



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Universidade Federal de Ouro Preto  
Escola de Minas – Departamento de Engenharia Civil  
Curso de Graduação em Engenharia Civil

---



**Wendell Rudson Rodrigues da Costa**

**Impactos sociais, econômicos e ambientais da extração de areia natural: uma  
revisão com enfoque na região sudeste do Brasil**

Ouro Preto

2023



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Universidade Federal de Ouro Preto  
Escola de Minas – Departamento de Engenharia Civil  
Curso de Graduação em Engenharia Civil

---



Wendell Rudson Rodrigues da Costa

Trabalho Final de Curso apresentado  
como parte dos requisitos para  
obtenção do Grau de Engenheiro  
Civil na Universidade Federal de  
Ouro Preto.

Data da aprovação: 25/08/2023

Área de concentração: Materiais e Componentes da Construção

Orientador: Prof. D.Sc. Ricardo André Fiorotti Peixoto – UFOP

Orientador: M.Sc. Victor Rezende Carvalho – PROPEC/UFOP

## SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

C837i Costa, Wendell Rudson Rodrigues da.

Impactos sociais econômicos e ambientais da extração de areia natural no Brasil [manuscrito]: uma revisão com enfoque na região sudeste do Brasil. / Wendell Rudson Rodrigues da Costa. - 2023.  
50 f.

Orientadores: Prof. Dr. Ricardo André Fiorotti Peixoto, Me. Victor Rezende Carvalho.

Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Graduação em Engenharia Civil .

1. Areia - Minas e mineração. 2. Construção civil. 3. Brasil, Sudeste. 4. Impactos ambientais. I. Carvalho, Victor Rezende. II. Peixoto, Ricardo André Fiorotti. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 624

Bibliotecário(a) Responsável: Maristela Sanches Lima Mesquita - CRB-1716



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**Wendell Rudson Rodrigues da Costa**

**Impactos sociais, econômicos e ambientais da extração de areia natural: uma revisão com enfoque na região sudeste do Brasil**

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

Aprovada em 25 de agosto de 2023

### Membros da banca

D.Sc. - Ricardo André Fiorotti Peixoto - Orientador - Universidade Federal de Ouro Preto  
M.Sc. - Victor Rezende Carvalho - Orientador - Universidade Federal de Ouro Preto  
M.Sc. - Douglas Mol Resende - Orientador - Universidade Federal de Ouro Preto  
Eng. - Nayara Mendes dos Santos - Universidade Federal de Ouro Preto

Ricardo André Fiorotti Peixoto, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 25/08/2023.



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Andre Fiorotti Peixoto, CHEFE DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**, em 03/09/2023, às 15:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.ufop.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0585048** e o código CRC **2B7B145C**.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente aos meus pais, Jacqueline e Carlos pelo apoio incondicional ao longo desses anos, por me proporcionarem toda uma estrutura para concluir os meus estudos. Meus irmãos, Warllem, Jean, Yuri e Luiz merecem um agradecimento especial por seu constante apoio emocional e incentivo. À Regiane, seus encorajamentos me deram a motivação necessária para superar os desafios que surgiram ao longo dessa jornada acadêmica. Agradeço aos meus familiares e amigos que, de alguma forma, contribuíram para tornar o processo mais leve.

Por fim, gostaria de expressar minha gratidão ao Grupo Reciclos, pela oportunidade e a Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, por fornecer os recursos necessários para a realização deste trabalho e por criar um ambiente propício ao aprendizado. Não poderia esquecer da gloriosa, a Escola de Minas, obrigado por tudo.

## RESUMO

A indústria da construção civil é de suma importância para o bem-estar e desenvolvimento da humanidade. A atividade de extração de areia desempenha um importante papel nesse processo, uma vez que a areia natural é empregada em todos os seguimentos da construção civil. Sendo assim, a demanda desse material está relacionada com o desenvolvimento urbano. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi investigar e entender o consumo e os impactos socioeconômicos e ambientais que a lavra de areia gera no Brasil, destacando as análises para a região Sudeste. Para alcançar esse objetivo, foi feita uma revisão de literatura abordando teses, dissertações, monografias, artigos e anuários e também a retirada de imagens de satélite com auxílio de software. A revisão demonstrou a importância da areia natural para construção civil, sendo um dos principais materiais consumidos nesse seguimento. Na região Sudeste, o consumo de areia natural varia entre cada estado de acordo com a extensão da área urbanizada, que está relacionada com o desenvolvimento de cada região. O preço médio da tonelada de areia natural na região Sudeste está relacionado com o método mais usual em cada unidade federativa, assim como a relação entre oferta e demanda, uma vez que volumes maiores extraídos acarretam preços médios mais baixos em relação a outros estados. Através dessas análises, foi possível concluir que a extração de areia desempenha um papel crucial na sociedade, mas que também gera impactos ambientais significativos. O consumo e os preços deste material estão intimamente relacionados com o desenvolvimento urbano, extensão da área urbana e a capacidade de lavra de cada região.

**Palavras-chaves:** Areia natural; Construção civil; Região Sudeste; Impactos ambientais; Impactos socioeconômicos.

## **ABSTRACT**

The construction industry holds great relevance for the well-being and development of humanity. Sand extraction plays a decisive role in this process, as natural sand is used in all the civil construction sectors. Thus, the demand for this material is closely related to urban development. Given this scenario, this work aims to investigate and comprehend the consumption, socio-economic, and environmental impacts generated by sand mining in Brazil, focusing on analyzing the Southeast region. For this purpose, a literature review was performed, encompassing doctoral theses, master's dissertations, undergraduate monographs, articles, and yearbooks. The authors also obtained satellite images using specialized software. The review highlighted the significance of natural sand in civil construction, as it is one of the primary materials consumed in this field. In the Southeast region, the consumption of natural sand varies among states based on the extent of urbanized areas, which is related to the development of each region. The average price per ton of natural sand in the Southeast is attributed to the most common method used in each state and the supply-demand relationship, given that larger extracted volumes lead to lower average prices. Through these analyses, it is possible to conclude that sand extraction plays a crucial role in society but also generates significant environmental impacts. The consumption and prices of this material are intimately related to urban development, the extent of urban areas, and the mining capacity of each region.

**Keywords:** Natural sand; Civil construction; Southeast region; Environmental impacts; Socioeconomic impacts.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Operações de decapeamento e escarificação .....	17
Figura 2 – Lavra por desmonte hidráulico em cava seca .....	18
Figura 3 – Classificadores de areia vertical e espiral .....	19
Figura 4 – Extração em cava submersa , na várzea do Rio Paraíba do Sul. ...	20
Figura 5 - Dutos apoiados sobre tambores boiando em extração de areia ilegal na cidade de Ibitirama .....	21
Figura 6 - Distrito areeiro de Piranema em 2004.....	23
Figura 7 - Distrito areeiro de Piranema em 2023.....	23
Figura 8- Extração de areia em Mogi das Cruzes em 2008. ....	24
Figura 9 - Extração de areia em Mogi das Cruzes em 2023 .....	25
Figura 10 - Trecho do rio Betim em 2015.....	27
Figura 11 - Trecho do rio Betim em 2023.....	27
Figura 12 - Trecho do rio Doce em Linhares (ES) em 2011 .....	28
Figura 13 - Trecho do rio Doce em Linhares (ES) em 2023.....	29
Figura 14 - Extração de areia natural na RMGV .....	42
Figura 15 - Municípios do ES que possuem extração de areia .....	42
Figura 16 - Extração de areia natural na RMBH.....	43
Figura 17 - Extração de areia natural na RMRJ. ....	44
Figura 18 - Extração de areia natural na RMSP.....	45

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Métodos de extração de areia.....	16
Quadro 2 - Processos de alteração do meio ambiente .....	22
Quadro 3 - Impactos ambientais em decorrência da dragagem.....	26
Quadro 4 - Preço médio do m <sup>3</sup> de areia natural na região sudeste.....	40

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	10
2	OBJETIVOS .....	12
2.1	Objetivo geral .....	12
2.2	Objetivos específicos .....	12
3	METODOLOGIA .....	13
4	REVISÃO DE LITERATURA.....	14
4.1	A importância dos agregados para a construção civil .....	14
4.2	Métodos de extração de areia natural .....	16
4.2.1	Extração em cava seca .....	16
4.2.2	Extração em cava submersa .....	19
4.2.3	Extração em leitos de rios .....	21
4.3	A extração de areia natural e o meio-ambiente.....	22
4.4	O consumo de areia natural no Brasil .....	30
4.5	Aspectos socioeconômicos da extração de areia natural no Brasil.....	37
5	CONCLUSÕES .....	46
6	REFERÊNCIAS.....	47

# 1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil consome uma vasta quantidade de recursos naturais não renováveis. O consumo desenfreado desses recursos pode trazer impactos irreversíveis para o planeta (NEVILLE, 2016). Dentro dos materiais utilizados na construção civil estão os agregados, que são de suma importância para essa atividade econômica. Define-se como agregados, materiais de superfície irregular, fragmentados e angulosos que compõem diferentes materiais de construção e sistemas construtivos diversos empregados na construção civil (BROWN, 1995).

Os agregados podem ser de origem natural ou provenientes de processos industriais (BROWN, 1995). Originalmente, os agregados eram utilizados como materiais de enchimento e considerados inertes às reações químicas presentes no concreto, entretanto, atualmente sabe-se que eles possuem diversas funções específicas e podem influenciar em diversas propriedades das matrizes cimentícias (METHA e MONTEIRO, 2014).

Os agregados podem ser classificados em grãos e miúdos de acordo com a sua granulometria. Os agregados grãos são aqueles que ficam retidos na peneira de abertura de 4,75 mm, todavia, não serão objeto do presente estudo. Os agregados miúdos, por sua vez, podem ser definidos da seguinte maneira:

Agregado cujos grãos passam pela peneira com abertura de malha de 4,75 mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha de 150  $\mu$ m, em ensaio realizado de acordo com a ABNT NBR NM 248, com peneiras definidas pela ABNT NBR NM ISO 3310-1. (ABNT, 2005)

Segundo Neville (2015), os agregados miúdos influenciam em diversas propriedades do concreto, como resistência mecânica, estabilidade dimensional e durabilidade do concreto (NEVILLE, 2016). Existem diversos tipos de agregados miúdos que são utilizados na construção civil, como o pó de pedra, a areia britada e a areia natural (METHA e MONTEIRO, 2014). Em diversas regiões do Brasil, é predominante o emprego da areia de rio na construção civil

e diferentes métodos podem ser empregados na sua lavra, como a extração em cava seca, utilizando-se de desmonte hidráulico, e a extração em cavas submersas e leitos de rios, através da dragagem (LUZ e ALMEIDA, 2012).

Estima-se que o consumo mundial anual de areia seja de 40 a 50 bilhões de toneladas métricas, uma média de 18 kg por pessoa por dia, o que gera um grande impacto ao meio ambiente (UNEP, 2019). Segundo a Agência Nacional de Mineração – ANM (2023), cerca de 113 milhões de toneladas de areia foram extraídas no Brasil em 2021, sendo 102 milhões de toneladas de areia natural e apenas 11 milhões de toneladas de areia industrial. Apenas a região sudeste foi responsável por 61 milhões de toneladas.

Nas regiões Sul e Sudeste, areias extraídas de leito de rios possuem um valor de mercado relativamente alto, sendo comercializada com valor acima de R\$ 50/m<sup>3</sup>. O mesmo ocorre nas regiões Norte e Nordeste, onde areias provenientes de processo de britagem de rochas são comercializadas acima de R\$ 70/m<sup>3</sup> (FALCÃO BAUER, 2019). Os valores altos estão relacionados a diferentes fatores, como escassez de jazidas próximas aos centros urbanos, custos de operação e transporte (QUARESMA, 2009).

Diante do exposto, o presente trabalho busca investigar, por meio de uma revisão bibliográfica, os impactos econômicos, sociais e ambientais relacionados à extração de areia natural no Brasil, com enfoque para a região Sudeste. Essa região foi escolhida em decorrência da sua impactante participação nos volumes extraídos em relação ao total de areia natural lavrada no Brasil. Com este trabalho, busca-se incentivar a criação e o desenvolvimento de pesquisas, tecnologias e políticas públicas no sentido de mitigar os impactos gerados pela extração e transporte da areia natural no Brasil.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

O objetivo geral deste trabalho é investigar o cenário e os impactos decorrentes da extração de areia natural no Brasil, com enfoque na região Sudeste.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Buscar os principais dados sobre o consumo de areia natural na construção civil brasileira.
- Explorar os principais processos de extração de areia natural atualmente adotados no Brasil.
- Avaliar as características e os impactos da lavra de areia natural na região Sudeste.
- Identificar os desafios impostos ao ramo da extração de areia natural na região Sudeste.

### 3 METODOLOGIA

O presente trabalho parte de uma revisão bibliográfica exploratória. Essa metodologia de pesquisa recorre a fontes bibliográficas como livros, periódicos, artigos publicados em revistas científicas, relatórios técnicos, bem como notícias e outras fontes relevantes (MENEZES, DUARTE, *et al.*, 2019). Esse tipo de pesquisa visa compreender os estudos desenvolvidos que antecipam a revisão e propor novas conclusões a respeito do assunto (GIL, 2002). Para a realização da revisão bibliográfica explorativa, foram feitas pesquisas na base Google Acadêmico, na língua inglesa e portuguesa. Foram utilizadas palavras chaves como “areia natural”, “agregados miúdos”, “impacto socioambiental na construção civil”, dentre outras.

