



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**

Centro de Tecnologia e Ciências

Instituto de Geografia

Josimar Mendes da Silva

**Descomissionamento de áreas de mineração de agregados para construção civil na Região Metropolitana do Rio de Janeiro: abandono ou reabilitação?**

Rio de Janeiro

2024

Josimar Mendes da Silva

**Descomissionamento de áreas de mineração de agregados para construção civil na  
Região Metropolitana do Rio de Janeiro: abandono ou reabilitação?**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Cultura e Natureza.

Orientador: Prof. Dr. Hugo Portocarrero

Rio de Janeiro

2024

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ/REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/C

S586 Silva, Josimar Mendes da Silva.  
Descomissionamento de áreas de mineração de agregados para construção civil na Região Metropolitana do Rio de Janeiro: abandono ou reabilitação? / Josimar Mendes da Silva. – 2024.  
199 f.: il.

Orientador: Hugo Portocarrero

Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Geografia.

1. Minas e recursos minerais – Rio de Janeiro (RJ) – Teses. 2. Indústria mineral – Teses. 3. Mineralogia – Teses. 4. Áreas degradadas – Rio de Janeiro (RJ) – Teses. I. Portocarrero Hugo. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Geografia. III. Título.

553.061(815.3)

Bibliotecária responsável: Ingrid Pinheiro / CRB-7: 7048

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta Dissertação, desde que citada a fonte.

---

Assinatura

---

Data

Josimar Mendes da Silva

**Descomissionamento de áreas de mineração de agregados para construção civil na  
Região Metropolitana do Rio de Janeiro: abandono ou reabilitação?**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Cultura e Natureza.

Aprovada em 26 de setembro de 2024.

Orientador: Prof. Dr. Hugo Portocarrero

Instituto de Geografia - UERJ

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Hugo Portocarrero

Instituto de Geografia - UERJ

---

Prof. Dr. Alexandre Josef Sá Tobias da Costa

Instituto de Geografia - UERJ

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Kátia Leite Mansur

Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

Rio de Janeiro

2024

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por conceder mais uma vitória em minha vida; aos meus familiares, em especial a minha mãe e ao meu pai, pois mesmo eles não tendo concluído o ensino básico, sempre enxergaram a educação como uma ferramenta capaz de transformar a vida das pessoas, por isso, a todo o momento me incentivavam a estudar e nunca desistir diante de qualquer obstáculo.

Por fim, também gostaria de dedicar essa dissertação ao Prof. Dr. José Grabois (*in memoriam*), responsável por me introduzir ao meio acadêmico. Ao ingressar em seu grupo de estudos em 2007, pude participar ativamente das leituras e discussões do projeto de pesquisa, saídas de campo, bem como a elaboração, apresentação e divulgação dos trabalhos científicos. Certamente ele estaria feliz por essa conquista.

## AGRADECIMENTOS

O processo de escrita de uma dissertação na maior parte do tempo é um trabalho exaustivo, logo, esta não é uma tarefa que possa ser realizada sem o envolvimento e a participação direta de algumas pessoas que colaboraram com o desenvolvimento desta pesquisa. Por esta razão, deixo aqui registrado o meu muito obrigado a cada um dos envolvidos.

Agradeço ao meu orientador o prof. Dr. Hugo Portocarrero, pela atenção e disponibilidade em planejar e participar das várias etapas de preparo dessa dissertação, incluindo as reuniões onde realizávamos a leitura e correção do manuscrito, além de deliberarmos sobre os trabalhos de campo. Essa experiência foi muito enriquecedora para mim, pois passei a valorizar ainda mais a prática científica.

Aproveito a oportunidade para agradecer também ao prof. Dr. Alexandre Josef Sá Tobias da Costa e a prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Kátia Leite Mansur, membros da banca avaliadora, por terem aceitado ao convite e por trazerem as suas contribuições acadêmicas, através dos pertinentes apontamentos que certamente engrandecerão esse estudo, além de oferecerem novas perspectivas para minha pesquisa.

Agradeço ao sr. Rodrigo Puccini Marques, diretor de mineração do Departamento de Recursos Minerais do Estado do Rio de Janeiro (DRM-RJ) por sempre estar disponível a responder meus inúmeros e-mails e ofícios enviados, na busca por informações sobre a produção mineral na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Agradeço também ao sr. Márcio Serrão por fornecer alguns dados sobre as empresas de extração de brita localizadas na RMRJ. Agradeço ao corpo de técnicos da coordenadoria de geoinformação do DRM-RJ, por terem produzido o mapa contendo a localização dos empreendimentos minerários em todo o Estado, certamente essas informações foram essenciais para o desmembramento da pesquisa.

Agradeço ao meu companheiro Marcus Ribeiro por ter sido o meu principal leitor e crítico, pois sempre que finalizava a redação de algum capítulo, pedia para que ele realizasse a leitura, pois queria ter a certeza que me fazia entender. Além disso, ele também foi o meu suporte emocional, principalmente naqueles momentos em que pensei em desistir.

Agradeço também aos meus familiares, sobretudo a minha mãe, que me acompanhou durante a realização das atividades de campo, sem a ajuda deles, o deslocamento até as pedreiras teria sido bem difícil.

Por fim agradeço a minha amiga Mírian Pinheiro pela gentileza em ter me ajudado na elaboração e revisão do abstract desta dissertação, além da motivação para finalizar o trabalho.

Que faz o senhor aqui? Sou geógrafo – respondeu o velho. Que é um geógrafo? – perguntou o príncipezinho. É um especialista que sabe onde se encontram os mares, rios, as cidades, as montanhas, os desertos. Isso é bem interessante – disse o pequeno príncipe. – Eis, afinal, uma verdadeira profissão! E lançou um olhar, ao redor, no planeta do geógrafo. Nunca havia visto planeta tão grandioso.

*Antoine de Saint-Exupéry*

## RESUMO

SILVA, Josimar Mendes da. *Descomissionamento de áreas de mineração de agregados para construção civil na Região Metropolitana do Rio de Janeiro: abandono ou reabilitação?*. 2024. 193 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

O grupo conhecido por agregados para a construção civil é uma terminologia que se refere àqueles materiais granulares que apresentam dimensões e propriedades estabelecidas, tais como: a pedra britada, o cascalho e as areias naturais ou artificiais. A exploração deste tipo de matéria-prima no Estado do Rio de Janeiro é um ramo que atualmente encontra-se em franca expansão, em virtude do aumento substancial da demanda do mercado consumidor por rochas britadas. Entretanto, o processo de extração e beneficiamento desses bens minerais provoca uma série de problemas de ordem ambiental e social, e que podem levar até mesmo ao encerramento das atividades de exploração mineral, caso não haja o desenvolvimento de ações que sejam capazes de reduzir ou remediar os impactos inerentes a atividade de mineração. Por isso, quando um empreendimento minerário encerra suas operações, seja pelo fato da jazida ter se esgotado ou ainda por questões econômicas, tecnológicas e ambientais, as mineradoras devem implementar ações que buscam garantir o controle e a recuperação ambiental daqueles locais que foram degradados. Assim, a presente dissertação teve como principal objetivo avaliar a atual situação das antigas pedreiras Vigné Ltda., Ouro Branco Ltda., Macasa S.A., Mineração Sartor Ltda. e Simgra Ltda., localizadas na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), após o encerramento e/ou paralisação de suas atividades de extração de agregados para construção civil, ocorrido nos últimos anos. Para que a pesquisa alcançasse seu propósito, foram analisados os Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) e/ou Plano de Controle Ambiental (PCA) ou o Plano de Descomissionamento, quando houvesse, e em concomitante a estas análises, realizou-se também visitas de campo, com o intuito de coletar dados complementares, que pudessem demonstrar os diferentes usos que foram atribuídos a estes antigos espaços, seja através da recuperação, reabilitação ou até mesmo o abandono dessas áreas. Como resultado, foi observado que as empresas Vigné Ltda. e Macasa S.A. realizaram a recuperação e reabilitação das suas jazidas, o que possibilitou o desenvolvimento de novas atividades econômicas nos locais, já as mineradoras Sartor Ltda. e Simgra Ltda. executaram apenas a recuperação da área, porém não atribuíram nenhuma função aos antigos espaços, conforme previsto nos respectivos PRAD e PCA, logo, se encontram abandonados, enquanto a Ouro Branco Ltda. interrompeu suas atividades de forma intempestiva, sem realizar a devida comunicação aos órgãos de controle e fiscalização ambiental, além de não terem implementado a recuperação do sítio degradado, tornando a área da pedreira potencialmente perigosa para aqueles que acessarem o local. Portanto, a pesquisa procurou demonstrar como as ações de recuperação e reabilitação de áreas degradadas, sobretudo àquelas relacionadas à mineração de agregados, são extremamente importantes para que haja a manutenção do equilíbrio do meio ambiente, a proteção da saúde humana e o desenvolvimento de atividades sustentáveis.

Palavras-chave: Descomissionamento. Áreas degradadas. Exploração mineral. Brita.

## ABSTRACT

SILVA, Josimar Mendes da. *Decommissioning of aggregates mining area for construction industry in the Metropolitan region of Rio de Janeiro: abandonment or environmental rehabilitation?*. 2024. 193 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

The group known as aggregated for civil engineering is a terminology that refers to those granular materials which presents established dimensions and priorities, such as, the crushed stone, the gravel, and the natural or unnatural sands. The mineral exploitation of this type of feedstock at Rio de Janeiro state is a field that at present, is in plain expansion, mostly by virtue of increasing consumer market demand for crushed stone. Therefore, the process of extraction and processing of mineral assets bring a variety of social and environmental problems that can even lead to the closure of mineral exploitation activities, where there is no development of actions that can reduce or to remedy the inherent impacts from mineral exploitation. For this reason, when the mining enterprise closes its activities, either because the deposit has been depleted or even for economic, technological and environmental reasons, the mining enterprise should implement actions to ensure the environmental control and restoration of the decayed place. This present research has as main goal to evaluate the current situation of old quarries Vigné Ltda., Ouro Branco Ltda., Macasa S.A., Mineração Sartor Ltda. and Simgra Ltda., located in the Metropolitan region of Rio de Janeiro, after the closing and/or the standstill of their activities of the mining aggregated to the construction industry, in recent years. For the research to achieve its purpose, were analyzed the Degraded Area Recovery Plans and / or Environmental Control Plan or Decommissioning Plan, when occur, and simultaneously to these analysis, on-site visits were also made in order to collect additional data, to demonstrate different uses that have been allocated to these old areas, by recovering, rehabilitation or even by abandonment of these areas. As a result, it was observed that the companies quarry Vigné Ltda., and quarry Macasa S.A. carried out the recovery and rehabilitation of their deposits, which made it possible to develop new economic activities on the sites, while the mining companies Sartor Ltda. And Simgra Ltda. only carried out the recovery of the area, but did not assign any function to the old spaces, according to the respective PRAD and PCA, so they are abandoned, while the quarry Ouro Branco Ltda. interrupted its activities in an untimely manner, without duly notifying the inspection agencies and environmental control besides not having implemented the recovery of the degraded site, making the quarry area potentially dangerous for those accessing the site. Therefore, the research aimed to demonstrate how actions to recover and rehabilitate degraded areas, especially those related to aggregate mining, are extremely important for maintaining a balanced environment, protecting human health and developing sustainable activities.

Key words: Decommissioning, Decayed Areas, Mineral Exploitation. Crushed Stone

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Diferentes períodos da evolução da humanidade e a sua relação com os bens minerais .....	28
Figura 2 –	Classificação dos diferentes tipos de rochas.....	35
Figura 3 –	Fluxograma do processo produtivo em uma pedreira.....	43
Figura 4 –	Relação entre a distribuição das áreas para rochas britadas e a ocorrência de rochas cristalinas no Estado do Rio de Janeiro.....	53
Figura 5 –	Os possíveis estágios de uma área após sofrer um processo de degradação ambiental.....	63
Figura 6 –	Vista aérea da Pedreira Paulo Leminski à esquerda e ao lado direito o teatro Ópera de Arame.....	66
Figura 7 –	Realização de um concerto experimental na antiga Pedreira Municipal, no final da década de 1980.....	68
Figura 8 –	Pedreira Paulo Leminski sediando evento após o processo de recuperação da área.....	69
Figura 9 –	Montagem da estrutura metálica do teatro Ópera de Arame.....	70
Figura 10 –	Vista do lago e da entrada principal do teatro Ópera de Arame.....	71
Figura 11 –	Vista geral da área do Parque Tanguá.....	72
Figura 12 –	Limpeza do terreno da antiga Pedreira do Gava.....	73
Figura 13 –	Início das obras do futuro Parque Tanguá.....	73
Figura 14 –	O prefeito Rafael Greca visitando o canteiro de obras do futuro Parque Tanguá.....	74
Figura 15 –	Instalação da estrutura do deck a beira do lago da pedreira.....	74
Figura 16 –	Vista do Jardim Poty Lazzarotto.....	75
Figura 17 –	Área inferior do Parque Tanguá, formada pelo lago, cascata, mirante e	

túnel que liga as pedreiras.....	75
Figura 18 – Fazenda do Chapadão na década de 1940, em destaque a área onde se localizava a jazida mineral.....	77
Figura 19 – Mirante com vista da praça Maior, na antiga jazida da Pedreira do Chapadão.....	78
Figura 20 – Freqüentadores aproveitando o pôr do Sol na Praça Maior.....	78
Figura 21 – Prédios próximos ao pátio de armazenamento de brita da antiga Pedreira Itaquera, na década de 1980.....	80
Figura 22 – Jazida da Pedreira Itaquera pouco antes do encerramento das atividades em 1999.....	82
Figura 23 – Implantação do aterro de resíduos inertes na cava da antiga Pedreira Itaquera.....	82
Figura 24 – Em destaque o terreno da antiga Pedreira Itaquera reabilitado e desempenhando novas funções.....	83
Figura 25 – Desmembramentos municipais ocorridos no Estado do Rio de Janeiro no período entre 1500-2001.....	98
Figura 26 – Divisão do Paleocôntinente Gondwana e a distribuição dos Orógenos brasileiros.....	99
Figura 27 – Divisão da Província Mantiqueira em domínio Setentrional, Central e Meridional.....	100
Figura 28 – Mapa tectônico do Sudeste do Brasil.....	101
Figura 29 – Divisão Hidrográfica Nacional.....	113
Figura 30 – Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro.....	114
Figura 31 – Principais rios e sub-bacias hidrográficas da RH V – Baía de Guanabara	115
Figura 32 – Localização da RH II – Guandu.....	116
Figura 33 – Critérios para delimitação das unidades climáticas, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger.....	117

Figura 34 – Distribuição espacial das médias pluviométricas na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (1970-2020).....	119
Figura 35 – Distribuição da temperatura média na Região Metropolitana do Rio de Janeiro para o período de 2000 a 2020.....	120
Figura 36 – O Rio de Janeiro em 1710 cercado pelos Morros do Castelo, Santo Antônio, São Bento, Conceição, Desterro (Santa Teresa) e ao fundo o Pão de Açúcar e Corcovado.....	121
Figura 37 – O contínuo processo de crescimento da região central do Rio em 1817, com a ocupação dos morros da cidade.....	121
Figura 38 – O desmonte do Morro do Castelo.....	124
Figura 39 – Localização de antigas pedreiras no centro do Rio.....	125
Figura 40 – Nova Iguassú na década de 1940 e os seus inúmeros laranjais.....	130
Figura 41 – Vista da Pedreira Vigné do final da década de 1960.....	131
Figura 42 – Área da Pedreira Vigné após algumas décadas de exploração.....	132
Figura 43 – Material depositado nas bancadas sendo removido por retroescavadeira para a grande praça.....	133
Figura 44 – Início do processo de beneficiamento da rocha, com auxílio do britador de rolo dentado.....	134
Figura 45 – A proximidade das residências com a pedreira gerava inúmeros conflitos com a comunidade.....	136
Figura 46 – Após o descomissionamento da pedreira, teve início a construção do shopping.....	137
Figura 47 – Área da antiga jazida da Vigné ocupada pelo shopping e a construção de condomínios adjacentes ao terreno da pedreira.....	138
Figura 48 – Pátio externo do shopping da pedreira, onde são realizadas exposições, feiras e atividades recreativas.....	138
Figura 49 – Localização das pedreiras em São Gonçalo fundadas entre as décadas	

de 1960 e 1970.....	140
Figura 50 – Frente de lavra a céu aberto em formato de bancos.....	142
Figura 51 – Vista das bancadas superior, intermediária e inferior.....	142
Figura 52 – Material resultante do desmonte primário.....	143
Figura 53 – Rompedor hidráulico utilizado no desmonte secundário.....	144
Figura 54 – Material sendo carregado para a usina de beneficiamento.....	144
Figura 55 – Vista geral da área de beneficiamento da Pedreira Ouro Branco.....	145
Figura 56 – Em destaque a Pedreira Ouro Branco atualmente.....	146
Figura 57 – Ao fundo a jazida da Materiais de Construção Alcântara, no final da década de 1950.....	148
Figura 58 – Conjunto residencial da marinha localizado bem próximo a antiga área de lavra da Macasa.....	149
Figura 59 – A frente de lavra da Macasa em plena atividade de extração de rochas...	150
Figura 60 – A proximidade da área residencial que se desenvolveu no entorno da mineradora.....	150
Figura 61 – Início dos trabalhos de descomissionamento da pedreira Macasa.....	151
Figura 62 – Área da Pedreira Macasa antes da construção do condomínio Parque das Águas em 2003.....	152
Figura 63 – O atual estágio da antiga área da Pedreira Macasa, após o descomissionamento.....	153
Figura 64 – Na primeira imagem é possível avistar uma das torres do condomínio Parque das Águas e na segunda é a área de lazer do residencial.....	153
Figura 65 – Localização da antiga mina de fluorita e a futura área de exploração de sienito, em 1986.....	155
Figura 66 – Método de lavra utilizado pela Sartor em formato de paredão.....	157
Figura 67 – Vista da parte superior da pedreira e o lago formado na antiga jazida da	

Mineração Sartor .....	158
Figura 68 – Lago formado após o encerramento da mina pela Sartor.....	159
Figura 69 – Ocorrência de vários pontos na pedreira onde é comum encontrar fraturas nas rochas.....	160
Figura 70 – Área na pedreira onde ocorreram rolamentos de rochas, sem qualquer tipo de proteção.....	161
Figura 71 – Frente de lavra da Pedreira Simgra.....	163
Figura 72 – Carregamento de caminhão basculante com material proveniente do desmonte primário.....	164
Figura 73 – Caminhão basculante transportando os blocos de rocha para a usina de beneficiamento.....	164
Figura 74 – Material produzido após o processo de britagem primária.....	165
Figura 75 – O processo de britagem secundária gerando agregados com dimensões menores.....	165
Figura 76 – Última etapa da britagem e a formação de pilhas de agregados com diferentes granulometrias.....	166
Figura 77 – Pedreira em funcionamento em 2002, antes da paralisação pelo MPRJ...	167
Figura 78 – A proximidade entre as residências e a área da pedreira, ao fundo a Baía de Sepetiba.....	168
Figura 79 – A situação atual da antiga jazida da Simgra.....	170
Figura 80 – Limite entre a área do Parque Natural da Serra da Capoeira Grande e a antiga Pedreira Simgra.....	170
Figura 81 – Parte inferior da antiga cava da pedreira, com acúmulo de material rochoso proveniente das bancadas.....	171

## LISTA DE MAPAS

Mapa 1 –	Localização do Estado do Rio de Janeiro.....	85
Mapa 2 –	Região Metropolitana do Rio de Janeiro.....	86
Mapa 3 –	Relação entre a localização das pedreiras e a compartimentação tectônica do Estado do Rio de Janeiro.....	104
Mapa 4 –	Unidades geomorfológicas da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.	106
Mapa 5 –	Principais classes de solos encontradas na Região Metropolitana do Rio de Janeiro.....	110
Mapa 6 –	Principais tipos climáticos encontrados na Região Metropolitana do Rio de Janeiro.....	118
Mapa 7 –	Localização das pedreiras em atividade e desativadas no Estado do Rio de Janeiro.....	127
Mapa 8 –	Localização das pedreiras analisadas pela pesquisa.....	129

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Classificação dos principais minerais de acordo com a sua classe.....	33
Quadro 2 –	Classificação granulométrica dos agregados.....	38
Quadro 3 –	Consumo de agregados para construção civil no Brasil de acordo com o tipo de obra.....	39
Quadro 4 –	Projeção para 2030 da produção mundial de agregados.....	40
Quadro 5 –	Classificação e usos dos diferentes tipos de brita conforme a granulometria.....	41
Quadro 6 –	Principais Estados produtores de rocha britada beneficiada.....	46
Quadro 7 –	Preço médio da brita/m <sup>3</sup> nos principais Estados produtores.....	54
Quadro 8 –	Principais impactos ambientais da atividade de lavra a céu aberto.....	58
Quadro 9 –	Principais impactos associados ao processo de beneficiamento da brita.	59

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AMBI	Anuário Mineral Brasileiro Interativo
ANEPAC	Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção
ANM	Agência Nacional de Mineração
APA	Área de Proteção Ambiental
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
COHAB	Cooperativa Habitacional Brasileira
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRM	Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
DRM	Departamento de Recursos Minerais
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBRAM	Instituto Brasileiro de Mineração
IMA	International Mineralogical Association
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
PCA	Plano de Controle Ambiental
PRAD	Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
RAL	Relatório Anual de Lavra
RAD	Recuperação de Áreas Degradadas
RCA	Relatório de Controle Ambiental
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
RMI	Rochas e Minerais Industriais
RMRJ	Região Metropolitana do Rio de Janeiro
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
TAC	Termo de Ajustamento de Conduta
TC	Termo de Compromisso

## LISTA DE SÍMBOLOS

cm	Centímetro
ha	Hectare
km	Quilômetro
m	Metro
m <sup>2</sup>	Metro quadrado
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
mm	Milímetro
t	Tonelada
µm	Micrômetro

## SUMÁRIO

	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	20
1	<b>OBJETIVOS.....</b>	24
1.1	<b>Geral.....</b>	24
1.2	<b>Específicos.....</b>	24
1.3	<b>Metodologia.....</b>	24
2	<b>EMBASAMENTO TEÓRICO.....</b>	27
2.1	<b>A mineração - Contexto histórico.....</b>	27
2.2	<b>A utilização dos minerais e das rochas pela indústria.....</b>	32
2.3	<b>Agregados para construção civil.....</b>	36
2.4	<b>Principais aplicações da brita na construção civil.....</b>	41
2.4.1	<u>O processo de exploração da brita nas pedreiras.....</u>	42
2.4.2	<u>A produção nacional de brita.....</u>	44
2.4.3	<u>A exploração de brita no Estado do Rio de Janeiro.....</u>	47
2.5	<b>Os principais bens minerais do Estado do Rio de Janeiro.....</b>	51
2.6	<b>O meio ambiente e a mineração.....</b>	56
2.7	<b>O descomissionamento de áreas de mineração de brita.....</b>	60
2.7.1	<u>Degradação, Recuperação, Reabilitação e Restauração.....</u>	62
2.7.2	<u>Casos de reabilitação de áreas degradadas por mineração de agregados no Brasil.....</u>	65
2.7.2.1	Pedreira Paulo Leminski/Teatro Ópera de Arame – Curitiba/PR.....	66
2.7.2.2	Parque Tanguá – Curitiba/PR.....	71
2.7.2.3	Praça Ulysses Guimarães (Pedreira do Chapadão) – Campinas/SP.....	76
2.7.2.4	Pedreira Itaquera – São Paulo/SP.....	79
3	<b>APRESENTAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS.....</b>	85
3.1	<b>O Estado do Rio de Janeiro e a Região Metropolitana.....</b>	85
3.2	<b>Formação territorial do Rio de Janeiro.....</b>	87

3.3	<b>Caracterização Geológica e Geomorfológica do Estado do Rio de Janeiro.....</b>	99
3.3.1	<u>Contexto Geológico Regional.....</u>	99
3.3.1.1	Terreno Oriental.....	101
3.3.1.2	Complexo Rio Negro.....	102
3.3.1.3	Domínio Costeiro.....	102
3.3.1.4	Magmatismo Alcalino.....	103
3.3.2	<u>Geomorfologia.....</u>	105
3.3.3	<u>Pedologia.....</u>	109
3.3.4	<u>Hidrografia.....</u>	113
3.3.5	<u>Clima.....</u>	117
4	<b>O DESENVOLVIMENTO E A LOCALIZAÇÃO DAS PEDREIRAS NA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO.....</b>	121
4.1	<b>Pedreiras analisadas pela pesquisa.....</b>	128
4.1.1	<u>Pedreira Vigné Ltda.....</u>	130
4.1.2	<u>Pedreira Ouro Branco Ltda.....</u>	139
4.1.3	<u>Pedreira Macasa S.A.....</u>	147
4.1.4	<u>Mineração Sartor Ltda.....</u>	154
4.1.5	<u>Simgra - Sociedade Industrial e Mineradora de Granitos Ltda.....</u>	161
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	172
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	179

## INTRODUÇÃO

A mineração é uma atividade praticada pelo ser humano desde a Pré-História, constituindo-se como uma das primeiras intervenções humanas no meio ambiente. De acordo como os registros históricos, os primeiros grupos humanos realizavam a extração dos mais variados materiais e insumos da natureza, pois tinham como objetivo garantir a sua sobrevivência e/ou adaptação ao ambiente em que viviam (Curi, 2017). Com o início do processo de sedentarização, ocorrido por volta de 10.000 a.C, os seres humanos passaram a se organizar em sociedades, logo, houve um acréscimo no contingente populacional, levando a uma maior necessidade pelos recursos ambientais. Assim, essas atividades exploratórias tornaram-se cada vez mais intensas e essenciais para o desenvolvimento e progresso das sociedades que se seguiram até os dias de hoje.

Ao longo do tempo, os seres humanos foram desenvolvendo técnicas que se tornaram capazes de otimizar o processo de extração de rochas e minerais, principalmente daqueles elementos que se encontram disponíveis tanto em superfície quanto em subsuperfície no meio ambiente. A maior parte desses bens minerais (metálicos, não-metálicos ou energéticos) possuem importância econômica e comercial, já que são amplamente utilizados como insumos pelos diferentes segmentos industriais, na transformação dos “[...] bens minerais em bens manufaturados que tornaram a vida mais confortável; e uma diversidade de tipos de minerais e rochas vem sendo usada em quantidade crescente.” (BETTENCOURT et al. 2009, p. 508).

No entanto, o que se observa é que essa relação entre sociedade e natureza tem se tornado desproporcional, à medida que o interesse em se obter cada vez mais recursos minerais gera uma maior necessidade por novos espaços para extração desses materiais. Atualmente a exploração de agregados (areia, pedra britada e os cascalhos) para uso na construção civil, sobretudo, nos grandes centros urbanos em função do processo de expansão das cidades, tem provocando uma série de problemas de ordem ambiental, levando inclusive a criação de inúmeras áreas degradadas.

Além disso, muitas dessas atividades acabam também afetando a qualidade de vida da população residente nos locais onde se estabeleceram a maior parte dos empreendimentos minerários, demandando assim a adoção de algumas ações pontuais, como por exemplo, a instalação de cortinas arbóreas, para reduzir impactos visuais, ruídos e poeira, a aspersão de água para evitar suspensão de material particulado no ar, assim como a detonação em horários

específicos, com o objetivo de minimizar os impactos e garantir a continuidade da atividade de mineração.

A maior parte da brita, utilizada pela construção civil no Brasil, segundo Angulo (2019), é proveniente de três grandes grupos de rochas: 85% são derivados dos granitóides (granito, gnaiss, riolito e outras), 10% dos calcários (calcário e dolomito) e os outros 5% do basalto e diabásio. Apesar da vasta ocorrência de afloramentos rochosos em quase todo território nacional, o Estado do Acre é o único que apresenta carência na produção e oferta de agregados britados, tendo de adquirir do Estado vizinho de Rondônia, com isso, a Região Norte possui a brita mais cara do país.

Diferentemente do que ocorre no Acre, o Estado do Rio de Janeiro possui uma grande diversidade litológica em seu território, pois segundo Guimarães (2012), cerca de 80% de sua área é constituída por rochas cristalinas. Com isso, as pedreiras que se encontram ativas no Estado extraem, principalmente, o gnaiss ou granito, e em minoria, rochas nefelínicas e charnockitos, obtendo como produto final as britas de diferentes granulometrias. Ainda de acordo com Guimarães (2012) o setor da construção civil é o responsável por consumir 66% de toda a brita produzida no Estado, já os outros 34% são utilizados na construção de estradas, pavimentação asfáltica, fabricação de artefatos de concretos, dentre outros.

Mesmo diante dessa alta demanda por agregados, é importante ressaltar que nos últimos anos algumas pedreiras, localizadas principalmente na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), encerraram suas atividades ou em alguns casos, buscaram se instalar em outras áreas mais afastadas dos centros urbanos, onde pudessem continuar com suas atividades. Isto ocorreu devido a uma série de fatores (esgotamento da jazida, questões econômicas, tecnológicas e ambientais), destacando-se, por exemplo, o processo de expansão da metrópole fluminense, crescente nas últimas décadas, além da criação de dispositivos legais mais rígidos no tocante à questão ambiental.

Desse modo, nos últimos anos, o fechamento de muitas mineradoras ocorreu sem que houvesse a recuperação das áreas degradadas, com isso, diversos empreendimentos foram simplesmente abandonados, deixando para trás um grande passivo ambiental para o poder público e a sociedade. Por essa razão, a legislação brasileira é muito incisiva ao determinar que as atividades que promovam alteração nas condições físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, incluindo-se também aquelas que realizem extração de material rochoso, são obrigadas a elaborarem previamente o Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD) ou o Plano de Controle Ambiental (PCA). Assim, nesses planos é possível encontrar informações, diagnósticos, levantamentos e estudos com objetivo de identificar e avaliar a

degradação ocorrida em uma determinada área, de modo que se possa definir as medidas a serem adotadas para a recuperação do local que foi afetado, assim como a proposta de uma possível utilização do espaço no futuro.

Apesar dessa determinação, nem sempre esses planos são executados pelas mineradoras, por isso, alguns questionamentos são feitos acerca do processo de descomissionamento dessas pedreiras na RMRJ, por exemplo, qual foi o destino dessas áreas? Elas foram reabilitadas, recuperadas ou simplesmente abandonadas?

Atualmente a RMRJ concentra o maior número de pedreiras em atividade no Estado do Rio de Janeiro. De acordo com DRM-RJ (2024), ao todo são 27 empreendimentos que realizam a extração e o beneficiamento de milhares de toneladas de rocha britada por ano, transformando a RMRJ na principal produtora, fornecedora e consumidora de agregados para construção civil. Portanto, a presente dissertação tem como principal objetivo avaliar o processo de descomissionamento ocorrido nas áreas das pedreiras Vigné Ltda., Ouro Branco Ltda., Macasa S.A., Mineração Sartor Ltda. e Simgra Ltda., localizadas na RMRJ, assim como demonstrar as diferentes funções atribuídas a essas antigas jazidas minerais, após o encerramento das atividades em suas respectivas lavras.

Para isso, este trabalho encontra-se organizado em quatro partes. O primeiro capítulo aborda os principais objetivos da pesquisa, assim como a metodologia empregada no desenvolvimento deste estudo, através da definição das etapas e procedimentos adotados, com o intuito de alcançar os objetivos previamente definidos.

No segundo capítulo, intitulado embasamento teórico, apresenta-se uma breve contextualização histórica da mineração, passando por sua evolução através do tempo, bem como os seus desdobramentos para as diversas sociedades ao longo da história. Abordou-se também o modo como as indústrias empregam na atualidade os minerais existentes nas rochas para a produção de bens de consumo, assim como a construção civil utiliza os agregados para a edificação de prédios, pontes, casas, avenidas, dentre tantas outras possibilidades.

Ao longo deste capítulo, foram apresentados ainda os dados relativos à extração, beneficiamento e comercialização de material rochoso a nível nacional, com devido destaque para a indústria da mineração de brita no Estado do Rio de Janeiro, assim como seus impactos para o meio ambiente. Além disso, foram abordados os conceitos relativos à degradação, recuperação, reabilitação e restauração de áreas degradadas por exploração de agregados para construção civil.

Ao final do capítulo a pesquisa elencou os seguintes casos: Pedreira Paulo Leminski, teatro Ópera de Arame, ambos em Curitiba; Parque Tanguá, também em Curitiba; Praça

Ulysses Guimarães (Pedreira Chapadão), em Campinas-SP e a Pedreira Itaquera, em São Paulo, onde foram realizados os processos de recuperação e reabilitação das antigas áreas de exploração mineral. Portanto, o propósito foi demonstrar que tais iniciativas podem proporcionar exemplos de um melhor aproveitamento para aquelas áreas que foram degradadas, mas que após passarem por um processo de recuperação ambiental, foi possível atribuir uma nova função a esses antigos espaços, voltados para o lazer, recreação e entretenimento da população.

No terceiro capítulo foi elaborado uma caracterização da área de estudos, a partir do levantamento das informações relativas à localização, histórico de ocupação do território e os dados socioeconômicos correspondentes a RMRJ. Além disso, houve também a contextualização dos aspectos físicos do meio ambiente, tais como: geologia, clima, relevo, vegetação, hidrologia e pedologia, com intuito de compreender de que maneira os impactos provenientes das intervenções humanas promovem alterações na dinâmica da paisagem local.

Já no quarto e último capítulo realizou-se um panorama da atual situação da pedreira Vigné Ltda., estabelecida no município de Nova Iguaçu, que passou pelo processo de descomissionamento no ano de 2015; a pedreira Ouro Branco, situada no município de São Gonçalo, cujas operações foram interrompidas a partir de 2017, mas que encontra-se completamente abandonada; a Macasa S.A., localizada também no município de São Gonçalo, e que foi descomissionada em 2007; a Mineração Sartor Ltda., localizada no município de Tanguá, cujas operações se encerraram no ano de 2015, porém suas instalações estão totalmente abandonadas; e por último a Simgra Ltda., localizada no município do Rio de Janeiro, descomissionada em 2007 e que também possui a antiga área da jazida abandonada.

Nas considerações finais, foram apresentados os resultados obtidos ao longo do trabalho, de modo que se demonstrou os diferentes cenários e as soluções adotadas para aqueles locais descomissionados e/ou abandonados que outrora funcionavam como importantes áreas de extração e beneficiamento de brita na RMRJ, evidenciando assim os diversos usos adotados para estes ambientes. Com isso, a pesquisa buscou demonstrar como as ações de recuperação e reabilitação de áreas degradadas são importantes para a manutenção do equilíbrio do meio ambiente, assim como para o bem estar social.

## **1 OBJETIVOS**

### **1.1 Geral**

Analisar o processo de descomissionamento e recuperação/reabilitação ou abandono de antigas áreas de exploração de agregados para construção civil, em especial a brita, na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ).

### **1.2 Específicos**

Os objetivos específicos desta pesquisa visam:

- a) Caracterizar o processo de exploração de agregados para construção civil pelas empresas de mineração na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ);
- b) Discutir os principais impactos ambientais relacionados à atividade de exploração de brita, observando-se os aspectos físicos, bióticos e socioeconômicos;
- c) Realizar o levantamento de alguns empreendimentos minerários, localizados na RMRJ, em que houve o processo de descomissionamento, com a implementação de um programa de recuperação ambiental ou ainda o abandono da área e as suas consequências para a população no seu entorno.

### **1.3 Metodologia**

A metodologia empregada no desenvolvimento desta pesquisa teve início a partir da seleção e leitura referente à temática da exploração de bens minerais e seus impactos para a sociedade e meio ambiente, assim como as diferentes propostas para recuperação de áreas degradadas por mineração. Ao mesmo tempo que foram realizadas consultas a diversos textos e obras especializadas como: artigos, periódicos, anuários, guias práticos, pareceres técnicos,

publicações em sites da internet, além de teses e dissertações sobre o assunto, visando construir deste modo um arcabouço teórico-metodológico capaz de nortear as análises relativas àquelas áreas que sofreram com o processo de extração mineral.

Além disso, houve também o levantamento de informações, realizadas através do acesso remoto e/ou presencial aos bancos de dados dos diferentes órgãos governamentais e entidades privadas do país, tais como: Departamento Recursos Minerais do Rio de Janeiro (DRM/RJ); Instituto Estadual do Ambiente (INEA/RJ); Agência Nacional de Mineração (ANM); Centro de Tecnologia Mineral (CETEM); Serviço Geológico do Brasil (SBG), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM), Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção Civil (ANEPAC), Sindicato das Indústrias Produtoras de Brita do Estado do Rio de Janeiro (SINDIBRITA), entre outros. Essas entidades são responsáveis pela coleta, análise, divulgação e armazenamento de informações técnicas referentes à mineração, meio ambiente, sociedade e uso e aproveitamento do solo urbano no Brasil e no Estado do Rio de Janeiro. Portanto, estes dados serviram de base para a produção dos quadros presentes neste trabalho.

Com o intuito de se obter uma visão ampla e integrada das características do sítio urbano da RMRJ, também foi realizado um levantamento e análise de mapas temáticos digitais (cartas topográficas, geológicas, geomorfológicas, pedológicas, de uso e ocupação do solo urbano, assim como imagens do Google Earth), a fim de se obter um maior detalhamento das informações relativas ao ambiente físico (relevo, clima, hidrologia, solos, vegetação, dentre outros) das áreas exploradas pelas empresas mineradoras, de modo a facilitar a localização e planejamento das atividades de campo.

As informações coletadas e analisadas durante o processo de levantamento bibliográfico e cartográfico, serviram como base para a identificação e seleção das pedreiras Vigné Ltda., Ouro Branco Ltda., Macasa S.A., Mineração Sartor Ltda., e a Simgra Ltda., situadas na RMRJ. Para isso, adotou-se os seguintes critérios na escolha das empresas: iniciaram suas atividades entre as décadas de 1940 e 1970 (período em que houve a criação das empresas analisadas pela dissertação); estarem localizadas na RMRJ; se enquadrarem em empreendimentos de pequeno e médio porte, de acordo com a classificação da ANM (2024); além de terem encerrado/paralisado suas atividades há menos de duas décadas, conforme informações presentes nos processos de licenciamento ambiental, disponibilizados a consulta pública pelo INEA/RJ.

A segunda etapa da pesquisa compreendeu a realização de visitas técnicas as antigas áreas de exploração de agregados na RMRJ, previamente identificadas e selecionadas, nas

seguintes datas: 15/06/2024; 14/07/2024; 06/08/2024; 27/08/2024 e 01/09/2024. A execução destas atividades práticas teve por finalidade a produção de dados e informações através de registros fotográficos, relatórios de campo, assim como a possibilidade de se verificar *in loco*, se houve ou não, a implementação de algum plano ou ação(es) relativas à recuperação ambiental dessas áreas descomissionadas.

Além disso, foi possível inferir quais foram os novos aproveitamentos econômicos atribuídos a estes espaços, como por exemplo, se houve a construção de condomínios, criação de locais para recreação e lazer destinados ao público em geral ou ainda se essas pedreiras se encontram em situação de abandono, criando assim ambientes que ofereçam riscos à população.

Ao final dos trabalhos práticos, houve a análise e interpretação dos dados coletados ao longo da pesquisa e as informações obtidas durante as visitas de campo, em que se construiu um quadro comparativo, como forma de organizar as informações de modo claro e sucinto. Portanto, esse material apresenta algumas informações relativas as antigas jazidas, tais como: a localização; as causas que levaram ao descomissionamento nessas áreas; as ações executadas para esses espaços e as suas consequências para a população no seu entorno; além de demonstrar a situação atual dessas minas. Com isso, foi possível traçar um panorama sobre o desenvolvimento das ações e/ou estratégias adotadas por essas empresas na recuperação ambiental das pedreiras, conforme estabelecido pela legislação brasileira.

## 2 EMBASAMENTO TEÓRICO

Para que se possa compreender a origem das principais substâncias minerais utilizadas pelas sociedades contemporâneas, é preciso entender que a mineração é uma atividade praticada pelo ser humano desde o período da Pré-História, sobretudo para produção de artefatos, utensílios, ferramentas e instrumentos que contribuíram diretamente para sua sobrevivência (Curi, 2017).

Porém, à medida que o tempo foi passando, diferentes civilizações descobriram a importância de novos recursos minerais, além de aprimorarem ou até mesmo desenvolverem equipamentos e/ou técnicas capazes de otimizar o processo de extração e beneficiamento de bens minerais. Assim, este sucessivo desenvolvimento da humanidade tem provocado gradativamente a destruição do meio ambiente. Contudo, nas últimas décadas houve a crescente necessidade do ser humano em desenvolver ações que pudessem prevenir ou minimizar estes danos ambientais. Portanto, neste capítulo serão apresentadas as principais ideias envolvendo a exploração mineral e as questões relativas ao meio ambiente, bem como os processos que abarcam a recuperação ambiental.

### 2.1 A mineração - Contexto histórico

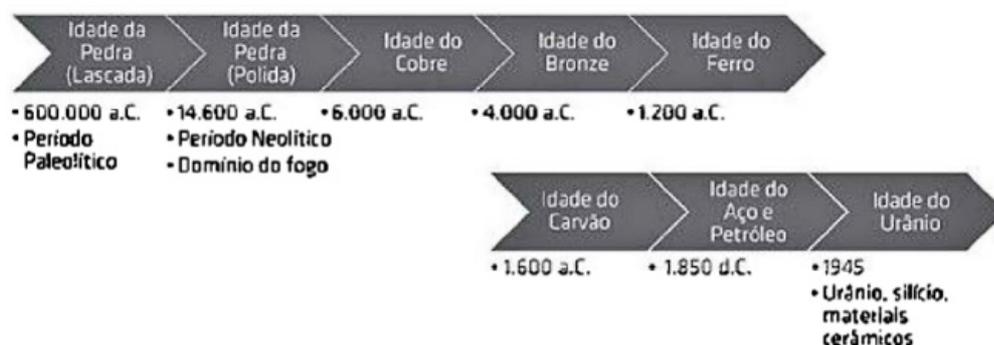
A palavra mineração é derivada do latim medieval *mineralis*, relacionando-se então a mina e a minerais, porém, ao longo do tempo o ato de escavar originou o verbo “*minar*”, admitindo assim múltiplas aplicações pelo ser humano no decorrer da história. Por exemplo, Amaral e Filho (2022) vão explicar que durante o período medieval era muito comum ocorrerem diversas batalhas, onde uma das táticas bastante utilizadas pelos cavaleiros à época era cavar imensos fossos no entorno das fortalezas, com o intuito de fazê-las desmoronar. Além disso, a expressão “mina” também passou a ser empregada para se referir ao uso de explosivos, especialmente em aplicações militares. Portanto, a junção dessas duas atividades originou o termo mineração, já que em algumas ocasiões, quase sempre o processo de escavação nas minas envolve a utilização de explosivos, de modo a viabilizar a extração de bens minerais das rochas.

As rochas são conhecidas por fazerem parte da história da humanidade desde os tempos mais remotos. Devido a sua disponibilidade e abundância na superfície da Terra, elas foram e continuam sendo largamente utilizadas como importantes materiais para construção que o ser humano dispõe. Frazão e Paraguassu (1998) assim como Curi (2014) apontam a Idade da Pedra como o período no qual foram produzidos os primeiros utensílios de pedra, pelos humanos, para garantir sua sobrevivência e/ou adaptação ao meio ambiente.

A mineração evoluiu, principalmente a partir da Idade da Pedra (antes de 4000 a.C.), e pode ser considerada como a segunda atividade industrial mais antiga da humanidade (após a agricultura). A pedra, por ser resistente e útil, predominava entre as ferramentas usadas nas tarefas diárias. Uma vez selecionadas por meio de afloramentos, removiam-se as lascas para a obtenção de bordas afiadas. Milhares de utensílios de pedra da Antiguidade foram e vêm sendo encontrados. Desde os tempos mais remotos, os minerais têm despertado o interesse e a curiosidade humana. (CURI, 2014, p. 9)

A Pré-História encontra-se usualmente dividida em três grandes períodos: o Paleolítico ou Pedra Lascada, Neolítico ou Pedra Polida e a Idade dos Metais (figura 1).

Figura 1 – Diferentes períodos da evolução da humanidade e a sua relação com os bens minerais



Fonte: CURI, 2017.

No período Paleolítico, os primeiros grupos humanos passaram a extrair material lítico em afloramentos rochosos de forma manual, mecânica ou até mesmo através de processos naturais, com objetivo de fabricar utensílios brutos ou pouco trabalhados, que pudessem auxiliá-los nas suas atividades de caça, coleta de frutos e raízes ou ainda na construção de pequenos abrigos:

A prática das artes minerais é tão antiga quanto a própria civilização humana. Desde o surgimento do Homo sapiens, na Pré-História, a mineração tem sido fundamental para ajudar o homem em sua luta pela sobrevivência e consequente evolução. Desde a Idade da Pedra ela tem auxiliado o homem a fabricar ferramentas, produzir e estocar alimentos, armas de caça e de guerra e utensílios em geral, incluindo adornos e peças religiosas (CURI, 2017, p.19).

Portanto, desde o período da Pedra Lascada, os seres humanos utilizavam lascas de pedra com o objetivo de facilitar suas atividades do cotidiano. No decorrer do período pré-histórico passaram também a produzir machados, lanças, facas e pás primitivas, de modo que pudessem ser utilizadas na caça, para sua defesa contra animais ou até mesmo em disputas envolvendo grupos rivais, pois como ressalta Navarro (2006, p. 2) “[...] ao descobrirem um território fértil tanto em caça como em matérias-primas para a produção de artefatos domésticos e de caça, os hominídeos tinham que demarcar e defender o território correspondente contra os avanços de tribos semelhantes.”, levando essas disputas as primeiras guerras e ao processo de dominação de uma comunidade sobre outra.

Ainda de acordo com Navarro (2006) foi no período do Neolítico, compreendido entre 10.000 e 4.000 a.C, que passou a ocorrer o processo de sedentarização do ser humano, com isso, gradativamente ele foi abandonando o modo de vida nômade, ao fixar moradia em determinados espaços, iniciando assim o desenvolvimento de técnicas de manejo dos solos, juntamente com a domesticação de animais, atividades estas capazes de propiciar a produção do seu próprio alimento, sem que houvesse a necessidade de deslocamento. Além disso, o emprego de materiais extraídos diretamente do solo representou uma mudança na forma como os hominídeos do Neolítico construía suas habitações, por isso, o autor destaca que:

A prática da construção de casas durante o Neolítico apresentou algumas e marcantes inovações tecnológicas, principalmente, no que tange o uso de materiais estruturais e suas combinações que até então não tinham sido usados. Dentre as inovações tecnológicas encontra-se a estratégia de construção de casas pelo uso de argila reforçada por resíduos vegetais. Essas construções aparentemente rudimentares apresentavam características superiores às das atuais casas de taipa ainda hoje populares no nordeste brasileiro (NAVARRO, 2006, p. 4).

Com o passar do tempo e a descoberta de novos materiais, como por exemplo, a argila para a confecção de artefatos de cerâmica, os ocres minerais utilizados na elaboração de pigmentos para pinturas e inscrições rupestres, assim como os metais (cobre, bronze, ferro, estanho, ouro), estes elementos obtidos através da mineração, foram largamente utilizados das mais diversas formas pelas antigas civilizações (chineses, babilônios, egípcios, gregos, persas, romanos), Navarro (2006). Isto facilitou o seu desenvolvimento tecnológico, uma vez que foram adquirindo conhecimento de técnicas iniciais de metalurgia, permitindo assim derreter e moldar esses metais através do uso do fogo, com objetivo de fabricar ferramentas agrícolas, utensílios e armas, que transformaram a vida do ser humano. A extração destes insumos além de constituir maior controle sobre o meio ambiente possibilitou a sua modificação de acordo com as suas necessidades:

A relação estreita entre Homem e materiais se configurou tão significativa e importante, como ainda se configura, que eras diferentes da humanidade receberam o nome do material mais importante em cada uma delas desde a Idade da Pedra à Era dos Metais, passando pelas Eras batizadas com o nome da civilização dominante num dado período (períodos helênicos, romanos, bizantinos e islâmicos, pela Era Moderna e chegando-se hoje ao que se tem convencionado chamar de Era do Silício (NAVARRO, 2006, p. 2).

Na Grécia Antiga, até o fim do século VII a.C era muito comum a construção de edifícios e templos que adotavam o estilo clássico em suas construções, para isso, os materiais utilizados eram basicamente a madeira, tijolos ou a pedra bruta. Porém, à medida que os gregos aperfeiçoavam as técnicas de construção, novos materiais eram incorporados as edificações, como por exemplo, nas paredes, colunas e fachadas passou-se a utilizar pedras de excelente qualidade como os mármore, já nos tetos eram aplicados azulejos ou lâminas de pedra:

Na antiguidade, o uso das rochas ornamentais foi bastante restrito, principalmente por causa do sistema de propriedade das minas e das técnicas disponíveis. No antigo Egito, a mina ou jazida de onde eram retiradas as rochas ornamentais eram de propriedade dos faraós. Na Grécia Clássica eram propriedades das cidades-estados, enquanto pelas leis romanas e do Império Bizantino as jazidas eram propriedades do tesouro do imperador. Cada um desses proprietários de jazidas possuía também seus próprios técnicos especializados na extração e no beneficiamento primário da rocha. Tais serviços eram realizados por grandes contingentes de escravos, com o uso de técnicas e ferramentas muito rudimentares (VIDAL et al., 2014, p. 155).

Na Roma antiga, por exemplo, era comum o emprego de uma técnica que consistia basicamente em colocar fogo sobre as rochas. Com o intenso calor gerado, elas se expandiam e rachavam, permitindo assim a fragmentação dessas rochas em porções menores. Além disso, conforme aponta Valverde (2020) os registros históricos indicam que os romanos também foram os pioneiros no desenvolvimento de uma argamassa bastante resistente, obtida através da mistura de areia, cal e um aglomerante, neste caso as cinzas vulcânicas encontradas nas proximidades do Monte Vesúvio, que ao se combinarem com a água formavam uma pasta que endurecia a partir de reações químicas, então a esta mistura deu-se o nome de pozolana.

O concreto desenvolvido a partir da pozolana foi o responsável pelos grandes avanços na arquitetura assim como na engenharia romana, pois como ressalta Valverde (2020, p. 578) possibilitaram “[...] a construção de pontes, estradas, docas, aquedutos para adução de água limpa, drenos pluviais, sistemas de esgoto para disposição de água servida das casas, além de teatros, templos, banhos e outras utilidades urbanas e obras de infraestrutura.” que podem ser encontradas até os dias de hoje espalhadas em todo território que o antigo império romano ocupava:

Construíram uma extensa rede viária, responsável pela integração dos territórios conquistados e fundamental para a expansão do império. A Via Ápia, a mais famosa estrada da antiga Roma, chegou a atingir 660 quilômetros. Mais de 2.000 anos depois da sua construção ainda podemos trafegar sobre vários trechos dela. Sua longevidade deve-se à técnica de construção, em que as fundações da estrada eram feitas de várias camadas de pedras e areias unidas por argamassa, pavimentadas com pedras largas e chatas na superfície.

A areia e pedras envolvidas pela argamassa era chamada de *concretus* ou *concretum*, que significa composto, solidificado, compacto. A fórmula do concreto romano acabou se perdendo com a queda do império (VALVERDE., 2020, p. 578).

De acordo com Melo & Ribeiro (2012) durante a Idade Média muitas edificações tiveram como base as ruínas de antigas construções e fortificações romanas, como por exemplo, os castelos medievais, primeiramente feitos de madeira e mais tarde construídos com pedras e rochas. A principal matéria-prima utilizada neste momento foram as pedras, devido a escassez de outros materiais, sendo por vezes reaproveitadas parte das rochas retiradas dessas antigas construções romanas, em virtude do seu fácil acesso, durabilidade e resistência.

O século XVI representou o momento em que surgiram, na literatura europeia, alguns importantes trabalhos envolvendo a temática ligada à mineração, dentre os quais pode-se mencionar a obra de Georgius Agricola, intitulada “*De Re Metallica*” — Sobre os metais — e publicada em 1556. Em seu livro, Agricola apresentou os princípios científicos da metalurgia e da mineralogia, tornando-se assim uma referência nessas áreas, já que propôs a aplicação de um conjunto de técnicas e instrumentos que são empregados até os dias de hoje no processo de extração mineral, além de descrever detalhadamente algumas das características dos minerais:

O livro de Georgius Agricola (1490-1555), médico e naturalista da Boêmia, é a melhor fonte de informação sobre essas antigas técnicas de mineração, da Antiguidade a meados do século XVI. Desde o seu lançamento e pelos dois séculos seguintes, ele permaneceu praticamente como a única referência na área de Mineração e Metalurgia, sendo até hoje muito respeitado no meio clássico científico. Nessas antigas técnicas, usavam-se instrumentos rudimentares, como picaretas, marretas e carrinhos de mão, e já se adotavam sistemas de bombeamento das águas, içamento das rochas e ventilação das aberturas subterrâneas por meio de poços de ventilação (CURI, 2017, p. 25).

Com o advento da Revolução Industrial, iniciada a partir da segunda metade do século XVIII na Europa, houve por parte da indústria uma enorme demanda por bens minerais, isso porque, naquele momento a principal fonte energética e matéria-prima utilizadas por elas era o carvão e o minério de ferro. Neste período, as ciências ligadas principalmente à natureza, sobretudo a Geologia, tiveram um papel fundamental no desenvolvimento e utilização de

novas técnicas de mineração, possibilitando, deste modo, a descoberta de importantes jazidas minerais, Curi (2014).

A partir de meados do século XIX, com a invenção da dinamite pelo químico Alfred Nobel, houve mais um importante passo envolvendo as técnicas de mineração. Como a dinamite apresentava um poder de explosão superior ao da pólvora, tornou-se um dos produtos fundamentais para as empresas de mineração, já que com uma simples detonação era possível abrir galerias, túneis e minas, assim como possibilitou também a construção e expansão das estradas de ferro na época, além da utilização para fins militares, Curi (2017).

Outro invento que revolucionou o método de exploração nas minas e que elevou a capacidade de produção dos recursos minerais foi a perfuração realizada através da sonda rotativa, pois segundo Amaral e Filho (2022, p. 1) “acredita-se que a primeira sonda rotativa tenha sido utilizada na Inglaterra, em 1813 e versões aprimoradas apareceram ao longo do século XIX.”, permitindo desse modo a aplicação de técnicas mais modernas na mineração.

Ao longo da história o ser humano passou a desenvolver uma forte ligação com o meio natural no qual ele está inserido. Essa interação remonta ao período da Pré-História, quando os primeiros grupos humanos se deslocavam pela superfície da Terra, em busca de insumos que pudessem saciar as suas mais variadas necessidades, mas que até o presente momento ainda não se findaram.

Desse modo, define-se essa relação como sendo estritamente de dependência, pois a todo o momento os seres humanos recorrem à natureza com intuito de se apropriarem de seus recursos e transformá-los em matérias-primas, que posteriormente são utilizadas direta ou indiretamente por diversos setores industriais, tais como: metalurgia, construção civil, cerâmica, química, fertilizantes, dentre tantos outros.

## **2.2 A utilização dos minerais e das rochas pela indústria**

Os minerais assim como as rochas são estruturas consistentes que estão presentes na base das cadeias produtivas, de modo que é possível encontrá-los em quase tudo que é produzido pelas indústrias. Segundo Press et al. (2006, p. 78) um mineral é uma “[...] substância de ocorrência natural, sólida, cristalina, geralmente inorgânica, com uma composição química específica.”. Tanto os minerais quanto as rochas representam uma parte

considerável dos insumos que compõe as matérias-primas que são utilizadas pelas indústrias em geral, e que transformam esses elementos em produtos e mercadorias que são consumidos pelas sociedades, possibilitando assim a manutenção da vida, o conforto e o desenvolvimento das civilizações.

