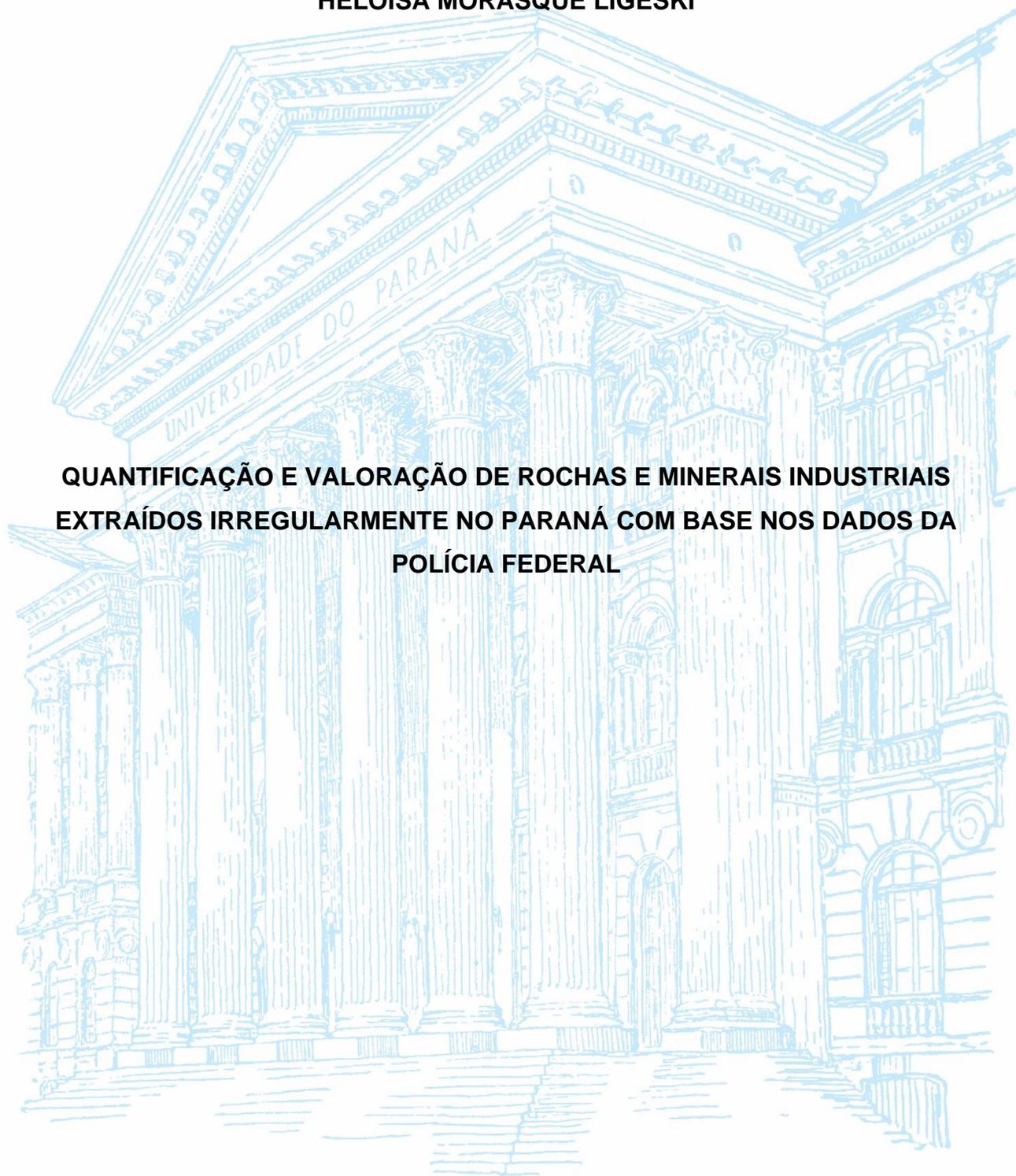


**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA
CURSO DE GEOLOGIA**

HELOISA MORASQUE LIGESKI



**QUANTIFICAÇÃO E VALORAÇÃO DE ROCHAS E MINERAIS INDUSTRIAIS
EXTRAÍDOS IRREGULARMENTE NO PARANÁ COM BASE NOS DADOS DA
POLÍCIA FEDERAL**

CURITIBA

2023

HELOISA MORASQUE LIGESKI

**QUANTIFICAÇÃO E VALORAÇÃO DE ROCHAS E MINERAIS INDUSTRIAIS
EXTRAÍDOS IRREGULARMENTE NO PARANÁ COM BASE NOS DADOS DA
POLÍCIA FEDERAL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Geologia da
Universidade Federal do Paraná como
requisito parcial à obtenção do grau de
Bacharel em Geologia

Orientadora: Prof.^a Dra. Ariadne Borgo
Co-orientador: Eduardo de Oliveira Barros
e Dr. Fábio Augusto da Silva Salvador

CURITIBA

2023

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Paraná, por toda a estrutura e suporte acadêmico necessário para concluir a minha graduação. Agradeço aos professores, técnicos e funcionários, os pilares para uma universidade gratuita e de qualidade.

À minha orientadora, professora Ariadne Borgo, por aceitar me orientar neste tema um tanto quanto diferente na geologia. Obrigada por todas as conversas, trocas de ideia e apoio na realização deste trabalho.

Aos meus coorientadores, os geólogos e peritos criminais federais Eduardo de Oliveira Barros e Fábio Augusto da Silva Salvador, por todo o suporte para a realização desta pesquisa e por serem chefes incríveis durante minha passagem como estagiária no SETEC. Dois *outliers* nas ciências forenses.

Aos meus pais, Luiz e Elisa, por todo o amor, carinho e apoio incondicional. Obrigada por tudo e perdão pela constante ausência.

Ao geólogo e a quem também posso chamar de irmão, Mateus (Roni), obrigada por todos os conselhos e experiências trocadas.

E às meninas da equipe 67, por serem minha morada durante a graduação. Muito obrigada por todas as risadas, trocas de conhecimento e momentos incríveis.

RESUMO

As rochas e minerais industriais são substâncias não metálicas, sintéticas ou não, amplamente utilizadas na indústria, principalmente na atividade agrícola e industrial. O Paraná possui vocação geológica expressiva para rochas e minerais industriais, que são, em sua maioria, utilizados no setor de construção civil. Apesar do estado possuir áreas de mineração em conformidade com as exigências do Código de Mineração, contabiliza também, por parte de indivíduos terceiros, direitos minerários irregulares, pois mineradoras exploram os bens minerais da União sem a devida autorização da Agência Nacional de Mineração e do Instituto Água e Terra. Crimes relacionados a usurpação de bens da União são de responsabilidade da Polícia Federal, que, após a denúncia, realiza perícias de local para caracterizar a irregularidade, com dados sobre volumes e valor monetário extraído, resultando em laudo técnico. Os laudos técnicos produzidos pela Polícia Federal estão armazenados no sistema SISCRIM, os quais podem ser filtrados através do uso de palavras-chave relacionadas a mineração irregular, dessa forma, os laudos podem ser encontrados. Realizando a busca com as palavras-chave: nome da substância de interesse + lavra + irregular foram encontrados 393 laudos técnicos. Apenas laudos de perícias realizadas no Paraná foram selecionados e quesitos como município da irregularidade, substância, tipo e grau de irregularidade, valor monetário extraído e volume (m³) foram avaliadas e compiladas. Após análise e interpretação dos dados, foi possível identificar que Curitiba e Região Metropolitana, o Oeste, Sudoeste Paranaense e o Norte Pioneiro são as quatro mesorregiões do estado onde mais perícias foram realizadas. Dentre as substâncias extraídas irregularmente, destacam-se a areia, a argila e o basalto, cujo valor monetário extraído dessas substâncias representam o montante aproximado de R\$ 642.422.452,00 reais, em valor corrigido e 12.339.210m³ em volume de materiais extraídos. Além disso, a irregularidade mais comum entre as áreas periciadas foi a extração em desconformidade com o título minerário. A partir dos dados compilados, foi possível calcular, como exemplo, quanto o município de São José dos Pinhais deixou de arrecadar de imposto da Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM), resultando em um montante de R\$ 8.313.787,20 reais, cujo valor poderia ter sido utilizado para contribuir com o desenvolvimento do município, através melhorias na infraestrutura, saúde, educação e lazer.

Palavras-chave: Rochas e minerais industriais, laudos técnicos, perícia, extração mineral.

ABSTRACT

Industrial rocks and minerals are non-metallic substances, synthetic or not, widely used in industry, mainly in agricultural and industrial activities. Paraná has a significant geological vocation for industrial rocks and minerals, which are mostly used in the civil construction sector. Although the state has mining areas in compliance with the requirements of the Mining Code, it also records, on the part of third parties, irregular mining rights, as mining companies exploit the Union's mineral assets without due authorization from the Agência Nacional de Mineração and the Instituto Água e Terra. Crimes related to the usurpation of Union assets are the responsibility of the Federal Police, which, after the complaint, carries out on-site inspections to characterize the irregularity, with data on volumes and monetary value extracted, resulting in a technical report. The technical reports produced by the Federal Police are stored in the SISCRIM system, which can be filtered through the use of keywords related to irregular mining, in this way, the reports can be found. Searching with the keywords: name of the substance of interest + mining + irregular, 393 technical reports were found. Only expert reports carried out in Paraná were selected and items such as the municipality of the irregularity, substance, type and degree of irregularity, monetary value extracted and volume (m³) were evaluated and compiled. After analyzing and interpreting the data, it was possible to identify that Curitiba and the Metropolitan Region, the West, Southwest of Paraná and the North are the four mesoregions of the state where the most inspections were carried out. Among the substances extracted irregularly, sand, clay and basalt stand out, whose monetary value extracted from these substances represents the approximate amount of R\$ 642,422,452.00, in corrected value and 12,339,210m³ in volume of extracted materials. Furthermore, the most common irregularity among the areas examined was extraction that did not comply with the mining title. From the compiled data, it was possible to calculate, as an example, how much the municipality of São José dos Pinhais failed to collect tax from the Financial Compensation for Mineral Exploration (CFEM), resulting in an amount of R\$ 8,313,787.20, whose value could have been used to contribute to the development of the municipality, through improvements in infrastructure, health, education and leisure.

Key-words: Industrial rocks and minerals, technical reports, expertise, mineral extraction.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa de localização do Paraná com a subdivisão em mesorregiões.....	13
Figura 2 - Mapa das principais unidades geológicas do Paraná. Os terrenos cristalinos arqueanos e proterozoicos e parte do magmatismo ácido do Estado correspondem ao primeiro planalto paraense. Os terrenos paleozoicos formados pelas rochas sedimentares da Bacia do Paraná definem o segundo planalto paranaense. As rochas mesozoicas, constituídas pelas rochas vulcânicas da Bacia, definem o terceiro planalto paranaense.	14
Figura 3 - Fluxograma das etapas de regularização de atividades minerárias.	17
Figura 4 - Exemplo das informações disponíveis em um laudo técnico, com destaque para as informações coletadas. As faixas em amarelo obliteram informações sigilosas.....	23
Figura 5 - Exemplo das informações disponíveis em um laudo técnico, com destaque para a substância, para o volume de rocha extraído (considerando o volume total e porcentagem que considera o aproveitamento econômico), o valor unitário da substância e o valor em reais referente a extração da substância.....	23
Figura 6 - Exemplo das informações disponíveis em um laudo técnico, destacando a categoria da irregularidade, neste caso, extração sem licença ambiental e sem direito minerário.....	24
Figura 7 - Mapa de isolinhas da quantidade de laudos produzidos, considerando as mesorregiões do Paraná.	27
Figura 8 - Mapa de localização das substâncias extraídas, considerando os três planaltos paranaenses.	29
Figura 9 - Figura esquemática do mapa da distribuição das perícias realizadas para a substância de areia, considerando a compartimentação geomorfológica do Paraná e os principais rios do estado.	30
Figura 10 - Figura esquemática do mapa da distribuição das perícias realizadas para a substância de argila considerando a compartimentação geomorfológica do Paraná e os principais rios do estado.	32
Figura 11 - Figura esquemática do mapa da distribuição das perícias realizadas para a substância de basalto, considerando a compartimentação geomorfológica do Paraná.....	33

Figura 12 - Figura esquemática do mapa da distribuição das perícias realizadas para a substância de calcário, considerando a compartimentação geomorfológica do Paraná.....	34
Figura 13 - Figura esquemática do mapa da distribuição das perícias realizadas para a substância de cascalho, considerando a compartimentação geomorfológica do Paraná.....	35
Figura 14 - Figura esquemática do mapa da distribuição das perícias realizadas para a substância de granito, considerando a compartimentação geomorfológica do Paraná.....	36
Figura 15 - Figura esquemática do mapa da distribuição das perícias realizadas para a substância de mármore, considerando a compartimentação geomorfológica do Paraná.....	37
Figura 16 - Figura esquemática do mapa da distribuição das perícias realizadas para a substância de saibro, considerando a compartimentação geomorfológica do Paraná.....	38
Figura 17 - Figura esquemática do mapa da distribuição das perícias realizadas para a substância de turfa, considerando a compartimentação geomorfológica do Paraná.	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Alíquotas aplicadas ao cálculo da CFEM.	19
Tabela 2 - Número de laudos obtidos dentro no SISCRIM, com base nos filtros testados.....	22
Tabela 3 - Quesitos informados nos laudos analisados.	24
Tabela 4 – Exemplo da disposição em tabela das informações mais importantes coletadas após leitura dos laudos.	25
Tabela 5 - Compilação dos laudos produzidos por município.	26
Tabela 6 - Substância e número de laudos.....	28
Tabela 7 Categoria das irregularidades extraídas dos laudos técnicos.	40
Tabela 8 - Volumes extraídos irregularmente considerando as informações disponíveis dos laudos analisados. Os valores estão agrupados por substância.	42
Tabela 9 - Valores acumulados da extração irregular de minérios.....	43
Tabela 10 - Cálculo da CFEM referente aos bens minerais extraídos irregularmente e que foram objetos de perícia, no município de São José dos Pinhais. A tabela apresenta dois percentuais distintos de CFEM repassada ao município, pois até 2018 esse percentual era de 65% e após 2018 passou a ser de 60%.....	44
Tabela 11 - Comparação entre os valores de CFEM arrecadados oficialmente no município de São José dos Pinhais e os valores estimados com base nos laudos periciais.	45
Tabela 12 - Número de laudos contendo os quesitos necessários, por ano entre o início do uso do sistema e o ano vigente.	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANM	Agência Nacional de Mineração
CFEM	Compensação Financeira pela Extração Mineral
GU	Guia de Utilização
IAT	Instituto Água e Terra
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LI	Licença de Instalação
LO	Licença de Operação
PAE	Plano de Aproveitamento Econômico
PCA	Plano de Controle Ambiental
PF	Polícia Federal
PRAD	Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas ou Alteradas
RCA	Relatório de Controle Ambiental
RMC	Região Metropolitana de Curitiba
SETEC	Setor Técnico-Científico
SIGMINE	Sistema de Informações Geográficas de Mineração
SISCRIM	Sistema Nacional de Gestão de Atividades de Criminalística
UFPR	Universidade Federal do Paraná

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	OBJETIVOS	12
1.1.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
2	LOCALIZAÇÃO	13
2.1	CONTEXTO GEOLÓGICO	13
3	ESTADO DA ARTE	15
3.1	LEGISLAÇÃO BRASILEIRA.....	15
3.1.1	Etapas para regularização de um regime de extração	16
3.2	IRREGULARIDADES	18
3.3	CFEM	18
3.4	LAUDOS PERICIAIS E SISCRIM.....	20
4	MATERIAIS E MÉTODOS	21
4.1	OBTENÇÃO DOS LAUDOS	21
4.1.1	Palavras-chave	21
4.1.2	Definição do local	21
4.1.3	Número de laudos	22
4.2	ANÁLISE QUANTITATIVA.....	22
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5.1	REGIÕES MAIS SUSCETÍVEIS AO CRIME	26
5.2	SUBSTÂNCIAS EXTRAÍDAS	28
5.2.1	Areia	30
5.2.2	Argila	31
5.2.3	Basalto	32
5.2.4	Calcário	33
5.2.5	Cascalho	34
5.2.6	Granito	35
5.2.7	Mármore	36
5.2.8	Saibro	37
5.2.9	Turfa	38
5.3	IRREGULARIDADES	39
5.4	QUANTIFICAÇÃO EM VOLUME	41

5.5	VALORAÇÃO EM REAIS DAS RMI EXTRAÍDAS IRREGULARMENTE	43
5.6	CFEM X IRREGULARIDADES	43
5.7	DIFICULDADES ENCONTRADAS	46
5.7.1	Laudos entre 2007 e 2015	46
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	48
	REFERÊNCIAS.....	52
	APÊNDICE A – VOLUME DAS SUBSTÂNCIAS ANALISADAS POR ANO.....	55
	APÊNDICE B – VALORAÇÃO EM REAIS DAS SUBSTÂNCIAS EXTRAÍDAS	59

1 INTRODUÇÃO

Minerais industriais são todas as rochas e minerais, sintéticos ou não, predominantemente não metálicos, que por suas propriedades físicas e químicas são amplamente utilizados como matérias-primas, insumos ou aditivos na atividade agrícola e industrial (Rodrigues, 2009). Os diferentes tipos de rochas e minerais industriais são classificados em categorias, como: agregados, argilominerais, reativos, funcionais, químicos e nanominerais, nas quais cada conjunto de substância possui afinidade com determinado mercado, como, por exemplo construção civil, indústria química e metalurgia, agronegócio, indústria de papel e celulose, entre outras (Rodrigues, 2009).

No Paraná, a produção e comercialização de rochas e minerais industriais obteve um incremento de 48%, em 2023, em relação à 2020, movimentando cerca de R\$37,8 milhões (IAT, 2023). Devido à potencialidade geológica do Estado, o Paraná consome grande parte das rochas e minerais industriais para aplicação direta nos setores da construção civil e do agronegócio, destacando-se: areia e rochas para produção de brita, rochas carbonáticas para produção de cimento, cal e corretivo agrícola e argilas para produção de cerâmicas, tijolos, telhas e revestimentos. A Região Metropolitana de Curitiba (RMC) é responsável por cerca de 37,31% da produção de rochas e minerais industriais (RMI) no Estado e 79,61% da industrialização das mesmas substâncias (IAT, 2023).

Apesar do Paraná possuir áreas de mineração legais conforme o Código de Mineração, de 1967, o Estado também contabiliza, por parte de indivíduos terceiros, direitos minerários atuando em desconformidade com a lei (Polícia Federal, 2023), uma vez que mineradoras exploram os bens minerais da União sem a devida autorização da Agência Nacional de Mineração (ANM) e/ou sem a licença de operação do órgão ambiental do Estado, neste caso, o Instituto Água e Terra (IAT). A atividade garimpeira ou de mineração em desconformidade com os regulamentos do setor configura crime contra o patrimônio público, na modalidade de usurpação. Nesta categoria, o ato acarreta concurso formal de crimes, no qual o indivíduo pratica uma ação e comete mais de um crime, a saber: contra o meio ambiente e contra a ordem econômica. A pena para este crime é de detenção de um a cinco anos e multa (Brasil, 1991).

