



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE JURUTI  
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE MINAS**

**JOYCE ALBUQUERQUE SOARES**

**DIAGNÓSTICO DO MÉTODO DE LAVRA DE UM EMPREENDIMENTO  
MINERÁRIO DE AREIA NO MUNICÍPIO DE JURUTI-PA**

**JURUTI-PA  
2023**

**JOYCE ALBUQUERQUE SOARES**

**DIAGNÓSTICO DO MÉTODO DE LAVRA DE UM EMPREENDIMENTO  
MINERÁRIO DE AREIA NO MUNICÍPIO DE JURUTI-PA**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso Bacharelado em Engenharia de Minas, como requisito para obtenção de título de Bacharel em Engenharia de Minas, pela Universidade Federal do Oeste do Pará – Campus Juruti.

Orientador: Prof.<sup>o</sup> Me. Regis Quesada Casquet

**JURUTI-PA  
2023**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**  
**Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/UFOPA**

---

S676d      Soares, Joyce Albuquerque  
              Diagnóstico do método de lavra de um empreendimento mineral de areia no município de Juruti-PA./ Joyce Albuquerque Soares. – Juruti, 2023.  
              47 p. : il.  
              Inclui bibliografias.

              Orientador: Régis Quesada Casquet.  
              Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Campus Universitário de Juruti, Bacharelado em Engenharia de Minas.

              I. Areia. 2. Extração. 3. Mineração. I. Casquet, Régis Quesada, *orient.* II. Título.

CDD: 23 ed. 622.362 2


**JOYCE ALBUQUERQUE SOARES**

**DIAGNÓSTICO DO MÉTODO DE LAVRA DE UM EMPREENDIMENTO MINERÁRIO DE  
AREIA NO MUNICÍPIO DE JURUTI-PA**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso Bacharelado em Engenharia de Minas, como requisito para obtenção de título de Bacharel em Engenharia de Minas, pela Universidade Federal do Oeste do Pará – Campus Juruti.


Conceito: APROVADA

Data de Aprovação: 02 / 06 / 2023 .

Documento assinado digitalmente  
 REGIS QUESADA CASQUET  
Data: 15/06/2023 17:15:10-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>


---

Prof<sup>o</sup>. Me. Regis Quesada Casquet - Orientador.  
Universidade Federal do Oeste do Pará

Documento assinado digitalmente  
 MATHEUS DINIZ PINTO DE MORAIS  
Data: 16/06/2023 11:46:17-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

---

Prof<sup>o</sup>. Me. Matheus Diniz Pinto de Moraes  
Universidade Federal do Oeste do Pará

Documento assinado digitalmente  
 RUBEM SANTA BRIGIDA BARROS NETO  
Data: 16/06/2023 14:34:34-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

---

Prof<sup>o</sup>. Me. Rubem Santa Brigida Barros Neto  
Universidade Federal do Oeste do Pará

À minha família.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

Agradeço, ao meu orientador professor Regis Quesada Casquet, por ter me orientado e acreditado no meu potencial para a elaboração deste trabalho.

Agradeço a empresa Médio Norte em nome do senhor Paulo que concedeu informações para construção desta pesquisa.

Aos meus avós, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

A minha mãe, minha irmã Jamily e demais familiares por tornarem mais leves meus passos durante este caminho.

Ao meu companheiro e grande amigo, Herisson, por vibrar a cada conquista.

E por fim, todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada.

"A vida não está aí apenas para ser suportada nem vivida, mas elaborada. Eventualmente reprogramada. Conscientemente executada. Muitas vezes ousada". – Lya Luft

## RESUMO

O consumo acelerado de recursos minerais para o desenvolvimento da sociedade, fez a mineração ser indispensável para a vida moderna, no bem-estar e na qualidade de vida da população. Os agregados são os insumos minerais mais consumidos no mundo. Dessa forma, é importante conhecermos como este recurso é explorado e todo seu processo até sua comercialização, porém nota-se a escassez de estudos que caracterizem a mineração de agregados, principalmente de areia, na região norte do Brasil, onde é marcada pela grande mineração e garimpos. Nesse sentido, foi realizado o diagnóstico de um empreendimento minerário de areia no município de Juruti-PA, com intuito de compreender esses aspectos naqueles locais, com o objetivo de avaliar o processo da lavra de areia e propor melhorias ao empreendimento em estudo. Portanto, através de pesquisa de campo, buscou-se conhecer o sistema organizacional, tecnológico e mercadológico desse empreendimento. Foi possível verificar a maneira arcaica de trabalho da extração de areia na mina da empresa, que não há planejamento adequado e apresenta pouca responsabilidade ambiental e social. Por fim, foi proposto melhorias, como: estudos de prospecção, melhoramento no planejamento de lavra, criação de infraestrutura, instalação de drenagem e medidas de segurança.

**Palavras-chave:** Areia. Extração. Mineração. Juruti-PA.

## **ABSTRACT**

The accelerated consumption of mineral resources for the development of society has made mining indispensable to modern life, well-being, and quality of life. Aggregates are the most consumed mineral inputs in the world. Thus, it is important to know how this resource is explored and its entire process until its commercialization. However, there is a lack of studies that characterize the mining of aggregates, especially sand, in the northern region of Brazil, which is marked by large-scale mining and gold mines. In this sense, the diagnosis of a sand mining enterprise in the municipality of Juruti-PA was carried out in order to understand these aspects in that location, with the objective of evaluating the sand mining process and proposing improvements to the enterprise under study. Therefore, through field research, we sought to understand the organizational, technological and marketing system of this enterprise. It was possible to verify the archaic way of working with sand extraction in the company's mine, which lacks adequate planning and presents little environmental and social responsibility. Finally, improvements were proposed, such as: prospecting studies, improvement in the planning of mining, creation of infrastructure, installation of drainage and safety measures.

**Key words:** Sand. Extraction. Mining. Juruti-PA.

## LISTAS DE FIGURAS

FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DE JURUTI - PARÁ. ....	17
FIGURA 2 - PRODUTO INTERNO BRUTO DE JURUTI ENTRE OS ANOS 2010 A 2020. .....	18
FIGURA 3 - VALOR ADICIONADO BRUTO A PREÇOS CORRENTES.....	18
FIGURA 4 - EVOLUÇÃO DA ÁREA URBANA DE JURUTI. ....	19
FIGURA 5 - PROVÍNCIAS TECTÔNICAS E ESTRUTURAS DA REGIÃO AMAZÔNICA NO NORTE DO BRASIL. ....	21
FIGURA 6 - SUBPROVÍNCIAS ESTRUTURAS DE JURUTI. ....	21
FIGURA 7 - COBERTURA VEGETAL DE JURUTI E OUTRAS ÁREAS.....	23
FIGURA 8 - REPRESENTAÇÃO DA PEDOLOGIA DE JURUTI. ....	24
FIGURA 9 – ETAPAS PARA LEGALIZAÇÃO DE EMPREENDIMENTO MINERÁRIO PARA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	26
FIGURA 10 - MAPA DE GEOLOCALIZAÇÃO DA MINA DE AREIA .....	30
FIGURA 11 – LOCALIZAÇÃO DAS POLIGONAS DA ÁREA DA MINA.....	31
FIGURA 12 – RESULTADO DA ETAPA INICIAL DO DESAGREGAMENTO DOS BLOCOS DE AREIA. ....	32
FIGURA 13 - ESCAVADEIRA HIDRÁULICA REALIZANDO EMPILHAMENTO PARA POSTERIOR CARREGAMENTO. ....	33
FIGURA 14 – CAMINHÕES POSICIONADOS PARA O CARREGAMENTO. ....	33
FIGURA 15 – CAVA INUNDADA. ....	35
FIGURA 16 - FLUXOGRAMA DA LAVRA DE AREIA.....	38

## LISTAS DE TABELAS

TABELA 1 – FAIXAS GRANULOMÉTRICA DA AREIA. ....	20
TABELA 2 – PRINCIPAIS LEIS A RESPEITO DO USO E PRESERVAÇÃO DOS BENS MINERAIS. ....	25
TABELA 3 – RESOLUÇÕES DO CONAMA A RESPEITO DO USO E EXTRAÇÃO DOS BENS MINERAIS. ....	26
TABELA 4 - MÉTODOS DE LAVRA DA AREIA. ....	27
TABELA 5 - VANTAGENS <i>VERSUS</i> DESVANTAGENS DO DESMONTE HIDRÁULICO. ....	28
TABELA 6 – MAQUINÁRIOS UTILIZADOS NA JAZIDA. ....	34
TABELA 7 - MINAS DE AREIA LOCALIZADAS NO MUNICÍPIO DE JURUTL. ....	36

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ALCOA	<i>Aluminum Company of América</i>
ANEPAC	Associação Nacional de Produtores de Agregados para Construção
ANM	Agência Nacional de Mineração
CETEM	Centro de Tecnologia Mineral
CFEM	Compensação Financeira pela Exploração Mineral
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
EPI	Equipamento de Proteção Individual
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBRAM	Instituto Brasileiro de Mineração
IUCN	União Internacional para Conservação da Natureza
SIGMINE	Sistema de Informação Geográfica da Mineração
MRN	Mineração Rio Do Norte
NBR	Normas Brasileiras
PIB	Produto Interno Bruto
PRAD	Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
RCA	Relatório de Controle Ambiental
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SEMMA	Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Juruti-PA