Qualquer atividade agrícola ou industrial, no campo da metalurgia, da indústria química, da construção civil ou do cultivo da terra, utiliza os minerais ou seus derivados. Os fertilizantes, os metais e suas ligas, o cimento, a cerâmica, o vidro, são todos produzidos a partir de matérias-primas minerais. É cada vez maior a influência dos minerais sobre a vida e o desenvolvimento de um país. Com o aumento das populações, cada dia se necessita de maior quantidade de minerais para atender às crescentes necessidades (LINS, 2008, p. 3).

A economia de um país pode ser dividida em três setores: primário (agricultura, pesca e extrativismo animal, mineral e vegetal), secundário (indústria e construção civil) e terciário (comércio e prestação de serviços). Logo, a mineração é uma atividade que está diretamente relacionada ao setor primário da economia, pois envolve a extração de bens ou compostos minerais de valor econômico existentes nas rochas e/ou no subsolo. Os minérios, segundo Luz e Lins (2010) dependendo da natureza das substâncias, podem ser classificados em três grandes classes: os metálicos (compostos por elementos físicos e químicos de metal capazes de conduzir calor e eletricidade); energéticos (são aqueles utilizados para obtenção de energia em suas diversas formas, encontram-se divididos em: combustíveis fósseis e minerais radioativos) e os não-metálicos (consiste naqueles minérios desprovidos de metal em sua composição e que se subdividem em Rochas e Minerais Industriais (RMIs), gemas e águas minerais), conforme demonstrado no quadro 1 que apresenta a classificação detalhada dos principais minerais.

Quadro 1 - Classificação dos principais minerais de acordo com a sua classe.

<b>Minerais Metálicos</b>
(i) Ferrosos (têm uso intensivo na siderurgia e formam ligas importantes com o ferro): além do próprio ferro, manganês, cromo, níquel, cobalto, molibdênio, nióbio, vanádio, wolfrâmio;
(ii) Não-ferrosos: básicos (cobre, zinco, chumbo e estanho) e leves (alumínio, magnésio, titânio e berílio);
(iii) Preciosos: ouro, prata, platina, ósmio, irídio, paládio, rutênio e ródio;
(iv) Raros: escândio, índio, germânio, gálio etc.
<b>Rochas e Minerais Industriais (RMIs)</b>
(i) Estruturais ou para construção civil: agregados (brita e areia), minerais para cimento (calcário, areia, argila e gipsita), rochas e pedras ornamentais (granito, gnaiss, quartzito, mármore, ardósia etc.), argilas para cerâmica vermelha, artefatos de uso na construção civil (amianto, gipsita, vermiculita etc.);

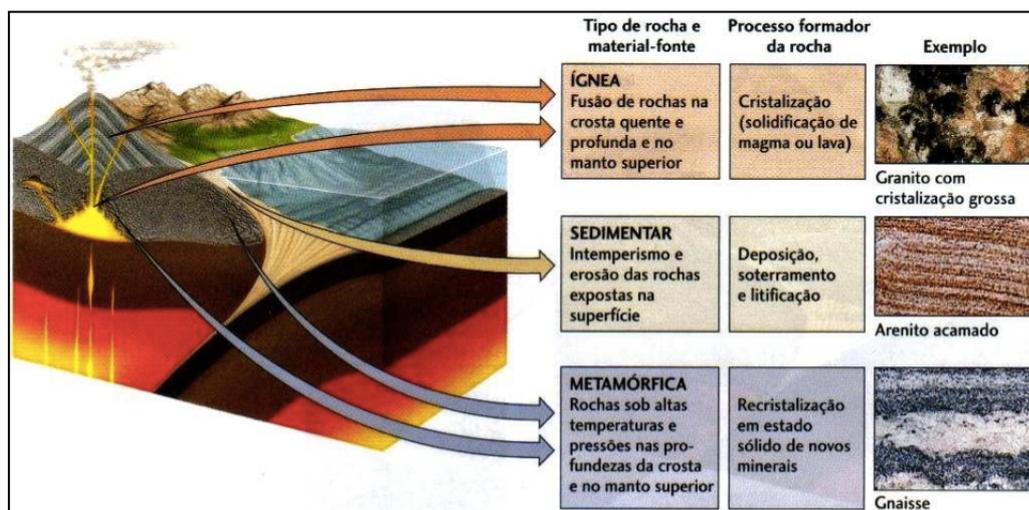
(ii) Indústria química: enxofre, barita, bauxita, fluorita, cromita, pirita etc.;
(iii) Cerâmicos: argilas, caulins, feldspatos, sílica, talco, zirconita etc.;
(iv) Refratários: magnesita, bauxita, cromita, grafita, cianita etc.;
(v) Isolantes: amianto, vermiculita, mica etc.;
(vi) Fundentes: fluorita, calcário, criolita etc.;
(vii) Abrasivos: diamante, granada, quartzito, coríndon etc.;
(viii) Minerais de carga: talco, gipsita, barita, caulim, calcita etc.;
(ix) Pigmentos: barita, ocre, minerais de titânio;
(x) Agrominerais (minerais e rochas para a agricultura): fosfato, calcário, sais de potássio, enxofre, fonolito, flogopita, gipsita, zeólita etc.;
(xi) Minerais “ambientais” (ou minerais “verdes”): bentonita, atapulgita, zeólitas, vermiculita etc., utilizados (na forma natural ou modificados) no tratamento de efluentes, na adsorção de metais pesados e espécies orgânicas, ou como dessulfurantes de gases (calcário).
<b>Gemas</b>
(i) Pedras preciosas: diamante, esmeralda, safira, turmalina, opala, topázio, águas marinhas, ametista etc. (Segundo especialistas, a terminologia “semi-preciosas” não deve ser mais usada).
<b>Águas</b>
(i) Minerais e subterrâneas.
<b>Minerais energéticos</b>
(i) Radioativos: urânio e tório;
(ii) Combustíveis fósseis: petróleo, turfa, linhito, carvão e antracito, que embora não sejam minerais no sentido estrito (não são cristalinos e nem de composição inorgânica) são estudados pela geologia e extraídos por métodos de mineração.

Fonte: LUZ & LINS, 2010. Adaptado pelo autor, 2022.

De acordo com a International Mineralogical Association (IMA, 2024), atualmente há o registro de 6.079 espécies de minerais existentes na Terra. Desse total, aproximadamente 27 são considerados elementos químicos que se encontram em seu estado nativo (cobre, ouro, prata, enxofre, diamante, grafita e outros), ou seja, que não são combinados com outros elementos, já os demais são tidos como substâncias compostas, isto quer dizer que eles são formados por mais de um elemento químico, e que estão presentes nos mais diversos produtos que são consumidos diariamente, cuja origem é desconhecida por grande parte de seus usuários, tais como: medicamentos, produtos de saúde e higiene pessoal, materiais de pintura, fertilizantes entre outros.

A superfície da Terra é composta por três grandes grupos de rochas que, a depender do seu processo de formação, podem ser divididas em: rochas ígneas, metamórficas e sedimentares (figura 2).

Figura 2 - Classificação dos diferentes tipos de rochas



Fonte: PRESS et al., 2006.

Para Frascá e Sartori (1998, p. 18) as rochas são um “[...] corpo sólido natural, formado por agregados de um ou mais minerais, arranjados segundo as condições de temperatura e pressão existentes durante sua formação.”. Conforme indica Andrade et al. (2009) no que diz respeito a distribuição espacial, as rochas cristalinas (ígneas ou metamórficas) correspondem a 95% do volume total da crosta continental, enquanto os 5% restantes são compostos por rochas sedimentares.

As rochas ígneas ou magmáticas são formadas através da solidificação do magma que encontra-se fundido no interior da Terra a altíssimas temperaturas. De acordo com Press et al. (2006) dependendo do local onde ocorre essa cristalização, é possível distinguir as rochas ígneas em dois principais litotipos: as vulcânicas ou extrusivas e as plutônicas ou intrusivas.

No caso das rochas ígneas vulcânicas ou extrusivas elas vão se formar a partir do resfriamento da lava que ao chegar a superfície terrestre, por meio de erupções vulcânicas, resfria-se rapidamente, não havendo tempo adequado para que os cristais se formem, por isso, segundo Press et al. (2006, p. 120) esse material apresentará uma “[...] textura de granulação fina ou têm aparência vítrea.”, não sendo possível identificar os minerais a olho nu (afanítica), apenas em microscópio, como acontece por exemplo, com o basalto e o riolito.

Já as rochas ígneas plutônicas ou intrusivas são formadas quando o magma se resfria lentamente ainda no interior da crosta terrestre, em grandes profundidades, com isso, haverá tempo necessário para o crescimento e formação dos cristais, resultando em rochas de granulação variável que são distinguíveis a olho nu (faneríticas), como por exemplo, os granitos e o gabro.

As rochas metamórficas, de acordo com Andrade et al. (2009) recebem essa denominação pelo fato de se formarem a partir das transformações ocorridas em rochas preexistentes, sejam elas: sedimentares, ígneas ou até mesmo metamórficas, que em decorrência da mudança nas condições físicas (aumento ou diminuição na pressão e temperatura) das quais foram formadas inicialmente, e na composição química, provocam a instabilidade dos minerais que tendem a se transformar e a se rearranjar sob novas condições. É o que acontece com o mármore, por exemplo, que originalmente deriva do calcário, uma rocha sedimentar. Dentre os principais litotipos aqueles que se destacam são: o gnaisse, a ardósia e os mármore.

As rochas sedimentares, segundo Frascá e Sartori (1998, p. 32) são assim chamadas por serem formadas a partir “[...] da consolidação de sedimentos, ou seja, partículas minerais provenientes da desagregação e do transporte de rochas preexistentes, ou da precipitação química, ou, ainda, da ação biogênica.”. Os autores explicam que geralmente elas “[...] constituem uma camada relativamente fina (aproximadamente 0,8 km, em média, de espessura) da crosta terrestre, que recobre as rochas ígneas e metamórficas.”. Dentre as principais litologias, encontram-se os arenitos, os calcários, as turfas, entre outros.

Portanto, as grandes jazidas minerais estão associadas aos diferentes tipos de rochas, por exemplo, naqueles locais onde há ocorrência de rochas sedimentares, em geral, são identificados extensos reservatórios de petróleo, gás natural, carvão, aquíferos, fósseis, além de serem importantes áreas fontes de matérias-primas voltadas para construção civil, como é o caso das areias, argilas, calcário entre outros. Já nos lugares em que afloram as rochas ígneas e metamórficas, frequentemente ocorre a exploração de bens minerais metálicos e não-metálicos, sobretudo aqueles utilizados nas obras de engenharia civil, como é o caso da brita e seus derivados.

### **2.3 Agregados para construção civil**

As rochas, ao serem extraídas de uma determinada jazida são submetidas a um conjunto de operações que é denominado de tratamento ou beneficiamento. O objetivo desse processo é transformar a rocha lavrada em matérias-primas, insumos ou aditivos que possam

ser empregados nos mais diversos setores produtivos da indústria, da metalurgia, cerâmica, química, fertilizantes e da construção civil.

Para Bertolino et al. (2012) aqueles materiais rochosos que possuem o formato granular são conhecidos como agregados (areia, pedra britada e os cascalhos), já os materiais em forma de placas, são denominados rochas ornamentais ou pedra de revestimento (mármore, granito, quartzito entre outros). Por isso, a expressão agregados para construção civil segundo Frazão e Paraguassu (1998) é um termo técnico amplamente difundido na literatura especializada para designar aqueles materiais granulares em estado bruto ou beneficiado, que não apresentam forma e nem volume definidos, mas que possuem dimensões e propriedades estabelecidas, cujo emprego se dá geralmente em obras de engenharia civil.

Valverde (2020, p. 577) explica que os agregados também recebem essa denominação pelo “[...] fato desses materiais serem misturados, ou agregados, a algum aglomerante (cimento, cal, gesso e betume) na composição de outros produtos utilizados na construção civil.”. Eles podem ainda ser classificados de acordo com a densidade, a origem e o tamanho dos fragmentos. Frazão e Paraguassu (1998, p. 331) ressaltam ainda que quanto à densidade, os agregados podem ser classificados como: “[...] agregados leves (pedra pomes, vermiculita, argila expandida, etc); agregados pesados (barita, magnetita, limonita, etc) e agregados normais (areias, pedregulhos e pedras britadas)”.

Quanto à origem, os agregados são denominados natural, artificial ou reciclado. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através da norma NBR 9935 (2011, p. 2) estabelece que agregado natural compreende todo “material pétreo granular que pode ser utilizado tal e qual encontrado na natureza, podendo ser submetido à lavagem, classificação ou britagem”; já o agregado artificial é um “material granular resultante de processo industrial envolvendo alteração mineralógica, química ou físico-química da matéria-prima original, para uso como agregado em concreto ou argamassa” e o agregado reciclado corresponde ao “material granular obtido de processos de reciclagem de rejeitos ou subprodutos da produção industrial, mineração ou construção ou demolição da construção civil, incluindo agregados recuperados de concreto fresco por lavagem, para uso como agregado.”.

De acordo com a ABNT NBR 7211 (2009, p. 3) os materiais também podem ser classificados por faixas de tamanho estabelecidos: agregados graúdos - formado por “grãos que passam pela peneira com abertura de malha de 75 milímetros (mm) e ficam retidos na peneira com abertura de malha de 4,75 mm”; e os agregados miúdos - “grãos que passam pela peneira com abertura de malha de 4,75 mm”, conforme demonstrado (quadro 2).

Quadro 2 - Classificação granulométrica dos agregados

Série normal	Série intermediária	Nomenclatura
75 mm	-	<b>AGREGADO GRAÚDO (&gt; 4,75 mm)</b>  <b>Cascalhos e Britas</b>
-	63 mm	
-	50 mm	
37,5 mm	-	
-	31,5 mm	
-	25 mm	
19 mm	-	
-	12,5 mm	
9,5 mm	-	
-	6,3 mm	
4,75 mm	-	<b>AGREGADO MIÚDO (&lt; 4,75 mm)</b>  <b>Areias</b>
2,36 mm	-	
1,18 mm	-	
600 µm	-	
300 µm	-	
150 µm	-	

Fonte: ABNT, 2009.

Os agregados como a areia, o cascalho e as rochas britadas são consideradas as principais matérias-primas minerais, uma vez que esses produtos são utilizados diretamente na indústria da construção civil, seja através da fabricação do concreto, argamassas ou ainda do asfalto. Logo, estes materiais são empregados na construção de moradias, em obras civis (ferrovias, estradas, túneis, pontes, barragens), nas obras de infraestrutura (drenagem e saneamento básico), dentre tantos outros empreendimentos.

Ainda de acordo com Valverde (2020, p. 579) “[...] os agregados são as substâncias mais consumidas no mundo depois da água”, por isso, o autor destaca que as nações mais desenvolvidas são aquelas que consomem uma grande quantidade de agregados (areia e brita, considerados bens minerais de uso social), já que investem massivamente na realização de obras de infraestrutura urbana, proporcionando assim melhor qualidade de vida para a população, além de servir como um importante indicador da situação econômica e social de um país (quadro 3).

Em 2018, por exemplo, o representante da Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para a Construção (ANEPC), Valverde (2018) apresentou o

relatório: “Os desafios para o setor de agregados”, onde constava informações acerca da produção e o consumo de agregados a nível mundial e nacional ocorridos no ano de 2016. De acordo com esse documento, a produção mundial de agregados foi na ordem de 45 bilhões de toneladas (t), com destaque para o continente asiático que produziu cerca de 65,5% desse montante, seguido da América (11,4%), Europa (9,3%), África (8,9%), Oriente Médio (4,2%) e Oceania com (0,7%).

Já em relação ao consumo, os dados indicavam ainda que a China era o maior consumidor mundial, com cerca de 14,3 t/hab., seguido pelo Canadá com 10 t/hab. e Estados Unidos com 6,9 t/hab., estes países estiveram acima da média mundial (6 t/hab.), enquanto o Brasil consumiu 2,6 t/hab., revelando que o consumo per capita de agregados no país foi inferior, quando comparado a outras nações desenvolvidas economicamente durante o mesmo período (quadro 3).

Quadro 3 - Consumo de agregados para construção civil no Brasil de acordo com o tipo de obra

<b>Tipo de construção</b>	<b>Dimensão</b>	<b>Total de agregados utilizados (t)</b>
Autoconstrução	35 m <sup>2</sup>	21 t
Construção de habitação popular	50 m <sup>2</sup>	68 t
Manutenção de ruas	1 km	100 t
Construção de um edifício	1.000 m <sup>2</sup>	1.360 t
Pavimentação urbana	1 km	2.000 t
Manutenção de estradas	1 km	3.000 t
Estrada pavimentada	1 km	9.800 t
Construção de linha de metrô	1 km	50.000 t

Fonte: VALVERDE, 2018. Adaptada pelo autor, 2022.

Como os materiais agregados são facilmente encontrados na natureza são considerados abundantes, sendo inclusive apontado por Angulo (2019, p. 109) “[...] como um bem praticamente inesgotável, apesar de sua natureza não renovável.” Ainda de acordo com o relatório mencionado anteriormente, existe uma projeção (quadro 4), proposta pela Union Européenne des Producteurs de Granulats (UEPG) na qual a produção mundial de agregados estimada para o ano de 2030 será de 60 bilhões de toneladas, apresentando um considerável aumento em relação ao ano de 2016. Por isso, é perceptível a relação estabelecida entre o

consumo de agregados e o nível de desenvolvimento dos países, demonstrando assim a forte dependência desses insumos para as sociedades e o seu crescimento econômico.

Quadro 4 - Projeção para 2030 da produção mundial de agregados

		<b>População (bilhões)</b>	<b>Produção (bilhões t)</b>	<b>Toneladas per capita</b>
<b>Ásia</b>	China	1,4	20,0	14,29
	Índia	1,5	10,0	6,67
	Outros	1,0	8,0	8,0
<b>África</b>	-	1,5	8,0	5,33
<b>Europa</b>	UE + EFTA	0,56	3,2	5,7
<b>Rússia + CEI</b>	-	0,55	1,5	2,73
<b>Oriente Médio</b>	-	0,55	2,5	4,55
<b>América do Norte</b>	EUA	0,35	2,7	7,71
	Canadá	0,04	0,6	15,0
	México	0,15	0,6	4,0
<b>América Central e do Sul</b>	-	0,85	2,5	2,94
<b>Oceania</b>	-	0,05	0,4	8,0
<b>Total</b>	-	8,5	60,0	7,06

Fonte: VALVERDE, 2020.

Conforme demonstrado na tabela anterior, pode-se averiguar a expectativa de produção mundial de agregados para o ano de 2030, onde fica evidente o destaque dado para os países do continente asiático tais como a China e Índia, ambos detentores das maiores populações mundiais, e que nos últimos anos apresentaram acelerado ritmo de crescimento econômico e considerável desenvolvimento social, além de possuírem um gigantesco mercado consumidor. Por conta dessas características, essas nações passaram a liderar um agrupamento econômico chamado de BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul), denominação conferida aqueles países que se destacaram no cenário mundial entre os mercados emergentes.

## 2.4 Principais aplicações da brita na construção civil

O termo brita ou pedra britada é comumente utilizado para se referir a todo agregado graúdo obtido a partir da fragmentação mecânica das rochas, que pode ser do tipo basalto, granito, gnaiss, dentre outros. Conforme indica Angulo (2019, p. 112) a participação dos tipos de rocha utilizadas na produção de brita no Brasil é a seguinte: “[...] 85% dos agregados britados são provenientes de granitos, 10% de rochas calcárias e 5% de basaltos [...]” que ao passarem pelo processo de beneficiamento nas usinas de britagem são convertidas em partículas reduzidas de tamanho e classificadas granulometricamente, mediante processos de fragmentação mecânica e peneiramento.

A brita é um dos principais produtos granulares obtidos a partir do processo de cominuição das rochas, por isso, geralmente ela é classificada em cinco categorias diferentes, conforme indicado pelo quadro 5. Esta classificação varia em função da sua granulometria, especificações técnicas e diferentes usos comerciais.

Quadro 5 - Classificação e usos dos diferentes tipos de brita conforme a granulometria

Tipo de Brita	Granulometria (mm)	Principais Usos
Gabião ou Rachão	100 a 150 mm	Muros de contenção, calçamento de ruas e filtros de drenagem
Brita graduada	Mistura de tamanhos definida pelo consumidor	Sub-bases de pavimentos, bases de pavimentos
Brita 5	76 a 100 mm	Estações de tratamento e fossas sépticas
Brita 4	50 a 76 mm	Estações de tratamento e fossas sépticas
Brita 3	25 a 50 mm	Ferrovias e reforços de pista
Brita 2	19 a 25 mm	Agregado para concreto e base para pavimentação
Brita 1	9,5 a 19 mm	Concreto
Brita 0 ou pedrisco	4,8 a 9,5 mm	Blocos, asfalto, laje pré-fabricada
Bica Corrida	Mistura de tamanhos 0 a 50 mm	Aterros, base para pavimentação
Pó de pedra	0 a 5mm	Terraplenagem, material para sub-base, calçamento de pisos pré-moldados
Areia de brita	Pó de pedra sem os finos	Fabricação de concreto

Fonte: MME, 2017. Adaptado pelo autor, 2022.

Na indústria da construção civil, os materiais rochosos apresentam diversos usos e aplicações, e os principais são:

- a) Agregados para concreto e argamassa de cimento Portland: uso com finalidade estrutural e uso sem finalidade estrutural;
- b) Agregados para concreto asfáltico;
- c) Lastro de ferrovia;
- d) Aterros;
- e) Tratamentos superficiais em pavimentos;
- f) Drenagem e filtros;
- g) Proteção e contenção de taludes;
- h) Controle de erosão;
- i) Componente de argamassa para alvenaria e revestimento.

Portanto, a brita é tida como um material significativo para construção civil, por exemplo, Petrucci (1975) *apud* Frazão e Paraguassu (1998) vão ressaltar a sua importância na composição do concreto hidráulico, uma vez que, o seu emprego tem por finalidade aumentar a resistência aos esforços mecânicos e desgaste à ação do intemperismo. Já nas vias férreas, a brita é usada para assentar e dar estabilidade aos dormentes, além de resistir aos movimentos do tráfego e às mudanças de temperatura nos trilhos, drenar a água e dificultar o crescimento de vegetação daninha nas vias. Na base de pavimentos, contribui para melhorar as condições de rodagem, suportar a carga do tráfego e proteger da ação mecânica da água.

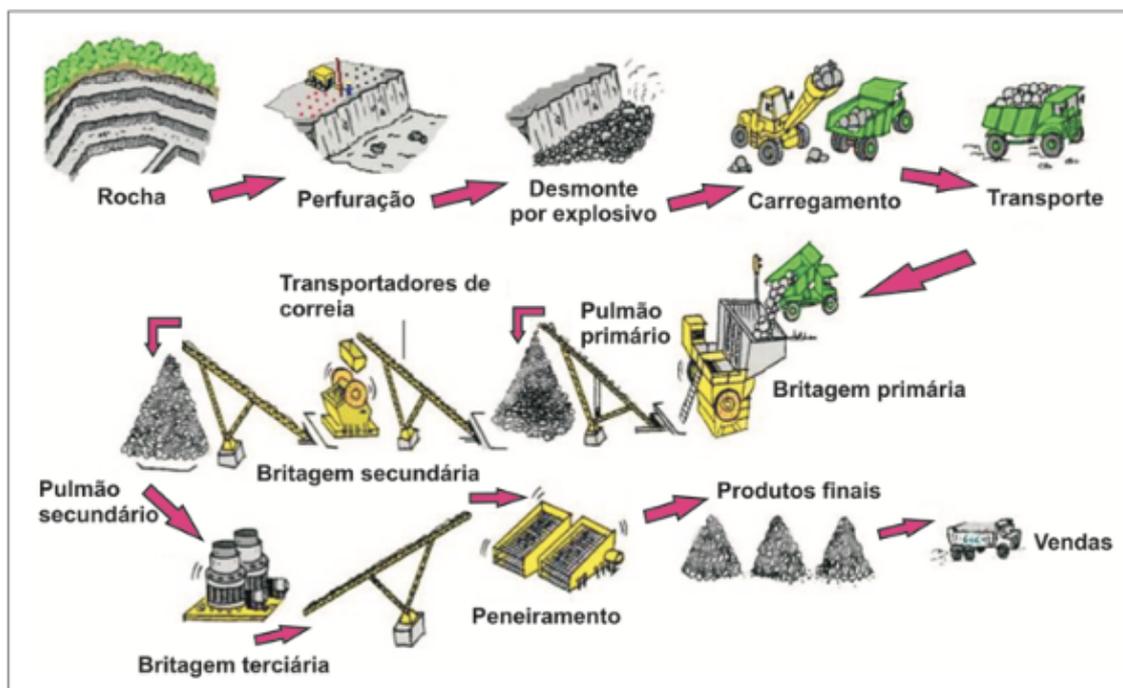
#### 2.4.1 O processo de exploração da brita nas pedreiras

A atividade de exploração de rochas para uso na construção civil tem como principais características o método de lavra típico, empregado a céu aberto, com bancadas altas, ocupando meia encosta (figura 3). De acordo com Angulo (2019) as operações têm início a partir da remoção da cobertura vegetal, de solo e rocha alterada (chamada de estéril) que esteja presente no afloramento rochoso, por isso esta etapa é conhecida como decapeamento. Na sequência ocorre a execução do plano de fogo (perfuração do maciço rochoso utilizando

uma perfuratriz para colocação da carga de explosivos) que consiste na desagregação do bem mineral *in situ* para posterior trituração, visando obter granulometrias exigidas tecnicamente pelo mercado. Esta desagregação é realizada através da detonação de explosivos confinados em furos de diâmetros específicos, que causam o fenômeno de compartimentalização do bloco rochoso, a esse processo dá-se o nome de desmonte primário.

Ainda segundo Angulo (2019) com o material desagregado na praça de lavra ou na bancada inferior iniciam-se as etapas de carregamento, transporte e desmonte secundário. Essa segunda fragmentação dos blocos de rocha ocorre devido ao fato da matéria-prima proveniente do desmonte primário ainda apresentar dimensões superiores ao tamanho compatível com os equipamentos de fragmentação (fragmentos maiores que 1 metro), por isso, o referido autor (2019, p.113) salienta que atualmente este processo é realizado com auxílio de “[...] rompedores hidráulicos acoplados em escavadeiras”. Portanto, nesta fase da extração raramente recorre-se a intervenção de explosivos, processo conhecido como “fogacho”<sup>1</sup>, já que é considerada uma técnica ultrapassada, capaz de gerar um elevado nível de ruído.

Figura 3 - Fluxograma do processo produtivo em uma pedreira



Fonte: IRAMINA et al., 2009.

<sup>1</sup> Eventualmente aparecem blocos muito grandes para serem alimentados ao britador, por isso, eles precisam ser quebrados na frente de lavra. Dessa forma, após a detonação primária, é realizada um desmonte secundário do material de dimensões inadequadas.

Os blocos de rochas de tamanhos compatíveis com as dimensões do britador são carregados por pás-carregadeiras ou escavadeiras hidráulicas, para caminhões fora de estrada, que transportam o material para a planta de beneficiamento, dando início a segunda etapa do processo produtivo, descrito do seguinte modo:

O material fragmentado é alimentado em caminhões fora de estrada (de grande porte), que seguem alimentando o processo de britagem e peneiramento. A britagem é realizada em três ou quatro estágios, empregando diferentes tipos de britadores. Britadores primários geralmente de grande dimensão e capacidade produtiva. Britadores secundários são geralmente de impacto, porque conseguem reduzir de cinco a oito vezes a dimensão do material na alimentação, melhor condição que a anterior (ANGULO, 2019, p.113).

Assim, segue-se o processo de fragmentação por diversos fluxos operacionais, reduzindo a granulometria do material através de três ou quatro estágios de britagem, sendo nesta última realizada a classificação, utilizando peneiras vibratórias e classificatórias. Ao final, todo esse material é acondicionado em silos ou pilhas a céu aberto até ser comercializado.

A brita apresenta um baixo valor comercial, uma vez que as despesas relativas ao seu transporte chegam a ser superiores aos custos de sua produção, por isso, geralmente as pedreiras estão estabelecidas em um raio máximo de até 100 km de distância do mercado consumidor, conforme apontado pelo Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM, 2020). Essa localização junto aos grandes centros urbanos nas principais regiões metropolitanas do país vem nos últimos anos provocando diversas alterações nas paisagens das cidades, além de criarem enormes áreas deterioradas, provenientes sobretudo das atividades de extração de brita, argila, saibro e areia, sendo as atividades de exploração mineral uma das responsáveis pela degradação do meio ambiente.

#### 2.4.2 A produção nacional de brita

Ao longo dos seus 8.510.417 km<sup>2</sup> (IBGE, 2024), o Brasil apresenta uma vasta diversidade de terrenos geológicos, por conta disso, a produção de brita e cascalho encontra-se disseminada por quase todo território nacional, com exceção do Estado do Acre, que de acordo com Angulo (2019) ocorre devido ao fato da região apresentar ausência de jazidas de

rochas cristalinas para prospecção. Essa indisponibilidade para a exploração comercial no entorno das cidades faz com que a oferta de agregados britados se torne escassa, por isso, segundo Barbosa (2020) um dos maiores preços praticados na venda de agregados britados é encontrado neste estado, já que para fazer uso deste importante insumo é preciso importar brita de estados vizinhos.

O Acre é o único estado do Brasil que não explora a chamada pedra britada, cuja utilização é recorrente em bases granulares de pavimentos, seja mediante brita graduada simples (BGS) ou em misturas solo-agregado. A alternativa utilizada é a importação de agregados pétreos de estados vizinhos, gerando elevados custos de transporte e dificultando a viabilização de diversas obras. Como consequência, o Acre é o estado que possui a brita mais cara do Brasil, conforme os índices da Construção Civil - SINAPI (BARBOSA, et al, 2018, p. 1).

O arcabouço geológico brasileiro segundo Almeida et al. (1977) é formado basicamente por 10 províncias estruturais, denominadas de Rio Branco, Tapajós, São Francisco, Tocantins, Mantiqueira, Borborema, Amazonas, Parnaíba, Paraná e Costeira e Margem Continental. Três delas (Amazonas, Parnaíba e Paraná), correspondem às áreas das grandes bacias sedimentares, cujo desenvolvimento ocorreu ao longo do Fanerozoico.

As bacias sedimentares compreendem aquelas formações em que há o predomínio das rochas de origem sedimentar. Nelas é possível encontrar, por exemplo, fósseis, grandes jazidas petrolíferas e carboníferas, além de servirem também como importantes áreas para extração de minerais não-metálicos tais como a argila, areia e calcário, amplamente utilizados na construção civil.

Já os escudos cristalinos são formados essencialmente por rochas ígneas e metamórficas, de onde geralmente é realizada a exploração de material rochoso para produção de brita e cascalho, uma vez que são litologias que apresentam alta resistência à erosão e ao intemperismo. Portanto, existe relação direta entre a localização dos maciços antigos e a distribuição espacial dos empreendimentos minerários nas diferentes regiões brasileiras.

As rochas ígneas, além de constituírem a maior parte da crosta terrestre, correspondendo a mais de 90% de seu volume, são importantes por alojarem depósitos minerais de ouro, chumbo, prata, cobre, cromo, estanho, platinoídes, urânio, entre outros, e por serem utilizadas, desde tempos pré-históricos, como materiais de construção, na forma de fragmentos, blocos e chapas de revestimento, por sua alta resistência mecânica (SZABO, et al., 2009, p. 153).

De acordo com dados disponibilizados pela ANM (2024) relativos ao ano de 2023 e baseado no Relatório Anual de Lavra (RAL), o quantitativo de usinas ou complexos em

operação no Brasil corresponde a 993 unidades produtoras de rochas britadas e de cascalhos. Em relação ao porte das mineradoras, o mercado produtor de rochas britadas e de cascalho é composto predominantemente por empresas de micro, pequeno e médio porte que juntas respondem por mais de 60% de todo agregado (areia e brita) produzido no país, por isso, a ANM (2024) classifica os empreendimentos minerários obedecendo aos seguintes critérios:

- a) Grandes - produção > 1 milhão t/ano
- b) Médias - produção  $\leq$  1 milhão t/ano e > 100 mil t/ano
- c) Pequenas - produção  $\leq$  100 mil t/ano e > 10 mil t/ano
- d) Micro - produção  $\leq$  10 mil t/ano

De acordo com dados constantes no Anuário Mineral Brasileiro Interativo (AMBI) e disponibilizados pela ANM (2024), referente ao ano de 2023, o Brasil foi responsável por produzir cerca de 279.722.846 milhões de toneladas de rocha britada e cascalho beneficiados, sendo que aproximadamente 76% desse total ficou concentrado em apenas sete unidades da federação (São Paulo, Santa Catarina, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro e Bahia), conforme demonstrado no quadro 6.

Quadro 6 - Principais Estados produtores de rocha britada beneficiada

<b>Unidade da Federação</b>	<b>Produção de rocha beneficiada</b>
São Paulo	80.763.931 t
Santa Catarina	31.527.679 t
Minas Gerais	27.687.515 t
Paraná	24.919.030 t
Rio Grande do Sul	21.544.316 t
Rio de Janeiro	20.211.955 t
Bahia	10.866.476 t
<b>TOTAL</b>	<b>217.520.902 t</b>

Fonte: AMN, 2024. Adaptado pelo autor, 2024.

A perspectiva para os próximos anos é de crescimento para o setor da construção civil, já que o mercado consumidor de brita é um ramo que se encontra em franca expansão no Brasil, dada a necessidade da criação de novas moradias, visando minimizar o déficit

habitacional no país, que no ano de 2022 atingiu a marca de 6 milhões, segundo dados oficiais da Fundação João Pinheiro (2024) e da Secretaria Nacional de Habitação (SNF).

Além desta questão, soma-se ainda aprovação do marco legal do saneamento básico no ano de 2020, que é outro plano que prevê ainda a criação de uma série de obras de infraestrutura que possibilitem o acesso universal à água potável e ao tratamento de esgoto para mais de 90% da população brasileira até o ano de 2033. Estes projetos estão relacionados às políticas públicas e a melhora na qualidade de vida da população, refletindo-se assim diretamente na necessidade de produção de agregados.

#### 2.4.3 A exploração de brita no Estado do Rio de Janeiro

Para Almeida & Porto Junior (2012) as primeiras pedreiras instaladas na Cidade do Rio de Janeiro de que se tem registro iniciaram as suas atividades ainda no período colonial (a partir de 1500 até 1822), delas era extraída todas as rochas utilizadas como material de construção, pavimentação e em ornamento de fachadas. A necessidade destes materiais rochosos, extraídos diretamente das pedreiras situadas nos morros adjacentes levou a sua crescente exploração.

Devido a formação geológica e a geomorfologia da Cidade do Rio de Janeiro, observa-se a presença de imponentes maciços rochosos que estão sobrepostos em uma área de baixada alagadiça. Contudo, estes terrenos são bastante ricos em matéria orgânica, o que inviabilizaria o seu uso nas obras, tornando assim as rochas o material mais adequado a ser empregado nas construções e para a estruturação dos edifícios, mesmo com toda a dificuldade envolvida no processo de extração, transporte e manuseio, Almeida & Porto Junior (2012).

Assim, Fernandes (2008) *apud* Almeida & Porto Junior (2012) pontuam que o Brasil é o principal país da América Latina a possuir o maior número de prédios históricos construídos em taipa — método construtivo bastante utilizado na arquitetura colonial portuguesa, já que naquele período as rochas eram empregadas apenas na confecção das principais partes das edificações, tais como as colunas e pilares ou apresentavam apenas uma finalidade estética na composição de molduras de portas e janelas — porém, era apenas no Rio de Janeiro que as edificações utilizavam em sua estruturação material provenientes das rochas, sobretudo

aqueles “ [...] tipos preferencialmente facoidais (gnaisse facoidal, kinzigitos semi-facoidas” Almeida & Porto Junior (2012, p. 4).

Em seus textos, o missionário americano Kidder (1857) impressiona-se com a eficiência da técnica de construção em taipa praticada em São Paulo e que contrastava com o método aplicado no Rio de Janeiro, onde as casas eram compostas por fragmentos de rochas cimentadas com argamassa, formando paredes espessas como fortalezas.

São vários os textos históricos que falam sobre a importância das rochas nas construções da região metropolitana. Azevedo (1877) e Mello Moraes (1886) informam a respeito de registros oficiais sobre exploração de pedreiras já no início do século XVII, quando religiosos do Convento do Carmo obtiveram autorização formal do governo para explorar as rochas da Ilha da Enxada para uso em obras do convento e de sua nova igreja. Posteriormente, a transformação da cidade em capital do país, em 1763, promoveu uma aceleração do crescimento urbano, aumentando a importância das pedreiras como fonte de matéria-prima.

Além das casas de moradia, grandes marcos históricos da cidade, como o Aqueduto da Lapa, o Paço Imperial e antigas igrejas, foram levantadas com blocos de rochas (ALMEIDA & PORTO JUNIOR, 2012, p. 6).

À medida que foi passando o tempo, o uso das rochas adquiriu novas funções, pois como Almeida & Porto Junior (2012, p. 7) afirmam “a predominância do uso das rochas como a principal matéria-prima utilizada em construções mantêm-se em textos do século XIX. Neste novo século, as rochas passam a ser usadas de forma mais efetiva no calçamento da cidade [...]”, ou seja, indicando que a vinda da Família Real Portuguesa (em 1808) proporcionou melhorias urbanas, de modo que as rochas, principalmente os blocos de granito, ainda continuavam a ser incorporados nas construções das casas da cidade, assim como no calçamento das ruas. Por isso, neste período era muito comum a ocorrência de frequentes explosões relacionadas ao uso da pólvora em diversos pontos da cidade, indicando a crescente extração de mais blocos de rochas para atender a demanda daquele momento.

Com o ritmo de urbanização em elevação, havia forte demanda por mais material rochoso, com isso, Almeida & Porto Junior (2012) explicam que novas frentes de extração foram se consolidando em diversos pontos da cidade ao longo do século XIX, de modo que a exploração nas regiões central e sul da cidade se direcionaram para áreas localizadas entre os bairros do Catumbi, Estácio de Sá, Glória, Flamengo, Botafogo, chegando até então em regiões mais distante da cidade como era o caso de Copacabana.

De grande impacto visual, estas extrações influenciavam diretamente na constituição do traçado urbano e no modo de ocupação da cidade, intensificado a circulação de pessoas e veículos ao seu redor. Caminhos utilizados como vias para o transporte do material retirado das pedreiras foram, gradativamente, convertidos em ruas urbanizadas. No centro da cidade, por exemplo, a Rua dos Andradas, cuja primeira designação era “Rua da pedreira do Aljube,” fazia a conexão do núcleo urbano com a pedreira, localizada nas proximidades da prisão do Aljube. A mesma função tinha

a atual rua da Conceição, então designada “Rua Pedreira da Conceição” por ser a via de transporte de rochas do Morro da Conceição para o largo de São Francisco, onde estava sendo erguida a Igreja de São Francisco de Paula (ALMEIDA & PORTO JUNIOR, 2012, p. 9).

O que se consta no conjunto de citações históricas, é a importância das pedreiras durante o século XIX, no contexto econômico e social da cidade, atingindo diretamente todas as camadas da população, desde os escravos que trabalhavam na extração da rocha, posteriormente substituídos por imigrantes, às classes mais abastadas, passando pelos concessionários da mineração, construtores, artesãos, comerciantes e órgãos públicos. De outro lado, as pedreiras também influenciavam no desenho da malha urbana, dando origem a novas vias, ao redor das quais eram erguidas casas para moradia e comércio e liberando espaços pelo aplainamento das franjas dos morros, que passaram a ser ocupados por uma população de baixa renda, tanto na região central, como na zona sul da cidade, onde eram extraídos gnaisses facoidal e leptinito, materiais mais adequados à cantaria dos que os gnaisses do Morro da Conceição (ALMEIDA & PORTO JUNIOR, 2012, p. 12).

Já no primeiro quartel do século XX, as pedreiras ainda eram elementos presentes na paisagem urbana do Rio de Janeiro. Com o início do período das reformas urbanas, sendo a primeira promovida pelo prefeito Francisco Pereira Passos entre os anos de 1902 e 1906 e a segunda conduzida por Carlos Sampaio nos anos de 1920 a 1922. Essas reformas urbanísticas e higienistas fizeram emergir a urgência em transformar o centro urbano carioca, para isso, era necessário o desmantelamento dos morros desta região, já que havia o interesse em criar outros espaços, com objetivo de garantir o desenvolvimento e o progresso da cidade.

O Rio de Janeiro passou por uma radical reforma urbana no início do século XX. A administração Pereira Passos construiu avenidas e um moderno porto na antiga cidade colonial, proibiu a criação de vacas e porcos no perímetro urbano, vacinou a população e proibiu mendigos de esmolarem pelas ruas. Promoveu desapropriações e demolições, expulsando da área central inúmeros trabalhadores e despossuídos (OLIVEIRA e ROSSI, 1991, p. 4).

Desse modo, a partir do ano de 1920, tem início o desmonte do Morro do Castelo, com o intuito de abrir novas avenidas possibilitando assim a ligação da cidade com a região central do Rio, local onde aconteciam os negócios e a economia nacional era pulsante. Naquela época o Rio de Janeiro era a capital do Brasil, então havia a necessidade de mostrar ao mundo a pujança econômica do país, além de transformá-lo em uma capital nos moldes franceses.

Decidido a enfrentar esse desafio, o prefeito, logo após tomar posse e realizando um desejo antigo, mandou retirar do centro da cidade, “em nome da aeração e da higiene”, o local que dera origem à urbe no século XVI - o Morro do Castelo. Embora fosse um sítio arqueológico, o morro havia se transformado em local de residência de inúmeras famílias pobres, que se beneficiavam dos aluguéis baratos das antigas construções aí existentes. Situava-se entretanto, na área de maior valorização do solo da cidade, a dois passos da Avenida Rio Branco, daí porque era preciso eliminá-lo não apenas em nome da higiene e da estética, mas também da reprodução do capital (ABREU, 2011, p. 76).

Durante as décadas de 1950 e 1960 a expansão da malha urbana ocorreu principalmente no sentido Norte-Sul, porém, com a crescente valorização dos terrenos localizados principalmente na Zona Sul, a permanência das pedreiras tornou-se inviabilizada. A crescente especulação imobiliária nessas regiões culminou no deslocamento desses empreendimentos novamente, porém, agora em direção a “[...] então denominada Zona Rural, que englobava áreas não mais do Maciço da Tijuca, mas sim do Maciço da Pedra Branca e dos bairros de Jacarepaguá, Recreio, Bangu, Santa Cruz e Guaratiba.”, conforme pontua Almeida & Porto Junior (2012, p. 12).

Nas zonas rurais, pedreiras de importância local passaram a ter aumento de produção durante as décadas de 1950 e 1960 quando a legislação obrigou a atividade mineral a se deslocar para as zonas rurais que, ao se transformarem por sua vez em áreas urbanas, levaram ao fechamento das pedreiras, criando um ciclo onde a urbanização promovida, inicialmente pela atividade mineira força o fechamento da própria mina. (ALMEIDA, 2016, p. 968).

O contínuo processo de crescimento e expansão da metrópole fluminense associado a crescente valorização do solo urbano, sobretudo na Zona Sul e no Centro, fez com que algumas empresas encerrassem suas atividades ou ainda buscassem se instalar em bairros mais afastados do centro de desenvolvimento da cidade, tais como: “[...] Bangu, Jacarepaguá, Recreio, Santa Cruz, Guaratiba.”, segundo Almeida & Porto Junior (2012, p. 12). Ainda de acordo com Almeida & Porto Junior (2012), ao se deslocarem para áreas até então não urbanizadas da cidade, algumas pedreiras decidiram por manter seus nomes originais, como foi o caso da pedreira Copacabana ou ainda de sua vizinha, a pedreira Tamoios (originalmente implantada na zona da Leopoldina), ambas deslocadas para o bairro de Curicica, em Jacarepaguá.

No entanto, Almeida & Porto Junior (2012) ressaltam que alguns empreendimentos buscaram se estabelecer em cidades adjacentes da RMRJ, como por exemplo: Itaboraí, Niterói, São Gonçalo, Magé, Itaguaí, Nova Iguaçu, já que eram zonas afastadas da malha urbana e cujos terrenos possuíam pouco valor de mercado, possibilitando, desse modo a permanência da atividade de exploração mineral sem que provocassem inúmeros conflitos e impactos (ruídos, poeira, trepidação entre outros) para a comunidade local, gerados durante o processo de extração de brita, ocasionando assim o direcionamento destas atividades para outras zonas fora do município do Rio de Janeiro.

Conforme destacado por Heilbron et al. (2016), atualmente, o município de Magé, localizado na Baixa Fluminense, tem despontado como um novo polo produtor de brita, cujo

objetivo é abastecer as cidades situadas nos limites da RMRJ. Na área em questão existem alguns empreendimentos de grande porte, formados pelas empresas Holcim e Convem que apresentam métodos de lavras considerados mais adequados e racionais.

Porém, não se pode ignorar o fato de que a Cidade do Rio de Janeiro, assim como em outros municípios, como por exemplo, Itaguaí, Nova Iguaçu, São Gonçalo, Seropédica, têm-se importantes locais de produção de brita e que ainda encontram-se em plena atividade, atendendo a demanda do mercado consumidor do Estado do Rio de Janeiro, mesmo diante da forte pressão imposta pelas comunidades vizinhas e também pelos órgãos ambientais de fiscalização que vislumbram a paralisação ou encerramento das atividades nessas cidades.

## **2.5 Os principais bens minerais do Estado do Rio de Janeiro**

O Rio de Janeiro apresenta uma expressiva produção de recursos minerais não-metálicos, sobretudo daqueles materiais que são empregados na construção civil e na indústria de transformação, como é o caso da areia, brita, calcário, argila, saibro, das rochas para revestimentos ornamentais, assim como a produção de águas minerais.

No entanto, o principal produto fluminense está em suas grandes reservas de petróleo e gás natural, localizadas principalmente na Bacia de Campos, no litoral Norte do Estado. Além disso, há também a exploração de outras substâncias, com destaque para a produção de migmatito e ilmenita (minério de titânio) que segundo o DRM (2024) apresentaram considerável aumento na arrecadação da Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM), em relação ao ano de 2023, permitindo assim inferir que houve um incremento na extração e beneficiamento dessas substâncias.

Ao se observar a estrutura geológica do território fluminense é possível perceber que aproximadamente 80% de sua área é formada por vários tipos de litologias, sendo os depósitos de granitos e gnaisses os mais abundantes e de boa qualidade (figura 4).

As principais litologias que compõem esses terrenos geológicos são granitoides, gnaisses (diversos), sienitos, migmatitos, charnoquitos, granulitos, entre outros. Essas rochas também podem ser utilizadas para extração de rochas ornamentais ou revestimentos, porém a presença de descontinuidades (planos de falhas e fraturas), devido a diversos eventos tectônicos ocorridos no passado geológico, impedem a utilização destas rochas para tais fins em muitos afloramentos rochosos. Desta forma

seu aproveitamento econômico se dá principalmente para a produção de brita e suas derivações (areia de brita, pedrisco, etc.) (GUIMARÃES, 2012, p. 69).

Por serem rochas que apresentam alta resistência mecânica, baixa porosidade, composição mineralógica favorável e ausência de minerais de alteração, são frequentemente empregadas como insumos pela construção civil, já que possuem as especificações técnicas necessárias para garantir a durabilidade das estruturas, assim como evitar a ocorrência de rupturas nas obras.

O Estado do Rio de Janeiro é formado por litologias que apresentam estruturas cristalinas, favorecendo desse modo o fornecimento de matéria-prima para a produção de brita, recurso imprescindível para criação de equipamentos de infraestrutura urbana que são indispensáveis ao bem-estar e qualidade de vida da população. Essa disponibilidade de materiais viabilizou o surgimento de um parque produtor formado por empresas de diversos tamanhos, contudo, há o predomínio de unidades de produção de médio e pequeno porte, que ainda são controladas por grupos familiares, conforme indicado nos dados cadastrados no Anuário Mineral Brasileiro Interativo (AMBI, 2024).

Porém, cabe destacar que nos últimos anos este setor vem apresentado mudanças significativas em seu perfil, pois como aponta Parente et al. (2014, p. 85) “[...] grandes grupos empresariais estão entrando neste setor da economia do Estado do Rio de Janeiro.”, uma vez que o “[...] aumento da demanda por rochas britadas, exige altos investimentos na modernização das unidades de produção.”. Com isso, as empresas apresentam um caráter mais empresarial, ligadas sobretudo a grupos produtores de cimento/concreto e a construtoras que vão se expandindo, passando a funcionar de maneira verticalizada.

Para o Departamento de Recursos Minerais (DRM, 2024) há o cadastro de 65 empresas de extração de brita em todo Estado do Rio de Janeiro. Desse total, apenas 55 encontram-se em operação, conforme consta no AMBI (2024).

Segundo Guimarães (2012), a capacidade instalada do parque produtor de brita no Estado, era equivalente a 31.000.000 t/ano. Por isso, de acordo com os registros do AMBI (2024) referentes ao ano de 2023 a produção beneficiada total de rochas britadas correspondeu a 20.211.955,99 t, já a comercializada foi de 19.921.975,46 t, e que gerou uma receita estimada no valor de R\$ 1.086.990.519,13 para o Estado e uma arrecadação total através da CFEM no valor de R\$ 6.530.628,00.



Mesmo diante desse cenário, a produção de rocha britada não é uma atividade que se encontra disseminada por todo território fluminense, já que se restringe a somente 34 dos 92 municípios que compõem o Estado, DRM (2024). Já no contexto regional, observa-se que das 8 regiões de governo (Metropolitana, Norte Fluminense, Médio Paraíba, Baixadas Litorâneas, Serrana, Norte Fluminense, Centro Sul e Costa Verde), a Região Metropolitana é a que apresenta maior concentração de empresas, com destaque para as cidades do Rio de Janeiro, São Gonçalo e Seropédica, com 5 mineradoras cada; o município de Magé com 3 empresas; Duque de Caxias e Nova Iguaçu com 2 empreendimentos, conforme registro no AMBI (2024).

No que diz respeito a média de preços, diferentemente dos demais bens obtidos pela indústria extrativa mineral, a brita não ostenta valores expressivos, por isso, de acordo com os dados do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI, 2024)<sup>2</sup>, percebe-se que o preço cobrado pelo metro cúbico (m<sup>3</sup>) deste produto apresenta oscilação entre os diversos Estados e regiões metropolitanas do país, conforme demonstrado no quadro 7.

Quadro 7 – Preço médio da brita/m<sup>3</sup> nos principais Estados produtores

PREÇO MEDIANO DOS INSUMOS							
Descrição do Insumo	Estados						
	MG	SC	BA	RJ	RS	SP	PR
Pedra britada Nº 0	R\$ 147,43	R\$ 129,20	R\$ 128,66	R\$ 126,33	R\$ 96,95	R\$ 80,96	R\$ 75,80
Pedra britada Nº 1	R\$ 127,69	R\$ 111,91	R\$ 111,44	R\$ 109,42	R\$ 83,97	R\$ 70,13	R\$ 65,65
Pedra britada Nº 2	R\$ 128,37	R\$ 112,50	R\$ 112,03	R\$ 110,00	R\$ 84,42	R\$ 70,50	R\$ 66,00
Pedra britada Nº 3	R\$ 120,62	R\$ 105,71	R\$ 105,27	R\$ 103,36	R\$ 79,32	R\$ 66,24	R\$ 62,01
Pedra de mão ou pedra rachão para arrimo/fundação	R\$ 120,03	R\$ 105,19	R\$ 104,75	R\$ 102,85	R\$ 78,93	R\$ 65,91	R\$ 61,71

Fonte: CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, mês de referência julho de 2024. Adaptado pelo autor, 2024.

Com isso, verifica-se que dentre aqueles Estados que são considerados os maiores produtores de brita, segundo o AMBI (2024), Minas Gerais e Santa Catarina são os que possuem os maiores valores praticados sobre a rocha britada. Enquanto São Paulo e o Paraná, despontam como aqueles Estados em que são registrados os menores valores cobrados pelo

<sup>2</sup>O SINAPI é um sistema elaborado conjuntamente pelo IBGE e pela CAIXA, e é responsável pela divulgação mensal de custos e índices da construção referentes a todas as unidades da federação.

insumo, quando comparados aos demais. Já o Rio de Janeiro, é o 4º Estado com a brita mais cara entre os principais produtores. Logo, essa diferenciação ocorre em razão de alguns fatores, tais como: a disponibilidade/oferta do produto, o total de insumos produzido mensalmente, a localização da área fornecedora em relação ao mercado consumidor, o número de empresas que estão em funcionamento, além do índice de inflação que incide sobre os produtos e serviços que são consumidos pela população.

Assim, na maior parte dos casos, por uma questão de logística as pedreiras buscaram se estabelecer bem próximo aos mercados consumidores, visto que a brita é um insumo que não gera muito lucro, já que as despesas com o frete representam um custo importante na composição do preço final desse agregado.

A proximidade de pedreiras de centros habitados é uma decorrência natural da forte influência do custo dos transportes no preço final do produto. Isso ocorre, principalmente, com os agregados, devido ao seu baixo valor unitário. Os fatores geológicos ligados à localização natural da jazida e ao grande volume das reservas, proporcionando longa vida útil aos empreendimentos, são fatores rígidos e imutáveis que impedem a mudança das áreas de extração. (BACCI et al., 2006, p. 48).

Portanto, de acordo com Bacci et al. (2006, p. 48) nos últimos anos, observa-se que nos grandes centros urbanos do país “[...] o crescimento desordenado e a falta de planejamento urbano facilitaram a ocupação de regiões situadas nos arredores das pedreiras, provocando o fenômeno de 'sufocamento' das mesmas, e originando um quadro crescente de conflitos sociais.”. Por isso, atualmente, a tendência é que essas mineradoras encerrem suas atividades antes mesmo do fim da sua vida útil, uma vez que a sua permanência no entorno dos sítios densamente ocupados provoca diversos impactos e transtornos à população, tornando assim inviável a continuação da atividade de exploração.

A solução para este problema não é fácil, tampouco rápida, uma vez que exigiria a participação dos diversos atores envolvidos nesta problemática. Neste caso, caberia ao poder público (União, Estados e Municípios) a tarefa de montar uma comissão permanente, com a participação dos representantes do setor da mineração, os órgãos ambientais, assim como entidades coletivas das comunidades atingidas pela atividade de mineração, com objetivo de buscarem em conjunto possíveis soluções para a permanência das atividades exploratórias, e ao mesmo tempo o respeito a legislação ambiental e o cuidado para com as comunidades situadas próximas as áreas de mineração.

A criação de novas áreas nas cidades voltadas para as atividades de extração de bens minerais seria uma possível alternativa a ser implementada. Entretanto, deve-se frisar que o

poder público precisaria controlar a ocupação desordenada dessas áreas, como forma de evitar o surgimento de novos conflitos no futuro, provocados pelo incômodo da atividade mineral.

## 2.6. O meio ambiente e a mineração de brita

É sabido que a exploração de brita, assim como diversas atividades econômicas são capazes de provocar uma série de impactos ao meio ambiente. Por conta disso, os debates envolvendo as questões ambientais ganharam notoriedade apenas há algumas décadas, principalmente a partir do momento em que houve uma maior conscientização por parte de alguns segmentos da sociedade, assim como pelos governos de vários países, sobretudo daqueles situados no Hemisfério Norte.

Inicialmente o objetivo era suscitar a reflexão acerca das possíveis medidas a serem adotadas, visando a proteção e conservação do meio ambiente, além de propor soluções para o uso racional dos recursos naturais, a fim de atender as demandas das gerações futuras. Com isso, percebeu-se que não apenas os problemas ambientais eram reais como também não respeitavam fronteiras, ou seja, dependendo da abrangência e da magnitude de determinado evento, as consequências poderiam afetar algumas nações vizinhas ou até mesmo o mundo inteiro, indicando o quanto todos estavam interligados e vulneráveis, por esse motivo houve a necessidade de se criarem dispositivos legais que pudessem minimizar os efeitos dos impactos ambientais.