Para a pesquisa foram selecionadas fontes que traziam informações sobre os impactos gerados pela extração de areia natural e os métodos de extração com enfoque na região Sudeste. Foram priorizados artigos de periódicos de relevância, assim como revisões bibliográficas, dissertações de mestrado, teses de doutorado e relatórios de instituições brasileiras como a Agência Nacional de Mineração (ANM).

Foram feitas análises, com auxílio do software Google Earth, de imagens de regiões dotadas de pontos de extração de areia. Com as imagens, foi possível detectar possíveis alterações no meio ambiente, causadas pela atividade extrativista presente na região sudeste.

Por fim, foi realizado um levantamento dos preços médios da areia lavada nas capitais da região sudeste. As informações foram obtidas em pelo menos 3 estabelecimentos comerciais de cada capital, sendo possível identificar as características e desafios impostos ao mercado de areia natural das capitais da região sudeste.

## **4 REVISÃO DE LITERATURA**

### **4.1 A importância dos agregados para a construção civil**

Os agregados desempenham um papel de extrema importância na construção civil. Eles são componentes fundamentais na produção de concretos, argamassas, asfalto e outros materiais utilizados na construção de edificações e infraestruturas (NEVILLE, 2016). Os agregados conferem resistência, durabilidade e estabilidade dimensional aos compósitos à base de cimento, além de influenciarem suas características estéticas. Eles ocupam uma grande proporção volumétrica nos materiais de construção e são responsáveis por garantir a integridade estrutural das obras.

A utilização adequada de agregados, como areia, cascalho e pedra britada, proporciona a formação de misturas homogêneas e coesas, garantindo a eficiência e a segurança das construções. De acordo com Figueiredo et al. (2013), os agregados são essenciais para a obtenção de concretos e argamassas com propriedades adequadas, contribuindo para a resistência mecânica, a impermeabilidade e a durabilidade das estruturas construídas. Portanto, a seleção e a qualidade dos agregados desempenham um papel crucial na construção civil, garantindo a qualidade e a vida útil das edificações e obras de engenharia.

A classificação dos agregados pode estar atribuída a diferentes características do material. De acordo com Metha e Monteiro (2014), os agregados são classificados conforme a distribuição granulométrica, origem, massa específica e forma e textura. A classificação conforme a origem é distribuída entre naturais, industriais e reciclados.

Nesse sentido, os agregados naturais são obtidos a partir de fontes naturais, como depósitos de areia, cascalho, seixos e pedreiras. Esses materiais são extraídos de forma controlada, respeitando as diretrizes ambientais e as normas técnicas aplicáveis. Os agregados naturais dispõem de cerca de 90% do volume utilizado na confecção de concretos (METHA e MONTEIRO, 2014). Por outro lado, os agregados industriais são produzidos por meio de processos industriais, resultantes da fragmentação de rochas por trituração, moagem ou britagem.

Esses agregados são frequentemente utilizados como substitutos parciais dos agregados naturais, conferindo características específicas aos materiais. Já os agregados reciclados são provenientes de resíduos industriais, como a escória de aciaria e o rejeito de barragem de minério de ferro, ou de resíduos de construção e demolição, que são processados e selecionados para uso em novas aplicações. A utilização de agregados reciclados contribui para a redução da demanda por recursos naturais e para a mitigação do impacto ambiental.

A classificação granulométrica se refere à distribuição dos tamanhos das partículas presentes nos agregados, sendo dividida em agregados graúdos e miúdos. Os grãos passantes pela peneira com abertura de malha de 4,75 mm e que ficam retidos na peneira com abertura de malha de 150  $\mu$ m são denominados agregados miúdos, a porção retida na peneira de abertura de malha de 4,75 mm são os agregados graúdos. (ABNT, 2005). No contexto da produção de concretos e argamassas, as areias naturais são essenciais, conferindo resistência, durabilidade e trabalhabilidade aos materiais resultantes. A relevância desses elementos reside em sua capacidade de preencher os vazios entre partículas maiores, garantindo coesão e estabilidade. Além disso, eles influenciam na redução da retração e no controle da temperatura de hidratação, aspectos determinantes para o desempenho e longevidade das estruturas construídas (METHA e MONTEIRO, 2014).

A aplicação dos agregados miúdos nos diversos ramos da engenharia civil, como construção civil, transportes, materiais, recursos hídricos e saneamento, desempenha um papel de extrema relevância. Na construção civil, esses materiais são amplamente utilizados na produção de concretos e argamassas, contribuindo para a resistência, trabalhabilidade e durabilidade das estruturas (METHA e MONTEIRO, 2014). No âmbito dos transportes, eles são essenciais na composição de pavimentos asfálticos e de concreto, garantindo a estabilidade, capacidade de suporte e longevidade das vias e rodovias (DNIT - IPR 719, 2006). Adicionalmente, nos setores de materiais, recursos hídricos e saneamento, esses recursos desempenham um papel crucial na fabricação de materiais de construção, proteção de margens de rios, filtração de águas e implementação de sistemas de drenagem. Sendo assim, a seleção e aplicação adequadas dos agregados miúdos nos diferentes ramos da engenharia civil são

fundamentais para garantir a qualidade, desempenho e sustentabilidade das obras e infraestruturas.

## 4.2 Métodos de extração de areia natural

Os depósitos de areia são o produto da concentração de grãos de quartzo por meio dos processos naturais de intemperismo, transporte e deposição provenientes de rochas pré-existentes (SANTOS, 2008). Isso leva à formação de acumulações com diferentes níveis de concentração de areia e variados desafios em relação às técnicas utilizadas na extração e recuperação ambiental (SANTOS, 2008).

Segundo ANEPAC (2015) os depósitos minerais de areia possuem diferentes origens, sendo elas:

- Sedimentos inconsolidados quaternários;
- Planícies fluviais;
- Rochas sedimentares cenozoicas;
- Manto de alteração de rochas pré-cambrianas.

Os métodos empregados na extração de areia são eleitos conforme a origem e a situação da ocorrência mineral como exposto no Quadro 1.

Método	Depósitos minerais	Situação
Dragagem	Sedimentos inconsolidados quaternários	Leito de rio
		Cava submersa (Leito desviado de rio)
Desmante hidráulico	Planícies fluviais, coberturas e sedimentos inconsolidados quaternários	Cava seca (Leito desviado de rio)
	Rochas sedimentares cenozóicas	Cava seca
	Manto de alteração de rochas pré- cambrianas	

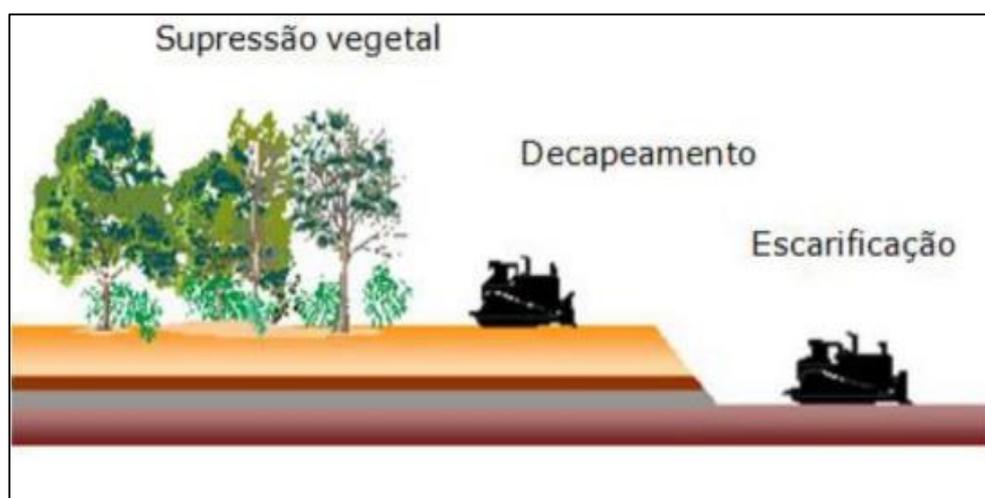
**Quadro 1 - Métodos de extração de areia (Adaptado de ANEPAC)**

### 4.2.1 Extração em cava seca

Segundo ANEPAC (2015), a lavra do material por cava seca é desenvolvida em jazidas localizadas em planícies fluviais, formações sedimentares, coberturas indiferenciadas e mantos de alteração de rochas. A extração ocorre

através do método de desmonte hidráulico, com a mina progredindo para adquirir a configuração de uma cava ou um talude de contorno irregular.

Em decorrência da camada que se estabelece sobre a área de interesse mineral, normalmente composta por solo orgânico em níveis mais superficiais, é necessário em grande parte a remoção e escarificação dessa camada. Essa etapa é denominada decapeamento, como apresentado na Figura 1. O decapeamento antecede a etapa de desmonte hidráulico e é comumente executado com auxílio de maquinários pesados como tratores de esteira e pás-carregadeiras, de acordo com o grau de compactação do estrato de solo (ANEPAC, 2015).

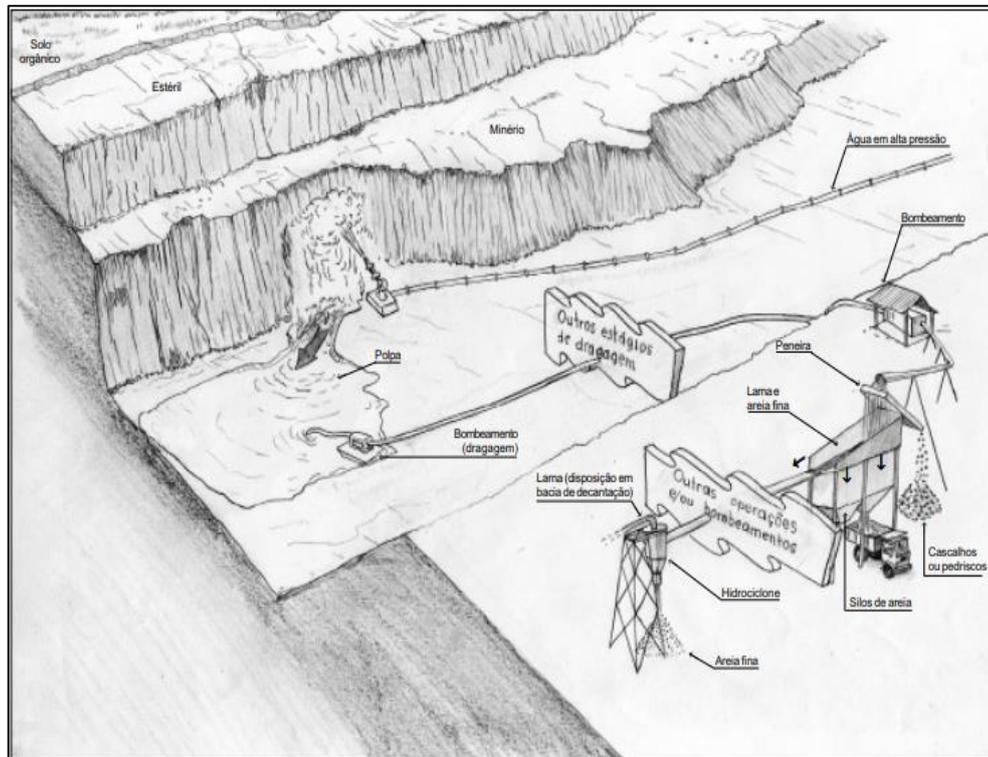


**Figura 1 - Operações de decapeamento e escarificação (Fonte: ABREU, 2017).**

De acordo com Maciel e Freire (2018) os restos de cobertura e outros materiais não aproveitáveis podem ser empregados no procedimento de restauração da região. Entretanto, a inquietação surge quando a quantidade desses materiais se torna considerável e, mediante a precipitação pluviométrica, por exemplo, tais elementos têm o potencial de ser arrastados para cursos d'água e corpos lacustres, intensificando ainda mais a poluição ambiental.

O método de desmonte hidráulico configura o jateamento de água sob pressão sobre encostas e/ou taludes irregulares como exposto na Figura 2 (FALCÃO BAUER, 2019). De acordo com Silva (2011) esse fluxo é direcionado por meio de tubulações, atingindo diretamente a base da face de extração,

ocasionando a queda por efeito da gravidade, resultando na formação de uma mistura densa.



**Figura 2 – Lavra por desmonte hidráulico em cava seca (Fonte: ALMEIDA, 2003).**

Dado que esse procedimento envolve a combinação de argila com areia, é crucial realizar uma nova etapa de jateamento que permita a lavagem e a separação da argila, a fim de prevenir a presença de partículas suscetíveis a fraturas em conjunto com a areia de quartzo (FALCÃO BAUER, 2019). O material é direcionado até os poços de decantação por meio da gravidade, com auxílio de canaletas construídas.

O minério acumulado é bombeado até o pátio de estocagem para ser submetido a classificação (ANEPAC, 2015). Conforme apresentado na literatura (FALCÃO BAUER, 2019), os grãos são estocados utilizando diferentes classificadores como classificadores verticais, horizontais e em forma de espiral ou ciclones, de acordo com as diferentes faixas granulométricas da areia visada para fins comerciais, como apresentado na Figura 3.



