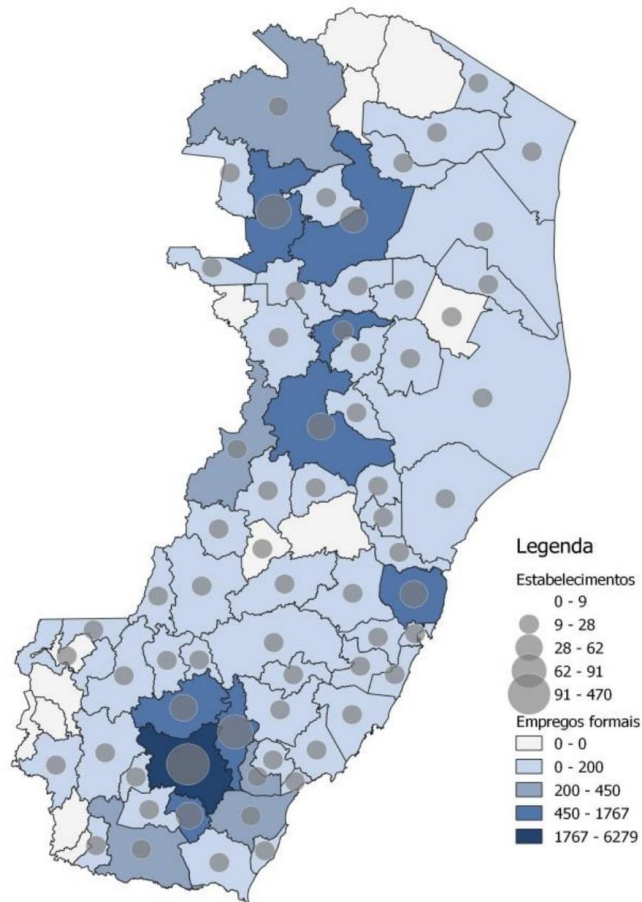
Conforme Ponath (2023), a microrregião Central Serrana do Espírito Santo é um exemplo claro do potencial dos APLs no setor de turismo rural. A região, caracterizada por suas paisagens naturais exuberantes e pela riqueza cultural, tem se beneficiado de um arranjo produtivo que integra atividades turísticas com a produção agrícola local. Esse modelo de APL contribui para diversificar a economia rural, gerando novas oportunidades de renda e promovendo a preservação ambiental e cultural da região. O estudo de Ponath ressalta que o turismo rural não só atrai visitantes, mas também fortalece a identidade local e estimula a economia de pequenos municípios.

Segundo Nascimento (2021), uma análise bibliométrica sobre os APLs no Brasil entre 2005 e 2020 revela uma crescente atenção acadêmica e política a esses arranjos, evidenciando sua importância para o desenvolvimento regional. A autora aponta que, no Espírito Santo, os APLs têm se mostrado eficazes em setores como rochas ornamentais, confecções, metalmeccânico e agronegócio. Esses setores são essenciais para a economia capixaba, gerando empregos, impulsionando exportações e promovendo a inovação tecnológica.

Ainda na visão de Nascimento (2021), os APLs são um dos principais destaques do Espírito Santo. A região é um dos maiores polos produtores e exportadores de mármore e granito do Brasil, com um arranjo produtivo que envolve desde a extração das rochas até a sua transformação e comercialização. Esse setor gera milhares de empregos diretos e indiretos e contribui significativamente para a balança comercial do estado. Outro APL relevante é o de confecções, concentrado principalmente na região de Colatina. Este arranjo é composto por uma rede de pequenas e médias empresas que produzem roupas e acessórios, atuando tanto no mercado interno quanto na exportação. A cooperação entre essas empresas e o apoio de instituições locais têm sido fundamentais para aumentar a competitividade e a qualidade dos produtos capixabas.

A figura 5 mostra que a indústria de rochas ornamentais engloba três principais atividades: extração, beneficiamento de rochas e fabricação de aparelhamento. No Espírito Santo, os estabelecimentos industriais dessa indústria estão presentes em 67 dos 78 municípios, com uma maior concentração em Cachoeiro de Itapemirim, Vargem Alta e Barra de São Francisco (FINDES, 2019). Dessa forma, o Espírito Santo abriga o maior arranjo produtivo (*cluster*) de rochas ornamentais da América Latina.

Figura 5 – Distribuição dos estabelecimentos e empregos formais da indústria de rochas ornamentais no Espírito Santo

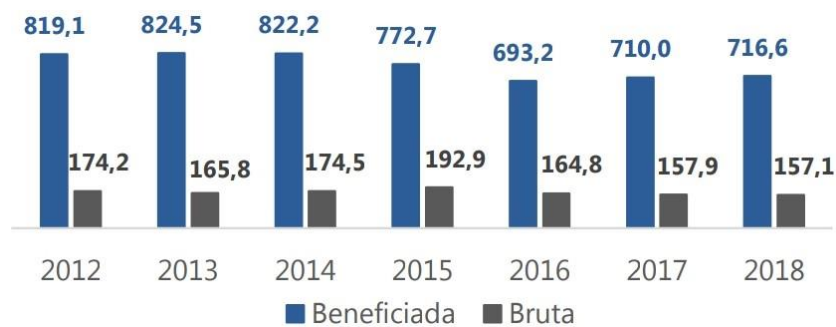


Fonte: RAIS/MTE (2017)

Segundo Lino (2021), a organização em APLs permite que as empresas do setor de rochas ornamentais se beneficiem de uma infraestrutura compartilhada, como laboratórios de pesquisa, centros de formação profissional e serviços de apoio logístico. Essa sinergia entre as empresas eleva a qualidade dos produtos e a eficiência dos processos produtivos, resultando em uma maior agregação de valor e na capacidade de atender a mercados exigentes, tanto no Brasil quanto no exterior.

A figura 6 mostra que, em média, o valor (US\$ FOB) por tonelada da rocha ornamental beneficiada foi 4 vezes maior que o da rocha bruta exportada pelas empresas capixabas. Em 2018, 42,3% da quantidade total de rochas ornamentais exportadas pelo estado foram de rochas em estado bruto. Mas, este tipo de rocha correspondeu a apenas 13,9% do valor total exportado pelo setor.

**Figura 6 – Valor por tonelada exportada no Espírito Santo
(US\$ FOB/t)**



Fonte: MDIC (2019)

A economia do Espírito Santo é fortemente influenciada pelo setor de rochas ornamentais, que gera empregos diretos e indiretos, além de promover a diversificação econômica. Conforme Moreira e Melo (2022), a disposição de resíduos das rochas ornamentais é uma questão crítica que está sendo abordada por tecnologias inovadoras e métodos sustentáveis, como a análise multicritério e a lógica fuzzy. Essas abordagens não apenas minimizam os impactos ambientais, mas também criam oportunidades econômicas, como o reaproveitamento de resíduos em outros setores.