A mundialização da questão ambiental teve início com a 1ª Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente realizada em junho de 1972, em Estocolmo, movida pela degradação ambiental em todo o mundo (países desenvolvidos e periféricos) que se refletia em uma poluição industrial, exploração de recursos naturais, deterioração das condições ambientais e problemas sanitários, déficit de nutrição e aumento da mortalidade. Problemas como efeito estufa e aquecimento global, chuva ácida e aparecimento de buracos na camada de ozônio são efeitos do processo de industrialização e da vida urbano-industrial (GUERRA & CUNHA, 2009, p. 340).

O impacto ambiental pode ser descrito de diversas maneiras, porém, percebe-se que os principais autores apresentam um viés teórico consonante, por exemplo, Sánchez (2013, p. 34) o define como “[...] alteração da qualidade ambiental que resulta da modificação de processos naturais ou sociais provocada por ação humana.”, enquanto Moreira (1992, p. 113) afirma que é “qualquer alteração no meio ambiente em um ou mais de seus componentes,

provocada por uma ação humana.”. Segundo Wathern (1988, p. 7) representa “a mudança em um parâmetro ambiental, num determinado período e numa determinada área, que resulta de uma dada atividade, comparada com a situação que ocorreria se essa atividade não tivesse sido iniciada.”, ao passo que Westman (1985, p.5) classifica como sendo “o efeito sobre o ecossistema de uma ação induzida pelo homem.”.

No caso do Brasil as preocupações ambientais se mantiveram fortemente estimuladas pelos movimentos ecológicos internacionais, mas também motivados por uma maior conscientização da sociedade acerca da realidade política, social e econômica da nação. Estes fatores passaram a se refletir efetivamente no país no início da década de 1980, através da criação do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que visava estabelecer as bases para a conservação dos recursos naturais e os instrumentos de gestão ambiental, conforme demonstrado por Ross (2009):

Na década de 80, o governo federal instituiu a Lei 6938/81, sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, que estabelece os princípios, os objetivos e o sistema nacional do meio ambiente. É criado o CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, que tem como atribuições estabelecer normas e critérios para licenciamento de atividades poluidoras, determinar a realização de estudos alternativos e das conseqüências de projetos públicos e privados, entre outros (ROSS, 2009, p. 299).

Do ponto de vista legal, existe a Resolução Nº 001/86 do CONAMA, que em seu artigo 1º conceitua o impacto ambiental como:

[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, diretamente ou indiretamente, afetam: (I) a saúde, a segurança e o bem-estar da população; (II) as atividades sociais e econômicas; (III) a biota; (IV) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; (V) a qualidade dos recursos ambientais (CONAMA, 1986, p. 636).

Segundo Bacci et al. (2006) os problemas ambientais que estão associados de modo geral, às diversas fases de exploração dos bens minerais, referem-se ao processo de abertura da cava (retirada da vegetação, escavações, movimentação de terra e a modificação da paisagem local), ao uso de explosivos no desmonte dos blocos de rochas (sobressão atmosférica, vibração do terreno, ultralaçamento de fragmentos, gases, material particulado e ruído), ao transporte e beneficiamento do minério (geração de poeira e ruído), onde todos esses fatores afetariam os bens de uso comum, tais como a água, o solo e o ar, além do incômodo à população local (quadros 8 e 9).

Quadro 8 - Principais impactos ambientais da atividade de lavra a céu aberto

ATIVIDADES	ASPECTOS	IMPACTOS
Decapeamento, envolvendo remoção da cobertura superficial, deterioração da cobertura vegetal e a formação de pilhas de solo	Erosão, movimentação de terra e assoreamento de córregos, alteração da paisagem, flora e fauna locais	Esgotamento de recurso natural
		Afugentamento da fauna
		Modificação e destruição da vegetação nativa
Perfuração das bancadas	Geração de ruído e poeira	Poluição sonora
		Perturbação das vizinhanças e exposição ocupacional dos trabalhadores
Carregamento dos furos com explosivos	Utilização de equipamento de proteção (máscara, luvas, botas, protetor de ouvidos)	Diminuição dos riscos de acidentes e da exposição ocupacional dos trabalhadores
	Possibilidade de acidentes	Explosão, riscos de vida
	Bom conhecimento geológico-estrutural da jazida e da área de exploração	Redução de impactos ambientais
Desmonte das bancadas com detonação dos explosivos	Treinamento e capacitação dos técnicos	Redução de riscos de acidentes
	Geração e propagação de ondas sísmicas no terreno e no ar (vibração e sobrepressão atmosférica)	Riscos de danos a construções civis, desconforto à população vizinha, riscos de incidentes e de vida
	Ultrançamento de fragmentos	Riscos de danos a construções civis e riscos a vida humana
	Geração de ruídos, fumos e gases	Poluição sonora Desconforto à população e riscos de incidentes e intoxicação
	Escorregamentos de taludes fora do setor de desmonte	Riscos de acidentes
Armazenagem de explosivos e acessórios de detonação	Dimensionamento correto das cargas explosivas e dos parâmetros do plano de fogo (perfuração, carregamento, amarração dos furos, limpeza da face, tempos de retardo etc.)	Redução das vibrações e da sobrepressão atmosférica, não ocorrência de ultralanchamentos, diminuição dos gases, além do fraturamento ideal das rochas
	Risco de explosão	Perdas materiais e de vidas, poluição do ar
Monitoramento ambiental	Eficiência no armazenamento	Redução de riscos de acidentes
	Controle dos níveis de poluição respeitando aqueles estabelecidos pelas normas técnicas e legais	Redução das emissões, minimização dos impactos potenciais
Carregamento e transporte do minério até a britagem	Geração de poeira e ruído e emissão de gases	Poluição do ar e sonora; desconforto aos trabalhadores da mina

ATIVIDADES	ASPECTOS	IMPACTOS
	Vazamentos de óleo/combustíveis/graxas das máquinas	Comprometimento do solo e das águas superficiais
Abertura de novas vias de acesso na cava	Processos erosivos e assoreamento dos cursos d'água	Comprometimento dos recursos naturais
	Geração de ruído e emissão de gases produzidos pelas máquinas	Desconforto aos trabalhadores Poluição do ar e sonora
	Vazamento de óleos/combustíveis/graxas das máquinas	Comprometimento do solo e das águas superficiais
Drenagem da cava	Geração de efluente, aporte de sedimentos para os cursos d'água	Contaminação das águas superficiais Comprometimento dos recursos naturais superficiais
	Consumo de energia	Utilização de recursos naturais
Umidificação das vias de acesso	Consumo de água	Utilização de recursos naturais
		Redução da suspensão das partículas

Fonte: BACCI et al., 2006.

Quadro 9 - Principais impactos associados ao processo de beneficiamento da brita

ATIVIDADES	ASPECTOS	IMPACTOS
Descarregamento do minério	Geração de poeira e ruído	Poluição do ar e sonora, desconforto aos trabalhadores
Britagem da rocha	Geração de poeira e ruído	Poluição do ar e sonora, riscos de doenças pulmonares e desconforto aos trabalhadores
	Riscos de acidentes	Perdas de vida e materiais
	Consumo de energia	Utilização de recursos naturais
	Vibração dos equipamentos	Perdas de rendimento
Umidificação das correias transportadoras	Consumo de água	Utilização de recursos naturais, eventuais acidentes, redução da suspensão das partículas
Transferência de materiais	Escape/perda de material	Riscos de acidentes, conforme o diâmetro do minério
	Geração de poeira e ruído	Poluição do ar, sonora, desconforto aos trabalhadores
Estocagem do produto	Geração de ruído, poeira e emissão de gases produzidos pelas máquinas	Poluição do ar e sonora, intoxicação por gases

ATIVIDADES	ASPECTOS	IMPACTOS
	Perdas de material	Contaminação das águas superficiais e assoreamento de córregos próximos

Fonte: BACCI et al., 2006.

Desse modo, pode-se dizer que o impacto ambiental é o resultado de uma ação humana capaz de promover qualquer modificação ao meio ambiente, seja através da sua natureza positiva e/ou negativa, oriundas de atividades, produtos ou serviços de uma organização. No caso da exploração de brita, por serem atividades que se desenvolvem próximas às cidades, as operações necessárias para a realização da mineração associadas ao trabalho humano provocam diversas alterações ao meio natural.

Portanto, a avaliação dos impactos ambientais torna-se uma tarefa tão importante, pois tem por objetivo identificar as causas (hipóteses) e consequências (impactos) decorrentes da implantação de um empreendimento que se pretende instalar sobre os diversos componentes do meio ambiente. Para isto, é imprescindível que se faça o levantamento dos danos causados, com intuito de criar programas de acompanhamento e monitoramento dos impactos identificados com objetivo de diminuir o impacto negativo e sua gravidade.

## 2.7. O descomissionamento de áreas de mineração de brita

De acordo com a legislação brasileira, para que um empreendimento minerário obtenha as licenças ambientais necessárias (Licença Prévia, Licença de Instalação e Licença de Operação), e assim possa dar início às suas atividades, é imprescindível que antes seja elaborado alguns estudos de caráter ambiental. Dentre eles podem-se destacar: o Estudo de Impacto Ambiental (EIA), o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), o Plano de Controle Ambiental (PCA) ou ainda o Relatório de Controle Ambiental (RCA). Esses documentos são importantes instrumentos técnicos que têm como objetivo mensurar os impactos relacionados ao desenvolvimento de determinadas atividades econômicas, assim como propor medidas de mitigação, compensação e de monitoramento, a fim de reparar ou minimizar os danos causados ao meio ambiente.

Assim como os estudos de viabilidade ambiental, o empreendedor também fica obrigado a submeter o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) acompanhado

do(s) respectivo(s) estudo(s) ambiental(is), conforme previsto na legislação brasileira (EIA, RIMA, PCA, RCA, entre outros). A depender do tipo de atividade, a situação da área onde se insere o empreendimento e/ou a correspondente capacidade de suporte do meio ambiente, haverá a dispensa ou substituição por outros estudos ambientais mais específicos, conforme indicação pelo órgão ambiental competente, com objetivo de que seja feita a devida análise, avaliação e concessão da(s) respectiva (s) licença(s), de acordo com cada caso.

Segundo Bitar e Vasconcelos (2003, p. 114) o PRAD consiste em um “[...] instrumento técnico-gerencial e legal que estabelece o conjunto de métodos e técnicas aplicáveis à contenção da degradação em cada área específica, bem como à preparação para um novo uso, após o término da atividade extrativa [...]”, ou seja, o proprietário torna-se responsável pela execução da recuperação do meio ambiente degradado ao final da vida útil da mina, de modo que haja “[...] compatibilidade entre o uso futuro da área e os instrumentos de planejamento municipal (Plano Diretor, zoneamento, lei de uso do solo, vetores de urbanização, definição de áreas públicas, áreas protegidas, entre outros).”, conforme indica Bitar e Vasconcelos (2003, p. 111).

O planejamento do RAD e do fechamento de uma mina pressupõe que a mineração é uma forma temporária de uso do solo e que, ao término das atividades, as áreas afetadas devem estar aptas para alguma forma de uso sustentável. No entanto, não se espera que sejam estabelecidas condições similares àquelas que procedem a atividade mineira, embora este possa, ocasionalmente, ser o objetivo de recuperação. Na maioria das vezes, o planejamento deverá trabalhar com os novos ambientes criados pela mineração, procurando tanto adaptar o novo uso da área às restrições decorrentes das características dos novos ambientes (por exemplo, os taludes e bermas de pilhas de estéril) quanto considerar usos adequados às aptidões e potencialidades do novo ambiente (por exemplo, o corpo d’água resultante da inundação da cava) (NERI E SANCHEZ, 2012, p. 17).

A determinação para que seja feito o PRAD e a Recuperação de Áreas Degradadas (RAD) também deve ser aplicada a todos àqueles empreendimentos que já possuíam a concessão de lavra e estavam em atividade antes mesmo da promulgação da Constituição Federal. Conforme prevê o artigo 225, parágrafo 2º “aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei.”, exigindo das mineradoras a recuperação ambiental daquelas áreas comprometidas por atividades extrativas. Segundo Almeida (2016, p. 141) nesse plano devem conter “[...] informações, diagnósticos, levantamentos e estudos que permitam a avaliação da degradação ou alteração e a consequente definição de medidas adequadas à recuperação da área.

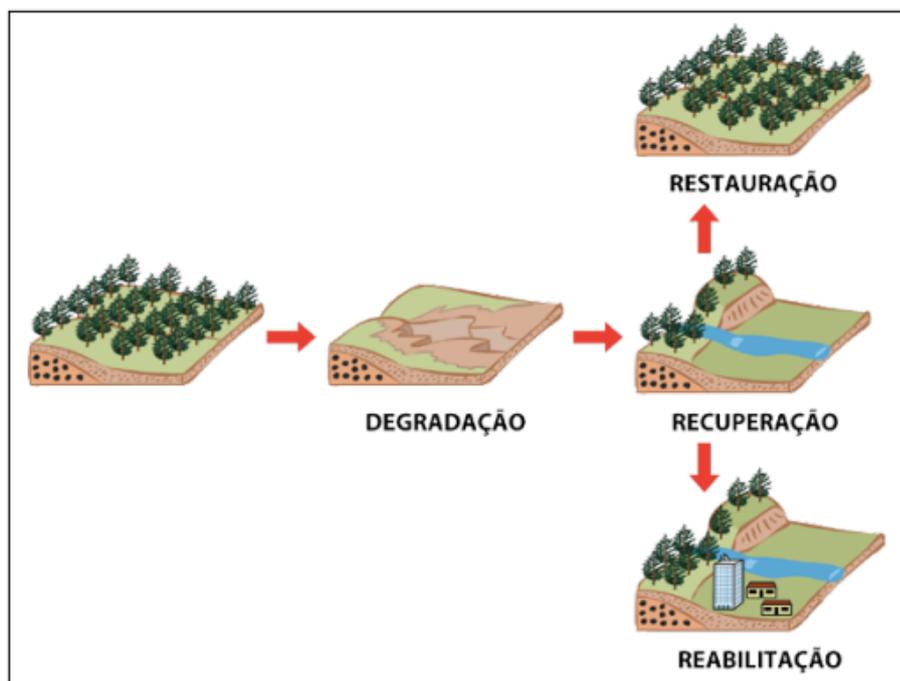
No entanto, Oliveira Junior (2006) salienta que a recuperação das áreas degradadas deve ser implementada ainda durante a vida útil dos empreendimentos, pois assim ao final das operações os custos serão menores, assim como a área a ser recuperada será reduzida. Contudo, muitas mineradoras executam a recuperação ao final das operações, em um momento em que as empresas estão descapitalizadas. Com isso, essas mineradoras adotam medidas mais simples ou acabam abandonando as áreas, sem realizarem qualquer tipo de recuperação/reabilitação.

### 2.7.1 Degradação, Recuperação, Reabilitação e Restauração

Um dos princípios fundamentais estabelecidos pela Constituição Federal (CF, 1988) brasileira, e que nos últimos anos vem ganhado notoriedade, sem sombra de dúvidas é o capítulo VI intitulado: do Meio Ambiente, no qual o artigo 225 é bem específico ao assegurar que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.” Partindo desse pressuposto, o poder público através das diferentes esferas (municipal, estadual e federal) é o responsável por garantir àqueles locais em que houve algum tipo de intervenção (impacto) ambiental, o retorno ao seu estado anterior, de modo a restabelecer o equilíbrio e assim assegurar a preservação do ambiente.

Antes de sofrer qualquer tipo de perturbação ou degradação, o meio ambiente encontra-se em um estágio de equilíbrio. Porém, a partir do momento em que se inicia o processo de exploração dos recursos naturais em determinada área, inevitavelmente o ambiente, assim como todos os seres vivos passam a ser afetados, de modo que para se restabelecer esse equilíbrio é necessário que se promova uma intervenção planejada, neste caso a recuperação da área degradada. Por isso, para que se possa compreender quais são os possíveis processos pelos quais antigas áreas de mineração podem passar no decorrer ou ao final de sua vida útil, se faz necessário o entendimento prévio acerca de alguns conceitos básicos, tais como os de degradação, recuperação, reabilitação e restauração (figura 5) e que servirão como balizadores para diversos trabalhos relacionados à RAD.

Figura 5 - Os possíveis estágios de uma área após sofrer um processo de degradação ambiental



Fonte: BITAR & BRAGA, 1995.

O termo degradação ambiental apresenta conotação negativa e quase sempre está vinculado a ações que resultem em uma mudança artificial ou perturbação, em que o ser humano é o principal agente causador. Raramente este conceito é utilizado para se referir aos processos ou fenômenos naturais, pois como destaca Johnson et al., (1997, p. 583) *apud* Sánchez (2013, p. 27) os “[...] processos naturais não degradam ambientes, apenas causam mudanças [...]”.

Ao longo de milhares de anos o ser humano tem sido capaz de intervir e transformar as paisagens naturais seja através da supressão da vegetação que recobre as áreas de morros, maciços e encostas, e que tem levado a conseqüente expulsão da fauna local ou ainda através da remoção da camada superficial de solos, sobretudo onde se concentram os horizontes mais férteis, assim como a extração de rochas, dando origem a novas formas de relevos. Portanto, todas essas ações acabam por levar ao esgotamento e/ou deterioração dos recursos naturais, por isso, autores como Willians et al. (1990), Guerra & Guerra (2008) e Sánchez (2013) vão conceituar o processo de degradação ambiental da seguinte maneira:

A degradação de uma área ocorre quando a vegetação nativa e a fauna forem destruídas, removidas ou expulsas; a camada fértil do solo for perdida, removida ou alterada; e a qualidade e regime de vazão do sistema hídrico for alterado. A degradação ambiental ocorre quando há perda de adaptação às características físicas, químicas e biológicas e é inviabilizado o desenvolvimento sócio-econômico (WILLIANS et al, 1990, p. 13).

É a degradação do meio ambiente causada pelo homem, que, na maioria das vezes, não respeita os limites impostos pela natureza. A degradação ambiental é mais ampla que a degradação dos solos, mas também a extinção de espécies vegetais e animais, a poluição de nascentes, rios, lagos e baías, o assoreamento e outros impactos prejudiciais ao meio ambiente e ao próprio homem (GUERRA & GUERRA, 2008, p. 184).

Assim, degradação ambiental pode ser conceituada como qualquer alteração adversa dos processos, funções ou componentes ambientais, ou como uma alteração adversa da qualidade ambiental. Em outras palavras, degradação ambiental corresponde a impacto ambiental negativo (SÁNCHEZ, 2013, p. 27).

Um empreendimento mineral que se encontra completamente degradado, pode tornar-se um ambiente em que suas características físicas, químicas e biológicas sejam retomadas. Mas para que tal ação ocorra, é necessário ter a garantia de que durante toda a fase de operação da mina a empresa coloque em prática o conjunto de métodos e técnicas de recuperação ambiental previstos no PRAD, com objetivo de conter o processo de degradação, assim como preparar a área afetada para um possível novo uso produtivo ao final de sua vida útil. Logo, Majer (1989) *apud* Willians et al. (1990) definem o conceito de recuperação ambiental do seguinte modo:

Descreve a recuperação (“reclamation” em inglês) como um termo genérico que cobre todos os aspectos de qualquer processo que visa a obtenção de uma nova utilização para a área degradada. Inclui o planejamento e trabalhos de engenharia, e normalmente, mas nem sempre, processos biológicos. Um exemplo de uma opção não biológica é a permeabilização de uma área minerada para retenção de água para consumo industrial. A opção biológica frequentemente envolve a preparação de um substrato, seguida pela implantação de uma comunidade de plantas, como uma floresta, cultivo de plantas, vegetação nativa, ou simplesmente uma cobertura vegetal que estabilize o terreno (MAJER, 1989, pp. 5, 13, 14 *apud* WILLIANS et al., 1990, p. 13).

Recuperação significa que o sítio degradado será retornado a uma forma e utilização de acordo com um plano restabelecido para uso do solo. Implica que uma condição estável será obtida em conformidade com os valores ambientais, estéticos e sociais da circunvizinhança. Significa, também, que o sítio degradado terá condições mínimas de estabelecer um novo equilíbrio dinâmico, desenvolvendo um novo solo e uma nova paisagem (WILLIANS et al., 1990, p. 13).

Outra possível solução técnica e que frequentemente relaciona-se ao processo de recuperação de áreas degradadas diz respeito a adoção de medidas que sejam capazes de assegurar a reabilitação do sítio degradado, ou seja, que possibilitem o reaproveitamento da área afetada, a fim de atribuir outra função ao ambiente impactado. Por isso, para autores como Majer (1989) *apud* Willians et al. (1990, p. 13) a concepção de reabilitação de uma área degradada consiste basicamente no “[...] retorno do local degradado a um estado biológico apropriado [...]”, onde “[...] este retorno pode significar o uso produtivo da área a longo prazo, tal como a implantação de uma atividade que renderá lucros; ou atividades menos tangíveis

em termos monetários, visando a recreação ou a valorização estético-ecológica.”, conforme indica os autores.

A reabilitação é a modalidade mais frequente de recuperação. No caso de obras de construção civil e de atividades de mineração, esta é a modalidade de recuperação ambiental pretendida pelo regulamentador - no Brasil e em diversos outros países - , ao estabelecer que o sítio degradado deverá ter “uma forma de utilização”. As ações de recuperação ambiental visam habilitar a área para que esse novo uso possa ter lugar. A nova forma de uso deverá ser adaptada ao ambiente reabilitado, que pode ter características bastante diferentes daquele que precedeu a ação de degradação, por exemplo, um ambiente aquático em lugar de um ambiente terrestre, prática relativamente comum em mineração (SÁNCHEZ, 2013, p. 44).

O conceito de restauração também está associado a uma variante da recuperação ambiental. Por isso, de acordo com o disposto na lei nº 9.985 de 18/07/2000, na qual instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), o entendimento de restauração, presente no capítulo I, artigo 2º, parágrafo XIV relaciona-se com a ideia de “restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original”, ou seja, todas aquelas áreas que encontram-se degradadas, sobretudo as de mineração, os empreendedores são obrigados a restaurar o ambiente de modo que tanto o meio físico quanto o biológico possa apresentar as mesmas características ou um cenário que se aproxime do estado de antes da interferência humana. Porém, Willians et al. (1990) chama atenção para o fato de que esta seria uma condição rara ou praticamente impossível de ser atingida, já que na prática a restauração consiste em devolver ao ecossistema a sua estrutura original, função, diversidade e dinâmica, portanto, no geral o que se alcança é a reabilitação do ecossistema.

### 2.7.2 Casos de reabilitação de áreas degradadas por mineração de agregados no Brasil

O processo de exploração de agregados para construção civil provoca inúmeros impactos (positivos e negativos) ao meio ambiente e para a sociedade. Porém, com o avanço nas discussões ambientais no Brasil, intensificadas a partir de meados da década de 1980, houve a criação de diversos dispositivos legais que visavam garantir a implementação de ações, por parte daquelas empresas que provocassem a degradação do meio ambiente,

incluindo-se as pedreiras, que se tornaram responsáveis pela recuperação e/ou reabilitação desses espaços.

Portanto, nesta parte da pesquisa serão apresentados alguns exemplos de áreas que foram utilizadas durante muito tempo para exploração mineral, mas que em razão do encerramento de suas operações, foi possível implementar o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD). Desse modo, ao final do processo de recuperação ambiental, esses antigos espaços de mineração, se tornaram locais em que se desenvolveram novas atividades, evidenciando que é possível transformar antigos sítios degradados em ambientes equilibrados e sustentáveis, onde o meio ambiente e a população sejam os principais beneficiados.

#### 2.7.2.1 Pedreira Paulo Leminski/Teatro Ópera de Arame – Curitiba/PR

O Parque das Pedreiras é uma área que abriga duas das principais atrações turísticas de Curitiba: a Pedreira Paulo Leminski e o teatro Ópera de Arame, ambas localizadas entre os bairros Abranches e Pilzarzinho, na Região Metropolitana da cidade (figura 6). No local onde atualmente funciona esse importante complexo cultural, no passado já abrigou duas antigas e importantes pedreiras: a Municipal e a João Gava, Anepac (2010).

Figura 6 - Vista aérea da Pedreira Paulo Leminski à esquerda e ao lado direito o teatro Ópera de Arame



Fonte: G1, 2022.

Inicialmente, o terreno em que se localizava as pedreiras pertencia a família Gava, que utilizava o espaço para a produção de alimentos e a criação de animais. Entretanto, no final da década de 1920, a família decidiu expandir seus negócios para um novo ramo, neste caso o da mineração, onde teve início o processo de extração de agregados através da abertura de duas frentes de lavra de, sendo uma de gnaiss e a outra de migmatito, na época amplamente utilizados como principal matéria-prima para a pavimentação das ruas em Curitiba, Dias (2005).

Dos anos 1920 ao início dos 1980, as pedreiras eram a principal referência da região do Pilarzinho, Abranches, Vista Alegre. Assim como são hoje os parques criados a partir delas, como o Tanguá, Ópera de Arame, Universidade do Meio Ambiente, Bosque Vista Alegre. As pedras tiradas durante décadas dos enormes paredões estão hoje em milhares de casas, praças e de ruas curitibanas.

Uma das famílias que se destacaram no ofício de extrair pedras para uso nessas construções foi a Gava. Então, a partir dos anos 20, a família começou a extração de pedras que seguiria ininterruptamente por mais de meio século, ajudando a construir uma nova Curitiba. (DIAS, 2005, p. 160)

A partir da década de 1940, a prefeitura arrendou uma parte da pedreira do Gava, tornando-a municipalizada, com objetivo de manter o processo de exploração mineral e assim garantir insumos necessários para a expansão da infraestrutura urbana, além de fornecer brita para a usina de asfalto da cidade. Por isso, no “[...] auge de sua produção a pedreira Municipal chegou a produzir anualmente 150.000 m<sup>3</sup> de brita com cerca de 200 operários distribuídos entre a pedreira e a usina de asfaltos.” (Anepac, 2010, p. 43).

Após 40 anos de atividade na região, a pedreira Municipal foi desativada em 1980, entretanto, a usina de asfalto manteve as suas operações, de modo que só concluiu os trabalhos no ano de 1989. Dentre os fatores que contribuíram para o seu fechamento estão: o crescimento da cidade no entorno da pedreira, os diversos conflitos com a vizinhança em razão dos transtornos e incômodos provocados pelas operações da lavra, além do esgotamento da jazida.

Com o encerramento das atividades no local, o arquiteto e prefeito à época Jaime Lerner, pôde colocar em prática a ideia de transformar aquela paisagem degradada em um grande auditório a céu aberto. Por isso, em 30 de setembro de 1990, foi inaugurada a primeira etapa das obras do complexo cultural Paulo Leminski.

A ideia de se utilizar a Pedreira Municipal como local para espetáculos musicais ao ar livre surgiu nos anos 70. Em 30 de janeiro de 1974, como parte do VII Festival de Música de Curitiba, a Orquestra Sinfônica Brasileira, regida pelo maestro Isaac Karabitchewski, realizou um concerto improvisado no local, que não oferecia ao público nenhuma comodidade. Segundo jornais da época, o maestro aprovou

entusiasticamente a acústica do local. Em 1979, a pedreira foi considerada sítio de valor histórico e sentimental a ser preservado e começou-se a pensar em sua desativação, já que começava a tornar-se incompatível seu funcionamento com as características residenciais que o bairro do Pilarzinho estava tomando.

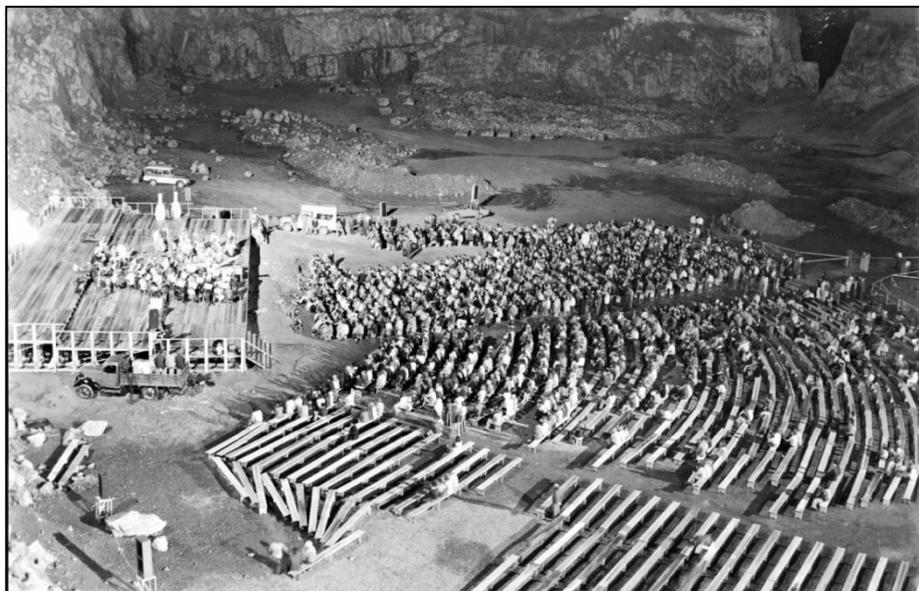
Em 1989, o Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba elaborou o anteprojeto do Parque das Pedreiras, prevendo um auditório natural circular, formado pela parede de 30 metros de altura da pedreira, para espetáculos para 10.000 pessoas sentadas ou 30.000 em pé, além de obras de paisagismo e de infraestrutura, como sanitários, lojas, restaurantes e lanchonetes.

Em 24 de agosto de 1989, data em que se comemoraria o aniversário do poeta Paulo Leminski, falecido pouco tempo antes, em 7 de junho de 1989, realizou-se um espetáculo organizado por seus amigos e parceiros, como homenagem póstuma ao poeta curitibano que vivera parte de sua vida na região.

Em 30 de setembro de 1990, com a realização de grande show musical, foi entregue à população o Espaço Cultural Paulo Leminski, com a inauguração da primeira etapa das obras. (ANEPAC, 2010, p. 43)

A pedreira Paulo Leminski foi projetada para receber um público de aproximadamente 20 a 30 mil pessoas, em uma área de 103.500 m<sup>2</sup>, por isso, de acordo com a empresa responsável pelo gerenciamento e administração do espaço, a pedreira é considerada o maior palco para espetáculos ao ar livre da América Latina (figuras 7 e 8). Desde então, o local foi recuperado e reabilitado, de modo que se tornou uma das principais opções para realização de grandes espetáculos na capital curitibana.

Figura 7 - Realização de um concerto experimental na antiga Pedreira Municipal, no final da década de 1980



Fonte: GAZETA DO POVO, 2019.

Figura 8 - Pedreira Paulo Leminski sediando evento após o processo de recuperação da área



Fonte: BEM PARANÁ, 2023.

Ao lado da Pedreira Paulo Leminski, havia também a pedreira João Gava que encerrou suas atividades no ano de 1987. Contudo, somente após a desapropriação do terreno pela prefeitura de Curitiba em 1991 é que foi possível iniciar a implementação de outro importante projeto, neste caso, a construção do teatro Ópera de Arame, Anpeac (2010).

A ideia de se construir a Ópera de Arame surgiu a partir da necessidade percebida pelo prefeito de Curitiba, Jaime Lerner, em erguer um espaço coberto para a realização de apresentações artísticas na cidade, já que muitos eventos culturais estavam sendo impactados por causa das condições climáticas (frio ou chuva), que assolavam a região Sul do país, no início da década de 1990, Dias (2005). Foi então que a equipe de Lerner, ao pesquisar possíveis locais para a construção de um espaço protegido, pensou na possibilidade de realizar a obra no terreno da antiga pedreira da família Gava, e que se encontrava abandonado e coberto por vegetação nativa.

No entanto, Dias (2005) menciona que o grande desafio encontrado em relação à construção do teatro Ópera de Arame era erguer um edifício que não entrasse em conflito com o ambiente ao redor, mas que fosse capaz de transmitir a beleza das árvores e da pedreira que ficavam do lado de fora para dentro. Por isso, o arquiteto Domingos Bongestabs concebeu uma estrutura circular, feita com tubos de aço e vidro, que se integra à paisagem e permite a entrada de luz natural.

A Ópera de Arame foi projetada e construída numa área remanescente da exploração de uma pedreira, e que estava em avançado estado de abandono. Esta obra, além de recuperar o local transformando-o num conjunto, obra e sítio, de rara beleza, comprovou com maestria o que a arquitetura, quando projetada com criatividade, senso de lugar e conhecimento tecnológico, pode fazer para transformar uma área deteriorada num espaço marcante para a cidade. DIAS, 2005, p. 166

A Ópera de Arame é cercada por um lago de 50m por 150m, resultado da drenagem da frente de lavra superior. Este conjunto tornou-se um exemplo nacional de aproveitamento de áreas de mineração desativadas em zona urbana. A utilização para fins culturais, além de uma destinação nobre, pode resultar em grande eficiência, pois as pedreiras oferecem bom resultado acústico em apresentações de música. (LICCARDO et al., 2008, p. 80)

Segundo Dias (2005, p.166) o teatro foi “[...] inaugurado em 19 de março de 1992 [...]”, tendo sua construção ocorrido em “[...] apenas 75 dias [...]”, onde sua estrutura foi toda planejada para ser “[...] semelhante à Ópera de Paris.”. Ainda de acordo com a referida autora, a rapidez na construção tinha uma justificativa, neste caso a obra deveria ficar pronta a tempo de receber a 1ª edição do Festival de Teatro de Curitiba, ocorrido naquele ano (figuras 9 e 10). Assim, este evento passou a integrar o calendário anual de atividades culturais da cidade.

Figura 9 – Montagem da estrutura metálica do teatro Ópera de Arame



Fonte: ÓPERA DE ARAME, 2024.

Figura 10 – Vista do lago e da entrada principal do teatro Ópera de Arame



Fonte: O autor, 2024.

Desde então, a Ópera de Arame se tornou um dos pontos turísticos mais visitados de Curitiba, em razão da sua arquitetura moderna e sua estrutura inovadora. Além disso, é também o principal palco para espetáculos de teatro, dança e apresentações musicais de Curitiba.

#### 2.7.2.2 Parque Tanguá – Curitiba/PR

O Parque Tanguá, outro importante ponto turístico da capital paranaense, encontra-se localizado na região Norte da cidade, na divisa dos bairros do Pilarzinho e Taboão, a cerca de 8 km do centro.

Situado junto ao rio Barigui, entre os municípios de Almirante Tamandaré e Curitiba, o Parque Tanguá possui uma área de 235.000 m<sup>2</sup>, que após passar por um processo de recuperação ambiental, se tornou um dos mais belos e exuberantes cartões postais da cidade, em razão da sua paisagem, Castelnou (2006), (figura 11).

Figura 11 - Vista geral da área do Parque Tanguá



Fonte: PALHANO, 2019.

O terreno em que foi criado o parque Tanguá originalmente pertencia a família Gava, que durante um período de aproximadamente quatro décadas utilizou a área como pedreira, onde realizou a exploração mineral em duas frentes de lavras até a década de 1970, quando houve o encerramento das atividades no local, Anepac (2010, p. 45).

Após passar mais de duas décadas abandonada, a área da antiga pedreira já estava destinada a se tornar uma usina de reciclagem de calça<sup>3</sup> e depósito de lixo industrial, Liccardo et al. (2008). No entanto essa proposta acabou não se concretizando, já que havia um forte interesse por parte dos agentes públicos e privados em promover a revitalização dessa parte da cidade que se encontrava subutilizada e degradada, e assim reintegrá-la à dinâmica urbana, através do reaproveitamento desse espaço para apropriação da população.

O último parque criado na gestão Greca foi o Parque Tanguá. Assim como as demais propostas, resultou de um forte vínculo entre as esferas pública e privada, já que suas terras pertenciam a particulares, que as doaram em parte à Prefeitura, prevendo a valorização imobiliária no loteamento adjacente. Fruto da reciclagem de uma antiga pedreira junto ao rio Barigüi, tornou-se um dos parques mais exuberantes da cidade. CASTELNOU, 2006, p. 65

Como forma de garantir a continuidade das políticas públicas, voltadas para a criação de novas áreas verdes na cidade, assim como resolver o problema das enchentes, melhorar a drenagem urbana, além de garantir a preservação da bacia Norte do rio Barigüi, próximo à sua

---

<sup>3</sup> Conjunto de resíduos de uma obra de alvenaria demolida ou em desmoronamento, formado por pó ou fragmentos dos materiais diversos do reboco (cal, argamassa ressequida) e de pedras, tijolos desfeitos etc.

nascente, no município de Almirante Tamandaré, o prefeito de Curitiba, Rafael Greca, ainda em seu primeiro mandato (1993-1997), autorizou o início das obras de recuperação do terreno, pertencente à antiga pedreira da família Gava (figuras 12,13, 14 e 15).

Foto 12 - Limpeza do terreno da antiga Pedreira do Gava



Fonte: SILVA, 2017.

Foto 13 –Início das obras do futuro Parque Tanguá



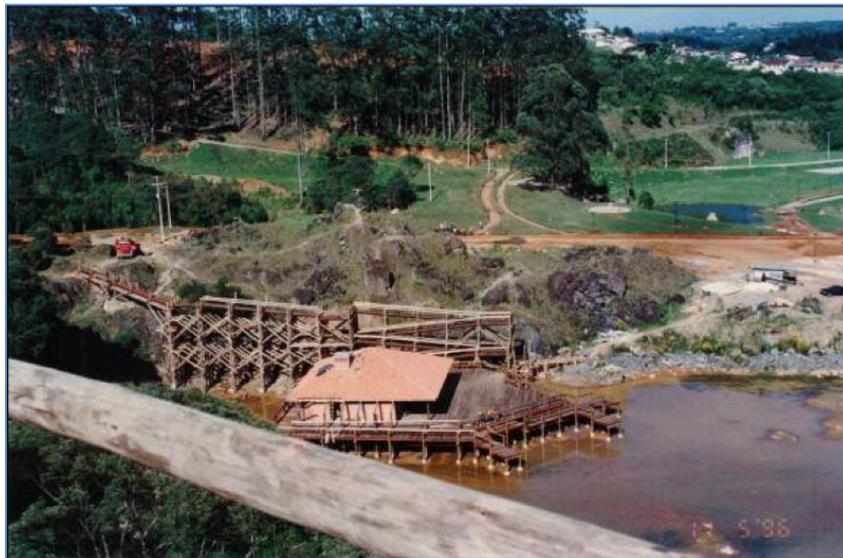
Fonte: SILVA, 2017.

Figura 14 – O prefeito Rafael Greca visitando o canteiro de obras do futuro Parque Tanguá



Fonte: GAZETA DO POVO, 2019.

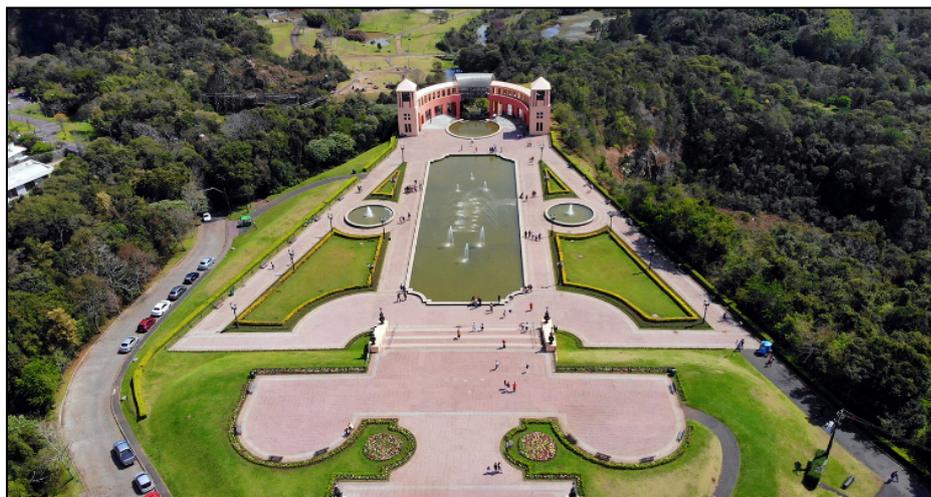
Figura 15 – Instalação da estrutura do deck a beira do lago da pedreira



Fonte: SILVA, 2017.

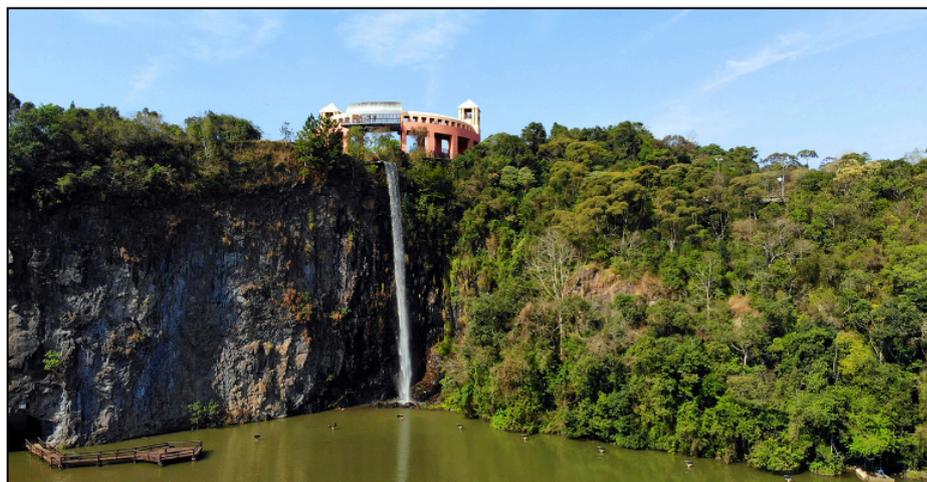
Inaugurado em 23 de novembro de 1996, o Parque Tanguá encontra-se dividido em duas áreas: a superior e a inferior. Na parte superior, construída acima da antiga pedreira, foi edificado o Jardim Poty Lazzarotto, inspirado nos jardins franceses, onde é possível encontrar canteiros de flores, espelhos d'água e chafarizes, além de um mirante para usufruir da vista panorâmica da cidade de Curitiba e uma cascata artificial de 65 metros de queda d'água em um paredão rochoso (figura 16). Já na parte inferior, existe um lago artificial, outro mirante, de onde também é possível apreciar a cascata artificial, um túnel de 45 metros de extensão, que liga as duas frentes de lavra da antiga pedreira, pistas de caminhada e lanchonetes (figura 17).

Figura 16 – Vista do Jardim Poty Lazzarotto



Fonte: PALHANO, 2019.

Figura 17 – Área inferior do Parque Tanguá, formada pelo lago, cascata, mirante e túnel que liga as pedreiras



Fonte: PALHANO, 2019.

Portanto, é possível perceber que o Parque Tanguá, a Pedreira Paulo Leminski, o teatro Ópera de Arame, assim como tantos outros projetos que foram concebidos ao longo da década de 1990, na capital paranaense, são frutos de um período em que as discussões ambientais ganhavam fôlego no Brasil, sobretudo em Curitiba, onde o prefeito Jaime Lerner apoiava-se na ideia de “[...] melhoria da qualidade de vida através da criação e preservação das áreas verdes [...]” na cidade, Castelnou (2006, p. 62).

Essa iniciativa do poder público em transformar áreas degradadas por mineração de brita em novos espaços verdes, voltados para o lazer, entretenimento e recreação da população, evidenciam a mudança na mentalidade de uma parte da classe política, que priorizou a criação de “[...] várias leis e decretos sobre questões ambientais, que definiam a

política ambiental do município e reconheciam o título de 'capital ecológica'.”, Castelnou (2006, p. 62). Desse modo, a capital paranaense, passou a ser reconhecida por desenvolver e implementar projetos voltados para a recuperação e reabilitação em antigas áreas de pedreiras que estavam abandonadas.

### 2.7.2.3 Praça Ulysses Guimarães (Pedreira do Chapadão) – Campinas/SP

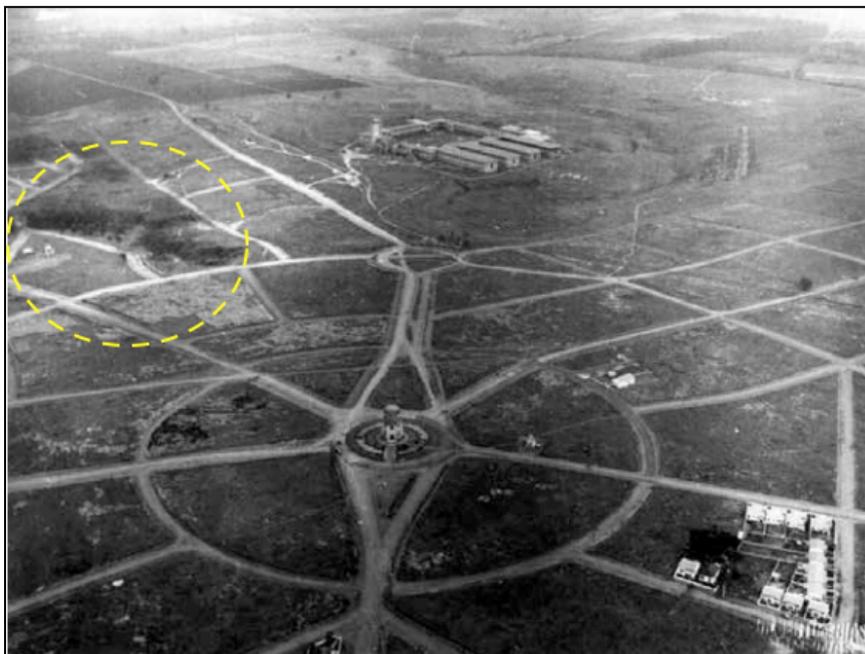
A Praça Ulysses Guimarães ou Pedreira do Chapadão, como é popularmente conhecida, localiza-se no bairro Jardim Chapadão, município de Campinas, interior de São Paulo. A área onde se situa a praça, no passado foi a sede da antiga Fazenda Chapadão, que segundo Pupo (1983) abrigou um importante engenho de açúcar, cujas atividades se iniciaram por volta de 1750, tornando-se uma das pioneiras da indústria açucareira na região. Entretanto, em razão da forte queda na produção açucareira, ocorrida em meados do século XIX, a fazenda passou a cultivar um novo produto, neste caso o café, atividade que perdurou até o primeiro quartel do século XX, sendo duramente impactada pela crise de 1929.

Além das atividades agrícolas, Tonso (1994, p. 105) menciona que na Fazenda Chapadão havia uma jazida mineral, de onde era extraído basalto e diabásio “[...] de modo artesanal, para atender aos propósitos do consumo interno da fazenda.”. Foi somente em meados da década de 1930 que a exploração mineral se intensificou e assumiu um caráter comercial. Por isso, de acordo com Tonso (1994, p. 105) a maior parte das rochas extraídas da Pedreira do Chapadão, foi utilizada “[...] para pavimentar a região central de Campinas e para realizar a duplicação da rodovia Anhanguera, no trecho que liga Campinas a Jundiaí.”, demonstrando assim a importância que a atividade da mineração teve para o processo de crescimento e expansão da cidade (figura 18).

A partir de 1975, Tonso (1994, p. 105) menciona alguns fatores que foram determinantes para o encerramento das atividades de exploração mineral no local, dentre os quais se destacam: a pressão exercida pela “[...] população, que começava a se instalar nas vizinhanças em loteamentos abertos pelo próprio proprietário da pedreira [...]” assim como o esgotamento da mina. No entanto, o referido autor chama atenção para o fato de que naquele período ainda não havia leis que regulamentassem as questões ambientais, tampouco versasse

sobre a recuperação de áreas degradadas, por conta disso, após o encerramento das atividades, a Pedreira do Chapadão ficou abandonada por quase uma década.

Figura 18 – Fazenda do Chapadão na década de 1940, em destaque a área onde se localizava a jazida mineral



Fonte: RODRIGUES, 2012.

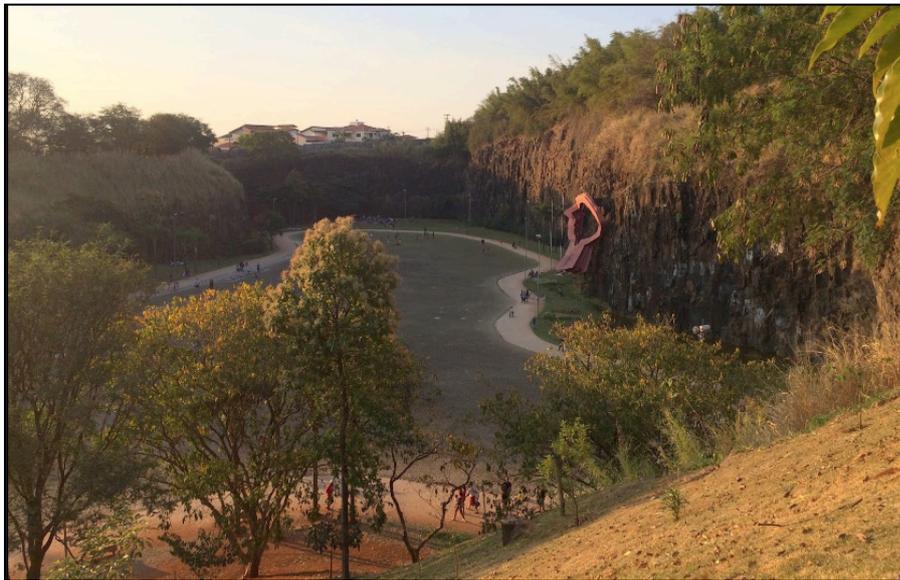
Ao longo dos 9 anos em que a pedreira foi negligenciada, Tonso (1994, p. 105) descreve que no período de 1975 “[...] até 1986, a área funcionou como um lixão onde, além da população em geral, a própria Prefeitura do Município, depositava todo tipo de resíduo sólido urbano.”. Por essa razão, Tonso (1994, p. 105) explica que segundo “[...] depoimentos de moradores das imediações, havia a presença de ratos, baratas, mau-cheiro, além de denunciarem que a antiga cava servia de esconderijo a marginais e ponto de tráfico de drogas.”, revelando a total degradação pela qual se encontrava a área da antiga pedreira.

Foi somente em 1987, após a família Alves de Lima realizar a doação do terreno da antiga Pedreira do Chapadão à prefeitura de Campinas, que o poder público iniciou as discussões sobre a possibilidade de realizar a recuperação e reabilitação daquele espaço. Por isso, segundo Tonso (1994, p. 106), “dois projetos de reabilitação da área para uso como praça pública foram oferecidos gratuitamente à Prefeitura de Campinas: um de autoria da arquiteta Rosa Grená Klias e outro do arquiteto-paisagista Roberto Burle Marx.”, ambos tinham o objetivo de “[...] transformar aquele lugar num ponto de encontro de grandes multidões para shows, comícios, concertos, etc.”. Porém, como não havia verba para execução do projeto, coube aos funcionários do Departamento de Parques e Jardins da cidade

a tarefa de limpar e transformar aquela área que se encontrava degradada na Praça Maior, Tonso (1994).

Inaugurada no ano de 1991, a Praça Maior foi o primeiro espaço público construído pela prefeitura de Campinas no local da antiga Pedreira do Chapadão, e que receberia eventos como: shows, festas, comícios, além de funcionar também como um espaço para o lazer e a prática de esportes pela população. Na sequência, em 1994, houve a construção da Praça Ulysses Guimarães, onde logo na entrada é possível encontrar uma escultura feita em aço para homenagear o importante político morto naquele ano (figuras 19 e 20).

Figura 19 – Mirante com vista da praça Maior, na antiga jazida da Pedreira do Chapadão



Fonte: PREFEITURA DE CAMPINAS, 2018.

Figura 20 – Frequentadores aproveitando o pôr do sol na praça Maior



Fonte: PREFEITURA DE CAMPINAS, 2018.

Atualmente, o espaço que possui 130.000 m<sup>2</sup> de extensão, recebe em média 2 mil frequentadores por dia durante a semana e 5 mil aos finais de semana, que realizam atividades esportivas e recreativas. Além disso, a praça desempenha também uma importante função multicultural, já que desde a sua inauguração, ela vem sendo utilizada como palco para diversas atividades culturais, que vão desde apresentações da Orquestra Sinfônica Municipal, cinema a céu aberto, shows, feiras e eventos gastronômicos, assim como sediou também um Festival de Blues.

#### 2.7.2.4 Pedreira Itaquera – São Paulo/SP

De acordo com Ibrahim (1996, p. 118) a extração de granito pela Pedreira Itaquera, localizada no bairro de mesmo nome, na zona Leste de São Paulo, teve início em meados do século XIX, “[...] quando a jazida de Itaquera fornecia as pedras de cantaria para as obras civis na florescente São Paulo de Piratininga.”, por isso, ela é considerada “[...] um dos mais antigos locais de exploração da Região Metropolitana de São Paulo.”. Naquela época, a área onde se localizava a pedreira ainda não estava ocupada, permitindo assim que a extração mineral ocorresse sem maiores transtornos, já que esta parte da cidade não era urbanizada, sendo inclusive considerada uma zona rural.

Para Ibrahim (1996) à medida que foi passando o tempo, o pacato distrito de Itaquera, que antes se apresentava como uma região rural, onde havia o predomínio de inúmeras atividades agrícolas, assim como a presença de algumas olarias, foi dando espaço para os primeiros moradores, que se estabeleceram no bairro em meados da década de 1940. A autora (1996, p. 115) explique ainda que “devido à falta de indústrias, a região foi definida como: lugar de moradia de pessoas que trabalham em outras regiões, caracterizando-se como um verdadeiro conjunto de 'bairros dormitórios'.”.

Já nos anos seguintes, Ibrahim (1996) informa que no bairro de Itaquera, ocorreu um intenso processo de crescimento populacional, motivado, em grande parte, por conta do baixo custo dos terrenos na região, ao passo que em meados da década de 1970 a prefeitura de São Paulo iniciou a construção de grandes Conjuntos Habitacionais (COHAB) na área próxima à

Pedreira Itaquera, intensificando ainda mais a ocupação dos terrenos localizados no entorno da mineradora (figura 21).

Em decorrência do baixo custo da terra, desde meados da década de 70, a COHAB vem ali construindo grandes conjuntos habitacionais. No distrito de Itaquera localizam-se os conjuntos Itaquera II e III. Houve também o processo de favelização nesta região, influenciado pela grande quantidade de áreas públicas na região, sendo que a grande maioria dos núcleos de favela se instalou em terrenos municipais. IBRAHIM, 1996, p. 115

Com a crescente expansão do tecido urbano em direção a área da Pedreira Itaquera, onde outrora havia o predomínio da atividade de exploração mineral, Sanchez et. al (1993) apud Ibrahim (1996, p. 129) reforçam que “[...] com o adensamento populacional surgiram conflitos entre a empresa e a comunidade, com abaixo-assinados objetivando o fechamento da pedreira.”, em razão do incômodo provocado pelo “[...] ultralanchamento, vibrações (causados pelas detonações), ruído, falta de segurança nas áreas externas à mineração e ao intenso tráfego de caminhões.”.

Figura 21 – Prédios próximos ao pátio de armazenamento de brita da antiga Pedreira Itaquera, na década de 1980



Fonte: CALÍCIO, 2020.

Essa situação perdurou ao longo de todo o período em que a mineradora se manteve em atividade na região. No entanto, como forma de garantir a permanência de suas operações no local e ao mesmo tempo minimizar os impactos causados à comunidade e melhorar a relação com o poder público, a diretoria da pedreira “[...] contratou uma equipe de técnicos

especializados para a gerência de suas atividades, além de investir em medidas de controle ambiental.”, Ibrahim (1996, p. 130).

Contudo, as ações adotadas pela empresa não foram suficientes para apaziguar a situação dos conflitos que permaneceram, de modo que até a década de 1990, novas tentativas de fechamento da mineradora se seguiram, porém, nunca atingiram o objetivo desejado pelos moradores, Ibrahim (1996). Como havia uma forte demanda do mercado consumidor de agregados em São Paulo, assim como as reservas medidas de granito na cava indicavam pelo menos mais duas décadas de vida útil para a pedreira, além da proximidade com o mercado consumidor, foram fatores que contribuíram para que a mineradora continuasse com as suas operações no local, ao invés de fechá-la.