**Figura 3 – Classificadores de areia vertical e espiral (Fonte: NACIONAL EQUIPAMENTOS; MACDARMA ).**

#### **4.2.2 Extração em cava submersa**

A extração de areia em cava submersa é um método eficaz para obter areia de alta qualidade, adequada para uma variedade de aplicações. Essa técnica envolve a criação de uma cava em áreas submersas, como desvio de leitos de rios, áreas de várzea ou escavações, através de maquinário, que alcançam o lençol freático, inundando a cava, onde são encontrados depósitos de areia (LUZ e ALMEIDA, 2012). A Figura 4 apresenta mineração de areia, em cava submersa, na várzea do Rio Paraíba do sul (SP).



**Figura 4 – Extração em cava submersa , na várzea do Rio Paraíba do Sul  
(Fonte: MECHI e SANCHES, 2010).**

A mineração é realizada no fundo e nas periferias da cava através de dragas equipadas com bombas de sucção e que são acomodadas sobre embarcações que se estabelecem dentro da área da cava (ANEPAC, 2015). Tubulações são acopladas a bomba para fornecer a água necessária para desagregar o material não consolidado presente no interior do meio aquoso. A polpa extraída é conduzida até as câmaras das barcaças através dessas tubulações. As barcaças são embarcações de pequeno porte, situadas próximas a draga, que possuem equipadas câmaras e são responsáveis por depositar o material na margem da mina.

Conforme a polpa é liberada nas câmaras, os materiais na fração silte e argila são removidos e suspensos na água de transbordo. Quando as câmaras atingem a sua capacidade, as barcaças são rebocadas até as margens, onde a areia é depositada através da abertura de comportas. Posteriormente, a areia é recolhida por uma draga fixada na margem da cava e então é transportada para silos de classificação e armazenamento.

### 4.2.3 Extração em leitos de rios

As operações de extrações em leitos de rios ocorrem de forma semelhante a extração em cava submersa, caracterizadas por contarem com um sistema de bombeamento. Instaladas no leito do rio, as balsas ou dragas são equipadas com bombas de sucção (FALCÃO BAUER, 2019). A extração atinge profundidades pequenas à médias, onde são succionadas as partículas sólidas presentes no leito, provocando certa turbulência no curso d'água.

Os dutos onde as bombas são acopladas são responsáveis pelo transporte da areia e outros materiais indesejáveis até os silos implantados próximos as pilhas de estocagem. Segundo Almeida (2003), as tubulações são assentadas sob tambores flutuantes até a margem do leito, conforme apresenta a Figura 5.



**Figura 5 - Dutos apoiados sobre tambores boiando em extração de areia ilegal na cidade de Ibitirama (Fonte: PMES, 2018).**

O beneficiamento do agregado tem início através de peneiras ou grelhas instaladas na parte superior dos silos. O filtro separa o minério de materiais como cascalho, galhos e folhas (SILVA, 2011). A areia é depositada em tanques preenchidos com água. Por fim, o material acomoda-se no interior da caixa e

passa por classificadores para finalmente ser estocado em diferentes pilhas de acordo com a sua granulometria (CHAVES e WHITAKER, 2012).

### 4.3 A extração de areia natural e o meio-ambiente

A atividade extrativista de areia desempenha um papel fundamental na indústria da construção civil, sendo a areia um produto básico amplamente utilizado nesse setor. Conforme destacado por Vieira (2015), é inegável que a extração de areia é essencial para o desenvolvimento econômico da sociedade capitalista atual. Além de seu papel na construção, muitos também reconhecem a importância dessa atividade no desassoreamento de rios já degradados. No entanto, essa atividade acarreta uma série de prejuízos ambientais.

A extração de areia natural pode causar impactos negativos significativos advindos das fases de implantação e funcionamento da lavra de areia, como exposto no Quadro 2 (ALMEIDA, 2003).

Segmento do meio ambiente	Processo considerado
Meio Físico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erosão pela água</li> <li>- Deposição de sedimentos ou partículas</li> <li>- Inundação</li> <li>- Escorregamento</li> <li>- Movimento de bloco</li> <li>- Movimento das águas em subsuperfície</li> <li>- Escoamento das águas em superfícies</li> <li>- Erosão eólica</li> <li>- Circulação de partículas sólidas e gases na atmosfera</li> <li>- Propagação de ondas sonoras</li> <li>- Propagação de sismos</li> </ul>
Meio Biótico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolvimento da vegetação</li> <li>- Desenvolvimento da fauna</li> </ul>
Meio Antrópico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trânsito</li> <li>- Percepção ambiental</li> </ul>

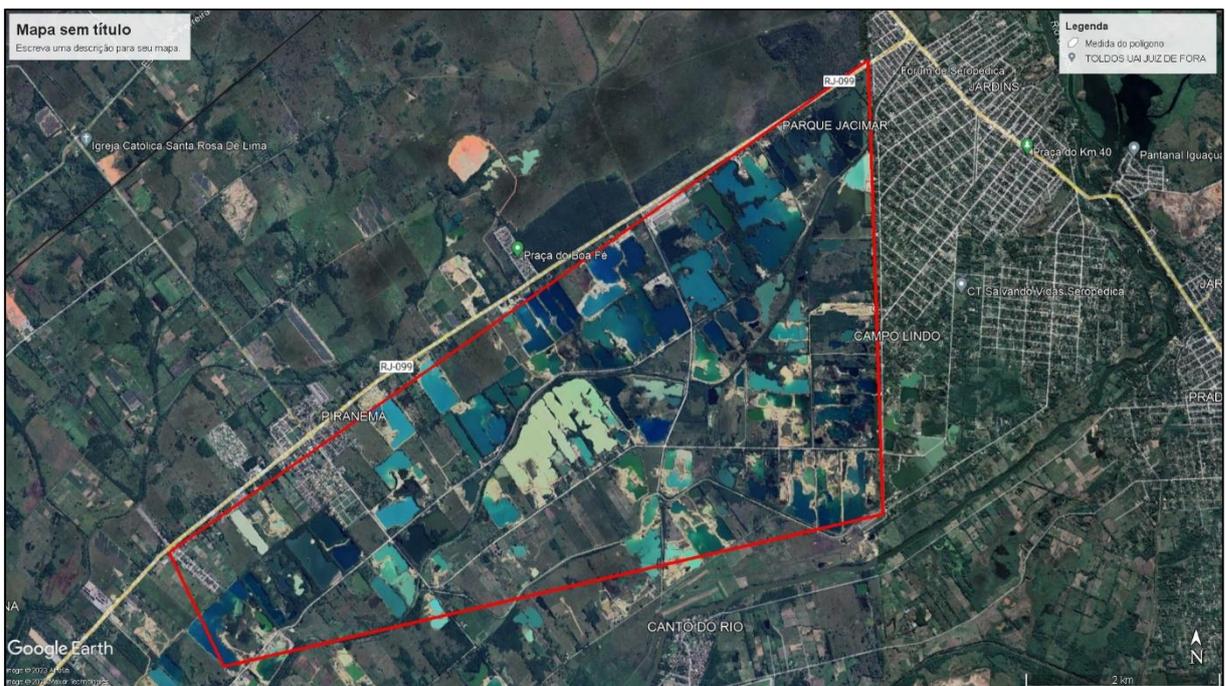
**Quadro 2 - Processos de alteração do meio ambiente (Fonte: ALMEIDA, 2003)**

No distrito areeiro de Piranema, localizado no município de Seropédica-RJ, a extração de areia em cavas acarreta diferentes impactos negativos. De acordo

com Ferreira (2016) houve ao longo dos anos impactos visuais irreversíveis causados pela lavra de areia em cava submersa, (Figuras 6 e 7), onde é possível identificar abertura de novas cavas e alterações na turbidez das águas. Na região há também alterações nas concentrações de elementos químicos nas águas das cavas (TUBBS, MARQUES, *et al.*, 2011).

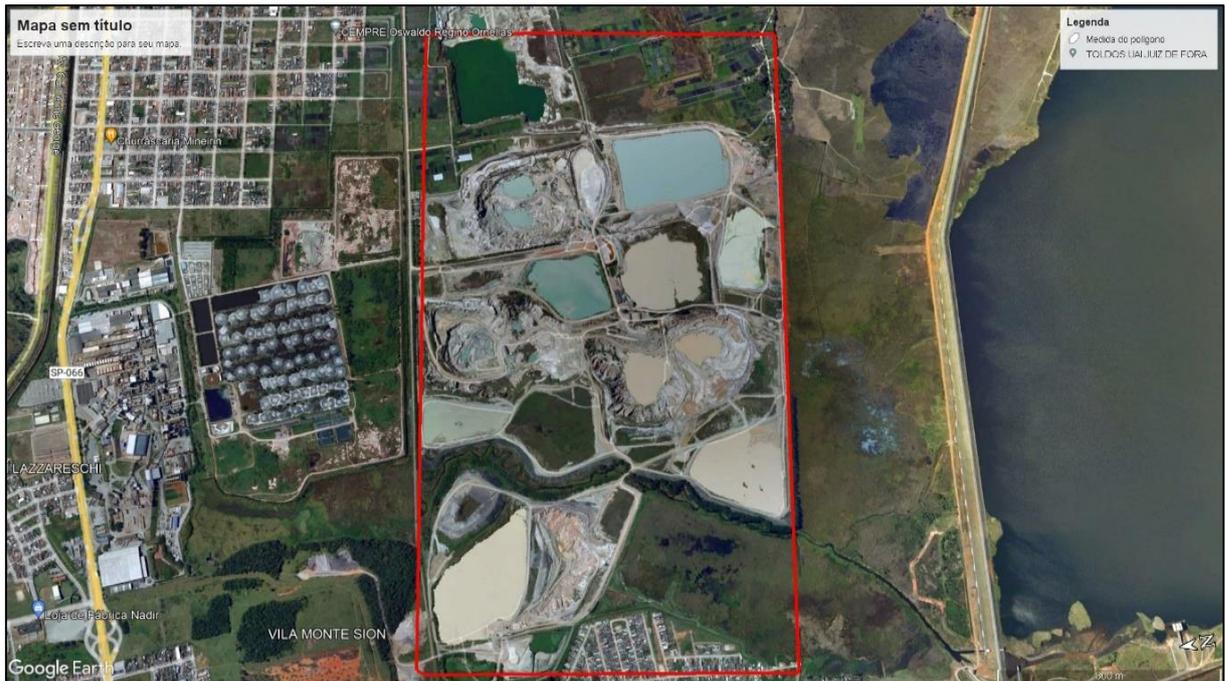


**Figura 6 - Distrito areeiro de Piranema em 2004 (Fonte: Google Earth).**



**Figura 7 - Distrito areeiro de Piranema em 2023 (Fonte: Google Earth).**

Em Mogi das Cruzes-SP, o panorama se repete. Conforme a ANM (2023), o município tem importante contribuição no abastecimento de areia para a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Os impactos ambientais podem ser visualizados em uma mina que se utiliza os métodos de extração em cava submersa e desmonte hidráulico (Figuras 8 e 9), onde há o aumento das áreas das cavas, assoreamento e aumento da turbidez da água em um intervalo de 15 anos, entre 2008 e 2023.



**Figura 8- Extração de areia em Mogi das Cruzes em 2008 (Fonte: Google Earth).**



**Figura 9 - Extração de areia em Mogi das Cruzes em 2023 (Fonte: Google Earth).**

Segundo Nogueira (2016), a atividade de extração em corpos d'água acarreta diferentes impactos. Quando a remoção de sedimentos é realizada de forma indiscriminada, ao longo das margens do curso d'água, sem considerar a capacidade natural de reposição de sedimentos e resultando em um aprofundamento excessivo do leito, podem ocorrer alterações significativas na forma do canal do corpo de água (ZWIRTES e HAMMES, 2016)

Conforme Zwirtes e Hammes (2016), as ações antrópicas, ou seja, os efeitos das atividades humanas, são as razões para as mudanças ambientais. Os resultados são os impactos ambientais, e os fatores ambientais são os mecanismos ou processos pelos quais essas consequências ocorrem em diferentes meios, como exposto no Quadro 3.

Ação antrópica	Aspectos ambientais	Impactos ambientais		
		Meio físico	Meio biótico	Meio antrópico
Dragagem	Emissão de óleos e graxas	Contaminação das águas superficiais e/ou subterrâneas	Danos à fauna aquática e a mata ciliar	Uso de água para abastecimento
	Modificação da calha do rio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento da erodibilidade</li> <li>- Alteração no regime de fluxo hidrológico</li> <li>- Desestabilização geotécnica</li> <li>- Aumento de turbidez das águas superficiais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Redução da biodiversidade</li> <li>- Afungentamento da fauna</li> <li>- Queda de vegetação ciliar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impacto visual</li> <li>- Danos às construções vizinhas</li> </ul>

**Quadro 3- Impactos ambientais em decorrência da dragagem (Fonte: ABBATEPAULO, 2018).**

Em Betim, cidade inserida na Região Metropolitana de Belo Horizonte-MG (RMBH), é possível identificar algum desses impactos, gerados por um empreendimento de extração de areia no leito do rio Betim (Figuras 10 e 11). É possível observar a mudança no trecho do rio Betim, em um intervalo de 8 anos, onde é feita a extração do mineral através de bombas de sucção, instaladas na balsa. Observa-se o assoreamento parcial e as mudanças no leito do rio, devido a presença da atividade extrativa.