A aerofotogrametria é outra tecnologia de destaque no setor, utilizada para estimar volumes de maciços rochosos, conforme Rodrigues (2022). Essa técnica permite um planejamento mais preciso e eficiente das atividades de extração, reduzindo desperdícios e otimizando o uso dos recursos naturais. A adoção de tecnologias avançadas reflete o nível de inovação que os APLs podem proporcionar, incentivando a modernização contínua do setor de rochas ornamentais no Espírito Santo. Além das vantagens econômicas e tecnológicas, os APLs no Espírito Santo também promovem a coesão social e o desenvolvimento local. Segundo Lino (2021), a produção de rochas ornamentais no interior do estado cria oportunidades para pequenos e médios empreendedores, contribuindo para a distribuição de renda e o desenvolvimento das comunidades locais. A presença de APLs fortalece as cadeias produtivas regionais, aumentando a resiliência econômica e proporcionando uma base sólida para o crescimento sustentável.

Conforme Baylão e Wander (2022), a competitividade do setor de rochas ornamentais do Espírito Santo também está ligada à sua capacidade de inovar e adaptar-se às demandas do mercado. Os APLs facilitam a criação de redes de colaboração entre empresas, universidades e centros de pesquisa, promovendo um ambiente propício à inovação e ao desenvolvimento de novas tecnologias e produtos. Essa cooperação interinstitucional é essencial para manter a posição de liderança do Espírito Santo no mercado de rochas ornamentais. A figura 7 mostra a

distribuição da produção de rochas ornamentais no Brasil em 2023, enfatizando o estado do Espírito Santo como maior produtor do país.

Figura 7 - Distribuição da produção de rochas ornamentais no Brasil - 2023

Região	UF	Produção (1.000 t)	Tipo de Rocha
Sudeste	Espírito Santo	2.600	Granito e mármore
	Minas Gerais	1.900	Granito, pegmatito, ardósia, quartzito foliado, quartzito maciço, pedra-sabão, mármore
	RJ e SP	250	Granito, mármore, gnaisse (Pedra Paduana) e arenito
Nordeste	Bahia	1.900	Granito, pegmatito, mármore, travertino, quartzito maciço
	Ceará	1.300	Granito, pegmatito, calcário, mármore
	Paraíba	450	Granito e conglomerado
	PE, AL, RN e PI	750	Granito, quartzito, mármore, calcário
Sul	PR, RS e SC	500	Granito, mármore, basalto, ardósia (folhelho)
Centro-Oeste	GO, MT e MS	250	Granito, quartzito foliado, serpentinito, mármore
Norte	RO, RR, PA, TO	100	Granito, anortosito, chert, serpentinito
Total Brasil		10.000	

Fonte: Abirochas (2024)

4.4.3 O Papel dos *Stakeholders* nos Arranjos Produtivos Locais (APL)

Os APLs desempenham um papel crucial no desenvolvimento econômico regional, integrando empresas, governos e instituições de pesquisa em torno de atividades produtivas específicas. A governança colaborativa é essencial para a constituição de ecossistemas de inovação aberta dentro desses arranjos. Conforme Bartz *et al.* (2020), a colaboração e a inovação aberta são fundamentais para a criação de um ambiente propício ao desenvolvimento tecnológico e à competitividade das empresas inseridas nos APLs. A governança colaborativa facilita a interação entre os diferentes atores, promovendo um ambiente onde a troca de conhecimento e recursos é intensificada.

De acordo com Matsumura (2023), a economia circular também tem ganhado destaque nos APLs, especialmente no setor têxtil da região de Americana, São Paulo. A implementação de práticas sustentáveis não apenas contribui para a redução de resíduos e a eficiência no uso de recursos, mas também reforça a cooperação entre empresas, governo e sociedade civil. A pesquisa de Matsumura exemplifica como os stakeholders podem influenciar positivamente o desempenho ambiental e econômico dos APLs por práticas inovadoras e sustentáveis. Na figura

8 é demonstrado o produto final dos APLs após a confecção.

Figura 8 – O uso de rochas ornamentais para móveis



Fonte: Siumara Gonçalves (2020)

Segundo Nascimento (2021), uma revisão bibliométrica sobre arranjos produtivos locais no período de 2005 a 2020 revela a importância crescente da participação dos stakeholders na evolução desses arranjos. A pesquisa indica que a colaboração entre os diversos atores envolvidos nos APLs é um fator determinante para o sucesso desses arranjos, destacando a necessidade de uma governança eficaz que fomente a participação ativa de todos os stakeholders. O papel dos stakeholders nos APLs é de extrema importância para promover a inovação, a sustentabilidade e o desenvolvimento econômico regional. Através da governança colaborativa, da implementação de práticas de economia circular e da participação ativa de todos os envolvidos, os APLs podem alcançar maior competitividade e sustentabilidade.

4.5 Impacto dos apls de rochas ornamentais do espírito santo para o meio ambiente

Os APLs de rochas ornamentais no Espírito Santo são um pilar econômico significativo, mas também apresentam desafios ambientais consideráveis. De acordo com Pádua (2018), a extração de rochas ornamentais no estado é uma atividade de grande impacto ambiental, principalmente devido à geração de resíduos sólidos e ao consumo intensivo de recursos naturais. Segundo esse autor, o manejo inadequado desses resíduos pode levar a problemas ambientais sérios, como contaminação do solo e dos corpos d'água.

Conforme Vidal *et al.* (2023), a indústria tem buscado desenvolver tecnologias sustentáveis para mitigar esses impactos. Essas iniciativas incluem o reaproveitamento dos resíduos da mineração, que não só ajudam a reduzir o volume de material descartado, mas também oferecem uma alternativa para o uso de recursos naturais virgens.

Um estudo de Macedo (2016) realça a importância do licenciamento ambiental rigoroso, sugerindo que um acompanhamento mais efetivo das atividades de mineração poderia reduzir os impactos negativos. Macedo argumenta que práticas de governança aprimoradas e a implementação de normas ambientais mais estritas são essenciais para a sustentabilidade do setor.

França (2023) discute a relevância da indicação geográfica, como uma forma de valorizar não apenas a qualidade das rochas ornamentais, mas também as práticas de extração que respeitam o meio ambiente. Esse tipo de reconhecimento pode incentivar as empresas a adotarem práticas mais sustentáveis, visando a preservação de sua imagem e a manutenção da certificação.

Embora o APL de rochas ornamentais no Espírito Santo represente uma atividade econômica importante, é fundamental que continue a evoluir em direção a métodos mais sustentáveis para mitigar seus impactos ambientais. A integração entre desenvolvimento econômico e conservação ambiental deve ser uma prioridade para garantir a sustentabilidade a longo prazo da indústria e da região.

O setor de rochas ornamentais no Espírito Santo tem sido objeto de estudo não apenas por seu impacto econômico, mas também pelas consequências ambientais que sua atividade acarreta. Segundo Almeida *et al.* (2023), enquanto o Espírito Santo se destaca na produção e exportação desses materiais, os desafios relacionados ao manejo de resíduos e a degradação ambiental permanecem significativos. Esses autores enfatizam que a implementação de práticas sustentáveis e a adoção de novas tecnologias são essenciais para minimizar os impactos negativos no meio ambiente.

De acordo com a pesquisa realizada por Custodio e Dalmonech (2023), o licenciamento ambiental das empresas de extração de rochas ornamentais é crucial para garantir que essas operações não prejudiquem o meio ambiente. No entanto, o estudo aponta que muitas vezes há uma lacuna entre a legislação e sua aplicação prática, resultando em danos ambientais que poderiam ser evitados com uma fiscalização mais efetiva e um compromisso mais firme com práticas sustentáveis.