Por isso, no final de 1991, a empresa buscou a assessoria de uma equipe multidisciplinar para elaboração do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), de modo que até o seu fechamento, a pedreira implementou diversas medidas de recuperação ambiental, como forma de tornar a área apta a uma nova utilização no futuro, Ibrahim (1996). Além disso, no ano de 1993, a mineradora assinou um termo de compromisso, em que assumiu a responsabilidade por realizar algumas ações voltadas para a mitigação dos impactos provocados pela atividade de extração mineral, assim como estabeleceu o diálogo com a associação de moradores, com o objetivo de ao final das atividades exploratórias, definirem em conjunto com o poder público a melhor forma para utilização do terreno da pedreira.

A pedreira que durante muito tempo forneceu a maior parte do granito que recobre as ruas da cidade de São Paulo, assim como alimentou inúmeras construções, dentre as quais, a soleira da Catedral da Sé, encerrou as suas atividades um pouco antes do previsto, neste caso, em agosto de 1999 (figura 22). Para a área da antiga cava, a prefeitura de São Paulo, planejou criar um aterro de resíduos inertes, já que “[...] àquela época era grande a carência, na Região Metropolitana de São Paulo, de locais para disposição de resíduos da construção civil.”, Areia & Brita (2004, p. 28).

Após a conclusão do projeto para implantação do aterro de resíduos inertes e a obtenção das licenças ambientais necessárias, o “novo” espaço passou a ser operado pela Construtora Queiroz Galvão em outubro de 1999, onde ao final da vida útil do aterro, a área da antiga Pedreira Itaquera estaria topograficamente recuperada e pronta para receber novas atividades (figura 23).

As operações para construção do aterro foram encerradas em abril de 2006, entretanto, não foi o fim dos trabalhos, já que seria necessário realizar “[...] ajustes geométricos das superfícies do maciço de resíduos; implantação de cobertura dos resíduos com solos

provenientes de áreas de empréstimos e de revestimentos vegetal com grama em placas.”, Anepac (2010, p. 37).

A partir do ano de 2011, a área da antiga pedreira já se encontrava recuperada e pronta para receber novos projetos, como por exemplo, a construção do Neo Química Arena, estádio de futebol do time Corinthians, inaugurado no ano de 2014; ou ainda a abertura do escritório da empresa de telemarketing Atento em 2018; assim como ocorreu também a inauguração de um grande centro de distribuição e loja de materiais elétricos e hidráulicos em 2023, além do forte crescimento imobiliário registrado através do lançamento e construção de novos condomínios residenciais na região (figura 24).

Figura 22 – Jazida da Pedreira Itaquera pouco antes do encerramento das atividades em 1999



Fonte: JOSÉ, 2017

Figura 23 – Implantação do aterro de resíduos inertes na cava da antiga Pedreira Itaquera



Fonte: ENGEO, 2011.

Figura 24 – Em destaque o terreno da antiga Pedreira Itaquera rehabilitado e desempenhando novas funções



Fonte: GOOGLE EARTH PRO, 2024.

O caso da Pedreira Itaquera indica que quando há o interesse e a devida participação dos agentes envolvidos no processo de degradação ambiental, o poder público e a sociedade civil, é possível implementar ações de recuperação ambiental bem sucedidas, através da transformação do ambiente degradado em um espaço ecologicamente equilibrado e que possa ser reutilizado, neste caso, desempenhando outras funções, tais como: áreas para habitação, esporte, lazer e cultura, parques industriais ou até mesmo aterros.

Contudo, o que ocorre em algumas situações é que ao final do período de vida útil de uma mineradora ou quando a empresa precisa encerrar suas atividades em razão de situações adversas (conflitos com a vizinhança, excesso de impactos ambientais produzidos, questões econômicas), na maior parte dos casos as mineradoras não dispõem de recursos financeiros para realizar o processo de recuperação da área degradada.

As desativações, quando ocorrem, só são pensadas com pouco tempo de antecedência. Desta maneira, o Plano de Desativação é projetado e implementado em pouco tempo apenas para atender às necessidades dos órgãos ambientais, sem consulta prévia à comunidade.

Nesta altura, as empresas estão descapitalizadas, portanto o plano deve ser o mais barato possível, o tempo de monitoramento menor e, muitas vezes, as desativações são executadas por terceiros, sem uma devida fiscalização e orientação da empresa contratante.

Sendo assim, as soluções são muito simplistas, isto é, não há avaliações de alternativas de recuperação. A manutenção será sempre passiva, e em pouco tempo estarão abandonando a área, sem, contudo, realizar uma recuperação adequada. OLIVEIRA JUNIOR, 2006, p. 23

Porém, cabe ressaltar que as empresas devem entregar o PRAD e demais estudos ambientais antes do início das operações, ou seja, a recuperação ambiental pode ser iniciada pela empresa em uma fase preliminar ao descomissionamento da lavra. Por isso, é imprescindível que ao longo do período de atividade, a mineradora realize de forma gradual a recuperação daquelas áreas onde já não seja mais possível realizar a extração mineral ou ainda que não façam mais parte da concessão. Assim, ao final das operações, a maior parte da jazida já terá sido recuperada, não sendo necessário investir vultosos recursos que a empresa não possui.

Como essa não é a realidade de boa parte dos empreendimentos minerários no Brasil, o que se observa é o crescente número de casos em que houve o abandono de antigas jazidas minerárias. Isso porque as empresas informam que não dispõem de capital para realizar a implementação do PRAD, portanto, a saída encontrada é a interrupção das atividades, sem a devida comunicação aos órgãos de controle ambiental e o abandono da área, deixando para trás o passivo ambiental para a sociedade.

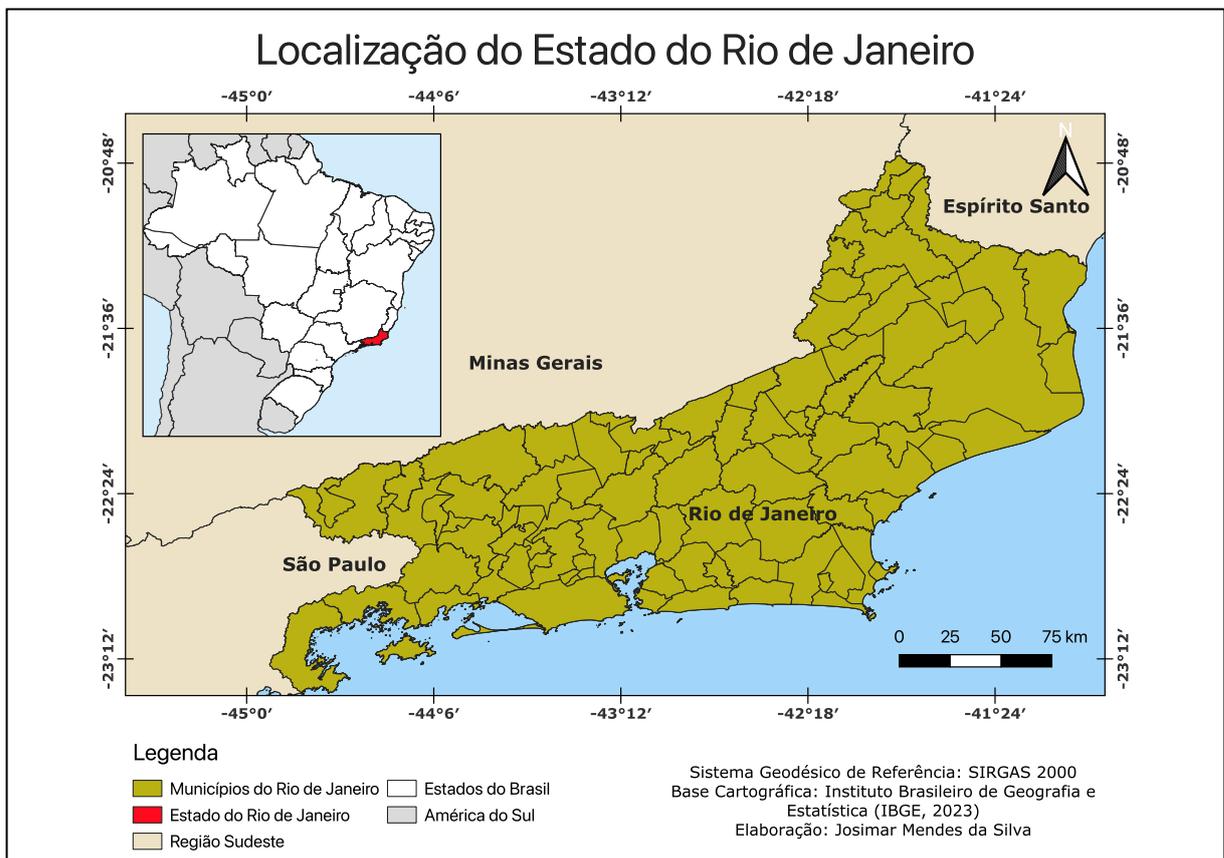
Desse modo, verifica-se que frequentemente essas áreas encontram-se localizadas, sobretudo, nas zonas periféricas dos grandes centros urbanos do país, onde a população historicamente convive com a ausência de políticas públicas por parte do Estado, a falta de infraestrutura urbana, a pobreza e em alguns casos a violência. Portanto, o capital imobiliário não tem interesse em investir e/ou recuperar essas áreas periféricas, onde o solo urbano é extremamente desvalorizado, já que não há garantias de retorno financeiro após o investimento na recuperação das áreas degradadas.

### 3 APRESENTAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS

#### 3.1 O Estado do Rio de Janeiro e a Região Metropolitana

O Estado do Rio de Janeiro está localizado sob as coordenadas 22°55' S, 43°11' W, integrando assim a Região Sudeste do Brasil. Limita-se ao Norte, com Minas Gerais; ao Sul, Leste, Sudeste e Sudoeste com o Oceano Atlântico; a Oeste, com São Paulo e a Nordeste, com o Espírito Santo (mapa 1).

Mapa 1 – Localização do Estado do Rio de Janeiro



Fonte: O autor, 2024.

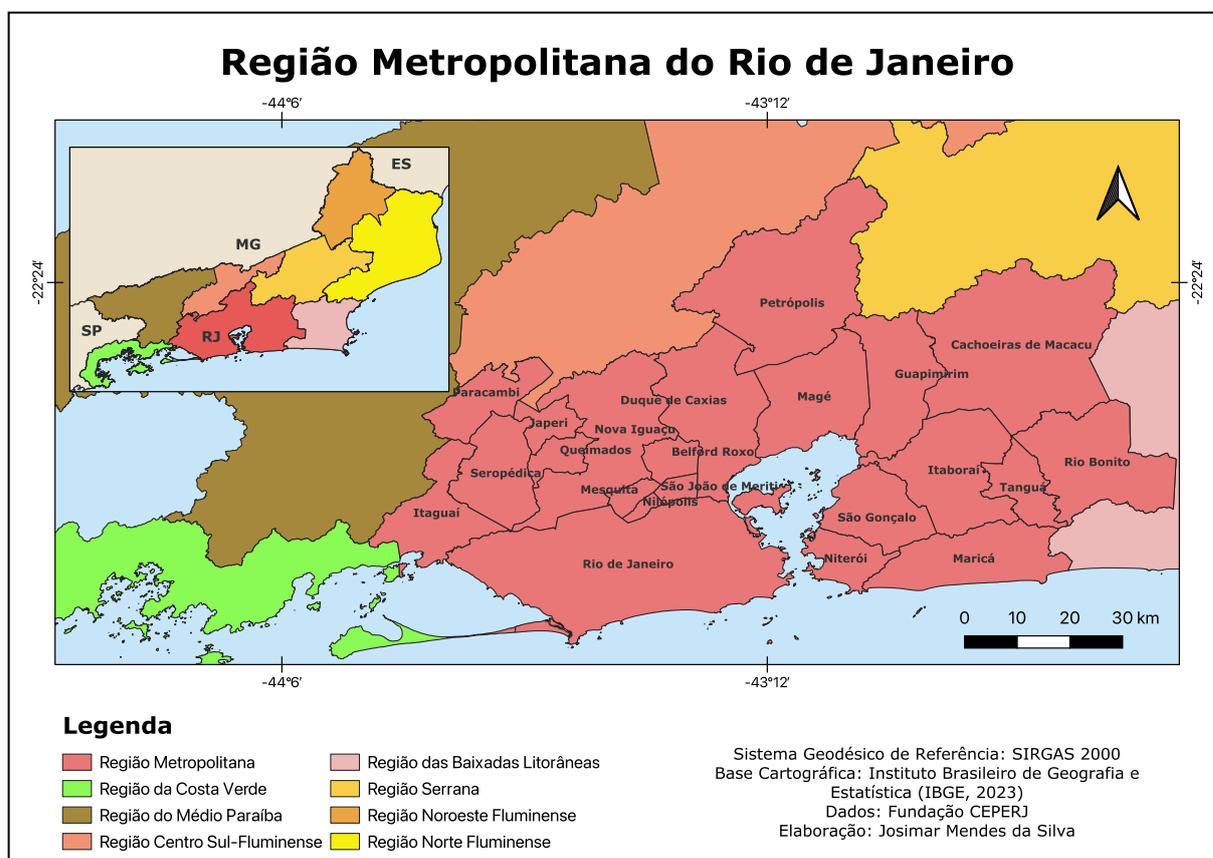
Com uma área de 43.750,425 km<sup>2</sup>, IBGE (2024), o Estado do Rio de Janeiro é o quarto menor da federação, atrás apenas de Alagoas, Sergipe e do Distrito Federal. Ainda de acordo com dados do censo demográfico de 2022, IBGE (2024), apresenta-se como o terceiro Estado mais populoso do Brasil, já que possui um quantitativo populacional de 16.055.174 pessoas, além de uma densidade demográfica média de 367 habitantes/ km<sup>2</sup>.

Segundo dados do CEPERJ (2024), o território fluminense encontra-se dividido em 92 municípios, que por sua vez estão agrupados em 8 Regiões de Governo: Região das Baixadas Litorâneas, Região Centro-Sul Fluminense, Região da Costa Verde, Região do Médio Paraíba, Região Metropolitana, Região Noroeste Fluminense, Região Norte Fluminense e Região Serrana.

Ainda de acordo com o CEPERJ (2024), a criação da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), ocorreu através da Lei Complementar Federal nº 20, de 1 de julho de 1974, que fundiu os Estados da Guanabara e do Rio de Janeiro.

Na época de sua formação, a RMRJ era constituída por apenas 14 municípios, entretanto, com o passar do tempo, ocorreram diversas alterações em sua composição, de modo que atualmente é composta por 22 cidades: Belford Roxo, Cachoeiras de Macacu, Duque de Caxias, Guapimirim, Itaboraí, Itaguaí, Japeri, Magé, Maricá, Mesquita, Nilópolis, Niterói, Nova Iguaçu, Paracambi, Petrópolis, Queimados, Rio Bonito, Rio de Janeiro, São Gonçalo, São João de Meriti, Seropédica e Tanguá, abrangendo assim 17% da área do Estado, conforme consta nos registros do CEPERJ (2024), (mapa 2).

Mapa 2 – Região Metropolitana do Rio de Janeiro



Fonte: O autor, 2024.

Portanto, para a realização desta pesquisa, tomou-se como objeto de análise cinco empreendimentos minerários distintos, inseridos na RMRJ, a saber: Pedreira Vigné Ltda. (Nova Iguaçu); Pedreira Simgra Ltda. (Rio de Janeiro); Pedreira Macasa S/A e Pedreira Ouro Branco Ltda. (São Gonçalo) e a Mineração Sartor Ltda. (Tanguá), cujas atividades exploratórias deixaram de ocorrer há pelo menos uma década.

### 3.2 Formação territorial do Rio de Janeiro

Antes mesmo da chegada do colonizador português ao território brasileiro, a região litorânea do país já era ocupada por povos indígenas das mais variadas etnias, conforme demonstrado por Vainfas (2007) e Sandroni (2010):

De todo modo, a necessidade de identificar os povos que habitavam o Brasil, fosse para melhor catequisá-los, escravizá-los, combatê-los ou mesmo aliar-se a eles, levou os colonizadores, leigos ou eclesiásticos, a rascunhar classificações minimamente etnográficas. A que mais prosperou, sem escapar da nomenclatura genérica, foi a que distinguiu os Tupis dos Tapuias, correspondendo os primeiros aos povos que, pela semelhança de língua e costumes, predominavam no litoral brasileiro no Século XVI, e os segundos correspondendo aos “outros”. (VAINFAS, 2007, p. 38)

A nação Tupinambá vivia aqui no Rio de Janeiro e em várias partes do litoral brasileiro. Eles falavam a língua tupi-guarani e se dividiam em várias tribos, como os Tamoio e os Temiminó, que habitavam a ilha de Paranapuã, hoje a atual Ilha do Governador. (SANDRONI, 2010, p. 16)

No caso do Rio de Janeiro, em particular, havia o predomínio da etnia Tupinambá, que vivia basicamente da caça, pesca e coleta de sementes, frutos e raízes, extraídos diretamente da natureza, como forma de garantir a subsistência do grupo, Vainfas (2007):

Seja como for, os *tupis* se encontravam distribuídos por toda a costa, desde o litoral de Santa Catarina até o Ceará, no Século XVI, havendo notícia deles no médio Amazonas durante o Século XVII. No extremo sul, entre a Lagoa dos Patos e Cananéia, predominavam os *Carijó*, na verdade uma ramificação guarani; daí até Bertioga, no litoral paulista, incluindo o planalto de Piratininga, predominavam os *Tupiniquim* do norte de São Paulo até Cabo Frio, a terra era dos *Tupinambá* propriamente ditos, chamados de *Tamoio* nessa região, espalhados ainda por boa parte do Vale do Paraíba; os *Temimino* habitavam a baía de Guanabara; [...] (VAINFAS, 2007, p. 41)

Os Tupinambá viviam da caça, coleta, pesca e praticavam a agricultura, sobretudo de tubérculos, como a mandioca, e a horticultura. Havia divisão de trabalho por sexo, cabendo aos homens as primeiras atividades e às mulheres o trabalho agrícola, exceto a abertura das clareiras para plantar, feita à base da “queimada”, tarefa

essencialmente masculina. O plantio e a colheita, o preparo das comidas e o artesanato (confeção de vasos de argila, redes, etc.) era trabalho feminino. Instrumentos de guerra - arcos e flechas, maças, lanças - faziam-nos os homens. Os artefatos de guerra ou de trabalho eram de madeira e pedra, e desta última eram inclusive os machados com que cortavam madeira para vários fins. (VAINFAS, 2007, p. 43)

O primeiro contato oficial dos portugueses com o território fluminense ocorreu no dia primeiro de janeiro de 1502, através de uma expedição exploratória comandada por Gaspar de Lemos, cujo objetivo era nomear toda a costa brasileira.

Logo após o “*(des)cobrimento*”, o Rei de Portugal, D. Manoel (o venturoso), designa uma esquadra com três veleiros para fazer um levantamento da costa. A expedição comandada por Gonçalo Coelho (ou Gaspar de Lemos) e contando com a participação do experiente piloto Américo Vespúcio, inicia, em 1501, o reconhecimento do litoral brasileiro, batizando, de acordo com o calendário e com nomes dos santos do dia, os acidentes geográficos encontrados, como se as terras vistas pelos aventureiros de então só passassem a existir a partir deste batismo e daquele momento. (AMADOR, 2013, p.36)

O Rio de Janeiro deve à Baía de Guanabara o próprio nome. Em 1502, navegantes portugueses alcançaram pela primeira vez o litoral fluminense. Vieram em missão de reconhecimento, quase dois anos depois do descobrimento do Brasil, cumprindo ordens do Rei Dom Manuel, o Venturoso. Ao cruzarem a barra, ladeada de esplêndidos maciços de granito, julgaram estar na foz de um grande rio. Como era dia 1º de janeiro, batizaram-no de Rio de Janeiro. (PINHEIRO, 2005, p. 38)

Após esse contato inicial, Amador (2013, p.37) explica que houve uma segunda expedição, também liderada por Duarte Coelho, em 1503, na região da Guanabara. Na ocasião, o desembarque da comitiva, composta por seis navios, se deu em “[...] Uruçu-Mirim (atual Praia do Flamengo) [...]” mesmo local onde houve a construção de “[...] uma casa de pedra e um arraial (certamente as primeiras construções europeias na Guanabara) junto à foz do Rio Carioca [...]”, porém, “o arraial por ele construído logo se desmantelou.”

Amador (2013, p.37) destaca ainda que “[...] após a passagem de Gonçalo Coelho pela Guanabara em 1503 [...]”, outras esquadras portuguesas também aportaram na baía, assim descritas pelo autor em ordem cronológica: “[...] Cristóvão Jacques, em 1516; Fernão de Magalhães, em 1519; Cristóvão Jacques, novamente, em 1526; e Martim Afonso de Souza, em 1531.”

Mesmo diante dessa frequência das expedições portuguesas, Amador (2013, p.38) chama atenção para o fato de que até antes da adoção do sistema de Capitania Hereditárias, o território brasileiro não havia despertado “[...] de imediato o interesse de Portugal, visto que a colônia recém descoberta não possuía nenhum produto que pudesse atrair a política mercantilista portuguesa.”. Por conta disso, o litoral era frequentemente visitado pelos

corsários franceses, ao passo que eles passaram a “[...] infiltrar seus homens entre as aldeias dos índios, que serviram posteriormente como intérpretes para as relações comerciais que gravitaram em torno do pau-brasil.”, Amador (2013, p. 38).

Não reconhecendo o Tratado de Tordesilhas, que distribuía as terras da América entre Portugal e Espanha, e em luta religiosa com Portugal, em face da reforma, corsários franceses, estimulados pelo rei da França, a partir de 1504, passam a frequentar a Baía de Guanabara interessados no pau-brasil e em outros produtos da terra. Hábidosos, conquistaram a simpatia dos tamoios, de quem por muitos anos foram aliados contra os portugueses. Os corsários franceses chegavam e davam alguns tiros de canhão. Os tamoios logo apareciam bem-humorados e desejosos de fazer negócios. Trocavam pau-brasil, pimenta, papagaios, saguis e outros produtos da terra por miçangas, espelhos, facas, machados, carapuças vermelhas, etc. O pau-brasil era cortado e torado no interior das florestas e trazido no ombro dos índios até próximo à praia, sendo armazenado em galpões até a chegada dos navios. (AMADOR, 2013, p. 38)

Mesmo com as constantes visitas pelos corsários franceses ao território de domínio português e a rapinagem do pau-brasil, Amador (2013, p. 43) salienta que o processo de colonização do território brasileiro, efetivamente só ocorreu a partir do ano de 1530, com o desembarque de Martim Afonso de Souza, primeiro governador do Brasil, que “[...] entra na Guanabara com cinco navios, manda fazer uma casa forte e benfeitorias e determina que alguns homens embrenhem-se no mato para reconhecer a região.”.

Portugal só iniciou a colonização do Brasil a partir de 1530 com Martim Afonso de Souza. Devido à decadência no comércio com as Índias e a presença de contrabandistas (notadamente franceses) em nosso litoral, Martim Afonso de Souza foi enviado para o Brasil com objetivo de povoar a Terra, defendê-la e organizar sua administração e sistematizar a exploração econômica. (AMADOR, 2013, p. 42)

Entre os anos de 1534 e 1536 houve a divisão do território brasileiro em 14 capitanias hereditárias, distribuídas a doze donatários, Amador (2013), com o objetivo de garantir a posse sobre o território brasileiro. Porém, conforme descrito pelo autor (2013, p. 42) “[...] apenas duas capitanias prosperaram: a de São Vicente (doada a Martim Afonso de Souza) e a de Pernambuco (doada a Duarte Coelho).”.

Neste período, o Rio de Janeiro encontrava-se localizado na Capitania de São Vicente, sob o comando de Martim Afonso de Souza, contudo o governador optou por fixar-se mais ao sul, onde fundou a primeira vila portuguesa em terras brasileiras, nomeando-a de Vila de São Vicente. No entanto, esse abandono da região permitiu que os franceses, aliados aos indígenas Tamoios, fundassem a França Antártica em 1555.

Fracassado o sistema de capitanias, a metrópole resolveu utilizar o sistema de Governo-Geral com objetivo de coordenar melhor a colonização e promover a centralização administrativa do Estado absolutista português. As capitanias continuaram existindo administradas por seus donatários que passaram, no entanto, a prestar obediência política ao Governador-Geral. O primeiro Governador-Geral foi Tomé de Souza (1549-1553) que transformou a Bahia em sede do Governo-Geral. Em 1553, Tomé de Souza visita o Rio de Janeiro e solicita ao rei de Portugal mandar fazer ali uma povoação “honrada e boa” para sua defesa contra os franceses. (AMADOR, 2013, p. 42)

Com o objetivo de fundar uma colônia de exploração econômica e de abrigar os protestantes (huguenotes, na França), que eram perseguidos pelas guerras religiosas, os franceses, chefiados por Nicolau Durand de Villegaignon, que havia conseguido auxílio do Almirante Coligny e do Rei Henrique III, invadiram e conquistaram o Rio de Janeiro em 1555, fundando a França Antártica. A colônia francesa, cuja capital na Baía de Guanabara seria Henriville, tem início com o desembarque em terra firme, na praia de Uruçu-Mirim (atual Praia do Flamengo), onde montaram um arraial de casas de sapê e também instalam uma olaria para o fabrico de telhas.

Posteriormente, instalam-se na Ilha de Villegaignon (à época, Coligny) ou Serigipe dos Tamoios. Os índios tamoios, tornados inimigos mortais dos portugueses com o início do processo de colonização, iriam contribuir para o êxito dos franceses. (AMADOR, 2013, p.43)

Amador (2013, p.44) reforça que, por falta de recursos para se deslocar da Bahia para o Rio de Janeiro e “[...] expulsar os franceses, o Governador-Geral do Brasil, Duarte Coelho, não incomodou os franceses por cinco anos, até ser substituído por Mem de Sá”, quando a coroa portuguesa decidiu então enviar uma expedição comandada por ele, com o objetivo de expulsar os franceses que estavam ocupando o Rio de Janeiro.

Em 1558, Mem de Sá é nomeado terceiro Governador-Geral do Brasil, cargo que ocuparia até 1572. Tinha por principal missão expulsar os franceses da Guanabara. Chega à baía em 1560, tenta um entendimento com os franceses, não conseguindo resultado, bloqueia a Ilha de Villegaignon então bastante fortificada, corta o suprimento de água e inicia o bombardeio seguido de desembarque. Expulsam os cerca de 100 franceses e índios tamoios que fogem para o mato. Não dispondo de gente para povoar a terra, regressa para São Vicente, deixando a Guanabara abandonada.

Os franceses retornaram junto com os tamoios seus aliados e estabeleceram-se na Ilha de Paranapuan (atual Ilha do Governador) e em Uruçu-Mirim.

Decidido a fazer a colonização do Brasil e preocupado com as constantes invasões dos franceses, que haviam dominado a Guanabara, com a fundação em 1555, sob o comando de Villegaignon, na Ilha de Serigy, da capital da França Antártica, Portugal organizou expedições para expulsar os franceses e fundar uma cidade fortificada que impedisse a volta deles. (AMADOR, 2013, p.45)

Como o Governador-Geral do Brasil, Mem de Sá, estava em Salvador, sede do governo, decidiu então enviar uma tropa “[...] no dia 6 de fevereiro de 1565, comandada por seu sobrinho, Estácio de Sá, com ajuda dos índios temiminós, chefiados pelo cacique Arariboia, e com reforços, conseguidos em São Vicente [...]” com objetivo de combater os franceses, conforme relatado por Amador (2013, p.45). Após sucessivas batalhas, finalmente os portugueses e seus aliados conseguiram retomar o controle da Baía de Guanabara. Com

isso, Estácio de Sá, “[...] no dia 1º de março, desembarca na praia situada entre o Morro Cara de Cão e a encosta do Pão de Açúcar, começa imediatamente a fortificar com paliçadas e fossos e faz a proclamação de fundação da Cidade de São Sebastião do Rio de Janeiro.”, Amador (2013, p. 45).

Com o passar do tempo, houve um intenso processo de expansão e crescimento da cidade, de modo que a população passou a ocupar não apenas a área no entorno do Morro do Castelo, mas também outros morros vizinhos, como por exemplo, “[...] o de São Bento, de Santo Antônio e da Conceição.”, Amador (2013, p. 51).

Ocupado o Morro do Castelo, coberto pela densa floresta tropical, a primeira missão de Mem de Sá foi determinar a derrubada da mata. Mandou edificar prédios, construiu a cidadela do Castelo (por isso o nome de Morro do Castelo), fortificou a entrada da Baía com as atuais fortalezas de Santa Cruz e São João, e nomeou Corrêa de Sá governador da cidade. A “cidade” tinha, inicialmente 150 habitantes, número que aumentou com os índios catequizados pelos jesuítas.

O povo foi procurando aos poucos as partes planas e alagadiças do quadrilátero dos quatro morros. Aos poucos as construções foram descendo o Morro do Castelo e se estendendo pela orla marítima da cidade.

No final do século XVI iniciou-se a expansão da várzea, a duras penas, realizada através de desmontes de barreiras e aterros de brejos, pântanos e lagoas. Alguns caminhos foram construídos, contornando os manguezais, lagoas e brejos, em direção aos engenhos que se instalaram, dando início ao ciclo da colonização. (AMADOR, 2013, p. 51)

Outra questão suscitada por Amador (2013, p. 62) diz respeito a uma nova atividade econômica desenvolvida na colônia. Neste caso, tratava-se do cultivo da cana-de-açúcar, realizado na região do “[...] recôncavo da Guanabara, e que se expandiu por sobre os terrenos baixos e colinosos [...]”, levando à implantação das primeiras lavouras e engenhos de açúcar pela cidade. Essas propriedades, denominadas pelo autor como *'plantation'* se estendiam “[...] do litoral em direção aos contrafortes da Serra do Mar [...]”, tendo sido elas as [...] “responsáveis já nos primeiros séculos de colonização (séculos XVI, XVII e XVIII) pelo desmatamento da região da baixada.”.

A partir da introdução e do sucesso na produção da cana, o Rio de Janeiro tornou-se um grande canavial, com isso, em meados do século XVII já havia a implantação de mais de 100 engenhos espalhados pela cidade. Para Pinheiro (2005), Sandroni (2010) e Amador (2013) a expansão do cultivo da cana-de-açúcar proporcionou profundas mudanças na cidade, de modo que a urbe passou a desempenhar também uma função portuária, sobretudo em razão da sua geografia peculiar, tornando-se assim um importante entreposto comercial, voltado para o escoamento da produção açucareira da colônia ao longo do século XVII.

A cidade consolidou, por essa época, sua vocação de entreposto portuário e comercial que se fortaleceria nos séculos seguintes. Os pontos de embarque do açúcar – Porto Estrela, Porto das Caixas, Pilar, Suruí – transformaram-se em portos fluviais de grande movimento. Na orla da baía cresceram os primeiros povos situados fora da sede político-administrativa: Miritir (atual São João de Meriti), Siripuí (ou Sarapuí, origem do município de Duque de Caxias), Aguaçu, Macacu (Cachoeira de Macacu), Iterói (Niterói ou “água escondida”, na língua dos índios) e muitos outros. (PINHEIRO, 2005, p.67)

E assim, o Rio se expandiu: vários bairros surgiram, pontes construídas, caminhos abertos. Tudo feito para levar o açúcar até o porto da cidade, de onde seguia direto para Portugal. Até hoje, esses bairros trazem no nome a época da colônia, como Engenho Novo, Engenho Velho, Realengo – que vem de Real Engenho. Mais tarde a Lagoa e o Jardim Botânico também se tornaram grandes canaviais. (SANDRONI, 2010, p. 38)

Embora o primeiro engenho tenha se instalado em São Vicente por Martim Afonso de Souza, foi na zona da mata nordestina que a empresa atingiu seu maior desenvolvimento. No entanto, com a perda das colônias portuguesas na Índia e a invasão e a ocupação holandesa nas grandes regiões produtoras do Nordeste, na primeira metade do século XVII Portugal passa a concentrar seus esforços na colonização do Sul do Brasil. Com isso, não só os engenhos passam a proliferar na região do recôncavo da Guanabara, como a Cidade de São Sebastião do Rio de Janeiro se expande, passando a assumir uma função comercial-portuária e tendo uma importância política e estratégica, comandando os esforços de colonização e conquista do Sul do Brasil. (AMADOR, 2013, p. 59)

A segunda metade do século XVII foi marcado pelo declínio na produção açucareira, provocado, em razão dos seguintes fatores: a competição com outras colônias produtoras de açúcar, sobretudo daquelas localizadas nas Antilhas e a queda nos preços internacionais. Estas questões levaram então a perda da lucratividade do açúcar brasileiro, de modo que suscitou a busca por uma nova fonte de riqueza a ser explorada pela metrópole portuguesa, Amador (2013).

Este momento coincidiu com a descoberta de ouro na região de Minas Gerais, ocorrido no final do século XVII, onde o Brasil vivenciou um novo ciclo econômico, relacionado à mineração, em que mais uma vez o porto do Rio de Janeiro desempenhou um papel de destaque, devido a sua posição geográfica, já que segundo Amador (2013, p. 71) a cidade de “[...] São Paulo estava mais distante das minas e o Porto de Santos era insignificante.”.

O ciclo do ouro trouxe alguns benefícios para a cidade do Rio de Janeiro, pois de acordo com Amador (2013, p. 62) “[...] os caminhos que partiam do Rio eram mais numerosos e tinham mais facilidade de atingir o planalto, por serem as escarpas da Serra do Mar menos abruptas neste trecho.”. Porém, por ser um trajeto mais longo e conseqüentemente perigoso, houve a necessidade da “[...] construção de um novo caminho que fazia a ligação entre o Rio de Janeiro e as minas. Era o Caminho Novo de Garcia Paes (1704), que através de Governador Portela e dos Vales dos Rios Paraíba e Paraibuna atingia a Baía de Guanabara.”,

Amador (2013, p. 62), garantindo assim maior segurança ao escoamento do ouro proveniente de Minas Gerais.

Outro ponto levantado por Amador (2013) é o fato do Rio de Janeiro ter sido elevado a capital do país, no ano de 1763, pois até então a capital da colônia estava localizada em Salvador. A explicação para tal medida pode ser justificada em razão da vultosa quantidade de ouro que precisava ser escoada e taxada para Portugal, medida que exigia maior empenho e controle por parte das autoridades portuguesas, a fim de se evitar o contrabando e desvios de ouro e diamantes.

Motivado pelo ciclo da mineração, o Rio de Janeiro, através da Baía de Guanabara, seus rios da baixada e os caminhos que foram construídos para transpor a serra, amplia sua região, passando a controlar, economicamente, uma imensa região que abrangia Minas Gerais, Mato Grosso e Goiás. Com o fortalecimento das atividades portuárias-comerciais associadas com a de capital da Colônia, em 1763, o contorno e a Bacia da Guanabara foram intensamente modificados. (AMADOR, 2013, p. 81)

A pujança econômica propiciada pelo ciclo da mineração no Brasil perdurou até o final do século XVIII, já que de acordo com Amador (2013) houve o esgotamento progressivo das jazidas de ouro e pedras preciosas, localizadas em grande parte entre os Estados de Minas Gerais, Bahia, Mato Grosso e Goiás.

O autor (2013, p. 89) aponta que, paralelamente a produção aurífera, no início do século XVIII houve também a introdução da cultura do café na América do Sul, inicialmente ocorrido nas Guianas e posteriormente disseminando-se em território brasileiro, tendo chegado ao Rio de Janeiro por volta de 1760. Desta forma, enquanto ocorria o declínio da mineração, as atividades agrícolas sofriam um novo impulso, especialmente as lavouras de café, que se desenvolveram rapidamente entre os morros e colinas do atual centro do Rio de Janeiro. Ainda de acordo com Amador (2013) esta atividade não ficou restrita apenas ao Rio, já que houve também a expansão por toda a região Sudeste, seguindo desde o Vale do Paraíba até o Oeste Paulista, onde encontrou condições favoráveis (de clima e solo) para o seu desenvolvimento ao longo do século XIX.

Este período foi marcado por profundas mudanças para a colônia, afinal, no plano interno houve a transmigração da família real portuguesa para a cidade do Rio de Janeiro, em 1808, a abertura dos Portos às Nações Amigas, associado à introdução do ciclo do café, havendo “significativos reflexos no crescimento populacional, na expansão urbana, e no fortalecimento da função portuária-comercial da cidade”, Amador (2013, p. 86).

No entanto, Pinheiro (2005) e Amador (2013) salientam que essa mudança da corte para o Brasil não ocorreu por simples desejo da coroa portuguesa, mas sim por terem fugido

de Napoleão Bonaparte, imperador da França, que invadiu Portugal. Sem planejamento, a corte desembarcou na cidade com uma comitiva que possuía aproximadamente 15 mil membros, em uma cidade ainda colonial, pequena, suja e sem estrutura para receber esse contingente de pessoas. Como medida paliativa, o governo decidiu então intimar vários moradores a cederem suas residências para alojar a corte portuguesa.

Com a chegada da corte portuguesa, a cidade do Rio de Janeiro adquiriu novo *status* político, dando início a uma época de inúmeras intervenções visando à higiene, principalmente com relação ao abastecimento de água, e ao bem-estar da população. As toscas construções do século XVI foram postas abaixo. Ergueram-se os primeiros sobrados. Despontou então, como principal artéria do Rio colonial, a Rua Direita – ou Direta, do Castelo ao São Bento -, atual Primeiro de Março. (PINHEIRO, 2005, p.70)

O primeiro impacto vai ser sentido com a repentina chegada de 15 000 pessoas da Corte da Família Real, numa cidade que não possuía mais de 50 000 habitantes. O súbito ingresso do enorme e exigente contingente de nobres, burocratas, militares, vai gerar um sério problema habitacional, que levará anos para ser resolvido. E o será com máxima prepotência. As pessoas foram desalojadas com a célebre inscrição em suas portas das letras “PR” (Príncipe Regente) que, com muita razão, a população traduzia por Ponha-se na Rua.

A cidade em menos de duas décadas vê a sua população ser quadruplicada, ultrapassando mais de 100 000 habitantes em 1822.

Novos valores, novos interesses, novos vetores de crescimento, novos tipos arquitetônicos e estilos de vida, novas demandas habitacionais. (AMADOR, 2013, p. 87)

Com a transferência da sede do governo português para o Rio de Janeiro, algumas medidas foram adotadas durante o governo Joanino (1808-1821), dentre as quais se destacam: a fundação do Banco do Brasil, da Biblioteca Nacional, da Casa da Moeda, da Academia de Belas Artes, entre outras, e que conferiram ao Rio de Janeiro o status de centro político e econômico do país. A permanência da família real no Brasil impactou profundamente a história do país, sobretudo da cidade do Rio de Janeiro, pois “[...] propiciou o surgimento de novos órgãos oficiais e atividades administrativas, econômicas e culturais até então desconhecidas ou coibidas.”, conforme destacado por Pinheiro (2005, p. 90).

Inauguram-se a Casa da Moeda, o Banco do Brasil e a Junta Geral do Comércio. As indústrias e as oficinas tipográficas passaram a atuar com liberdade. Foram fundados o Jardim Botânico e escolas de ensino superior. O novo quadro político e o processo de desenvolvimento dele decorrente colocaram a província e a cidade do Rio de Janeiro na liderança da economia brasileira. Os portos foram abertos às nações amigas, o que trouxe uma atividade muito mais intensa à já agitada vida da Baía de Guanabara, obrigando à formação de pequenos aterros na zona conhecida como Gamboa para a instalação de trapiches. (PINHEIRO, 2005, p. 90)

A partir de meados do século XIX a cidade do Rio de Janeiro vivenciou um novo e grande momento, gerado pelo crescimento e expansão cafeeira, assim como o aumento populacional. Estes fatores foram responsáveis “[...] pela incorporação de novos sítios à área urbana, e que levaram a intensificação da ocupação das freguesias periféricas, [...]”, Abreu (2011, p. 39). O referido autor (2011) expõe ainda que nesta época foram realizadas inúmeras intervenções no traçado original da cidade (desmonte de morros, realização de diversos aterramentos nas áreas de mangues, dessecamento e a canalização de rios), além da implantação do “[...] primeiro trecho da Estrada de Ferro Dom Pedro II (atual Central do Brasil) em 1858 [...]”, Abreu (2011, p. 43), e que ligava a “[...] freguesia de Santana a Queimados (atual município de Nova Iguaçu).”, com objetivo de garantir a ampliação do tecido urbano, e promover a abertura de novas vias de acesso e circulação pela cidade que se expandia, Abreu (2011, p. 50).

No que diz respeito à incorporação de novos sítios, teve grande importância a decisão da Câmara, em 1850, de intensificar os trabalhos de aterro do Saco de São Diogo. Para isso foi levantada, em 1851, a planta de todo o mangue, o que permitiu o posterior aterro e construção de um canal de escoamento, obra de Mauá, criando-se assim a Cidade Nova (que inclui não só a Cidade Nova dos dias atuais, como também os bairros de Estácio, Catumbi, o que sobrou do mangue e parte do Rio Comprido). Os trabalhos de drenagem do Saco de São Diogo permitiram, por sua vez, a ocupação de grande parte dos terrenos situados no antigo Caminho de Mata Porcos (Estácio), e justificaram a criação da freguesia de Santo Antônio em 1854, desmembrada de São José, Santana e Sacramento. (ABREU, 2011, p. 39)

O transporte ferroviário que inicialmente tinha o propósito de servir à produção e a comercialização do café, sendo, portanto, um transporte de carga, passou, coincidentemente, a partir de 1870, quando se acentuou a expansão urbana através de loteamentos, a ter novas funções, a de construir e povoar os subúrbios e a baixada. (AMADOR, 2013, p. 137)

De acordo com Amador (2013, p. 145), o começo do século XX foi marcado pela realização de grandes obras de infraestrutura na capital da República pelo Governo Federal. O então “[...] presidente Rodrigues Alves, genuíno representante da oligarquia do café, e o prefeito por ele nomeado, Pereira Passos [...]” executaram entre os anos de 1902 e 1906, um ambicioso plano, cujo objetivo era realizar obras de infraestrutura e remodelar o centro da cidade, além de ordenar a expansão dos bairros periféricos. Ainda segundo o autor (2013, p. 145), o espaço urbano do Rio de Janeiro foi “[...] sacudido pelo alargamento, pelo prolongamento e pela abertura de novas ruas em áreas densamente ocupadas [...]”, com isso, houve a demolição de diversos cortiços, e a construção de novos prédios que passaram a seguir uma feição mais moderna, inspirada nos moldes europeus, desse modo o Rio se preparava para receber investimentos estrangeiros.

As obras realizadas pela administração Rodrigues Alves/Pereira Passos, representaram a primeira grande intervenção do Estado no espaço urbano, reorganizando-o para os interesses da reprodução do capital, que é feita de forma segregacionista, favorecendo a Zona Sul em detrimento da Zona Norte e do subúrbio; produziram com as demolições e “modernização” do Centro, problemas habitacionais e sociais para a população proletária, fazendo crescer as favelas; favoreceram ostensivamente grupos e interesses de capitalistas nacionais e internacionais; ocasionaram um enorme endividamento nacional com os empréstimos que foram contraídos junto à Praça de Londres; e arrasaram as finanças públicas, entregando a administração falida aos sucessores, que foram responsáveis pelas mais radicais alterações do litoral da Baía de Guanabara já observadas, num curto período de tempo. (AMADOR, 2013, p. 145)

Ao longo do século XX, sobretudo entre as décadas de 1940-1960, Abreu (2011, p. 115) explica que “[...] o Brasil começou, efetivamente, a se urbanizar e a se industrializar, de forma concentrada na região Sudeste, notadamente no eixo Rio-São Paulo [...]” em razão da instalação do “[...] maior e mais moderno parque industrial do país.”. Com isso, o que se observou neste período foi o aumento nos fluxos migratórios e o crescimento demográfico nos dois principais centros urbanos, em razão das oportunidades de trabalho oferecidas.

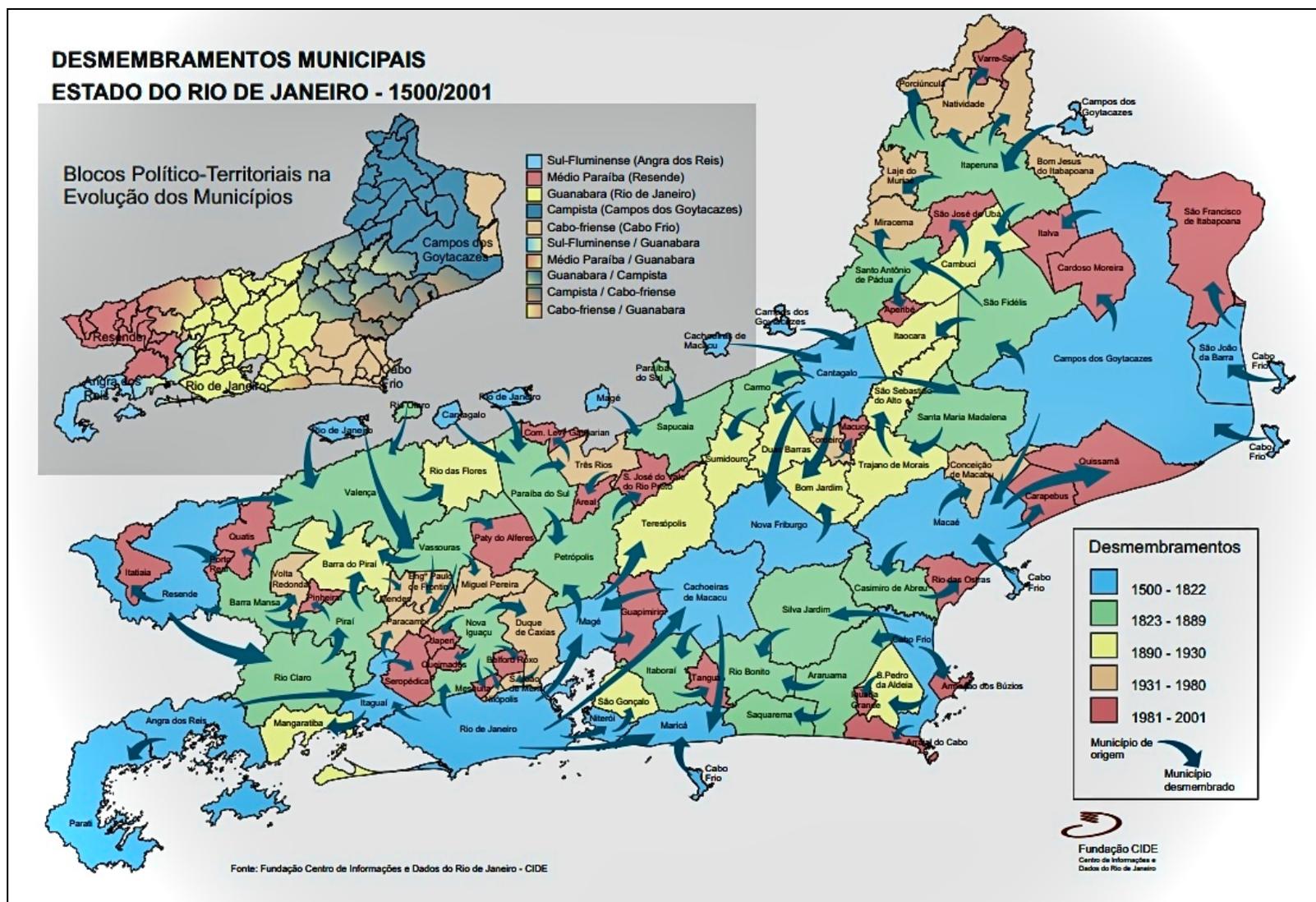
Assiste-se assim, na década de 50, e em especial nos “50 anos em 5” do período JK, a um crescimento notável da base econômica infra-estrutural do país, assim como de seu produto industrial que, de um índice igual a 100 em 1948, atingiu 262 em 1960. A maior parte do crescimento industrial se verificou entretanto em São Paulo, que já suplantara o Rio como principal pólo industrial do país. A metrópole carioca, no entanto, se não conseguiu atrair para si a maior parte dos investimentos estrangeiros que entram no país, continuou a exercer forte papel de atração sobre a força de trabalho, resultando daí um crescimento populacional ainda maior do que aquele verificado na década anterior. (ABREU, 2011, p. 115)

Para Abreu (2011), o Rio de Janeiro, até então chamado de Distrito Federal, seguiu como um importante centro econômico e político do país até 1960, quando houve a transferência da capital da República para Brasília. Com isso, surgiu então mais um Estado da Federação: o da Guanabara, que existiu até 1975, ano em que se criou o Estado do Rio de Janeiro, através da fusão de dois Estados: o da Guanabara e do Rio de Janeiro. Por conta desta fusão, o Estado da Guanabara foi transformado em município, cuja cidade do Rio de Janeiro se tornou a capital do novo Estado, ficando Niterói, capital do antigo Estado do Rio de Janeiro, a condição de sede municipal.

Desde então, houve a criação da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), por meio da Lei Complementar nº 20/1974, onde originalmente 14 municípios integravam essa área (Rio de Janeiro, Duque de Caxias, Itaboraí, Itaguaí, Magé, Mangaratiba, Maricá, Nilópolis, Niterói, Nova Iguaçu, Paracambi, Petrópolis, São Gonçalo e São João de Meriti), CEPERJ (2024). Nos anos seguintes ocorreram sucessivos desmembramentos municipais, e que levaram a diversas modificações em seus limites de ocupação. Atualmente A RMRJ é

composta por 22 cidades, onde a mais nova, Mesquita, foi instalada em 2001, CEPERJ (2024), (figura 25).

Figura 25 – Desmembramentos municipais ocorridos no Estado do Rio de Janeiro no período entre 1500-2001



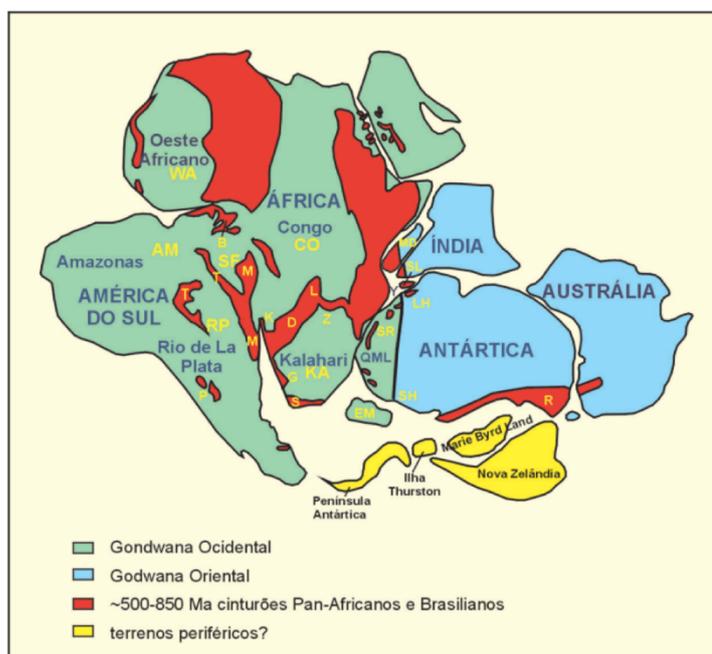
Fonte: CEEP, 2004.

### 3.3 Caracterização Geológica e Geomorfológica do Estado do Rio de Janeiro

#### 3.3.1 Contexto Geológico Regional

As rochas cristalinas que compõem grande parte das paisagens da região Sudeste do Brasil, sobretudo no Estado do Rio de Janeiro, estão localizadas em terrenos geotectonicamente, que de acordo com Almeida et al. (1977, 1981) integram a chamada Província Mantiqueira. Essa província forma uma faixa de direção NE-SW, que apresenta aproximadamente 3.000 km de extensão, tendo início no Sul da Bahia, e que se estende ao longo da costa Atlântica até chegar ao Uruguai, a Leste dos crátons São Francisco e Rio de La Plata/Paraná. Segundo Heilbron et al. (2016) a Província Mantiqueira se desenvolveu durante a Orogenia Neoproterozoica Brasileiro-Pan Africana, a qual resultou na aglutinação do Paleocontinente Gondwana Ocidental (figura 26). Ainda de acordo com os autores (2016) ela é constituída pelos Orógenos: Araçuaí, Ribeira, Brasília Meridional, Dom Feliciano e São Gabriel (figura 27).

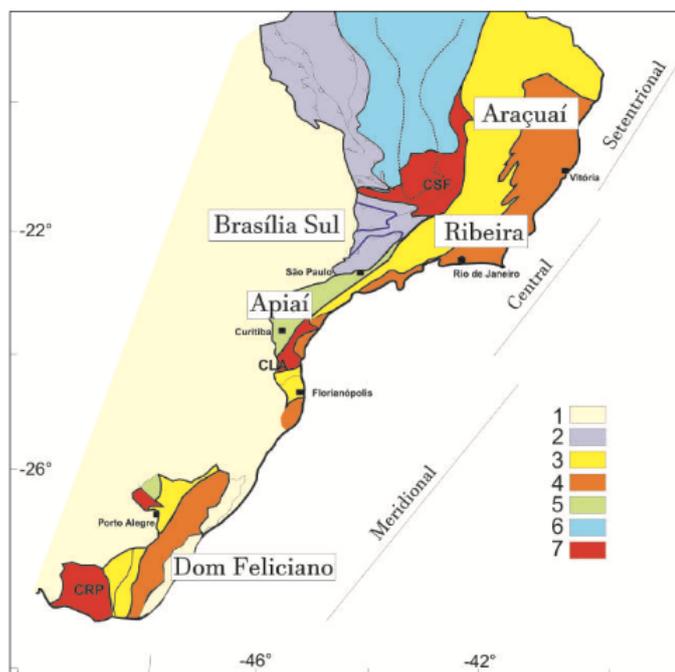
Figura 26 – Divisão do Paleocontinente Gondwana e a distribuição dos Orógenos brasileiros



Legenda: M – Província Mantiqueira; T – Província Tocantins; B – Província Borborema; P – Orógeno Pampeano; D – Cinturão Damara; G – Cinturão Gariep; K – Cinturão Karoo; L – Arco Lufiliano; LH – Baía Lützow–Holm; MD – Madagascar; Y – Montanhas Yamato; R – Orógeno Ross; S – Cinturão Saldania; SH Cadeia Shackleton; SL – Siri Lanca; SR – Montanhas Sor Rondane; Z – Cinturão Zambesi; Outras feições: EM – Montanhas Elisworth–Whitmore; QML – Terra Queen Maud; Crátons: SF – São Francisco; AM – Amazonas; RP – Rio de La Plata/Paraná; KA – Kalahari; CO – Congo; WA – África Ocidental.

Fonte: BIZZI, et al., 2003.