**Figura 10 - Trecho do rio Betim em 2015 (Fonte: Google Earth).**



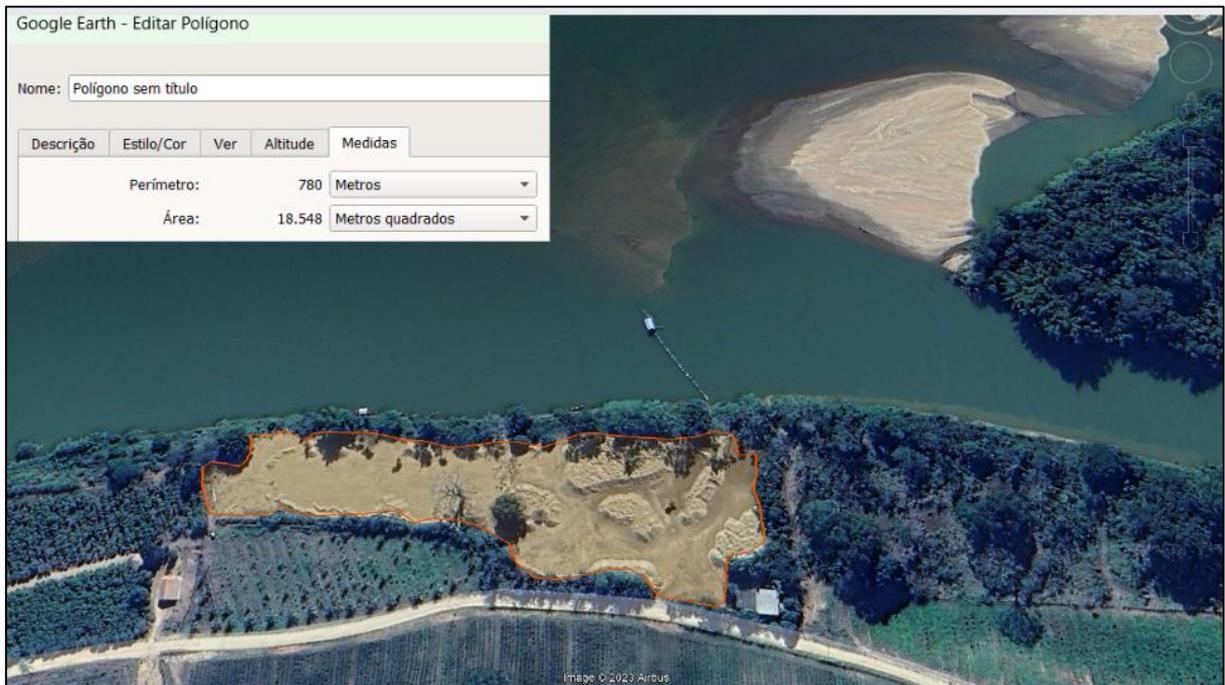
**Figura 11 - Trecho do rio Betim em 2023 (Fonte: Google Earth).**

No trecho do Rio doce localizado no município de Linhares – ES (figuras 12 e 13), é possível identificar as mudanças nas suas características paisagísticas em um intervalo de 12 anos, atribuídas a extração de areia natural através de uma balsa flutuante. A figura 13 apresenta uma grande área de mata ciliar removida para a implementação do empreendimento de extração de areia,

armazenamento do minério e movimentação de caminhões e outros maquinários, chegando a uma área superior a 18 mil metros quadrados, que impacta na fauna e flora e possivelmente na capacidade de drenagem do solo da região. As imagens também mostram uma grande diferença visual com relação ao curso do rio, o que provavelmente está relacionado com variações decorrentes dos períodos de seca e cheia, associadas a uma possível extração volumosa de sedimentos durante o período observado.



**Figura 12 - Trecho do rio Doce em Linhares (ES) em 2011 (Fonte: Google Earth).**



**Figura 13 - Trecho do rio Doce em Linhares (ES) em 2023 (Fonte: Google Earth).**

A extração excessiva e desordenada de areia pode levar à escassez desse recurso natural valioso, comprometendo seu uso sustentável no longo prazo (NOGUEIRA, 2016). Portanto, é crucial adotar medidas de manejo adequadas e sustentáveis para minimizar os impactos negativos da extração de areia, visando equilibrar a necessidade econômica com a proteção do meio ambiente. A atividade de extração de areia está sujeita à necessidade de licenciamento ambiental, sendo regulada por leis e definições específicas (VIEIRA e REZENDE, 2015). A obtenção do licenciamento ambiental é um processo legal que envolve a análise e a avaliação dos impactos ambientais da atividade, visando garantir a sua viabilidade sustentável. No Brasil, a legislação ambiental estabelece diretrizes e critérios para o licenciamento de atividades extrativistas, incluindo a extração de areia. Essas diretrizes consideram aspectos como a proteção dos recursos hídricos, a conservação da biodiversidade, a recuperação de áreas degradadas e a mitigação dos impactos ambientais.

O licenciamento da atividade exploratória de jazidas de areia é obtido sob avaliação do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 1990). A Resolução do CONAMA nº 10/1990 estabelece a necessidade de licenciamento ambiental para a exploração de areia (VIEIRA e REZENDE, 2015). Essa

resolução determina que o licenciamento deve ser realizado pelo órgão executivo estadual ou federal de meio ambiente, visando a avaliação dos impactos ambientais decorrentes da atividade. Além disso, a Resolução do CONAMA nº 237/1997 complementa esse processo, regulamentando o licenciamento ambiental conforme previsto na Lei 6.938/1981, que estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 1997). Essa resolução define os procedimentos e critérios para o licenciamento ambiental, incluindo a extração de areia, visando garantir a preservação ambiental e a sustentabilidade da atividade.

Diante dos impactos ambientais e econômicos globais atribuídos à atividade de extração e transporte de areia, a indústria da construção civil carece de inovações tecnológicas que contribuam para a mitigação desses impactos. Algumas pesquisas têm sido desenvolvidas a fim de substituir a areia por resíduos, como os resíduos de construção e demolição (RCD) (GIRARDI, 2016), resíduos cerâmicos (PAIXÃO, CAETANO, *et al.*, 2012), rejeitos de barragem de minérios de ferro (RBMF) (FRANCO, SANTOS, *et al.*, 2014), resíduos plásticos (RESENDE, 2022), rejeito de mineração de quartzito (DIAS, 2017), entre outros.

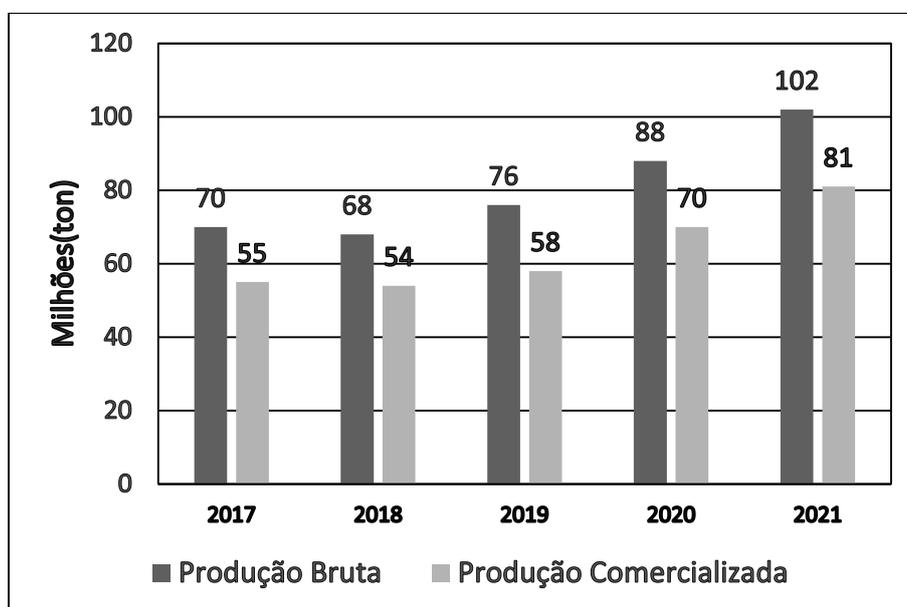
#### **4.4 O consumo de areia natural no Brasil**

A areia é um recurso mineral de grande importância na indústria da construção civil. Sua versatilidade é evidente em diferentes setores. Além disso, a areia desempenha um papel crucial em diversas indústrias de transformação, como a fabricação de vidros, abrasivos, produtos químicos, cerâmicas, siderurgia e filtros (QUARESMA, 2009). Também é empregada no processo de fundição para criar moldes precisos (QUARESMA, 2009). Além disso, a areia é utilizada no tratamento de águas e esgotos, onde sua capacidade de filtragem é aproveitada. Vale ressaltar que certas areias podem conter minerais de interesse econômico, como monazita (cério e terras-raras), ilmenita (titânio), ouro, cassiterita, entre outros (QUARESMA, 2009). Assim, a areia desempenha múltiplos papéis e possui aplicações diversas em uma variedade de setores industriais e econômicos.

Os agregados são os materiais minerais mais consumidos na indústria da construção civil, destacando-se como os mais significativos em termos de

volume produzido globalmente (LUZ e ALMEIDA, 2012). De acordo com o Programa Ambiental das Nações Unidas (UNEP, 2019), estudos sugerem que a demanda global anual por areia varia entre 40 e 50 bilhões de toneladas métricas. Essa quantidade impressionante, equivalente a uma média diária de 18 kg por indivíduo, tem acarretado consequências negativas significativas para o meio ambiente (UNEP, 2019).

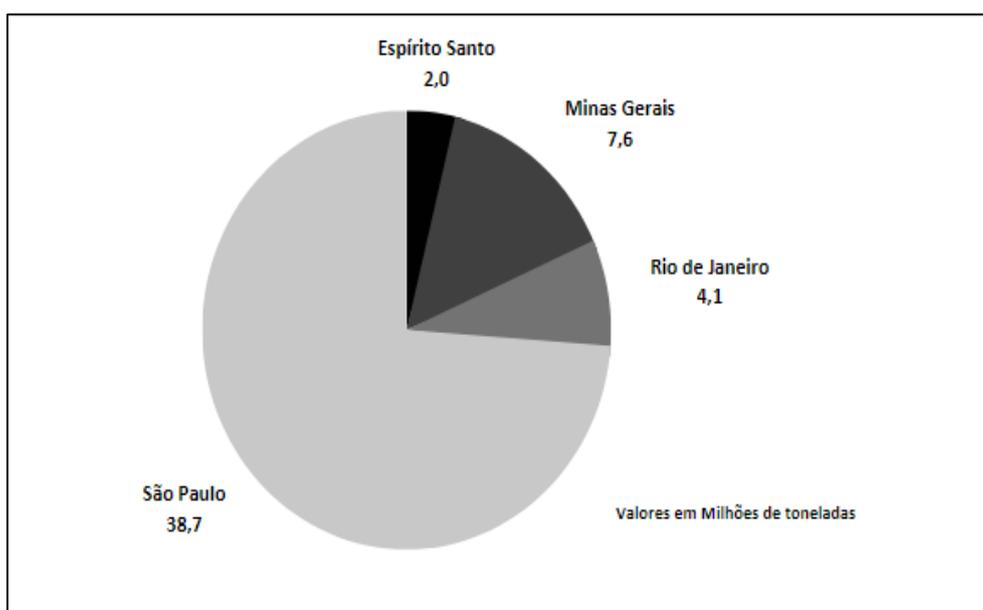
No cenário brasileiro, o consumo desse bem atinge volumes significativos. De acordo com os dados levantados pela Agência Nacional de Mineração (ANM), em 2021 a produção bruta de areia no Brasil atingiu um montante superior a 101 milhões de toneladas, superando as 88 milhões de toneladas produzidas no ano de 2020 (ANEPAC, 2015). A quantidade extraída no em 2021 foi avaliada em cerca de R\$ 1,55 bilhões de reais, enquanto a produção bruta de 2020 foi estimada em R\$ 1,21 bilhão (ANEPAC, 2015). Dentro do intervalo de cinco anos, entre 2017 e 2021, a produção dessa *commodity* sofreu uma pequena queda em 2018 (ANEPAC, 2015). Em 2019 houve um crescimento em relação ao ano anterior, esse acréscimo na produção bruta e comercializada se replicou durante os dois anos seguintes, como mostra no Gráfico 1 (ANEPAC, 2015).



**Gráfico 1 - Produção bruta e beneficiada de 2017 a 2021 (Fonte: ANM, 2023).**

Mesmo com o surgimento da Covid-19, houve um crescimento de 16,4% do PIB da construção civil entre o primeiro trimestre de 2020 e o terceiro trimestre de 2022 (ABRAINC, 2022). O crescimento do setor está relacionado com o baixo patamar das taxas de juros impostos durante este período (SOARES, 2022). Desta forma, o desenvolvimento do setor condicionou, possivelmente, o crescimento na produção de areia natural.