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
2.1 Objetivo geral.....	15
2.2 Objetivos específicos.....	15
<b>3 JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>16</b>
<b>4 REVISÃO BIBLIOGRAFICA .....</b>	<b>17</b>
4.1 Juruti e a economia local .....	17
4.2 Areia.....	19
4.3 Geologia .....	20
4.3.1 Geologia Regional .....	20
4.3.2. Geologia Local .....	21
4.4 Aspectos Fisiográficos .....	22
4.4.1 Clima .....	22
4.4.2. Fauna e Flora .....	22
4.4.3 Relevo.....	23
4.4.4 Pedologia .....	24
4.4.5 Hidrografia .....	24
4.5 Legislação.....	25
4.6 Impactos Ambientais.....	26
4.7 Métodos de Lavra de Areia.....	27
<b>5 METODOLOGIA.....</b>	<b>29</b>
<b>6 DIAGNÓSTICO DO EMPREENDIMENTO.....</b>	<b>30</b>
6.1 Mina de Areia .....	30
6.1.1 Decapeamento .....	31
6.1.2 Método de lavra.....	31

6.1.3 Beneficiamento .....	32
6.1.4 Carregamento e transporte .....	32
6.1.5 Mão de obra .....	33
6.1.6 Equipamentos .....	33
6.1.7 Depósito de estéril .....	34
6.1.8 Infraestrutura .....	34
6.1.9 Drenagem de águas pluviais .....	34
<b>6.1.10 Comercialização .....</b>	<b>35</b>
<b>7 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>36</b>
<b>7.1 Reserva Estimada .....</b>	<b>37</b>
<b>7.2 Planejamento de Lavra .....</b>	<b>37</b>
<b>7.3 Desenvolvimento de Lavra.....</b>	<b>38</b>
<b>7.4 Lavra.....</b>	<b>39</b>
<b>8 PROPOSTAS DE MELHORIAS.....</b>	<b>40</b>
<b>8.1 Prospecção Mineral .....</b>	<b>40</b>
<b>8.2 Amostragem .....</b>	<b>40</b>
<b>8.3 Plano de Lavra .....</b>	<b>40</b>
<b>8.4 Beneficiamento.....</b>	<b>41</b>
<b>8.5 Infraestrutura .....</b>	<b>41</b>
<b>8.6 Plano de Drenagem.....</b>	<b>41</b>
<b>8.7 Segurança no Trabalho.....</b>	<b>42</b>
<b>9 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>43</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>44</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A sociedade atual, é extremamente dependente de recursos minerais os quais abastecem desde fertilizante para agricultura à insumos para construção de obras em geral, e fabricação de objetos de diversos segmentos (POUCHAIN, 2011). Para os processos e métodos de desenvolvimento econômico e social, com qualidade ambiental, hoje existentes no mundo, pode-se afirmar que não há progresso sem a mineração e seus produtos (SILVA, 2012)

A mineração contribui de forma decisiva para o bem-estar e a qualidade de vida da população, sendo fundamental para o desenvolvimento de uma sociedade. Contudo, é notório que a mineração, em geral, independente da substância mineirada, gera impactos, tanto de ordem ambiental, quanto social e econômica, exatamente por se tratar de bem natural não renovável (ANNIBELLI e FILHO, 2006).

Conforme afirma Valverde (2001) os agregados para a indústria da construção civil são os insumos minerais mais consumidos no mundo. Em 2014, o consumo de agregados liderou com 45.370 milhões de toneladas (METSO:OUTOTEC, 2020).

A lavra de areia para construção civil desenvolve-se de forma similar e muito numerosa nos grandes centros urbanos. Os mais antigos dados relacionados ao uso da areia na construção civil aparecem no sítio arqueológico de Tell Mureybet (na atual Síria), onde foram localizadas casas construídas com areia comprimida. Tell Mureybet é o mais antigo povoamento conhecido (8.600 a 7.300 a.C) (VIRTUALHAB, 2022).

Segundo Cimento Itambé (2022) um estudo da *Leiden University*, na Holanda, apontou que a demanda global por areia pode aumentar em 45% até 2060. Consequentemente, este alto consumo poderá resultar na escassez do material. Cita ainda que atualmente, a areia é umas das principais matérias-primas da construção civil. Cerca de 32 bilhões a 50 bilhões de toneladas de areia são usadas globalmente a cada ano.

Em 2010 no Brasil, a produção de areia foi de 267 milhões de toneladas com a expectativa que essa produção duplique em 2022 (IBRAM, 2010). Temos como exemplo de consumo, a cada quilômetro de estrada pavimentada consome 9.800 toneladas, uma casa popular de 50m<sup>2</sup>, consome 68 toneladas, enquanto em edifícios, para cada 1.000m<sup>2</sup>, são consumidas 1.360 toneladas (SANTOS, 2015 apud IBRAM, 2011). Ressaltando que o produto mineral possui baixo valor econômico, sendo até 2/3 do seu preço devido ao transporte de origem ao consumidor final (RESO, 2015).

Segundo a Simineral (2022), o setor da mineração tem sido um dos principais motores de crescimento da Região Norte, especialmente no Pará, muito condicionado as

grandes jazidas localizadas em seu território. Desde a década de 50, com as primeiras descobertas de depósitos minerais, houve uma corrida migratória de várias regiões do Brasil, povoando principalmente o sudeste do estado do Pará e mais recentemente a parte oeste, mais precisamente as cidades de Oriximiná e Juruti, que abrigam dois grandes empreendimentos de mineração de bauxita, matéria prima para obtenção do alumínio. A mineração de alto porte, representada na região pelos empreendimentos de bauxita da Mineração Rio do Norte (MRN) e da *Aluminum Company of América* (ALCOA), localizadas nas cidades de Oriximiná e Juruti respectivamente, causam impactos gigantescos nas economias locais, mudando o panorama socioambiental e econômico dessas cidades.

Para o processo de construção de um novo ambiente, oriundo da expansão territorial urbana propiciada pela chegada da mineradora ALCOA no município de Juruti, algumas outras indústrias e empreendimentos precisam ser ativadas ou ampliadas, o que nos leva ao objetivo deste trabalho que é o diagnóstico do método de lavra de um empreendimento minerário de areia no município de Juruti-PA.

Como mencionado anteriormente, a areia é um agregado da construção civil, e com o crescimento da cidade, a transformação foi natural, novas habitações e mudança das estruturas já existentes demandaram o uso de grandes quantidades desse material para criação da nova infraestrutura local.

Todavia, boa parte dessa produção foi de maneira ilegal, visto que antes de todo esse processo, o município não dispunha de uma fiscalização efetiva, contudo, recentemente, a fiscalização tornou-se mais atuante, e os empreendimentos tem se atentado a importância da regularização da extração minerária de areia, dessa forma, espera-se com esse trabalho apresentar o atual cenário do empreendimento e sugerir mudanças de caráter técnico para melhor aproveitamento dos recursos naturais.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Realizar o diagnóstico do processo da lavra de areia e propor melhorias ao empreendimento.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Identificar empreendimentos licenciados para explorar areia no município de Juruti-PA;
- Entender o fluxograma de produção da mina de areia;
- Caracterizar o processo produtivo;
- Verificar os processos de regulamentação para exploração de areia;
- Propor condicionantes e melhorias ao empreendimento.