Figura 27 – Divisão da Província Mantiqueira em domínio Setentrional, Central e Meridional



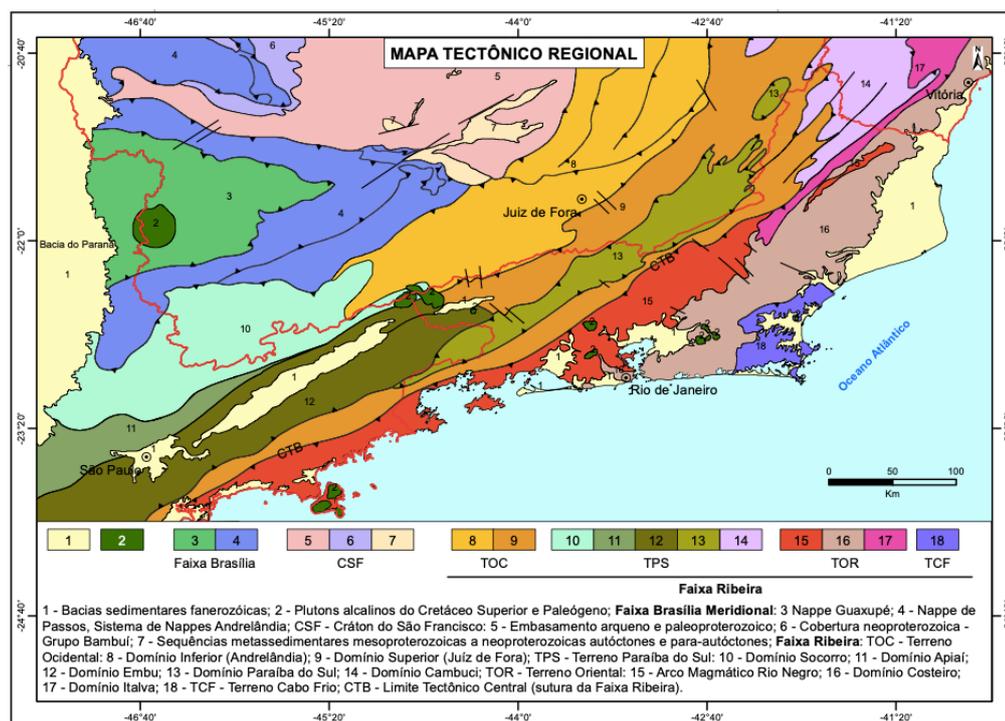
Legenda: 1- Coberturas Fanerozoicas; 2- Província Tocantins/Mantiqueira; 3- Domínio Externo; 4- Domínio Interno; 5- Orógenos Apiaí e São Gabriel; 6- Coberturas Neoproterozoicas; 7- Crátons: CSF - Cráton do São Francisco; CLA - Cráton Luís Alves e CRP – Cráton Rio de La Plata.

Fonte: HEILBRON et al., 2016.

De acordo com Heilbron et al. (2016, p. 19) o Estado do Rio de Janeiro está situado no segmento central da Faixa Ribeira, formando “[...] um sistema orogênico de direção NE que se estende por 1400 km ao longo da costa S-SE do Brasil [...]”, ele representa o “[...] resultado da colisão entre o paleocontinente (cráton) São Francisco-Congo com a parte ocidental do Cráton da Angola, envolvendo também outras microplacas.”, durante o Neoproterozoico-Cambriano. Ainda segundo a autora (2016, p. 20), a Faixa Ribeira no Estado do Rio de Janeiro foi compartimentada em quatro terrenos tectonoestratigráficos, denominados de: Ocidental, Paraíba do Sul, Oriental e Cabo Frio, de modo que houve a progressiva amalgamação destes terrenos, “[...] de oeste para leste, na sequência discriminada: a) Terreno Paraíba do Sul em ca. 620 Ma, b) Terreno Oriental em ca. 580 Ma, c) Terreno Cabo Frio em ca. 520 Ma.” (figura 28).

O Terreno Ocidental corresponde à paleoplaca inferior (Placa Sanfranciscana) e, portanto, representa a margem deste paleocontinente envolvida nas colisões brasileiras. O Terreno Paraíba do Sul é limitado por um empurrão de médio a baixo ângulo, redobrado pelas fases de deformação tardias do orógeno. Provavelmente é representante de um microcontinente, com embasamento paleoproterozoico. O Terreno Oriental compreende as rochas de arco magmático da faixa e está limitado por uma zona de cisalhamento complexamente redobrada (Limite Tectônico Central-CTB) com mergulhos subverticais a moderados para NW na porção centro-sul do estado, e mergulhos para SE na porção noroeste. Já o limite basal do Terreno Cabo Frio é representado por uma zona de cisalhamento de baixo ângulo, com mergulho para SE (HEILBRON et al., 2016).

Figura 28 – Mapa tectônico do Sudeste do Brasil



Fonte: Heilbron et al., 2016.

### 3.3.1.1 Terreno Oriental

A área que abrange a RMRJ, objeto de estudo desta pesquisa, encontra-se inserida no Terreno Oriental da Faixa Ribeira, que segundo Heilbron et al. (2016, p. 28) é formada por “[...] um conjunto de rochas ígneas, metamorfolizadas ou não, intrusivas em rochas metassedimentares, em sua maioria metapelitos.”.

De acordo com Almeida et al. (1998) a Oeste do Terreno Oriental encontra-se uma zona de cisalhamento denominada de Central Tectonic Boundary (CTB), e que essa região revela uma complexa evolução estrutural, que se desenvolveu em condições de elevada temperatura. O autor (1998) segue explicando que o CTB representa a principal descontinuidade tectônica, indicando assim o contato entre os terrenos Oriental e Ocidental, por isso, ele é considerado uma zona de sutura entre as duas placas.

Ao longo do Terreno Oriental, Heilbron et al. (2016) salienta que é possível identificar a ocorrência de três domínios estruturais: Complexo Rio Negro ou Arco Magmático Rio Negro, o Domínio Costeiro e o Domínio Italva. No caso da RMRJ, a maior parte das rochas que afloram na região estão inseridas no Complexo Rio Negro e Domínio Costeiro, onde

também é possível evidenciar o registro de áreas onde houve alguns episódios de magmatismo alcalino.

### 3.3.1.2 Complexo Rio Negro

O Complexo Rio Negro (CRN), inicialmente proposto por Matos et al. (1980) é descrito por Heilbron et al. (2016, p. 63) como “[...] o magmatismo de arco de maior espessura e extensão areal no estado do Rio de Janeiro.”. Os autores (2016) seguem discorrendo acerca daquelas áreas onde se tem o registro de corpos relacionados ao CRN, no Estado do Rio de Janeiro, no litoral Sul Fluminense “[...] aflora em costões rochosos com atitude subvertical.”, na “[...] região Serrana encontra sua maior expressão e mergulha com baixo ângulo para noroeste por baixo do Limite Tectônico Central.”, já no “[...] Noroeste Fluminense volta a apresentar mergulho subvertical até ser limitado por contato basal de baixo ângulo de mergulho para Sudeste, com as rochas do Terreno Ocidental.”.

As rochas que integram o Complexo Rio Negro correspondem à ortognaisses originados através do metamorfismo de rochas ígneas mais antigas, formadas há aproximadamente 600 milhões de anos. O complexo Rio Negro foi definido como um arco magmático formado a partir de ortognaisses e granitoides com pouca deformação. As rochas são caracterizadas por diorito, tonalito gnaisse, leucogranito e gnaisse porfirítico, conforme descrito por Tupinambá et al. (2012).

### 3.3.1.3 Domínio Costeiro

O Domínio Costeiro ocupa a maior parte do Terreno Oriental e representa o ambiente onde se instalou o arco magmático primitivo da Faixa Ribeira, denominado de Complexo Rio Negro. É constituído por paragnaisses pelíticos ricos em intercalações de quartzitos e calcissilicáticas. Segundo Valeriano et al. (2012) os ortognaisses presentes no Complexo Rio Negro possuem afinidade calcialcalina e composição variando desde tonalítica até granítica, com enclaves dioríticos e gabróicos.

A partir de dados geoquímicos e isotópicos é possível inferir que indicam ambientes tectônicos de arco magmáticos que evoluíram desde intra-oceânicos até cordilheiranos, entre 790 e 620 Ma.

#### 3.3.1.4 Magmatismo Alcalino

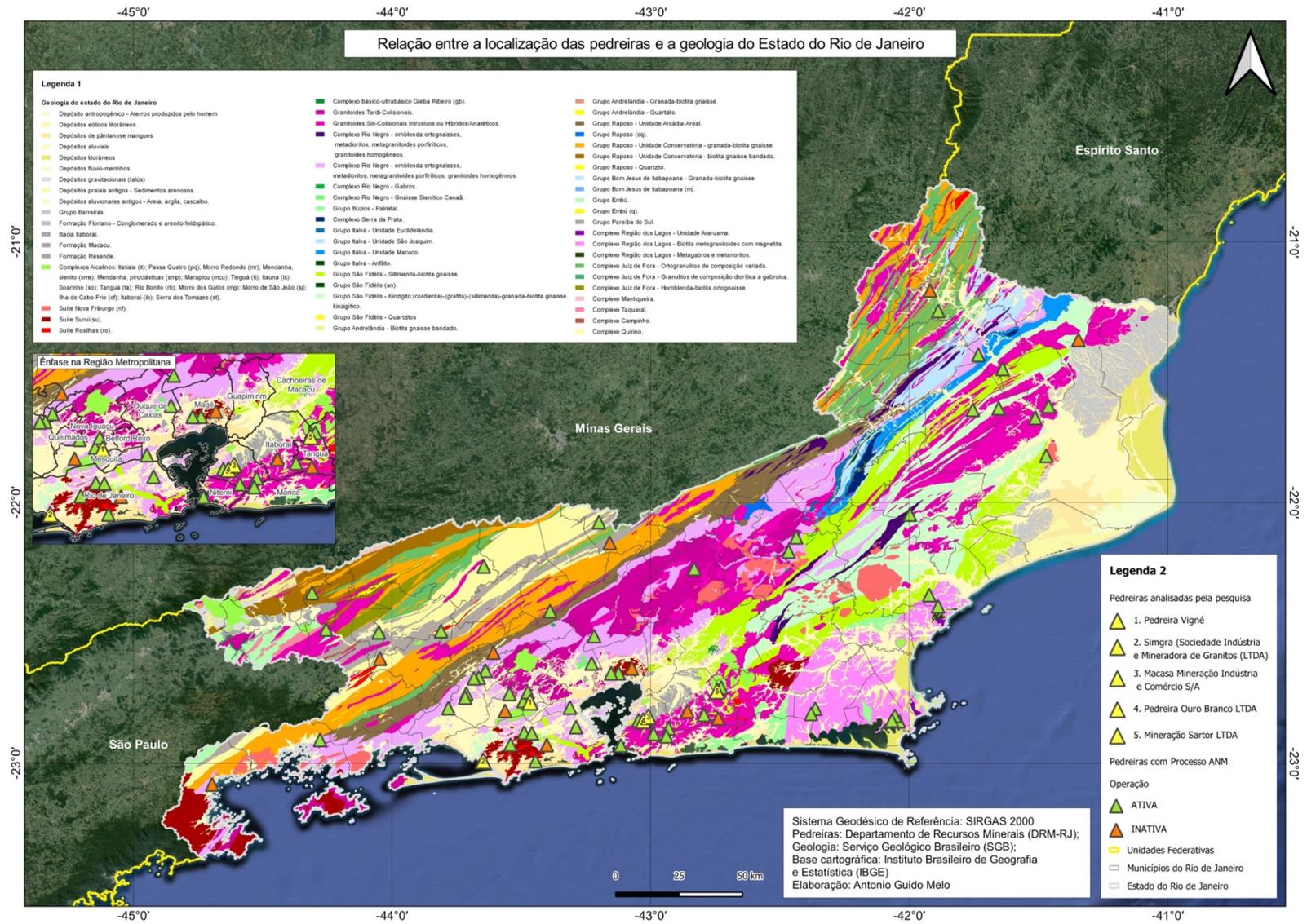
Durante o Mesozoico-Cenozoico, o território brasileiro foi amplamente atingido por intenso magmatismo alcalino, dando origem a diversos corpos (plutons, plugs, stocks, diques e derrames nas bacias sedimentares). Na região Sudeste, os corpos intrusivos, produtos deste magmatismo, fazem parte da Província Serra do Mar, assim denominada por Almeida (1983).

O estado do Rio de Janeiro exhibe, entre a serra do Mar e o litoral, uma área plana e rebaixada onde podem ser observados alguns corpos de relevo residuais representados por intrusões alcalinas. Estes desníveis topográficos chegam a atingir cotas altimétricas de 800 m acima do nível do mar, em contraste com as planícies costeiras da Baixada Fluminense e Região dos Lagos, com cotas entre 5 e 45 m. Estes grandes corpos alcalinos intrusivos formam uma série de plugs e stocks, alinhados na direção WSW-ENE, que compõem a "Província Alcalina da Serra do Mar" (Almeida, 1983). (HEILBON et al., 2016, p. 109)

De acordo com Heilbron et al. (2016, p. 109) “os grandes corpos alcalinos que afloram no estado e são incluídos na Província Alcalina da Serra do Mar são formados em sua maioria por sienitos e nefelina sienitos.”. Os principais corpos alcalinos destacados pelos autores (2016) são: a Intrusão Alcalina da Ilha de Cabo Frio; a Suíte Alcalina de Tinguá; o Maciço Alcalino da Serra do Mendanha; o Complexo Alcalino de Itaúna; o Maciço Alcalino de Tanguá; os plugs alcalinos de Itaboraí; o Maciço Alcalino de Soarinho; o Maciço Alcalino de Rio Bonito; o Maciço Alcalino Morro dos Gatos; o Maciço da Serra dos Tomazes; a Intrusão Alcalina de Marapicu; o Maciço Alcalino de Passa Quatro; o Maciço Alcalino de Itatiaia; o Maciço Alcalino do Morro Redondo e o Maciço Alcalino do Morro São João.

A partir da análise do mapa geológico e de recursos minerais do Estado do Rio de Janeiro, produzido por Heilbron et al. (2016), é possível estabelecer uma relação entre a ocorrência de terrenos formados por rochas cristalinas e a localização das frentes de lavras, que em grande parte produzem britas derivadas de granitos, gnaisses, sienitos, migmatitos, charnockitos, granulitos, como era o caso das Pedreiras Vigné Ltda., Pedreira Ouro Branco Ltda., Pedreira Macasa S/A, Mineração Sartor Ltda., e Simgra Ltda., situadas na RMRJ, (mapa 3).

Mapa 3 – Relação entre a localização das pedreiras e a compartimentação tectônica do Estado do Rio de Janeiro



Fonte: MELO, 2024.

### 3.3.2 Geomorfologia

O Estado do Rio de Janeiro apresenta as mais variadas formas de relevo, em razão da sua história geológica, da litologia e de fatores climáticos, que foram os responsáveis pela sua atual morfologia. Por isso, de acordo com Dantas et al. (2001) o território fluminense encontra-se compartimentado em duas unidades morfoestruturais: o Cinturão Orogênico do Atlântico e as Bacias Sedimentares Cenozoicas.

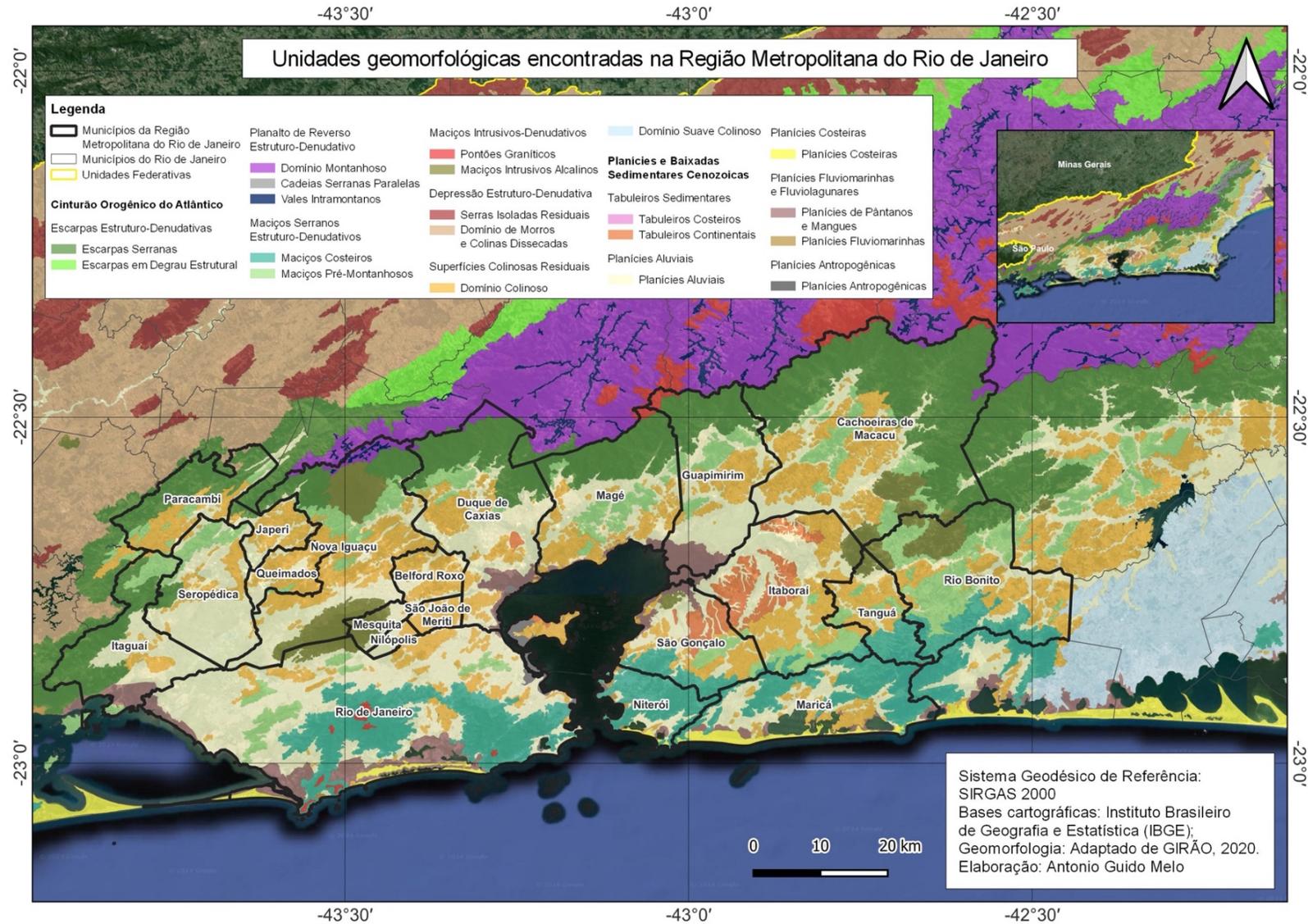
O Cinturão Orogênico do Atlântico corresponde a uma unidade morfoestrutural formada por um conjunto diversificado de rochas ígneas e metamórficas (granitos e gnaisses) de idade Pré-Cambriana, e que segundo Dantas (2001) encontram-se subdivididas nas seguintes unidades morfoesculturais: Maciços Costeiros e Interiores, Maciços Alcalinos Intrusivos, Superfícies Aplainadas nas Baixadas Litorâneas, Escarpas Serranas, Planaltos Residuais, Depressões Interplanálticas, Depressões Interplanálticas com Alinhamentos Serranos Escalonados. Estas, por sua vez, foram individualizadas e subdivididas em unidades geomorfológicas distintas por guardar variações morfológicas próprias.

Tomando como base o Estudo Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro, realizado por Dantas (2001), é possível identificar na RMRJ as seguintes unidades morfoesculturais: Maciços Costeiros e Interiores, Maciços Intrusivos Alcalinos, Domínio Suave Colinoso, Planície Fluviomarinhas, Planícies Costeiras e Escarpas Serranas. (mapa 4).

A Região Metropolitana abrange as baixadas de Sepetiba, Guanabara e Jacarepaguá, de onde se sobressaem maciços montanhosos, tais como os maciços costeiros da Pedra Branca, Tijuca (Figura 8) e Região dos Lagos e o maciço intrusivo alcalino do Mendanha. Ferrari (1990, 2001) enquadra grande parte da região metropolitana do Rio de Janeiro no denominado Gráben da Guanabara, embutido entre os maciços costeiros e o front da serra do Mar (SILVA *et al.*, 2015). A partir dos terrenos montanhosos constituídos pelos maciços costeiros, espraiam-se as planícies fluviomarinhas pontilhadas de relevos residuais, tais como colinas, morros e pequenas serras isoladas, e, por fim, as planícies marinhas que orlam toda a linha de costa. (DANTAS et al., 2023, p. 25)

a) **Maciços Costeiros e Interiores:** essa unidade de relevo é formada por um conjunto de maciços montanhosos que estão alinhados na direção WSW-ENE, e que se estendem “[...] desde o Maciço da Juatinga ao maciço da Região dos Lagos, estando situados em meio às baías e baixadas litorâneas.”, Dantas (2001, p. 11). De acordo com Silva e Silva (2017, p. 46) ao longo da costa do Rio de Janeiro, é possível notar a presença dos maciços costeiros na paisagem, pois são “[...] elevações isoladas e paralelas, com altitudes entre 500 m e 1.000 m.

Mapa 4 – Unidades geomorfológicas da Região Metropolitana do Rio de Janeiro



Fonte: MELO, 2024.

Por exemplo, a Leste da Baía de Guanabara estão as serras da Tiririca, com elevações entre 200 m e 410 m, e do Sambé, com altitude máxima de 610 m [...]”, enquanto a Oeste se destacam aqueles maciços que apresentam “[...] dimensões e formas mais imponentes conhecidos como Gericinó-Mendanha (974 m), Pedra Branca (1.024 m) e Tijuca (1.021 m), estes últimos mais próximos à costa.”.

b) **Maciços Intrusivos Alcalinos**: compreende uma série de maciços formados por rochas alcalinas, que foram geradas a partir do intenso magmatismo que ocorreu entre o Mesozoico-Cenozoico, em razão da Reativação Wealdeniana, que levou a abertura do oceano Atlântico, Almeida (1967) *apud* Dantas (2001). Ainda de acordo com o autor (2001, p. 16) “esse magmatismo originou uma série de corpos alcalinos que intrudiram o embasamento cristalino de idade Pré-Cambriana, compondo o alinhamento magmático de Cabo Frio com direção aproximada WNW-ESE.”. No caso do Estado do Rio de Janeiro, em particular, esse alinhamento se estende desde o Maciço do Itatiaia até a Ilha de Cabo Frio.

Em geral, esses maciços intrusivos, possuem um formato “[...] dômico, por isso, muitas vezes se assemelham a vulcões extintos, parcialmente ou bastante erodidos, demonstrando uma drenagem radial e centrífuga.”, Dantas (2001, p. 16).

c) **Domínio Suave Colinoso**: é caracterizado por um agrupamento de colinas suaves, que possuem os “[...] topos arredondados a alongados, vertentes convexas, amplitudes altimétricas inferiores a 50 metros, densidade de drenagem baixa e padrão de drenagem dentrítico.”, Girão (2020, p. 58). Esta unidade de relevo está presente na região litorânea do Rio de Janeiro, abrangendo desde a área da Região dos Lagos até o Norte Fluminense.

d) **Planícies Fluvio marinhas**: abrange uma série de “[...] baixadas aluviais, planícies fluvio marinhas e fluviolagunares, que preenchem extensas áreas deprimidas localizadas próximo ao litoral, tais como as baixadas de Sepetiba, da Guanabara e Campista.”, Dantas (2001, p. 50). O autor (2001) salienta que “essas baixadas são caracterizadas por uma sedimentação de interface entre ambientes continentais e marinhos ou transicionais”, portanto, esses ambientes (planícies fluvio marinhas e fluviolagunares) “[...] foram originados pelas flutuações do nível relativo do mar desde o Pleistoceno Superior.”. Além disso, nestes ambientes é possível encontrar sedimentos “[...] finos, siltico-argilosos ou argilo-silticos, ricos em matéria orgânica.”, Heilbron et al. (2016, p. 139).

e) **Planícies Costeiras**: corresponde a superfícies subhorizontais com amplitudes altimétricas inferiores a 20 m e microrrelevo ondulado, presente em toda zona costeira do Estado do Rio de Janeiro, e que estão “[...] associadas a sistemas deposicionais de origem continental e transicional/marinho (costeiros).”, Heilbron et al. (2016, p. 138). Ainda de

acordo com a autora (2016) esses ambientes foram afetados pelas variações do nível relativo do mar durante o Quaternário, sendo responsáveis pela deposição de amplos depósitos de origem marinha, atualmente situados em áreas continentais. Portanto, “[...] sobre estes depósitos desenvolve-se uma variedade de sistemas deposicionais recentes, como sistemas praias, lagunares, eólicos costeiros, cordões litorâneos, etc.”, Heilbron et al. (2016, p. 138).

f) **Escarpas Serranas**: engloba um conjunto de escarpas montanhosas festonadas, que estão alinhadas sob direção WSW-ENE, formadas pela Serra do Mar e da Mantiqueira. As escarpas Serranas possuem o “relevo montanhoso, extremamente acidentado, transicional entre dois sistemas de relevo. Vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, escarpadas e topos de cristas alinhadas, aguçados ou levemente arredondados”, Dantas (2001, p. 22), com amplitudes altimétricas elevadas, superiores a 500 m e ultrapassando, diversas vezes, 2.000 m.

Já as Bacias Sedimentares Cenozoicas, também identificadas por Dantas (2001, p. 46), representam “uma das mais importantes feições geotectônicas resultantes da tectônica extensional pós-cretácica no Sudeste brasileiro [...]”, pois abrangem “[...] um conjunto de bacias tafrogênicas continentais: Bacia de Curitiba (PR); bacias de São Paulo e Taubaté (SP); bacias de Resende, Volta Redonda, Macacu e Itaboraí (RJ).”.

Essas bacias, de idade terciária (Paleoceno ao Oligoceno), foram denominadas “Sistema de *Rifts* da Serra do Mar” por Almeida (1976) ou “Sistema de *Rifts* Continentais do Sudeste do Brasil” por Riccomini (1989). Os sedimentos do Grupo Barreiras, expressivos no norte do estado, possuem idades mais recentes (Mioceno-Plioceno) que as bacias sedimentares continentais e suas fases de sedimentação prolongam-se, provavelmente, até o Pleistoceno Inferior. Essa formação abrange extensa área da costa brasileira do Estado do Rio de Janeiro ao Estado do Pará (Mabe-soone et al., 1972; Bigarella, 1975). Os setores de maior subsidência do *graben* da Guanabara e junto à linha de costa são preenchidos por sedimentação fluvial ou marinha de idade quaternária, associada aos últimos eventos transgressivos do nível do mar. (DANTAS, 2001, p. 46)

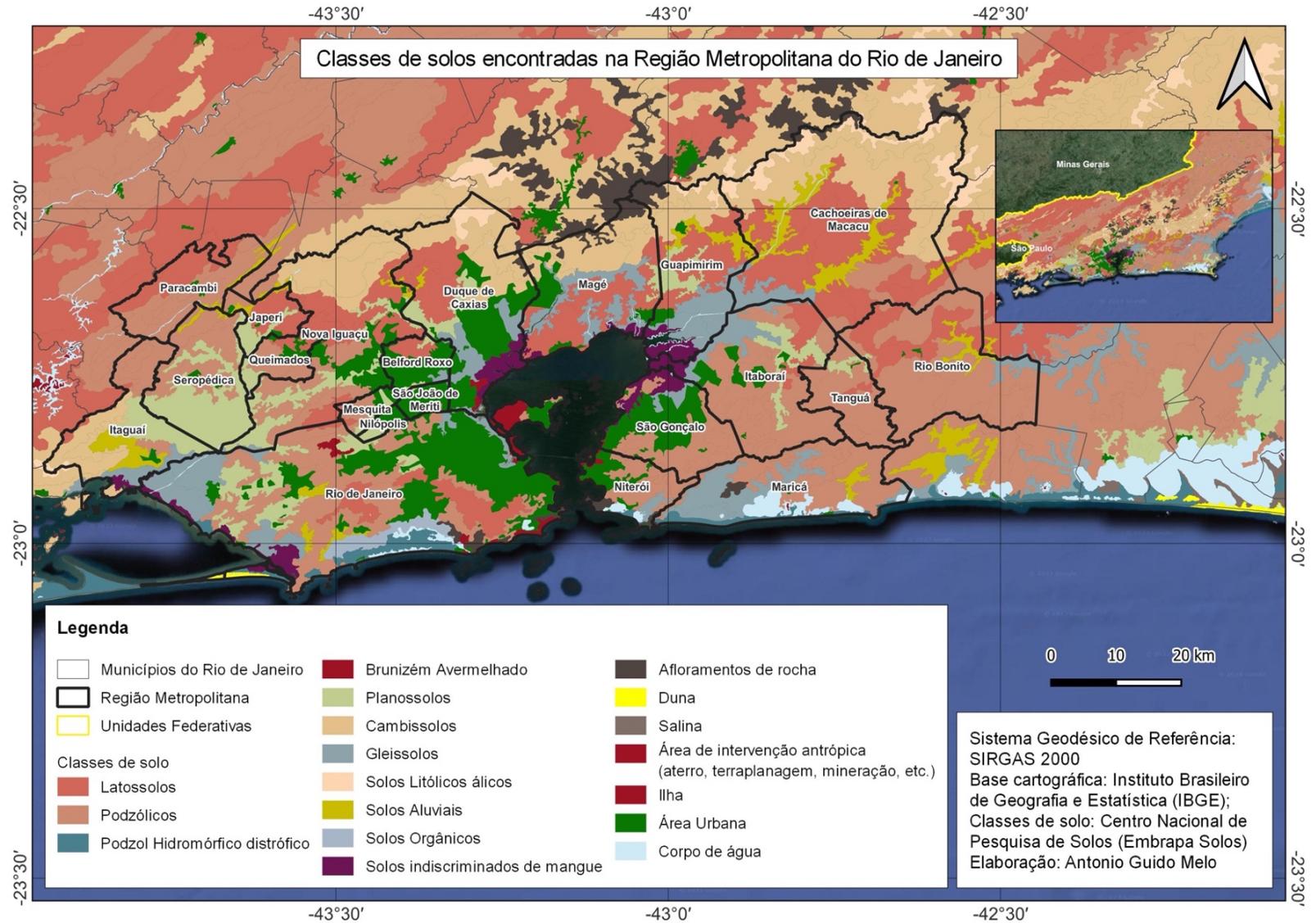
As Bacias Sedimentares Cenozoicas encontram-se subdivididas nas seguintes unidades morfoesculturais: Tabuleiros de Bacias Sedimentares; Planícies Fluviomarinhas (Baixadas) e Planícies Costeiras. Essa unidade morfoestrutural corresponde a rochas sedimentares, pouco litificadas, de idade eocenozoica, e sedimentos inconsolidados, neocenozóicos, Dantas (2001).

### **3.3.3 Pedologia**

De acordo com Lepsch (2011, p. 6) o conceito de solo é bastante abrangente, visto que este é um tema que abarca diversas áreas do conhecimento (Geografia, Geologia, Agronomia, Engenharia, entre outras). No entanto, o autor afirma que a definição que melhor atende boa parte dessas ciências é a que diz que o solo corresponde “[...] a coleção de corpos naturais dinâmicos, que contém matéria viva, e é resultante da ação do clima e da biosfera sobre a rocha, cuja transformação em solo se realiza durante certo tempo e é influenciada pelo tipo de relevo.”. Por isso, tendo em vista a grande variedade de fatores climáticos, geológicos, geomorfológicos, da flora e de fauna, presentes no território brasileiro, é possível estabelecer diferentes classes de solos, de acordo com as peculiaridades de cada região do Brasil.

O Estado do Rio de Janeiro, encontra-se localizado na região Sudeste, reconhecida por apresenta uma grande variedade de solos, Lepsch (2002), sobretudo, pelo fato desta região ser considerada uma zona de transição entre as áreas que apresentam clima semiárido e úmido, a diversidade de relevo e vegetação, além da atuação de organismos vivos (macro e micro-organismos da flora e fauna terrestres) sobre o material original (rocha matriz) ao longo do tempo. Por isso, levando em conta os múltiplos aspectos da geologia, da cobertura vegetal, do relevo e das diversidades térmicas e pluviométricas, presentes no território fluminense, Pereira et al. (2023), baseando-se no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS, proposto por Santos et al. (2018), identificou e descreveu as principais classes de solos encontradas na RMRJ: Argissolos, Cambissolos, Gleissolos, Latossolos, Neossolos e Planossolos (mapa 5).

Mapa 5 – Principais classes de solos encontrados na Região Metropolitana do Rio de Janeiro



Fonte: MELO, 2024.

a) **Argissolos**: o prefixo Argi é proveniente “do latim *argilla*, ‘argila’, conotativo de solos com processo de acumulação de argila” no horizonte diagnóstico (Bt), Santos et al. (2018, p. 80). Ainda de acordo com o autor (2018, p. 87) os “Argissolos são de profundidade variável, desde forte a imperfeitamente drenados, de cores avermelhadas ou amareladas os mais comuns e mais raramente brunadas ou acinzentadas.”.

Essa classe de solos encontra-se facilmente distribuída em todas as regiões brasileiras, já que compõem aproximadamente 24% dos solos brasileiros, Embrapa (2024). No tocante à extensão geográfica, ocupam a segunda posição, depois dos Latossolos.

b) **Cambissolos**: “do latim *cambiare*, ‘trocar’, ‘mudar’, conotativo de solos em formação (transformação)”, Santos et al. (2018, p. 80), ou seja, são solos que apresentam menor grau de desenvolvimento, já que possuem pouca diferenciação dos horizontes nas características morfológicas, principalmente pela cor e estrutura. Essa “classe comporta desde solos fortemente até imperfeitamente drenados, de rasos a profundos, de cor bruna ou bruno-amarelada até vermelho-escura, de alta a baixa saturação [...]”, Santos et al. (2018, p. 89).

Os Cambissolos encontram-se distribuídos por todo o território nacional, ocupando cerca de 2,5% da área do país. Na região Sudeste é possível encontrar áreas significativas deste tipo de solo, que se formaram através da ação do intemperismo e erosão nas rochas ácidas, Embrapa (2024).

c) **Gleissolos**: a origem do prefixo Glei deriva “do russo *gley*, que significa “massa do solo pastosa”, áreas com excesso de água”, Santos et al. (2018, p. 80). Nessa classe de solos há o predomínio de material argiloso e muito argiloso que passou por processos de oxidação e redução em ambiente saturado por água, mal ou muito mal drenados (hidromórficos). É uma unidade de solo que pode se “formar também em áreas de relevo plano de terraços fluviais, lacustres ou marinhos, como também em materiais residuais em áreas abaciadas e depressões.”, Santos (2018, p. 93). Outra característica marcante são as cores que vão variar desde cinzentas até pretas, em razão dos processos de oxidação e redução do ferro, Embrapa (2024).

No Brasil ocupam cerca de 4% da superfície do país, com destaque para as áreas na planície amazônica, passando pelos Estados de Goiás, Tocantins, Rio de Janeiro e São Paulo, até atingir às margens das lagoas dos Patos, Mirim e Mangueira no Rio Grande do Sul, Embrapa (2024).

d) **Latossolos**: o prefixo Lato tem origem no “latim, *lat*, ‘tijolo’, conotativo de solos muito intemperizados”, destituídos de minerais primários ou secundários, já que são menos resistentes a ação do intemperismo, Santos et al. (2018, p. 80), além disso, a classe dos

latossolos é conhecida por apresentar perfis profundos e com uma boa drenagem. Geralmente são encontrados em zonas equatoriais e tropicais, em antigas superfícies de erosão, sedimentos e terraços fluviais antigos, normalmente em relevo suavemente ondulado e plano, Embrapa (2024).

No tocante à distribuição espacial, ocupam aproximadamente 39% da área total do país e estão distribuídos praticamente por todo o território nacional. Já em relação as cores, elas podem variar desde as brunadas, avermelhadas até matizes amareladas, sendo as últimas de maior expressão em território brasileiro, Embrapa (2024).

e) **Neossolos:** a origem do prefixo grego *Neo*, significa “novo”, logo, esta classe de solo encontra-se no início de sua formação, apresentando pequena alteração em relação ao material de origem do qual foram formados. Em geral, são solos jovens, rasos ou muito rasos, “[...] constituídos por material mineral ou por material orgânico com menos de 20 cm de espessura, não apresentando nenhum tipo de horizonte B diagnóstico [...]”, com sequência típica de horizontes A-R, A-Cr-R ou A-C sobreposto diretamente à rocha, Santos et al. (2018, p. 96).

No Brasil, segundo a Embrapa (2024), aproximadamente 15% do território é recoberto por este tipo de solo.

f) **Planossolos:** do latim *planus*, que significa “plano”, este tipo de solo se desenvolve preferencialmente em áreas de planícies ou depressões, onde as condições ambientais e do próprio solo favorecem vigência periódica anual de excesso de água, mesmo que de curta duração especialmente [...]”, naquelas áreas “[...] sujeitas à estiagem prolongada e até mesmo sob condições de clima semiárido.”, Santos et al. (2018, p. 102). As cores pálidas, com matizes amarelados e cromas baixos do horizonte plânico se devem à condição de drenagem imperfeita e à baixa permeabilidade à água, devido à mudança textural abrupta. Por vezes, também ocorrem cores mosqueadas ou variegadas.

De acordo com a Embrapa (2024), aproximadamente 2% do território nacional é formado por Planossolos.

### 3.3.4 Hidrografia

Com o objetivo de orientar o planejamento e o gerenciamento dos recursos hídricos no país, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), através da resolução nº 32, de 15 de outubro de 2003, delimitou o território brasileiro em 12 regiões hidrográficas: Amazônica, Atlântico Nordeste Ocidental, Atlântico Nordeste Oriental, Atlântico Leste, Atlântico Sudeste, Atlântico Sul, Parnaíba, Paraguai, Paraná, São Francisco, Tocantins-Araguaia e Uruguai, BRASIL (2003), (figura 29).

Figura 29 – Divisão Hidrográfica Nacional



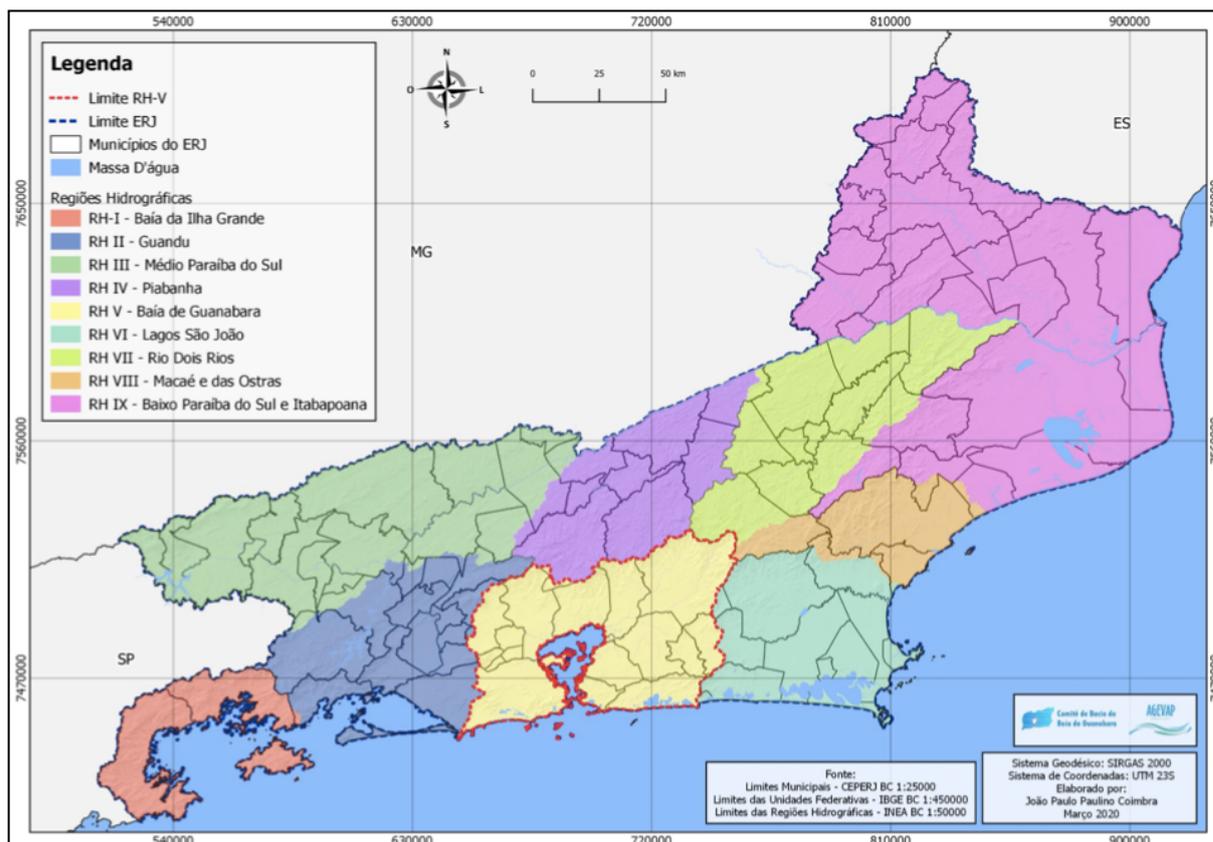
Fonte: COIMBRA, 2021.

O Estado do Rio de Janeiro encontra-se inserido na Região do Atlântico Sudeste, por isso, como forma de otimizar a gestão dos recursos hídricos, o território fluminense foi dividido em 9 Regiões Hidrográficas: RH I – Baía da Ilha Grande, RH II – Guandu, RH III – Médio Paraíba do Sul, RH IV – Piabanha, RH V – Baía de Guanabara, RH VI – Lagos São João, RH VII – Rio Dois Rios, RH VIII – Macaé e das Ostras e RH IX – Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana, Coimbra (2021), (figura 30).

A RMRJ faz parte da RH V - Baía de Guanabara que contempla, integralmente, os municípios de Niterói, São Gonçalo, Itaboraí, Tanguá, Guapimirim, Magé, Duque de Caxias, Belford Roxo, Mesquita, São João de Meriti e Nilópolis, assim como abrange também parcialmente os municípios de Maricá, Rio Bonito, Cachoeira de Macacu, Petrópolis, Nova Iguaçu e Rio de Janeiro, totalizando assim 17 municípios pertencentes a RH V, Coimbra (2021).

Além de integrar a maior parte da RH V – Baía de Guanabara, a RMRJ também está inserida na RH II - Guandu que engloba, em sua totalidade os municípios de Engenheiro Paulo de Frontin, Itaguaí, Japeri, Paracambi, Queimados e Seropédica, e parcialmente os municípios de Barra do Piraí, Mangaratiba, Mendes, Miguel Pereira, Nova Iguaçu, Piraí, Rio Claro, Rio de Janeiro e Vassouras, Coimbra (2021).

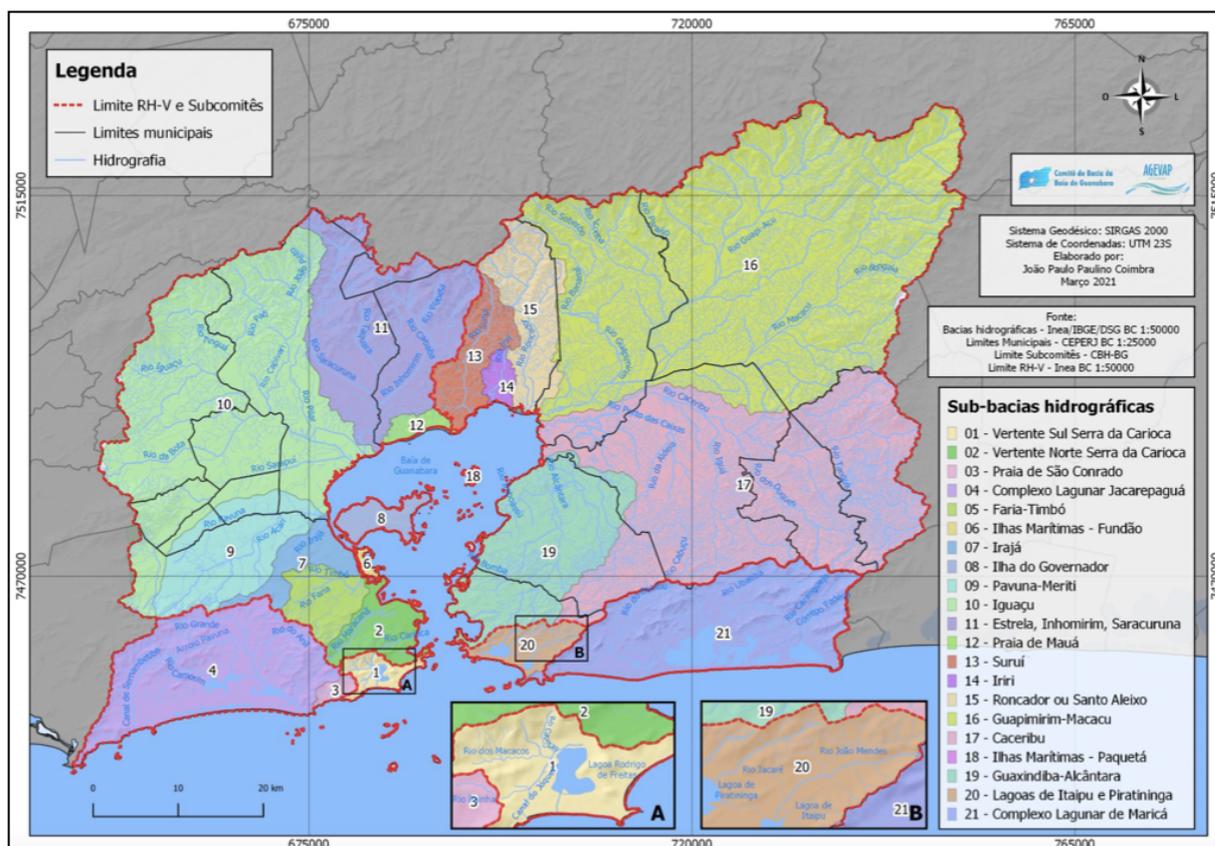
Figura 30 – Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro



Fonte: COIMBRA, 2021.

A RH V - Baía de Guanabara e os sistemas lagunares de Maricá e Jacarepaguá apresentam uma área de 4.800 Km<sup>2</sup>, Coimbra (2021), onde é possível identificar as seguintes sub-bacias hidrográficas: bacias contribuintes às Lagunas de Itaipu e Piratininga, do Guaxindiba-Alcântara, do Caceribu, do Guapimirim-Macacu, do Roncador ou Santo Aleixo, do Iriri, do Suruí, do Estrela, do Inhomirim, do Saracuruna; bacias contribuintes à Praia de Mauá, do Iguaçu, do Pavuna-Meriti, da Ilha do Governador, do Irajá, do Faria-Timbó; bacias drenantes da Vertente Norte da Serra da Carioca; bacias drenantes da Vertente Sul da Serra Carioca; bacias contribuintes à Praia de São Conrado e bacias contribuintes ao Complexo Lagunar de Jacarepaguá, (figura 31).

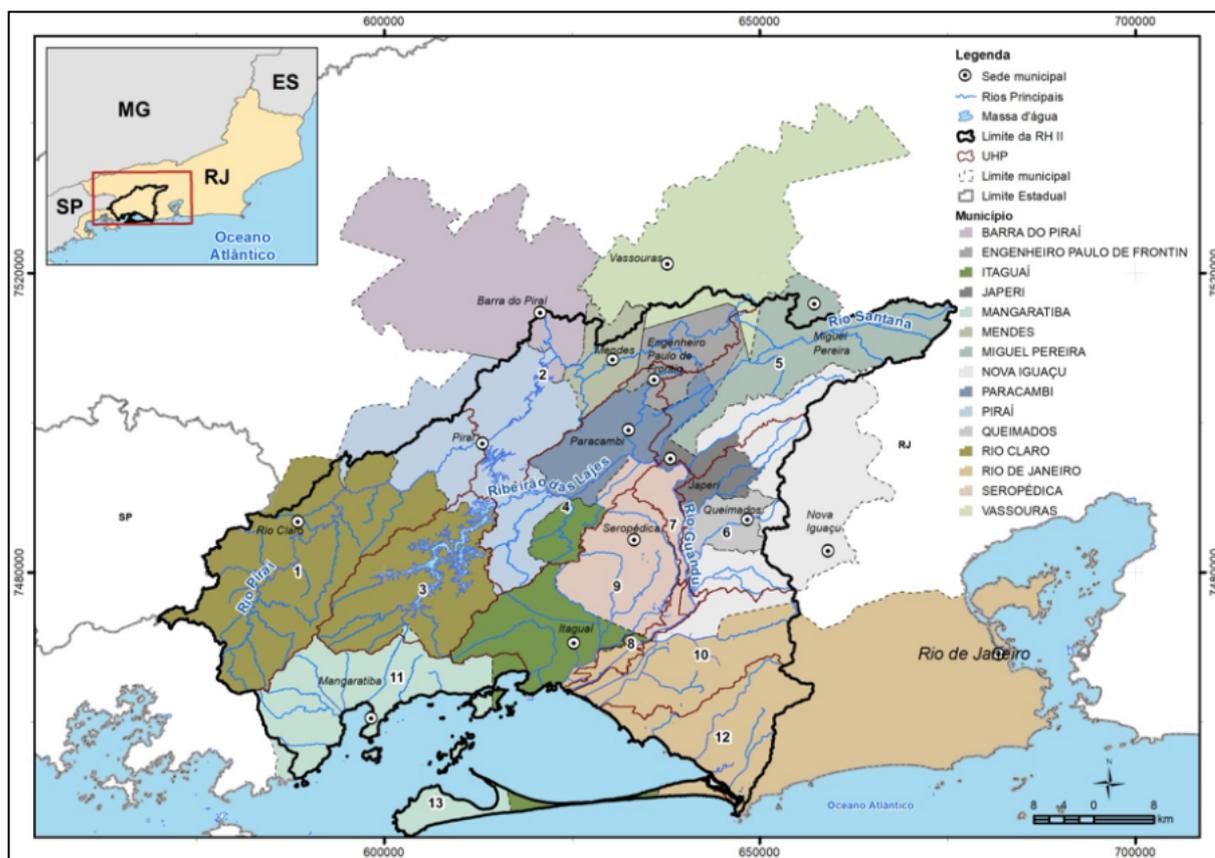
Figura 31 – Principais rios e sub-bacias hidrográficas da RH V – Baía de Guanabara



Já a RH II – Guandu abrange uma área total de 3.815,6 Km<sup>2</sup>, o equivalente a 1,7% do território nacional. Apresenta como regiões vizinhas, a RH I - Baía da Ilha Grande na porção sudoeste, RH III - Médio Vale do Paraíba do Sul ao norte, a RH IV - Piabanha em uma pequena parcela ao nordeste e a RH V - Baía de Guanabara ao leste. “As nascentes do rio da Prata e do rio do Braço, ambos contribuintes da bacia do rio Piraí, estão localizadas no Estado de São Paulo.”, AGEVAP (2022, p. 10).

Conforme destacado pela AGEVAP (2022), as bacias e sub-bacias existentes nesta região hidrográfica foram agregadas em 13 Unidades Hidrológicas de Planejamento (UHPs), a saber: 1 - Rio Piraí – montante reservatório Santana, 2 - Rio Piraí – reservatório Santana e afluentes, 3 - Ribeirão das Lajes – montante barragem, 4 - Ribeirão das Lajes – jusante barragem, 5 - Rios Santana e São Pedro, 6 - Rios Queimados e Ipiranga, 7 - Rio Guandu, 8 - Canal de São Francisco, 9 - Rio da Guarda, 10 - Rio Guandu-Mirim, 11 - Bacias Litorâneas – Margem Direita, 12 - Bacias Litorâneas – Margem Esquerda e 13 - Ilhas e Restinga de Marambaia, (figura 32).

Figura 32 – Localização da RH II – Guandu



Fonte: AGEVAP, 2022.

Atualmente, o Sistema Guandu, localizado na RH II, é o maior sistema de abastecimento público de água do Estado do Rio de Janeiro, Coimbra (2021), já que fornece água para grande parte dos municípios da Baixada Fluminense, incluindo Belford Roxo, Duque de Caxias, Mesquita, Nilópolis, São João de Meriti e Nova Iguaçu, assim como a capital, Rio de Janeiro, além de outros municípios não compreendidos pela RH-V.

Boa parte das águas que chegam ao Sistema Guandu vem do rio Paraíba do Sul por meio da Estação Elevatória de Santa Cecília, sistema de transposições de águas da Light, que transfere 60% do volume de água deste rio para o Reservatório de Santana, onde a partir de uma nova estação elevatória se realiza a transferência das águas para a vertente sul da Serra do Mar. Além disso, parte da vazão do rio Pirai é também transposta para a bacia do Guandu por meio da Elevatória de Vigário e do Túnel do Reservatório de Tócos, que contribui para o abastecimento do reservatório Ribeirão das Lajes. (COIMBRA, 2021, p. 144)

Além do Gandu, o sistema Imunana-Laranjal, localizado a leste da RH V – Baía de Guanabara, é o responsável por realizar a captação das águas do rio Guapi-Macacu e abastecer os municípios de Niterói, São Gonçalo, Itaboraí, Rio de Janeiro (bairro de Paquetá) e Maricá (distritos de Itaipuaçu e parte de Inoã).

### 3.3.5 Clima

O clima pode ser compreendido como a observação sistemática das características atmosféricas de uma determinada região na Terra, durante um período de aproximadamente 30 a 35 anos, Ayoade (2007). Por isso, o autor enfatiza que diversos componentes contribuem para a definição de uma classificação climática, destacando-se os elementos climáticos e fatores geográficos ou do clima.

Para Mendonça & Danni-Oliveira (2007, p. 41) os elementos climáticos mais utilizados para a caracterização da “[...] atmosfera são a temperatura, a umidade e a pressão atmosférica, que influenciados pela diversidade geográfica, manifestam-se por meio de precipitação, vento, nebulosidade, ondas de calor e frio, entre outros.”. Já os fatores geográficos ou do clima, “[...] correspondem àquelas características geográficas estáticas diversificadoras da paisagem, como latitude, altitude, relevo, vegetação, continentalidade/maritimidade e atividades humanas.”.

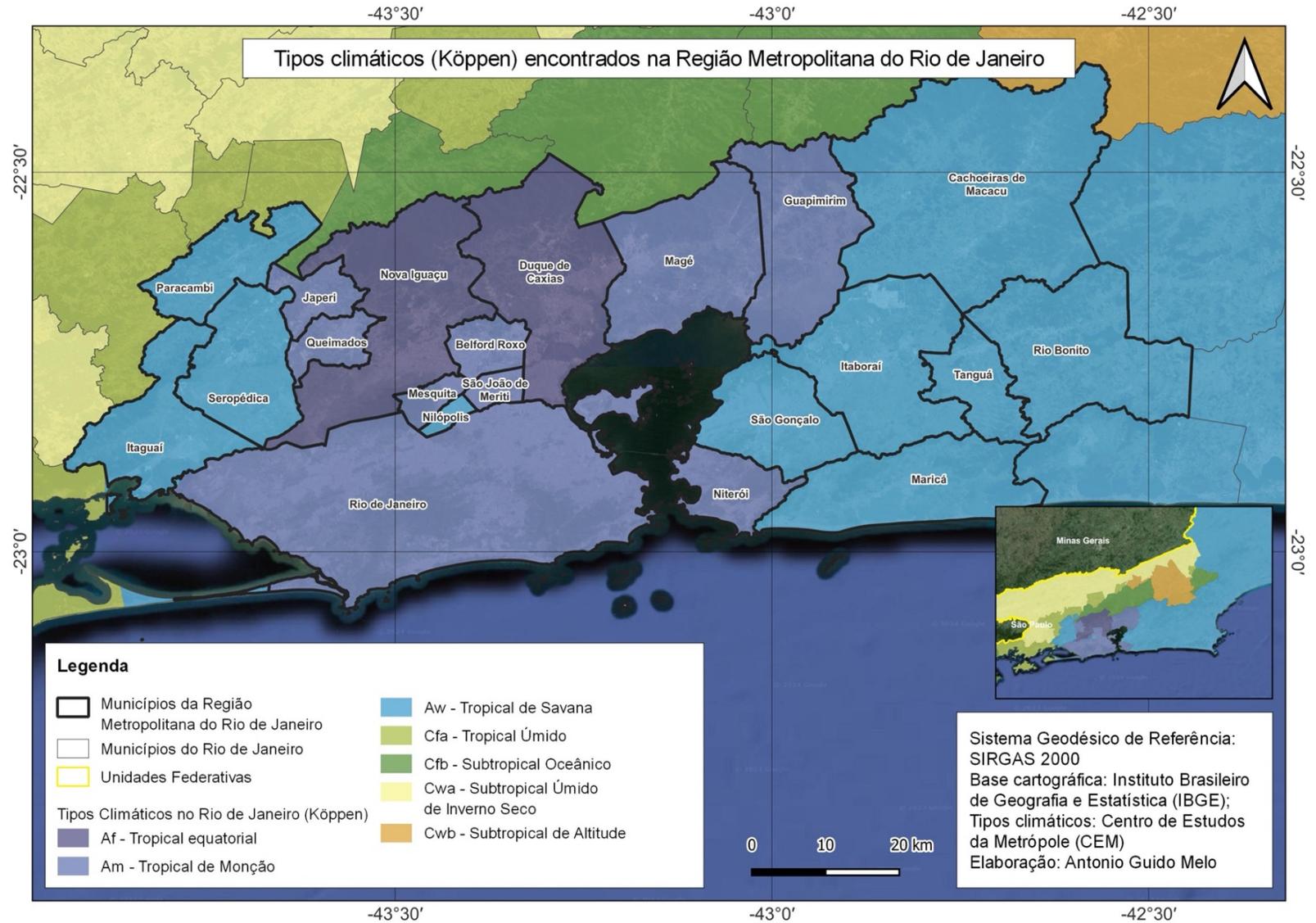
Tomando como base tanto os elementos quanto os fatores do clima, presentes e atuantes no Estado do Rio de Janeiro (a proximidade com o mar, o relevo, a vegetação, a atuação das massas de ar, a distribuição da precipitação, entre outros), Alvares et al. (2013) através de suas análises, e baseando-se no modelo de Köppen-Geiger, identificou o predomínio do tipo climático A (tropical e equatorial), de modo que propôs uma classificação mais detalhada para o território fluminense (figura 33), onde reconheceu 7 tipos climáticos: Subtropical úmido de Inverno Seco (Cwa), Tropical Equatorial (Af), Tropical Úmido (Cfa), Subtropical de Altitude (Cwb), Subtropical Oceânico (Cfb), Tropical de Monções (Am) e Tropical de Savana (Aw), (mapa 6).