Da Costa (2021) discute a reciclagem de resíduos de rochas ornamentais como uma alternativa promissora para reduzir o impacto ambiental. Segundo o autor, os resíduos, que geralmente são descartados em aterros, podem ser reutilizados na construção civil, na fabricação de novos produtos ou até mesmo na recuperação de áreas degradadas. Esta abordagem não apenas contribui para a sustentabilidade do setor, mas também agrega valor ao material que seria descartado.

Oliveira, França e Rangel (2019) abordam o conceito de “economia circular” no contexto dos APLs de rochas ornamentais, sugerindo que a integração de operações de mineração com práticas de reciclagem e reutilização pode transformar significativamente o impacto ambiental do setor. O autor defende que uma mudança para modelos de negócios que priorizem a circularidade pode não apenas mitigar os impactos negativos, mas também promover uma imagem mais positiva da indústria. Silva e Martinelli (2021) explora o papel das políticas públicas na promoção de práticas sustentáveis dentro dos APLs de rochas ornamentais. Ele argumenta que incentivos governamentais, como subsídios para tecnologias limpas e punições efetivas para quem não cumpre as normas ambientais, são fundamentais para impulsionar uma mudança no setor. Além disso, destacam a importância da conscientização e educação ambiental entre os *stakeholders* para garantir uma adesão mais ampla às práticas sustentáveis.

4.6 Regulamentações nacionais e estaduais aplicáveis à mineração de rochas ornamentais

A regulamentação da mineração de rochas ornamentais no Brasil, tanto em âmbitos nacionais quanto estaduais, é um tema complexo e de suma importância para a sustentabilidade do setor. Segundo Mercado (2017), o Instituto Estadual está bastante envolvido na regulamentação do setor de rochas ornamentais, destacando a necessidade de uma harmonização entre as normativas ambientais e as práticas de mineração.

De acordo com Mercado (2017), o estado do Espírito Santo é um exemplo notável onde as políticas estaduais têm complementado as regulamentações nacionais, promovendo a diplomacia paradiplomática e estimulando a exportação e o crescimento sustentável do setor. Ainda segundo Mercado (2017), a legislação federal e estadual brasileira sobre a mineração de rochas ornamentais busca não apenas regular a exploração de recursos, mas também fomentar práticas que contribuam para o desenvolvimento regional e a preservação do meio ambiente.

Percebe-se que a legislação e regulamentação no Brasil, embora abrangente, enfrenta desafios como a necessidade de atualização e harmonização com as normativas internacionais, conforme exposto por Mercado (2017). Estas regulações são fundamentais para garantir que a exploração das rochas ornamentais seja realizada de forma responsável, assegurando a viabilidade econômica do setor junto à preservação ambiental.

4.6.1 Regulamentação estadual sobre mineração em rochas ornamentais

Diversas regulamentações, tanto ao nível nacional quanto estadual, disciplinam a extração, beneficiamento e comercialização dessas rochas, com o intuito de garantir a sustentabilidade ambiental, a segurança dos trabalhadores e a eficiência econômica.

Conforme a Instrução Normativa N° 012-N / 2023, houve uma prorrogação da vigência das normas relacionadas à mineração de rochas ornamentais no Espírito Santo. Esta prorrogação busca assegurar que as operações continuem a seguir padrões estabelecidos, evitando lacunas regulatórias que poderiam prejudicar tanto o meio ambiente quanto a economia local.

Conforme a Convenção Coletiva de Trabalho 2022/2024 do SindiRochas, são incluídas normas específicas de segurança e regulamentações para o setor de rochas ornamentais no estado. Esta convenção visa proteger os direitos dos trabalhadores, promovendo um ambiente de trabalho seguro e regulado, essencial para a manutenção de uma operação estável e justa.

Segundo o Alvará N° 7205/2023 emitido pela Agência Nacional de Mineração (ANM), regulamentam-se atividades específicas de mineração no Espírito Santo. Este alvará é crucial para a formalização e legalização das atividades minerárias, garantindo que todas as operações sejam conduzidas dentro dos parâmetros legais estabelecidos.

Conforme documentado pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA), diversas regulamentações ambientais aplicáveis ao setor de mineração de rochas ornamentais são essenciais para minimizar os impactos ambientais e assegurar práticas sustentáveis. Estas regulamentações ajudam a balancear o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental, vital para a longevidade do setor.

Consoante o Projeto de Lei N° CD233884748400, proposto pelo Deputado Federal Evair de Melo, são sugeridas regulamentações adicionais para o beneficiamento e extração de rochas ornamentais no Espírito Santo. Este projeto de lei visa atualizar e expandir as normas existentes, adaptando-as às necessidades contemporâneas do setor e promovendo um desenvolvimento mais eficiente e sustentável.

Segundo o Decreto que amplia benefícios para o setor de rochas ornamentais no Espírito Santo, publicado pela Secretaria da Fazenda (SEFAZ), introduzem-se benefícios fiscais e operacionais para este setor. Este decreto visa incentivar a atividade econômica, tornando-a mais competitiva e atraente para investimentos, em simultâneo, em que estabelece um quadro regulatório claro e eficiente.

Conforme a Simplificação do Processo de Mineração de Rochas Ornamentais, prevista na Lei 6.567/1978 e atualizada recentemente, há uma simplificação dos processos administrativos e regulatórios para a mineração de rochas ornamentais. Esta medida facilita a operação das

empresas, reduzindo a burocracia e acelerando os processos de licenciamento, o que é benéfico para o dinamismo econômico do setor.

Conforme as novas diretrizes para o setor de rochas ornamentais a partir de 2023 divulgadas pela SEFAZ, introduzem-se novas regras e requisitos para a extração e comercialização de rochas ornamentais. Estas novas regras são projetadas para atualizar e melhorar as práticas do setor, garantindo que as operações sejam mais eficientes, seguras e alinhadas com os padrões internacionais. Essas regulamentações demonstram o comprometimento do estado do Espírito Santo com a criação de um ambiente regulatório robusto, que favoreça o desenvolvimento sustentável e a competitividade do setor de rochas ornamentais. A implementação dessas leis e normas é crucial para assegurar que a mineração de rochas ornamentais continue a ser uma atividade econômica viável e sustentável, contribuindo significativamente para a economia estadual e nacional.

4.6.2 Importância das certificações para o mercado de rochas ornamentais

A importância das certificações para o mercado de rochas ornamentais tem sido crescentemente reconhecida, refletindo um esforço global para atender a demandas de sustentabilidade e qualidade. Conforme Viana (2017), o surgimento de leis e certificações específicas para o setor tem incentivado a adoção de práticas sustentáveis nas empresas, destacando a importância do pensamento ambiental nas operações diárias.

Segundo Castro e Gadioli (2024), o estudo de inventário de ciclo de vida de rochas ornamentais é vital para o setor, especialmente para mercados externos que demandam comprovação de sustentabilidade através de certificações como a declaração ambiental de produto. Esta exigência aponta que tais certificações podem servir como barreira comercial, protegendo e valorizando produtos nacionais em mercados internacionais.