Além dos crimes, a mineração irregular deixa de arrecadar impostos, dentre os quais a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), caracterizada como uma contraprestação pelo uso dos bens da União. A CFEM é calculada sobre o valor líquido do faturamento, considerando o tipo de substância mineral. Sessenta por cento da arrecadação da CFEM é destinada ao município produtor e esta receita deve ser utilizada em prol da comunidade local, em projetos de melhorias na infraestrutura, de qualidade ambiental, de saúde e educação.

Crimes relacionados a bens minerais usurpados da União são de responsabilidade da Polícia Federal (PF), que realiza perícia dos locais de crime denunciados. As perícias realizadas resultam em laudos técnicos, concentrados em um sistema denominado Sistema Nacional de Gestão de Atividades de Criminalística (SISCRIM), o qual contém dados como a localidade do crime, o signatário, a caracterização da área e quantidade de minério extraído irregularmente, em que essas informações ficam compiladas em laudo técnico. As informações usualmente ficam restritas neste banco de dados e são de uso interno da PF. No entanto, a análise e o tratamento dos dados podem gerar impactos positivos para a própria Polícia Federal e para a sociedade, uma vez que traz à luz informações que impactam o erário e que podem mobilizar a população a denunciar locais irregulares de mineração. É neste contexto que este trabalho se insere, visto que com a devida autorização da PF, os dados relativos à extração ilegal de rochas e minerais industriais foram analisados.

1.1 OBJETIVOS

Quantificar e valorar as rochas e minerais industriais extraídos irregularmente no Paraná, com base nos laudos obtidos no sistema SISCRIM, de domínio da Polícia Federal, desde a implementação do sistema.

1.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

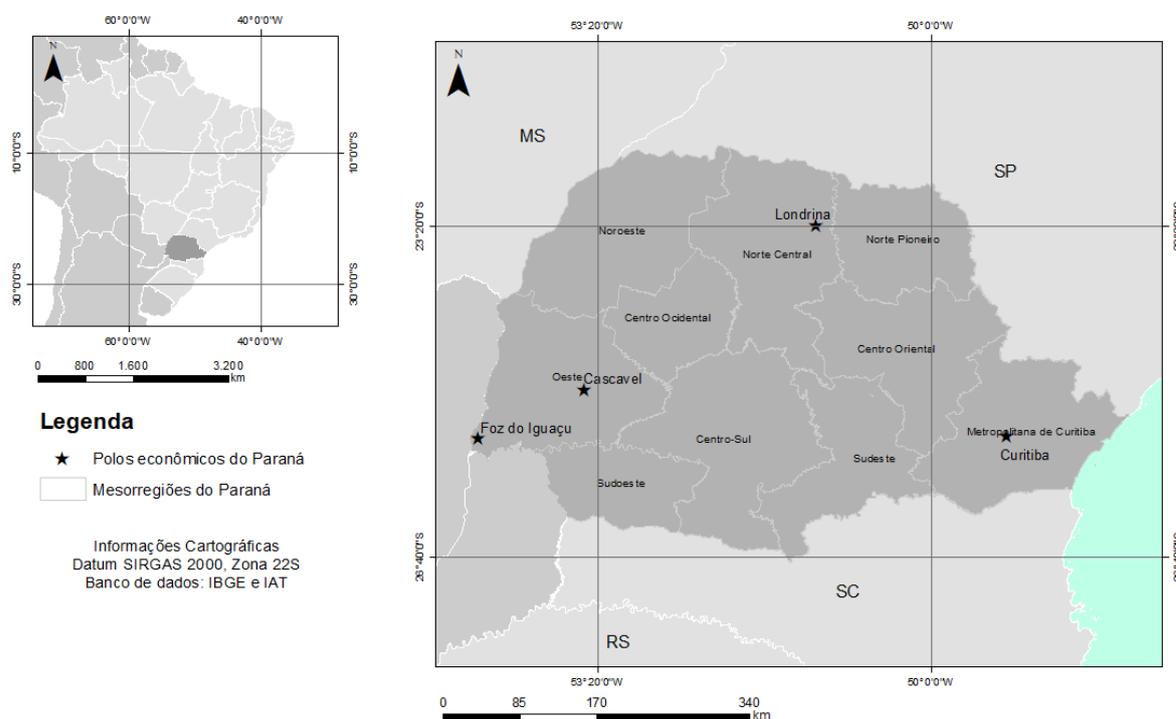
Os objetivos específicos desta pesquisa são:

- a) Quantificar em volume (metros cúbicos) as RMI extraídas irregularmente;
- b) Contabilizar o montante (em reais) das RMI extraídas irregularmente;
- c) Identificar os principais tipos e o grau das irregularidades;
- d) Identificar regiões do Paraná mais susceptíveis aos crimes.

2 LOCALIZAÇÃO

O Paraná é conhecido pela expressiva vocação geológica para rochas e minerais industriais, devido à diversidade de rochas geradas por uma série de eventos geológicos. A presença de rochas e minerais industriais próximas a grandes centros produtores e consumidores, principalmente para o setor de construção civil, é de suma importância para a viabilização econômica (Figura 1).

Figura 1 - Mapa de localização do Paraná com a subdivisão em mesorregiões.

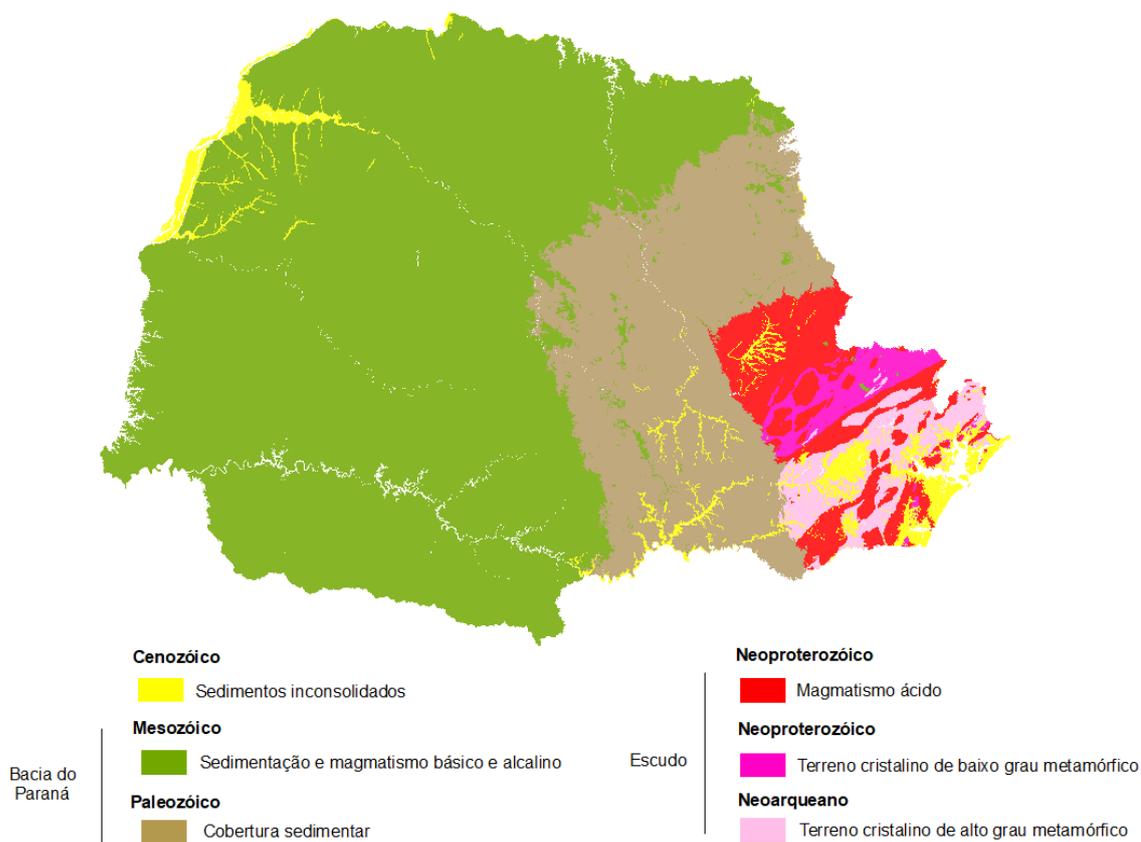


Fonte: A autora (2023).

2.1 CONTEXTO GEOLÓGICO

O Paraná é compartimentado em Primeiro, Segundo e Terceiro Planalto (Figura 2) conforme a sua geomorfologia e organização litológica-estratigráfica. O Estado é formado por diferentes tipos de rochas que abrangem extenso intervalo geológico, desde rochas ígneas e metamórficas do Arqueano, até sedimentos recentes do Quaternário (Figura 2).

Figura 2 - Mapa das principais unidades geológicas do Paraná. Os terrenos cristalinos arqueanos e proterozoicos e parte do magmatismo ácido do Estado correspondem ao primeiro planalto paraense. Os terrenos paleozoicos formados pelas rochas sedimentares da Bacia do Paraná definem o segundo planalto paranaense. As rochas mesozoicas, constituídas pelas rochas vulcânicas da Bacia, definem o terceiro planalto paranaense.



Fonte: Modificado de Besser et al. (2021).

O Primeiro Planalto (Figura 2), juntamente com a Serra do Mar e baixada litorânea, compreendem rochas ígneas e metamórficas, datadas do Arqueano ao Proterozoico. Neste planalto afloram rochas de alto grau metamórfico, na porção sudeste, e de baixo grau metamórfico, a norte-nordeste (Maack, 1947). Os principais domínios geológicos do escudo cristalino do Paraná incluem o Domínio Luís Alves, constituído por rochas ígneas félsicas, intermediárias e ácidas, representada por ortognaisses (Siga Jr., 1995). O Domínio Curitiba também faz parte do escudo cristalino paranaense, composto por rochas gnáissicas, anfibolitos e corpos de gabro. No Domínio Curitiba estão as rochas do Grupo Setuva ou Complexo Turvo-Cajati, composto por associações variadas de xistos, quartzitos e mármore, além de migmatitos e gnaisses, além das rochas do Grupo Açungui, composto por xistos cristalinos, filitos, calcários, mármore e quartzitos (Siga Jr., 1995).

Bacias vulcanossedimentares e sedimentares também compõe domínios geológicos importantes no Paraná, como o Grupo Castro, formado por riolitos, ignimbritos, tufos e brechas piroclásticas (Vasconcellos et al., 2003), a Formação Camarinha, com siltitos, conglomerados e argilitos (Moro, 2000) e a Formação Guaratubinha, composta por conglomerados, siltitos, tufos e lavas andesíticas e riolíticas (Barão, 2016). O primeiro planalto conta também com rochas graníticas, diques de diabásio, rochas alcalinas e carbonatitos.

O segundo e terceiro planalto paranaense (Figura 2) englobam as rochas da Bacia do Paraná, sendo rochas sedimentares e ígneas, como arenitos, siltitos, folhelhos do Grupo Paraná, arenitos do Grupo Itararé, argilas do Grupo Passa Dois, as rochas areníticas associadas a pelitos e ao carvão do Grupo Guatá, arenitos e basaltos do Grupo São Bento e conglomerados, arenitos, argilitos e calcários do Grupo Bauru (Silva; Vaine, 2001).

Por fim, os sedimentos recentes, de idade Cenozoica, que ocorrem na região de Curitiba, Tijucas do Sul e na porção noroeste do estado. Os sedimentos recentes que recobrem parcialmente as rochas da Bacia do Paraná e do Escudo Cristalino são o produto da erosão e intemperismo das rochas expostas (Bigarella; Salamuni, 1962).

Devido à grande variedade de rochas distribuídas pelo estado e devido à grande demanda, a produção e comercialização de rochas e minerais industriais é significativa. Segundo o Informe Mineral do Paraná (2023), 40,9% dos títulos minerários no Paraná, foram para exploração de areia, 21,4% de rochas para a produção de brita, 11,6% para rochas carbonáticas e 10,6% para extração de argila.

3 ESTADO DA ARTE

3.1 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

Segundo o art. 1º do Código da Mineração (Decreto-Lei n.º 227, de 28 de fevereiro de 1967) são bens da União os recursos minerais, inclusive os de subsolo, competindo à mesma, legislar sobre jazidas, minas, metalurgia e outros recursos minerais. A União também é responsável pela administração dos recursos minerais, pela indústria da produção mineral, pelo comércio e consumo dos produtos minerais. Segundo a lei nº 9.314, de 1996, que altera dispositivos do Decreto-lei n.º 227, de 1967, constam os seguintes regimes de substância mineral:

“I – Regime de concessão, quando depender de portaria de concessão do Ministro de Estado de Minas e Energia;
II – Regime de autorização, quando depender de expedição de alvará de autorização do Diretor-Geral do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM;
III – Regime de licenciamento, quando depender de licença expedida em obediência a regulamentos administrativos locais e de registro da licença no Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM;
IV – Regime de permissão de lavra garimpeira, quando depender de portaria de permissão do Diretor-Geral do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM;
V – Regime de monopolização, quando, em virtude de lei especial, depender de execução direta ou indireta do Governo Federal.” (Brasil, 1996).

Ainda, o Código supracitado regula os direitos sobre as massas de substâncias minerais, na superfície ou interior da Terra, o regime de aproveitamento e a fiscalização pelo Governo Federal sobre a pesquisa, lavra e outros aspectos da indústria mineral (Brasil, 1967). As atividades de pesquisa mineral e a evolução desta para a emissão de portaria de lavra somente são permitidas mediante autorização ou concessão da União.

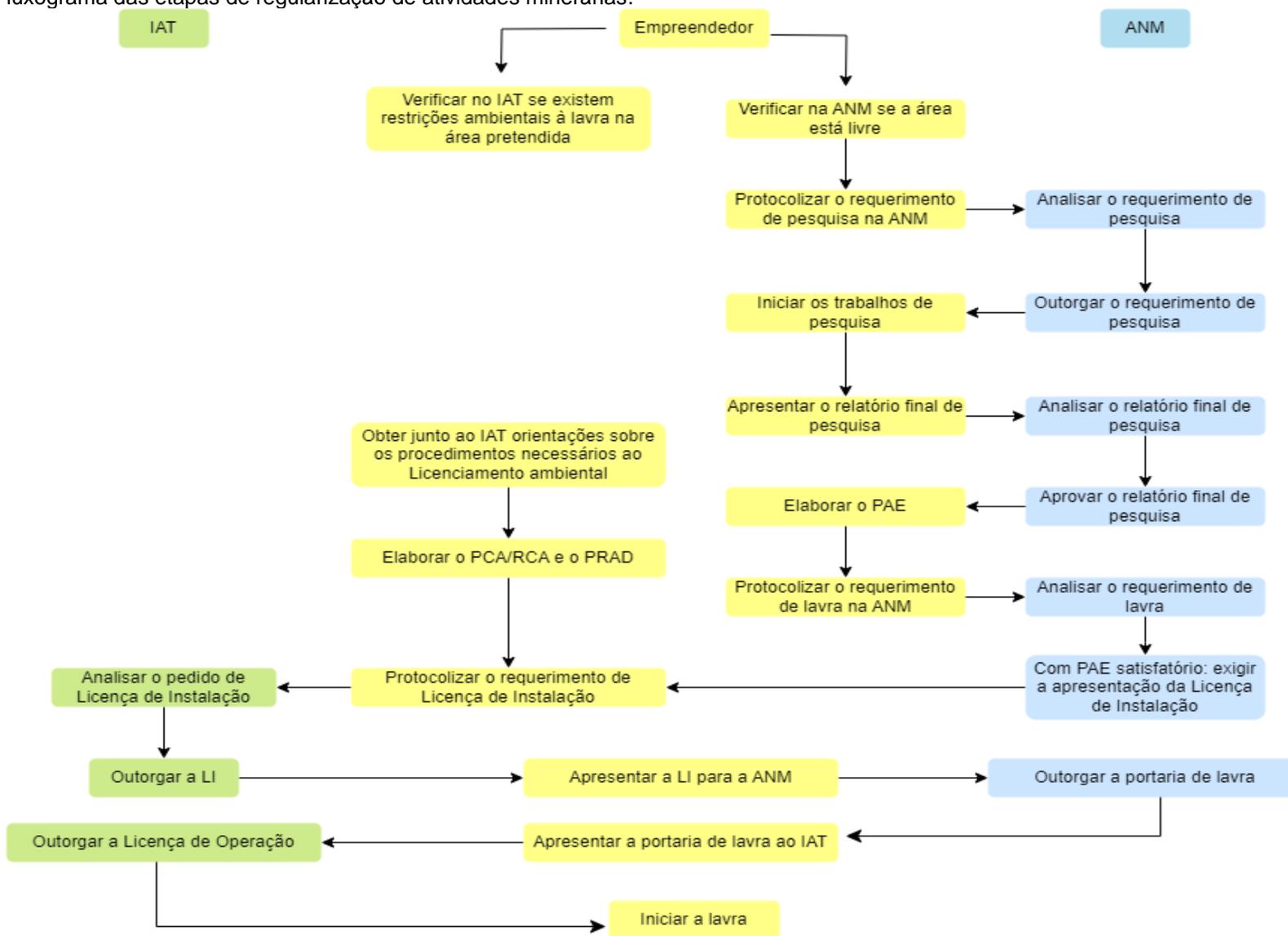
Para irregularidades praticadas envolvendo bens da União (i.e. substâncias minerais), aplica-se a Lei 8.176 de 1991, que caracteriza crimes contra o patrimônio, na modalidade de usurpação, ou seja, a exploração de bens minerais ou matéria-prima da União sem a autorização legal ou em desacordo com o regime minerário autorizativo. A pena é de detenção de um a cinco anos e multa (Brasil, 1991).

A fiscalização de áreas requeridas para exploração de substâncias minerais da União é competência da ANM, cuja missão gerir é o patrimônio mineral brasileiro. Frente a irregularidades, a ANM deve comunicar à Polícia Federal, ao Ministério Público Federal e aos órgãos ambientais competentes.

3.1.1 Etapas para regularização de um regime de extração

Para obtenção do título autorizativo que permita a extração mineral é necessário que o empreendedor obtenha as licenças ambientais e a portaria de lavra, conforme exemplificado na Figura 3.

Figura 3 - Fluxograma das etapas de regularização de atividades minerárias.



Fonte: Modificado de ANM (2019).