Figura 33 – Critérios para delimitação das unidades climáticas, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger

Temperatura média Normal		Total de chuva do mês mais seco (Pms)	Total de chuva anual (P)	Descrição do Tipo de Clima segundo Köppen (Climas Úmidos)		Símbolo
do mês mais frio	do mês mais quente					
≥ 18°C	≥ 22°C	≥ 60mm	< 2500 - 27,27. Pms	TROPICAL	sem estação seca	Af
		< 60mm			≥ 2500 - 27,27. Pms	Inverno Seco
< 18°C	< 22°C	< 30mm		SUBTROPICAL	TROPICAL com chuvas excessivas	Am
					Quente	Cwa
	Temperado	Cwb				
	Quente	sem estação seca			Cfa	
	≥ 22°C	≥ 30mm			Temperado	Cfb

Fonte: ROLIM et al., 2007.

Mapa 6 – Principais tipos climáticos encontrados na Região Metropolitana do Rio de Janeiro

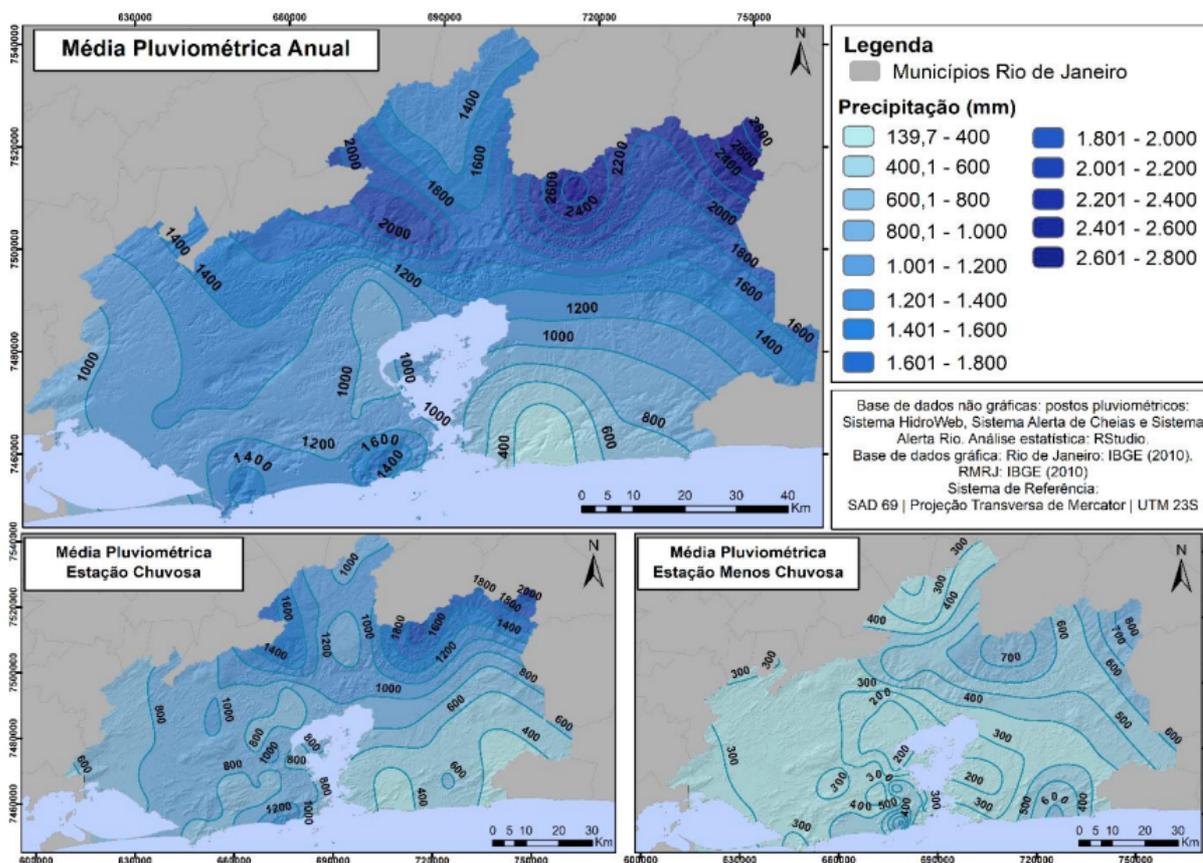


Fonte: MELO, 2024.

Na Região Metropolitana verifica-se a existência de 5 tipos de climas: Tropical Equatorial (Af), Tropical Úmido (Cfa), Subtropical Oceânico (Cfb), Tropical de Monções (Am) e Tropical de Savana (Aw), de modo que os dois últimos se distribuem na maior parte da área metropolitana, CEPERJ (2024). Para Delgado & Pereira (2023, p. 60) essa variedade climática ocorre principalmente por conta da “topografia acidentada, vegetação pluralizada, além da proximidade com o Oceano Atlântico”, portanto, influenciando diretamente na distribuição dos índices pluviométricos e nas temperaturas médias registradas.

Em relação a distribuição da pluviosidade, observa-se para todas as regiões do Estado dois períodos bem definidos, marcados por uma estação chuvosa (novembro a março), e outra mais seca (abril a outubro), Lima & Armond (2022). Por isso, ao analisar os dados de precipitação, relativos à Região Metropolitana, é possível perceber que a pluviosidade média anual registrada varia entre 1.200 e 1.400 milímetros (mm) nas áreas de baixas altitudes, já nas superfícies mais elevadas, sobretudo, aquelas localizadas nas escarpas serranas podem ultrapassar os 2.500 mm/ano (figura 34).

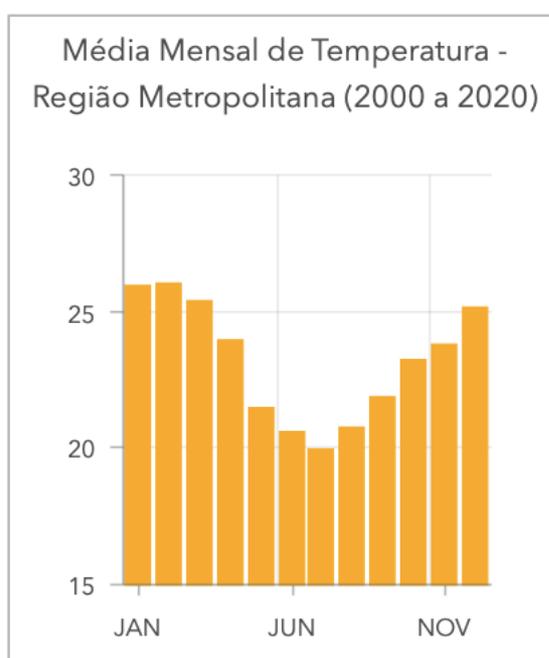
Figura 34 – Distribuição espacial das médias pluviométricas na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (1970-2020)



Fonte: LIMA & ARMOND, 2022.

Com base nos dados das médias mensais de temperatura para o período entre 2000 e 2022, disponibilizados por CEPERJ (2024), é possível observar que a Região Metropolitana apresenta médias térmicas superiores a 23°C no intervalo de tempo observado (figura 35). No entanto, a situação é diferente nas áreas em que se localizam os Maciços da Tijuca, Pedra Branca e Marapicu-Gericinó-Mendanha, uma vez que há o predomínio de temperaturas mais amenas, em razão do aumento da altitude.

Figura 35 – Distribuição da temperatura média na Região Metropolitana do Rio de Janeiro para o período de 2000 a 2020



Fonte: CEPERJ, 2024.

Portanto, a análise dos dados relativos as médias de temperatura mensal, registradas entre os anos 2000 e 2020 para a Região Metropolitana, permitem inferir que a diferença de temperatura observada entre o período do inverno (junho, julho, agosto e setembro) e do verão (dezembro, janeiro, fevereiro e março) não são muito elevadas, com baixa amplitude térmica anual. Esse comportamento é típico das áreas de climas tropicais, onde as temperaturas permanecem elevadas durante todo o ano. Contudo, a depender dos elementos e fatores climáticos, em algumas regiões podem ocorrer variações nas temperaturas.

#### 4 O DESENVOLVIMENTO E LOCALIZAÇÃO DAS PEDREIRAS NA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO

A extração de rochas no Rio de Janeiro teve início já no período Colonial. A presença de diversos maciços rochosos, sobretudo na região central da cidade (figura 36) possibilitou o desenvolvimento desta atividade que tinha por finalidade a produção de materiais que pudessem ser empregados na construção, pavimentação e ornamentação das fachadas de casas e prédios (cantaria) na cidade (Almeida & Porto Junior, 2012).

Figura 36 - O Rio de Janeiro em 1710 cercado pelos Morros do Castelo, Santo Antônio, São Bento, Conceição, Desterro (Santa Teresa) e ao fundo o Pão de Açúcar e Corcovado



Fonte: NUNES PEREIRA, 2002.

Após a transferência da família real portuguesa para o Brasil, no início do século XIX, ocorreu um expressivo aumento no contingente populacional do Rio de Janeiro, ocasionado em razão da chegada de inúmeros estrangeiros (nobres, burocratas, militares, entre outros) que segundo Amador (2013, p. 87) fez com que a população passasse de 50.000 habitantes em 1808 para mais de 100.000 pessoas em 1822 e 250.000 no ano de 1870 (figura 37).

Figura 37 - O contínuo processo de crescimento da região central do Rio em 1817, com a ocupação dos morros da cidade



Fonte: NUNES PEREIRA, 2002.

Essa mudança na rotina da vida no Rio de Janeiro demandou maiores investimentos em obras de infraestrutura, como por exemplo, a construção de chafarizes para abastecimento de água, criação de novas habitações, abertura de ruas e estradas, visando a ampliação e melhoria dos serviços urbanos, além de proporcionar o embelezamento da cidade. Com isso, houve uma maior demanda por material rochoso, tornando necessária a instalação de novas frentes de lavra, que se expandiam cada vez mais para diversos pontos da cidade, assim como em direção as zonas rurais.

[...] No período colonial o uso de rochas era restrito, em muitas regiões do Brasil, as construções que demandavam maior segurança, como fortes e prédios administrativos. Nas residências, o uso de rochas se limitava a fabricação de peças estruturais, como colunas e pilastras, ou de adornos, como molduras de portas e janelas. Isso não ocorria, contudo na cidade do Rio de Janeiro e em seus arredores. Constituída por sedimentos quaternários, a região possui solos ricos em matéria orgânica que permanecem alagados durante a maior parte do ano. Maciços rochosos se erguem nessa planície pantanosa, representando antigas ilhas, hoje aglutinadas ao continente. Assim, desde o início de sua ocupação, a população fez uso de granitos e gnaises na construção de suas casas e como material de aterro das áreas baixas. Como consequência, várias pedreiras e frentes de extração de saibro foram gradativamente abertas, dando início a uma indústria que vai se prolongar até o século vinte. (ALMEIDA, 2016, p. 965)

Esta ação gerou um grande impacto e transformação na cidade, como salienta Almeida (2016, p. 967) uma vez que as pedreiras também foram as responsáveis por “[...] influenciarem no traçado urbano e no modo de ocupação da cidade, pois intensificava a circulação de pessoas e veículos ao seu redor [...]” além de contribuírem para “[...] a instalação de pontos comerciais”, fato este que levou ao desenvolvimento e movimentação da economia local ao longo dos séculos XIX e XX, conforme destacado pela autora:

As pedreiras tinham importância não apenas nas áreas urbanas, mas também eram vitais nas vilas rurais. O peso relativo das rochas tornava inviável seu transporte por longas distâncias e, desta forma, cada localidade buscava abrir uma extração o mais próximo possível. A disponibilidade de rochas agregava, portanto, valor à propriedade. Pedreiras de dimensões variadas se espalhavam pelas zonas norte e oeste da cidade. Na região de Santa Cruz, situada a mais de 60 quilômetros do centro administrativo, por exemplo, jesuítas exploraram rochas do Morro do Cruzeiro desde o século dezessete, dando início a uma atividade que vai se estender por mais de dois séculos e que foi fundamental no desenvolvimento da região (Almeida, 2015). Histórias semelhantes são encontradas em vários bairros: Bangú, Guaratiba, Campo Grande, Jacarepaguá e cidades como Nova Iguaçu e Niterói são apenas alguns exemplos de locais que possuem pedreiras vinculadas à sua memória. (ALMEIDA, 2016, p. 967)

Mesmo com o fim do período imperial e o início do período republicano em 1889, a cidade do Rio de Janeiro continuou desempenhando um papel de destaque, afinal, permaneceu como capital do país. Sua centralidade política, cultural e econômica demandava

uma série de intervenções urbanísticas, ocorridas sobretudo ao longo do século XX e que tinham como objetivo adequar estes novos ideais de inspiração europeia a uma sociedade que pretendia abandonar sua herança colonial, vista como atrasada, buscando modernizar-se segundo os moldes europeus de civilidade e progresso, Pinheiro (2005).

‘O Rio civilizar-se’ passou a ser o slogan da moda. A política do ‘bota abaixo’, deflagrada por Pereira Passos, demoliu o que restara do casario deteriorado do Centro. Cabeças-de-porco, becos tortuosos, ruelas malcheirosas — heranças ainda do tempo da colônia — deram lugar a grandes vias inspiradas nos *boulevards* parisienses, permitindo a melhor circulação de ar, uma boa insolação das casas e ampliação das redes de água e esgoto para a população. (PINHEIRO, 2005, p. 129)

Com isso, tem início uma política que segundo Abreu (2011, p. 60) pretendia “[...] acabar com a noção de que o Rio era sinônimo de febre amarela e de condições anti-higiênicas e transformá-lo num verdadeiro símbolo do ‘novo Brasil’.”. O programa de reformas urbanas instituído pelo governo da época previa a remoção de cortiços, permitindo assim a criação e o alargamento de novas vias de circulação, como por exemplo, a Avenida Central (atual Rio Branco), a rua Mem de Sá, a rua do Senado e as avenidas Salvador de Sá, Gomes Freire e Passos.

Na entrada do século XX, as pedreiras continuaram compondo a paisagem urbana. A cidade entra em uma nova fase de expansão e reformas urbanas seguindo o projeto de remodelagem traçado pelo governo. Ruas são destruídas, monumentos históricos são postos abaixo e largas avenidas substituem as estreitas ruas do período colonial. (ALMEIDA & PORTO JUNIOR, 2012, p. 12)

Em 1920, o então prefeito Carlos Sampaio deu início ao desmantelamento do Morro do Castelo (figura 38), situado na região central da cidade, onde “[...] parte do material de rejeito foi aproveitado para construção do aterro da Praça Mauá, do Cais do Porto e da Avenida Rodrigues Alves.”, “[...] além de aterrar diversas áreas do centro da cidade e parte da Lagoa Rodrigo de Freiras.”, conforme demonstrado por Silva e Eduardo (2020, p. 14), possibilitando assim a expansão da malha urbana.

Figura 38 - O desmorte do Morro do Castelo



Fonte: MALTA, 1922.

Em função das transformações pelas quais o centro do Rio estava passando, Almeida (2016, p. 966) enfatiza que “uma segunda fase de crescimento da atividade mineira se dá durante as reformas urbanas [...]” ocasionado pelo contínuo processo de crescimento da cidade, demandando assim um maior consumo de agregados. Por isso, a autora destaca que “no Morro da Conceição, hoje localizado entre a atual Avenida Presidente Vargas e a zona portuária, as pedreiras se alinhavam ao longo de toda a sua encosta, compondo um anel com mais de quatro quilômetros de extensão.” onde se encontravam as pedreiras de São Diogo, do



próximas possíveis do centro consumidor e evitando o progressivo deslocamento das pedreiras para fora da RMRJ, acarretando insuportável elevação dos custos de transporte. Em consequência foram levantadas informações quanto aos aspectos técnico-econômicos-gerenciais-urbanísticos e ambientais das minerações, buscando soluções para o impasse. (ERTHAL, 1984, p. 5.109).

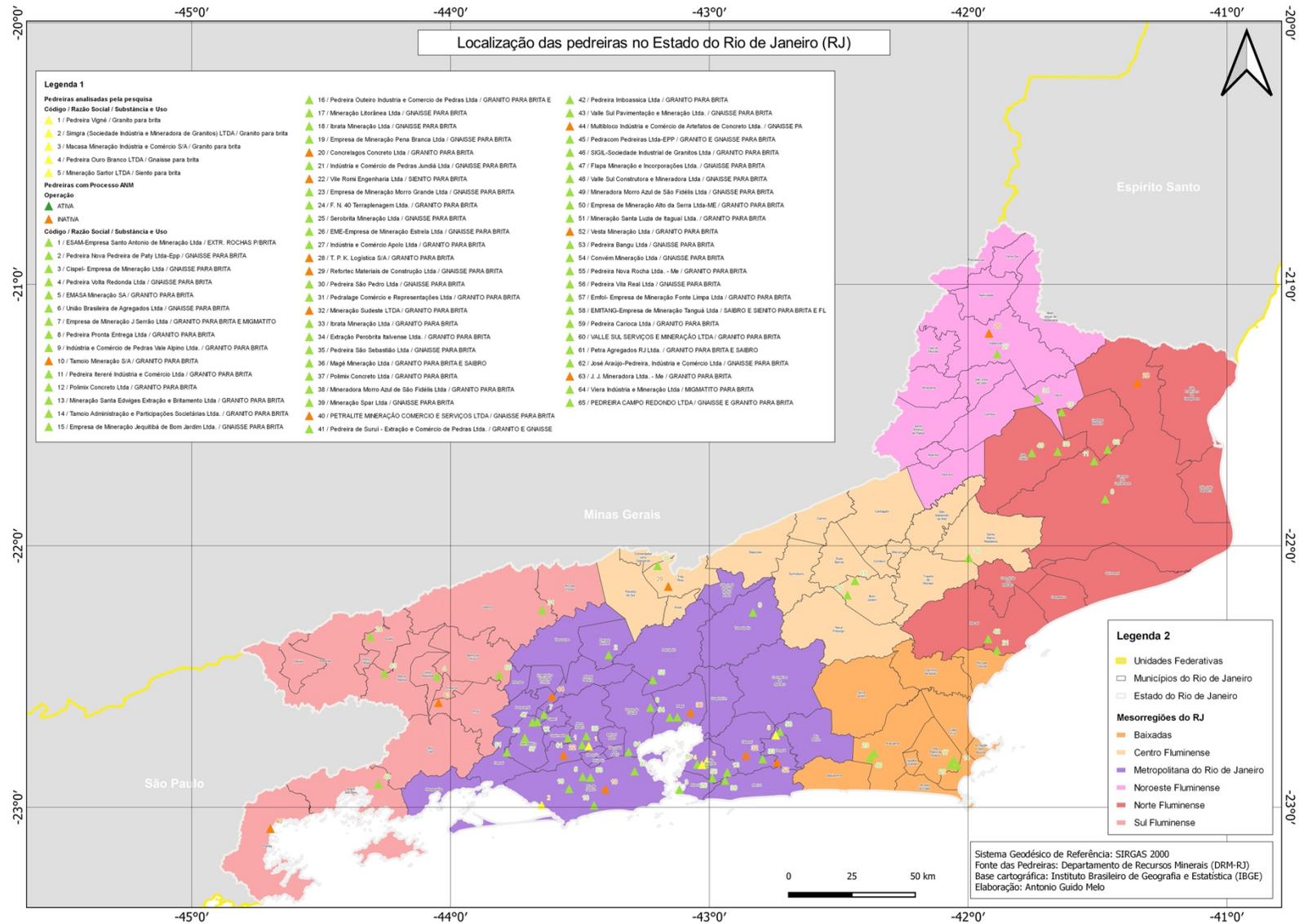
O desenvolvimento urbano e a crescente ocupação de novas áreas da cidade pela população 'sufocou' as pedreiras situadas próximas, obrigando os órgãos responsáveis pelo bem-estar e segurança pública (Instituto de Geotécnica) a agir num processo sistemático de fechamento, de modo que em 1977 existiam em funcionamento apenas 22 das 36 pedreiras existentes em 1971, e em 1984 remanescem apenas 17 pedreiras em atividade. (FEEMA, 1984, p. 45)

Ao final dos estudos, foram delimitadas 8 Zonas de Produção Mineral (ZPM) para extração e beneficiamento de rochas britadas, distribuídas entre os municípios da RMRJ. De acordo com Moura (1992, p. 140) “a primeira das ZPM, em Itaboraí foi criada através da Lei Municipal nº 984/90”. Posteriormente, as ZPM de Magé, Itaguaí e Seropédica também foram sancionadas, através do planejamento e regulamentação de suas Leis Orgânicas e de seus Planos Diretores Municipais, tornando-se assim locais alternativos para a continuidade das atividades de exploração de agregados na periferia da RMRJ. No entanto, este estudo de realocação das pedreiras que, segundo Guimarães (2012, p. 72) “[...] previa a implantação de distritos industriais de pedreiras na Região Metropolitana, sofreu descontinuidade no final da década de 1980 e início dos anos 1990.”.

Atualmente as maiores empresas que realizam a extração e beneficiamento de material rochoso para a construção civil no Estado do Rio de Janeiro encontram-se distribuídas espacialmente em alguns municípios limítrofes à RMRJ, como Japeri, Rio de Janeiro, Seropédica, Nova Iguaçu e Itaguaí (mapa 7).

Isso ocorre em razão dos seguintes fatores: ausência de afloramentos rochosos em outras áreas do Estado que reúnam as características mínimas necessárias para que o material possa ser utilizado em obras civis, por exemplo, Almeida & Porto Junior (2012, p. 4) explicam que hoje em dia “a exploração se concentra em tipos texturais mais homogêneos (ortognaisses granodioríticos – preferencialmente – para brita e granitos para cantaria).”, outro fator também seria a proximidade com o mercado consumidor, já que boa parte dos agregados são consumidos pela própria metrópole, os custos com operação e a logística de distribuição dos agregados na RMRJ, além do processo de expansão dos centros urbanos.

Mapa 7 - Localização das pedreiras em atividade e desativadas no Estado do Rio de Janeiro



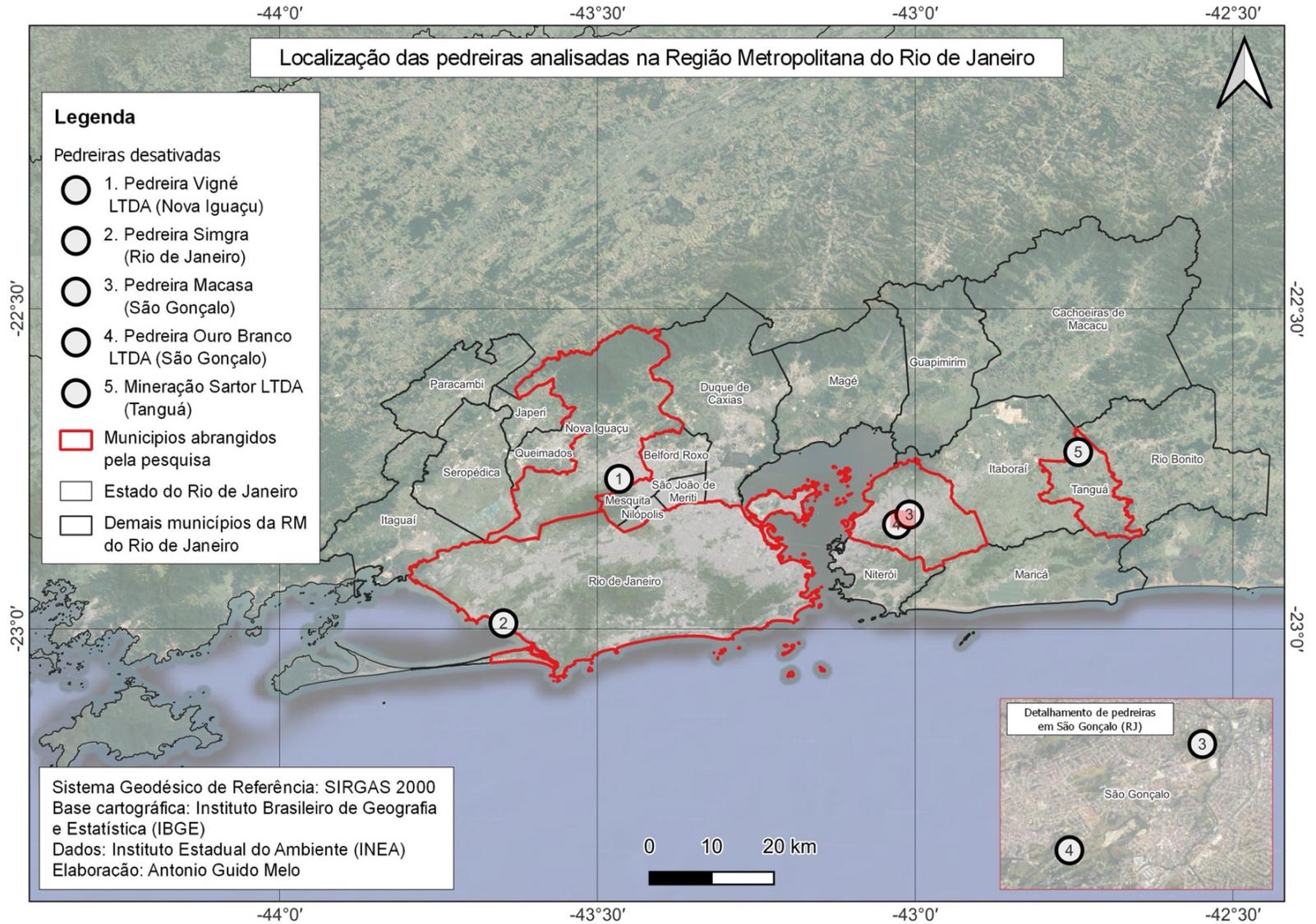
Fonte: MELO, 2024

#### **4.1. Pedreiras analisadas pela pesquisa**

Nesta seção pretende-se identificar e analisar a atual situação das áreas dos seguintes empreendimentos: Pedreira Vigné Ltda.; Pedreira Ouro Branco Ltda.; Macasa - Mineração, Indústria, Comércio S/A; Mineração Sartor Ltda. e Simgra - Sociedade Indústria e Mineradora de Granitos Ltda. (mapa 8), após o encerramento e/ou a paralisação de suas atividades de extração de rochas. Para isso, os critérios adotados na seleção destas empresas tiveram como base o fato de serem mineradoras que iniciaram suas atividades entre as décadas de 1940 e 1970; estarem localizadas em municípios da RMRJ; serem classificadas como empreendimentos de pequeno e médio porte, e por terem encerrado suas atividades em um período inferior há duas décadas.

Embora todas as cinco empresas pesquisadas possuam PCA/PRAD ou Plano de Descomissionamento, a análise inicial de alguns dados permite inferir que apenas alguns dos empreendimentos listados realizaram a devida recuperação das áreas que anteriormente eram exploradas, por isso, atualmente estes espaços apresentam uma nova função, enquanto outros encontram-se abandonados ou aguardando o processo de recuperação.

Mapa 8 – Localização das pedreiras analisadas pela pesquisa



Fonte: MELO, 2024.

#### 4.1.1 Pedreira Vigné Ltda.

A Pedreira Vigné está situada no maciço intrusivo alcalino Marapicu-Gericinó-Mendanha, na Serra do Madureira, município de Nova Iguaçu, Baixada Fluminense. A sua história se assemelha a de diversos empreendimentos minerários localizados no em torno da RMRJ, cujas atividades exploratórias se iniciaram ainda em meados do século XX, em decorrência da necessidade da produção de brita e demais agregados que eram destinados à construção civil em um período marcado pelo crescimento e expansão dos grandes centros urbanos no Brasil.

Entre as décadas de 1920 e 1940, a cidade de Nova Iguaçu era considerada uma zona rural, IBGE (1959), onde tinha como principal atividade econômica a citricultura, sobretudo a partir do cultivo de laranjas para exportação, que eram produzidas em fazendas e chácaras situadas nas planícies, colinas e nos morros da cidade, chegando a alcançar até mesmo as encostas íngremes da Serra do Madureira (figura 40).

Figura 40 – Nova Iguaçu na década de 1940 e os seus inúmeros laranjais

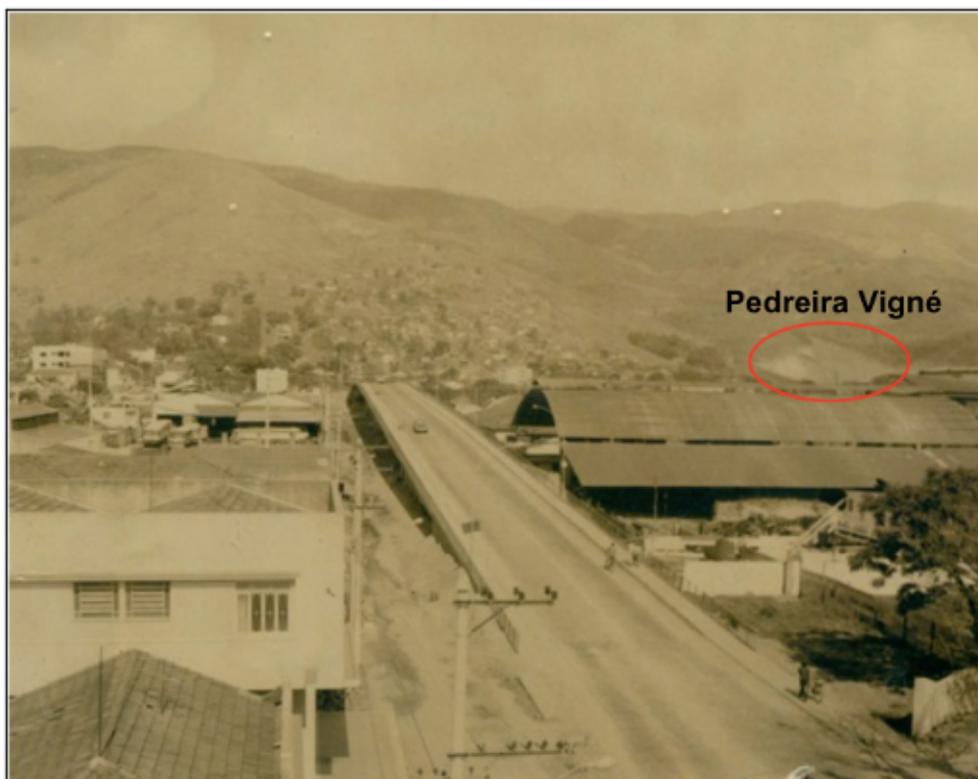


Fonte: ARQUIVO NACIONAL, 1940.

Entretanto, ao longo da década de 1940 o ciclo da laranja entrou em um período de decadência, e como forma de evitar a falência e a consequente perda de suas terras, diversos produtores rurais iniciaram um processo de loteamento de suas propriedades. Foi então que a família Vigné transformou parte de sua antiga chácara de laranja em uma pedreira que passou a fornecer brita para as obras de expansão da cidade de Nova Iguaçu.

As operações na Pedreira Vigné tiveram início em 1949, quando a empresa recebeu autorização para lavrar sienito nos terrenos de sua propriedade em uma área de 21,89 hectares (ha). Inicialmente a produção de material rochoso ocorria em pequena escala, utilizando martelotes manuais na lavra, que possuía apenas um único banco aberto no nível mais baixo da encosta da Serra do Madureira. Porém, com o passar dos anos a empresa foi realizando mudanças no seu processo de lavra e beneficiamento, além de realizar a implantação de novos equipamentos, permitindo assim o aumento gradual da produção (figuras 41 e 42).

Figura 41 - Vista da Pedreira Vigné do final da década de 1960



Fonte: IBGE, 19--.

Figura 42 - Área da Pedreira Vigné após algumas décadas de exploração



Fonte: O autor, 2013.

Para que ocorresse a extração de material rochoso diretamente do maciço alcalino, a empresa detinha um plano de lavra que previa a realização das operações a céu aberto, devendo ser desenvolvido a meia encosta e em formato de bancadas na horizontal, onde cada banco possuía aproximadamente de 20 a 30 metros de altura e com acesso pelas duas extremidades de cada banco, para facilitar o acesso de maquinário, além disso, estava previsto também a existência de praças entre os bancos com 10 m de largura. Desse modo, quando houvesse a detonação dos blocos rochosos, o material ficaria acumulado nas praças dos bancos inferiores, favorecendo assim a sua remobilização banco a banco através do uso de pás mecânicas até que as rochas atingissem a grande praça (figura 43).

Após o desmonte, aqueles blocos maiores eram reduzidos por meio de rompedores hidráulicos a fragmentos com dimensões que fossem compatíveis com a alimentação do britador primário. Com o material desmontado e fragmentado na grande praça, havia o carregamento e transporte dos caminhões fora de estrada até a usina de beneficiamento, onde iniciava o processo de cominuição (britagem primária, secundária e terciária) e classificação em faixas especificadas pela ABNT (figura 44). No caso da Pedreira Vigné (2003), a empresa comercializava os seguintes produtos: brita graduada simples (BGS), brita graduada tratada com cimento (BGTC), pó de pedra, brita 0, brita 1, brita 2, brita 3 (lastro), brita corrida, pedra de mão, rachão e bica corrida.

Figura 43 - Material depositado nas bancadas sendo removido por retroescavadeira para grande praça



Fonte: O autor, 2013.

Figura 44 – Início do processo de beneficiamento da rocha, com auxílio do britador de rolo dentado



Fonte: O autor, 2013.

Com isso, a Vigné foi assumindo uma posição de destaque entre as principais mineradoras da RMRJ, de modo que passou a fornecer material para as importantes obras de infraestrutura e construção no Estado, como por exemplo: brita para a concretagem do vão central da Ponte Rio-Niterói, e também agregados para a pavimentação do arco metropolitano, mais recentemente.

A extração de rochas para produção de materiais destinados à construção civil é conhecida por ser uma das atividades econômicas que mais provoca alterações ao meio ambiente. O maciço Marapicu-Gericinó-Mendanha, local onde se localiza a Pedreira Vigné apresenta uma especificidade, pois de acordo com Klein (1993) na área em questão foi descoberta a estrutura de um complexo vulcânico, assim como diversas litologias que estão associadas a eventos eruptivos pretéritos, e que comprovariam a hipótese de que há aproximadamente 60 milhões de anos houve atividade vulcânica na região. Portanto, trata-se de um provável patrimônio geológico que devido as suas características singulares possui um indubitável valor científico, devendo então ser preservado.

No ano de 2004, a Vigné foi notificada pelo Ministério Público Estadual do Rio de Janeiro (MPRJ), pois segundo denúncias, as operações da empresa estariam destruindo uma parte da estrutura do vulcão de Nova Iguaçu. Foi então que a mineradora assinou um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC), onde se comprometeu a realizar no prazo de um ano, um estudo com objetivo de demonstrar que as atividades de exploração mineral não estavam ocorrendo na área de abrangência do complexo vulcânico, Pedreira Vigné (2003). O MPRJ autorizou a empresa a manter as suas operações, entretanto, a frente de lavra precisaria ser recuada, como forma de evitar uma possível interferência na estrutura do vulcão.

Ao final da análise, ficou comprovado através da publicação do estudo realizado por Valente et al. (2005) intitulado “Geologia de uma porção do complexo vulcânico de Nova Iguaçu limítrofe a área de lavra da pedreira Vigné, Nova Iguaçu, RJ”, que as atividades de extração de material rochoso não afetaram a estrutura do vulcão de Nova Iguaçu. Porém, para que a empresa pudesse continuar com as operações no maciço, seria necessário o redimensionamento do plano de lavra, de modo que se restringisse a extração naqueles setores onde as litologias aflorantes fizessem parte do edifício vulcânico, devendo assim permanecer preservadas. Além disso, também foi recomendado a elaboração de um plano de descomissionamento da mina, visando preparar a área para o encerramento das atividades.

Contudo, uma nova intercorrência envolvendo a Vigné e a comunidade local foi a responsável pela suspensão temporária de suas atividades. Nos últimos anos a cidade de Nova Iguaçu vivenciou um processo de crescimento desordenado da sua malha urbana, sobretudo

daquelas áreas próximas à pedreira. Com isso, era frequente a ocorrência de conflitos envolvendo a população vizinha e a mineradora, principalmente em razão dos diversos impactos provocados pelas atividades de exploração mineral (figura 45).

Figura 45 – A proximidade das residências com a pedreira gerava inúmeros conflitos com a comunidade



Fonte: O autor, 2013.

No entanto, essa situação ficou latente em 24 de fevereiro de 2005, quando a Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente de Nova Iguaçu (SEMUAM) interditou temporariamente as operações de extração e beneficiamento de agregados, devido ao grave impacto causado pelas explosões e vibrações decorrentes das atividades, além da concentração de material particulado na atmosfera estar muito acima dos índices aceitáveis, segundo os padrões da Organização Mundial da Saúde (OMS), representando assim um grave perigo à saúde dos moradores do entorno, em especial aos idosos que estariam mais expostos a este tipo de poluição.

Após um período de pouco mais de um ano, a mineradora concluiu o projeto de controle ambiental que resultou na mitigação dos problemas pontuados pela SEMUAM, por isso, em 7 de agosto de 2006, a empresa recebeu do Inea a Licença de Operação (LO), que possuía validade por um período de 7 anos, porém, a Vigné só retomou as operações de lavra em 12 de dezembro de 2006. Essa retomada das atividades tinha como objetivo a

implementação do plano de descomissionamento, que resultaria no fechamento da mina, programado para ocorrer até o ano de 2014, já que havia se tornado inviável a permanência das atividades de exploração mineral na região, Pedreira Vigné (2003).

A partir do encerramento das operações de extração e beneficiamento de agregados e a execução do programa de recuperação ambiental, o terreno da Vigné foi adquirido pelo grupo empresarial Ancar Ivanhoe, uma das empresas líderes da indústria de shopping centers no Brasil, que se tornou a principal investidora e proprietária da área. Com isso, no ano de 2014 teve início a construção de um empreendimento que tinha como proposta inicial a implantação de um espaço com conceito multiuso, ou seja, reunir em um mesmo local opções de compra, lazer, hotelaria e escritórios (figura 46).

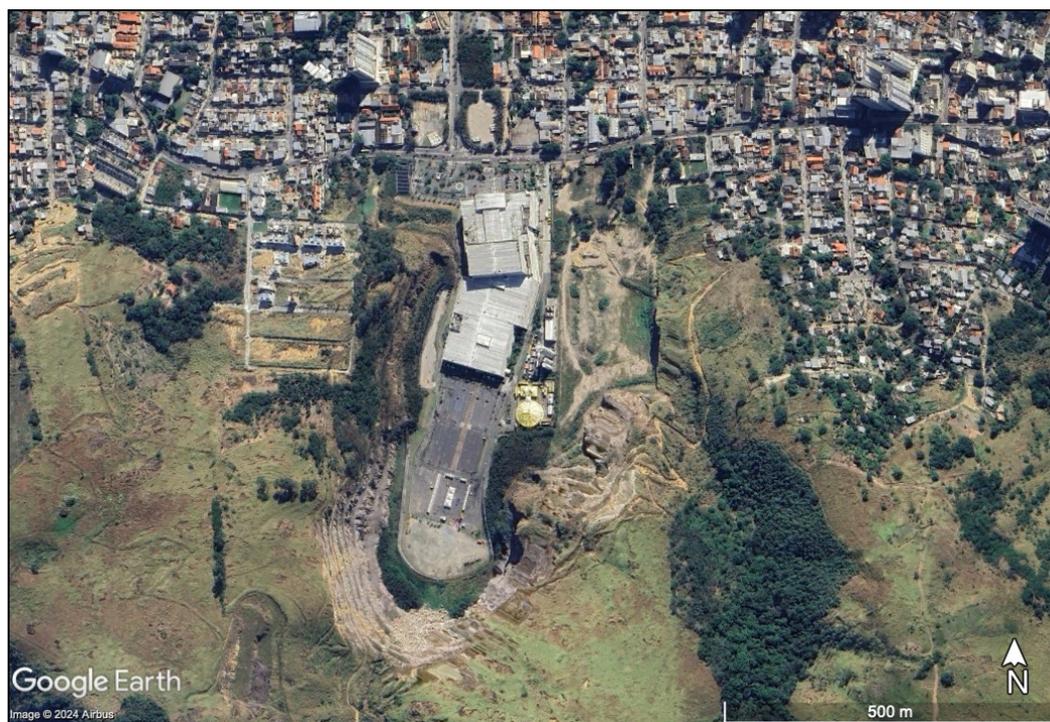
Figura 46 - Após o descomissionamento da pedreira, teve início a construção do shopping



Fonte: MAIHONI, 2016.

Por isso, após quase dois anos de obras, foi inaugurado em 2016, o shopping Nova Iguaçu ou shopping da pedreira, como é popularmente conhecido, se tornando assim um polo de atração para a população residente nos municípios vizinhos a cidade de Nova Iguaçu. Desse modo, segundo estimativas da administração do empreendimento, mensalmente um grupo de aproximadamente 500 mil consumidores frequentam o shopping, que vão em busca da oferta de serviços, comércio, lazer e entretenimento (figuras 47 e 48).

Figura 47 - Área da antiga Pedreira Vigné ocupada pelo shopping e a construção de condomínios adjacentes ao terreno



Fonte: GOOGLE EARTH PRO, 2024.

Figura 48 – Pátio externo do shopping da pedreira, onde são realizadas exposições, feiras e atividades recreativas



Fonte: O autor, 2024.

Além disso, conforme previsto pelo plano de descomissionamento da Vigné, outra atividade que se desenvolveu na região, sobretudo, a partir do fechamento da mineradora foi o mercado imobiliário. Por estar localizado na área central de Nova Iguaçu, onde há um grande

oferta de serviços e infraestrutura, os terrenos localizados no entorno da antiga pedreira acabaram sofrendo uma valorização. Logo, esta região foi loteada com a finalidade de se construir novas residências de “alto padrão” em condomínios fechados. Isto pode ser comprovado, através de diversos anúncios imobiliários publicados em sites de corretoras, nos quais o preço médio ofertado por essas casas varia entre R\$ 350.000,00 e R\$ 850.000,00 , tornando, o metro quadrado (m<sup>2</sup>) nessa parte da cidade ainda mais caro, propiciando assim a prática da especulação imobiliária.

#### 4.1.2 Pedreira Ouro Branco Ltda.

A pedreira Ouro Branco Ltda. está localizada no bairro de Galo Branco, 1º distrito de São Gonçalo (sede municipal), situado na porção Leste da Baía de Guanabara, RMRJ. O início de suas operações ocorreu em meados da década de 1960, com objetivo de suprir as demandas de um mercado local que se encontrava em forte crescimento.

Naquela época, a cidade estava passando por um período de transição entre suas atividades econômicas. Até então, segundo aponta o IBGE (1959), a economia era baseada na fruticultura, horticultura e floricultura. Contudo, ao longo das décadas de 1940 e 1960, houve um declínio nas atividades agrícolas, em razão do intenso processo de expansão do parque industrial gonçalense, que ocorreu através da implantação de importantes unidades fabris no município, como por exemplo: metalúrgica, farmacêutica, produção de papel, produtos alimentícios e de extração de materiais não-metálicos (cimento, cerâmica, brita e outros).

A base econômica do município está, sem dúvida, em seu parque industrial, bastante promissor, empregando mais de 7.000 operários. Como principais produtos de suas indústrias destacam-se: cimento, fósforo, aço laminado, soda cáustica, papel, vidro, conservas de peixes etc. O valor de sua produção já em 1954, atingia a casa dos dois bilhões de cruzeiros. Na agricultura que, aos poucos cede lugar à indústria, ainda aparecem as culturas de laranja e do abacaxi, sendo inexpressiva a pecuária. (IBGE, 1959, p. 405)

Como havia na região uma crescente demanda por materiais para construção civil (areia, brita e cimento), ocasionada principalmente em função do rápido desenvolvimento industrial, e também por conta do acréscimo no contingente populacional da cidade, em função da mão-de-obra atraída pelas oportunidades de empregos gerados pelas indústrias, o

poder público realizou um forte investimento em obras de criação de infraestrutura básica. Por isso, uma alternativa encontrada foi a instalação de pequenas pedreiras, localizadas em zonas ainda desabitadas do município, cujos terrenos estavam inseridos em áreas próximas aos morros e colinas da cidade, de onde era possível realizar a extração de materiais rochosos, com objetivo de atender a necessidade crescente de um mercado essencialmente local.

Ao longo do processo de transição entre a base agrária e a base industrial de São Gonçalo, o expressivo salto populacional aumentou a demanda por habitação nos arrabaldes dos polos industriais, principalmente em Alcântara e Neves. Deste modo, o declínio lento e progressivo da produção agrária gonçalense impulsionou o início do processo de loteamento das glebas das antigas fazendas a partir da década de 1940, porém com atividade mais expressiva a partir da década posterior. (ARAÚJO, 2019, p.16).

Assim, houve a formação de uma espécie de polo de extração e beneficiamento de brita, constituído pelas empresas: Macasa - Mineração, Indústria, Comércio S.A. (1952); Pedreira Ouro Branco Ltda. (1966); Pedreira Fluminense Ltda. (1966); Pedreira Carioca Ltda. (1968); Pedreira Vila Real (1977) e a Pedreira Estrela Ltda. (1977) (figura 49).

Figura 49 - Localização das pedreiras em São Gonçalo fundadas entre a década de 1960 e 1970



Legenda: 1 - Pedreira Carioca; 2 - Antiga Pedreira Fluminense Ltda., atual Anhanguera; 3 - Pedreira Ouro Branco; 4 - Pedreira Vila Real; 5 - Macasa.

Fonte: GOOGLE EARTH Pro, 2024.

Em geral esses empreendimentos eram formados por pequenas e médias mineradoras, que ao longo das últimas décadas tiveram a sua capacidade de extração e beneficiamento de agregados elevada, de modo que o município de São Gonçalo se transformou em um dos maiores produtores de brita no Estado do Rio de Janeiro.

São Gonçalo possui consideráveis recursos, havendo no seu território, dentre outros, várias jazidas de brita, quartzo, feldspato e caulim, intensamente exploradas. Há também granitos verde e rosa, que são extraídos em quantidades apreciáveis para fabricação de mármore e paralelepípedos. (IBGE, 1959, p. 404)

Apesar da empresa Ouro Branco ter sido fundada em 1 de setembro de 1966, conforme consta no Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ), somente em 1977 os sócios proprietários receberam autorização do antigo DNPM e da prefeitura de São Gonçalo para iniciarem a exploração de gnaiss voltado para produção de brita e demais agregados de uso imediato na construção civil, em uma área de 14,26 ha, por tempo indeterminado nos terrenos de sua propriedade, Pedreira Ouro Branco (2001).

Naquela época, o código de mineração, não tratava sobre a necessidade de solicitar periodicamente a renovação da LO, tampouco falava-se sobre a obrigação de fazer estudos ambientais ou ainda realizar a recuperação da área degradada, cabendo apenas ao minerador efetuar suas operações dentro do perímetro delimitado pelo órgão de produção mineral.

Entretanto, a partir do final da década de 1980, com a criação da resolução CONAMA 001/86, ficou estabelecido que todas as atividades modificadoras do meio ambiente, como é o caso da mineração, para terem suas operações em conformidade com a lei, deveriam realizar estudos de análise ambiental, com objetivo de mensurar os impactos provenientes de suas atividades.

Por isso, segundo consta no processo de licenciamento ambiental N° E-07/202901/2001, até o ano de 2015, última vez que a empresa havia solicitado o pedido de renovação da LO, a mineradora cumpria com todos os requisitos e exigências previstas em lei para que pudesse continuar operando na área. Desde então a mineradora vinha operando por meio do método de lavra a céu aberto, desenvolvido através de três bancadas com altura média de 12 m entre elas, dispostas em camadas horizontais e próximas a superfície (figuras 50 e 51).

Figura 50 – Frente de lavra a céu aberto em formato de bancos



Fonte: PEDREIRA OURO BRANCO, 2012.

Figura 51 - Vista das bancadas superior, intermediária e inferior



Fonte: PEDREIRA OURO BRANCO, 2012.

O processo de extração e beneficiamento na pedreira Ouro Branco se assemelhava ao de outras mineradoras, tendo início a partir do desmonte primário. Nesta fase, o objetivo principal era fragmentar e liberar os blocos de rocha, através de detonações ocorridas nas bancadas, para que se obtivesse uma grande quantidade de material rochoso para a produção

de agregados (figura 52). Entretanto, algumas vezes, o desmonte primário não produzia blocos de rochas que apresentassem tamanhos adequados para o processo de beneficiamento. Neste caso, era necessário realizar o desmonte secundário, utilizando-se um rompedor hidráulico, com objetivo de tornar adequada as dimensões do material que seria fragmentado em etapa posterior (figura 53).

Após o desmonte da rocha, havia o envio dos blocos provenientes da lavra para a usina de beneficiamento, onde tinha início o processo de tratamento, que era composto por múltiplas etapas (figura 54). A primeira delas, era a britagem primária, neste estágio os blocos passavam pelo britador de mandíbulas, que fragmentava o material, com isso à medida que o bloco ia descendo entre as mandíbulas, ele sofria impacto, produzindo assim granulometrias compatíveis para utilização direta ou para posterior processamento. Nas etapas seguintes, as partículas resultantes eram encaminhadas por correias transportadoras para estágios progressivos de redução por britadores menores (britagem secundária, terciária), complementadas pelas operações de peneiramento e classificação do material (figura 55). A Ouro Branco produzia pó de brita, brita corrida, pedra de mão, brita 0, brita 1 e brita 2, que ficavam armazenados em pilhas ou silos, Pedreira Ouro Branco (2001).

Figura 52 - Material resultante do desmonte primário



Fonte: PEDREIRA OURO BRANCO, 2012.

Figura 53- Rompedor hidráulico utilizado no desmonte secundário



Fonte: PEDREIRA OURO BRANCO, 2012.

Figura 54 - Material sendo carregado para a usina de beneficiamento



Fonte: PEDREIRA OURO BRANCO, 2012.

Figura 55 - Vista geral da área de beneficiamento da Pedreira Ouro Branco



Fonte: PEDREIRA OURO BRANCO, 2012.

A partir do plano de lavra da empresa, realizado em 2015, a mineradora apresentava os seguintes dados em relação às suas operações: a reserva total estimada da jazida *in situ* era de 3.434.658 m<sup>3</sup>, a produção mensal aproximada de material granular calculada era de 3.000 m<sup>3</sup> e a anual em torno de 36.000 m<sup>3</sup> de agregados. Por isso, diante desse cenário, foi possível calcular que a vida útil da lavra seria de 5,54 anos, ou seja, a empresa poderia continuar com suas atividades até o ano de 2020.

Entretanto, apesar da pedreira ter a LO válida até o mês de abril de 2019, as atividades de extração e beneficiamento de granito já estavam paralisadas desde o início do ano de 2017, sem que o Inea-RJ e os demais órgãos de controle e fiscalização ambiental fossem devidamente comunicados sobre essa decisão. Tal informação pode ser constatada através da análise do relatório de vistoria realizado em 20 de março de 2017, pois, nesta ocasião os servidores do Inea-RJ não conseguiram acessar a área da pedreira, já que o empreendimento estava trancado e não havia a presença de um consultor da empresa que pudesse prestar os devidos esclarecimentos e acompanhar a vistoria (figura 56).

Figura 56 – Em destaque a Pedreira Ouro Branco atualmente



Fonte: GOOGLE EARTH PRO, 2024.

Portanto, desde então, o Inea-RJ, assim como a Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMA) de São Gonçalo vêm sucessivamente tentando notificar os representantes do empreendimento sobre a necessidade de se realizar uma nova vistoria na área da mineradora, com objetivo de se avaliar a existência de passivo ambiental no terreno, assim como verificar a possibilidade de implantação do Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD).

Portanto, ao encerrar suas atividades, uma empresa deve solicitar junto ao Inea-RJ a Licença Ambiental de Recuperação (LAR), para que assim possa ter início o processo de recuperação da área impactada pela exploração mineral, conforme prevê a legislação ambiental vigente. Contudo, no caso da pedreira Ouro Branco, até o momento não houve nenhuma ação neste sentido, pois talvez para a empresa a área explorada não representa mais uma oportunidade de ganhos financeiros, sendo pertinente interromper as operações, retirar o maquinário e abandonar a área sem realizar a recuperação do local.

Além disso, o abandono pode ser também o resultado de uma série de fatores como, por exemplo, o terreno localizar-se em um bairro periférico do município de São Gonçalo, cujo valor imobiliário esteja abaixo do desejado pelos agentes imobiliários, com isso não haveria o interesse dos sócios da empresa em realizar a recuperação da área, já que não há

garantias de retorno financeiro; a dissolução da sociedade; ou ainda a mineradora não ter capital para pagar as despesas.

O fato é que a preocupação com o encerramento das atividades minerárias, assim como a realização do PRAD é uma premissa básica que as empresas devem se preocupar em seguir antes mesmo do início das operações, quando os empreendimentos se encontram ainda na etapa da pesquisa mineral. Para Oliveira Júnior (2006, p. 26) “os planos devem ser gestados nesta fase para serem implementados ao dia a dia das operações mineiras, culminando com a recuperação ambiental das áreas mineradas após o seu fechamento”, evitando assim situações como esta, onde não há qualquer previsão de desenvolvimento de ações de recuperação para a jazida, tornando o espaço potencialmente perigoso.

#### 4.1.3 Pedreira Macasa S.A.

A pedreira Macasa, Mineração, Indústria e Comércio S.A. era um empreendimento de extração de bens minerais não metálicos, localizado no bairro de Alcântara, 1º distrito do município de São Gonçalo, na RMRJ, cujas atividades tiveram início em 1952 e se encerraram no ano de 2007. A mineradora fazia parte de uma das empresas controladas pelo grupo Yamagata, que atuava em diversos ramos, tais como: exploração de rochas para uso na construção civil, metalurgia e montagens industriais.