Na região sudeste, a produção bruta em 2021 foi de 52 milhões de toneladas (ANM, 2023). O estado de São Paulo (SP) foi o de maior volume de extração, seguido pelos estados de Minas Gerais (MG), Rio de Janeiro (RJ) e Espírito Santo (ES) (Gráfico 2).

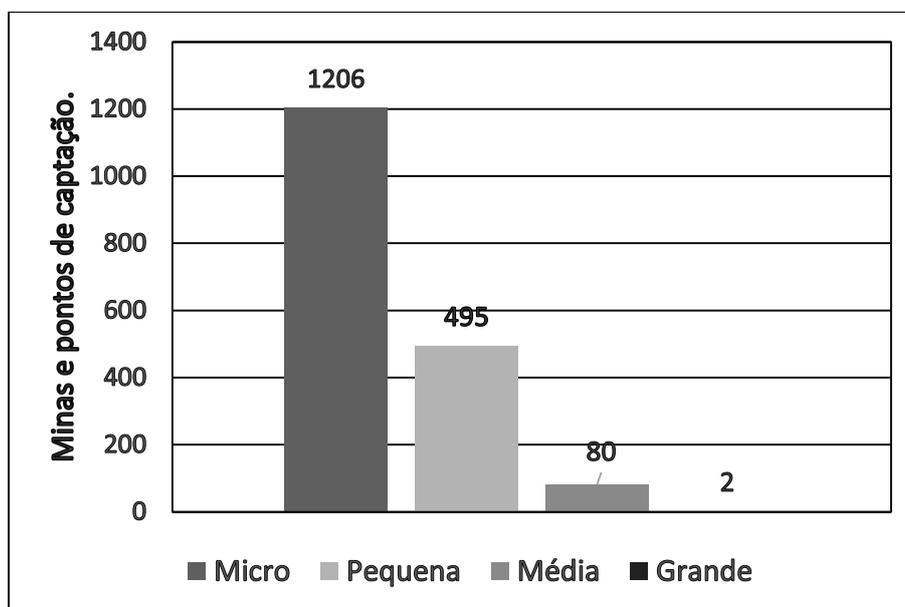


**Gráfico 2 - Produção bruta de areia natural na região Sudeste em 2021**  
**(Fonte: ANM,2023).**

Um dos fatores que influenciam na diferença de produção bruta entre os estados é a demanda vinculada a cada estado. Regiões dotadas de maiores áreas urbanas necessitam de maiores ofertas de areia natural e, conseqüentemente, de maiores volumes produzidos. De acordo com IBGE (2019), o estado de SP possui 8.615 km<sup>2</sup> de área urbanizada, enquanto MG apresenta aproximadamente 4.700 km<sup>2</sup> de área urbana. Os estados do RJ e ES possuem 2.825 km<sup>2</sup> e 730 km<sup>2</sup> respectivamente (IBGE, 2019). Fazendo um comparativo entre a produção bruta e a áreas urbanizada dos estados de SP e ES, observa-se a influência do fator urbanização na demanda de areia natural.

Os fatores que estão relacionados com a capacidade de produção são a quantidade e os portes das minas e pontes de extração, que influenciam nos volumes de areia extraídos. Conforme a ANM (2023), as organizações que atingem produção de até 100.000 toneladas por ano são classificadas como de pequeno porte, enquanto aquelas que produzem dentro do intervalo de 100.000 a 1.000.000 toneladas por ano são denominadas de médio porte e as que alcançam extração superior a 1.000.000 de toneladas por ano são classificadas como de grande porte.

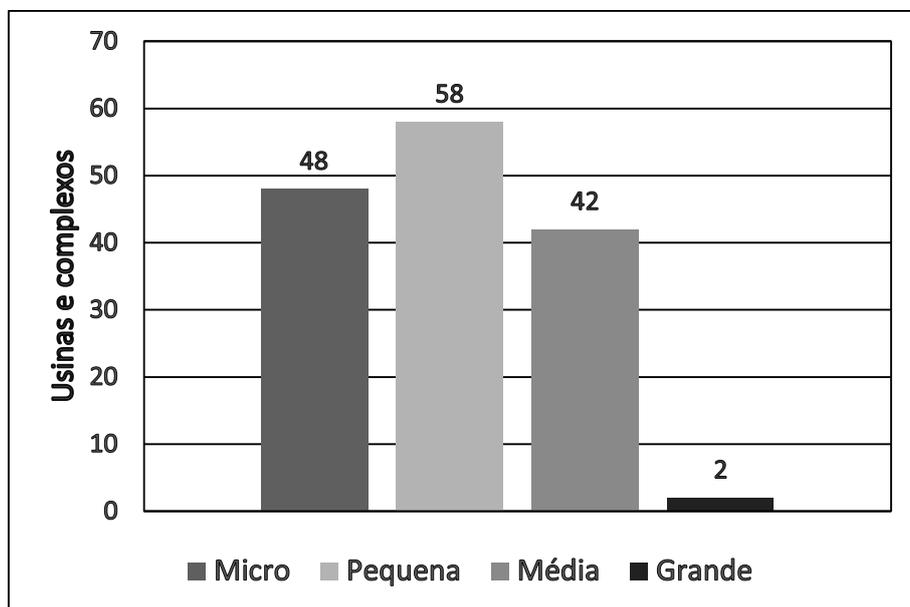
De acordo com ANM (2023), em 2021, a região Sudeste comportava 1783 minas e pontos de captação de areia natural, representando aproximadamente 46% do total presente em solo brasileiro. A maioria dessas unidades são de micro ou pequeno porte como mostra o Gráfico 3 (ANM, 2023).



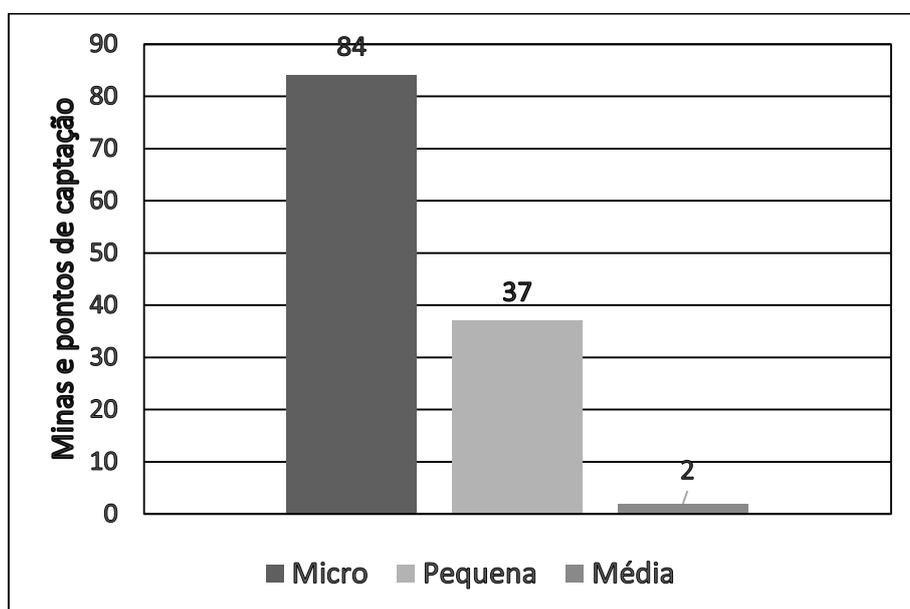
**Gráfico 3 - Porte das minas e pontos de captação na região Sudeste**  
(Fonte: ANM, 2023).

Em 2021 haviam 150 usinas e complexos situados na região Sudeste, dedicados a atividade de lavra de areia natural, sendo equivalente a cerca de 71% do montante total do Brasil (ANM, 2023). Os portes dessas áreas industriais estão apresentados no Gráfico 4. Também conforme a ANM (2023), no estado do ES existem 192 minas e unidades de captação de areia natural, distribuídos em 41 municípios espírito-santenses. A maioria dos pontos de extração em solo capixaba são classificados como de micro porte, como exposto no Gráfico 5.

Esse fato é um indicativo da motivação do volume relativamente baixo de extração do ES em comparação aos outros estados que compõem a região Sudeste.



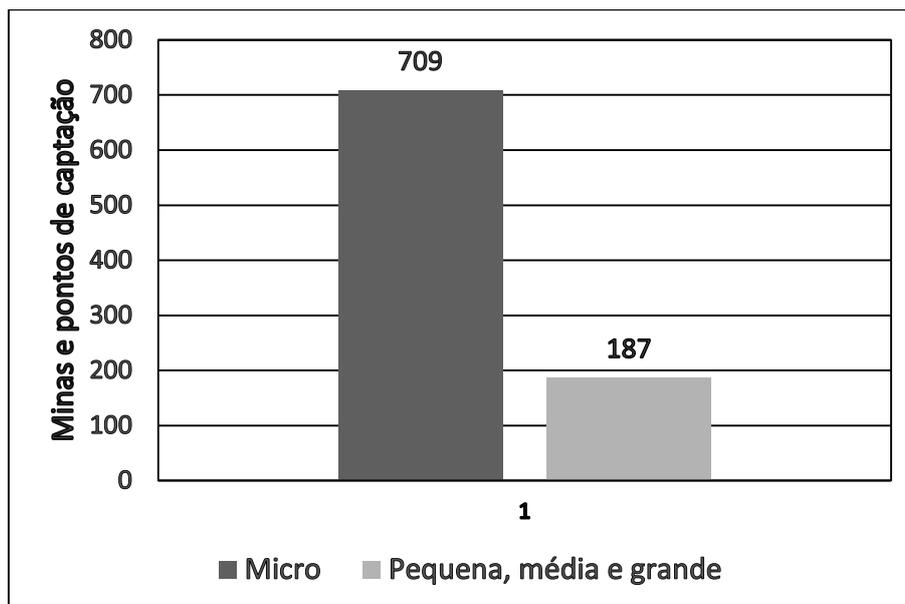
**Gráfico 4 - Porte das usinas da região Sudeste (Fonte: ANM, 2023).**



**Gráfico 5 - Porte das minas e pontos de captação de areia do ES (Fonte: ANM, 2023)**

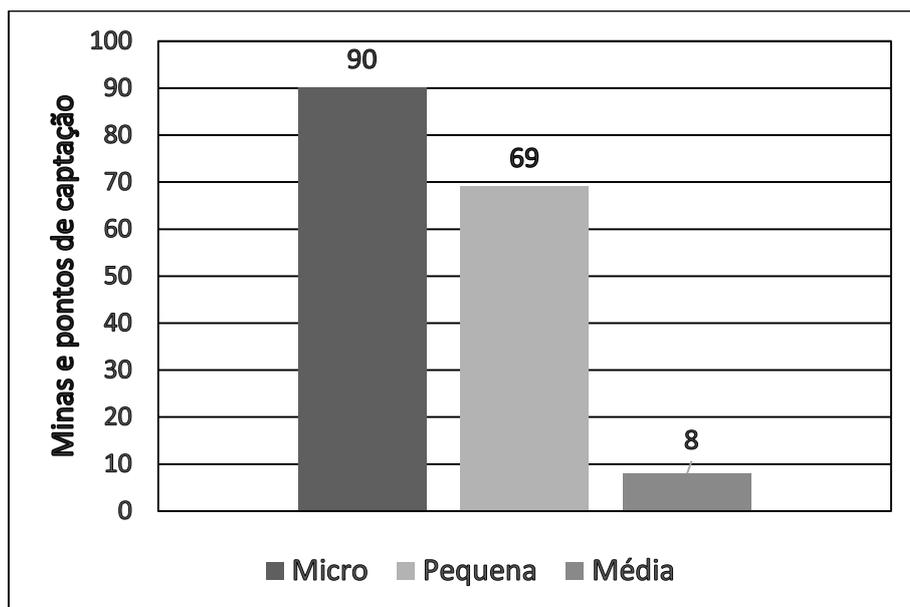
Em Minas Gerais, o montante de municípios que exercem a atividade de lavra de areia é significativamente maior comparado ao ES. 322 localidades mineiras dispõem de ao menos uma lavra de areia. Seguindo a tendência do ES, a maioria das lavras de areia de MG são classificadas de micro ou pequeno

porte, como mostra o Gráfico 6 (ANM, 2023). As minas classificadas como micro representam 79% do total, enquanto os pontos de captação de pequeno, médio e grande porte, juntos, representam os outros 21%(ANM, 2023). É importante destacar que, embora a maioria das minas de MG sejam classificadas como micro, assim como no ES, a quantidade de pontos de extração superior em solo mineiro pode ser um fator importante na superioridade do volume de areia extraída em 2021, quando comparados os estados.