De acordo com Marques e Goulão (2017), a certificação de qualidade é essencial para garantir a competitividade das rochas ornamentais brasileiras tanto no mercado interno quanto externo. Ainda segundo Marques e Goulão (2017), por sua vez, argumentam que a certificação *StonePT* preenche uma lacuna importante no mercado, melhorando a qualificação das empresas do setor e elevando o padrão de qualidade dos produtos oferecidos.

Conforme Macedo (2016), a adoção de estratégias sustentáveis, aliada à certificação, pode gerar benefícios significativos para o setor de rochas ornamentais, aumentando a sua aceitação no mercado. Almeida *et al.* (2023) enfatizam que a utilização de resíduos de rochas ornamentais na fabricação de produtos com certificação ambiental e tecnológica pode abrir novos mercados e melhorar a imagem do setor. A integração de práticas sustentáveis e a obtenção de

certificações relevantes são fundamentais para o setor de rochas ornamentais, não apenas por uma questão de responsabilidade ambiental, mas também como um diferencial competitivo no mercado globalizado.

4.7 Tendências de mercado para rochas ornamentais

As tendências de mercado para rochas ornamentais têm mostrado uma evolução significativa, principalmente devido às demandas por sustentabilidade e inovação tecnológica. Segundo El Hajj (2018), apesar das crises econômicas recentes, o mercado de rochas ornamentais mostra uma tendência de crescimento, com destaque para países como Estados Unidos que se mantêm como líderes neste segmento.

De acordo com Castilho *et al*, (2023), a indústria de rochas ornamentais é altamente influenciada por tendências, que impulsionam a necessidade de novas pesquisas e melhorias nos processos de beneficiamento. Isto é crucial para manter a competitividade no mercado que está cada vez mais exigente em termos de qualidade e sustentabilidade.

Ainda de acordo com Castilho *et al*, (2023), a reação do mercado a fatores econômicos externos mostra uma capacidade de adaptação, com uma tendência de recuperação mesmo após períodos de oscilações negativas. Essa resiliência é vista como uma resposta às novas demandas de consumo e às mudanças nas preferências dos clientes, que agora valorizam mais os aspectos ambientais e estéticos.

Segundo Pazeto (2017), adaptar-se às novas tendências de consumo e fortalecer o posicionamento em mercados internacionais como França, China, Espanha, Alemanha e Reino Unido são estratégias vitais para o crescimento sustentável do setor. Isso envolve inovações em design, bem como o uso de tecnologias que permitam a produção de rochas com características superiores de durabilidade e beleza.

A crescente tendência do mercado em produzir chapas de rochas com espessuras cada vez mais finas, como destacado por Pazeto (2017), reflete a demanda por produtos inovadores que atendam às necessidades de um mercado globalizado e ecologicamente consciente. Esta inovação não apenas reduz os custos de produção e transporte, mas também responde às preferências estéticas contemporâneas. Essas tendências apontam para uma trajetória onde a inovação tecnológica e a sustentabilidade serão os principais drivers de crescimento e diferenciação no mercado global de rochas ornamentais.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A exploração de rochas ornamentais no Espírito Santo, embora contribua significativamente para a economia local, apresenta muitos desafios ambientais. A degradação da paisagem, a perda de biodiversidade e a poluição hídrica são algumas das consequências mais graves associadas a esta atividade. Este estudo avaliou como os APLs podem atenuar esses impactos através da implementação de práticas sustentáveis e inovadoras.

Os resultados indicaram que os APLs têm um papel crucial na promoção de uma mineração mais responsável. Intervenções focadas no desenvolvimento sustentável do setor, como gestão de recursos hídricos e reciclagem de resíduos sólidos, mostraram-se eficazes. Estas práticas não só mitigaram os impactos ambientais, mas também proporcionaram benefícios econômicos, reforçando a viabilidade de tais medidas.

Conforme Macedo (2016), as estratégias para a sustentabilidade não se limitam apenas a práticas operacionais, mas também abrangem a responsabilidade social. Este estudo observou que os APLs efetivamente facilitam a cooperação entre empresas, governo e comunidades locais, o que é essencial para o desenvolvimento sustentável do setor. Baylão e Wander (2022) ressaltaram que a transição para distritos minerais sustentáveis depende significativamente de tais colaborações.

Os resultados da pesquisa também demonstraram que a gestão do consumo e circulação de água é crucial. Almeida (2022) destacou que inovações tecnológicas que reduzem o uso de água e minimizam a poluição são fundamentais para a sustentabilidade do setor. Estas práticas foram observadas em vários APLs no sul do Espírito Santo, onde medidas efetivas de mitigação foram implementadas.

A reutilização de resíduos sólidos das rochas ornamentais, como evidenciado por Da Costa *et al.* (2021), não apenas confirmou a viabilidade ambiental dessas práticas, mas também destacou benefícios econômicos, posicionando o Espírito Santo como líder nacional e internacional na extração de rochas ornamentais.

A saúde dos trabalhadores, conforme apontado por Negreiros Filho (2019), também é uma preocupação importante. O estudo identificou que as medidas preventivas e de mitigação nas marmorarias ajudam a minimizar os riscos ocupacionais e ambientais, reforçando a importância de políticas de segurança efetivas nos APLs.

A investigação confirmou que os APLs no Espírito Santo desempenham um papel fundamental na promoção de práticas de mineração sustentáveis. Esses arranjos produtivos não só ajudam a mitigar os impactos ambientais, mas também fortalecem a economia local através de

uma abordagem integrada e colaborativa. É imperativo que continuem a ser incentivadas políticas que promovam a sustentabilidade e a responsabilidade social no setor de rochas ornamentais para garantir um futuro mais verde e próspero para a região.

Apesar dos avanços significativos a práticas sustentáveis, ainda existem desafios consideráveis. A degradação da paisagem e a perda de biodiversidade são problemas persistentes, o que sugere a necessidade de um compromisso mais forte e contínuo com políticas ambientais rigorosas. Macedo (2016) e Baylão e Wander (2022) argumentam que a sustentabilidade na mineração não deve se restringir apenas às práticas de mitigação direta, mas também envolver uma gestão ambiental mais abrangente e integrada.

Os resultados obtidos revelam que os APLs são eficazes na promoção de algumas práticas sustentáveis, como a gestão eficiente de recursos hídricos e a reciclagem de resíduos. No entanto, Almeida (2022) e Da Costa *et al.* (2021) apontam para a necessidade de inovações tecnológicas mais robustas e políticas que fomentem a adoção dessas práticas de forma mais ampla e consistente. Isso é crítico não apenas para mitigar os impactos ambientais, mas também para garantir a competitividade econômica do setor a longo prazo.

A questão dos resíduos sólidos das rochas ornamentais e sua reutilização também é uma área que requer atenção adicional. Embora os estudos de Costa *et al.* (2021) e Cezar *et al.* (2022) tenham mostrado os benefícios da reciclagem de resíduos para a economia e o ambiente, a adoção dessas práticas ainda é limitada pela falta de tecnologias acessíveis e pela ausência de incentivos econômicos suficientes. Isso indica a necessidade de um suporte governamental mais forte e de uma cooperação mais estreita entre as indústrias e as instituições de pesquisa para desenvolver soluções inovadoras e economicamente viáveis.