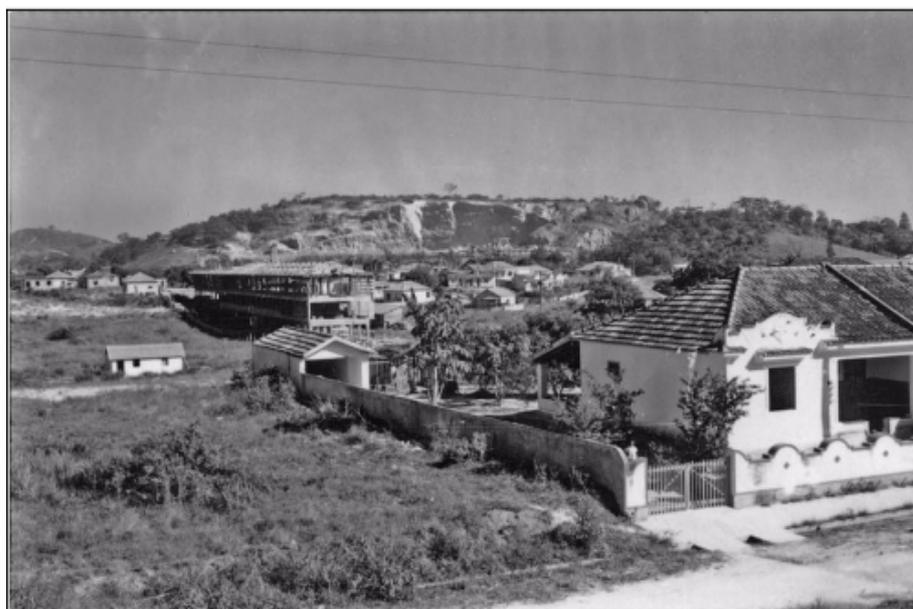
A história da família Yamagata no Brasil teve início a partir do final do século XIX, quando representantes enviados pela família de origem japonesa, adquiriram na região de Macaé e São Pedro da Aldeia algumas propriedades rurais e uma salina, com objetivo de garantir a produção de alimentos e sal, recursos indispensáveis para a instalação da família no local. O grupo industrial Yamagata era constituído por quatro empreendimentos: a Yamagata Engenharia S.A.; TFFN Empreendimentos e Participações Ltda.; Nigatec Engenharia S.A. e a Macasa, Mineração, Indústria e Comércio S.A., anteriormente denominada de Materiais de Construção Alcântara, constituída no ano de 1952, Pedreira Macasa (2002).

Inicialmente o grupo Yamagata fundou no ano de 1948, a empresa Yamagata Engenharia S.A., no bairro de Alcântara, município de São Gonçalo. O local escolhido para a instalação do empreendimento foi pensado estrategicamente, já que o terreno da empresa estava inserido na área da várzea do rio Alcântara, de onde era extraída a argila, principal

matéria-prima utilizada pelas olarias na região e também pela própria Yamagata Engenharia para a produção de cerâmicas de telhas e tijolos, Revista Areia & Brita (2008).

Com o crescimento no número de operações da Yamagata Engenharia através da execução de diversas obras viárias (construção de estradas e pontes) e em seguida, com a realização de obras de saneamento básico (construção de estações de tratamento de águas e esgotos, rede de captação de água, adutoras, entre outros), a empresa percebeu a necessidade do aumento de materiais para construção civil, basicamente a brita, levando assim o grupo Yamagata a fundar no ano de 1952 a Macasa, Mineração, Indústria e Comércio S.A., empresa responsável por realizar a extração, beneficiamento e comercialização de gnaiss na região de São Gonçalo, tornando-se assim a principal fornecedora de material rochoso para a própria empresa de engenharia, que por sua vez utilizava em seus projetos executivos (figura 57).

Figura 57 - Ao fundo a jazida da Materiais de Construção Alcântara, no final da década de 1950



Fonte: GUERRA, A. T. & JABLONSKY, T, 1958.

Após o desmonte primário ou principal, os blocos maiores eram reduzidos através de fogachos, de modo que se obtinha fragmentos rochosos com diâmetros que fossem compatíveis com as dimensões do alimentador do britador primário, onde tinha início o processo de beneficiamento que contava com três estágios de britagem. Ao final das etapas de britagem, o material fragmentado era classificado por meio de peneiras vibratórias que realizavam a separação dos agregados de acordo com a faixa granulométrica, produzindo desse modo os seguintes materiais: brita 0, brita 1, brita 2, brita 3/4, pedra de mão, brita corrida e restolho, atendendo as exigências do mercado consumidor e estando pronta para a comercialização, Pedreira Macasa (2002).

A partir de meados da década de 1975, os terrenos próximos à mineradora, que até então estavam desocupados, passaram a ser adquiridos pela empresa João Fortes Engenharia, com intuito de se erguer no bairro de Alcântara, prédios residenciais, neste mesmo período teve início a construção do conjunto da Marinha Almirante Cox, localizado aproximadamente 300 m da pedreira (figura 58). Além disso, na região também se desenvolveu um comércio formado por bancos, lojas de varejo e supermercados, com objetivo de atender as demandas do crescente público residencial do entorno, Revista Areia & Brita (2008).

Figura 58 - Conjunto residencial da marinha localizado bem próximo a antiga área de lavra da Macasa



Fonte: REVISTA AREIA & BRITA, 2008.

Diante deste avanço das construções próximas a área da pedreira, surgiram os primeiros impasses e conflitos envolvendo a comunidade no entorno e o grupo Yamagata, uma vez que o processo de extração mineral produzia diversos impactos, tais como: produção de material particulado; vibrações ocasionadas pelas detonações; ruídos provocados pela cominuição das rochas; ultralancamento de fragmentos de rochas durante as explosões, dentre outros problemas que afetavam os moradores vizinhos a mineradora (figuras 59 e 60).

Figura 59 - A frente de lavra em plena atividade de extração de rochas



Fonte: REVISTA AREIA & BRITA, 2008.

Figura 60 – A proximidade da área residencial que se desenvolveu no entorno da mineradora



Fonte: REVISTA AREIA & BRITA, 2008.

Por isso, como forma de atenuar uma parte dos impactos decorrentes da mineração, a partir de 1977, a empresa realizou a implantação de cinturões verdes no entorno da área da pedreira, com o objetivo de reduzir os diversos impactos ocasionados pela extração mineral, fossem eles visuais, sonoros ou ainda relacionados ao lançamento de material particulado no ar, minimizando assim os incômodos gerados pela atividade de mineração.

Além disso, o grupo Yamagata resolveu também direcionar a frente de lavra para o lado da vertente, onde de acordo com as perspectivas da empresa, haveria maior pressão

urbana, preservando assim aquelas áreas mais distantes, com intuito de manter a atividade de extração mineral por um tempo maior, assim como preparar a área da pedreira para uma desativação gradual, de modo que o terreno tivesse um uso no futuro.

Ao longo das décadas seguintes, a cidade cresceu no entorno da mineradora, conforme havia sido previsto inicialmente, porém, algumas das estratégias adotadas já não surtiam mais o efeito mitigador esperado. Com isso as atividades de extração voltaram a ser um incômodo à população local, que no ano de 1999 realizou uma denúncia junto a Prefeitura de São Gonçalo, o Batalhão de Polícia Florestal, a Comissão de Meio Ambiente da Assembleia Legislativa do Rio de Janeiro e o poder judiciário, levando o MPRJ, a mover uma ação civil pública onde era requerida a suspensão imediata das atividades na pedreira, que possuía licença de operação válida até o ano de 2011, Pedreira Macasa (2002).

Como parte do acordo firmado entre a Macasa e o MPRJ, no ano de 2002, por meio da assinatura de um Termo de Compromisso (TC), a empresa deveria realizar a recuperação da área degradada, assim como iniciar o processo de descomissionamento da pedreira em um período máximo de 7 anos (contados a partir do ano de 2001), tendo como prazo final para o encerramento das atividades o mês de dezembro de 2008, conforme estipulado pela LO concedida pela FEEMA à época (figuras 61 e 62).

Figura 61 - Início dos trabalhos de descomissionamento da pedreira Macasa



Fonte: REVISTA AREIA & BRITA, 2008.

Figura 62 - Área da Pedreira Macasa antes da construção do condomínio Parque das Águas em 2003



Fonte: GOOGLE EARTH PRO, 2023.

Contudo, antes mesmo de encerrar o prazo concedido pelos órgãos públicos responsáveis pela fiscalização, monitoramento e licenciamentos da atividade de mineração, em outubro de 2007, o grupo Yamagata já havia executado a desativação total da pedreira. Por isso, conforme previsto no plano de descomissionamento, a área da mineradora foi vendida para a empresa CR2 - Empreendimentos SPE - 9 Ltda., que em parceria com a Dominus Engenharia iniciou em 2007 a construção de um condomínio multiresidencial de luxo denominado Parque das Águas, em uma área de 160.000 m<sup>2</sup>, que tinha previsão para entrega da primeira etapa das moradias para o ano de 2009 e a segunda ocorreria em 2010 (figura 63).

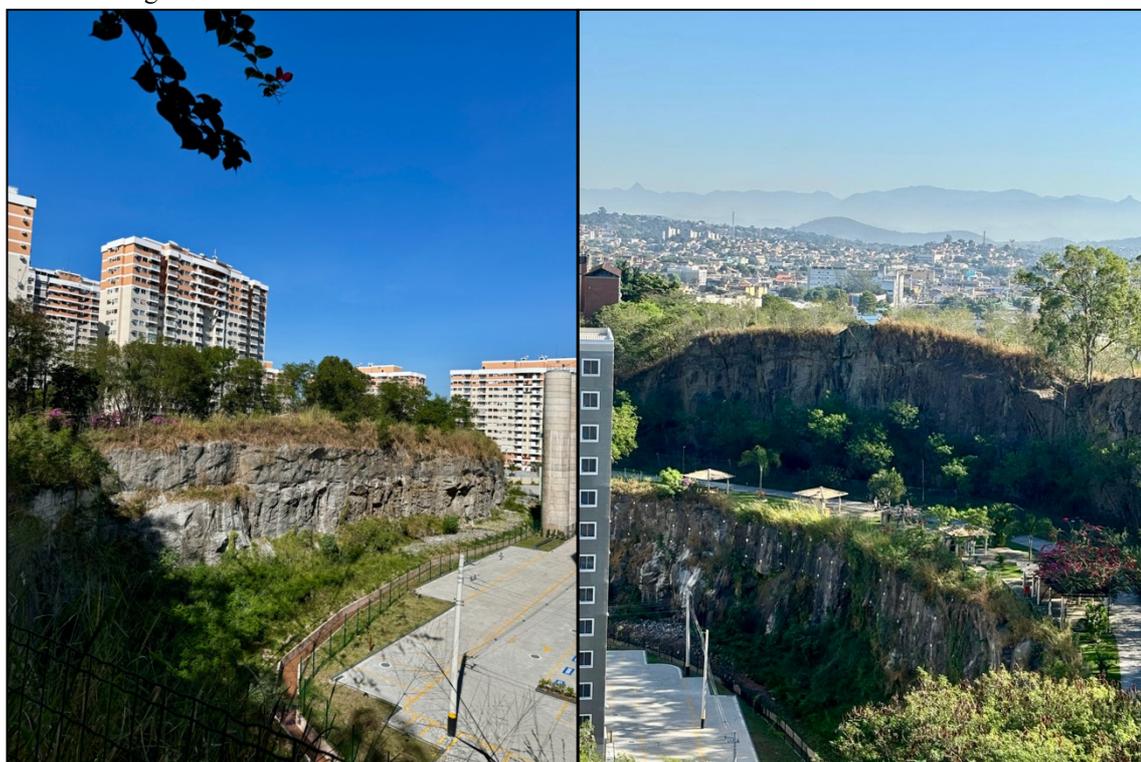
Atualmente, a área que abrigava a antiga pedreira apresenta novo projeto imobiliário em desenvolvimento, neste caso trata-se da construção do residencial Mar de Mangaratiba, executado pela empresa MRV Engenharia (figura 64). Isto ocorre por ser uma região localizada em um bairro central, que oferece uma gama de serviços e concentra a maior parte do comércio do município de São Gonçalo.

Figura 63 - O atual estágio da antiga área da Pedreira Macasa, após o descomissionamento



Fonte: GOOGLE EARTH PRO, 2023.

Figura 64 – Na primeira imagem é possível avistar uma das torres do condomínio Parque das Águas e na segunda é a área de lazer do residencial



Fonte: O autor, 2024.

Portanto, é um indicativo de que o solo urbano nesta região foi se valorizando, à medida que novas atividades econômicas foram se desenvolvendo em seu entorno, tornando-se financeiramente interessante a viabilidade para o grupo Yamagata em realizar o processo de recuperação da mina, atribuindo assim uma nova função, neste caso imobiliária, conforme previsto no Plano de Controle Ambiental (PCA), devido ao seu retorno financeiro.

#### 4.1.4 Mineração Sartor Ltda.

A empresa de Mineração Sartor Ltda. manteve as suas operações de extração e beneficiamento de minerais não metálicos (fluorita e nefelina sienito) entre os anos de 1978 e 2015, no bairro dos Minérios, município de Tanguá, antigo distrito de Itaboraí, na RMRJ.

No início dos anos de 1970, houve o registro por um morador local sobre a primeira ocorrência de fluorita na região do Maciço alcalino de Tanguá, então município de Itaboraí. Em 1971, a Companhia Miribo de Mineração, solicitou ao antigo DNPM autorização para desenvolver pesquisa mineral em uma área de 1.000 ha, cujo objetivo era comprovar a existência ou não de uma jazida que fosse economicamente viável, de modo que se pudesse indicar a instalação e operação de um empreendimento no local. Ao final do período reservado à pesquisa mineral, a Companhia Miribo emitiu o relatório final de pesquisa, onde ficou comprovada a existência de uma das maiores reservas de fluorita do Brasil, com isso, em 1978, a empresa obteve do DNPM a concessão de lavra, Mineração Sartor (2014).

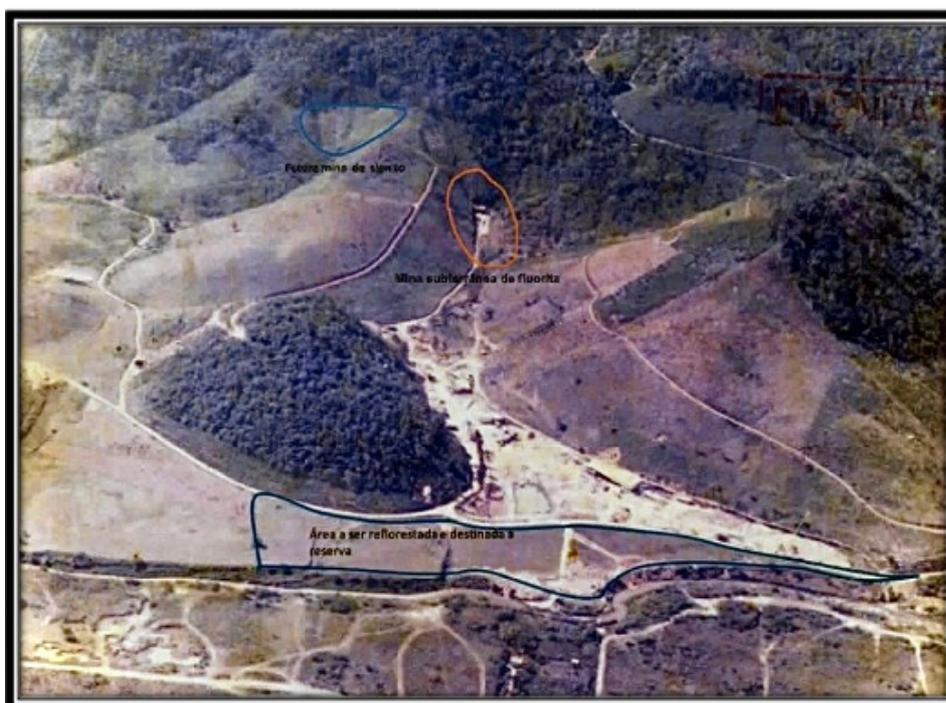
Contudo, não foi a Companhia Miribo de Mineração que realizou a exploração da jazida, pois de acordo com Sacramento (2018, p. 52) a mineradora Sartor Ltda., em 1978 “[...] assumiu o direito de pesquisa da lavra ao comprar a concessão da Cia. Miribo [...]”, passando assim a ter a permissão para explorar os depósitos de fluorita existentes no subsolo da região. Desde então, a Sartor iniciou seu processo de extração e beneficiamento do mineral, investindo na implantação de uma usina de beneficiamento de fluorita na área.

Além da mineradora Sartor, outra empresa que também teve forte participação na mesma localidade foi a Empresa de Mineração Tanguá (Emitang) que iniciou suas atividades em 1979 e que se mantém extraindo fluorita até hoje. Entretanto, esta ação exploratória não ocorre mais na região primária de extração, pois a mesma foi descomissionada no início dos anos 2000 em consequência da exaustão da jazida. Isto levou a empresa a abrir uma nova

frente de lavra em um terreno bem próximo a antiga, tornando-se assim a única empresa em todo o Estado do Rio de Janeiro a realizar a exploração de fluorita.

Após o início das atividades de extração e beneficiamento de fluorita em Itaboraí pelas empresas Sartor e Emitang, a região passou a ser conhecida, segundo Sacramento (2018, p. 54) como [...] 'Distrito Mineiro de Tanguá' [...], transformando-se na principal área fornecedora de matéria-prima para fabricação de diversos outros suprimentos que abasteciam diferentes setores industriais, tais como: nas áreas da química — por meio da obtenção do ácido fluorídrico; na siderurgia/metalurgia — essencialmente utilizado para produção do aço; na indústria da cerâmica — através da confecção de material refratário, vidros, esmaltes e vernizes, dentre tantos outros possíveis aproveitamentos (figura 65).

Figura 65 - Localização da antiga mina de fluorita e a futura área de exploração de sienito, em 1986



Fonte: MINERAÇÃO SARTOR, 2014.

De acordo com Sampaio et al. (2008) todas as minas de fluorita existentes no Brasil foram desenvolvidas utilizando o método de lavra subterrânea, em razão dos depósitos estarem localizados em profundidade. No caso da jazida da Sartor foi instalado um poço que segundo Sacramento (2018) possuía aproximadamente 120 metros de profundidade, que dava acesso a diversas galerias, por onde se realizava o trânsito de equipamentos, funcionários, o escoamento do bem mineral, a instalação de redes de ar comprimido, água, energia elétrica além de possibilitar a ventilação no subsolo.

Ainda de acordo com Sacramento (2018) a Sartor produzia em média 100.000 toneladas (t) de minério bruto por ano, conferindo ao Estado do Rio de Janeiro o título de 2º maior produtor nacional de fluorita, por isso, ao longo de pouco mais de uma década a mineradora se destacou, por ser um dos empreendimentos minerários que possuía o maior número de mão-de-obra empregada na região, assim como era também a responsável por boa parte da arrecadação fiscal para o município.

No entanto, no ano de 1992, o grupo Sartor solicitou a suspensão das atividades ao DNPM em razão do esgotamento da jazida, além de algumas dificuldades econômicas encontradas para dar continuidade ao processo de extração mineral. Com o fim da exploração na mina de fluorita, a empresa Sartor fez um novo requerimento ao DNPM solicitando a adição de uma nova substância mineral a ser extraída em um terreno bem próximo à antiga jazida de fluorita, também localizado no maciço alcalino de Tanguá, Mineração Sartor (2014).

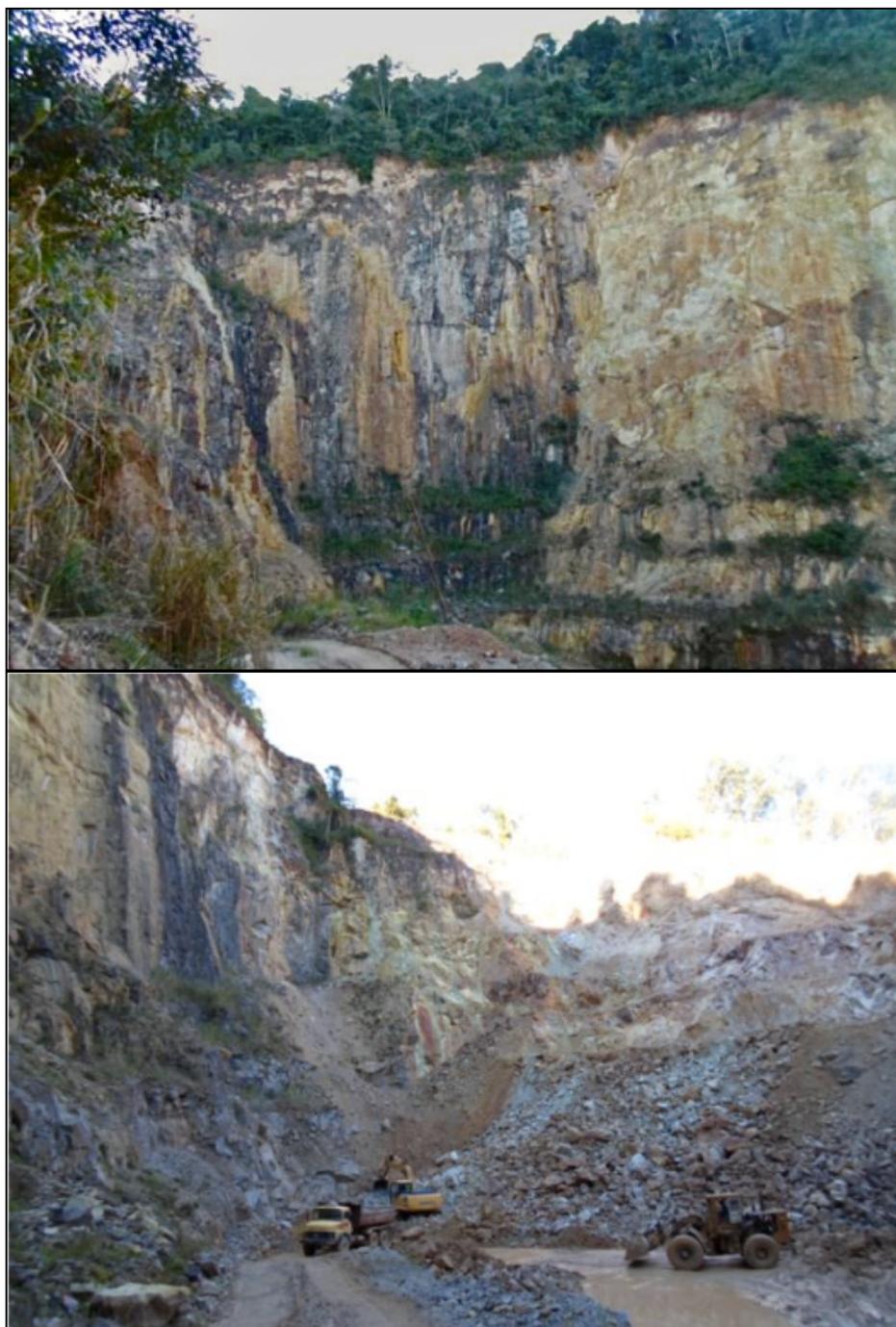
Neste caso, tratava-se da exploração de nefelina sienito, uma rocha magmática alcalina plutônica que segundo Sampaio et al. (2008, p. 663) apresenta uma composição “[...] rica em feldspatos sódicos, praticamente livre de quartzo, com a presença de minerais ferromagnesianos, tais como: piroxênio sódico, anfíbólio alcalino e biotita [...]”. Por isso, em virtude dessas características é muito utilizada pela indústria de refratários, vidros e cerâmicas com as seguintes aplicações:

A nefelina sienito constitui uma das matérias-primas essenciais para as indústrias de vidros e cerâmicas. Na fabricação de vidros, esse insumo mineral é utilizado, cada vez mais, como fonte de álcalis, que favorece o processo de vitrificação em temperaturas mais baixas, com substancial redução no consumo de combustível. Na indústria cerâmica, a nefelina sienito é um substituto virtual do feldspato, em decorrência do seu elevado teor de alumina. Além disso, o elevado teor de álcalis diminui a fusibilidade, melhora a capacidade fluxante e permite a sinterização de corpos cerâmicos a baixas temperaturas ou com uma menor quantidade de agente vitrificante. Tais razões justificam a procura pelos produtos de nefelina sienito, por parte das indústrias de vidro e cerâmica. (SAMPAIO et al., 2008, p. 663).

Então, no ano de 1995 a Sartor recebeu do DNPM a concessão de lavra para explorar a nefelina sienito na encosta da Serra do Barbosão, em uma área de 1.000 ha. A partir de então a empresa desenvolveu uma nova frente de lavra a céu aberto, que se apresentava na forma de um grande paredão rochoso com mais de 70 m de altura. Com uma reserva média estimada em 216.576 t, a mineradora Sartor passou a produzir mensalmente 3.359 t de material granular, cuja produção se direcionava aos diversos segmentos da construção civil na RMRJ. Além disso, a empresa também se tornou provedora de potássio para as fábricas de cimento no município de Cantagalo, região Serrana do Rio de Janeiro, assim como fornecia também

feldspato para a indústria ceramista do município de Itaboraí (figura 66), Mineração Sartor (2014).

Figura 66 - Método de lavra utilizado pela Sartor em formato de paredão



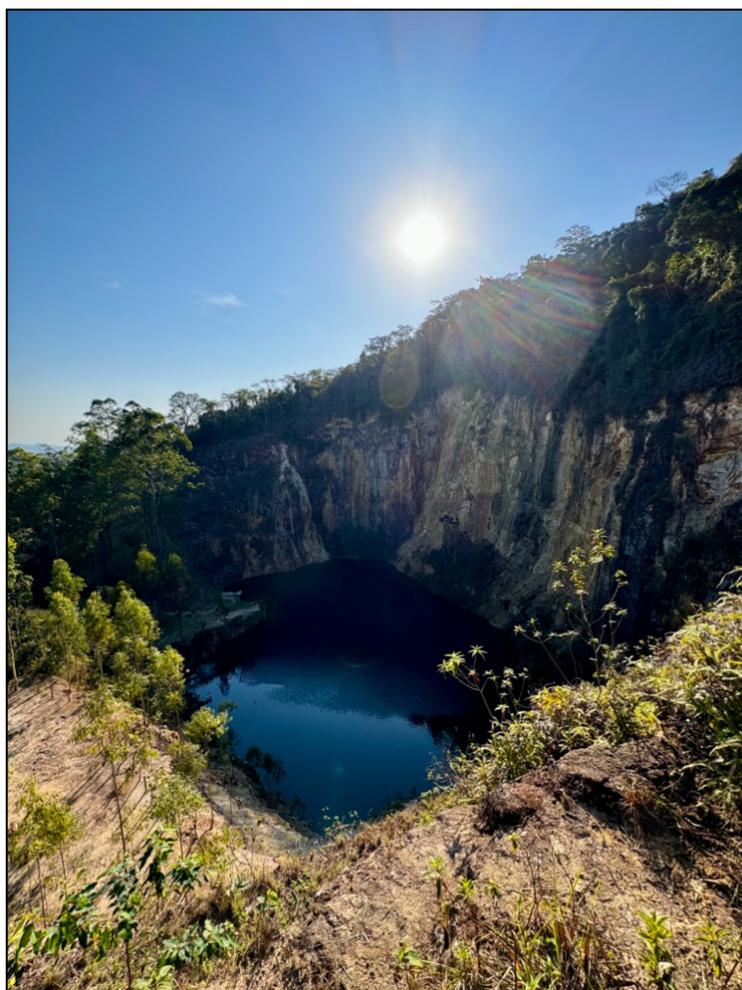
Fonte: MINERAÇÃO SARTOR, 2014.

Esta atividade perdurou até o ano de 2015 quando a Sartor encerrou todas as suas operações de exploração e beneficiamento de agregados no município de Tanguá. Com o fim das atividades a empresa deu início ao Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD). Por isso, em vistoria realizada pela equipe de fiscalização do Inea-RJ, em 2018, foi constatado

na ocasião que na área onde a mineradora atuava, houve o cumprimento das medidas previstas no PRAD, inclusive com o replantio de algumas espécies de eucalipto no entorno da cava, formando então um cinturão verde, Mineração Sartor (2014).

Ainda de acordo com o relatório da Mineração Sartor (2014, p. 17), no período em que a empresa esteve em plena atividade, “[...] a água da chuva, mais a que minava das falhas e fraturas do maciço [...]” era bombeada para fora da cava, como forma de impedir o alagamento da lavra. Por isso, já era previsto que com o encerramento das atividades, cessaria o bombeamento das águas, deixando a cava inundada, em razão do aumento do nível do lençol freático e do acúmulo de água proveniente do escoamento superficial das chuvas, transformando a área em um grande lago, com aproximadamente 26 metros (m) de profundidade (figura 67).

Figura 67 - Vista da parte superior da pedreira e o lago formado na antiga jazida da mineração Sartor



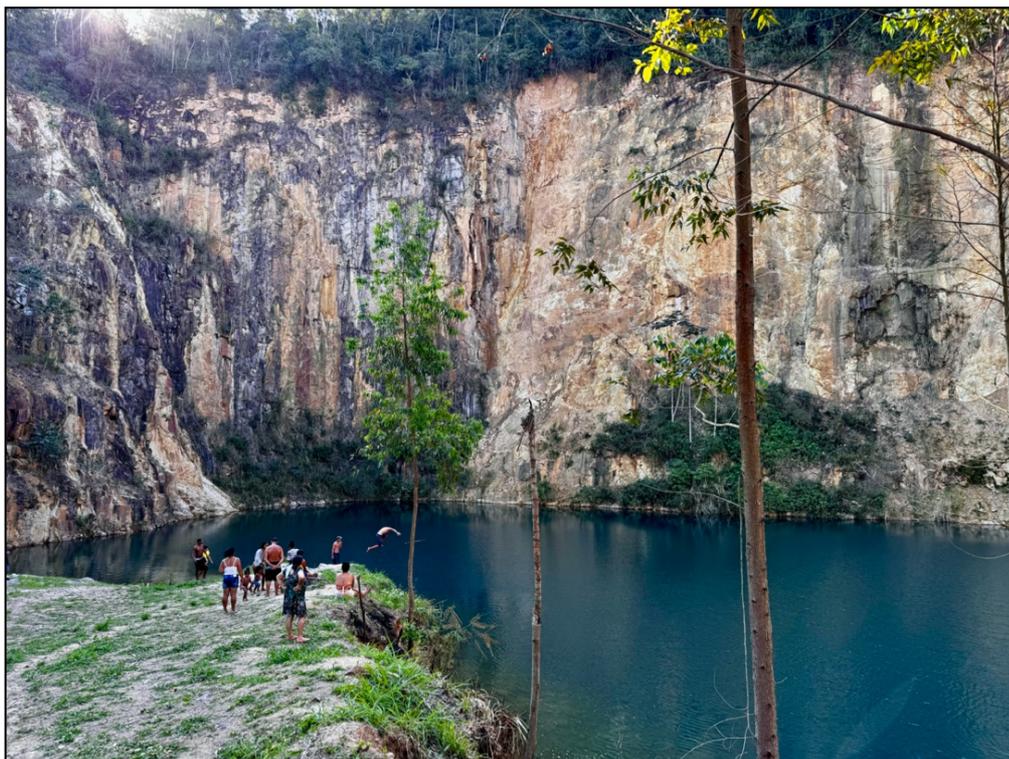
Fonte: O autor, 2024.

Por conta da tonalidade azul-turquesa da água do lago, a população atribuiu ao local o título de “Lagoa Azul”, desta forma a área acabou se tornando um ponto de lazer da região,

devido a sua beleza e pela existência dessa “piscina natural”. Desde então, a lagoa passou a apresentar um caráter turístico, porém, é importante ressaltar que a área não é reconhecida pela Secretaria de Cultura e Turismo de Tanguá, tampouco pela Secretaria de Estado de Turismo do Rio de Janeiro como sendo um atrativo oficial (figura 68).

Entretanto, a região continua atraindo diversos visitantes por conta da beleza cênica do lago, porém, o que muitos frequentadores não sabem é que por trás desse paraíso, escondem-se uma série de perigos iminentes, podendo ocorrer: possíveis deslizamentos de blocos de rochas que encontram-se desestabilizados no talude; risco de afogamento nas águas do lago, devido a sua grande profundidade; além da possível ameaça de contaminação, provocada pelas altas concentrações de flúor, enxofre e outros elementos químicos presentes na água, tornando-a muito ácida (figuras 69 e 70).

Figura 68 - Lago formado após o encerramento da mina pela Sartor

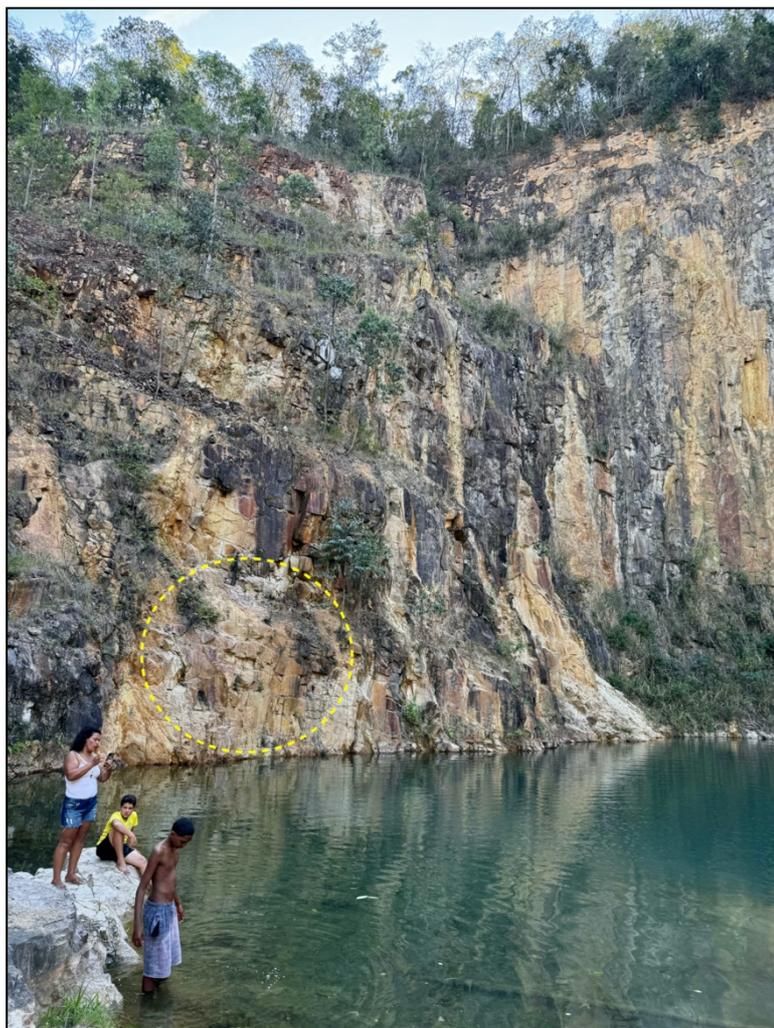


Fonte: O autor, 2024.

Por se tratar de um terreno particular, cabe ainda a mineradora Sartor, o cuidado pela área da antiga mina, devendo estar sob constante vigilância, já que este é um lugar potencialmente perigoso para aqueles que insistem em ignorar as placas de advertência no local, que informam sobre a proibição de adentrar a mina sem a prévia autorização, cometendo assim crime de invasão de propriedade privada. Porém, infelizmente o que se

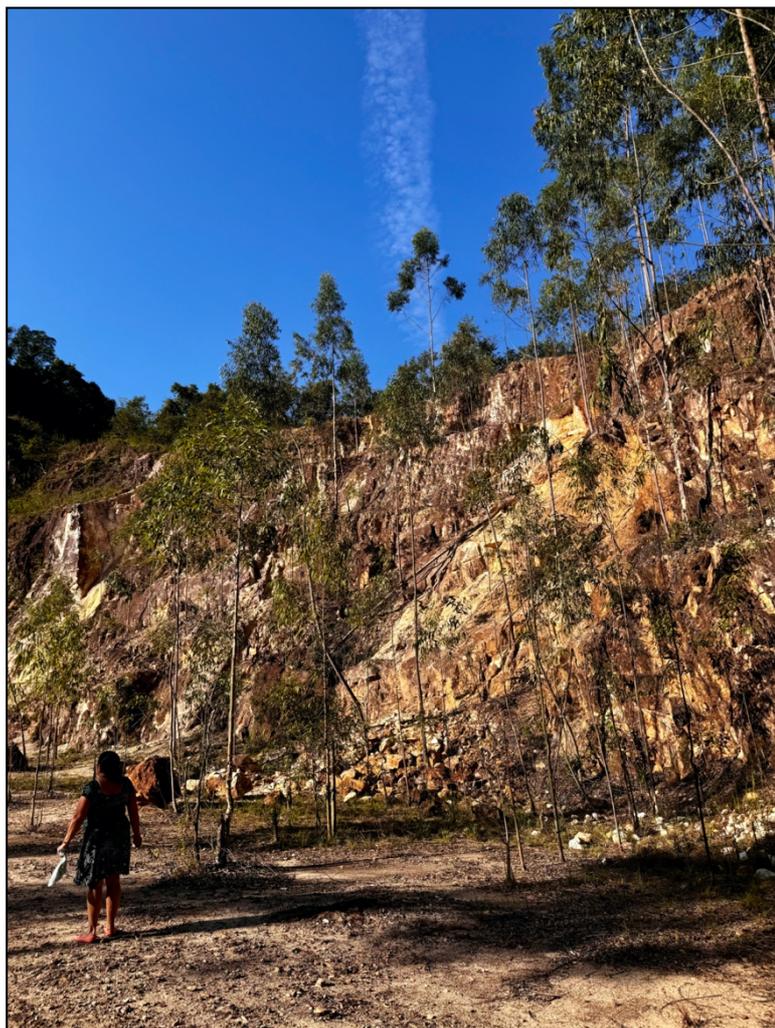
percebe hoje é que a região se encontra completamente abandonada, sem haver uma ação concreta da empresa de cuidado, e que gerou um grande um passivo ambiental para o município de Tanguá.

Figura 69 – Ocorrência de vários pontos na pedreira onde é comum encontrar fraturas nas rochas



Fonte: O autor, 2024.

Figura 70 – Área na pedreira onde ocorreram rolamentos de rochas, sem qualquer tipo de proteção



Fonte: O autor, 2024.

Várias foram as tentativas de notificar a empresa acerca das infrações cometidas, no entanto, todas sem sucesso, com isso, a mineração Sartor Ltda. acumula uma série de autos de infração emitidos tanto pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Tanguá quanto pelo Inea-RJ, Mineração Sartor (2014).

#### 4.1.5 Simgra - Sociedade Industrial e Mineradora de Granitos Ltda.

A empresa SIMGRA - Sociedade Industrial e Mineradora de Granitos Ltda., localizava-se no extremo sudoeste da Serra da Capoeira Grande, em Pedra de Guaratiba, bairro da zona Oeste do município do Rio de Janeiro, distando aproximadamente 60 km do centro da cidade.

A pedreira, que atualmente encontra-se desativada, iniciou suas atividades na região no ano de 1962. A criação do grupo Simgra ocorreu através da formação de uma sociedade entre os irmãos Antônio Gomes da Silva e Manuel Soares da Silva, dois comerciantes portugueses, que decidiram arrendar um terreno próximo ao Morro da Pedra, com objetivo de realizar a exploração mineral em uma jazida de rocha granítica, utilizando o método de lavra a céu aberto, Pedreira Simgra (2002).

Naquela época, essa parte do município ainda não era urbanizada, sendo então caracterizada como uma zona rural, com isso, havia o predomínio de diversas fazendas e sítios, onde era comum a realização de práticas agrícolas intensivas, agropastoris, além do desenvolvimento da pesca artesanal, devido à proximidade com a Baía de Sepetiba. Portanto, o local era ideal para a implantação de um empreendimento minerário sem que houvesse conflitos entre a população residente no entorno e a empresa.

Até o início da década de 1970 a ocupação da Região Administrativa de Guaratiba orientou-se pela vertente norte do município. O processo ocorreu de forma lenta, com a região permanecendo por muito tempo como uma periferia do bairro mais importante da Zona Oeste, Campo Grande. A falta de atividades econômicas de maior relevância, aliada à presença do mar, estimularam o uso residencial esporádico. Até então, era comum a procura por imóveis para segunda moradia. (RIO DE JANEIRO, 2019, p.6)

Em razão do forte crescimento urbano-industrial pelo qual a cidade do Rio de Janeiro atravessou, principalmente a partir da segunda metade do século XX, houve então uma crescente demanda por insumos para construção civil, levando assim à formação de um mercado cada vez mais ávido por rocha britada, de modo que Moura (1992, p. 138) vai indicar que na RMRJ, durante a década de “[...] 1970 existiam cerca de 40 pedreiras produzindo aproximadamente 3,6 milhões de m<sup>3</sup> de brita/ano [...]”, corroborando a ideia de que naquele período havia também uma forte expansão das zonas produtoras de brita, cujo objetivo principal era atender aos interesses das grandes construtoras situadas no Grande Rio.

Ao longo dos 48 anos em que se manteve em plena atividade, a mineradora foi gradualmente expandindo a sua área de atuação no bairro de Pedra de Guaratiba. Inicialmente, o desenvolvimento da frente de lavra se deu através de um paredão rochoso vertical, de onde era extraída a brita, que de acordo com Silva (2005, p. 47) “[...] ocorria sem nenhum planejamento nem conhecimento do jazimento, operando com técnicas rudimentares.”.

Com o passar do tempo e a utilização de novos métodos operacionais de extração, a pedreira foi aumentando a sua capacidade de produção, garantindo assim que a empresa

ocupasse uma posição de destaque, tornando-se uma das principais áreas fornecedoras de agregados para a RMRJ. No auge de seu desenvolvimento, a Simgra operou em uma área de aproximadamente 49,00 ha, utilizando o método de lavra típico, a céu aberto. A jazida possuía cinco bancos descendentes e sobrepostos (no início das atividades a lavra era executada em um único paredão), com altura média de 12 m entre eles, onde as operações de extração ocorriam de modo totalmente mecanizado.

De acordo com o plano de aproveitamento econômico da empresa, presente no processo de renovação da licença ambiental mais recente, do ano de 2002, a reserva medida de granito lavrável “*in situ*” era de 1.346.004 m<sup>3</sup>, desta forma, a mineradora beneficiava em média 120.000 m<sup>3</sup> de material rochoso anualmente, e entre 10.000 m<sup>3</sup> a 12.000 m<sup>3</sup> de agregados eram produzidos mensalmente. Caso houvesse a manutenção desse ritmo de produção pela pedreira, a estimativa de vida útil da jazida seria em torno de 10/11 anos, contados a partir do último levantamento realizado pela Pedreira Simgra (2002), (figura 71).

Figura 71 - Frente de lavra da pedreira Simgra



Fonte: PEDREIRA SIMGRA, 2002.

O processo de extração de material rochoso realizado pela Simgra encontrava-se dividido em algumas etapas, tendo início a partir do desmonte primário, que ocorria através da execução do plano de fogo, caracterizado pela realização de diversos furos no maciço granítico, onde posteriormente eram preenchidos com dinamite, que ao serem detonadas produziam blocos de rochas com dimensões adequadas para as operações subsequentes. Caso ainda houvesse a permanência de blocos muito grandes, ocorria o desmonte secundário, realizado de forma mecânica, através do uso de rompedores hidráulicos.

No estágio seguinte, o minério era preparado e transportado até a usina de beneficiamento por caminhões basculante, a partir desse ponto, tinha início diversas operações mecânicas, cujo objetivo era tornar a brita adequada para utilização como agregado na construção civil (figuras 72 e 73).

Figura 72 - Carregamento de caminhão basculante com material proveniente do desmonte primário



Fonte: PEDREIRA SIMGRA, 2002.

Figura 73 - Caminhão basculante transportando os blocos de rocha para a usina de beneficiamento



Fonte: PEDREIRA SIMGRA, 2002.

O material rochoso extraído da lavra passava pelo britador primário de mandíbulas, onde os fragmentos de rocha eram triturados por pressão, de modo que ao final dessa etapa, o produto obtido era direcionado por correias transportadoras e depositado em pilhas (figura

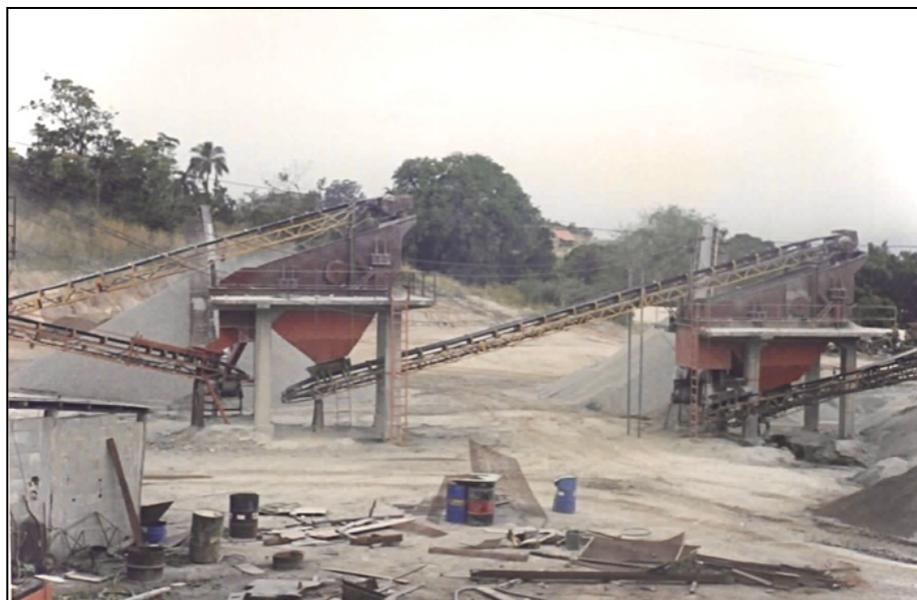
74). Na sequência esse material passava por um britador secundário, com o objetivo de reduzir ainda mais as dimensões do agregado, Pedreira Simgra (2002), (figura 75).

Figura 74 - Material produzido após o processo de britagem primária



Fonte: PEDREIRA SIMGRA, 2002.

Figura 75 - O processo de britagem secundária gerando agregados com dimensões menores



Fonte: PEDREIRA SIMGRA, 2002.

Por fim, os fragmentos eram conduzidos para a britagem terciária, nesta fase geralmente utilizava-se o britador cônico, já que o propósito era corrigir o formato do agregado, tornando-o arredondado. Após esse processo de britagem e rebitagem, a empresa obtinha os seguintes produtos: brita 0, brita 1, brita 2 e pó de brita que ficavam armazenados em pilhas, prontos para serem comercializados (figura 76).

Figura 76 - Última etapa da britagem e a formação de pilhas de agregados com diferentes granulometrias



Fonte: PEDREIRA SIMGRA, 2002.

Para que a empresa pudesse continuar com suas operações na região, era necessário a renovação da licença ambiental, ação que foi realizada pela mineradora no ano de 2002, em razão do fim do prazo da sua autorização vigente. Neste mesmo período, a pedreira foi notificada pelo MPRJ sobre a existência de um inquérito civil, no qual o promotor de justiça solicitava à mineradora o envio da planta com os limites da área onde a empresa estaria autorizada a explorar granito. Com isso, a Simgra passou a funcionar com uma licença de operação provisória, até que o Inea-RJ pudesse concluir a análise do processo de renovação da licença ambiental (figura 77).

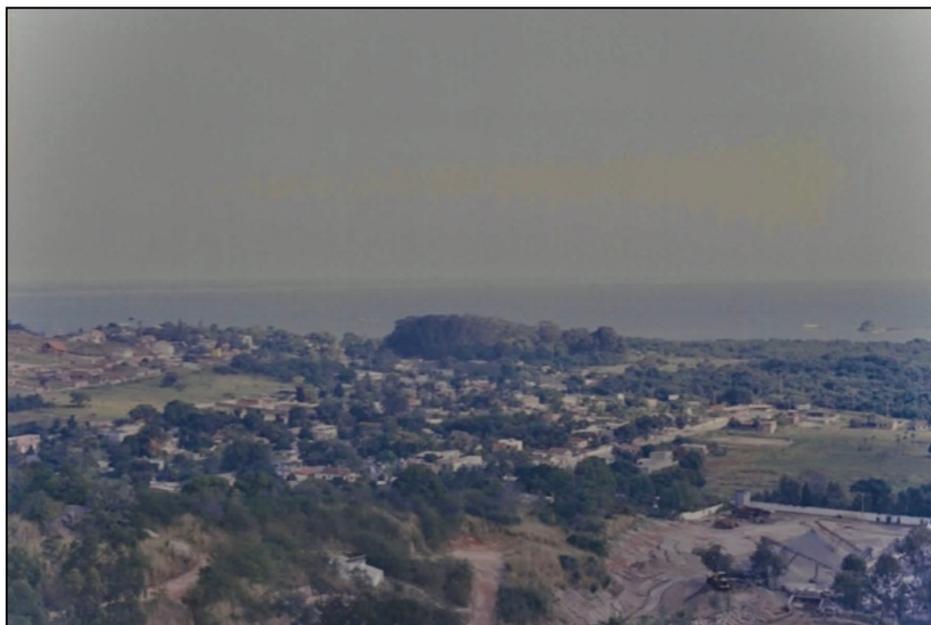
Figura 77 - Pedreira em funcionamento em 2002, antes da paralisação pelo MPRJ



Fonte: GOOGLE EARTH PRO, 2023.

A partir do ano de 2005, a empresa começou a enfrentar uma série de contratemplos, sobretudo, em razão de uma ação civil pública, movida pelo MPRJ, que de acordo com denúncias, a empresa estaria atuando de forma irregular, já que não possuía alvará de funcionamento municipal, além de provocar danos ambientais na região, tais como: poluição sonora, atmosférica além de promover o desmatamento desordenado na Área de Proteção Ambiental (APA) da Serra da Capoeira Grande, Pedreira Simgra (2002). Por isso, diante da repercussão do caso, a Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMAC) emitiu um auto de interdição, que levou a interrupção imediata das operações na mina (figura 78).

Figura 78 - A proximidade entre as residências a área da pedreira, ao fundo a Baía de Sepetiba



Fonte: PEDREIRA SIMGRA, 2002.

Em resposta, a empresa apresentou diversos recursos na justiça, com a finalidade de retomar suas atividades, pois segundo o entendimento legal dos proprietários da pedreira, o funcionamento da mineradora na área era anterior a criação da APA, lei municipal nº 2835 de 30 de junho de 1999, e que por essa razão, não havia motivo para o impedimento das operações no local.

No entanto, enquanto aguardava o parecer favorável ou não ao processo de renovação da licença ambiental junto ao Inea-RJ, assim como a decisão da justiça sobre a permanência das atividades de exploração mineral na área, a empresa ficou impedida de realizar detonações no local, assim como abrir novas frentes de lavra na jazida.

Por isso, em visitas realizadas pelos analistas ambientais do Inea-RJ, em 14 de fevereiro de 2008 e 28 de janeiro de 2009, respectivamente, foi observado que as atividades estavam semiparalisadas desde o ano de 2005, e que a única atividade que ainda ocorria na cava era a de comercialização do material já beneficiado, conforme descrito pelos técnicos em relatório de vistoria:

Conforme vistoria local, constatamos que as atividades da empresa estão semiparalisadas, estando em operação de comercialização do material já beneficiado, na oportunidade estavam carregando pó-de-pedra e brita zero. Verificamos ainda que as bancadas possuem pouca quantidade de material detonado, verificamos ainda que as bancadas possuem material instável, que em caso de desativação da atividade necessitam de estabilização. (RIO DE JANEIRO, 2008. p.1)

Em vistoria verificamos que as operações de desmonte e beneficiamento de granito da pedreira estão paralisadas. Em função do Edital de Interdição No. 023/2000, em maio/2005 pela SMAC - por parte do Existe ainda uma pequena quantidade de blocos detonados na cava e pó de pedra na praça de beneficiamento. (RIO DE JANEIRO, 2009. p.1)

Após quatro anos de paralisação, em 2009 a justiça decidiu pelo fechamento da pedreira Simgra, onde ficou reconhecido pelo judiciário que as operações de extração mineral realizadas pelo empreendimento provocaram graves danos ao meio ambiente, já que a mineradora estava localizada dentro dos limites da APA da Serra da Capoeira Grande.

No processo consta ainda que o IBAMA evidenciou a prática de crime ambiental relacionada a poluição atmosférica, já que a empresa não era capaz de controlar a emissão de resíduos produzidos com a mineração, contribuindo desse modo para a poluição do ar; assim como havia também a ocorrência de poluição sonora, causada pelo excesso de ruído proveniente das detonações e do processo de beneficiamento da brita; além disso, outro agravante foi a constatação de que havia a prática de supressão de vegetação nativa, localizada no topo do morro do afloramento de granito. Por isso, a Simgra foi condenada a pagar indenização referente aos danos causados pela degradação e poluição ambiental da área explorada irregularmente, elaborar e executar o PRAD.

Atualmente a empresa encontra-se totalmente desativada, foi realizada a recuperação da antiga cava, assim como a estabilização dos taludes que estavam instáveis, além disso, houve também o desmonte da usina de beneficiamento do local (figuras 79, 80 e 81). Porém, ainda é possível encontrar no terreno resquícios de antigas áreas edificadas que eram utilizadas como depósitos, garagem, escritórios, almoxarifado, demonstrando que não houve a remoção desses elementos alheios ao ambiente.

Figura 79 - A situação atual da antiga jazida da Simgra



Fonte: GOOGLE EARTH PRO, 2024.

Figura 80 – Limite entre a área do Parque Natural da Serra da Capoeira Grande e a antiga Pedreira Simgra



Fonte: O autor, 2024.

Figura 81 – Parte inferior da antiga cava da pedra, com acúmulo de material rochoso proveniente das bancadas



Fonte: O autor, 2024.

Além disso, a antiga jazida está abandonada, sem o devido isolamento da área, podendo ser acessada por qualquer pessoa, seja através da via principal, localizada na rua São João da Barra ou ainda por meio de trilhas no Parque Municipal Natural da Serra da Capoeira Grande. Este livre trânsito na área da mina desativada possibilita a ocorrência de uma série de problemas, desde possíveis acidentes com os frequentadores do parque que se aproximam das bancadas da antiga pedra, assim como a utilização do terreno para descarte irregular de lixo ou ainda a construção de moradias irregulares.

Entretanto, por ser tratar de uma área de preservação ambiental, talvez essas duas últimas possibilidades cogitadas possam nem ocorrer, já que o espaço é monitorado pela SMAC. Porém, o risco de acidentes é real, já que o local se tornou uma espécie de atrativo turístico, em razão da bela vista que se tem da Baía de Sepetiba, sendo possível encontrar inúmeras postagens em redes sociais recomendando a realização de trilhas no parque. Por isso, cabe a prefeitura do Rio de Janeiro aproveitar toda essa visibilidade atribuída ao parque e desenvolver um projeto de turismo sustentável, onde o visitante possa de forma segura apreciar o local, e ao mesmo tempo ter uma opção de lazer.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Estado do Rio de Janeiro é conhecido por apresentar uma paisagem peculiar, formada por diversas áreas de maciços e morros, que são constituídos basicamente por rochas ígneas e metamórficas. A disponibilidade desse recurso natural e a facilidade de acesso, foram fatores determinantes para que se desenvolvesse em território fluminense, sobretudo, na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), uma indústria voltada para a extração e beneficiamento de agregados para construção civil. Contudo, qualquer processo de exploração mineral provoca uma série de impactos (positivos e negativos) para o meio ambiente, já que é uma atividade modificadora da paisagem, assim como para sociedade, quando inserida no contexto urbano.

No caso da RMRJ, objeto de análise desta pesquisa, o que se percebe é que a instalação da maior parte das pedreiras ocorreu no início na década de 1950, em um período em que havia o predomínio das áreas rurais, em relação aos espaços urbanos, ou seja, os empreendimentos são anteriores ao processo de expansão das cidades. Na prática, significa dizer que as mineradoras estavam organizadas em pequenas unidades produtoras, onde a tecnologia mineral encontrava-se em um estágio inicial de desenvolvimento, de modo que a ausência de leis ambientais possibilitou que a exploração nessas pedreiras ocorresse de modo artesanal, inclusive sem levar em consideração os impactos ambientais.