### 3 JUSTIFICATIVA

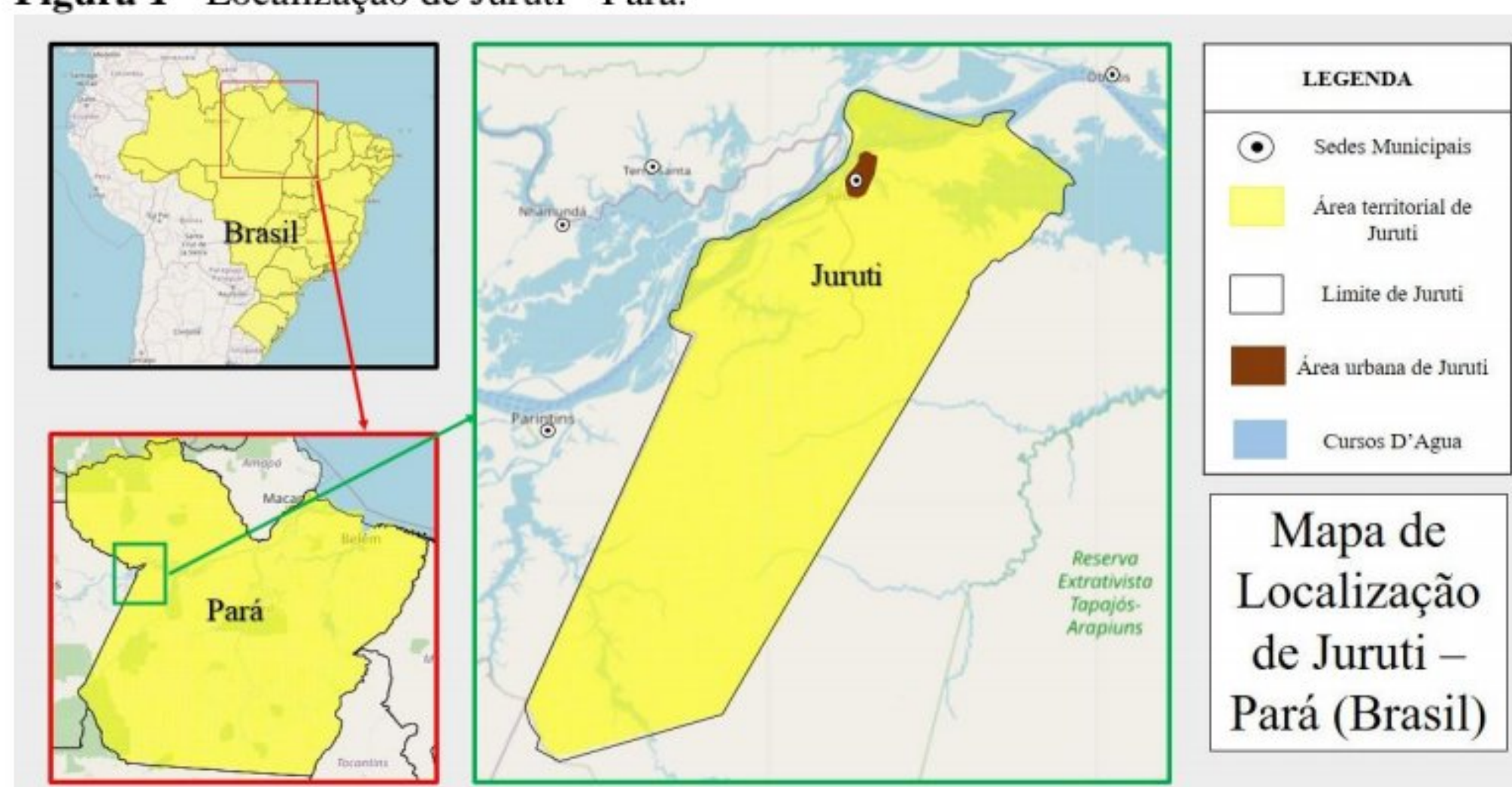
A mineração de areia, mesmo sob circunstâncias controladas, impacta o meio ambiente. Para piorar, hoje há falta de fiscalização e políticas de regulamentação nessa área, resultando em explorações indiscriminadas e ilegais. Este cenário, associado com a crescente demanda dessa matéria-prima, se faz necessário estudos qualitativos e quantitativos sobre os efeitos da mineração. Nesse contexto, nota-se uma escassez de estudos sobre os minerais explorados por empresas de pequeno porte na região amazônica, mais especificamente àqueles localizados à oeste do Pará, região cuja ênfase de estudos sobre a atividade minerária é historicamente dada à grande mineração e ao garimpo. Dessa maneira, gerou o interesse em diagnosticar o panorama acerca da extração e comercialização de areia para construção civil em Juruti. Diante disso, buscou-se uma linha de trabalho para conhecer o sistema organizacional, tecnológico e mercadológico de um empreendimento minerário de areia em Juruti-PA, analisando a responsabilidade ambiental, para criar propostas de otimização de processo, afim de gerar um melhor desenvolvimento econômico e social.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

### 4.1 Juruti e a economia local

Juruti foi uma aldeia de índios Mundurucus, fundada, em 1818 e sujeita à direção de um missionário com poderes paroquiais. Conforme dados Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022) o município de Juruti está localizado no Estado do Pará no lado oeste na Mesorregião do Baixo Amazonas, com uma população estimada em (2021) de 59.961 habitantes e uma extensão territorial de 8.305,454 km<sup>2</sup>, tendo apenas de Área urbanizada em (2019) 10,13 km<sup>2</sup> demonstrado na figura 1.

**Figura 1** - Localização de Juruti - Pará.



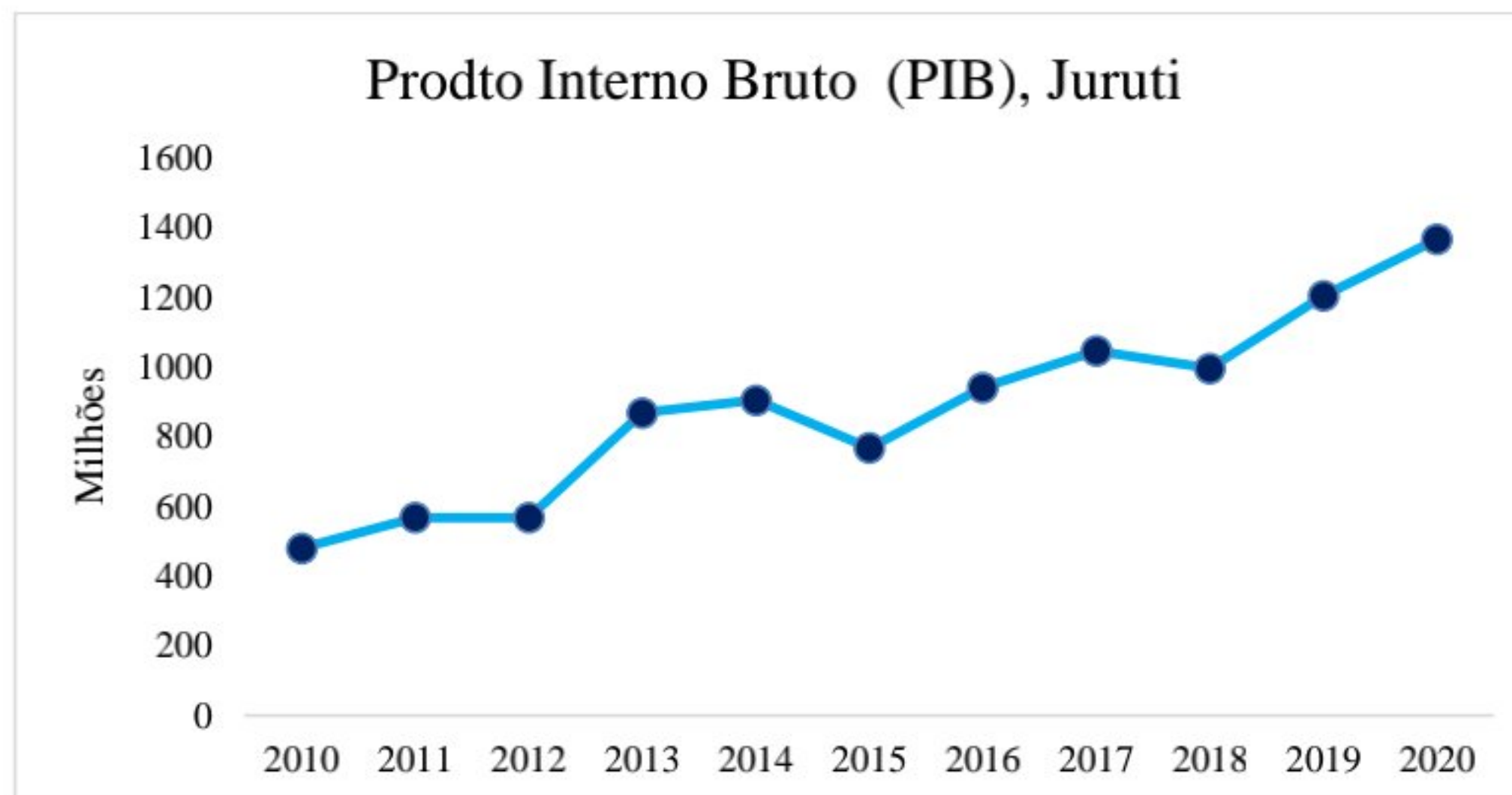
Fonte: Adaptado de BDIA - IBGE (2022).

A distância em linha reta entre a sede administrativa de Juruti e da sede administrativa de Belém (capital do estado do Para) é 846.54 km, mas a distância de condução é 1,432 km. Juruti faz fronteira com os municípios de Terra Santa, Oriximiná, Óbidos, Santarém, Aveiro, e também o estado do Amazonas. É um dos principais polos mineradores do Pará se destacando como um dos principais produtores de bauxita do país. Situado a 33 metros de altitude, com as coordenadas geográficas de: Latitude: 2° 9' 12" Sul, Longitude: 56° 5' 14" Oeste. (CIDADE-BRASIL, 2022)

A economia de Juruti tradicionalmente, esteve sempre conectada ao pequeno comércio varejista e atacadista, por meio da redistribuição de alimentos, bebidas, vestuário, material de construção, combustível, etc. (OLIVEIRA e PENA et. al., 2014). Porém a partir de 2005, sofreu transformações significativas na economia e no âmbito social, acarretando alterações na sua dinâmica de estrutural, destacando-se nos últimos anos um alto crescimento

dentro da mesorregião do baixo Amazonas, decorrentes do aumento no seu Produto Interno Bruto (PIB) (Figura 2). Este cenário gera oportunidades de trabalho e possibilidades de novos investimentos comerciais, como as atividades em processo de expansão: mineração de agregados (areia, argila e brita), fabricação de produtos alimentícios, fabricação de produtos cerâmicos, obras de engenharia civil em geral, entre outros.