A discussão levantada por este trabalho evidencia que, embora tenha havido progressos significativos nas práticas de mineração sustentável no Espírito Santo, ainda existem desafios importantes a serem superados. A colaboração entre todos os *stakeholders* é fundamental para assegurar a viabilidade futura da mineração de rochas ornamentais, não apenas em termos econômicos, mas também sociais e ambientais.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo investigar a dinâmica da extração de rochas ornamentais no Espírito Santo e o papel dos APLs na promoção de práticas de mineração sustentáveis. A análise foi fundamentada no estudo das consequências ambientais da mineração e nas estratégias implementadas para mitigar esses impactos, explorando também as dimensões sociais e econômicas associadas a essas práticas.

Os resultados desta pesquisa confirmam que a mineração de rochas ornamentais é uma atividade de extrema importância para a economia do Espírito Santo, gerando emprego e renda para a população local. No entanto, as atividades de extração têm causado significativos danos ambientais, como degradação da paisagem, perda de biodiversidade e poluição hídrica. Estes impactos apontam para a necessidade urgente de implementar práticas de mineração mais sustentáveis.

Os APLs surgem como entidades cruciais nesse contexto, pois promovem a colaboração entre empresas, governos e comunidades locais, visando o desenvolvimento de práticas inovadoras e sustentáveis. A pesquisa revelou que, através dos APLs, têm-se obtido progressos notáveis na gestão de recursos naturais, no tratamento de resíduos e na melhoria das condições de trabalho. Contudo, apesar desses avanços, ainda há um caminho considerável a ser percorrido para que as práticas de mineração sejam totalmente sustentáveis.

Um dos aspectos mais críticos identificados neste estudo é a necessidade de maior inovação tecnológica e de políticas públicas mais eficazes. As tecnologias existentes para a reciclagem de resíduos de rochas ornamentais e para a gestão de recursos hídricos precisam ser mais acessíveis e amplamente adotadas pelas empresas do setor. Além disso, as políticas públicas devem oferecer incentivos claros e efetivos para que as práticas sustentáveis sejam implementadas de forma mais abrangente.

A pesquisa também destacou a importância da saúde e segurança dos trabalhadores na indústria de rochas ornamentais. As medidas de segurança adotadas nas marmorarias, apesar de significativas, precisam ser continuamente revisadas e melhoradas para garantir um ambiente de trabalho seguro e saudável. Esta é uma área que merece atenção especial das autoridades e das empresas, uma vez que a sustentabilidade do setor também passa pelo bem-estar dos seus trabalhadores.

É imperativo que o setor de mineração de rochas ornamentais do Espírito Santo continue a evoluir em direção a uma maior sustentabilidade. Isso envolverá uma abordagem integrada que combine tecnologia, políticas públicas e educação ambiental. A sensibilização das comunidades

locais e a formação de uma consciência ambiental são essenciais para o sucesso de longo prazo das práticas sustentáveis.

Este trabalho proporcionou uma compreensão dos desafios e oportunidades associados à mineração de rochas ornamentais no Espírito Santo. Fica evidente que os APLs têm um papel vital nesse processo, mas a colaboração entre todos os *stakeholders* é fundamental. O estudo visa explorar as potenciais sinergias entre os diversos stakeholders envolvidos. A continuidade das práticas sustentáveis e a inovação constante serão cruciais para garantir que a mineração de rochas ornamentais contribua positivamente tanto para a economia quanto para o ambiente do Espírito Santo. Esta pesquisa espera servir como um ponto de referência para futuros estudos e para a tomada de decisão estratégica em políticas públicas e práticas empresariais no setor e, dessa forma, espera-se contribuir para o corpo de conhecimento sobre gestão de recursos naturais e desenvolvimento sustentável, oferecendo inspirações valiosas para outros estados e regiões que enfrentam desafios similares. Este objetivo reflete a necessidade urgente de abordagens mais holísticas e colaborativas na mineração, as quais podem garantir benefícios econômicos a longo prazo, ao mesmo tempo em que protegem o patrimônio natural para as futuras gerações.

6.1 Limitações da pesquisa e sugestões para trabalhos futuros

Este trabalho investigou as práticas sustentáveis na mineração de rochas ornamentais no Espírito Santo e o papel dos APLs, oferecendo informações valiosas sobre a dinâmica do setor. Contudo, como toda pesquisa, este estudo possui limitações que devem ser reconhecidas, as quais abrem caminho para futuras investigações.

A pesquisa concentrou-se exclusivamente no Espírito Santo. Embora esta escolha seja justificada pela relevância do estado na produção de rochas ornamentais no Brasil, os resultados podem não ser completamente aplicáveis a outras regiões que possuem diferentes condições geológicas, socioeconômicas e regulatórias. Além disso, a dependência de fontes secundárias e a limitada coleta de dados primários podem ter restringido a profundidade das análises. Entrevistas com *stakeholders* locais e questionários aplicados diretamente nos APLs poderiam fornecer uma compreensão mais profunda e detalhada das práticas de sustentabilidade adotadas.

O estudo poderia ser enriquecido pela inclusão de uma análise mais detalhada das variáveis ambientais e sociais, como a percepção da comunidade local sobre as operações de mineração e o impacto direto na qualidade de vida dos habitantes locais. Embora a pesquisa tenha tocado nos aspectos econômicos da mineração de rochas ornamentais, uma avaliação econômica mais detalhada, incluindo a análise de custo-benefício das práticas sustentáveis, poderia oferecer uma visão mais clara da viabilidade financeira dessas práticas.

Dada as limitações mencionadas, vários caminhos podem ser explorados em futuras pesquisas para expandir o entendimento da mineração de rochas ornamentais, dos APLs e também dos impactos relacionados a esta exploração. Estudos futuros poderiam incluir outras regiões produtoras de rochas ornamentais no Brasil ou mesmo em outros países. Isso permitiria uma comparação entre diferentes práticas de gestão ambiental e a eficácia dos APLs em diversos contextos culturais e regulatórios. Incentiva-se a realização de pesquisas de campo com a coleta de dados primários diretamente das fontes, incluindo entrevistas com trabalhadores, gestores de minas e membros da comunidade local. Isso proporcionaria uma perspectiva mais rica e detalhada dos desafios e oportunidades na implementação de práticas sustentáveis.

A realização de estudos longitudinais que acompanhem as mudanças nas práticas de mineração e seus impactos temporal ajudaria a avaliar a eficácia das intervenções sustentáveis de forma mais precisa. Uma análise detalhada das políticas públicas que influenciam a mineração de rochas ornamentais poderia identificar lacunas nas legislações atuais e sugerir modificações para promover práticas mais sustentáveis. Investigar o desenvolvimento e a implementação de novas tecnologias que possam reduzir ainda mais os impactos ambientais da mineração de rochas ornamentais poderia incluir estudos sobre o reaproveitamento de resíduos, o uso de energia renovável nas operações de mineração, e sistemas de gestão de água e resíduos mais eficientes.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **Alvará N° 7205/2023** GER-ES/ANM/MME.

ANDRADE, M. A. **Metodologia de Construção de Depósito de Estéril de Rocha Ornamental**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Minas). Instituto Federal do Espírito Santo, Cachoeiro de Itapemirim, ES, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/817#:~:text=A%20metodologia%20de%20constru%C3%A7%C3%A3o%20do,local%20de%20deposi%C3%A7%C3%A3o%20de%20est%C3%A9is>. Acesso em: 15 jun. 2024.