Portanto, para obtenção do título de concessão de lavra, o qual permite a extração mineral, é necessário que, além da outorga da portaria de lavra pela ANM, o órgão ambiental responsável também outorgue a LO (licença de operação). A extração mineral também pode ocorrer nos regimes de licenciamento, regime de extração e excepcionalmente no regime de autorização de pesquisa, se o minerador obtiver a Guia de Utilização (GU), desde que ela não seja superior à vigência da licença ambiental apresentada ou do Alvará de Pesquisa.

3.2 IRREGULARIDADES

Caracterizam-se como irregularidades atos de não cumprimento das obrigações decorrentes do título minerário em questão, tais como: realizar trabalhos de pesquisa ou extração mineral sem ou em desacordo com o título autorizativo, praticar lavra ambiciosa, deixar de pagar ou pagar fora do prazo taxas anuais, deixar de apresentar relatórios anuais, não cumprir de prazo de início ou reinício ou interrupções de trabalhos de pesquisa ou lavra, não comunicar à ANM a ocorrência de outra substância mineral no alvará de pesquisa requerido, suspender as atividades de lavra sem aviso prévio, deixar de prestar informações ou dados no relatório anual de lavra exigidos por lei ou por resolução da ANM, apresentar informação inverídica, realizar trabalhos de lavra em desacordo com o plano de aproveitamento econômico, abandonar a mina ou jazida e causar danos e prejuízos a terceiros, em decorrência direta ou indiretamente da lavra (Brasil, 2018).

Caso as obrigações previstas na legislação mineral não sejam cumpridas, o infrator é sujeito a penalidades como advertência, multa, caducidade do título, nulidade *ex officio* do alvará de pesquisa, cancelamento do título, multa diária, suspensão temporária, parcial ou total das atividades de mineração, apreensão de minérios, bens e equipamentos, embargo da obra ou atividade, demolição da obra, interdição e sanção restritiva de direitos (Brasil, 2022).

3.3 CFEM

A CFEM é um tipo de imposto estabelecido na Constituição de 1988, em seu Art. 20º. Este imposto é devido aos Estados, ao Distrito Federal, aos Municípios e aos órgãos da administração da União, como uma contraprestação pela utilização

econômica dos recursos naturais que pertencem à União (Brasil, 1988). A CFEM é obrigatória para titulares de direitos minerários que exerçam atividade de mineração, para o primeiro adquirente de bem mineral extraído sobre o regime de lavra garimpeira, aos adquirentes de bens minerais arrematados por haste pública e ao que exerça, a título oneroso ou gratuito, a atividade de exploração mineral com base nos direitos do titular original. Compete à ANM normatizar e fiscalizar a arrecadação da CFEM. A distribuição das alíquotas aplicadas ao cálculo da CFEM consta na Tabela 1, conforme a Lei 13.540/17.

Tabela 1 - Alíquotas aplicadas ao cálculo da CFEM.

Substância	Alíquotas da CFEM (%)
Ferro	3,5
Bauxita, Manganês, Nióbio e sal-gema;	3
Diamante e demais substâncias minerais	2
Ouro	1,5
Rochas, areias, cascalhos, saibros e demais substâncias minerais quando destinadas ao uso imediato na construção civil; rochas ornamentais; águas minerais e termais.	1

Fonte: Brasil (2017).

A distribuição da arrecadação da CFEM é realizada conforme os seguintes percentuais e critérios, conforme a Lei 13.540, de 18 de dezembro de 2017.

- “I - 7% (sete por cento) para a entidade reguladora do setor de mineração;
- II - 1% (um por cento) para o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), instituído pelo Decreto-Lei nº 719, de 31 de julho de 1969, e restabelecido pela Lei nº 8.172, de 18 de janeiro de 1991, destinado ao desenvolvimento científico e tecnológico do setor mineral;
- III - 1,8% (um inteiro e oito décimos por cento) para o Centro de Tecnologia Mineral (Cetem), vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, criado pela Lei nº 7.677, de 21 de outubro de 1988, para a realização de pesquisas, estudos e projetos de tratamento, beneficiamento e industrialização de bens minerais;
- IV - 0,2% (dois décimos por cento) para o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), para atividades de proteção ambiental em regiões impactadas pela mineração;
- V - 15% (quinze por cento) para o Distrito Federal e os Estados onde ocorrer a produção;
- VI - 60% (sessenta por cento) para o Distrito Federal e os Municípios onde ocorrer a produção;
- VII - 15% (quinze por cento) para o Distrito Federal e os Municípios, quando afetados pela atividade de mineração e a produção não ocorrer em seus territórios, nas seguintes situações:

- a) cortados pelas infraestruturas utilizadas para o transporte ferroviário ou dutoviário de substâncias minerais;
- b) afetados pelas operações portuárias e de embarque e desembarque de substâncias minerais;
- c) onde se localizem as pilhas de estéril, as barragens de rejeitos e as instalações de beneficiamento de substâncias minerais, bem como as demais instalações previstas no plano de aproveitamento econômico;" (Brasil, 2017).

A maior porcentagem da arrecadação da CFEM é distribuída ao município produtor, sendo que este recurso deve ser utilizado no município e em prol da comunidade, com investimentos em infraestrutura, educação, saúde e/ ou lazer.

3.4 LAUDOS PERICIAIS E SISCRIM

O SISCRIM é um sistema produzido por Peritos Criminais Federais, que compila os trabalhos dos setores de criminalística da Polícia Federal, desde a chegada do ofício até a emissão do laudo pericial. A partir da chegada do ofício, solicitado por Delegado de Polícia Federal ou diretamente pelo Ministério Público Federal (MPF), o perito designado realiza exames periciais na área indicada com supostas irregularidades.

Os exames consistem em inspeção visual do local, registros fotográficos digitais e sobrevoos de drones para obtenção de fotografias digitais aéreas. Também são realizadas pesquisas nas imagens de satélite da plataforma Google Earth e na base de dados e imagens de satélite do Sistema de Inteligência Geográfica da Perícia Criminal Federal – Inteligeo, acessível via intranet (rede interna) da Polícia Federal. As imagens obtidas por drones são processadas com o uso do *software* Agisoft Metashape Professional® e posteriormente, com as imagens de satélite, detalhadas através do *software* QGIS. Banco de dados públicos também são consultados, como o Sistema de Informações Geográficas da Mineração – SIGMINE, o Cadastro Mineiro, pertencentes à ANM e o Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), pertencente ao Ministério do Meio Ambiente. O banco de dados geográficos do Sistema de Gestão Ambiental (GeoSGA) do IAT é igualmente consultado. As informações coletadas em campo, juntamente com as informações disponíveis em banco de dados públicos, devem responder aos questionamentos feitos pelo delegado, como, por exemplo, qual a caracterização da área examinada, se o local atende as normas da legislação brasileira, como a extração está sendo feita e quais

os danos, ambientais e econômicos, entre outras. A união de todas as informações coletadas compõe o laudo pericial.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a quantificação e valoração de rochas e minerais industriais extraídos irregularmente no Paraná, a pesquisa foi dividida em duas etapas, sendo a primeira caracterizada pela obtenção dos laudos técnicos no SISCRIM, com a supervisão dos Peritos Criminais Federais, seguido por uma análise quantitativa dos laudos.

4.1 OBTENÇÃO DOS LAUDOS

Essa fase consistiu na aquisição dos dados através da busca textual e busca por signatário da área de geologia no sistema SISCRIM, por meio da combinação de palavras-chave que remetesse somente aos laudos de meio ambiente, na subclasse de extração mineral.

4.1.1 Palavras-chave

A busca textual na categoria de documentos, no SISCRIM, considera palavras que compõem os documentos técnicos, neste caso, laudos técnicos. Portanto, a escolha das palavras-chave considerou as principais substâncias caracterizadas como rochas e minerais industriais. As substâncias selecionadas foram: argila, areia, basalto, calcário, cascalho, granito, saibro e turfa.

Para que a combinação de palavras-chave remetesse a lavras irregulares, foram testadas várias combinações e as que se mostraram mais efetivas e que foram utilizadas, foram: substância selecionada | lavra | irregular, repetindo-se esta combinação e mudando apenas a substância, considerando aquelas supracitadas. Ao todo, foram encontrados 393 técnicos que atenderam aos requisitos propostos.

4.1.2 Definição do local

Para que este estudo cumprisse os requisitos essenciais e para um resultado confiável, dentro do SISCRIM foram selecionados somente laudos em que as perícias foram realizadas em municípios do Paraná.

4.1.3 Número de laudos

Após leitura dos laudos, 124 laudos foram identificados como repetidos, mesmo após buscas com diferentes arranjos de palavras no SISCRIM. 25 laudos foram relativos a perícias realizadas fora do estado do Paraná, mas foram registrados na unidade geradora do Paraná, no SISCRIM. Oito laudos foram identificados como laudos de outra subclasse que não a extração mineral, como laudos de avaliação de imóveis, desmatamento e perícia em veículos. Quatro laudos foram sobre perícias de outras substâncias, que não englobam rochas e minerais industriais, como ouro, diamante e água. Os laudos acima citados foram excluídos da contabilização, por não se encaixarem nos quesitos propostos. Portanto, para esta pesquisa, foram utilizadas as informações disponíveis em 232 laudos (Tabela 2).

Tabela 2 - Número de laudos obtidos dentro no SISCRIM, com base nos filtros testados.

SISCRIM	CONTAGEM
Laudos obtidos	393
Repetidos	124
Outros municípios	25
Outras subclasses	8
Outras substâncias	4
Totais válidos	232

Fonte: A autora (2023).

4.2 ANÁLISE QUANTIQUALITATIVA

Esta etapa de trabalho consistiu em uma análise quantiqualitativa, de caráter exploratório. Segundo Reichardt e Cook (1979), o método quantitativo é orientado para a busca da magnitude e das causas dos fenômenos, enquanto o método qualitativo é exploratório, descritivo e indutivo. A complementariedade entre as abordagens quantitativas (volumes e valores explorados irregularmente) e qualitativas (substâncias e irregularidades), permite compreender e interpretar as informações obtidas através dos laudos.

Para a obtenção dos dados de interesse, nos laudos selecionados foram analisados quesitos como: (i) unidade federativa na qual a irregularidade ocorreu: neste caso sendo somente o estado do Paraná; (ii) município da irregularidade; (iii) categoria de irregularidade, conforme elencadas no item 3.2; (iv) substância; (v) volume de substância extraída; (vi) taxa de empolamento¹ e taxa de beneficiamento²; (vii) valor monetário do bem mineral extraído e (viii) preço unitário da substância (em metros cúbicos ou toneladas) no ano em que foi realizado a perícia. As Figura 4, Figura 5 e Figura 6 demonstram como essas informações são encontradas nos laudos.

Figura 4 - Exemplo das informações disponíveis em um laudo técnico, com destaque para as informações coletadas. As faixas em amarelo obliteram informações sigilosas.

III - LOCAL

5. Trata-se de um imóvel de aproximadamente 12,6 hectares em área rural do Município de Nova Santa Rosa/PR, no entorno do ponto de coordenada UTM [REDACTED] zona UTM 22S, datum horizontal SIRGAS2000, conforme as Figuras 01 e 02, no qual situa-se a [REDACTED].

Fonte: Polícia Federal (2019).

Figura 5 - Exemplo das informações disponíveis em um laudo técnico, com destaque para a substância, para o volume de rocha extraído (considerando o volume total e porcentagem que considera o aproveitamento econômico), o valor unitário da substância e o valor em reais referente a extração da substância.

estimativa mais precisa da quantidade de bem mineral extraída do local até então. Porém, com os trabalhos de campo, com as análises dos mapas e imagens processados e a análise de imagens antigas do empreendimento, estima-se que foram extraídos **308 mil m³ de argila** (das quatro cavas encontradas no local) desde o início das atividades até os dias de hoje. Ainda, pelas características da mineração, estima-se que **90%** desse total pode ser aproveitado economicamente.

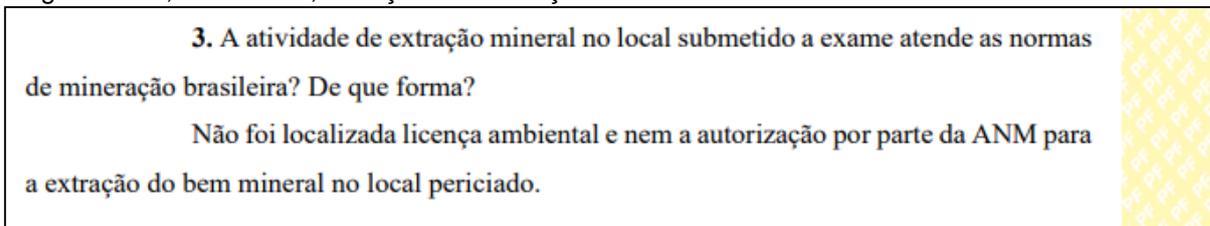
- Considerando o preço médio do m³ de areia/argila girando em torno de **R\$ 22,00 o m³** - preço de mercado para os dias de hoje, estima-se **em 6,1 milhões de reais** o valor do volume de minério extraído/movimentado (valores brutos, considerando apenas os 90% comercializáveis e sem levar em consideração o custo de produção e nem os valores auferidos com a produção de tijolos).

Fonte: Polícia Federal (2019).

¹ Taxa de empolamento: taxa de expansão (em %) da rocha ao ser retirada de seu local original.

² Taxa de beneficiamento: considera a porcentagem da rocha extraída que será utilizada para comercialização.

Figura 6 - Exemplo das informações disponíveis em um laudo técnico, destacando a categoria da irregularidade, neste caso, extração sem licença ambiental e sem direito minerário.



Fonte: Polícia Federal (2019).

Cabe a ressalva que nem todos os lados analisados apresentaram todos os quesitos elencados acima. A Tabela 3 compila a disponibilidade de informações nos 232 laudos analisados.

Tabela 3 - Quesitos informados nos laudos analisados.

Quesitos	Número de laudos
Unidade Federativa	232
Município	232
Substância	232
Categoria de irregularidade	224
Volume	156
Taxa de empolamento e/ou beneficiamento	80
Valor monetário	161
Valor da substância	120

Fonte: A autora (2023).

Para que os dados pudessem ser analisados posteriormente e filtrados para uma melhor interpretação, os quesitos propostos foram extraídos de cada laudo e compilados em uma tabela (Tabela 4).

Tabela 4 – Exemplo da disposição em tabela das informações mais importantes coletadas após leitura dos laudos.

Ano	Substância	Vol. extraído (m³) com tx de empolamento/beneficiamento	Volume total (m³)	Valor monetário (R\$)	Preço da substância (R\$)	Município	Categoria da irregularidade
2019	Argila	Não estimado	43.000	R\$ 1.608.200,00	22,00/t	Prudentópolis	Extração em desconformidade com o título
2019	Argila	Não estimado	119.000	R\$ 2.380.000,00	20,00/m³	São José dos Pinhais	Extração em desconformidade com o título
2019	Cascalho	Não estimado	13.000	R\$ 374.400,00	16,00/t	Ibema	Extração sem DM
2019	Basalto	14.650	12.200	R\$ 725.000,00	49,49/m³	Formosa do Oeste	Extração em desconformidade com o título
2019	Basalto	308.760	257.300	R\$ 14.400.000,00	25,00/t	Campo Mourão	Extração fora da poligonal
2019	Cascalho	Não estimado	1.000	R\$ 12.000,00	12,00/m³	Marmeleiro	Extração sem DM
2019	Argila	Não estimado	350.000	R\$ 4.200.000,00	12,00/m³	Fazenda Rio Grande	Extração em desconformidade com o título
2019	Areia	Não estimado	186.500	R\$ 3.200.000,00	22,00/m³	Campina Grande do Sul	Extração em desconformidade com o título
2019	Areia	Não estimado	Não estimado	Não estimado	Não estimado	Matinhos	Sem irregularidades
2019	Areia	Não estimado	Não estimado	Não estimado	Não estimado	Cândido de Abreu	Extração em desconformidade com o título
2020	Basalto	24.450	16.300	R\$ 1.369.000,00	30,00/t	Mangueirinha	Extração em desconformidade com o título
2020	Saibro	350.000	250.000	R\$ 10.625.000,00	Não estimado	Campo Largo	Extração em desconformidade com o título
2020	Argila	84.000	70.000	R\$ 2.520.000,00	20,00/t	Congoinhas	Extração em desconformidade com o título

Fonte: A autora (2023).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 REGIÕES MAIS SUSCETÍVEIS AO CRIME

A partir da compilação dos dados extraídos dos laudos técnicos em planilhas do *software* Excel, os municípios nos quais foram realizadas perícias encontram-se na Tabela 5.

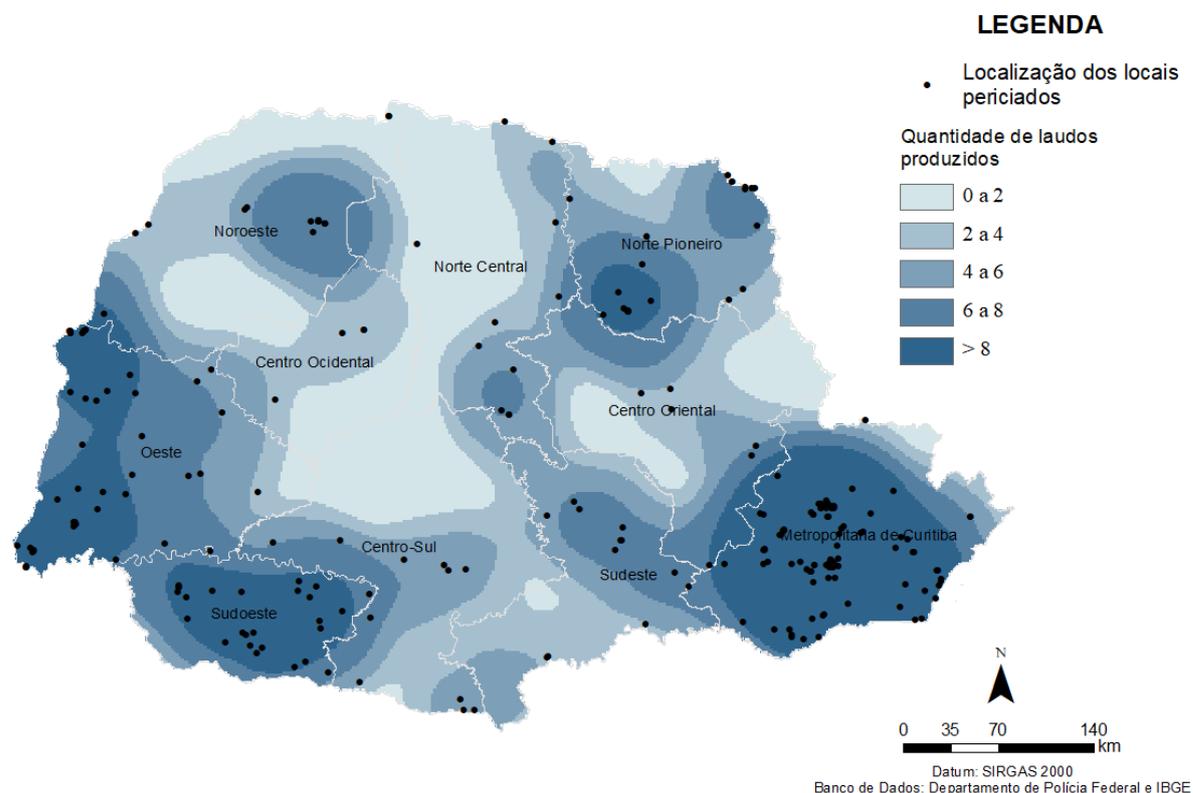
Tabela 5 - Compilação dos laudos produzidos por município.