**Gráfico 6 - Porte das minas e pontos de captação de areia de MG (Fonte: ANM, 2023)**

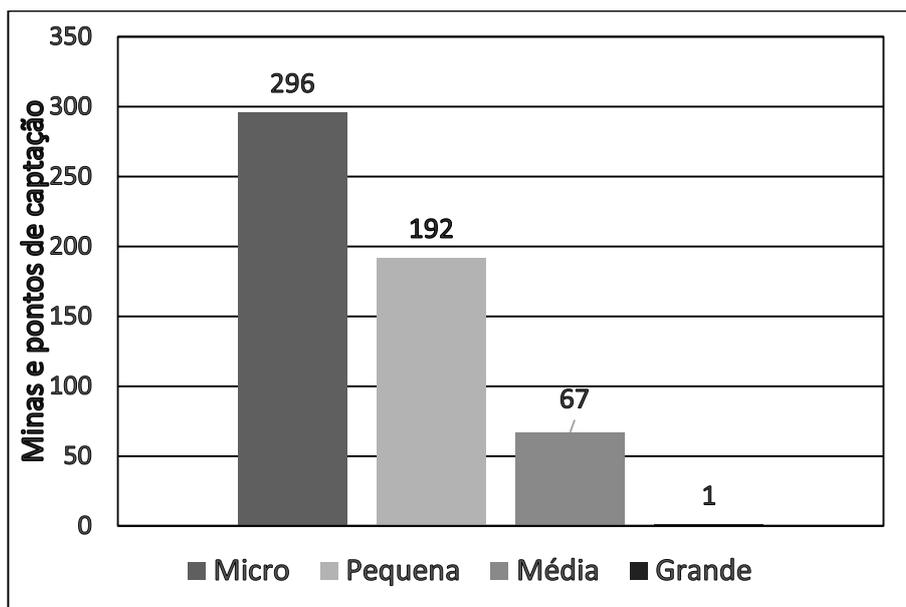
O estado do RJ é constituído por 92 municípios (IBGE, 2023). De acordo com ANM (2023), 51 municípios cariocas detêm ao menos uma mina ou ponto de extração de areia natural, representando 50% dos municípios do estado. Mais de 50% das minas são classificadas como de porte, como evidenciado no Gráfico 7 (ANM, 2023).



**Gráfico 7 - Porte das minas e pontos de captação de areia do RJ ( Fonte: ANM, 2023)**

Além do estado do RJ possuir maior quantidade de minas de extração de areia natural que o ES, a quantidade de unidades extrativas de porte pequeno cariocas é superior aos presentes dentro da região capixaba, o volume superior lavrado no RJ. Quando comparado a MG, o estado do RJ possui 5 vezes menos pontos de extração de areia natural, razão pela qual pode-se justificar Minas gerais extrair uma quantidade superior de areia em relação ao estado do Rio de Janeiro.

De acordo com ALESP (2023), o estado de São Paulo é composto por 645 municípios. Em solo paulista, existem 556 minas ou pontos dedicados a extração de areia natural (ANM, 2023). Conforme a ANM (2023), as cidades que comportam uma ou mais lavra de areia, representam cerca de 32%, totalizando 205 municípios. Seguindo a tendência dos outros estados que compõem a região Sudeste, cerca de 53% das minas dedicadas a atividade extrativa de areia natural são classificadas como de micro porte, como apresentado no Gráfico 8 (ANM, 2023).

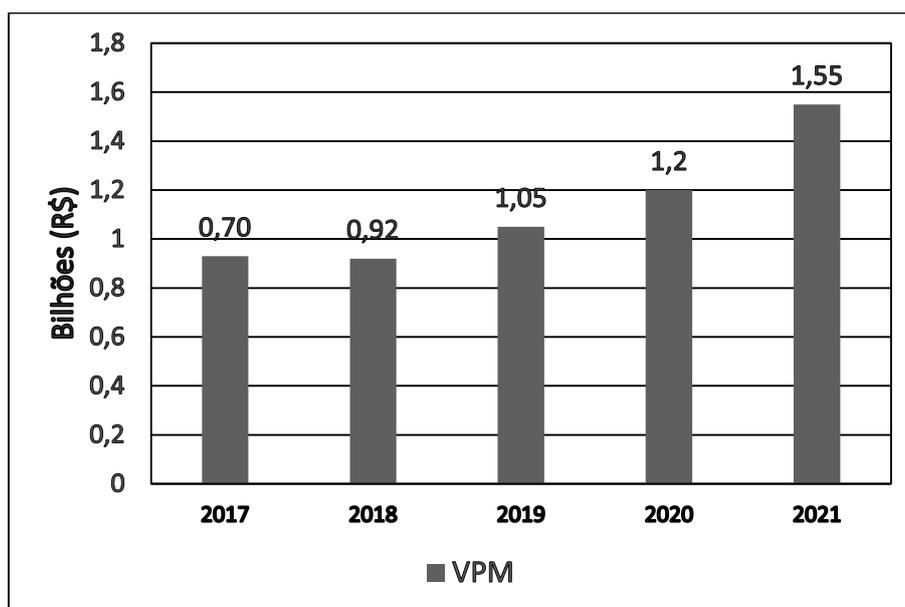


**Gráfico 8 – Porte das minas e pontos de captação de areia de SP**  
(Fonte:ANM, 2023)

Além da área urbana do estado SP ser consideravelmente maior, há uma quantidade significativamente maior em relação aos estados de ES e RJ, o que pode justificar as diferenças de extração entre os 3 estados. Embora MG possua mais pontos de captação de areia natural, SP é dotado de uma quantidade considerável de minas de pequeno e médio porte, possibilitando relacionar a superioridade de extração no estado paulista, em relação ao estado mineiro, com este fato.

#### 4.5 Aspectos socioeconômicos da extração de areia natural no Brasil

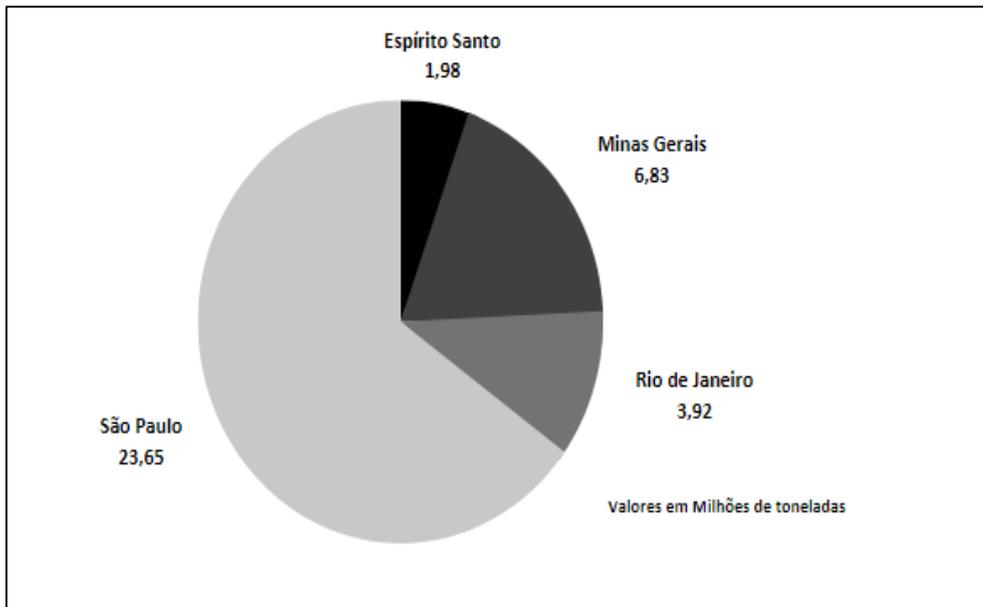
De acordo com ANM (2023) o Valor da Produção Mineral (VPM) bruta da areia natural extraída no Brasil não apresentou variações significativas nos anos de 2017 e 2018. No entanto, houve um aumento significativo no VPM durante o ano de 2019, assim como nos anos seguintes, conforme evidenciado pelo Gráfico 9. Essa tendência ascendente sugere um crescimento contínuo na produção e valorização desse recurso mineral nos últimos anos. É importante ressaltar que o aumento no VPM pode estar relacionado a vários fatores, como o aumento da demanda por materiais de construção, o desenvolvimento de projetos de infraestrutura e a expansão do setor da construção civil.



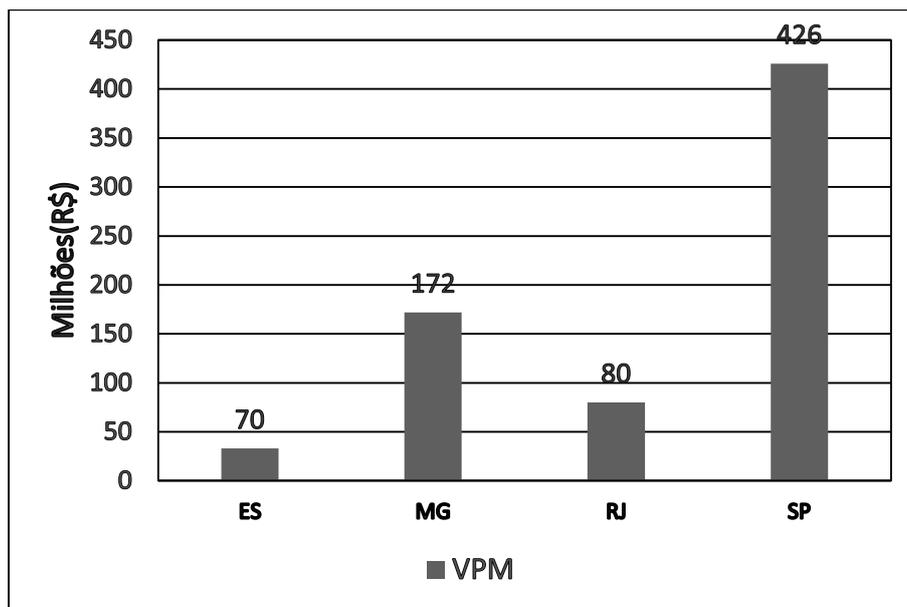
**Gráfico 9 - VPM da areia natural entre 2017 e 2021. (Fonte: ANM, 2023)**

Segundo a ANM (2023), a atividade minerária voltada para a extração de areia desempenha um papel relativamente modesto no Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil, como evidenciado pela sua participação de 0,02% no período entre os anos de 2017 e 2020. Embora seja uma atividade minerária importante para a indústria da construção civil, que utiliza areia como matéria-prima em diversos processos produtivos, seu impacto econômico direto é limitado quando comparado a outros setores da economia brasileira. É necessário ressaltar que a contribuição da produção de areia para o PIB pode variar de acordo com a conjuntura econômica, demanda do mercado e políticas setoriais específicas.

Na região Sudeste, a produção bruta foi comercializada quase na sua totalidade em 2021, com exceção do estado de SP, como mostrado no Gráfico 10 (ANM, 2023). Os estados de ES, MG e RJ extraíram volumes próximos a demanda necessária de cada estado, enquanto SP lavrou quantidades acima da capacidade do estado de comercializar o produto em 2021. Os valores arrecadados com a comercialização da areia natural na região Sudeste, são apresentados no Gráfico 11.



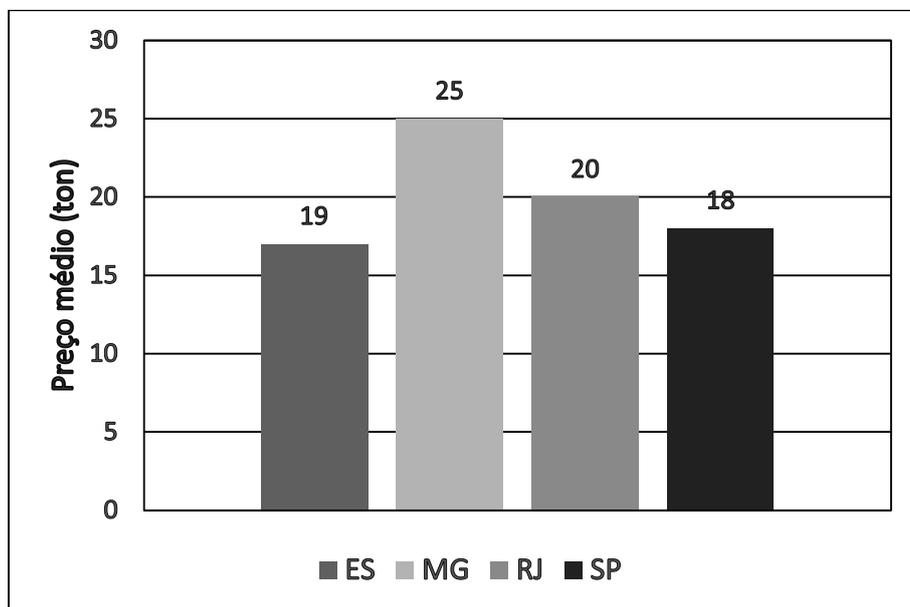
**Gráfico 10 - Quantidade de areia natural comercializada na região Sudeste em 2021(Fonte: ANM,2023).**



**Gráfico 11 - Valores da produção de areia comercializada na região Sudeste (Fonte: ANM,2023)**

Os preços médios da tonelada de areia natural na região Sudeste variam de acordo com cada estado que a compõem, conforme explicitado no Gráfico 12. Embora a areia natural possua baixo valor unitário, os valores dos fretes impactam de forma significativa no preço final do produto (PINTO, 2018). Para complementar as discussões apresentadas neste tópico, foi conduzida uma pesquisa de mercado com foco no preço médio do metro cúbico (m<sup>3</sup>) da areia

natura lavada nas capitais dos quatro estados da região Sudeste. Os dados coletados, demonstrados no quadro 4, oferecem uma visão das tendências de preços nessa categoria, permitindo uma compreensão mais clara das variações regionais e das possíveis influências econômicas.