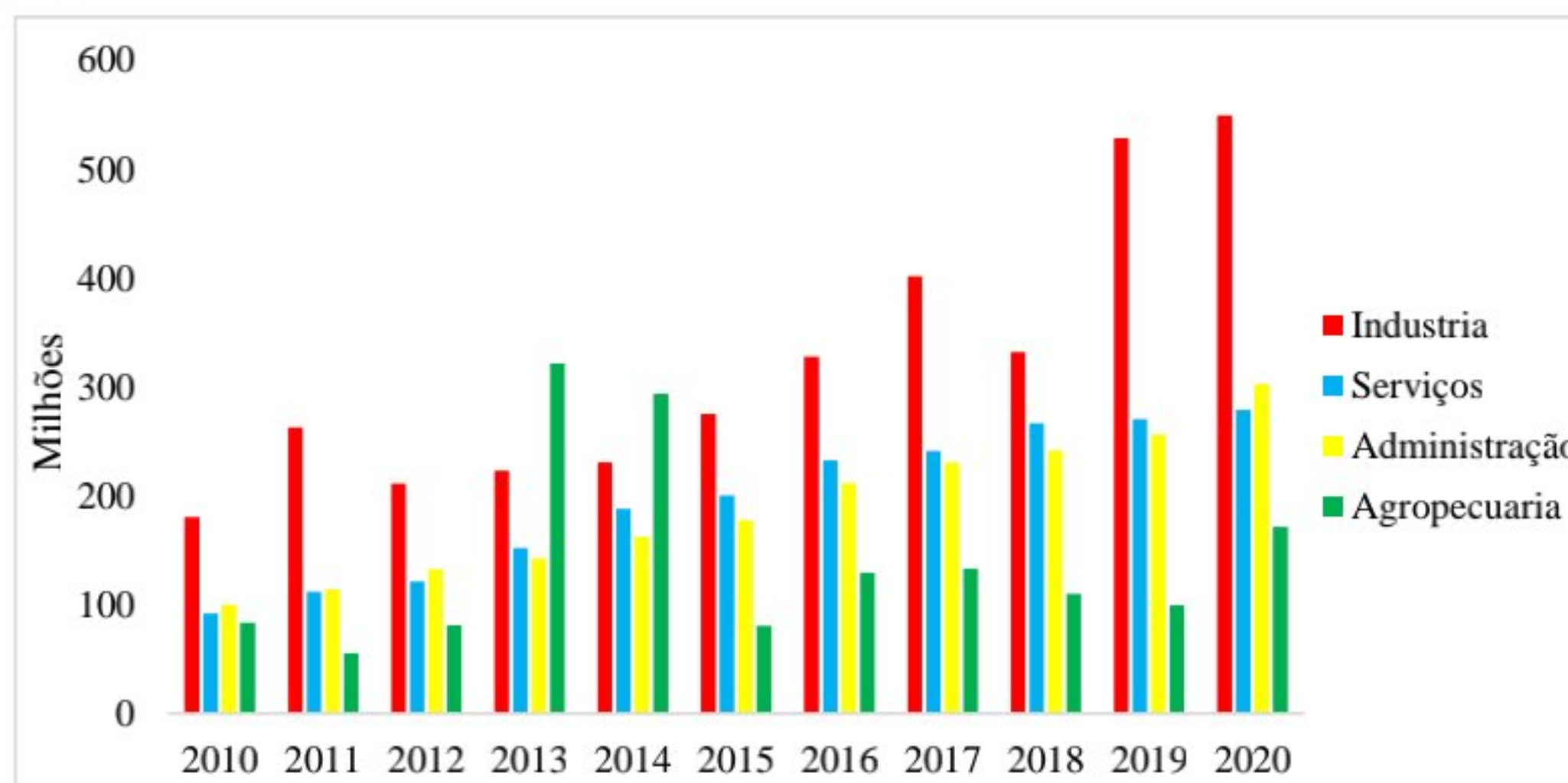
**Figura 2** - Produto Interno Bruto de Juruti entre os anos 2010 a 2020.



**Fonte:** Adaptado de IBGE (2022).

O PIB de Juruti em maior parte provem da indústria, composto também de administração pública, serviços e agropecuária como demonstrado na figura 3.

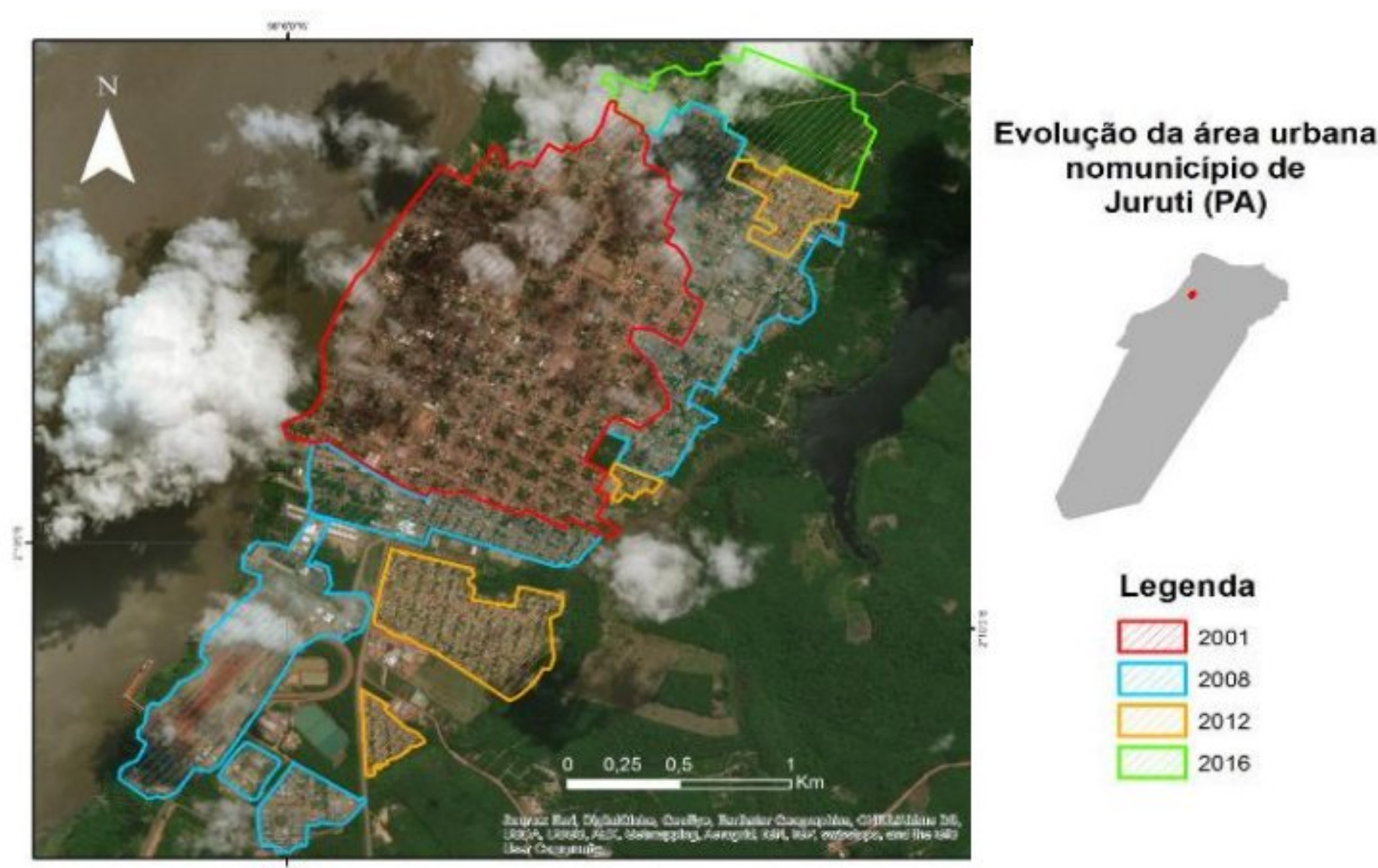
**Figura 3** - Valor adicionado bruto a preços correntes.



**Fonte:** Adaptado de IBGE (2022).

O município possui cerca 5,4 mil empregos com carteira assinada em 2020. O salário médio mensal era de 3,4 salários mínimos. A proporção de pessoas ocupadas em relação à população total era de 9.8% (IBGE, 2022). Segundo Silva (2017), o município também apresentou uma expansão da área urbana (Figura 4), resultante da migração de pessoas, devido em grande parte, pelo aumento de empregos diretos e indiretos gerados pela empresa de mineração ALCOA.

**Figura 4 -** Evolução da área urbana de Juruti.



**Fonte:** Silva (2017)

## 4.2 Areia

A areia ocorre em cursos d'água, em depósitos naturais de arenitos inconsolidados, aluviões antigos ou recentes, depósitos residuais, solos de alteração, em locais de intemperismo de rochas ricas em quartzo, comuns nas zonas de chapadas (LA SERNA e REZENDE, 2013).

Segundo Reso (2015) a areia natural é um conjunto de minerais, normalmente abundantes em leitos de rios e praias. Normalmente é usada como matéria-prima na construção civil por aumentar a resistência dos materiais cimentícios e diminuir seus custos.

A NBR 7211 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), define areia ou agregado miúdo como areia de origem natural ou resultante da britagem de rochas estáveis, ou a mistura de ambas, cujos grãos passam pela peneira ABNT de 4,8 mm e ficam retidos na peneira ABNT de 0,075 mm. Se dividindo em três produtos segundo a NBR 7211/83 (fina, média, grossa). Conforme a tabela 2.