Número de laudos	Municípios
14	São José dos Pinhais
10	Rio Branco do Sul
7	Foz do Iguaçu
5	Campo Largo, Colombo, Matinhos, São Miguel do Iguaçu, Realeza
4	Almirante Tamandaré, Araucária, Francisco Beltrão, Guaratuba
3	Bocaiuva do Sul, Cândido de Abreu, Chopinzinho, Curitiba, Fazenda Rio Grande, Guaraqueçaba, Jacarezinho, Marmeleiro, Palmas, Piên, Pinhão, Prudentópolis, Quatro Barras, São Carlos do Ivaí, São Manoel do Paraná e Tibagi
2	Agudos do Sul, Balsa Nova, Campina Grande do Sul, Campo Mourão, Cascavel, Castro, Coronel Vivida, Irati, Marechal Cândido Rondon, Morretes, Mundo Novo, Paranaguá, Pontal do Paraná, Porto Amazonas, Ribeirão Claro, Rio Negro, Santa Terezinha do Itaipu, São João do Triunfo, Terra Roxa, Tijucas do Sul e União da Vitória
1	Adrianópolis, Alto Paraíso, Ampére, Antonina, Campo do Tenente, Cândói, Capanema, Capitão Leônidas Marques, Céu Azul, Clevelândia, Congoinhas, Cruzmaltina, Dois Vizinhos, Figueira, Formosa do Oeste, Grandes Rios, Guáira, Ibema, Ibiporã, Imbituva, Itaipulândia, Itaperuçu, Ivaté, Jardim Alegre, Jataizinho, Jesuítas, Lapa, Mandirituba, Mangueirinha, Maringá, Mariópolis, Maripá, Medianeira, Mercedes, Nova Aurora, Nova Prata do Iguaçu, Nova Santa Rosa, Palotina, Paraíso do Norte, Paranapoema, Pato Branco, Pinhais, Porecatu, Primeiro de Maio, Quedas do Iguaçu, Ramilândia, Rio Branco do Ivaí, Santa Isabel do Oeste, Santa Mônica, São João, São José das Palmeiras, São Mateus do Sul, Salto do Lontra, Sulina, Tamarana, Tapira, Toledo, Ubitatã, Vera Cruz do Oeste, Vitorino e Wenscelau Braz.

Fonte: A autora (2023).

A partir desta análise, foi possível concluir que as perícias realizadas resultando nos laudos técnicos concentraram-se em quatro principais regiões: Curitiba e Região Metropolitana, oeste e sudoeste paranaense e norte pioneiro (Figura 7).

Figura 7 - Mapa de isolinhas da quantidade de laudos produzidos, considerando as mesorregiões do Paraná.



Fonte: A autora (2023).

Curitiba e região metropolitana são reconhecidas pela diversidade geológica em rochas e minerais industriais, contendo quantidades exploráveis de areia, argila, calcário, cascalho, granito, mármore e saibro. Além da condicionante geológica, esta região é fortemente ligada aos grandes centros produtores e consumidores de rochas e minerais industriais, pois a maior parte da aplicação dos RMI são na construção civil. A proximidade entre o local em que as rochas e minerais industriais são extraídos e o local no qual eles serão comercializados é um fator crucial para definir a precificação do material, visto que a distância e as condições dos meios de transporte influenciam no preço final. A aplicação das RMI não se restringe apenas à construção civil, à construção de moradias e à expansão dos centros urbanos, mas também nas obras de infraestrutura dos municípios, como na construção ou melhorias nas redes de esgoto, na construção e manutenção de barragens para captação de água e geração de energia e para a construção de escolas, hospitais e rodovias. Como o poder público é um dos principais demandantes destes materiais, o custo final do produto, que pode incluir transportes de longas distâncias, é arcado por toda a sociedade. Por isso é importante a exploração desses insumos minerais seja próxima aos grandes centros

urbanos. A saber, dos 232 laudos válidos para esta pesquisa, 32% deles são de perícias realizadas em Curitiba e Região Metropolitana.

O norte pioneiro do Paraná também concentra parte das perícias realizadas no estado, sendo a areia o bem mineral mais periciado. A região se destaca na produção de areia devido à proximidade com o Rio Paranapanema e no consumo devido à proximidade com cidades do estado de São Paulo, como Assis e Ourinhos.

Já as regiões do oeste e sudoeste paranaense possuem reservas principalmente de basalto, devido ao magmatismo básico e alcalino presente na região. As duas regiões são importantes devido à proximidade com a fronteira entre Brasil, Argentina e Paraguai. Essa região é um importante polo econômico, que movimenta a economia principalmente no setor de turismo, e conseqüentemente demanda mais desenvolvimento em infraestrutura. Além disso, pela região abrigar a Usina Hidrelétrica de Itaipu, as rochas e minerais industriais são amplamente utilizados para a manutenção das barragens, construção de estradas, pontes e vias de acesso.

5.2 SUBSTÂNCIAS EXTRAÍDAS

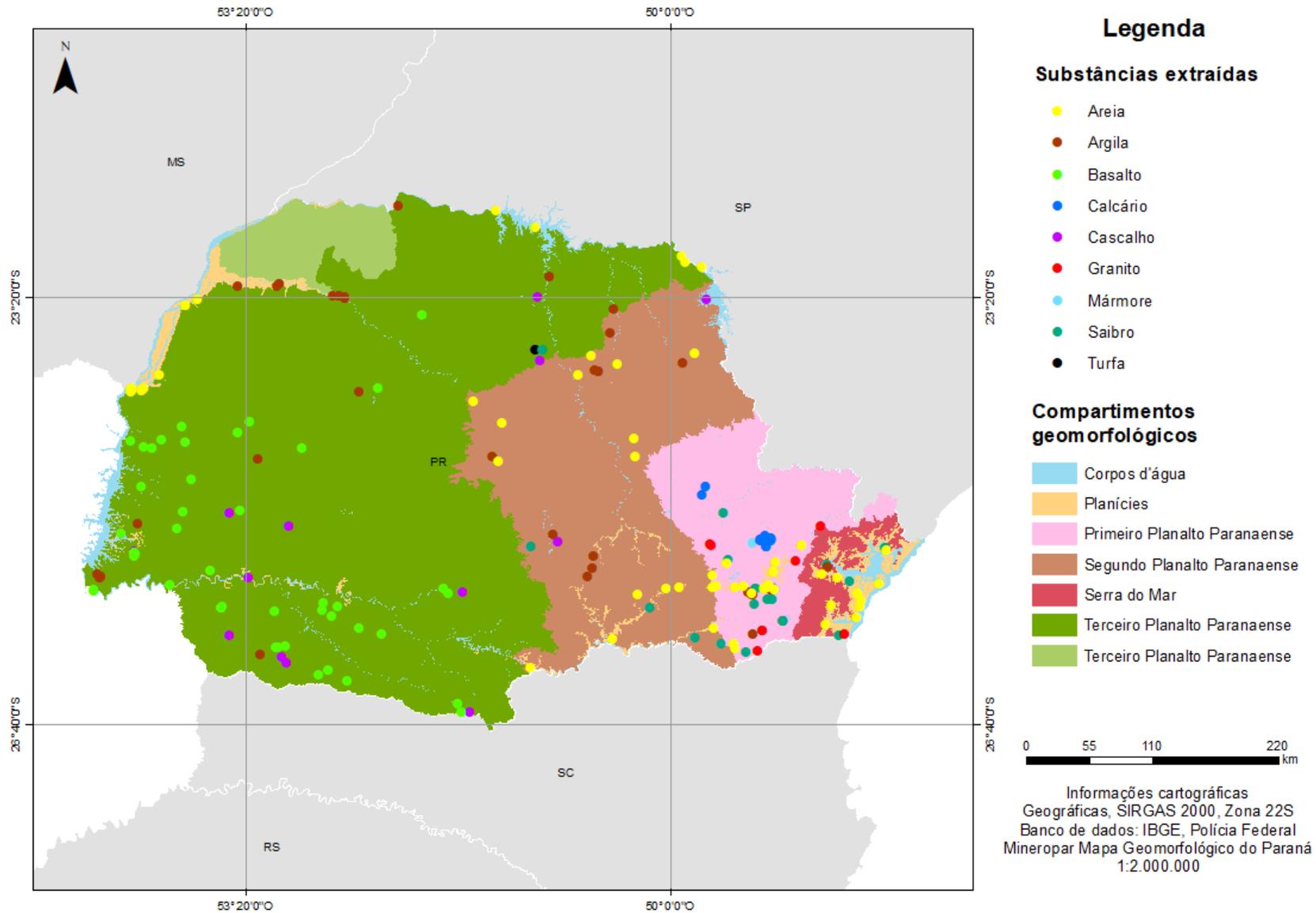
As substâncias extraídas foram compiladas e pela análise dos dados foi possível observar que a areia é a substância mais periciada, com 61 laudos, seguido pelo basalto, com 57 laudos, seguido pela argila, com 40 laudos, o saibro com 21 laudos, cascalho com 18 laudos, calcário com 17 laudos, granito com 11 laudos, mármore com 5 laudos e a turfa com 2 laudos (Tabela 6)(Figura 8).

Tabela 6 - Substância e número de laudos.

Substância	Número de laudos
Areia	61
Basalto	57
Argila	40
Saibro	21
Cascalho	18
Calcário	17
Granito	11
Mármore	5
Turfa	2

Fonte: A autora (2023).

Figura 8 - Mapa de localização das substâncias extraídas, considerando os três planaltos paranaenses.

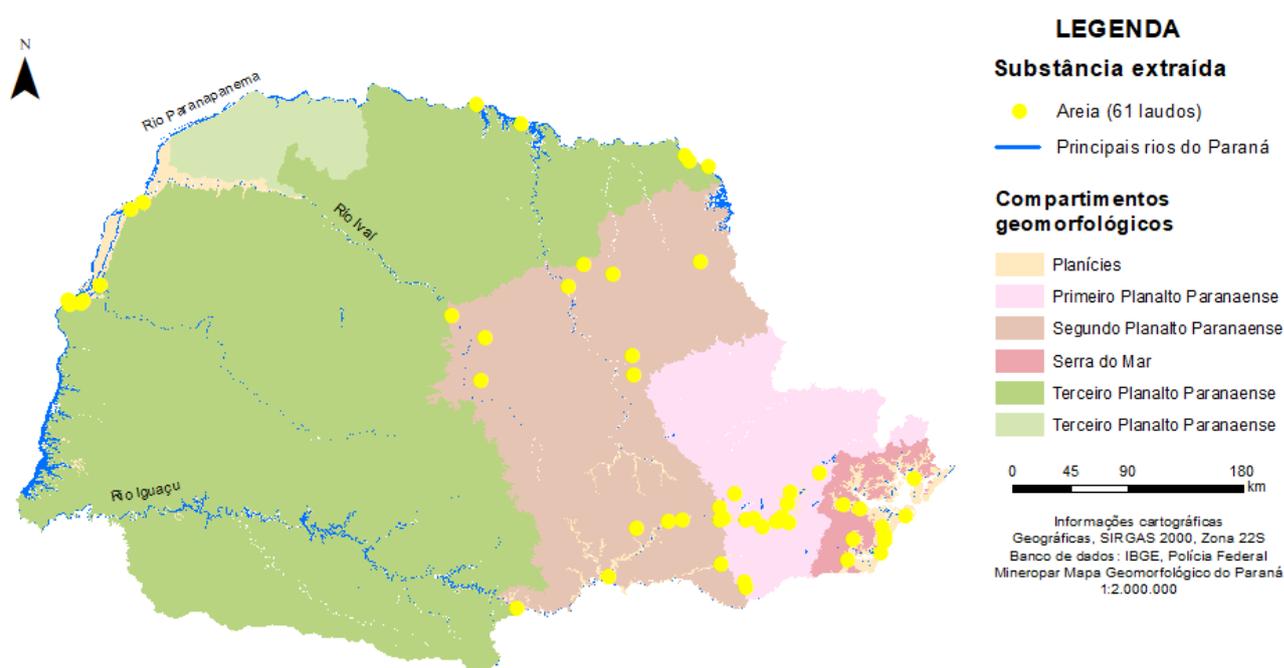


Fonte: A autora (2023).

5.2.1 Areia

As perícias realizadas no Paraná, no qual a areia foi a substância extraída, concentraram-se no primeiro e segundo planalto paranaense e ao longo dos rios Paranapanema e Iguazu (Figura 9). Na extração de areia, são comuns dois tipos de lavras: através de dragas em leitos de rios e outra em lavras a céu aberto.

Figura 9 - Figura esquemática do mapa da distribuição das perícias realizadas para a substância de areia, considerando a compartimentação geomorfológica do Paraná e os principais rios do estado.



Fonte: A autora (2023).

As extrações em leitos de rio ocorrem ao longo dos rios Iguazu e Paranapanema, por dragas de sucção instaladas em plataformas flutuantes, conforme informado nos laudos disponíveis. As dragas navegam lentamente e efetuam a sucção da areia depositada no leito do rio. Após este processo, as dragas carregadas deslocam-se para um ponto específico próximo à margem e fazem o transbordo da areia. Entretanto, para a quantificação de volume extraído e consequentemente a valoração em reais, o material extraído irregularmente em leitos de rios torna-se complexa. Em caso como esse, a areia é um sedimento móvel acumulado no fundo do rio, que ao ser dragado é renovado sucessivamente pelo aporte hídrico, desta forma, não há como quantificar, de forma categórica, o montante de areia que foi extraída em um determinado período de tempo.

Já as lavras a céu aberto concentraram-se majoritariamente no primeiro e segundo planalto, contendo praças de beneficiamento primário e maquinários para a extração, beneficiamento e transporte do material previamente depositado em antigos leitos e meandros dos rios. Em lavras como essas, são comuns nas áreas periciadas a presença de cavas inundadas, o que ocorre quando a escavação do material de interesse atinge o nível freático. Neste tipo de lavra, a quantificação do volume extraído é mais evidente, se comparado a extração no leito dos rios, pois com base na topografia do terreno e histórico de imagens de satélite é possível avaliar a evolução temporal da lavra e o quantificar o volume retirado.

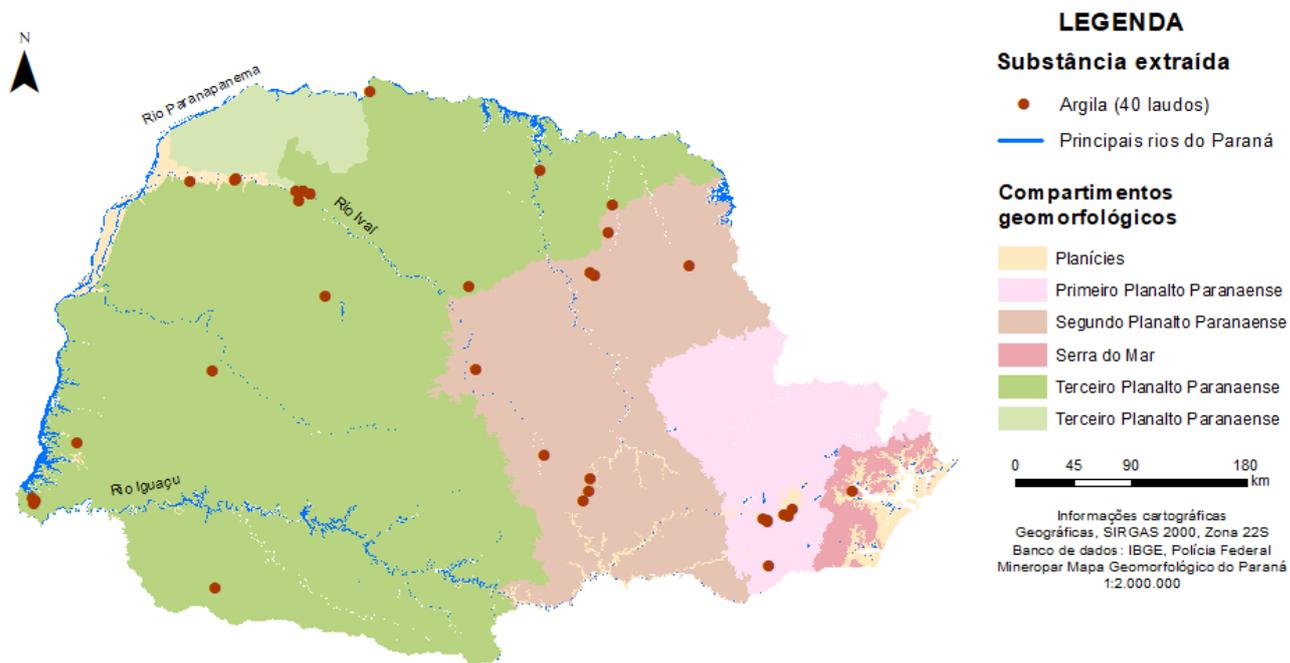
A areia pode ser considerada um material versátil, possuindo inúmeras aplicações. A principal delas é na indústria da construção civil, sendo um componente na produção de concreto e argamassas em obras, na construção de edificações, pontes, estradas e barragens. Na indústria do vidro, a areia é um dos principais componentes devido à sílica de sua composição. No tratamento de água, a areia serve como elemento filtrante para reter impurezas e partículas presentes. Já na indústria da cerâmica, a areia é utilizada como matéria-prima para a fabricação de tijolos, cerâmicas e azulejos.

5.2.2 Argila

A extração de argila foi observada por todo o estado e próximo ao curso d'água do Rio Ivaí (Figura 10). As lavras de argila nas áreas periciadas são lavras a céu aberto com aberturas de frentes por escarificação mecânica. As cavas são pouco profundas e ficam permanentemente alagadas. Nas perícias, as argilas foram encontradas em pilhas, por vezes já como produto final, como, por exemplo, em pilhas de tijolos.

A utilização da argila na indústria engloba os mercados de construção civil, sendo constituinte fundamental na produção de cimento, na indústria de cerâmica vermelha para a produção de tijolos e na de cerâmica branca para produção de azulejos e porcelanas. Na agricultura é usada como agente condicionante do solo e na indústria de geossintéticos é usada na contenção e impermeabilização de superfícies e estruturas.