ALVARENGA, M. R. G.; FARIA, R. F. Perfil do profissional de rochas ornamentais na microrregião Noroeste do Estado do Espírito Santo. **Revista Ifes Ciência**, v. 9, n. 2, p. 01-19, 2023. Disponível em: <https://ojs.ifes.edu.br/index.php/ric/article/download/1389/1030>. Acesso em: 10 jun. 2024.

ALMEIDA, K. M.; AGUIAR, M. C.; GADIOLI, M. C. B.; AMORIM, M. M. **Estudo bibliográfico da aplicação dos resíduos de rochas ornamentais**. 2023. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/2767/1/STA125%20vers%C3%A3o%20final.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2024.

ALMEIDA, N. V. **Avaliação do consumo e circulação de água no processo de beneficiamento de rochas ornamentais**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Minas). Instituto Federal do Espírito Santo, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/2261>. Acesso em: 9 jun. 2024.

AMARANTE, L. M.; YAMANE, L. H. Proposição de diretrizes considerando a vulnerabilidade ambiental para os Estudos de Impacto Ambiental de extração de rochas ornamentais. 2024. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 36240–36262, 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/27889>. Acesso em: 10 jun. 2024.

BARBOSA, C. R. M.; SOFFNER M. E. Síntese e caracterização de vidros visando o aproveitamento de resíduos do processamento de rochas ornamentais. In: **ANAIS DO XV CONGRESSO FLUMINENSE DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E Tecnológica / VIII CONGRESSO FLUMINENSE DE Pós-GRADUAÇÃO**, 2023, Campos dos Goytacazes. Anais eletrônicos. Campinas, Galoá, 2023. Disponível em: <https://proceedings.science/confict-conpg/confict-conpg-2023/trabalhos/sintese-e-caracterizacao-de-vidros-visando-o-aproveitamento-de-residuos-do-proce?lang=pt-br>. Acesso em: 15 jun. 2024.

BARTZ, C. R. F.; TURCATO, J. C.; SAUSEN, J. O.; BAGGIO, D. K. Colaboração e open innovation: a importância da governança colaborativa para a constituição de um ecossistema de inovação aberta em um Arranjo Produtivo. **Interações** (Campo Grande), v. 21, p. 155-172, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/inter/a/VqBv78RYfjddhtkHy48BSXr/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 10 jun. 2024.

BAYLÃO, M. C. C.; WANDER, A. E. Setor produtivo de rochas ornamentais: uma revisão sistemática da literatura. **Research, Society and Development**. V. 11, n. 14, p. e316111436278, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/36278/30378>. Acesso em: 10 jun. 2024.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 9 jun. 2024.

BRASIL. Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração). **Dispõe sobre o regime de aproveitamento das substâncias minerais e dá outras providências**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/civil_03/Decreto-Lei/Del0227.htm Acesso em: 9 jun. 2024.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001 (Estatuto da Cidade). **Regula os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm Acesso em: 9 jun. 2024.

BRASIL. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006 (Lei da Mata Atlântica). **Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica e dá outras providências**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111428.htm. Acesso em: 9 jun. 2024.

BRASIL. Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. **Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens e dá outras providências**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112334.htm. Acesso em: 9 jun. 2024.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Novo Código Florestal). **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 9 jun. 2024.

BRASIL. Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978. **Dispõe sobre a exploração de substâncias minerais e dá outras providências**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6567.htm. Acesso em: 9 jun. 2024.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente e dá outras providências**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm Acesso em: 9 jun. 2024.

BISSOLI-DALVI, M.; COSTA, L. M.; ALVAREZ, C. E.; GOBBI, M. E. Avaliação comparativa do índice de sustentabilidade da cerâmica e das rochas ornamentais através da ferramenta ISMAS. 2017. **Encontro Latino-Americano e Europeu sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis**, 2017. Disponível em: https://lpp.ufes.br/sites/lpp.ufes.br/files/field/anexo/avaliacao_comparativa_do_indice_de_sustentabilidade.pdf. Acesso em: 1 out. 2024.

CASTRO, N. F.; GADIOLI, M. C. B. Inventário do ciclo de vida das rochas ornamentais. 2024. Disponível em: <https://www.cetem.gov.br/antigo/images/congressos/2016/STRO604.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2024.

CAMPOS, A. R.; SILVA, M. A. R. “Assistência técnica na exploração de quartzito de Pirenópolis, de Pirenópolis – Go” . In: **IV Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste, em Fortaleza**. Novembro de 2003. Disponível em: <https://www.cetem.gov.br/antigo/images/congressos/2007/CAC00900007.pdf>. Acesso em: 5 out. 2024.

CEZAR, A. S.; ALMEIDA, A. H. R.; CESANA, E.; CARVALHO, T. A. Avaliação da sustentabilidade na gestão de cacos do beneficiamento de granito em marmorarias em Barra de São Francisco. **Revista Universo Acadêmico**, v.23, n.1, p. 5-20, 2022. Disponível em: <https://multivix.edu.br/wp-content/uploads/2022/04/revista-universo-academico-v32-n01-artigo05.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2024.

COSTA, M. V. **Análise da viabilidade econômica da implantação de usina solar fotovoltaica como alternativa de reabilitação de áreas degradadas pela mineração**. Trabalho de Conclusão de Curso do curso de Engenharia Ambiental – Universidade Federal de Ouro Preto. 2022. Disponível em: https://monografias.ufop.br/bitstream/35400000/3951/1/MONOGRAFIA_An%C3%A1liseViabilidadeImplanta%C3%A7%C3%A3o.pdf. Acesso em: 9 jun. 2024.

CÂMARA, G. Potencial agrônômico do uso de estéreis de rochas ornamentais como remineralizadores de solos. 2023. **Observatório de la economía latinoamericana**, v. 21, n. 12, p. 24832–24851, 2023. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/2460>. Acesso em: 9 jun. 2024.

COSTA, K. C. Reaproveitamento de resíduos sólidos de rochas ornamentais: sustentabilidade, educação e arte. 2021. Disponível em: https://emescam.br/wp-content/uploads/2021/02/108_kelly_christiny.pdf. Acesso em: 9 jun. 2024.

CUSTODIO, A. R. F.; DALMONECH, H. A. G. **Licenciamento ambiental das empresas de extração de rochas ornamentais no noroeste do Espírito Santo**. Trabalho de conclusão de curso – Instituto Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/4344>. Acesso em: 9 jun. 2024.

DEPUTADO FEDERAL EVAIR DE MELO. Projeto de Lei N° CD233884748400. Disponível em: <https://evairdemelo.com.br/files/publicacoes/publicacao-125.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2024.

DUARTE, V. A. M. **Análise de viabilidade econômica de lavra de quartzito**. 2023. Tese de conclusão de curso de Engenharia de Minas – Universidade Federal de Ouro Preto, 2023. Disponível em: <http://monografias.ufop.br/handle/35400000/5926> Acesso em: 9 jun. 2024.