Porém, à medida que os terrenos próximos aos locais de exploração foram sendo loteados/ocupados, em muitos casos de forma irregular, teve início uma série de transtornos envolvendo as comunidades localizadas no entorno das áreas de mineração. Assim, parte desse problema se deu pelo fato do poder público não ter coibido, através de fiscalizações, a ocupação irregular desses terrenos, enquanto a outra parte possui relação direta com a ausência de políticas habitacionais eficazes e contínuas, voltadas para àquela parcela da população considerada de baixa renda, de modo que elas tenham acesso a alguma forma de crédito imobiliário e assim possam adquirir suas moradias em áreas que não sejam ambientalmente frágeis, tais como as margens de rios, encostas ou até mesmo próximo as pedreiras.

O crescimento desordenado aliado à falta de planejamento urbano, foi um facilitador para que muitas áreas da RMRJ fossem densamente ocupadas, gerando assim um quadro crescente nos conflitos envolvendo de um lado as pedreiras e de outro a população. Assim, o que se registrou a partir da década de 1980, foi a redução significativa, no número de

empresas que realizavam a extração e beneficiamento de brita na RMRJ, ocasionado pela impossibilidade da permanência das operações de exploração mineral em meio a área urbana.

Por essa razão, muitas mineradoras tiveram de encerrar suas atividades ou buscaram novas áreas de extração, localizadas fora da malha urbana, como forma de garantir a permanência das atividades de exploração de rocha britada, já que havia uma forte demanda por insumos para construção civil (areia, argila, brita, cascalho), assim como minimizar os conflitos existentes entre as mineradoras, os órgãos ambientais e a população.

A criação das Zonas de Produção Mineral (ZPM), áreas relativamente isoladas e convenientemente localizadas, pelo Departamento de Recursos Minerais do Estado do Rio de Janeiro (DRM-RJ), no início da década de 1990, foi uma importante solução encontrada para atenuar os conflitos relativos à atividade de mineração, o meio ambiente e o sítio urbano, uma vez que o objetivo era deslocar as unidades produtoras existentes na Região Metropolitana para novas jazidas (áreas alternativas), localizadas fora da área de expansão do tecido urbano. Além disso, o projeto também forneceria informações para o governo do Estado do Rio de Janeiro quanto aos aspectos técnicos, econômicos, gerenciais, urbanísticos e ambientais das minerações, como forma de auxiliar no desenvolvimento de políticas públicas e incentivo para o setor de agregados do Estado.

Entretanto, as ZPM não foram suficientes para pôr fim aos problemas relacionados aos conflitos envolvendo a indústria da mineração, uma vez que o poder público não fez o seu papel de planejar e controlar a ocupação do solo urbano, de modo que aqueles locais próximos as pedreiras continuaram a ser ocupados. Por isso, atualmente o setor da mineração na RMRJ encontra-se perante um velho dilema envolvendo a pressão provocada pelo crescimento urbano e a permanência das atividades de extração mineral.

Diante desse cenário que se desenhou na metrópole carioca, a dissertação analisou quais ações foram implementadas pelos empreendimentos: Pedreira Vigné Ltda, Pedreira Ouro Branco Ltda., Pedreira Macasa S.A., Mineração Sartor Ltda. e Simgra Ltda., após o encerramento de suas operações, ocorrido nas duas últimas décadas, período em que as mineradoras já eram obrigadas a implementar o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), conforme determina a legislação ambiental.

Assim, após a análise detalhada dos documentos relativos ao licenciamento ambiental, os planos e projetos de controle ambiental e o PRAD de cada pedreira, bem como visitas às áreas dos empreendimentos, foi possível classificar as mineradoras em três grupos distintos: áreas que foram abandonadas; áreas somente recuperadas e áreas recuperadas e reabilitadas, de acordo com as ações adotadas pelas mineradoras, após o encerramento de suas atividades.

**a) Área Abandonada – Pedreira Ouro Branco Ltda.**

Os responsáveis pela Pedreira Ouro Branco desistiram de continuar com as atividades de exploração na jazida, porém, essa decisão ocorreu de maneira unilateral, pois os órgãos de controle e fiscalização mineral e ambiental não foram devidamente notificados. Com isso, o que se presenciou foi um caso flagrante de abandono de área degradada, em que não houve a adoção de qualquer plano de recuperação ambiental e paisagístico para o local, de modo que mais uma vez o meio ambiente e a sociedade sofrem as consequências dos danos provocados por ações humanas negligentes.

No PRAD, apresentado pela empresa no ano de 2012, a mineradora indicava que após o encerramento de suas atividades, a área seria recuperada, de modo a torná-la um loteamento, onde construiriam residências, conforme previsto no zoneamento urbano à época. Entretanto, como o terreno pertencente a empresa se localiza em uma região periférica no município de São Gonçalo, as chances dos agentes produtores do espaço urbano (o Estado, incorporadoras imobiliárias, grandes empresas industriais) atuarem nessa área são praticamente mínimas, já que o solo urbano na região é desvalorizado, em razão da ausência de uma série de serviços básicos de infraestrutura e segurança.

A partir da comparação das imagens do Google Earth dos anos de 2019 a 2024, é possível perceber que, mesmo não tendo sido executado o PRAD, a área da Pedreira Ouro Branco encontra-se recoberta por vegetação, indicando que a natureza começou a se regenerar, camuflando os vestígios da ação humana no local. Do ponto de vista estrutural, não foi realizada nenhuma intervenção que pudesse conferir a contenção dos taludes e bancadas, por isso, há riscos de desmoronamentos de blocos de rochas que estejam soltos, tornando a área potencialmente instável. Além disso, observou-se também a formação de algumas áreas alagadas na mina, muito provavelmente em função da subida do nível do lençol freático e/ou do acúmulo da água da chuva.

Diante desse cenário, atualmente, a Pedreira Ouro Branco é um local que se encontra abandonado e iminentemente perigoso. Como não há qualquer tipo de controle ou monitoramento por parte dos proprietários, o terreno passou a ser alvo de constantes invasões, neste caso, os “visitantes” utilizam a área para realizar o descarte irregular de lixo e entulho, transformando o espaço em um lixão a céu aberto. Estas ações adicionam mais uma camada de problemas ambientais para a região, pois a presença do lixo no local apresenta um grande potencial de contaminação do solo e do lençol freático. Além disso, a área pode se tornar um possível criadouro para vetores transmissores de doenças, tais como roedores, insetos e

mosquitos, afetando assim a qualidade de vida e a saúde das comunidades situadas no entorno da antiga pedreira.

Por fim, cabe ressaltar que o poder público tem ciência do abandono dessa área e já tomou todas as medidas cabíveis e necessárias (aplicação de multas, suspensão da licença ambiental e de operação) para que os proprietários pela mineradora sejam responsabilizados e o quadro de abandono seja revertido. Porém, a inação por parte dos gestores da Pedreira Ouro Branco torna o processo moroso, indicando que este será mais um caso de passivo ambiental no Estado.

#### **b) Áreas Recuperadas – Simgra Ltda. e Mineração Sartor Ltda.**

Os empreendimentos em questão realizaram o processo de recuperação ambiental, conforme indicado nos PRADS e planos de controle ambiental, entregues previamente ao Inea-RJ. Contudo, foi observado que pelo fato das empresas já estarem descapitalizadas, devido à paralisação das atividades de exploração mineral, as alternativas empregadas durante a fase de recuperação ambiental, foram mais modestas (recomposição paisagística e estabilização dos taludes e das bancadas) e menos duradouras. Além disso, não houve consulta à comunidade ou ao poder público, assim, as decisões foram tomadas pelas empresas de forma unilateral, sem levar em conta as reais necessidades da população residente no entorno das minas.

Tanto no caso da Pedreira Simgra quanto o da mineradora Sartor, houve a implantação dos projetos de recuperação das áreas degradadas, contudo, à medida que não são realizadas ações de manutenção desses espaços, assim como não há a restrição de acesso a eles, as áreas se tornaram suscetíveis a algum tipo de deterioração ou propensas ao desenvolvimento de ocupações irregulares, organizadas por meio dos diferentes grupos locais responsáveis pelo controle do território.

A antiga Pedreira Simgra, por exemplo, está inserida na área do Parque Natural Municipal da Serra da Capoeira Grande, uma importante reserva ambiental, gerida pela prefeitura do Rio de Janeiro, onde muitos moradores e visitantes utilizam o parque para realizar algumas práticas esportivas, caminhadas ou que vão apenas para conhecer o local, já que apresenta uma linda vista da Baía de Sepetiba.

No entanto, na área limítrofe entre o parque e a mineradora não há nenhum aviso que alerte sobre os riscos de acidentes ou qualquer barreira física que impeça a entrada do visitante na área da mina. Assim, o acesso se torna livre, realizado através de antigos caminhos de serviço utilizados pela pedreira. Com isso, há uma grande probabilidade de

ocorrerem acidentes fatais, em razão da queda de algum visitante das bancadas ou pela falta de um sistema de proteção contra o rolamento de blocos de rochas.

Já no caso da Mineradora Sartor, localizada próximo ao Parque Natural Serra do Barbosão, em Tanguá, trata-se de uma área privada que se encontra abandonada, em que também não há nenhuma forma de controle ao acesso dos frequentadores, que são atraídos pela beleza de um lago de 26 metros de profundidade, conhecido como Lagoa Azul.

Geralmente, aos finais de semana há um fluxo maior no número de visitantes, que conseguem entrar na área da mineradora através de uma trilha aberta de forma irregular no meio da mata. Com isso, alguns desses frequentadores acabam aproveitando para banhar-se no lago, porém, as águas da Lagoa Azul apresentam elevada concentração de fluoreto, alumínio e manganês, tornando o seu contato com o corpo humano perigosíssimo. Além disso, no local não há guardas vidas, já que se trata de um uso recreativo não regular, logo há risco iminente de afogamento, sem contar a ameaça de desmoronamento de rochas das partes mais elevadas da mina, onde é visível a presença de rochas alteradas, inclusive com marcas de deslizamentos recentes.

Portanto, como foi observado nos dois casos, os espaços possuem um grande potencial para serem reabilitados, através do desenvolvimento do turismo local, onde seria utilizado a topografia da área, para a prática de atividades como rapel, tirolesa, arvorismo e mountain bike. Mas para que essa proposta se torne real, seria necessário a realização de investimentos, seja pelo poder público, pela iniciativa privada ou ambos, para a criação de uma infraestrutura que possa oferecer, segurança e melhores condições de acesso pelo visitante. Além disso, haveria também a promoção de programas de divulgação geocientíficas, com objetivo de conscientizar os frequentadores sobre a importância da preservação e conservação do meio ambiente. Assim, os recursos obtidos com a prática dessas atividades poderiam ser revertidos para melhorias, pesquisa e segurança destas áreas.

#### **c) Áreas Recuperadas e Reabilitadas - Pedreira Vigné Ltda. e Macasa S.A.**

A Pedreira Vigné Ltda., localizada no Maciço Gericinó Mendanha, em Nova Iguaçu, passou pelo processo de recuperação e reabilitação de sua jazida. Neste caso, após a área da pedreira ter sido recuperada, a família Vigné, proprietária da antiga mina, vendeu o terreno para o grupo Ancar Ivnhaoe, uma das maiores empresas do ramo da indústria de shopping centers do país. Assim, após o encerramento das atividades no local, houve a edificação de um enorme centro comercial, portanto, a empresa utilizou o espaço para outras atividades econômicas, tornando-se um polo de lazer e entretenimento para a população de Nova Iguaçu e cidades adjacentes.

Em razão do encerramento das atividades de exploração mineral, a área no entorno da pedreira, que já era valorizada, por conta da localização no centro de Nova Iguaçu, passou por um intenso processo de especulação imobiliária, motivado pela ação do poder público, através da criação de leis que incentivavam à ocupação dessa região, assim como pelo mercado imobiliário, por meio das grandes incorporadoras que se encarregaram de construir condomínios de alto padrão para um público de média e alta renda.

Assim como ocorreu com a Pedreira Vigné, a área da antiga Pedreira Macasa, situada no bairro de Alcântara, em São Gonçalo, também passou por um processo de recuperação e reabilitação. Como o local está situado em uma zona central, que dispõe de infraestrutura, certamente o terreno da antiga pedreira não ficaria abandonado, já que havia o interesse de outros agentes públicos pelo espaço. Por isso, o grupo Yamagata providenciou a imediata recuperação da jazida e na sequência vendeu a área para uma grande incorporadora imobiliária, que construiu no local o condomínio multiresidencial Parque das Águas.

Ao longo das análises sobre as medidas adotadas pelos empreendimentos minerários após o encerramento de suas atividades, surgiu um importante questionamento: e se as pedreiras não estivessem localizadas em áreas centrais, onde não houvesse a oferta de infraestrutura básica, em que o solo urbano não fosse valorizado e a população não possuísse um elevado poder aquisitivo, as áreas também seriam recuperadas e reabilitadas?

Certamente não, pois o que se percebe é que naquelas áreas onde o solo urbano é valorizado, esse tipo de atividade não consegue se sustentar durante muito tempo, em razão do forte interesse por parte dos agentes produtores do espaço urbano (o Estado, incorporadoras imobiliárias, grandes empresas industriais), que vão determinar através da definição de leis sobre o uso e ocupação do solo urbano, quais atividades devem ou não ser desenvolvidas em determinados setores das cidades, por isso, algumas áreas são mais valorizadas do que outras.

Talvez por essa razão, os terrenos destas antigas mineradoras não tenham sido abandonados, mas passado pelo processo de recuperação e reabilitação, conforme determina a legislação ambiental, já que havia o interesse em tornar essas áreas aptas a desempenhar outras funções, tais como: moradia, atividades comerciais e de prestação de serviços, de modo a manter o solo urbano valorizado, afinal, o interesse do capital vem antes do meio ambiente, fato comprovado pela análise, em que pedreiras localizadas em bairros periféricos não tiveram a mesma “sorte” de serem recuperadas e reabilitadas.

Portanto, recomenda-se que haja maior empenho dos órgãos de controle ambiental, municipais e estaduais, durante o fechamento das antigas pedreiras realizando o

acompanhamento de todo o processo de implementação das ações de recuperação e revitalização da área degradada, a fim de se evitar situações de abandono, sobretudo naquelas áreas periféricas das cidades. Assim como é preciso também intensificar a fiscalização e coibir o avanço das construções irregulares nas áreas onde a atividade de exploração mineral ainda esteja ativa, afinal, cabe aos gestores públicos desenvolverem programas e projetos que possibilitem o acesso à moradia para a população de baixa renda, como forma de planejar e controlar o crescimento desordenado na cidade.

Por fim, recomenda-se a realização de um mapeamento de novas áreas que possam ser utilizadas pela indústria da mineração, de modo que não gerem novos conflitos com a população e haja o respeito a legislação ambiental. Além disso, um possível caminho vislumbrado e que talvez possa coibir a prática do abandono das áreas de exploração mineral, seria a criação de uma taxa mensal, que seria recolhida pelo Inea-RJ, com o intuito de se obter capital para que as empresas possam ter recursos para realizarem ao longo de sua vida útil as devidas medidas de recuperação da lavra. Desse modo, as mineradoras teriam fundos para arcar com os seus projetos de recuperação ambiental.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, M. A. *Evolução urbana do Rio de Janeiro*. 4. ed. Rio de Janeiro: IPP, 2011.
- AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. *Anuário Mineral Brasileiro Interativo*. Disponível em: <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiODIyOWJlMTgtZTBiNi00ODFhLWJiOGEtYzlmOWM3MjhmMWQ4IiwidCI6ImEzMDgzZTlxLTc0OWItNDUzNC05YWZhLTU0Y2MzMTg4OTdiOCJ9>>. Acesso em 20 ago. 2024.
- AGEVAP. *Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, Da Guarda e Guandu-Mirim: Manual Operativo 2023-2026*. Resende, 2022. 78 p. Disponível em: <<https://comiteguandu.org.br/plano-de-bacia/>>. Acesso em: 30 mar. 2024.
- ALMEIDA, S. Pedreiras, pedreiros, covouqueiros: personagens esquecidos da história do Rio de Janeiro. In: *15o Seminário Nacional de História da Ciência*, 2016, Florianópolis. Anais do 15o Seminário Nacional de História da Ciência. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2016. v. II. p. 964-971. Disponível em: <[https://www.15snhet.sbhc.org.br/resources/anais/12/1473953543\\_ARQUIVO\\_Pedreiros&pedreirasCompleto.pdf](https://www.15snhet.sbhc.org.br/resources/anais/12/1473953543_ARQUIVO_Pedreiros&pedreirasCompleto.pdf)> Acesso em: 3 abr. 2023.
- ALMEIDA, S.; PORTO JUNIOR, R. Cantarias e pedreiras históricas do Rio de Janeiro: instrumentos potenciais de divulgação das Ciências Geológicas. *Terrae Didactica.*, Campinas, v. 8, n.1, p. 3-23, ago. 2012. Disponível em: <<https://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/TED/article/view/8399/7670>> Acesso em: 3 set. 2022.
- ALMEIDA, D. S. Conceitos básicos. In: \_\_\_\_\_. *Recuperação ambiental da Mata Atlântica*. 3. ed. Ilhéus, BA: Editus, 2016. p. 24-30. Disponível em: <<https://books.scielo.org/id/8xvf4/pdf/almeida-9788574554402-03.pdf>> Acesso em: 21 set. 2022.
- \_\_\_\_\_. Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD). In: \_\_\_\_\_. *Recuperação ambiental da Mata Atlântica*. 3. ed. Ilhéus, BA: Editus, 2016. p. 140-158. Disponível em: <<https://books.scielo.org/id/8xvf4/pdf/almeida-9788574554402-10.pdf>> Acesso em: 21 set. 2022.
- ALMEIDA, F. F. M de. & CARNEIRO, C. D. R. Origem e evolução da Serra do Mar. *Revista Brasileira de Geociências.*, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 135-150, jun. 1998. Disponível em: <<http://bjg.siteoficial.ws/1998/n.2/3.pdf>> Acesso em: 1 jun. 2024.
- ALMEIDA, F. F. M de. Relações tectônicas das rochas alcalinas Mesozóicas da região Meridional da Plataforma Sul-Americana. *Revista Brasileira de Geociências.*, São Paulo, v. 13, n.3, p. 139-158, set. 1983. Disponível em: <<http://bjg.siteoficial.ws/1983/n3/almeida.pdf>> Acesso em: 1 jun. 2024.
- ALMEIDA, F. F. M. de.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B. B de.; FUCK, R. A. *Brazilian Structural Provinces: an introduction*. Earth Sciences Reviews., Amsterdam, v. 17, n. 1-2, p. 1-29, abr. 1981. Disponível

em:<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0012825281900039?via%3Dihub>>  
Acesso em: 1 jun. 2024.

\_\_\_\_\_. Províncias estruturais brasileiras. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 8., 1977, Campina Grande. Atas. Recife: Sociedade Brasileira de Geologia - SBG, Núcleo Nordeste, 1977. p. 363-391. Disponível em:<[https://www.researchgate.net/publication/284664191\\_Provincias\\_estruturais\\_brasileiras\\_Actas](https://www.researchgate.net/publication/284664191_Provincias_estruturais_brasileiras_Actas)>. Acesso em: 4 jan. 2024

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES GONÇALVES, J. L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Stuttgart, Germany, v. 22, n. 6, p. 711-728, dez. 2013. Disponível em:<<https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>>. Acesso em: 21 maio 2024.

AMADOR, E. S. Ocupações históricas da região da Baía de Guanabara. In: \_\_\_\_\_. *Baía de Guanabara: ocupação histórica e avaliação ambiental*. Rio de Janeiro: Interciência, 2013. p. 35-227.

AMARAL, A. J. R.; FILHO, C. A. L. *Índice de Geologia e Mineração — Glossário Geológico: mineração*. Disponível em: <<https://www.dnpm-pe.gov.br/Geologia/Mineracao.php>>. Acesso em: 6 set. 2022.

ANDRADE, F. R. D.; MCREATH, I. FILHO, J. B. M.; ATENCIO, D. A Terra sólida: minerais e rochas. In: TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T. R.; TOLEDO, M. C. M.; TAIOLI, F. (Org.). *Decifrando a Terra*. 2. ed. São Paulo: Companhia editora nacional, 2009. p. 130-151.

ANGULO, S. C.; Agregados. In: BAUER, L. A. F. (Org.). *Materiais de Construção*. 6. ed. v. 1. Minas Gerais: LTC, 2019. p. 109-139.

ANUÁRIO ANEPAC. São Paulo: KOS DUBOC COMUNICAÇÃO LTDA, 2010-2013.

ARAÚJO, J. T. A centralidade de Alcântara e a história urbana de São Gonçalo (RJ): A atuação dos agentes sociais na consolidação de um núcleo urbano e na transformação de um espaço público. In: *XVIII Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional*, 2019, Natal. Anais do XVIII Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional. Natal: EDUFRRN, 2019. v. 1. p. 1-28. Disponível em:<<https://xviiienganpur.anpur.org.br/anaisadmin/capapdf.php?reqid=79>> Acesso em: 8 set. 2023.

ARQUIVO NACIONAL. *Vista aérea de Nova Iguaçu (RJ)*. Rio de Janeiro, 1940. 1 fotografia, preto e branco. Disponível em:<<https://br.pinterest.com/pin/241716704983416139/>> Acesso em: 21 set. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9935: Agregados: Terminologia. 3. ed. Rio de Janeiro, 2011. 12 p.

\_\_\_\_\_. NBR 7211: *Agregados para concreto: Especificações*. 3. ed. Rio de Janeiro, 2009. 9 p.

AYOADE, J. O. *Introdução à climatologia para os trópicos*. 12. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

BACCI, D. L. C.; LANDIM, P. M. B.; ESTON, S. M. Aspectos e impactos ambientais de pedreira em área urbana. *Rev. Esc. Minas.*, Ouro Preto, v. 59, n. 1, p. 47-54, jan./ mar. 2006. Disponível em:<<https://www.scielo.br/j/rem/a/FLtLVCZBBtRgcgbRSZTmxmx/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 10 set. 2022.

BARBOSA, V. H. R.; MARQUES, M. E. S.; GUIMARÃES, A. C. R. Estudo de solos do Acre para a produção de agregados de argila calcinada e misturas para bases em pavimentação - uma alternativa estratégica para o estado do Acre. *Rev. Militar de ciência e tecnologia*, Rio de Janeiro, v. 37, n. 4, p. 5-18, 2020. Disponível em:<[https://rmct.ime.eb.br/arquivos/RMCT\\_4\\_tri\\_2020/RMCT\\_36017.pdf](https://rmct.ime.eb.br/arquivos/RMCT_4_tri_2020/RMCT_36017.pdf)>. Acesso em 6 out. 2022.

\_\_\_\_\_. Caracterização mineralógica de um solo do Acre visando à produção de agregados artificiais de Argila Calcinada para uso em pavimentos. *Rev. Matéria*, Rio de Janeiro, v. 23, n. 3, p. 1-11, 2018. Disponível em:<<https://www.scielo.br/j/rmat/a/dVdn5Fcbdv9d3Hk5DQMNhK/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em 5 out. 2022.

BEM PARANÁ. Parque das Pedreiras. 2023. 1 fotografia, color. Disponível em:<<https://www.bemparana.com.br/noticias/parana/parque-das-pedreiras-volta-a-gerar-dor-de-cabeca-para-moradores-da-regiao/>>. Acesso em: 25 jul. 2024.

BERTOLINO, L. C.; PALERMO, N.; BERTOLINO, A. V. F. A. Geologia. In: LUZ, A. B.; ALMEIDA, S. L. M. (Org.). *Manual de Agregados para Construção Civil*. 2. ed. Rio de Janeiro: Ed. CETEM/MCTI, 2012. p. 69-79.

BETTENCOURT, J. S.; MORESCHI, J. B.; TOLEDO, M. C. M. Recursos minerais da Terra. In: TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T. R.; TOLEDO, M. C. M.; TAIOLI, F. (Org.). *Decifrando a Terra*. 2. ed. São Paulo: Companhia editora nacional, 2009. p. 508-535.

BITAR, O. Y.; VASCONCELOS, M. M. T. Recuperação de Áreas Degradadas. In: TANNO, L. C.; SINTONI, A. (Coord.). *Mineração & Município: bases para planejamento e gestão dos recursos minerais*. São Paulo: IPT, 2003. p. 111-146.

BITAR, O.Y.; BRAGA, T. O. O meio físico na recuperação de áreas degradadas (Coord.). In: BITAR, O.Y. (Coord.). *Curso de geologia aplicada ao meio ambiente*. São Paulo: ABGE/IPT-Digeo, 1995. p. 165-179.

BIZZI, L.A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R.M.; GONÇALVES, J.H. (Org.). *Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: texto, mapas & SIG*. Brasília: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2003. Disponível em:<<http://www.cprm.gov.br/publique/Recursos-Minerais/Apresentacao/Livro---Geologia%2C-Tectonica-e-Recursos-Minerais-do-Brasil-3489.html>>. Acesso em: 28 mar. 2024.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. RESOLUÇÃO nº 32, de 15 de outubro de 2003. Institui a Divisão Hidrográfica Nacional. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, n. 245, 17 de dez. 2003. Seção I, p. 142. Disponível em: <<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=17/12/2003&jornal=1&pagina=142&totalArquivos=280>>. Acesso em 1 jun. 2024.

\_\_\_\_\_. Sistema Nacional de Unidades de Conservação – lei 9985/2000. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19985.htm#:~:text=L9985&text=LEI%20No%209.985%2C%20DE%2018%20DE%20JULHO%20DE%202000.&text=Regulamenta%20o%20art.,Natureza%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm#:~:text=L9985&text=LEI%20No%209.985%2C%20DE%2018%20DE%20JULHO%20DE%202000.&text=Regulamenta%20o%20art.,Natureza%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs)>. Acesso em 4 nov. 2022.

\_\_\_\_\_. Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF: Senado, 1988. 140 p.

\_\_\_\_\_. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº. 001, de 23 de janeiro de 1986. *Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de Impacto Ambiental*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 fev. 1986. Disponível em: <[http://conama.mma.gov.br/?option=com\\_sisconama&task=arquivo.download&id=745](http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=745)>. Acesso em: 28 out. 2022.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. *Referências de Preços e Custos — Sinapi*. Disponível em: <[https://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria\\_656](https://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_656)>. Acesso em 20 ago. 2024.

CALÍCIO, E. A antiga Pedreira Itaquera. 2020. 1 fotografia, color. Disponível em: <<https://www.facebook.com/memoriasdacohabitaquera1/photos/pb.100068338016710.-2207520000/2602078126676367/?type=3>>. Acesso em: 03 ago. 2024.

CASTELNOU, A. M. N. Parques urbanos de Curitiba: de espaços de lazer a objetos de consumo. *Cadernos de Arquitetura e Urbanismo*, Belo Horizonte, v. 13, n. 14, p. 53-73, dez. 2006.

CEEP – Centro de Estatísticas, Estudos e Pesquisas. *Mapa dos desmembramentos municipais do Estado do Rio de Janeiro – 1550/2001*. CEPERJ: Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mapa-desmembramentos-municipais-Estado-do-Rio-de-Janeiro-Brasil-2018.jpg>>. Acesso em: 10 abr. 2024.

CEPERJ – Fundação Centro Estadual de Estatísticas, Pesquisas e Formação dos Servidores Públicos do Rio de Janeiro. *Histórico e Características do Estado do Rio de Janeiro*. CEPERJ: Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <<https://www.rj.gov.br/ceperj/historico-caracteristicas>>. Acesso em: 10 fev. 2024.

\_\_\_\_\_. *Regiões e Regionalização Fluminense de Governo - Geral*. CEPERJ: Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <<https://gis-portal.westeurope.cloudapp.azure.com/portal/apps/MapSeries/index.html?appid=a3ee8884e811426ba3ef022b1b2f4167>>. Acesso em: 12 fev. 2024.

\_\_\_\_\_. *Boletim Climatológico - RJ*. CEPERJ: Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <<https://gis->

portal.westeurope.cloudapp.azure.com/portal/apps/MapSeries/index.html?appid=31815ea687cc400bb3b5112457c7528d>. Acesso em: 20 maio. 2024.

CHAVES, A. P. Projeto de instalações de britagem. In: LUZ, A. B.; SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A. (Org.). *Manual de agregados para construção civil*. 2.ed. Rio de Janeiro: Ed. CETEM/MCT. p. 147-164, 2012.

COIMBRA, J. P. P. (Org.). *Atlas da Região Hidrográfica V: Baía de Guanabara e sistemas lagunares de Maricá e Jacarepaguá*. 1. ed. Resende: AGEVAP, 2021. Disponível em:<[https://comitebaiadeguanabara.org.br/wp-content/uploads/2022/09/Atlas\\_CBH-BG.pdf](https://comitebaiadeguanabara.org.br/wp-content/uploads/2022/09/Atlas_CBH-BG.pdf)>. Acesso em: 28 mar. 2024.

CURI, A. *Lavra de minas*. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

\_\_\_\_\_. *Minas a céu aberto: planejamento de lavra*. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

DANTAS, MARCELO EDUARDO.; FERREIRA, C. E. O.; SHINZATO, E. Relevo. In: PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C. dos, JUNIOR, C. R. P.; SILVA NETO, E. C.; FONTANA, A. *Solos do Rio de Janeiro: gênese, classificação e limitações ao uso agrícola*. Ponta Grossa: Arena, 2023. p. 19-59.

DANTAS, MARCELO EDUARDO. *Estudo Geoambiental do Rio de Janeiro: Geomorfologia do Estado do Rio de Janeiro*: CPRM, 2001.

DELGADO, R.C.; PEREIRA, M. G. Clima. In: PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C. dos, JUNIOR, C. R. P.; SILVA NETO, E. C.; FONTANA, A. *Solos do Rio de Janeiro: gênese, classificação e limitações ao uso agrícola*. Ponta Grossa: Arena, 2023. p. 60-68.

DEPARTAMENTO DE RECURSOS MINERAIS (RJ). *Quadro da arrecadação da CFEM em 2023*. Rio de Janeiro: DRM, 2024. 24 p. Relatório técnico. Disponível em: <[https://www.rj.gov.br/drm/sites/default/files/arquivos\\_paginas/Quadro\\_da\\_Arrecadacao\\_da\\_CFEM\\_\\_2023.pdf](https://www.rj.gov.br/drm/sites/default/files/arquivos_paginas/Quadro_da_Arrecadacao_da_CFEM__2023.pdf)>. Acesso em: 1 set. 2024.

DIAS, Solange Irene Smolarek. A arquitetura do desejo: o discurso da nova identidade urbana de Curitiba. 2005. 249 f. Dissertação (Mestrado em Letras) - Programa de Pós-Graduação em Letras, Universidade do Oeste do Paraná, Cascavel, Paraná, 2005.

ERTHAL, F. L. C. Mineração em áreas urbanas: o caso das pedreiras da Região Metropolitana do Rio de Janeiro e seus desdobramentos. In: *XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia*, 1984, Rio de Janeiro. Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia. Rio de Janeiro: SBG, 1984, 11 v. p. 5.107-5.115. Disponível em:<[http://sbg.sitepessoal.com/anais\\_digitalizados/1984-RIO%20DE%20JANEIRO/CBG.1984.vol.11.pdf](http://sbg.sitepessoal.com/anais_digitalizados/1984-RIO%20DE%20JANEIRO/CBG.1984.vol.11.pdf)> Acesso em: 11 fev. 2024.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Os solos do Brasil: classificação dos solos*. Brasília, DF, [2024]. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-solos-brasileiros/solos-do-brasil>>. Acesso em: 25 maio 2024.

ENGEIO. Aterro de Resíduos Inertes de Itaquera - São Paulo, SP. 2011. 6 fotografias, color. Disponível em:<<http://www.engeoconsult.com.br/projetos.html>>. Acesso em: 25 jul. 2024.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE (RJ). *Relatório gerencial sobre o parque produtor de brita do município do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: FEEMA, 1984. 101 p. Relatório técnico.

FRASCÁ, M. H. B. O; SARTORI, P. L. P. Minerais e Rochas. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (Org.). *Geologia de Engenharia*. São Paulo: ABGE, 1998. p. 15-38.

FRAZÃO, E. B.; PARAGUASSU, A. B. Materiais Rochosos para Construção. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (Org.). *Geologia de Engenharia*. São Paulo: ABGE, 1998. p. 331-342.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Produtos. Painéis Interativos de Dados. *Déficit Habitacional no Brasil*. Disponível em: <<https://fjp.mg.gov.br/deficit-habitacional-no-brasil/>>. Acesso em 20 ago. 2024.

GAZETA DO POVO. Fotos antigas de Curitiba ao longo de 100 anos. 2019. 9 fotografias, color. Disponível em:<<https://especiais.gazetadopovo.com.br/100-anos/fotos-antigas-nostalgia-curitiba-gazeta-centenario/>>. Acesso em: 15 jul. 2024.

GIRÃO, R. Mapeamento Geomorfológico do Estado do Rio de Janeiro por Modelagem do Conhecimento. 2020. 188 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências, Departamento de Geografia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2020.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Degradação Ambiental. In: \_\_\_\_\_. (Org.). *Geomorfologia e Meio Ambiente*. 7. ed. Rio de Janeiro. Ed. Bertrand Brasil, 2009. p. 337-379.

GUERRA, A. T.; GUERA, J. T. *Novo dicionário geológico-geomorfológico*. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. 652 p.

GUERRA, A. T.; JABLONSKY, T. *Colinas cristalinas na região de São Gonçalo (RJ)*. 1958. 1 fotografia, preto e branco. Disponível em:<<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=417997>> Acesso em: 13 ago. 2023.

GUIMARÃES, P. V. Agregados para construção civil. In: PARENTE, M. L.; CAMBRA, M. F. E. S.; MAURÍCIO, C. R (Org.). *Panorama Mineral do Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: DRM-RJ, 2012. p. 64-67. Disponível em:<<https://drive.google.com/file/d/1uRNmzcdLuicLhsa9OmmjRy7WxcP0NYeL/view?usp=sharing>>. Acesso em: 14 fev. 2024.

HEILBRON, M.; EIRADO, L. G.; ALMEIDA, J. (Orgs.). *Geologia e recursos minerais do Estado do Rio de Janeiro: texto explicativo do mapa geológico e de recursos minerais*. Belo Horizonte: CPRM. 2016. Disponível em: <<https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/18458>>. Acesso em: 2 ago. 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades, Brasil, Panorama. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/panorama>>. Acesso em 1 jun. 2024.

\_\_\_\_\_. Cidades, Brasil, Rio de Janeiro, Panorama. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/panorama>>. Acesso em 1 jun. 2024.

\_\_\_\_\_. *Viaduto Padre João Müsch: Nova Iguaçu, RJ*. Rio de Janeiro, 19--. 1 fotografia, preto e branco. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo.html?view=detalhes&id=443603>> Acesso em: 17 out. 2023.

\_\_\_\_\_. *Enciclopédia dos municípios brasileiros*. Rio de Janeiro, v. XXII: IBGE, 1959.

IBRAHIM, M. M. C. Utilização de áreas degradadas pela mineração: o caso da pedreira Itaquera, São Paulo-SP. 1996. 216 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3134/tde-02082024-143918/pt-br.php>>. Acesso em: 28 jul. 2024.

IBRAM - INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. *Informações sobre a economia mineral brasileira 2020 - Ano base 2019*. Brasília: IBRAM, 2015-. Anual. Disponível em: <<https://portaldamineracao.com.br/wp-content/uploads/2021/03/Economia-Mineral-Brasileira-IBRAM-2020.pdf>>. Acesso em 14 set. 2022.

INTERNATIONAL MINERALOGICAL ASSOCIATION. Novos minerais, Nomenclatura e Classificação. Disponível em: <[https://cnmnc.units.it/files/IMA\\_Master\\_List\\_\(2024-09\)-1.pdf](https://cnmnc.units.it/files/IMA_Master_List_(2024-09)-1.pdf)>. Acesso em: 07 set. 2024.

IRAMINA, W. S.; TACHIBANA, I. K.; SILVA, L. M. C.; ESTON, S. M. Identificação e controle de riscos ocupacionais em pedreira da região metropolitana de São Paulo. *Rev. Esc. Minas.*, Ouro Preto, v. 62, n. 4, p. 503-509, out./ dez. 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rem/a/zvsdHKwHnKSR3CSdgCXvPKJ/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 10 set. 2022.

JOSÉ, L. Antiga Pedreira de Itaquera. 2017. 1 fotografia, color. Disponível em: <[https://medium.com/@leo\\_silva997/explos%C3%B5es-de-pedreira-e-empres%C3%A1rio-marcam-a-hist%C3%B3ria-de-itaquera-bairro-da-zona-leste-de-s%C3%A3o-paulo-88b55c88047b](https://medium.com/@leo_silva997/explos%C3%B5es-de-pedreira-e-empres%C3%A1rio-marcam-a-hist%C3%B3ria-de-itaquera-bairro-da-zona-leste-de-s%C3%A3o-paulo-88b55c88047b)>. Acesso em: 02 ago. 2024.

KLEIN, V. C. *O Vulcão Alcalino de Nova Iguaçu (Estado do Rio de Janeiro): controle estrutural e processo de erupção*. 1993. 107 f. Tese (Doutorado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1993.

LEPSCH, I. F. *19 lições de pedologia*. São Paulo: Oficina de Textos, 2011

\_\_\_\_\_. *Formação e conservação dos solos*. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

LINS, F. A. F. Panorama das Rochas e Minerais Industriais no Brasil. In: LUZ, A. B.; LINS, F. A. F. (Ed.). *Rochas & Minerais Industriais*. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 3-23. Disponível em: <<http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1031/1/01.Panorama%20da%20Produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20RMIs%20%28novo%20texto%29.pdf>>. Acesso em 2 ago. 2022.

LICCARDO, A.; PIEKARZ, G. F.; SALAMUNI, E. Geoturismo em Curitiba. 1. ed. Curitiba: Mineropar, 2008.

LIMA, S. S.; ARMOND, N. B. Chuvas na Região Metropolitana do Rio de Janeiro: caracterização, eventos extremos e tendências. *Sociedade & Natureza.*, Uberlândia, MG, v. 34, p. 1-19, jun. 2022. Disponível em: <<https://seer.ufu.br/index.php/sociedadnatureza/article/view/64770/34798>>. Acesso em: 05 jun. 2024.

LUZ, A. B.; LINS, F. A. F. Introdução ao Tratamento de Minérios. In: LUZ, A. B.; SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A. (Org.). *Tratamento de Minérios*. Rio de Janeiro: Ed. CETEM/MCT. p. 3-20, 2010.

MAIHONÍ, A. *Blog do Alcy Maihoní*. Nova Iguaçu, RJ, 2023. Disponível em: <[https://uniaodanon.blogspot.com/2016/01/shopping-nova-iguacu-e-questao\\_46.html](https://uniaodanon.blogspot.com/2016/01/shopping-nova-iguacu-e-questao_46.html)>. Acesso em: 20 jun. 2023.

MALTA, A. Desmonte do Morro Castelo. 1922. Fotografia Acervo Biblioteca Nacional. Disponível em: <[https://brasilianafotografica.bn.gov.br/brasiliانا/discover?%20%C2%A0%20scope=/&pp=10&page=2&query=%22demoli%C3%A7%C3%A3o+do+morro+do+castelo%22&group\\_by=none&etal=0](https://brasilianafotografica.bn.gov.br/brasiliانا/discover?%20%C2%A0%20scope=/&pp=10&page=2&query=%22demoli%C3%A7%C3%A3o+do+morro+do+castelo%22&group_by=none&etal=0)> Acesso em: 13 jun. 2023.

MATOS, G. M. M.; FERRARI, P. G.; CAVALCANTE, J. C. *Projeto faixa calcária Cordeiro-Cantagalo*. Belo Horizonte: CPRM, 1980. 620 p. Relatório final.

MELO, A. G. *Localização das pedreiras no Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro, 2024. Escala: 1: 410.000.

\_\_\_\_\_. *Localização das pedreiras analisadas na Região Metropolitana do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro, 2024. Escala: 1: 810.000.

\_\_\_\_\_. *Relação entre a localização das pedreiras e a geologia do Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro, 2024. Escala: 1: 410.000.

\_\_\_\_\_. *Unidades geomorfológicas encontradas na Região Metropolitana do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro, 2024. Escala: 1: 750.000.

\_\_\_\_\_. *Classes de solos encontradas na Região Metropolitana do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro, 2024. Escala: 1: 770.000.

\_\_\_\_\_. *Tipos climáticos (Köppen) encontrados na Região Metropolitana do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro, 2024. Escala: 1: 680.000.

MELO, A. S.; RIBEIRO, M. C. Os materiais empregues nas construções urbanas medievais. Contributo preliminar para o estudo da região do Entre Douro e Minho. In: \_\_\_\_\_. (Coord.). *História da construção — Os materiais*. Braga: Ed. Sersilito, 2012. p. 127-166.

MELLO, E. D.; CALAES, G. D. *A indústria de brita na região metropolitana do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: IMOS, 2006. 218 p.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. *Climatologia: noções básicas e climas do Brasil*. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MINERAÇÃO SARTOR Ltda. *Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD atualizado) e Plano de fechamento da mina*. Tanguá, 2 v, 2014. 81 p.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Curso de introdução à mineração. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Novembro de 2017. Disponível em: <<http://antigo.mme.gov.br/documents/36108/451190/Aula+4+-+Classes+de+Bens+Minerais+-+N%C3%A3o+Met%C3%A1licos.pdf/86933588-7ecb-2c55-96a5-065e8fa20f99>>. Acesso em 12 set. 2022.

MOURA, J. R. S. A mineração e a degradação do meio ambiente no Rio de Janeiro-RJ. Anuário do Instituto de Geociências., Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 131-145, 1992. Disponível em: <<https://revistas.ufrj.br/index.php/aigeo/article/view/5945/4542>>. Acesso em: 12 nov. 2023.

MOREIRA, I. V. D. *Vocabulário básico de meio ambiente*. Rio de Janeiro: feema/Petrobras, 1992.

NAVARRO, R. F.; A evolução dos materiais. Parte 1: da Pré-história ao Início da Era Moderna. *Rev. Eletrônica de Materiais e Processos.*, Campina Grande, v.1, n.1, p. 1-11, maio 2006.

NERI, A. C.; SANCHÉZ, L. E. O processo de recuperação de áreas degradadas. In: \_\_\_\_\_. *Guia de boas práticas de recuperação ambiental em pedreiras de calcário*. São Paulo: Ed. ABGE, 2012. p. 15-22. Disponível em: <<https://www.erambiental.com.br/var/userfiles/arquivos69/documentos/12709/GuiaBoasPraticasdeRecuAmbientaPedreirasMinasCalcario.pdf>>. Acesso em: 30 de nov. 2022.

NUNES PEREIRA, C. G. (GUTA). Porto do Rio – um passeio no tempo de 1608 a 2002. Aerógrafo e fotografia. Instituto Pereira Passos - Prefeitura da Cidade do Rio, 2002.

OLIVEIRA JUNIOR, J. B. Desativação de mina: conceitos, planejamentos e custos. In: \_\_\_\_\_. *Desativação de mina*. Salvador: EDUFBA, 2006. p. 19-49.

OLIVEIRA, S. M. Q.; ROSSI, N. Texto adaptado da publicação: Arcos da Lapa 1755 a 1991: um passeio no Tempo. 4. Ed. Rio de Janeiro: IPP, 1991. Disponível em: <[http://portalgeo.rio.rj.gov.br/armazenzinho/web/Aplicativos\\_Novos/evolucao\\_urbana/principal.html](http://portalgeo.rio.rj.gov.br/armazenzinho/web/Aplicativos_Novos/evolucao_urbana/principal.html)>. Acesso em: 20 out. 2022.

PALHANO, J. Parque Tanguá. 2019. 5 fotografias, color. Disponível em: <<https://jimmypalhano.com/2019/09/10/parque-tangua-o-que-fazer-em-curitiba/>>. Acesso em: 28 jul. 2024.

PARENTE, M. L.; GAMEIRO, M. M.; ZAVOLI, L. F. Brita. In: PUCCINI, D. T. *Panorama Mineral do Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: DRM-RJ, 2014. p. 79-100. Disponível em: <<http://www.drm.rj.gov.br/index.php/downloads/category/79-panorama-mineral-2014>>. Acesso em: 23 nov. 2022.

PEDREIRA MACASA S.A. *Processo de Licença Ambiental de Operação*. São Gonçalo, 2 v, 2002. 623 p.

PEDREIRA OURO BRANCO Ltda. *Processo de Licença Ambiental de Operação*. São Gonçalo, 2 v. 2001. 985 p.

PEDREIRA SIMGRA Ltda. *Processo de Licença Ambiental de Operação*. Rio de Janeiro, 2 v. 2002. 553 p.

PEDREIRA VIGNÉ Ltda. *Processo de Licença Ambiental de Operação*. Nova Iguaçu, 2 v, 2003. 731 p.

PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C. dos, JUNIOR, C. R. P.; SILVA NETO, E. C.; FONTANA, A. Classes de solos do Estado do Rio de Janeiro. In: \_\_\_\_\_. *Solos do Rio de Janeiro: gênese, classificação e limitações ao uso agrícola*. Ponta Grossa: Arena, 2023. p. 120-203.

PINHEIRO, E. C. F. No interior da metrópole. In: \_\_\_\_\_. *Baía de Guanabara: biografia de uma paisagem*. Rio de Janeiro: Andrea Jacobson Estúdio Editorial, 2005. p. 126-161.

PRESS, F. et al. Rochas: Registros de processos geológicos. In: \_\_\_\_\_. (Org.). *Para entender a Terra*. 4. ed. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2006. p. 101-115.

PUPO, C. M. M. Campinas, município no Império: fundação e constituição, usos familiares, engenhos e fazendas. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado, 1983.

REVISTA AREIA & BRITA. São Paulo: EMC - Editores Associados Ltda, 2008- . Trimestral. Disponível em:<<https://anepac.org.br/revista-areia-e-brita/3/>>. Acesso em: 27 jun. 2024.

\_\_\_\_\_. São Paulo: EMC - Editores Associados Ltda, 2003- . Trimestral. Disponível em:<<https://anepac.org.br/revista-areia-e-brita/3/>>. Acesso em: 02 jul. 2024.

\_\_\_\_\_. São Paulo: EMC - Editores Associados Ltda, 2000- . Trimestral. Disponível em:<<https://anepac.org.br/revista-areia-e-brita/4/>>. Acesso em: 10 jul. 2024.

\_\_\_\_\_. São Paulo: EMC - Editores Associados Ltda, 1998- . Trimestral. Disponível em:<<https://anepac.org.br/revista-areia-e-brita/4/>>. Acesso em: 01 ago. 2024.

RIO DE JANEIRO (RJ). Instituto Estadual do Ambiente. *Relatório de vistoria Pedreira Ouro Branco*. Rio de Janeiro: INEA-RJ, 2017. 1p. Relatório técnico.

\_\_\_\_\_. Instituto Estadual do Ambiente. *Relatório de vistoria Simgra*. Rio de Janeiro: INEA-RJ, 2009. 1p. Relatório técnico.

\_\_\_\_\_. Instituto Estadual do Ambiente. *Relatório de vistoria Simgra*. Rio de Janeiro: INEA-RJ, 2008. 1p. Relatório técnico.

RIO DE JANEIRO (CIDADE). Secretaria de urbanismo. Guaratiba – Plano de ocupação, 2019. Rio de Janeiro, 2019. 79 p. Disponível em:<[https://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/10316187/4260325/Guaratiba\\_PlanodeOcupacao\\_071119\\_baixa.pdf](https://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/10316187/4260325/Guaratiba_PlanodeOcupacao_071119_baixa.pdf)>. Acesso em: 18 nov. 2023.

RIO DE JANEIRO (Cidade). Lei nº 2.835, de 30 de junho de 1999. Cria a área de Proteção Ambiental da Serra da Capoeira Grande, no Bairro de Guaratiba, na XXVI Região Administrativa e dá outras providências. *Diário Oficial do Município do Rio de Janeiro*, Rio de Janeiro, RJ, 7 jul. 1999. Disponível em: <<https://mail.camara.rj.gov.br/APL/Legislativos/contlei.nsf/e9589b9aab9cac8032564fe0065abb4/9af19ddc4f3f5249032576ac00733917?OpenDocument>>. Acesso em: 28 out. 2024.

RODRIGUES, F. O plano “Prestes Maia” e a ideologia do planejamento urbano em Campinas: o poder e os limites das ideias de um urbanista. *URBANA: Revista Eletrônica do Centro Interdisciplinar de Estudos sobre a Cidade, Campinas*, v. 4, n. 1, p. 125-151, 2012.

ROLIM, G. S.; CAMARGO, M. B. P.; LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, v. 66, n. 4, p. 257-533, 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/brag/a/NpCWHvyYzzHDFTp6LVyGg5g/?lang=pt>>. Acesso em: 30 maio. 2024.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia Aplicada aos EIAs — RIMAs. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). *Geomorfologia e Meio Ambiente*. 7. ed. Rio de Janeiro. Ed. Bertrand Brasil, 2009. p. 291-336.

SACRAMENTO, C. E. S. Gestão de passivo ambiental de atividade mineradora: o caso da Lagoa Azul em Tanguá, RJ. 2018. 84 f. Monografia (Especialização em Análise Ambiental e Gestão do Território) – Escola Nacional de Ciências Estatísticas, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 2018.

SAMPAIO, J. A.; BALTAR, C. A. M.; ANDRADE, M. C. Fluorita. In: LUZ, A. B.; LINS, F. A. F. (Ed.). *Rochas & Minerais Industriais. Usos e especificações*. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 487-503. Disponível em: <<http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/522>>. Acesso em 12 set. 2023.

SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A.; BRAGA, P. F. A. Nefelina Sienito. In: LUZ, A. B.; LINS, F. A. F. (Ed.). *Rochas & Minerais Industriais. Usos e especificações*. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 663-680. Disponível em: <<http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/522>>. Acesso em 12 set. 2023.

SÁNCHEZ, L. E. *Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos*. 2. ed. São Paulo: Oficina de textos, 2013.

SANDRONI, L. *História do Rio de Janeiro através da Arte*. Rio de Janeiro: Pinakothke, 2010.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBREAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1094003/sistema-brasileiro-de-classificacao-de-solos>>. Acesso em 25 maio. 2024.

SANTOS, J. B.; PRESSI, L. F.; PARENTE, M. L. Rocha para brita. In: PARENTE, M. L.; CAMBRA, M. F. E. S.; MAURÍCIO, C. R. *Panorama Mineral do Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: DRM-RJ, 2014. p. 68-80. Disponível em: <<http://www.drm.rj.gov.br/index.php/downloads/category/79-panorama-mineral-2014>>.

Acesso em: 12 jun. 2022.

SILVA, E. Construção do Parque Tanguá. 2017. 13 fotografias, color. Disponível em: <<https://www.facebook.com/edu87cwb/posts/pfbid02De6drE5zQBNF2BBaGsmbn1iuXh4RksRuxpkwczR3SoMLChufpVUfK8fz3PTCrZ6Gl>>. Acesso em: 28 jul. 2024.

SILVA, J. A. P. A mineração de brita na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. 2005. 163 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2005. Disponível em: <[https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/3161/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O\\_%20Minera%C3%A7%C3%A3oBritaRegi%C3%A3o.pdf](https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/3161/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_%20Minera%C3%A7%C3%A3oBritaRegi%C3%A3o.pdf)>. Acesso em: 16 abr. 2022.

SILVA, T. M.; EDUARDO, C. C. Transformações geomorfológicas na cidade do Rio de Janeiro durante os séculos XIX e XX. *Rev. Geo Uerj*, Rio de Janeiro, n. 37, p. 1-20, 2020. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/view/48492/34780>>. Acesso em: 26 ago. 2022.

SILVA, T. M.; SILVA, S. L. S. O relevo do estado do Rio de Janeiro: cenário de beleza e fragilidade ambiental. In: MARAFON, G. J.; RIBEIRO, M. A. (Org.). *Revisitando o território fluminense, VI*. Rio de Janeiro: Ed. EdUERJ. p. 43-64, 2017. Disponível em: <<https://books.scielo.org/id/3zhhw/pdf/marafon-9788575114575-04.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2024.

SORDI, D. A. (Org.). Atlas aerogeofísico do estado do Rio de Janeiro. Brasília: CPRM, 2020.

SZABÓ, G. A. J.; TEIXEIRA, W.; BABINSKI, M. Magma e seus produtos. In: TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T. R.; TOLEDO, M. C. M.; TAIOLI, F. (Org.). *Decifrando a Terra*. 2. ed. São Paulo: Companhia editora nacional, 2009. p. 152-185.

TANNO, L. C.; SINTONI, A. (Org.). *Mineração & Município: bases para planejamento e gestão dos recursos minerais*. São Paulo: IPT, 2003. Disponível em: <<https://web.eep.br/~phlibiblio/10018744.pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2022.

TONSO, S. As pedreiras no espaço urbano: perspectivas construtivas. 1994. 143 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 1994. Disponível em: <<https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/82029>>. Acesso em: 20 jul. 2024.

TUPINAMBÁ, M.; TEIXEIRA, W.; HEILBRON, M. Evolução Tectônica e Magmática da Faixa Ribeira entre o Neoproterozoico e o Paleozoico Inferior na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ*, Rio de Janeiro, v. 35, n. 2, p. 140-151, dez. 2012. Disponível em: <<https://revistas.ufrj.br/index.php/aigeo/article/view/6943>>. Acesso em: 1 jun. 2024.

VAINFAS, R. História indígena: 500 anos de despovoamento. In: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Org.). *Brasil: 500 anos de povoamento*. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. p. 35-59.

VALENTE, S.C., MELLO, E.F., PALERMO, N. *Geologia de uma porção do complexo vulcânico de Nova Iguaçu limítrofe à área de lavra da pedreira Vigné, Nova Iguaçu, RJ*. Nova Iguaçu: Ministério Público, 2005. 72 p. Relatório final.

VALERIANO, C. M. [et al.]; DA SILVA, L. C. (Org.). *Geologia e recursos minerais da folha Baía de Guanabara SF.23-Z-B-IV, estado do Rio de Janeiro escala 1:100.000*. Belo Horizonte: CPRM, 2012. 156p. Mapa Geológico, escala 1:100.000 (série Geologia do Brasil), versão digital em CD-ROM, textos e mapas.

VALVERDE, F. M. História dos agregados. In: MACHADO, I. F.; FIGUEIRÔA, S. F. M. (Org.). *História da Mineração Brasileira*. Curitiba: CRV, 2020. p. 577-582.

VALVERDE, F. M. Desafios do setor de agregados. Palestra na Explo Expo 2018. Disponível em: <<https://www.anepac.org.br/palestras/Desafios-do-setor-de-agregados-Fernando-Valverde-Abimex2018.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2022.

VIDAL, F. W. H.; CASTRO, N. F.; FRASCÁ, M. H. B. O. Lavra de rochas ornamentais. In: VIDAL, F. W. H.; AZEVEDO, H. C. A.; CASTRO, N. F. (Ed.). *Tecnologia de rochas ornamentais: pesquisa, lavra e beneficiamento*. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, p. 153-257, 2014. Disponível em:<[http://mineralis.cetem.gov.br:8080/bitstream/cetem/1733/1/CCL00020014\\_CAPITULO\\_04\\_opt.pdf](http://mineralis.cetem.gov.br:8080/bitstream/cetem/1733/1/CCL00020014_CAPITULO_04_opt.pdf)>. Acesso em: 25 jun. 2022.

WATHERN, P. An introductory guide to EIA. In: \_\_\_\_\_. (Org.). *Environmental impact assessment: theory and practice*. London: Unwin Hyman, 1998. p. 3-30.

WESTMAN, W. E. *Ecology, Impact Assessment, and Environmental Planning*. 1 ed. New York, United States: Wiley, 1985.

WILLIAMS, D. D.; BUGIN, A.; REIS, J. L. B. C. (Coord.). Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação. Brasília: IBAMA, 1990. Disponível em:<<http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/livros/ManualdeRecuperacaodeareasDegradadaspe laMineracao.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2022.