Figura 10 - Figura esquemática do mapa da distribuição das perícias realizadas para a substância de argila considerando a compartimentação geomorfológica do Paraná e os principais rios do estado.



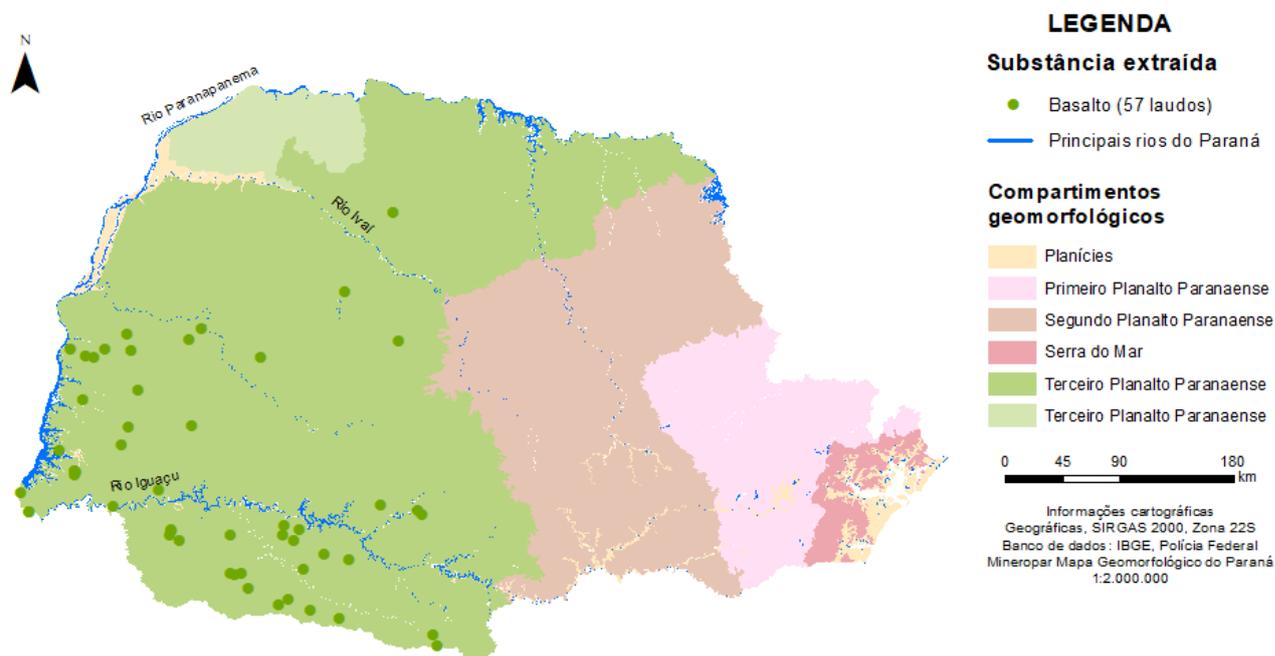
Fonte: A autora (2023).

5.2.3 Basalto

Já a extração de basaltos concentrou-se, majoritariamente, no oeste paranaense (Figura 11). Para a extração de basalto, o método de lavra a céu aberto foi identificado em todas as áreas periciadas. Neste tipo de lavra é feito o desmonte dos maciços rochosos por meio de máquinas e explosivos, seguido pela britagem do material. Nos locais em que foram realizadas as perícias, o material era encontrado em pilhas de material já beneficiado e em também como pedras de cantaria.

Na indústria, o basalto pode ser utilizado na construção civil como agregado com diferentes granulometrias na preparação dos leitos que receberão pavimentação asfáltica, devido à alta resistência mecânica. É também muito utilizado como agregado em obras que utilizam o concreto. Outros usos do basalto são no isolamento térmico, devido à baixa condutividade térmica, produzindo lãs minerais e na indústria de vidro, em que as fibras de basalto são utilizadas como reforço em materiais compósitos.

Figura 11 - Figura esquemática do mapa da distribuição das perícias realizadas para a substância de basalto, considerando a compartimentação geomorfológica do Paraná.



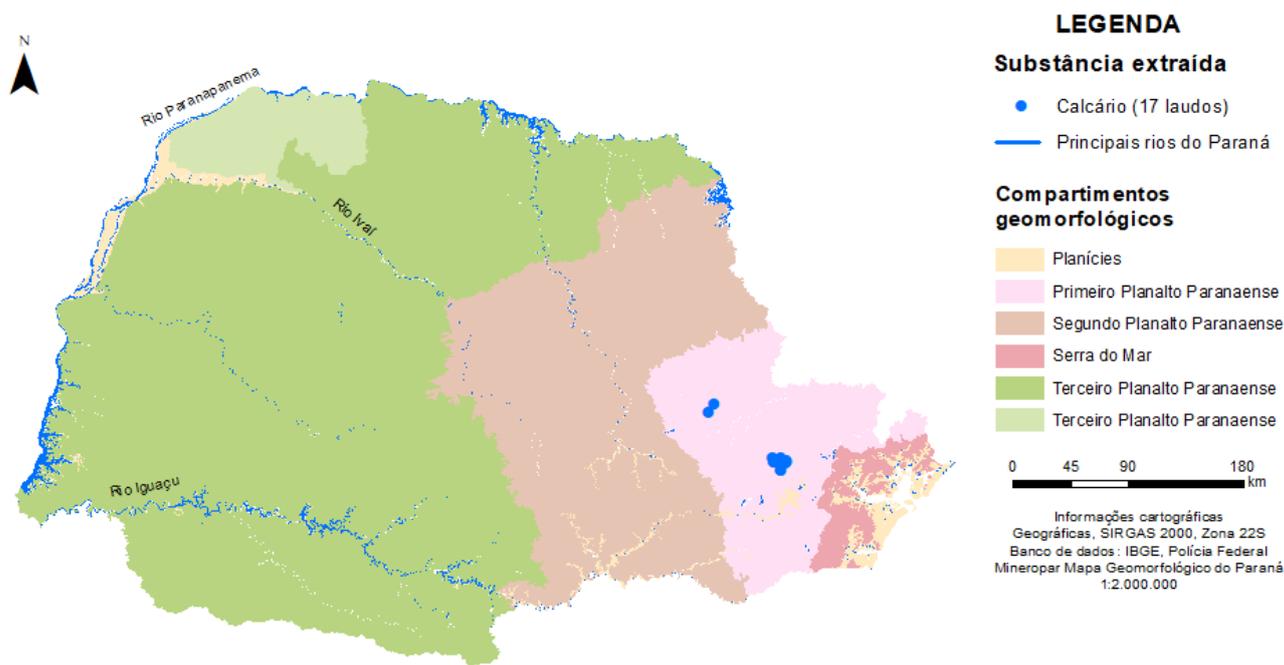
Fonte: A autora (2023).

5.2.4 Calcário

As perícias no qual o calcário foi a substância extraída concentraram-se na região metropolitana de Curitiba (Figura 12), conhecida como um polo de fabricação de cimento e corretivos agrícolas. O método de extração de calcário como é por lavra a céu aberto, com a utilização de explosivos, havendo quantidades expressivas de rejeito e capeamento junto com o a rocha de interesse.

A principal utilização do calcário na indústria é na produção de cimento, cal e insumos agrícolas. Na indústria química, o calcário é utilizado na produção de carbonato de sódio, bicarbonato de sódio, hidróxido de cálcio e produtos de limpeza. Na metalurgia, para auxiliar na remoção de impurezas na escória durante a produção de metais como ferro e aço. No tratamento de água, para ajustar o pH e remover impurezas e metais pesados, na indústria alimentícia como suplemento alimentar e na indústria farmacêutica.

Figura 12 - Figura esquemática do mapa da distribuição das perícias realizadas para a substância de calcário, considerando a compartimentação geomorfológica do Paraná.



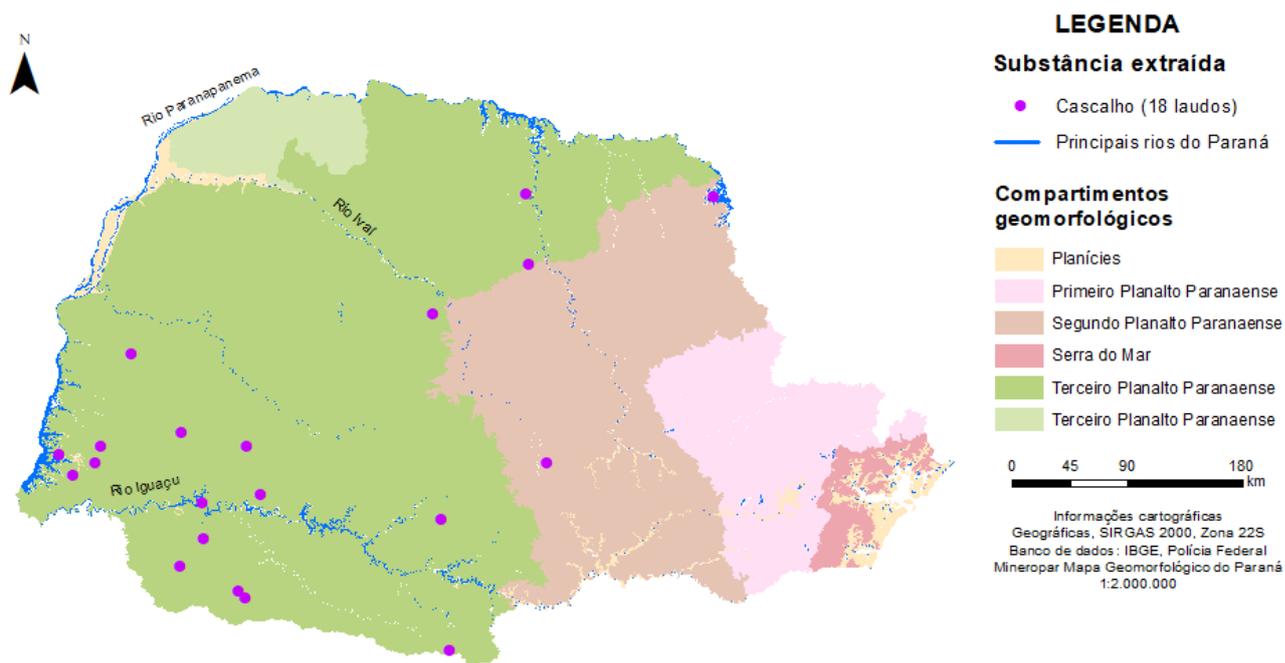
Fonte: A autora (2023).

5.2.5 Cascalho

O cascalho é extraído principalmente no segundo e terceiro planaltos paranaense, segundo as perícias realizadas (Figura 13), caracterizado nos laudos técnicos como materiais derivados de diferentes rochas, com granulometrias e grau de esfericidade variados. Nas áreas periciadas, o cascalho é material composto por basalto, granitos e gnaisses, frequentemente encontrado em tamanhos de seixo. A extração do material também ocorre pelo método de lavra a céu aberto.

O cascalho é utilizado principalmente na indústria da construção civil, sendo componente principal da constituição dos leitos para obras de pavimentação asfáltica e de preparação de obras de aterramento sanitários. É utilizado também na produção de concreto, em que o cascalho tipo brita, composto por rocha granítica, gnáissica e calcária entra na composição do concreto, já o cascalho saprolítico, sendo o mais comum, não entra na composição do concreto. Junto com a areia, o cimento e a água, o cascalho é usado no preenchimento de fundações e em projetos de drenagem, para evitar erosão do solo. Pode ser aplicado, ainda, na filtragem da água durante seu processo de tratamento, auxiliando na remoção de partículas e impurezas.

Figura 13 - Figura esquemática do mapa da distribuição das perícias realizadas para a substância de cascalho, considerando a compartimentação geomorfológica do Paraná.



Fonte: A autora (2023).

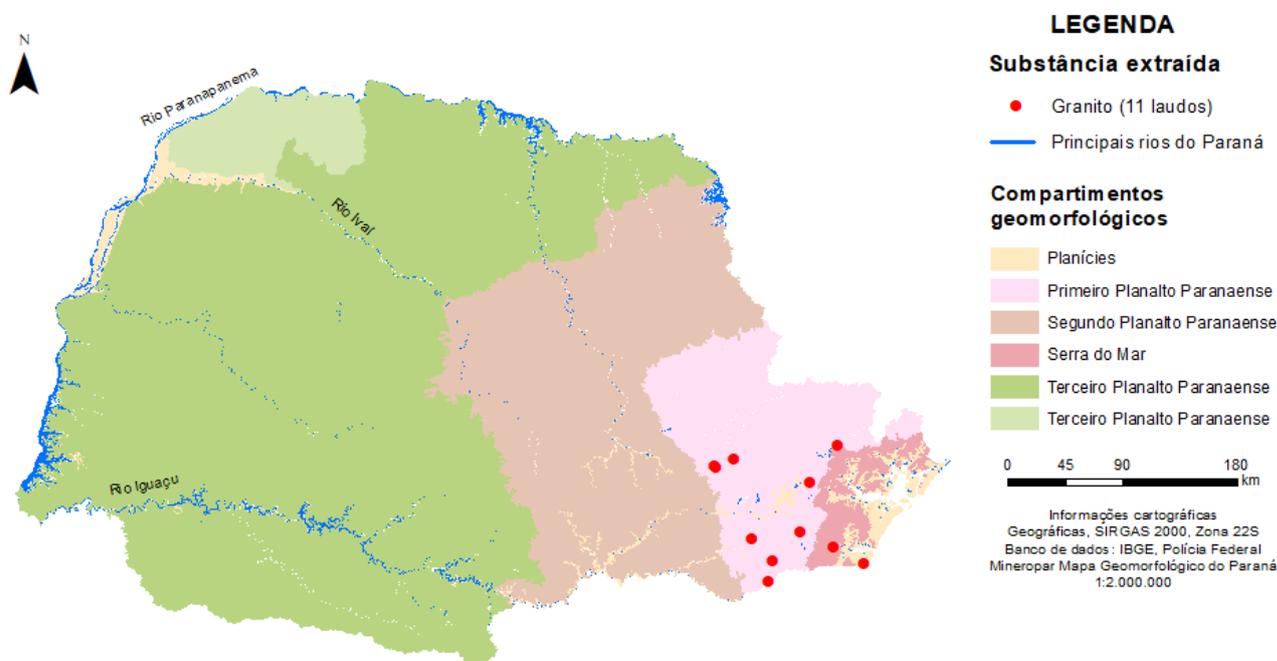
5.2.6 Granito

As perícias realizadas em lavras irregulares onde a substância extraída foi o granito concentraram-se em Curitiba e Região Metropolitana (Figura 14), devido à concentração desse litotipo no primeiro planalto e Serra do mar. Todas as lavras periciadas utilizaram o método de lavra a céu aberto, com uso de explosivos para abertura das frentes de lavra. As lavras, além da rocha de interesse, possuíam rejeitos e capeamento, que não foram utilizados para contabilizar os volumes extraídos. A rocha concentra-se em sua maioriana fração granulométrica de matacão, entretanto, em algumas lavras, a rocha encontra-se beneficiada, como pedra de cantaria em formato de paralelepípedos, prontos para a comercialização.

Os granitos são amplamente utilizados na indústria da construção civil, principalmente na fase de acabamento, como revestimentos em fachadas e pisos, escadas, bancadas de cozinha e banheiro e elementos arquitetônicos decorativos, como colunas e molduras. Na pavimentação urbana, o granito é utilizado na construção e acabamento de calçadas, como pedra britada para uso como agregado na construção civil e na construção de bancos e/ou monumentos em locais públicos, devido a sua resistência ao intemperismo. O valor do granito no mercado varia conforme a coloração

da rocha, tendo, por exemplo, o granito de coloração rosa a bege claro um valor mais alto, se comparado aos granitos de coloração cinza escura.

Figura 14 - Figura esquemática do mapa da distribuição das perícias realizadas para a substância de granito, considerando a compartimentação geomorfológica do Paraná.



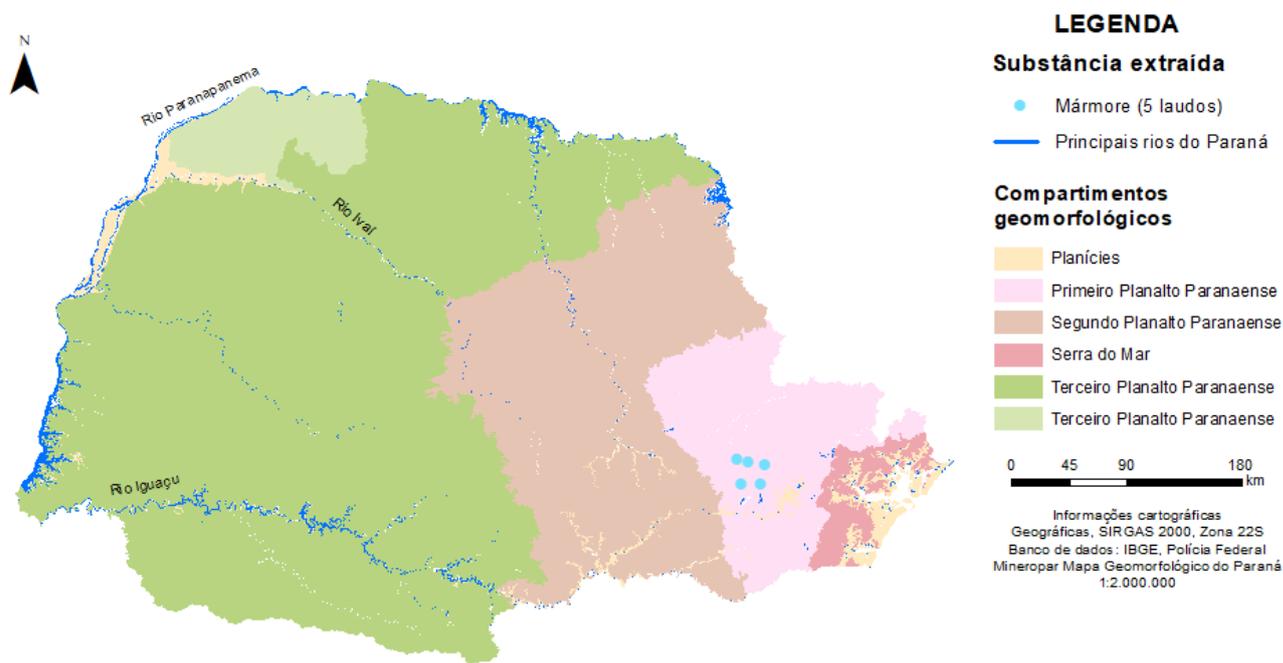
Fonte: A autora (2023).