ELIAS, M. Avaliação comparativa do índice de sustentabilidade da cerâmica e das rochas ornamentais através da ferramenta ISMAS. 2023. **Governo do Estado do Espírito Santo. Rochas Ornamentais**. Disponível em: <https://www.es.gov.br/rochas-ornamentais> Acesso em: 10 jun. 2024.

EL HAJJ, T. M. **Método para avaliação do uso de rochas ornamentais em interiores considerando as exalações de radônio e torônio**. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3134/tde-11042017-101136/>. Acesso em: 16 . 2024.

FILHO; C. C; CHIODI; D. K. Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais – Abirochas. **BALANÇO DO SETOR BRASILEIRO DE ROCHAS ORNAMENTAIS E DE REVESTIMENTO EM 2023. Informe 01/2024**, Belo Horizonte, p. 1-44, 29 fev. 2024. Disponível em: https://abirochas.com.br/wp-content/uploads/2024/03/Informe-01_2024-Balanco-2023.pdf. Acesso em: 10 jun. 2024

FINDES. Espírito Santo é o líder no País em exportação de rochas ornamentais. In: **Espírito Santo é o líder no País em exportação de rochas ornamentais**. 2020. Disponível em: <https://findes.com.br/espírito-santo-e-o-lider-no-pais-em-exportacao-de-rochas-ornamentais/> . Acesso em: 9 jun. 2024

FRANÇA, E. Inovação tecnológica e desenvolvimento regional no setor de rochas ornamentais: a indicação geográfica do granito do noroeste capixaba. 2023. **Revista IFES ciência**, Espírito Santo, v. 9, n. 2, p. 1-21, abr. 2023

GARRIDO, T. C. V. Práticas transdisciplinares das geociências visando à educação e saúde no ambiente de mineração de rochas. **Interagir: pensando a extensão**, n. 35, Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/interagir/article/view/61240>. Acesso em: 9 jun. 2024.

GOMES, M. V.; TOTTI, M. E. F. Interações e Conflitos de Interesse no mercado de Rochas Ornamentais Capixaba. In: **Congresso Fluminense de Pós-Graduação**, 17. 2017. Campos dos Goytacazes. Anais. Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2017.

GUSSONI, W. M. S.; WEISE, A. D. (2015). Cooperação e Governança nos Arranjos Produtivos Locais: O Caso das Empresas de Software no Estado do Paraná. **Desenvolvimento em Questão**, v. 13, n.29, p.125-157, 2015. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/752/75235382006.pdf>.

INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (IEMA). Legislação Ambiental. Disponível em: <https://servicos.iema.es.gov.br/legislacao/FileHandler.ashx?id=912&type=1>. Acesso em: 9 jun. 2024.

LINO, L. de S. **Os caminhos para a produção no interior do Espírito Santo**. Tese de doutorado Universidade de São Paulo, 2021. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16139/tde-01072021202543/publico/TELeandrodeSouzaLino_rev.pdf. Acesso em: 10 jun. 2024.

LEITÃO, A. O processo de beneficiamento de rochas ornamentais e suas implicações jurídico-ambientais. 2024. **Revista dos Estudantes de Direito da Universidade de Brasília**, v. 14, n. 1, p. 181–208, 2018. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/redunb/article/view/16570>. Acesso em: 9 jun. 2024.

MACEDO, D. **Estratégias para a sustentabilidade da mineração de rochas ornamentais no noroeste do estado do Espírito Santo**. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Rio Grande do Sul, 2024. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/150189>. Acesso em: 9 jun. 2024.

MARDEGAN, B.; GADIOLI, M. C. B.; AGUIAR, M. C.; LIMA, R. M. **Análise da resistência ao choque térmico de rochas aglomeradas**. 67º Congresso Brasileiro de Cerâmica, 2023. Disponível em: <http://master.cetem.gov.br/bitstream/ream/cetem/3710/1/CAC00190023.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2024.

MARQUES, C.; GOULÃO, M.; LOPES L. (2017). Certificação de Produtos em Pedra Natural - A Marca StonePt. 8º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia / V Congresso de Engenharia de Moçambique, Maputo, 4-8 Setembro 2017; **INEGI/FEUP**, 2017. Desafios e oportunidades para a engenharia na cooperação para o desenvolvimento. LusoImpress S.A. Portugal. ISBN: 978-989-98832-0-9, pp 559 – 560

MATSUMURA, C. E. Y. **Economia circular em empresas do Arranjo Produtivo Local (APL) têxtil da região de Americana–São Paulo: um estudo de casos múltiplos**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Cidades Inteligentes e Sustentáveis) - Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2023. Disponível em: <https://bibliotecatede.uninove.br/bitstream/tede/3144/2/Cecilia%20Emi%20Yamanaka%20Matsumura.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2024.

MELLO, I.S.C. A Cadeia Produtiva de Rochas Ornamentais e para Revestimento no Estado de São Paulo: Diretrizes e Ações para Inovação e Competitividade. 2004. Capítulo 2. São Paulo, SP, Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

MELLO, J. A. V. B.; RISSO FILHO, N. M. P. Percepções sobre marca de um Arranjo Produtivo Local (APL) em uma cidade Brasileira. **Revista de Investigación en Comunicación y Desarrollo**, 2019. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/4498/449860103002/449860103002.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2024.

MERCADO, E. E. S. C. **Ecossistema empresarial: Narrativas em rede dos empresários do setor de rochas ornamentais capixaba nas tensões entre mercado, estado e sociedade civil**. Programa de Pós-graduação em sociologia política (Universidade Estadual do Norte Fluminense), Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://uenf.br/posgraduacao/sociologia-politica/wp-content/uploads/sites/9/2017/06/Tese.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2024.

MOREIRA, É. C.; MELO, M. G. de; *et al.* Os elementos estruturais da Fazenda Muquém e sua relação com a Chapada Diamantina (BA). 2023. **Pesquisas em Geociência**. V. 50, n. 2, 2023. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/PesquisaseGeociencias/article/download/127084/89195/583781>. Acesso em: 9 jun. 2024.

NASCIMENTO, G. D. **Revisão bibliométrica sobre arranjos produtivos locais no período de 2005 a 2020**. Universidade Federal de Uberlândia, 2021. Disponível em: <http://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/31579/1/Revis%C3%A3oBibliom%C3%A9tricasobre.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2024.

NATALI, E. de A.; CAMPOS, E. da S.; AVANCINI, P. R. **Identificação de perdas de materiais no segmento de rochas ornamentais através de um recorte das fases iniciais do método A3**. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção com Ênfase em Tecnologias da Decisão, Cariacica, 2023. Disponível em: https://repositorio.ifes.edu.br/bitstream/handle/123456789/3313/TCC_Ide ntificacao_perdas_materiais_segmento_rochas_ornamentais.pdf?sequence=1 . Acesso em: 10 jun. 2024.

NEGREIROS FILHO, P. R. R. W. **Vigilância da saúde dos trabalhadores em marmorarias do noroeste do Espírito Santo**: uma abordagem na perspectiva da cadeia produtiva. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/37321>. Acesso em: 9 jun. 2024.

OLIVEIRA, F. R.; FRANÇA, S. L. B.; RANGEL, L. A. D. Princípios de economia circular para o desenvolvimento de produtos em arranjos produtivos locais. **Interações** (Campo Grande), v. 20, n. 4, p. 1179-1193, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/inter/a/nWBqSY5NCNtpj6r74WyfZVB>. Acesso em: 9 jun. 2024.