**Tabela 1** – Faixas granulométrica da areia.

<b>AREIA</b>	<b>Granulometria</b>	
	Passante (mm)	Retido (mm)
<b>Fina</b>	0,06	0,2
<b>Média</b>	0,2	0,6
<b>Grossa</b>	0,6	2

Fonte: NBR 7211/83

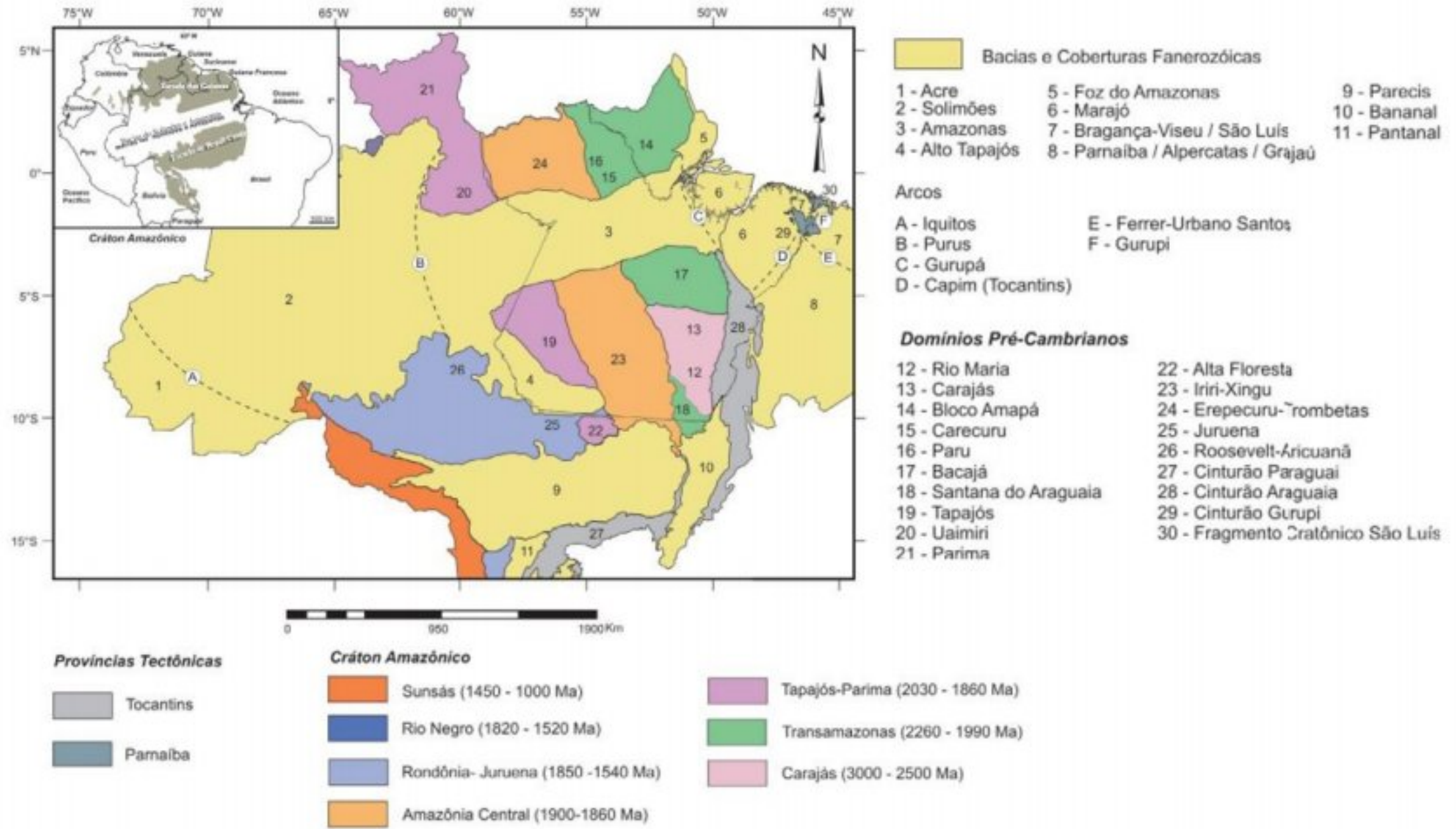
Embora pareça um material abundante no planeta, o estudo alerta para o fato de que nem todo o tipo de areia é adequado para construção. É o caso, por exemplo, da areia do deserto, cujos grãos são considerados lisos demais para fazer concreto. Já a areia do mar possui níveis de cloreto muito altos para a maioria dos propósitos de construção (RESO, 2015).

### 4.3 Geologia

#### 4.3.1 Geologia Regional

As áreas de estudo estão inseridas no contexto regional na Província Estrutural Amazonas-Solimões, a qual, representa uma grande Província Sedimentar que separa o Cráton Amazônico em duas partes: ao norte, no Escudo das Guianas, e, ao sul, no Escudo do Brasil Central. Dispõe-se na região norte brasileira com cerca de 1.800.000 km<sup>2</sup>, mais precisamente na bacia do Amazonas, se estende por uma área de aproximadamente 500.000 km<sup>2</sup>, com eixo maior orientado na direção ENE-WSW. Seus estratos sedimentares recobrem as províncias pré-cambrianas dos escudos, envolvendo essencialmente terrenos arqueanos e proterozoicos, constituindo uma entidade geotectônica não afetada pelo Ciclo Brasileiro (1,0– 0,54 Ga). (LIMA e BEZERRA, 2018). Como podemos ver na figura 5.

**Figura 5 -** Províncias tectônicas e estruturais da região amazônica no norte do Brasil.

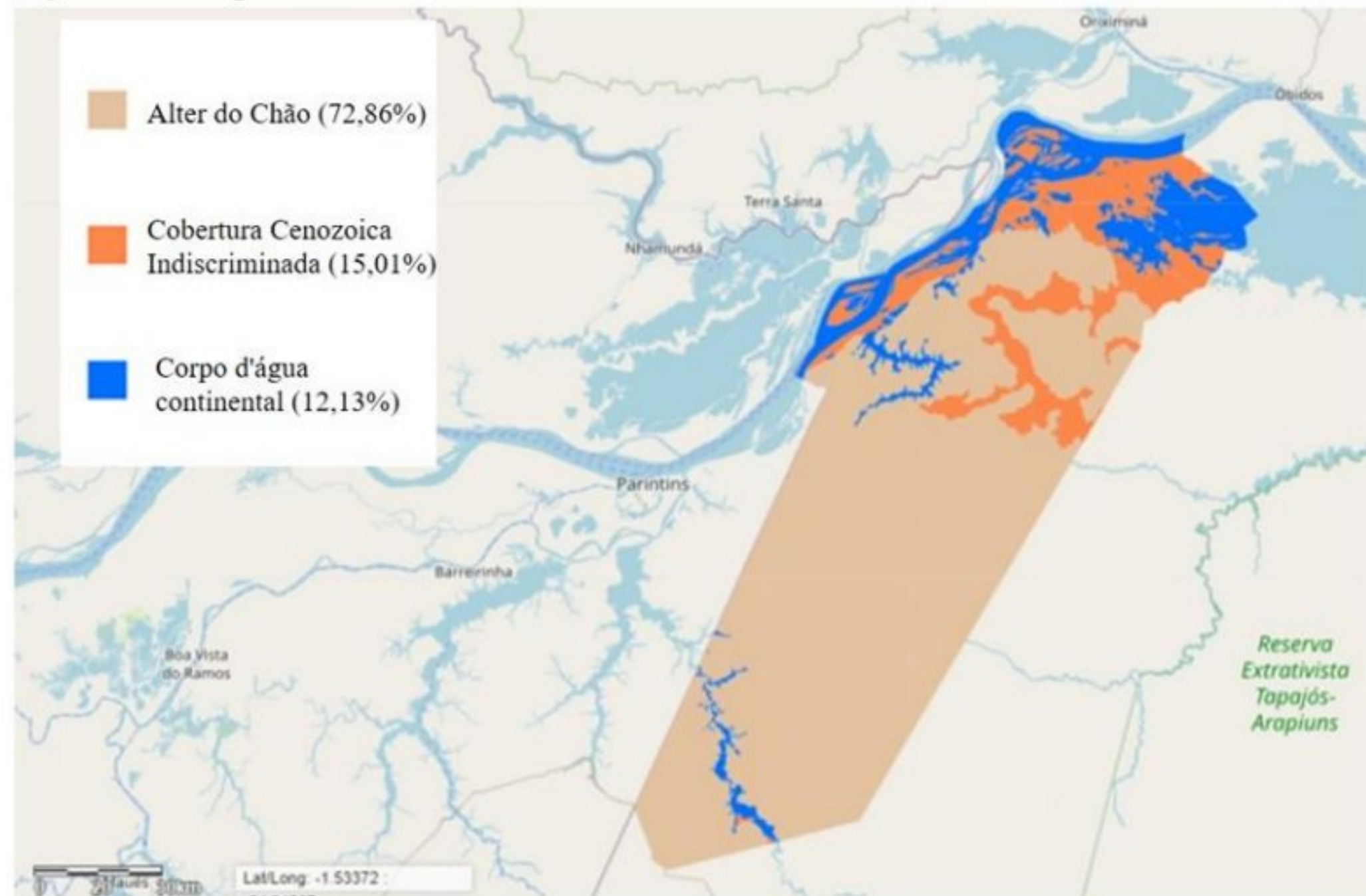


Fonte: Adaptado de Vasquez e Rosa-Costa (2008).

#### 4.3.2. Geologia Local

Geologia predominantemente dentro do território de Juruti caracterizada pela Subprovíncias Estrutural, Alter Do Chão composta de arenitos finos a grosseiros, siltitos e argilitos caulínicos, de coloração variegada, mal selecionados. Horizontes conglomerativos. Esta configuração é visualizada na figura 6 (IBGE, 2023).

**Figura 6 -** Subprovíncias estruturais de Juruti.



Fonte: Adaptado de IBGE (2022).

Depósitos de areia utilizada na construção civil e argila usada para fabricação de cerâmica vermelha ocorrem associados à Formação Alter do Chão nas imediações da cidade de Santarém (MACIEL, 2019). A Formação Alter do Chão (arenitos e pelitos avermelhados bioturbados) depositada no Neocretáceo, em paleoambientes de planícies abandonadas e rios entrelaçados com clima seco a úmido estendem-se até as bacias subandinas. (SANTOS, 2010).