5.2.7 Mármore

As lavras irregulares de mármore periciadas no Paraná também se concentraram em Curitiba e Região Metropolitana (Figura 15), seguindo os padrões de lavra a céu aberto, com aberturas das frentes por desmonte do maciço rochoso com o uso de explosivos. A maioria do minério extraído fica disposto no pátio da lavra sob a forma de blocos, entretanto, nas perícias realizadas uma quantidade considerável material britado e moído, pronto para comercialização, foi identificado.

A utilização do mármore na indústria é voltada principalmente para a construção civil, como revestimento de pisos e paredes, tampos de pias de cozinha e banheiro e na composição de móveis como mesas e bancadas.

Figura 15 - Figura esquemática do mapa da distribuição das perícias realizadas para a substância de mármore, considerando a compartimentação geomorfológica do Paraná.



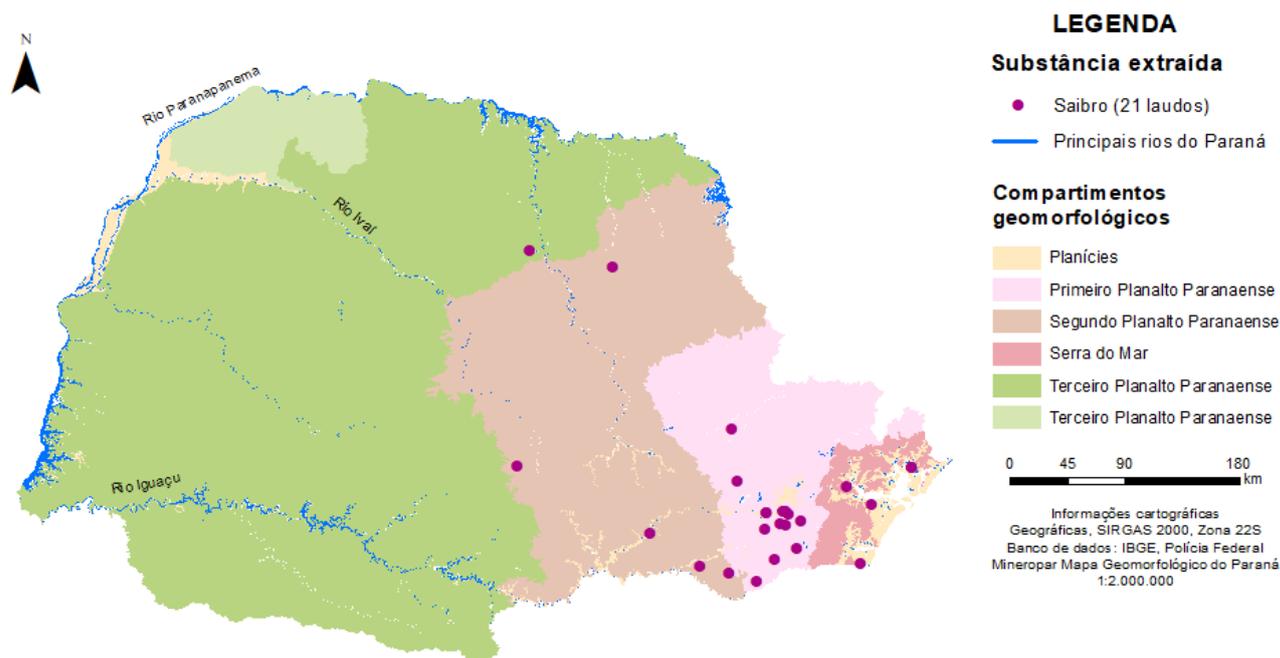
Fonte: A autora (2023).

5.2.8 Saibro

As lavras periciadas de saibro foram concentradas na RMC, no litoral e pontualmente no norte paranaense (Figura 16). Devido ao saibro ser um produto da alteração de rochas quartzo-feldspáticas como granitos e gnaisses, a composição do material extraído é areia e areia arcoseana, com múltiplas granulometrias, desde a fração argila até a brita. O método de lavra a céu aberto também foi empregado nestas lavras, sendo comum a presença de várias frentes de lavras espalhadas nos locais de extração, além de cavas pouco profundas e lagos formados por antigas cavas.

Na construção civil, o saibro é utilizado como material base na construção de estradas e vias de acesso, na preparação do terreno para nivelamento e compactação do solo, na construção de barragens e obras hidráulicas para proporcionar base estável e resistente, na base para fundações e na produção de concreto leve. Outras aplicações são na construção de quadras esportivas, como, por exemplo, quadras de tênis e em preparações para solos agrícolas.

Figura 16 - Figura esquemática do mapa da distribuição das perícias realizadas para a substância de saibro, considerando a compartimentação geomorfológica do Paraná.



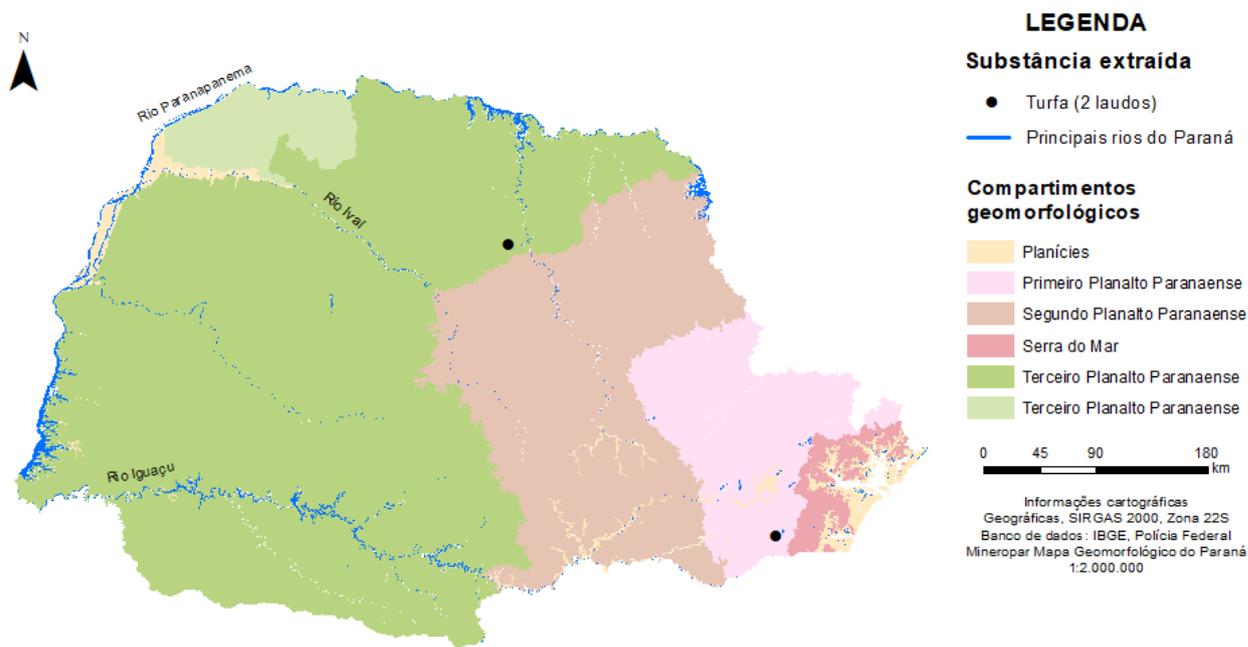
Fonte: A autora (2023).

5.2.9 Turfa

A turfa foi a rocha e mineral industrial menos periciado de acordo com os laudos analisados, ocorrendo pontualmente no norte paranaense e na RMC (Figura 17) em áreas alagadas. A extração da turfa ocorreu por lavra a céu aberto, sendo as cavas abertas com uso de retroescavadeiras e comum.

A turfa é utilizada na agricultura, como substrato para plantio e na horticultura. Na indústria de paisagismo é utilizada como terra para vasos e para melhorar a estrutura do solo. No setor energético, a turfa sendo queimada pode gerar calor e eletricidade.

Figura 17 - Figura esquemática do mapa da distribuição das perícias realizadas para a substância de turfa, considerando a compartimentação geomorfológica do Paraná.



Fonte: A autora (2023).

5.3 IRREGULARIDADES

Considerando as irregularidades que podem ocorrer em uma atividade de extração mineral, com base na análise dos laudos técnicos foi possível identificar que o tipo mais comum é a extração mineral em desconformidade com o título (Tabela 7), com 126 laudos. Neste caso, a maioria das mineradoras e/ou indivíduos terceiros iniciam o processo de obtenção do direito mineral perante a ANM, mas não aguardam a conclusão do processo para dar início à extração. Neste tipo de irregularidade também é comum que as mineradoras solicitem uma Guia de Utilização como forma de realizar a extração mineral nas fases iniciais do processo, entretanto, a guia tem validade de até três anos, podendo ser renovada por igual período. Se não renovada a extração fica irregular. Outra irregularidade relacionada à Guia de Utilização é em relação ao volume extraído, pois mineradoras acabam extraído muito mais do que o previsto nos documentos enviados à ANM, como é o caso do plano de aproveitamento econômico (PAE), que especifica estes volumes. Neste caso, duas irregularidades são cometidas, a extração em desconformidade com o título e lavra ambiciosa.

Outro tipo de irregularidade comum observada é a extração mineral sem nenhuma formalização junto à ANM (43 laudos), ou seja, o indivíduo terceiro inicia a extração mineral sem anuência da ANM e do órgão ambiental.

Tabela 7 Categoria das irregularidades extraídas dos laudos técnicos.

Categoria de irregularidade	Número de laudos
Extração em desconformidade com o título	126
Extração sem DM	43
Sem irregularidades	24
Extração fora da poligonal	9
Irregularidade não definida	9
Extração sem licença ambiental	8
Lavra ambiciosa	4
Extração em APP	5
Extração em desconformidade com a substância	2
Extração em nome de outro requerente	1
Extração em UC	1

Fonte: A autora (2023).

Em 24 das perícias realizadas não foram identificadas irregularidades. Em casos como este, a denúncia é feita, a Polícia Federal é acionada e durante o exame de local não são constatadas irregularidades. Nove perícias identificaram como irregularidade a extração fora da poligonal, casos em que mineradoras ultrapassam o limite da área de concessão, invadindo outras poligonais ou áreas para as quais não há concessão de lavra, portanto, áreas nas quais não poderia ocorrer a extração mineral.

Nove laudos continham a informação de que a irregularidade não foi definida, devido à falta de informações sobre o local onde foi realizado a perícia, mesmo após o exame de local e a consulta aos dados de sistemas públicos. Oito laudos registraram como irregularidade a extração sem licença ambiental, caso em que o direito minerário está legalizado perante a ANM, mas não portam a licença de operação (LO) expedida pelo órgão ambiental, no caso do Paraná, pelo IAT, ou a LO está vencida.

A irregularidade de lavra ambiciosa foi identificada em quatro laudos, no qual as mineradoras extraem os bens minerais em desacordo com o plano de aproveitamento econômico aprovado, extraindo mais do que as reservas permitem.

Em três laudos foi identificada atividade de mineração em área de preservação permanente. Dois laudos continham informação de extração em desconformidade com a substância, em que mineradoras inserem no PAE determinada substância, mas extraem outra. Em casos como esse, a mineradora deve aditar nova substância no título minerário de lavra.

Em um laudo foi identificada a irregularidade de extração em nome de outro requerente, no qual o título minerário emitido pela ANM estaria em nome de outra mineradora. Em apenas um laudo foi identificado a irregularidade de extração mineral em Unidade de Conservação, em desacordo com o plano de manejo.

5.4 QUANTIFICAÇÃO EM VOLUME

Os laudos técnicos à cerca de perícias ambientais, na categoria de extração mineral, quantificam, além do volume total do bem mineral extraído, mais dois tipos de volumes, quando possível. O primeiro deles considera a taxa de empolamento da rocha, caracterizado pela expansão volumétrica devido ao aumento de vazios do material ao ser retirado do seu estado natural. O segundo considera a taxa de beneficiamento, quando o volume considerado é sobre o bem mineral já pronto para comercialização, excluindo-se rejeitos e/ou capeamentos. Portanto, em alguns laudos são considerados os volumes totais aproveitados após a estimativa da taxa de empolamento. Em outros laudos, considera-se o volume útil aproveitado, desconsiderando o volume de rejeito, além do volume superficial de solo, o decapeamento. A compilação dos volumes considerando taxa de empolamento, taxa de beneficiamento e volumes totais é apresentado na Tabela 8. De forma mais detalhada, os volumes extraídos dos laudos por ano encontram-se no APÊNDICE A.

Vale salientar que para esta quantificação foram considerados apenas perícias nas quais foram identificadas irregularidades, excluindo-se locais em que não foram identificadas irregularidades.

Tabela 8 - Volumes extraídos irregularmente considerando as informações disponíveis dos laudos analisados. Os valores estão agrupados por substância.

Substância	Vol. (com tx de empol. ou aprov.) m ³	Volume total (m ³)
Areia	680.564	3.636.707
Argila	688.675	3.303.318
Basalto	3.326.883	5.599.185
Calcário	1.236.378	3.194.161
Cascalho	680.077	692.176
Granito	1.298.100	60.550
Mármore	966.812	826.541
Saibro	795.680	1.120.277
TOTAL	9.423.169	18.133.451

Fonte: A autora (2023).

Portanto, considerando os laudos técnicos produzidos por peritos da Polícia Federal, conclusivos para lavras irregulares de rochas e minerais industriais nos municípios do Paraná, 18.133.451 m³ foram extraídos irregularmente, considerando os volumes totais, cabendo a ressalva que apenas 156 dos 232 laudos válidos (Tabela 3) apresentaram esta informação disponível. Volumes que consideram a taxa de empolamento da substância e/ou taxa de aproveitamento, somam 9.423.169 m³. Dos 232 laudos válidos, apenas 80 apresentam esta informação.

Ao considerar o volume extraído irregularmente, o número refere-se aos materiais que podem ser utilizados para a comercialização, entretanto, o volume de material retirado em uma lavra impacta diretamente no ambiente e pode ser muito mais expressivo. No desenvolvimento de atividades de mineração são esperados danos ambientais, entretanto, estes devem ser previstos e mitigados conforme as condicionantes presentes na licença ambiental pertinente. Em um pátio de lavra, é necessário espaço para o maquinário, para o beneficiamento e armazenamento das substâncias. Para a organização destes espaços, muitas vezes a vegetação nativa do local é retirada, sem as devidas providências para mitigar os danos. A falta de procedimentos de controle ambiental pode ocasionar diversos danos ao meio ambiente, como degradação de áreas de drenagem, alteração da paisagem, assoreamento de rios, desequilíbrio de ecossistemas e de comunidades da fauna e da flora, ocasionando perda da biodiversidade. As áreas periciadas tiveram sua cobertura vegetal suprimida, a topografia modificada e seu horizonte superficial e fértil do solo retirados.

5.5 VALORAÇÃO EM REAIS DAS RMI EXTRAÍDAS IRREGULARMENTE

Após leitura dos laudos e extração das informações à cerca dos volumes extraídos irregularmente no Paraná, a valoração desses volumes encontra-se na Tabela 9 e detalhadamente no APÊNDICE B. A valoração em reais das substâncias extraídas é realizada com base no volume extraído e no valor unitário da substância, por tonelada ou por metro cúbico. Para valores unitários, consideram-se os preços praticados no mercado ou por pesquisa no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), da Caixa Econômica Federal para o Paraná.

Tabela 9 - Valores acumulados da extração irregular de minérios.

Substância	Valor (R\$)	Valor atualizado (R\$)
Areia	R\$ 148.331.679,00	R\$ 212.052.022,57
Argila	R\$ 85.152.198,95	R\$ 147.944.772,71
Basalto	R\$ 202.722.013,65	R\$ 282.425.656,75
Calcário	R\$ 177.898.938,00	R\$ 204.625.472,74
Cascalho	R\$ 14.276.463,27	R\$ 19.555.041,11
Granito	R\$ 77.498.550,00	R\$ 95.957.689,91
Mármore	R\$ 73.357.233,00	R\$ 70.076.442,03
Saibro	R\$ 31.570.990,00	R\$ 34.750.687,85
Turfa	Não estimado	Não estimado
Total	R\$ 810.808.065,87	R\$ 1.067.387.785,67

Fonte: A autora (2023).

A partir da soma do montante, em reais, de cada substância, com base nos volumes extraídos irregularmente, obteve-se o valor de R\$ 810.808.065,87. Sabendo que os laudos disponíveis no SISCRIM são de perícias realizadas desde 2007, o valor presente no laudo técnico foi corrigido monetariamente em relação ao ano de confecção. A correção monetária dos valores, considerou o índice IGP-M (FGV) – a partir de 1989, e foi feito usando a calculadora do cidadão, do Banco Central do Brasil (BACEN), considerando como data inicial o mês de dezembro de cada ano. O montante correspondente ao valor das rochas e minerais industriais extraídos irregularmente no Paraná corrigido é de R\$1.067.387.785,67.

5.6 CFEM X IRREGULARIDADES

O município de São José dos Pinhais, por apresentar o maior número de laudos disponíveis entre os laudos válidos desta pesquisa, foi selecionado para um “estudo de caso” no qual foi feita a análise do valor que deveria ter sido repassado ao

município, caso a atividade minerária estivesse regular e a CFEM sendo recolhida. Ao todo, foram analisados 14 laudos de perícias realizadas em São José dos Pinhais (Tabela 10), dos quais 10 apresentaram as informações de volume extraído e valor monetário referente a este volume, tendo como substâncias identificadas a areia, a argila e o saibro. Para estas substâncias o valor total da CFEM corresponde a 1% do valor do bem mineral. Nesta análise, foi considerada apenas a porcentagem da CFEM destinada ao município produtor, não sendo analisadas as porcentagens do Estado e da União. Cabe ainda a ressalva que a Tabela 10 apresenta dois percentuais distintos da alíquota da CFEM repassada ao município, de 60 e 65%, isto por que o percentual que vigou até 2017 foi de 65% e após 2018 os municípios passaram a receber apenas 60%, conforme a Lei 13.540.

Tabela 10 - Cálculo da CFEM referente aos bens minerais extraídos irregularmente e que foram objetos de perícia, no município de São José dos Pinhais. A tabela apresenta dois percentuais distintos de CFEM repassada ao município, pois até 2018 esse percentual era de 65% e após 2018 passou a ser de 60%.