PÁDUA, D. E. Revisão dos estudos produzidos do entorno do arranjo produtivo de rochas ornamentais do município de Santo Antônio. 2018. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2018/II-006.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2024.

PAZETO, A. A. **Caracterização experimental de soluções de reforço para placas de rochas ornamentais**. 2017. Dissertação de Doutorado em Ciência – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18132/tde-08062017-161300/publico/tese_abiliane.pdf. Acesso em: 17 jun.2024

PONATH, C. **Novas dimensões do rural: um estudo sobre a potencialidade de APLs do turismo na microrregião Central Serrana do Espírito Santo**. Trabalho de conclusão de curso do curso de Administração – Instituto Federal do Espírito Santo. Santa Maria de Jetibá, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/3119/TCC.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 jun. 2024.

RABELLO, E. Estado do Espírito Santo (ed.). **Espírito Santo se consolida como maior exportador de rochas ornamentais do Brasil**. 2024. Disponível em: <https://www.es.gov.br/Noticia/espírito-santo-se-consolida-como-maior-exportador-de-rochas-ornamentais-do-brasil>. Acesso em: 9 jun. 2024.

RODRIGUES, L. H. C. H. **Análise da incorporação do resíduo do beneficiamento de rochas ornamentais tratado termicamente na composição do cimento Portland**. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil – Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufes.br/items/a806dbbb-b2b5-4523-876c-5cbb5bd118d9>. Acesso em: 10 de jun. 2024.

RODRIGUES, D. de V. A. **Estimativa do volume de um maciço rochoso para a lavra de rochas ornamentais utilizando aerofotogrametria**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Minas). Universidade Federal de Ouro Preto, 2022. Disponível em: http://monografias.ufop.br/bitstream/35400000/3461/6/MONOGRAFIA_EstimativaVolumeMaciço.pdf. Acesso em: 10 jun. 2024.

SANTOS, R. C. P. **Análise dos entraves para a criação de um arranjo produtivo local (APL) de base mineral de pedra-sabão na região de Ouro Preto, Minas Gerais**. 2009. (Programa de pós-graduação em Engenharia Mineral – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2009. Disponível em: <https://monog.ufop.br/server/api/core/bitstreams/da78d942-71b7-4741-8f90-f7f2d1a735ba/content#:~:text=An%C3%A1lise%20dos%20entraves%20para%20a%20cria%C3%A7%C3%A3o%20de%20um%20Arranjo%20Produtivo>. Acesso em: 1 de out. 2024.

SANTOS, Y. C. S. Disposição de estéreis de mineração no contexto da exploração de rochas ornamentais e revestimento no Estado do Espírito Santo. Universidade Federal do Espírito Santo. 2023. **Revista Engenharia de Interesse Social**. V. 8, n. 11, p. 1-18, 2023 Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/reis/article/download/7396/4974>. Acesso em: 9 jun. 2024.

SECRETARIA DA FAZENDA DO ESPÍRITO SANTO (SEFAZ). Decreto que amplia benefícios para o setor de rochas ornamentais no Espírito Santo. Disponível em: <https://sefaz.es.gov.br/Notícia/decreto-amplia-beneficios-para-setor-de-rochas-ornamentais-no-espírito-santo>. Acesso em: 9 jun. 2024.

SECRETARIA DA FAZENDA DO ESPÍRITO SANTO (SEFAZ). Novas regras para o setor de rochas ornamentais a partir de 2023. Disponível em: <https://sefaz.es.gov.br/novas-regras-para-o-setor-de-rochas-ornamentais>. Acesso em: 9 jun. 2024.

SINDIROCHAS. Convenção Coletiva de Trabalho 2022/2024. Disponível em: <https://www.sindirochas.com/downloads/convencoes/CTSY5c/AYrbo8.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2024.

SILVA, R. G.; MARTINELLI, D. P. Arranjos Produtivos Locais (APL) e fatores formadores das dimensões do desenvolvimento local. **Revista Organizações & Sociedade**. 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/osoc/a/4TmGShb5Bwq37JY3BsKVdRt/?lang=pt>. Acesso em: 9 jun. 2024.

SOUZA SANTOS, Y. C. A História da Mineração Capixaba à luz dos Requerimentos Protocolados na Agência Nacional de Mineração. **Revista Ifes Ciência**, v. 9, n. 2, p. 01–12, 2023. Disponível em: <https://ojs.ifes.edu.br/index.php/ric/article/view/2015>, Acesso em: 9 jun. 2024.

SOUZA SANTOS, Y. C. Disposição de estéreis de mineração no contexto da exploração de rochas ornamentais e revestimento no Estado do Espírito Santo. **Revista Engenharia de Interesse Social**, 2023. Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/reis/article/view/7396>. Acesso em: 9 jun. 2024.

TISOTT, P. B.; TOMIELO, T.; KROTH, D. F.; OLEA, P. M. O arranjo produtivo local - Tecnologia da Informação da Serra Gaúcha como um sistema de inovação. **Revista Inteligência Competitiva**. 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/pelayo-olea/publication/343223810_o_arranjo_produtivo_local_tecnologia_da_informacao_da_serra_gaucha_co_mo_um_sistema_de_inovacao/links/5f1dbff2299bf1720d67f159/o-arranjo-produtivo-local-tecnologia-da-informacao-da-serra-gaucha-como-um-sistema-de-inovacao.pdf. Acesso em: 9 jun. 2024.

VIEIRA, L. H. S. **Arranjos produtivos locais (APLs) no estado do Espírito Santo**: política pública, processo decisório e percepção de atores. 2016. 223 f. Tese (CDAPG) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10438/15985>. Acesso em: 10 jun. 2024.

VIDAL, F. W. H.; ALMEIDA, K. M.; SOUZA, A. P. F.; CASTRO, N. F. Desenvolvimento de tecnologias sustentáveis para o arranjo produtivo local de caulim nos pegmatitos RN/PB. **HOLOS**. 2023. Disponível em: http://master.cetem.gov.br/bitstream/cetem/3773/1/Artigo_15469_PT_PB.pdf. Acesso em: 9 jun. 2024.

VIEIRA, C. H.; COSTA, J. T. Gestão de estoques em uma empresa mineradora de rochas ornamentais. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Administração). Centro de Ciências Jurídicas e Sociais, Universidade Federal de Campina Grande. – Sousa/PB – Brasil, 2023. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/34321>. Acesso em: 9 jun. 2024.

VIEIRA, L. H. S. Arranjos produtivos locais (APLs) no estado do Espírito Santo: política pública, processo decisório e percepção de atores. 2016. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/15985/Tese%20Larissa%20Haddad%20Final.pdf?sequence=1>. Acesso em: 9 jun. 2024.

ZORZAL, C. B.; FARIA, R. F.; MIOTTO, B. V.; JARDIM, S. M.; SANTOS, A. C. S. Análise e percepção de segurança em atividades de mineração na região noroeste do Espírito Santo. **Revista IFES ciência**, Espírito Santo, v. 6, n. 4, p. 3-20, 2020. Acesso em: 9 jun. 2024.