#### **4.4 Aspectos Fisiográficos**

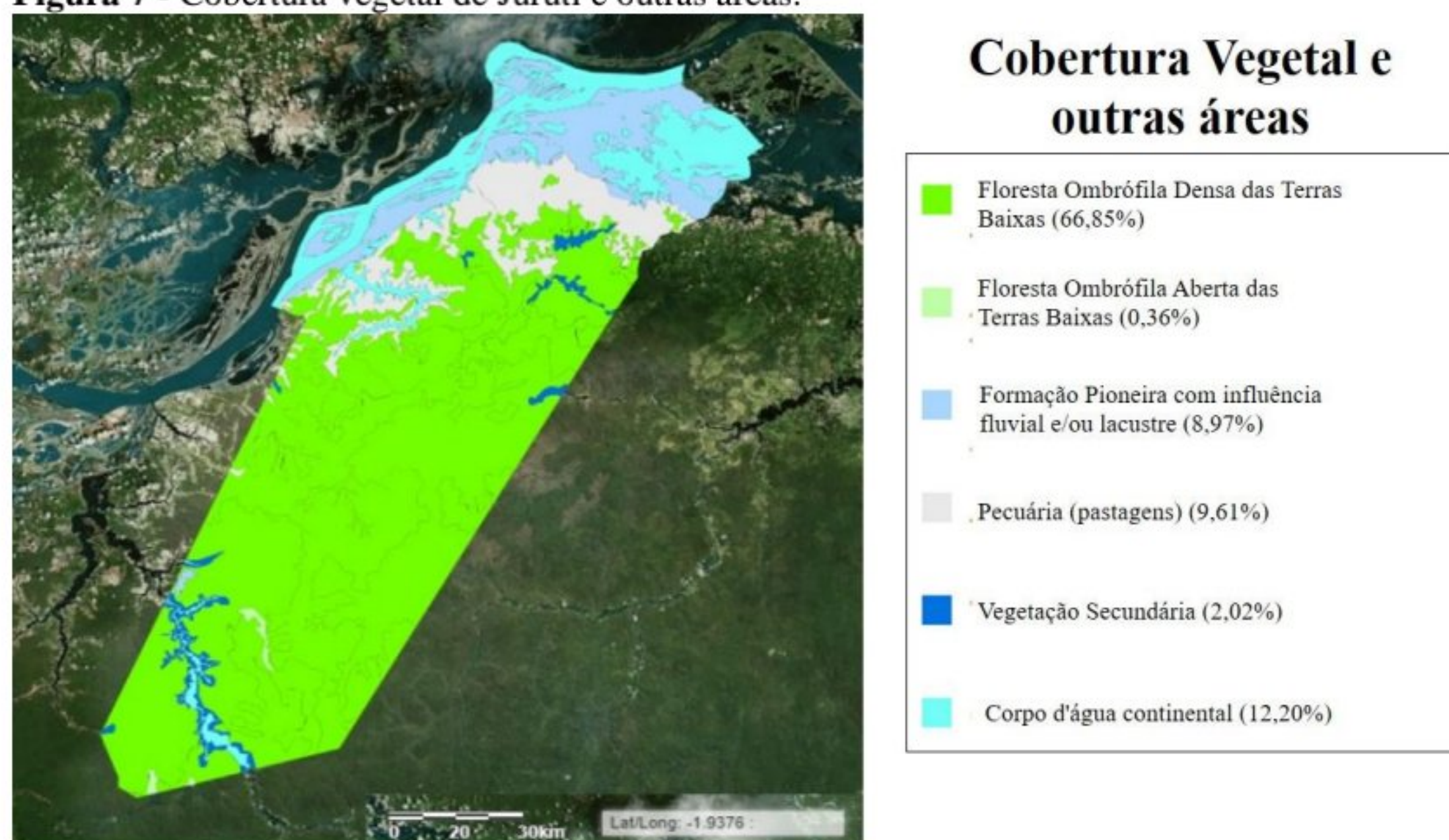
##### **4.4.1 Clima**

A região de Juruti está localizada no domínio de clima equatorial úmido do tipo Am, segundo a classificação de Köppen (SUDAM, 1984). Em geral a temperatura varia de 24 °C a 33 °C, e a época com maior precipitação compreende o período de dezembro a junho, aproximadamente 6 meses. O mês com maior número de dias com precipitação em Juruti é abril, com média de 24,5 dias com pelo menos 1 milímetro de precipitação. E agosto com média de 7,3 dias com pelo menos 1 milímetro de precipitação, é o mês com menor precipitação (WEATHERSPARK, 2023).

##### **4.4.2. Fauna e Flora**

A biodiversidade florística e faunística (aves, peixes, anfíbios, répteis e mamíferos) traz informações sobre o conjunto de plantas e animais existentes na área. Em um diagnóstico biológico de flora foram identificadas quatro fitofisionomias florestais: floresta ombrófila densa; floresta ombrófila aberta, vegetação secundária e formação pioneira com influência fluvial (IBGE, 2022). Sendo 119 espécies, 88 gêneros e 41 famílias. Quanto ao hábito de crescimento das fanerógamas, 87,5% das espécies são árvores, 6,7% são palmeiras e 5,8% são lianas. As famílias botânicas presentes apontam para uma alta diversidade florística, porém uma baixa biodiversidade. Isso deve-se em parte a dominância ecológica de algumas espécies e a forte pressão antrópica (MOURA e PEREIRA *et al.*, 2019). Na figura 7, é possível identificar as coberturas vegetais.

**Figura 7 - Cobertura vegetal de Juruti e outras áreas.**



Fonte: Adaptado de IBGE (2022).

(Moura e Pereira et al., 2019) na fauna a uma grande variedade de espécie dividida em *Ictiofauna* 62 espécies aproximadamente, 75,6% são endêmicas dos rios da Bacia Amazônica. *Herpetofauna* dentre anfíbios e reptéis 38 espécies sendo 60% das espécies endêmicos da floresta amazônica, na *Avifauna* são 13% endêmicas da floresta amazônica das aproximadamente 205 espécies. Dos já citados não houve registro de espécies novas, exóticas ou migratórias para a região e nem de espécies raras, e nenhuma das espécies registradas está classificada como ameaçada. Para a *Mastofauna* entre espécies de porte pequeno, médio, grande e os voadores são aproximadamente 32 espécies das quais 31,5 % são endêmicas da região amazônica. Vale ressaltar a presença do macaco-de-cheiro (*Saimiri ustus*) que está classificada como “quase ameaçada” pela IUCN (2019).

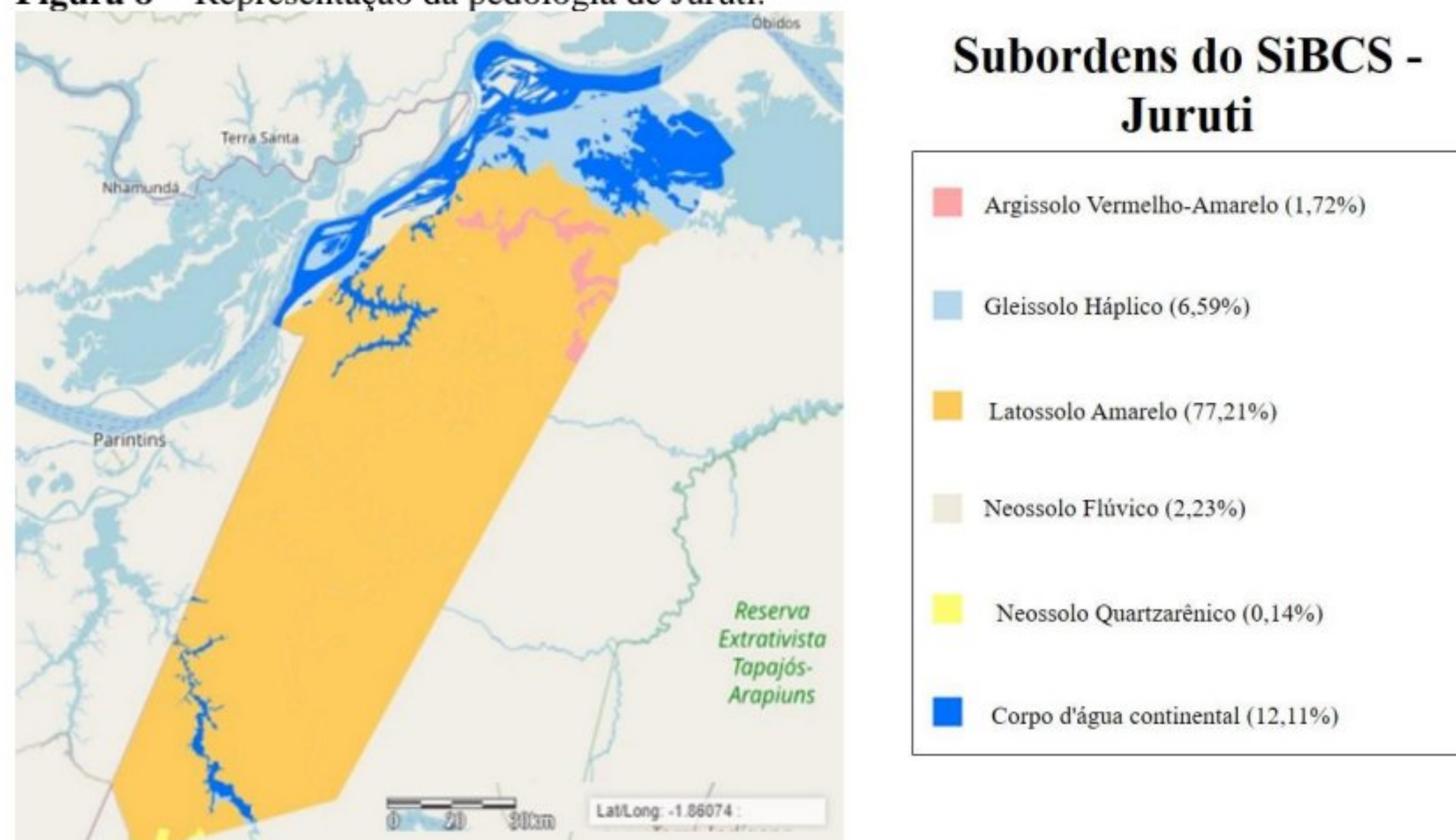
#### 4.4.3 Relevo

O relevo reflete, em suas formas moderadas, a singeleza da estrutura geológica existente, representado por áreas de baixas colinas, tabuleiros e aplainados, escarpas tabulares e terraços e várzeas, inseridos morfoestruturalmente na unidade Planalto Rebaixado do Amazonas (do Médio Amazonas). A variação altimétrica do Município é moderada, com sua sede cotada em 40 metros. Entretanto, há maiores altitudes nas escarpas tabulares, em sua porção norte, que alcançam de 130 metros a 150 metros. (FARO, 2022)