Ano da perícia	Valor relativo ao recurso mineral no ano da perícia	Alíquota da CFEM (1%)	Valor da CFEM não arrecadada pelo município	Índice de correção monetária	Valor do recurso mineral periciado atualizado (R\$) (2023)	Alíquota (1%) atualizada (2023)	CFEM atualizada (2023)
CFEM (65%) ao município							
2014	R\$ 75.000,00	R\$ 750,00	R\$ 487,50	1.98	R\$ 148.873,31	R\$ 1.488,73	R\$ 967,67
Total	R\$ 75.000,00		R\$ 487,50		R\$ 148.873,31		R\$ 967,67
CFEM (60%) ao município							
2019	R\$ 2.380.000,00	R\$ 23.800,00	R\$ 14.280,00	1.48	R\$ 3.524.762,63	R\$ 35.247,62	R\$ 21.148,57
2021	R\$ 4.862.500,00	R\$ 48.625,00	R\$ 29.175,00	1.00	R\$ 4.905.806,40	R\$ 49.058,06	R\$ 29.434,83
2022	R\$ 4.321.042,00	R\$ 43.210,42	R\$ 25.926,25	0.95	R\$ 4.116.827,39	R\$ 41.168,27	R\$ 24.700,96
2023	R\$ 1.380.000,00	R\$ 13.800,00	R\$ 8.280,00	0.94	R\$ 1.308.917,86	R\$ 13.089,17	R\$ 7.853,50
Total	R\$ 12.943.542,00	R\$ 129.435,42	R\$ 77.661,25		R\$ 13.856.314,28	R\$ 138.563,12	R\$ 83.137,86

Fonte: A autora (2023).

Considerando o valor acumulado anterior a 2018, a alíquota de 1% para as substâncias periciadas e o valor de R\$75.000 acumulados devido à extração mineral irregular no período, um total de R\$750,00 são para pagamento da CFEM. Deste valor, o município deveria ter recebido 65%, portanto, R\$487,50. Considerando o índice de reajuste do ano vigente, e em valores corrigidos, R\$ 967,67 deveriam ter sido distribuídos no município.

Já para valores acumulados a partir de 2018, dos R\$12.943.542,00 movimentados irregularmente (sem correção monetária), considerando 1% para

cálculo da CFEM integral têm-se R\$129.435,42. Deste valor, R\$ 77.661,25 (60%) deveriam ter sido repassados ao município. Após correção monetária, dos R\$13.586.314,28 movimentados, o município de São José dos Pinhais deixou de arrecadar R\$83.137,86 que poderiam ter sido utilizados para o desenvolvimento da cidade, com investimentos em infraestrutura, educação, saúde e lazer. Com base em dados oficiais disponíveis no site da ANM, que permite filtrar a arrecadação de CFEM por município, verificou-se que a arrecadação em São Jose dos Pinhais refere-se apenas a RMI. O site disponibiliza dados a partir de 2018 e a Tabela 11 faz um comparativo entre os valores oficialmente arrecadados e aqueles estimados com base nos laudos avaliados (Tabela 10). Essa comparação mostra que os percentuais de CFEM não arrecadados com a extração irregular variou de 1,78 a 8,65% do montante arrecadado (Tabela 11).

Tabela 11 - Comparação entre os valores de CFEM arrecadados oficialmente no município de São José dos Pinhais e os valores estimados com base nos laudos periciais.

Ano	CFEM total arrecada oficialmente no município de São José dos Pinhais (R\$) ³	Alíquota destinada ao município	Valor de CFEM não arrecadada pelo município e estimado com base nos laudos periciais avaliado (R\$)	Percentual da CFEM não arrecadada em relação à arrecadada
2019	359.801,54	215.880,92	R\$ 14.280,00	6,61%
2021	562.064,03	337.238,42	R\$ 29.175,00	8,65%
2022	650.813,75	390.488,25	R\$ 25.926,25	6,64%
2023	774.926,59	464.955,95	R\$ 8.280,00	1,78%
Total	2.347.605,9	1.408.563,55	R\$ 77.661,25	5,51%

Fonte: Adaptado pela autora (2023).

Considerando o valor global corrigido, obtido a partir da análise dos 232 laudos periciais (Tabela 9) com informações disponíveis, temos um montante de R\$ 1.067.387.785,67, em valor de bens extraídos irregularmente. Se aplicarmos a alíquota da CFEM, que incide sobre as RMIs (Tabela 1), verifica-se que o valor que deixou de ser arrecadado é de R\$10.673.877,85. Isso representa um total de R\$ 6.404.326,71 que deixou de ser investido nos municípios. Cabendo a ressalva de que este montante diz respeito somente as áreas de mineração irregular denunciadas e periciadas. Não é possível ter ideia de quanto isso representa em relação a toda extração irregular no estado do Paraná.

³

Dados obtidos em: https://sistemas.anm.gov.br/arrecadacao/extra/arrecadacao/extra/acessoexterno/associacao/relatorios/arrecadacao_cfem_substancia.aspx.

5.7 DIFICULDADES ENCONTRADAS

Na fase de aquisição dos dados, o primeiro entrave vivenciado foi a escolha de palavras-chave e quais os parâmetros seriam utilizados no SISCRIM, uma vez que o sistema contém desde ofícios, memorandos, inquéritos policiais até cadastro de materiais para a perícia e laudos técnicos. Após definição da opção por selecionar apenas laudos como o parâmetro fundamental do filtro, as palavras-chave foram escolhidas com base nos termos que aparecem no corpo do texto dos laudos. Ao utilizar a busca textual no SISCRIM e ao adicionar palavras-chave, o sistema busca todos os documentos, neste caso, apenas laudos, que contenham as palavras-chave. Após vários testes de palavras-chave e tendo como resultado poucos laudos e na maioria, que não atendiam os quesitos necessários para esta pesquisa, ao adicionar cada substância, foi obtido um resultado satisfatório em relação ao número de laudos e que atendiam aos quesitos propostos. Contudo, o número de laudos repetidos foi expressivo (124 laudos), o que acarretou vários laudos analisados, mas que não entraram para a contabilização de valores e volumes de RMIs extraídos irregularmente, pois contariam como dados em duplicata. Os laudos repetidos encaixaram-se nos filtros adicionados pois duas ou mais substâncias podem ser citadas em um mesmo laudo, mesmo que a substância extraída em questão seja apenas uma.

5.7.1 Laudos entre 2007 e 2015

Durante a fase de análise quantiquantitativa desta pesquisa, a principal dificuldade encontrada foi a indisponibilidade de algumas categorias de dados nos laudos entre 2009 e 2015 (Tabela 12), o que pode ser explicado por três fatores. O primeiro deles é relacionado à reduzida equipe técnica disponível para executar as perícias relacionadas a extração mineral no Paraná. Os peritos geólogos são os primeiros responsáveis pela perícia, portanto, quando não há lotação de um perito geólogo no estado, os inquéritos policiais ficam parados na unidade, até que um perito da área possa realizar as perícias. Dessa maneira, a diferença de laudos encontrados no SISCRIM anteriores à 2015 deve-se à falta ou pouca disponibilidade de perito geólogo nas unidades da Polícia Federal no Paraná. O segundo fator é a quantidade de denúncias relacionadas a extrações minerais irregulares, pois a identificação de

áreas em que o minério é extraído de forma irregular pode ser complexa, se o denunciante não tiver conhecimento prévio sobre o que caracteriza uma lavra irregular. Já o terceiro fator é o início da utilização de geotecnologias para identificar as minerações irregulares, sendo este um fator crucial para o aumento no número de perícias realizadas no estado. A partir de *softwares* como o Google Earth e pela Plataforma Web do Programa Brasil Mais, que permite o acesso a imagens de satélites diárias, é possível cruzar as imagens de satélites com os dados da ANM disponíveis na plataforma SIGMINE, como poligonais com direitos minerários e em qual o regime de extração de uma determinada lavra. Com isso, é possível identificar lavras irregulares e se continuam cometendo irregularidades na extração de minerais. Desta forma, a perícia não depende apenas de denúncias, mas também de iniciativas do Governo Federal para aumentar o efetivo pessoal no combate à mineração irregular.

Outra razão importante evidenciada pela análise dos dados, foi que nem todos os laudos portavam as informações necessárias para que o resultado dessa pesquisa fosse o mais completo, conforme mostrado na Tabela 3. Considerando que apenas 156 dos 232 laudos avaliados apresentaram o volume extraído e que essa é uma informação essencial para que o valor monetário possa ser estimado, ainda que outras informações como valor da substância ou valor monetário não tenham sido informadas. Ou seja, a ausência de informações cruciais em alguns laudos prejudicou a análise. A Tabela 12 compila a quantidade de laudos que contém os quesitos mais importantes para a análise, desde a implementação do SISCRIM até os dias atuais.

Tabela 12 - Número de laudos contendo os quesitos necessários por ano entre o início do uso do sistema e o ano vigente.

Anos	Município	Substância	Categoria de irregularidade	Volume	Taxa de empolamento e/ou beneficiamento	Valor monetário	Valor da substância
2007	232		1	0	0	0	0
2008			9	3	2	3	0
2009			10	6	1	6	5
2010			0	0	0	0	0
2011			1	0	0	0	0
2012			4	3	0	3	3
2013			7	3	0	2	0
2014			7	5	0	4	1
2015			4	2	0	2	1
2016			14	8	7	8	6
2017			11	6	0	6	5
2018			23	18	12	18	17
2019			27	21	7	19	16
2020			24	21	10	19	14
2021			21	18	7	18	13
2022			18	11	6	13	10
2023			10	9	6	9	8

Fonte: A autora (2023).

Essa diferença na disponibilidade dos laudos e das informações presentes nos mesmos até 2015 e posteriormente pode ser explicada pela adoção do uso de drones nos exames periciais, a partir de 2015. Com o uso desta tecnologia é possível construir modelos de terreno (modelos digitais de superfície e modelos digitais de terreno, MDS e MDT, respectivamente) com base em dados altimétricos, possibilitando a caracterização e quantificação de forma apropriada do volume de minério extraído. Isso permite, também, identificar a área total impactada pela mineração e o dano ambiental associado. Antes do uso de drones, as medições em campo eram realizadas com uso de trenas e com base no que os trabalhadores do local questionado alegavam sobre a quantidade extraída, dados estes que não possuem uma precisão elevada.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este trabalho integrou diversas variáveis que compõem os laudos de perícia ambiental, na categoria de extração mineral. A atividade de mineração por si só já

acarreta uma série de impactos para a sociedade, tanto na esfera ambiental, quanto na esfera econômica. Entretanto, se realizada de forma regular, em consonância com a legislação brasileira, o impacto da atividade tende ser mitigado e os impostos arrecadados se revertem em benefícios para os Municípios, Estados e para a União.

Com base nas análises realizadas nos laudos técnicos de perícias e posterior discussão dos resultados, os dados desta pesquisa fornecem informações valiosas à cerca dos números da mineração irregular denunciada e fiscalizada no Estado do Paraná, permitindo concluir que:

- O Estado concentra em quatro mesorregiões a maior quantidade de perícias realizadas, a saber: Curitiba e Região Metropolitana, Norte Pioneiro, Oeste e Sudoeste Paranaense. Este dado indica que mais denúncias foram realizadas nas regiões citadas e, conseqüentemente, mais perícias de local. As quatro regiões identificadas possuem uma expressiva diversidade geológica e estão próximas a grandes centros urbanos, o que pode ser uma justificativa para esta concentração, uma vez que as rochas e minerais industriais são componentes fundamentais para a indústria da construção civil;
- As substâncias que obtiveram a maior contabilização de extrações irregulares periciadas, segundo os laudos analisados, foram: areia (61 laudos), basalto (57 laudos), argila (40 laudos) e saibro (21 laudos), substâncias essas que são amplamente utilizadas na construção civil e na indústria da cerâmica;
- Entre as irregularidades identificadas, a categoria mais expressiva foi a de extração em desconformidade com o título minerário (126 laudos). Tal irregularidade ocorreu em perícias realizadas por todo o Estado, portanto, por ser a categoria mais frequente, ressalta-se a necessidade de uma fiscalização mais rigorosa dos órgãos encarregados, neste caso, Polícia Federal e ANM;
- O volume das substâncias extraídas, considerando taxa de empolamento e/ou beneficiamento é de 9.423.169 m³, mas se considerado o volume sem as taxas, o volume é de 18.133.451 m³. Os volumes extraídos irregularmente não ferem somente a ordem econômica, mas também a esfera ambiental, pois casos em que a atividade ocorre de maneira irregular, as ações mitigadoras não são

avaliadas pelos órgãos responsáveis e, muito provavelmente, não há nenhum tipo de ação de remediação/reparo dos danos por parte do responsável pela extração irregular nos casos em que não há denúncia e fiscalização.

- O valor monetário calculado, considerando o valor não corrigido, ou seja, do ano em que os laudos foram confeccionados, foi de R\$810.808.065,87. Para valores corrigidos, considerando o Índice IPCA, o montante é de R\$1.067.387.785,67. Estes valores impactam diretamente nos impostos que deveriam ter sido pagos a União, especialmente a CFEM, da qual o maior percentual é direcionado ao município produtor. A legislação pertinente não define regras para a utilização deste recurso no município, entretanto, ele deve ser utilizado no desenvolvimento da cidade, como em melhorias na infraestrutura, saúde, educação e lazer.
- Dos quesitos explorados nos laudos periciais, ressalta-se a importância do uso de geotecnologias para aumentar o combate contra a extração mineral irregular. Nota-se que a partir de 2015, quando o uso de tecnologias começou a ser utilizado regularmente nas perícias, mais perícias foram realizadas. Ou seja, a partir de 2015, a realização de perícias não dependeu exclusivamente de denúncias, mas também da maior capacidade tecnológica da própria da Polícia Federal, que pôde identificar as irregularidades a partir da utilização de imagens de satélite e dados públicos da ANM.

O objetivo principal desta pesquisa foi quantificar e valora as rochas e minerais industriais extraídos irregularmente no Paraná pela mineração irregular. Vale salientar que os montantes apresentados se basearam nos laudos que atenderam aos quesitos propostos, dentro do SISCRIM. Como nem todos os laudos apresentavam dados sensíveis, como o volume de RMI extraídos, esses montantes apresentados não representam a integralidade da exploração irregular no Estado, mas uma fração deles. Fração esta que representa os dados mais robustos e disponíveis para essa quantificação. De acordo com informação verbal⁴ prestada por Perito Criminal, cerca

⁴ Informação fornecida pelo Perito Criminal Federal Eduardo de Oliveira Barros, em novembro de 2023.

de 15% das extrações irregulares são combatidas pela Polícia Federal. Com base nisso, é imprescindível aumentar a quantidade de peritos geólogos na Polícia Federal, uma vez que este é o profissional responsável pela realização de perícias relativas à extração mineral, além de que é necessário equipe técnica qualificada e tempo para identificar e monitorar áreas em que pode estar havendo extração irregular de minerais.

Para estudos futuros sobre o tema, recomendam-se novas tentativas de busca no SISCRIM, incluído novas combinações de palavras-chave e ampliando as substâncias pesquisadas como por exemplo feldspatos, fluorita, talco, ouro, prata, entre outros. Isso permitirá abranger uma quantidade maior de laudos de extração irregular, não só de rochas e minerais industriais no Paraná e ampliará a base de dados e fornecendo um resultado mais amplo e completo da mineração irregular no estado.

Outra recomendação é mensurar os impactos ambientais decorrentes das extrações minerais irregulares, como, por exemplo a área diretamente afetada pela mineração, a área na qual a vegetação nativa foi suprimida, qual o impacto nas drenagens, se houve desestabilização de taludes e/ou encostas da área e quais os impactos sobre a biodiversidade do local.

REFERÊNCIAS

Banco Central do Brasil. Calculadora do Cidadão. Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADAO/publico/exibirFormCorrecaoValores.do?method=exibirFormCorrecaoValores>. Acesso em: 23 ago. 2023.

BARÃO, Leonardo Mairink. 2016. Arcabouço estratigráfico: estrutural da bacia do Guaratubinha e deformações associadas, sudeste do Paraná. Dissertação de mestrado - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra, Programa de Pós-Graduação em Geologia. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1884/44275>.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Decreto nº 9.314, de 12 de junho de 2018. Que define as infrações e sanções administrativas aos crimes relacionados a extração mineral. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2018/decreto/D9406.htm. Acesso em: 24 mai. 2023.

BRASIL. Decreto-Lei nº. 227, de 27 de fevereiro de 1967. Institui o Código de Mineração Brasileiro. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 27 fev. 1967.

BRASIL. Lei nº 8.176 de 08 de fevereiro de 1991. Define crimes contra a ordem econômica e cria o Sistema de Estoques de Combustíveis. Diário Oficial da União. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8176.htm>. Acesso em: 24 mai. 2023.

BRASIL. Lei nº 9.314, de 14 de novembro de 1996. Altera dispositivos do Decreto-lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9314.htm>. Acesso em: 24 mai. 2023.

BRASIL. Lei nº 13.540, de 18 de dezembro de 2017. Altera as Leis nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, e 8.001, de 13 de março de 1990, para dispor sobre a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM). Brasília, 18 dez. 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2017/Lei/L13540.htm. Acesso em: 24 mai. 2023.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Agência Nacional de Mineração. Resolução nº 122, de 28 de novembro de 2022, dispõe sobre os procedimentos para apuração das infrações, sanções e os valores das multas aplicáveis em decorrência do não cumprimento das obrigações previstas na legislação do setor mineral. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 225, p. 72, 01 dez. 2022. Disponível em: <https://in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-anm-n-122-de-28-de-novembro-de-2022-447035505>. Acesso em: 24 mai. 2023.

BESSER, Marcell Leonard; BRUMATTI, Mariane; SPISILA, André Luis. Mapa geológico e de recursos minerais do estado do Paraná. Curitiba: CPRM, 2021

BIGARELLA, João José; SALAMUNI, Riad. 1962. Caracteres texturais dos sedimentos da Bacia de Curitiba. Boletim da UFPR. Geologia. Curitiba, n.7, p.1-164.

BRASIL. Agência Nacional de Mineração – ANM. Informe Mineral Outubro – Dezembro de 2021. Brasília: ANM, 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Mineração – ANM. Informe Mineral Janeiro – Março de 2022. Brasília: ANM, 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Mineração – ANM. Informe Mineral Abril – Junho de 2022. Brasília: ANM, 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Mineração – ANM. Informe Mineral Julho – Setembro de 2022. Brasília: ANM, 2022.

BRASIL. Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967. Dá nova redação ao Decreto-lei nº 1.985, de 29 de janeiro de 1940 (Código de Minas), define as modalidades de concessão e autorização para a exploração econômica dos bens, a Lei nº 9.314 de 14 de novembro de 1996, que estabelece os regimes de extração mineral, a Lei nº 8.176, de 08 de fevereiro de 1991, que define crimes contra a ordem econômica, o Decreto nº 9.406, de 12 de junho de 2018, que define as infrações e sanções administrativas aos crimes relacionados a extração mineral. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 146, p. 2417, 28 de fevereiro de 1967. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0227.htm. Acesso em: 24 mai. 2023.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Agência Nacional de Mineração. Resolução nº 122, de 28 de novembro de 2022, dispõe sobre os procedimentos para apuração das infrações, sanções e os valores das multas aplicáveis em decorrência do não cumprimento das obrigações previstas na legislação do setor mineral. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 225, p. 72, 01 dez. 2022. Disponível em: <https://in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-anm-n-122-de-28-de-novembro-de-2022-447035505>. Acesso em: 24 mai. 2023.