**Gráfico 12 - Valor médio da tonelada de areia na região Sudeste em Reais (Fonte: ANM, 2023)**

Preço médio do m <sup>3</sup> de areia natural na região sudeste				
	Vitória-ES	Belo Horizonte-MG	Rio de Janeiro-RJ	São Paulo-SP
Estabelecimento 1	R\$ 150,00	R\$ 210,00	R\$ 150,00	R\$ 220,00
Estabelecimento 2	R\$ 160,00	R\$ 190,00	R\$ 180,00	R\$ 210,00
Estabelecimento 2	R\$180,00	R\$200,00	R\$200,00	R\$180,00
<b>Preço médio</b>	R\$ 163,35	R\$ 200,00	R\$ 176,65	R\$ 203,35

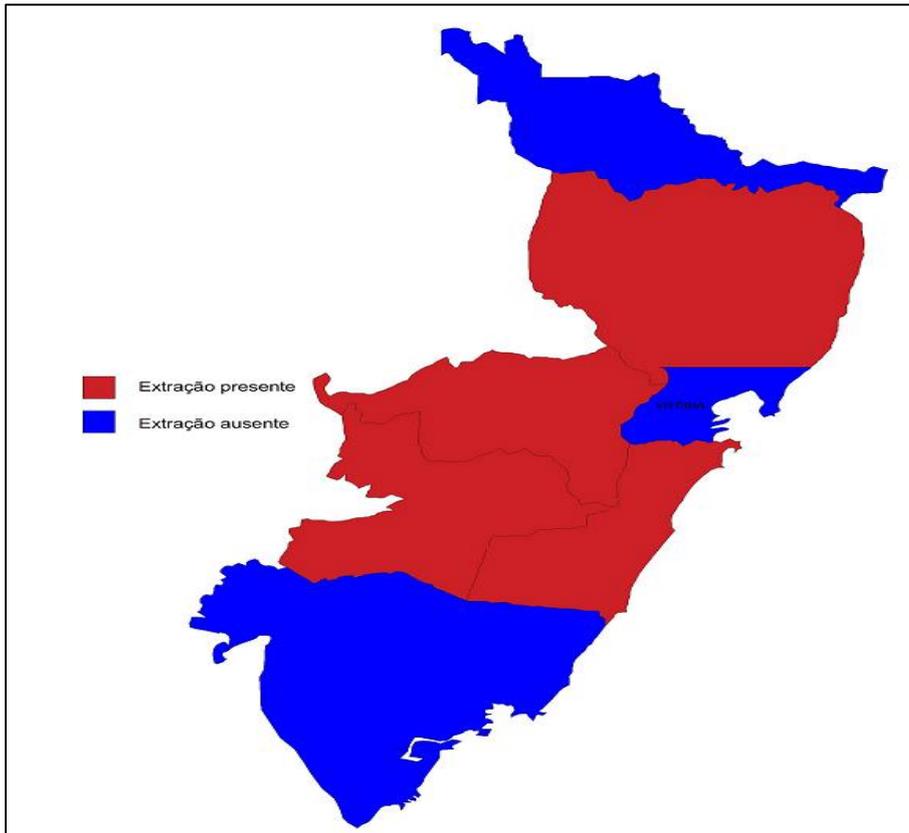
**Quadro 4 - Preço médio do m<sup>3</sup> de areia natural na região sudeste (Fonte: Autor).**

A pesquisa de mercado demonstrou divergências em relação aos preços médios conforme os dados da ANM. Esse fato pode ter relação com os custos

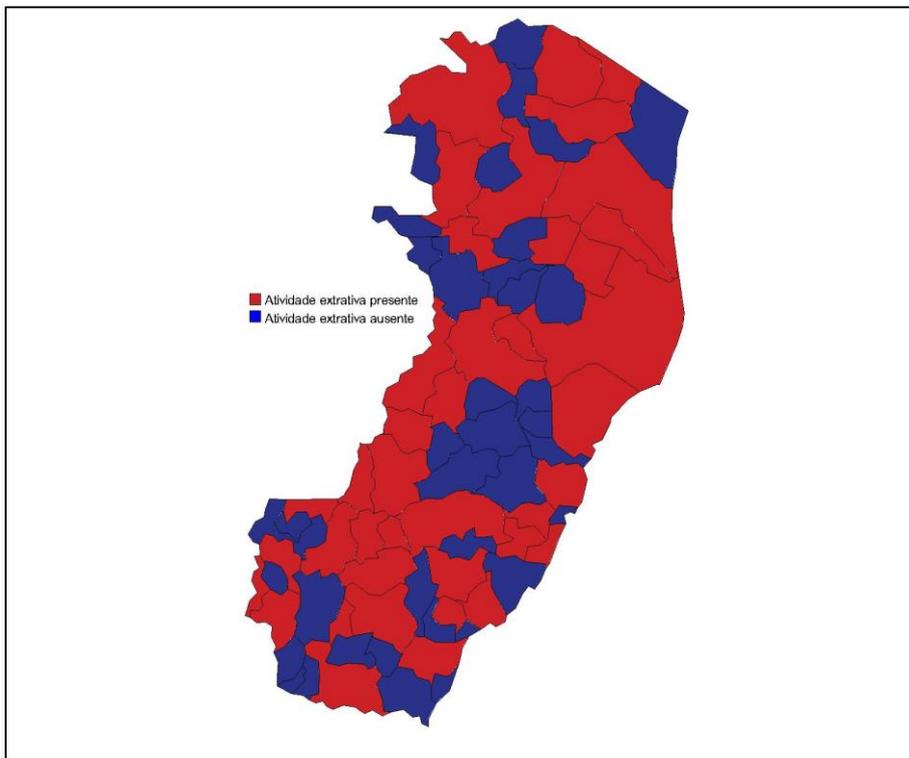
de operação necessários para extração e transporte de acordo com as características de cada estado analisado.

A delimitação geográfica da Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) abrange os seguintes municípios: Cariacica, Fundão, Guarapari, Serra, Viana, Vila Velha e Vitória, como apresenta a Figura 14. As cidades de Fundão, Guarapari e Vitória não comportam extração de areia dentro do seu perímetro urbano (ANM, 2023). Embora esses municípios não possuam pontos de extração de areia natural, as distâncias entre eles são relativamente pequenas e, conseqüentemente, o mercado dispõe de fretes menores para o transporte deste produto manufaturado.

Os terraços marinhos, presentes ao longo do litoral capixaba, são alvo de uma exploração significativa, sendo a extração feita através do processo de raspagem do material, e são a principal fonte de suprimento de areia para a região da Grande Vitória (VIEIRA e MENEZES, 2015). Outro fator determinante no valor final de comercialização da areia é o fato da extração de areia natural capixaba ser descentralizada. Esse fator diminui o preço médio da tonelada de areia em relação ao demais estados da região Sudeste, conforme mostrado na Figura 15.

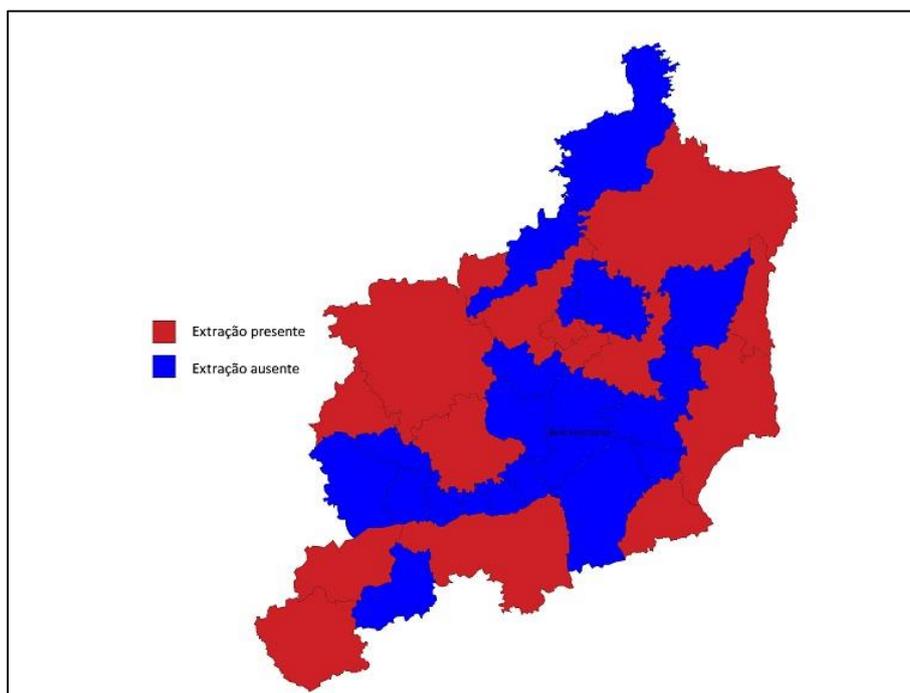


**Figura 14 - Extração de areia natural na RMGV (Fonte: ANM, 2023)**



**Figura 15 - Municípios do ES que possuem extração de areia (Fonte: ANM, 2023)**

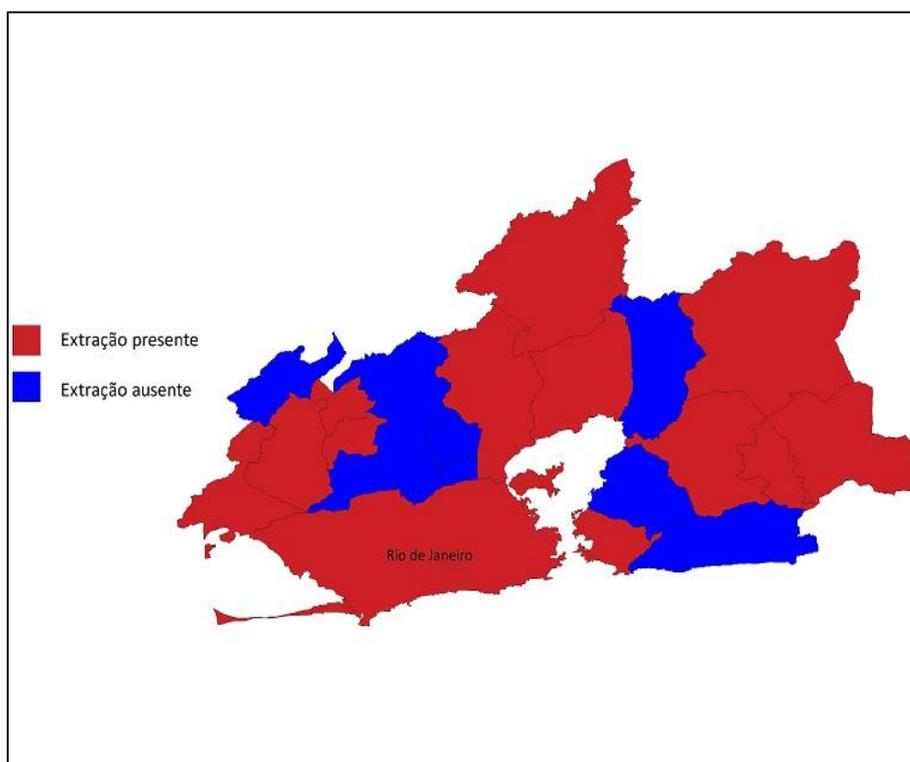
A Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) é composta por 34 municípios. De acordo com Agência de desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte, a RMBH é envolta por 16 municípios, que compõem o Colar Metropolitano. Mais de 50% das cidades que estão situadas na RMBH não possuem disponibilidade de minas ou locais de extração de areia, conforme evidenciado pela Figura 16 (ANM, 2023).



**Figura 16 - Extração de areia natural na RMBH (Fonte: ANM, 2023).**

As operações de mineração são executadas, predominantemente localizadas nos leitos de rios e áreas aluviais da região, ou ligadas às fontes remanescentes de gnaiss (SOTERO, TOLENTINO, *et al.*, 2020). Um exemplo notável é a extração de areia na zona de Esmeraldas, localizada na região noroeste da RMBH (SOTERO, TOLENTINO, *et al.*, 2020). Embora a cidade de Esmeraldas, que comporta 39 pontos de extração de areia natural (ANM, 2023), fique a uma distância relativamente pequena da capital Belo Horizonte, a grande maioria dos municípios que fazem fronteira com a RMBH apresentam escassez de atividades de extração de areia natural, justificando possivelmente o alto valor da areia natural nas áreas de maior urbanização do estado mineiro. Outro fator que possivelmente influencia no preço da areia natural em MG é a grande extensão do estado, que impacta nos valores dos fretes necessários para a distribuição do mineral.

Conforme Vila Brasil (2022), a Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) é composta por um conjunto de 22 municípios. Nesse contexto, mais da metade desses municípios, ou seja, 13 cidades, possuem pelo menos uma mina dedicada à extração de areia natural, como é demonstrado na Figura 17, o que equivale a cerca de 59% do total.