#### 4.4.4 Pedologia

O solo do município de Juruti é caracterizado por Latossolo Amarelo, que apresenta textura média, argilosa e muito argilosa. Argissolo vermelho-amarelo distrófico típico, médio argiloso a húmico, forte ondulado, petroplântico médio, muito cascalhenta/argiloso. Possui também às margens do Rio Amazonas à norte do município, Gleissolo Háptico Tb estrófico típico, indiscriminado a moderado plano, combinado com Gleissolo Melânico Tb eutrófico típico, indiscriminado a húmico plano. E ainda em pequenas porções, Neossolos (Flúvico e Quartzarênico) (IBGE, 2022), como observados na figura 8.

**Figura 8 -** Representação da pedologia de Juruti.



**Fonte:** Adaptado de IBGE (2022).

#### 4.4.5 Hidrografia

Pertencente a bacia hidrográfica do Rio Amazonas, a área conta lagos, igarapés e cursos d'águas. A área também possui nascentes permanentes que alimentam os lagos e igarapés. Ao sul do Município, há um extenso trecho do rio Mamuru, que nasce no município de Aveiro, e desemboca no rio Amazonas, no município de Parintins. Outros rios se destacam no município, com o rio Aruã, afluente da margem esquerda do rio Arapiuns e seu afluente da margem esquerda, o rio Branco, com maior parte dos seus cursos dentro do Município. Aparece, também, na porção sudeste do Município um extenso trecho do igarapé Braço Grande do Arapiuns, um dos formadores do Rio Arapiuns. Alguns igarapés

importantes estão presentes no município, como o de: Igarapé Arauá, da Sabina e outros que drenam para o rio Mamuru. Ainda, no aspecto hidrográfico, vários lagos estão presentes inseridos nas áreas de várzeas do Amazonas. Destacam-se os lagos Salé, da Poção Grande Paranaipitinga e outros (FARO, 2022).

#### 4.5 Legislação.

No Brasil, os recursos minerais são de posse da União, a qual por meio da ANM, coordena o direito de explorar os recursos que devem seguir as regras do Código de Mineração, podendo qualquer empresa com sede no Brasil ou cidadão brasileiro, solicitar licenças para a exploração das reservas brasileiras. Além da legislação mineral, um empreendimento necessita atender a legislação ambiental que é um procedimento administrativo destinado a licenciar atividades ou empreendimentos utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores, ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental (BRASIL, 2011). Assim como a legislação florestal que abrange normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal. Dessa forma atividade de exploração mineral deve estar respaldada nas seguintes Leis conforme a tabela 2.

**Tabela 2** – Principais leis a respeito do uso e preservação dos bens minerais.

<b>Norma</b>	<b>Descrição</b>
<b>Constituição Federal</b>	Determina a competência da regulamentação e propriedades dos bens minerais.
<b>Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981</b>	Política Nacional do Meio Ambiente
<b>Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967</b>	Código de Mineração.
<b>Lei nº 13.540, de 18 de dezembro de 2017</b>	Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM).
<b>Lei nº 12.651 de Maio de 2012</b>	Normas Florestais
<b>Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978.</b>	Regime especial para exploração e o aproveitamento das substâncias minerais.
<b>Portaria 155/2016</b>	Consolidação Normativa ANM

Fonte: Autor

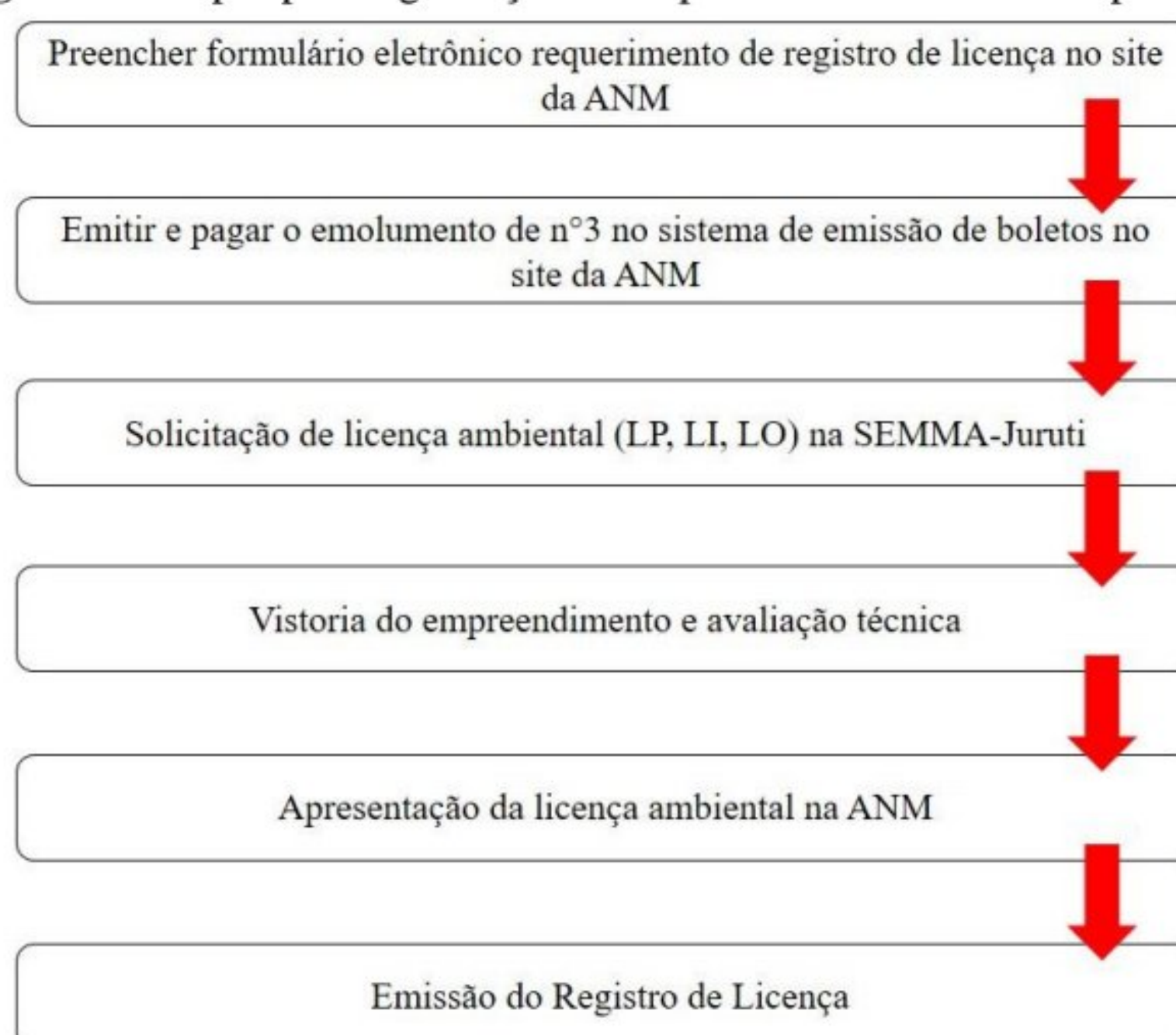
Há ainda as resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. Determinado as normas legais, conforme a tabela 3.

**Tabela 3** – Resoluções do CONAMA a respeito do uso e extração dos bens minerais.

<b>Norma</b>	<b>Descrição</b>
<b>Resolução 01/86</b>	Avaliação de impacto ambiental
<b>Resolução 01/90</b>	Emissão de ruídos.
<b>Resolução 03/90</b>	Padrões de qualidade do ar
<b>Resolução 09/90</b>	Licenciamento ambiental extração mineral.
<b>Resolução 02/96</b>	Compensação por danos ambientais.
<b>Resolução 237/97</b>	Critérios de licenciamento ambiental.
<b>Resolução 357/05</b>	Padrões e uso das águas.