Indústria mineral cresce 48% e movimentou R\$ 37,8 bilhões na economia do Paraná. Instituto Água e Terra, Curitiba, 03 de maio de 2023. Disponível em: <https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Industria-mineral-cresce-48-e-movimentou-R-378-bilhoes-na-economia-do-Parana>. Acesso em: 18 ago. 2023.

MAACK, Reinhard. Breves notícias sobre a geologia dos estados do Paraná e Santa Catarina. Arq. Biologia Técnica, Curitiba, v. 2, p. 66-154, 1947.

MINEROPAR – Minerais do Paraná. Mapa Geológico do Estado do Paraná. (2006) Curitiba, MINEROPAR, 1 mapa geológico, escala 1:650.000

MORO, Renata de Paula Xavier. Propostas de origem, evolução e contexto da Bacia da Formação Camarinha - transição Neoproterozóico - Eocambriano do estado do Paraná. 2000. Tese (Doutorado em Geoquímica e Geotectônica) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000. doi:10.11606/T.44.2000.tde-09122015-112445.

PARANÁ. Instituto Água e Terra - IAT. Informe Mineral 01º bimestre de 2023. Curitiba, 2023. Disponível em: https://www.aen.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2023-03/informemineral2023.pdf. Acesso: 20 ago. 2023.

PF deflagra operação de combate a extração ilegal de areia. Ministério da Justiça e Segurança Pública. Curitiba, 23 de março de 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/pf/pt-br/assuntos/noticias/2023/03/pf-deflagra-operacao-decombate-a-extracao-ilegal-de-areia>. Acesso em 24 de maio de 2023.

REICHARDT, Charles; COOK, Thomas Dixon. Beyond qualitative versus quantitative methods, pp. 7-30. In TD Cook & LS Reichardt (orgs.). *Qualitative and Quantitative Methods in Evaluation Research*. Sage, London. 1979.

RODRIGUES, Antônio Fernando da Silva. DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral. *Mineração de Rochas e Minerais Industriais*. In: *Economia Mineral do Brasil*. Brasília: DNPM/Cidade Gráfica e Editora Ltda. 2009. 457-459 p.

SIGA JUNIOR, Oswaldo. Domínios tectônicos do Sudeste do Paraná e Nordeste de Santa Catarina: geocronologia e evolução crustal. 1995. Tese (Doutorado em Geoquímica e Geotectônica) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995. doi:10.11606/T.44.1995.tde-05112013-093542.

SILVA, Donaldo Cordeiro.; VAINÉ, Maria Elizabeth Eastwood. E. *Atlas comentado da geologia e dos recursos minerais do Estado do Paraná*. Curitiba: Mineropar, 2001.

VASCONCELLOS, Eleonora Maria Gouvêa.; PETERSOHN, Eliane.; REIS NETO, José. Manuel.; MENDES, Iraíma. Silva. Caracterização petrográfica das rochas vulcânicas e vulcanoclásticas do Grupo Castro (PR). *Revista Brasileira de Geociências*, v. 33, p. 1-25, 2003.

APÊNDICE A – VOLUME DAS SUBSTÂNCIAS ANALISADAS POR ANO

Areia			Argila			Basalto		
Anos	Vol. taxa de empol. e/ou benef. (m³)	Volume (m³)	Anos	Volume com tx de empol. e/ou benef.	Volume (m³)	Anos	Vol. taxa de empol. e/ou benef. (m³)	Volume (m³)
2007	Não estimado	Não estimado	2007	Não estimado	Não estimado	2007	Não estimado	Não estimado
2008	Não estimado	Não estimado	2008	100.000	179.000	2008	Não estimado	Não estimado
2009	Não estimado	63.690	2009	Não estimado	119.172	2009	Não estimado	Não estimado
2010	Não estimado	Não estimado	2010	Não estimado	Não estimado	2010	143.000	283.000
2011	Não estimado	140	2011	Não estimado	57.925	2011	Não estimado	Não estimado
2012	Não estimado	384.000	2012	Não estimado	559.000	2012	Não estimado	161.900
2013	Não estimado	Não estimado	2013	Não estimado	134.900	2013	Não estimado	1.260
2014	Não estimado	5.000	2014	Não estimado	Não estimado	2014	Não estimado	15.848
2015	Não estimado	Não estimado	2015	Não estimado	17.400	2015	Não estimado	13.757
2016	Não estimado	Não estimado	2016	Não estimado	9.393	2016	647.727	1.265.555
2017	Não estimado	Não estimado	2017	Não estimado	1.440	2017	Não estimado	8.000
2018	50.400	1.042.200	2018	90.675	69.750	2018	970.000	1.794.917
2019	360.000	699.500	2019	224.000	1.809.400	2019	323.410	272.500
2020	125.100	791.500	2020	84.000	70.508	2020	910.746	979.617
2021	142.454	598.390	2021	3.000	25.430	2021	300.000	716.986
2022	Não estimado	50.000	2022	Não estimado	2.662.326	2022	Não estimado	12.000
2023	2.610	2.287	2023	287.000	250.000	2023	32.000	73.845
Total	680.564	3.636.707	Total	688.675	3.303.318	Total	3.326.883	5.599.185

Calcário			Cascalho			Granito		
Anos	Vol. taxa de empol. e/ou benef. (m³)	Volume (m³)	Anos2	Vol. taxa de empol. e/ou benef. (m³)	Volume (m³)	Anos	Vol. taxa de empol. e/ou benef. (m³)	Volume (m³)
2007	Não estimado	Não estimado	2007	Não estimado	Não estimado	2007	Não estimado	Não estimado
2008	Não estimado	100.000	2008	Não estimado	Não estimado	2008	Não estimado	Não estimado
2009	Não estimado	Não estimado	2009	Não estimado	Não estimado	2009	Não estimado	25.000
2010	Não estimado	Não estimado	2010	Não estimado	Não estimado	2010	Não estimado	Não estimado
2011	Não estimado	Não estimado	2011	Não estimado	Não estimado	2011	Não estimado	Não estimado
2012	Não estimado	Não estimado	2012	Não estimado	Não estimado	2012	Não estimado	Não estimado
2013	Não estimado	240.000	2013	Não estimado	Não estimado	2013	Não estimado	Não estimado
2014	Não estimado	Não estimado	2014	Não estimado	5.500	2014	Não estimado	Não estimado
2015	Não estimado	Não estimado	2015	Não estimado	Não estimado	2015	Não estimado	Não estimado
2016	Não estimado	Não estimado	2016	244.800	306.000	2016	Não estimado	Não estimado
2017	Não estimado	Não estimado	2017	Não estimado	4.205	2017	Não estimado	Não estimado
2018	Não estimado	Não estimado	2018	259.040	185.100	2018	150.000	Não estimado
2019	Não estimado	Não estimado	2019	Não estimado	14.000	2019	23.100	33.000
2020	240.000	1.590.000	2020	32.200	35.000	2020	1.125.000	750
2021	350.000	721.511	2021	1.661	33.010	2021	Não estimado	200
2022	Não estimado	Não estimado	2022	86.115	71.763	2022	Não estimado	1.600
2023	646.378	542.650	2023	56.261	37.598	2023	Não estimado	Não estimado
Total	1.236.378	3.194.161	Total	680.077	692.176	Total	1.298.100	60.550

Mármore			Saibro			Turfa		
Anos	Vol. taxa de empol. e/ou benef. (m ³)	Volume (m ³)	Anos2	Vol. taxa de empol. e/ou benef. (m ³)3	Volume (m ³)4	Anos	Vol. taxa de empol. e/ou benef. (m ³)	Volume (m ³)
2007	Não estimado	Não estimado	2007	Não estimado	Não estimado	2007	Não estimado	
2008	Não estimado	Não estimado	2008	Não estimado	Não estimado	2008		
2009	Não estimado	Não estimado	2009	Não estimado	Não estimado	2009		
2010	Não estimado	Não estimado	2010	Não estimado	Não estimado	2010		
2011	Não estimado	Não estimado	2011	Não estimado	Não estimado	2011		
2012	Não estimado	Não estimado	2012	Não estimado	Não estimado	2012		
2013	Não estimado	Não estimado	2013	Não estimado	Não estimado	2013		
2014	Não estimado	Não estimado	2014	Não estimado	10.500	2014		
2015	Não estimado	Não estimado	2015	Não estimado	Não estimado	2015		
2016	Não estimado	Não estimado	2016	Não estimado	Não estimado	2016		
2017	Não estimado	Não estimado	2017	Não estimado	30.000	2017		
2018	Não estimado	Não estimado	2018	32.680	Não estimado	2018		
2019	Não estimado	Não estimado	2019	Não estimado	256.500	2019		
2020	Não estimado	Não estimado	2020	350.000	250.000	2020		
2021	84.000	70.000	2021	121.000	110.000	2021		
2022	220.500	315.000	2022	42.000	163.813	2022		
2023	662.312	441.541	2023	Não estimado	Não estimado	2023		
Total	966.812	826.541	Total	545.680	820.813	Total		

APÊNDICE B – VALORAÇÃO EM REAIS DAS SUBSTÂNCIAS EXTRAÍDAS

Areia				Argila				Basalto			
Anos	Valor (R\$)	Índice de correção monetária	Valor atualizado (R\$)	Anos	Valor (R\$)	Índice de correção monetária	Valor atualizado (R\$)	Anos	Valor (R\$)	Índice de correção monetária	Valor atualizado (R\$)
2007	Não estimado	—	Não estimado	2007	Não estimado	—	Não estimado	2007	Não estimado	—	Não estimado
2008	Não estimado	—	Não estimado	2008	R\$ 8.503.740,00	2.67	R\$ 22.723.274,79	2008	Não estimado	—	Não estimado
2009	R\$ 955.350,00	2.71	R\$ 2.594.107,81	2009	R\$ 829.333,95	2.71	R\$ 2.251.930,37	2009	Não estimado	—	Não estimado
2010	Não estimado	—	Não estimado	2010	Não estimado	—	Não estimado	2010	R\$ 7.914.000,00	2.46	R\$ 19.487.503,24
2011	R\$ 4.200,00	2.32	R\$ 9.761,46	2011	R\$ 5.500.000,00	2.32	R\$ 12.782.861,30	2011	Não estimado	—	Não estimado
2012	R\$ 15.000.000,00	2.17	R\$ 32.593.179,00	2012	R\$ 17.625.000,00	2.17	R\$ 38.296.985,32	2012	R\$ 1.133.300,00	2.17	R\$ 2.462.523,32
2013	Não estimado	—	Não estimado	2013	R\$ 2.698.000,00	2.05	R\$ 5.551.618,21	2013	R\$ 26.730,00	2.05	R\$ 55.001,76
2014	R\$ 75.000,00	1.98	R\$ 148.873,31	2014	Não estimado	—	Não estimado	2014	R\$ 882.964,00	1.98	R\$ 1.752.663,67
2015	Não estimado	—	Não estimado	2015	R\$ 348.000,00	1.79	R\$ 624.083,33	2015	R\$ 139.610,00	1.79	R\$ 249.471,93
2016	Não estimado	—	Não estimado	2016	R\$ 187.860,00	1.67	R\$ 314.513,95	2016	R\$ 30.387.956,00	1.67	R\$ 50.875.312,34
2017	Não estimado	—	Não estimado	2017	R\$ 20.000,00	1.68	R\$ 33.775,48	2017	R\$ 304.000,00	1.68	R\$ 513.387,33
2018	R\$ 15.762.000,00	1.53	R\$ 24.270.138,46	2018	R\$ 1.606.500,00	1.53	R\$ 2.473.669,42	2018	R\$ 44.324.400,00	1.53	R\$ 68.250.179,23
2019	R\$ 64.485.000,00	1.48	R\$ 95.501.814,26	2019	R\$ 31.396.760,00	1.48	R\$ 46.498.372,36	2019	R\$ 15.293.000,00	1.48	R\$ 22.648.821,36
2020	R\$ 25.340.000,00	1.18	R\$ 30.138.136,60	2020	R\$ 2.531.240,00	1.18	R\$ 3.010.531,05	2020	R\$ 72.159.196,41	1.18	R\$ 85.822.561,90
2021	R\$ 24.018.350,00	1.00	R\$ 24.232.262,23	2021	R\$ 2.831.112,00	1.00	R\$ 2.856.326,45	2021	R\$ 28.187.249,45	1.00	R\$ 28.438.290,73
2022	R\$ 2.500.000,00	0.95	R\$ 2.381.848,75	2022	R\$ 5.324.652,00	0.95	R\$ 5.073.006,28	2022	R\$ 420.000,00	0.95	R\$ 400.150,59
2023	R\$ 191.779,00	0.94	R\$ 181.900,69	2023	R\$ 5.750.000,00	0.94	R\$ 5.453.824,40	2023	R\$ 1.549.607,79	0.94	R\$ 1.469.789,35
Total	R\$ 148.331.679,00	—	R\$ 212.052.022,57	Total	R\$ 85.152.198,95	—	R\$ 147.944.772,71	Total	R\$ 202.722.013,65	—	R\$ 282.425.656,75

Calcário				Cascalho				Granito			
Anos	Valor (R\$)	Índice de correção monetária	Valor atualizado (R\$)	Anos	Valor (R\$)	Índice de correção monetária	Valor atualizado (R\$)	Anos	Valor (R\$)	Índice de correção monetária	Valor atualizado (R\$)
2007	Não estimado	—	Não estimado	2007	Não estimado	—	Não estimado	2007	Não estimado	—	Não estimado
2008	R\$ 3.000.000,00	2.67	R\$ 8.016.452,10	2018	Não estimado	—	Não estimado	2008	Não estimado	—	Não estimado
2009	Não estimado	—	Não estimado	2009	Não estimado	—	Não estimado	2009	R\$ 875.000,00	2.71	R\$ 2.375.929,59
2010	Não estimado	—	Não estimado	2010	Não estimado	—	Não estimado	2010	Não estimado	—	Não estimado
2011	Não estimado	—	Não estimado	2011	Não estimado	—	Não estimado	2011	Não estimado	—	Não estimado
2012	Não estimado	—	Não estimado	2012	Não estimado	—	Não estimado	2012	Não estimado	—	Não estimado
2013	R\$ 7.200.000,00	2.05	R\$ 14.815.289,52	2013	Não estimado	—	Não estimado	2013	Não estimado	—	Não estimado
2014	Não estimado	—	Não estimado	2014	R\$ 100.000,00	1.98	R\$ 198.497,95	2014	Não estimado	—	Não estimado
2015	Não estimado	—	Não estimado	2015	Não estimado	—	Não estimado	2015	Não estimado	—	Não estimado
2016	Não estimado	—	Não estimado	2016	R\$ 4.029.408,00	1.67	R\$ 6.746.007,88	2016	Não estimado	—	Não estimado
2017	Não estimado	—	Não estimado	2017	R\$ 63.000,00	1.68	R\$ 106.392,77	2017	Não estimado	—	Não estimado
2018	Não estimado	—	Não estimado	2018	R\$ 5.678.067,20	1.53	R\$ 8.743.019,74	2018	R\$ 5.250.000,00	1.53	R\$ 8.083.887,00
2019	Não estimado	—	Não estimado	2019	R\$ 386.400,00	1.48	R\$ 572.255,58	2019	R\$ 2.552.550,00	1.48	R\$ 3.780.307,92
2020	R\$ 82.360.000,00	1.18	R\$ 97.954.890,71	2020	R\$ 907.655,80	1.18	R\$ 1.079.520,70	2020	R\$ 68.250.000,00	1.18	R\$ 81.173.157,98
2021	R\$ 47.928.638,00	1.00	R\$ 48.355.500,04	2021	R\$ 929.093,02	1.00	R\$ 34.552,54	2021	R\$ 7.000,00	1.00	R\$ 7.062,34
2022	Não estimado	—	Não estimado	2022	R\$ 1.033.387,00	0.95	R\$ 984.548,61	2022	R\$ 564.000,00	0.95	R\$ 537.345,08
2023	R\$ 37.410.300,00	0.94	R\$ 35.483.340,37	2023	R\$ 1.149.452,25	0.94	R\$ 1.090.245,34	2023	Não estimado	—	Não estimado
Total	R\$ 177.898.938,00	—	R\$ 204.625.472,74	Total	R\$ 14.276.463,27	—	R\$ 19.555.041,11	Total	R\$ 77.498.550,00	—	R\$ 95.957.689,91

Mármore				Saibro				Turfa			
Anos	Valor (R\$)	Índice de correção monetária	Valor atualizado (R\$)	Anos	Valor (R\$)	Índice de correção monetária	Valor atualizado (R\$)	Anos	Valor (R\$)	Índice de correção monetária	Valor atualizado (R\$)
2007	Não estimado	—	Não estimado	2007	Não estimado	—	Não estimado	2007			
2008	Não estimado	—	Não estimado	2008	Não estimado	—	Não estimado	2008			
2009	Não estimado	—	Não estimado	2009	Não estimado	—	Não estimado	2009			
2010	Não estimado	—	Não estimado	2010	Não estimado	—	Não estimado	2010			
2011	Não estimado	—	Não estimado	2011	Não estimado	—	Não estimado	2011			
2012	Não estimado	—	Não estimado	2012	Não estimado	—	Não estimado	2012			
2013	Não estimado	—	Não estimado	2013	Não estimado	—	Não estimado	2013			
2014	Não estimado	—	Não estimado	2014	R\$ 156.000,00	1.98	R\$ 309.656,49	2014			
2015	Não estimado	—	Não estimado	2015	Não estimado	—	Não estimado	2015		Não estimado	
2016	Não estimado	—	Não estimado	2016	Não estimado	—	Não estimado	2016			
2017	Não estimado	—	Não estimado	2017	R\$ 300.000,00	1.68	506.632,23	2017			
2018	Não estimado	—	Não estimado	2018	R\$ 653.600,00	1.53	R\$ 1.006.405,44	2018			
2019	Não estimado	—	Não estimado	2019	R\$ 3.080.000,00	1.48	R\$ 4.561.457,52	2019			
2020	Não estimado	—	Não estimado	2020	R\$ 10.625.000,00	1.18	R\$ 12.636.846,94	2020			
2021	R\$ 6.720.000,00	1.00	R\$ 6.779.849,66	2021	R\$ 4.840.000,00	1.00	R\$ 4.883.106,01	2021			
2022	R\$ 21.600.000,00	0.95	R\$ 20.579.173,20	2022	R\$ 11.916.390,00	0.95	R\$ 11,353,215,45	2022			
2023	R\$ 45.037.233,00	0.94	R\$ 42.717.419,17	2023	Não estimado	—	Não estimado	2023			
Total	R\$ 73.357.233,00	—	R\$ 70.076.442,03	TOTAL	R\$ 31.570.990,00		R\$ 34.750.687,85	Total			