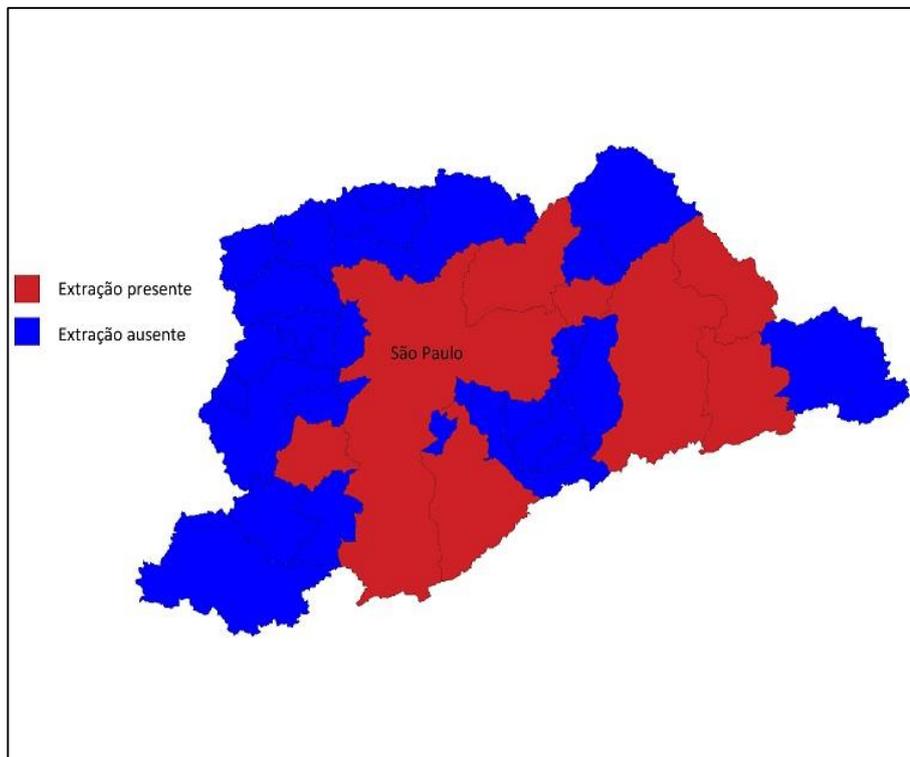


**Figura 17 - Extração de areia natural na RMRJ (Fonte: ANM, 2023).**

O distrito de Piranema, responsável por fornecer cerca de 70% da areia natural consumida na RMRJ, produz anualmente algo em torno de 10.000.000 t de areia, em sedimentos quaternários, via extração em cava submersa (TUBBS, MARQUES, *et al.*, 2011). Piranema encontra-se em uma localização estratégica, próxima à capital e outras diversas cidades da baixada fluminense, facilitando a logística de distribuição de areia e reduzindo os valores de frete. A maioria dos municípios presentes na RMRJ possuem pelo menos uma mina de extração de areia natural, também contribuindo para que o valor médio da tonelada de areia natural no RJ seja menor quando comparado com MG.

Por fim, a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) reúne 39 unidades federativas na sua composição (CETESB, 2023). Em conformidade com ANM (2023), 31 municípios pertencentes à RMSP não contam com minas ou pontos

de extração de areia natural, como exposto pela Figura 18, representando cerca de 80% do total. Segundo Falcão Bauer (2019), a retirada de areia no Brasil é majoritariamente realizada em cava subaquática (dentro de leitos de rios), exceto na RMSP, onde prevalece a extração por cava seca em áreas de várzeas.



**Figura 18 - Extração de areia natural na RMSP (Fonte: ANM, 2023).**

Calcula-se que cerca de 70% do gasto energético de extração de areia executadas em cava submersa ou leito de rio tenha sua origem no processo de bombeamento, fase em que o consumo de combustíveis fósseis e energia é mais acentuado (FALCÃO BAUER, 2019). Embora o método empregado na RMSP tenha um gasto energético menor, a escassez de pontos de extração impacta no valor final da areia natural, uma vez que os fretes representam de 1 a 2 terços do preço final, conforme La Serna e Resende (2012), podendo justificar o valor superior na capital do estado.

O estado de SP comporta um grande montante de pontos de extração de areia natural, podendo justificar o valor mais baixo da tonelada de areia natural comparado com os outros estados do Sudeste. Outro fator que possivelmente influencie, é a oferta consideravelmente acima da demanda necessária no estado paulista, acarretando uma baixa nos preços.

## 5 CONCLUSÕES

A indústria da extração de areia natural no Brasil desempenha um papel fundamental na construção civil e na infraestrutura do país. Sendo responsável por boa parte do volume extraído, a região Sudeste possui um papel importante na produção desse recurso mineral essencial.

A atividade de lavra de areia natural gera um desenvolvimento econômico e de infraestrutura. No entanto, a exploração desenfreada tem gerado uma crescente preocupação ambiental, devido aos impactos negativos em ecossistemas costeiros, cursos d'água e áreas de proteção ambiental. Por meio desta pesquisa sobre a extração de areia natural no Brasil, com foco na região Sudeste, foi possível perceber a importância e complexidade desse tema para o meio ambiente e a sociedade.

Diante dessas questões, torna-se imperativo que as autoridades competentes adotem medidas rigorosas de controle, fiscalização e planejamento sustentável para a extração de areia, visando mitigar os impactos negativos e garantir o uso responsável e equilibrado desse recurso. O presente trabalho contribui para a compreensão do mercado de extração de areia natural no Brasil, em especial na região Sudeste, e da importância da preservação ambiental e adoção de práticas mais sustentáveis na indústria de extração de areia natural. Assim, busca-se um desenvolvimento mais harmonioso e respeitoso desse setor em relação ao meio ambiente e as comunidades envolvidas.

## 6 REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 7211: Agregados para concreto: Especificações**. Rio de Janeiro. 2005.

Associação Brasileira de Incorporação de Imobiliárias.-. PIB da construção cresceu 16,4% desde 2020. **ABRAINC**, 2022. Disponível em: <<https://abrainc.org.br/construcao-civil/2022/12/21/pib-da-construcao-cresceu-164-desde-2020>>. Acesso em: 29 Agosto 2023.

**Assembléia Legislativa de São Paulo (ALESP)**. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/documentacao/municipios-paulistas/#:~:text=Nesta%20p%C3%A1gina%20registramos%20a%20grafia,paulistas%20e%20seus%20respectivos%20gent%C3%ADlicos.>>. Acesso em: 22 Julho 2023.

ALMEIDA, Amilton D. S. **Mineração & Município: Bases para planejamento e gestão dos recursos minerais**.

ANEPAC. **Mercado de Agregados no Brasil**. Associação Nacional das Entidades de Agregados para Construção. Cerqueira César. 2015.

**ANM; COEMI; SRG**. Anuário Mineral Brasileiro Interativo. ANM, 2023. Disponível em: <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrJoiZTRkNjI3MWEtMGI3My00ZTgzLWlyN2YtMzNjNDhjNTViM2Q2liwidCI6ImEzMDgzZTlxLTc0OWItNDUzNC05YWZhLTU0Y2MzMTg4OTdiOCJ9&pageName=ReportSection99c5eaca1c0e9e21725a>>. Acesso em: 10 maio 2023.

BROWN, Geoff. **Bloco 2: Materiais de construção e outras matérias brutas**. 1ª. ed.

CHAVES, Arthur P.; WHITAKER, William. Operações de beneficiamento de areia. In: DA LUZ, Adão B.; ALMEIDA, Salvador L. M. **Manual de agregados para construção civil**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2012. Cap. 11, p. 412.

conheça as cidades da região metropolitana do Rio de Janeiro. **Vila Brasil Engenharia**. Disponível em: <<https://vilabr.com.br/conheca-as-cidades-da-regiao-metropolitana-do-rio-de-janeiro/>>. Acesso em: 21 julho 2023.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução CONAMA 10, de 1990**. Dispõe sobre normas específicas para licenciamento ambiental de extração mineral, Classe II. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 de dezembro de 1990. Seção 1, p. 25540-25541, 1990.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução CONAMA 237, de 1997**. Dispõe revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 de dezembro de 1997. Seção 1, p. 30841- 30843, 1997.

DIAS, Luma S. **Rejeito de mineração de quartzito como agregado para produção de argamassa colante**. Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP. Ouro Preto, p. 82. 2017.

DNIT - IPR 719. **Manual de Pavimentação**. 3ª. ed.

FALCÃO BAUER, L A. **Materiais de Construção**. 6ª. ed.

FERREIRA, Paulo Henrique Z. **Diagnóstico e proposta de uso para as áreas degradadas no município de Seropédica-RJ pela extração de areia em cava**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ. Seropédica. 2016.

FRANCO, Luiza C. et al. Aplicação de Rejeito de Mineração como Agregado para produção de Concreto. **Anais do 56º Congresso Brasileiro do Concreto**, Ouro Preto, 2014.

GIL, Antônio C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4ª. ed.

GIRARDI, Aline C. **Avaliação da Substituição Total de Areia Natural por RCD em Revestimentos de Argamassa**. Universidade Federal de Goiás. Goiânia. 2016.

IBGE. IBGE Cidades. **IBGE**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 19 jun. 2023.

LA SERNA; H.A.; REZENDE, M M. **Agregados para construção civil**. Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), 2012.

LUZ, Adão B.; ALMEIDA, Salvador L. M. **Manual de Agregados para Construção Civil**. 2ª. ed.

MACDARMA. Classificadores Espirais. **MACDARMA**. Disponível em: <[http://www.macdarma.com.br/class\\_espirais.php](http://www.macdarma.com.br/class_espirais.php)>. Acesso em: 05 Agosto 2023.

MACIEL, Maria Clara B. D. O.; FREIRE, José A. Etapas de recuperação de áreas degradadas na mineração. **CONAPESC**, Campinas Grande, 2018.

MECHI, Andréa; SANCHES, Djalma L. Impactos ambientais da mineração no estado de São Paulo. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 68, Janeiro 2010.

MENEZES, Afonso H. et al. **Metodologia Científica: Teoria e Aplicação na Educação a distância**.

METHA, Povindar K.; MONTEIRO, Paulo. **Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais**. 2ª. ed.

Municípios que fazem parte da região metropolitana de São Paulo. **CETESB**. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/licenciamentoambiental/licenca-previa-documentacao-necessaria/municipios-que-fazem-parte-regiao-metropolitana-de-sao-paulo/>>. Acesso em: 24 Julho 2023.

NACIONAL equipamentos. **NACIONAL equipamentos**. Disponível em: <<https://nacionalequipamentoss.com.br/produto/classificador-de-areia-feitos-sob-medida-01/>>. Acesso em: 5 Agosto 2023.

NEVILLE, M A. **Propriedades do concreto**. 5<sup>a</sup>. ed.

NOGUEIRA, Geovane R. F. **A extração de areia em cursos d'agua e seus impactos: proposição de uma matriz de interação**. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora. 2016.

PAIXÃO, Cesar A. et al. Estudo da Viabilidade de Utilização de Resíduos Cerâmicos para Confecção de Argamassas. **Cerâmica Industrial**, Porto Alegre, 2012.

PINTO, Thais Nayara D. S. **O mercado de agregados para a construção civil no Brasil**. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2018.

PMES. Extração ilegal de areia é flagrada pela PM em Ibititima. **Governo do Estado do Espírito Santo**, 2018. Disponível em: <<https://pm.es.gov.br/extracao-ilegal-de-areia-e-flagrada-pela-pm-e>>. Acesso em: 07 ago. 2023.

QUARESMA, Luiz F. **Relatório Técnico 31: Perfil de areia para construção Civil**. J.Mendo Consultoria. [S.I.]. 2009.

Região Metropolitana de Belo Horizonte. **RMBH**. Disponível em: <<http://www.rmbh.org.br/rmbh.php>>. Acesso em: 19 Julho 2023.

RESENDE, Douglas M. **Produção e caracterização de concreto leve composto por resíduo de plástico e argila expandida**. Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP. Ouro Preto, p. 60. 2022.

SANTOS, Daniel N. **Extração de areia e a dinâmica sedimentar no alto curso do rio paraná na região de Porto Rico, PR**. Universidade Guarulhos. Guarulhos. 2008.

SILVA, Theophilo A. **Métodos de extração da areia**. Universidade Federal do Pará - UFP. Pará. 2011.

SOARES, Juarez G. Por que a construção civil cresceu 9,7% em 2021? **A Gazeta**, 2022. Disponível em: <<https://www.agazeta.com.br/colunas/juarez-gustavo-soares/por-que-a-construcao-civil-cresceu-97-em-2021-0322>>. Acesso em: 29 Agosto 2023.

SOTERO, Marcus P. et al. **Insumos Minerais Para a Construção Civil na Região Metropolitana de Belo Horizonte**. CPRM. Belo Horizonte, p. 122. 2020.

TUBBS, Décio et al. Impacto da mineração de areia sob a química das águas subterrâneas, distrito areeiro de Piranema, municípios de Itaguaí e Seropédica, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Geociências**, Seropédica, Setembro 2011.

UNEP. **Panorama dos Recursos Globais: Recursos Naturais para o Futuro que Queremos**. ONU. [S.l.]. 2019.

VIEIRA, Eriton G.; REZENDE, Elcio N. Mineração de areia e meio ambiente: é possível harmonizar? **Revista do Direito Público**, Londrina, dez Setembro 2015.

VIEIRA, Valter S.; MENEZES, Ricardo G. **Geologia e Recursos Minerais do Estado do Espírito Santo: texto explicativo do mapa geológico e de recursos minerais**. CPRM. Belo Horizonte, p. 289. 2015.

ZWIRTES, Simone; HAMMES, Daiane F. **Projeto materiais de construção civil da região da grande Florianópolis**.