Fonte: Autor

Para extração legal de agregados para construção civil se enquadrar nos procedimentos legais, deve-se atender ao seguinte fluxo da figura 9:

**Figura 9** – Etapas para legalização de empreendimento minerário para construção civil.

Fonte: Autor

#### 4.6 Impactos Ambientais

Segundo Dantas (2019) a exploração mineral causa impactos negativos que alteram a superfície terrestre, alterando a paisagem, causando impactos negativos que atingem flora, fauna, solo, águas, ar, que impactam não só as áreas lavradas, mas também seus arredores ou áreas maiores. De acordo com Silva (2012) Os impactos ambientais possuem dois atributos principais: a magnitude que é a medida da mudança de valor de um fator ou parâmetro ambiental provocada por uma ação, e importância que é a ponderação do grau de significação de um impacto em relação ao fator ambiental afetado.

#### 4.7 Métodos de Lavra de Areia.

De modo geral, a extração de areia para a construção civil vai depender das características da jazida e o tipo de depósito. Segundo Chaves e Whitaker (2009) os três principais métodos de lavra são: dragagem, desmonte hidráulico e cava em tiras. Seguindo as características de ocorrência por LUZ e ALMEIDA (2012), conforme a tabela 4.

**Tabela 4 - Métodos de lavra da areia.**

<b>Métodos típicos de extração</b>	<b>Formas de ocorrência da areia</b>
<b>Dragagem</b>	Encontrada nos leitos de rios atuais
<b>Desmonte hidráulico</b>	Encontrada nas planícies e terraços aluviais fundos de vale (pretéritos)
<b>Lavra em tiras</b>	Areia consolidada na forma de arenitos ou quartzitos, formando platôs, com escarpas Não coesa, encontrada em dunas litorâneas

Fonte: Adaptado de LUZ e ALMEIDA (2012)

**Dragagem** – é a retirada de areia de leito de rios através de sucção, na qual um sistema de bombeamento com tubulação que chega no fundo dos rios, retira o material e redireciona para um sistema de classificação, em linhas gerais, são depósitos com espessura variável desde poucos metros, podendo atingir dezenas de metros (SILVA, 2012). Quanto a instalação o sistema de bombeamento pode ser montado sobre: barcaça móvel (autopropulsão ou com auxílio de barco reboque), que transporta o minério; barcaça com ancoragem fixa, com o minério transportado por tubulação sustentada sobre tambores flutuantes (QUARESMA, 2009).

**Desmonte hidráulico** – é feito em cavas secas e em mantos de alteração de maciços rochosos, é o método pelo qual as rochas pouco coesas são desagregadas por pressão de jato d'água, formando uma polpa com 15% de sólidos que são direcionados até as bacias de acumulações para posterior tratamento. É bastante empregado para depósitos horizontais e sub-horizontais de matérias primas minerais com elevado conteúdo de areia de quartzo (LUZ e ALMEIDA, 2012). Quanto ao transporte, acontece naturalmente por gravidade, porém muitas vezes é necessárias vias de transporte para escoamento da polpa até local de disposição do material desagregado. Quaresma, (2009) define as vantagens e desvantagens do método conforme a tabela 5.

**Tabela 5 - Vantagens versus desvantagens do desmonte hidráulico.**

<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Alta produção	Considerável necessidade de água
Baixos custos operacionais (se comparado ao desmonte mecânico)	Limitado a depósitos inconsolidados que se desagregam hidráulicamente
Baixos investimentos	Alto controle com água excedente
Boa recuperação	Frentes de lavras favoráveis ação da gravidade
Apresenta boas condições de peneiramento e classificação	Necessidade muito espaço disponível para a disposição dos rejeitos do processo

Fonte: Adaptado de QUARESMA (2009).

**Lavra em tiras** - O método em si é relativamente simples, constituindo-se de escavação mecânica direta do minério, por equipamentos de escavação (escavadeiras ou tratores/pás-carregadeiras) e carregamento em caminhões basculantes que fazem o transporte do material (QUARESMA, 2009). Quanto as instalações, não requer muita infraestrutura, desde que os avanços horizontalizados para retirada do minério não alcancem os lençõs freáticos. Porém, quando às cavas se enchem formando lagoas artificiais, é necessário sistemas para alcançar materiais mais distantes da borda.

## 5 METODOLOGIA

O presente estudo tem como finalidade analisar o planejamento de lavra de uma mina de areia no município de Juruti-PA, considerando as etapas legais para abertura de um empreendimento de bem mineral para uso imediato na construção civil, assim como, as atividades de operação até seu descomissionamento. Inicialmente foi realizado um levantamento na plataforma SigMine-Sistema de Informação Geográfica da Mineração da Agência Nacional de Mineração-ANM de empreendimentos que atuam no município na extração de areia.

Dentre os processos minerários encontrados, foi escolhido o da empresa Médio Norte Materiais de Construção Ltda, devido a colaboração do empreendedor em ceder dados para a realização desta pesquisa. Por conseguinte, foi realizada revisões bibliográficas, para fundamentação teórica do assunto abordado.

Portanto, para fomentar este trabalho de estudo de campo, foram utilizados trabalhos acadêmicos, consulta no banco de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, Instituto Brasileiro de Mineração-IBRAM, Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Juruti-SEMMA/Juruti, Centro de Tecnologia Mineral-CETEM entre outras fontes, como forma de compreender a geologia local, o contexto da indústria de agregados, bem como as operações para extração de areia.

Em seguida foi realizada uma visita in loco na mina para observar o seu funcionamento, desde a forma que o produto é explorado e como ocorre a classificação até a comercialização do produto final.

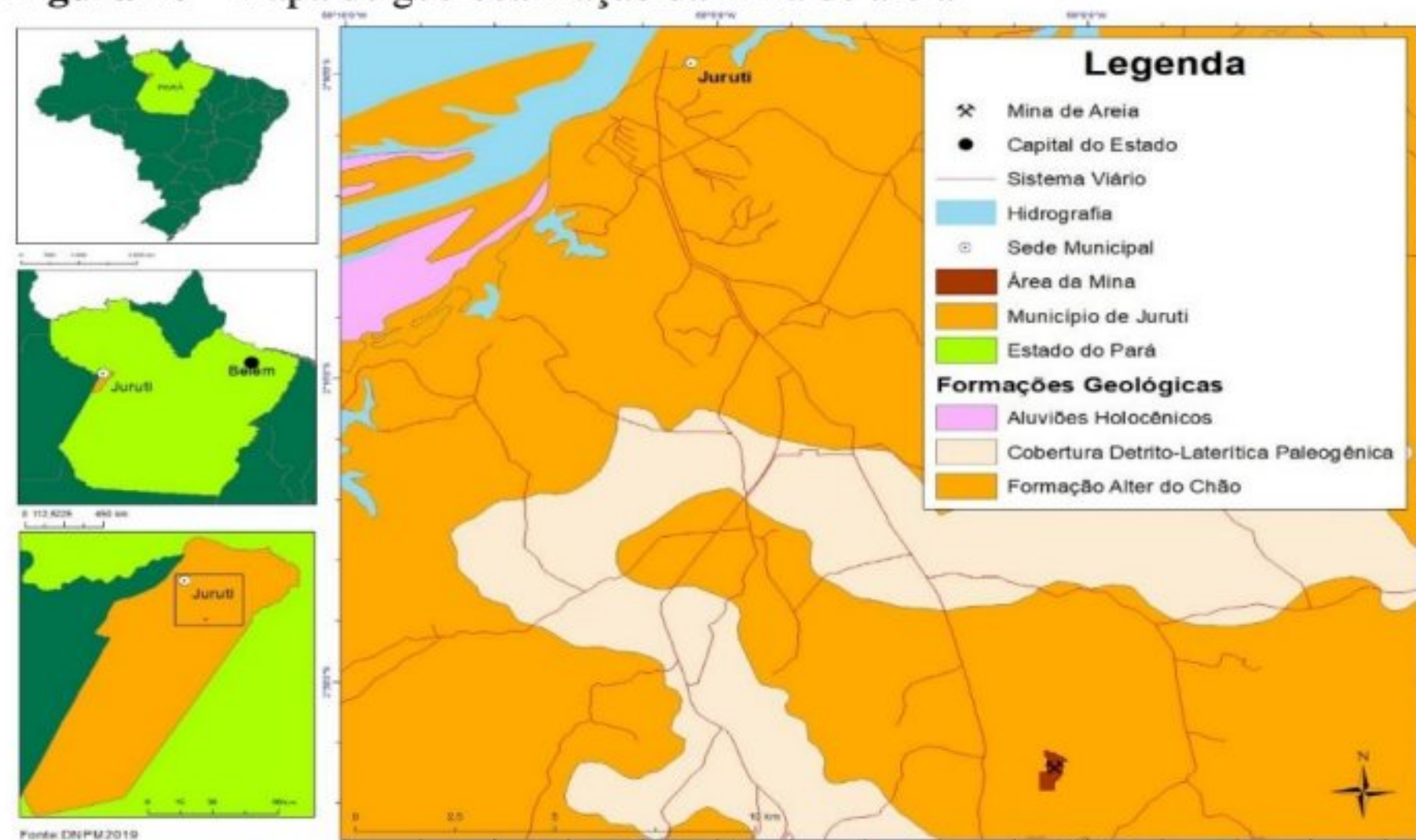
Posteriormente, foi realizada a análise e o levantamento de dados do método de lavra utilizado pela a empresa. Dessa forma, os fatos descritos nos resultados e discussões mostram as atividades executadas pela empresa e materiais utilizados durante a lavra retratando a realidade local, com a avaliação e descrição dos impactos. Por fim, comparou-se o método usado no empreendimento com referenciais teóricos, assim, gerando análises pessoais nas considerações finais.

## 6 DIAGNÓSTICO DO EMPREENDIMENTO

### 6.1 Mina de Areia

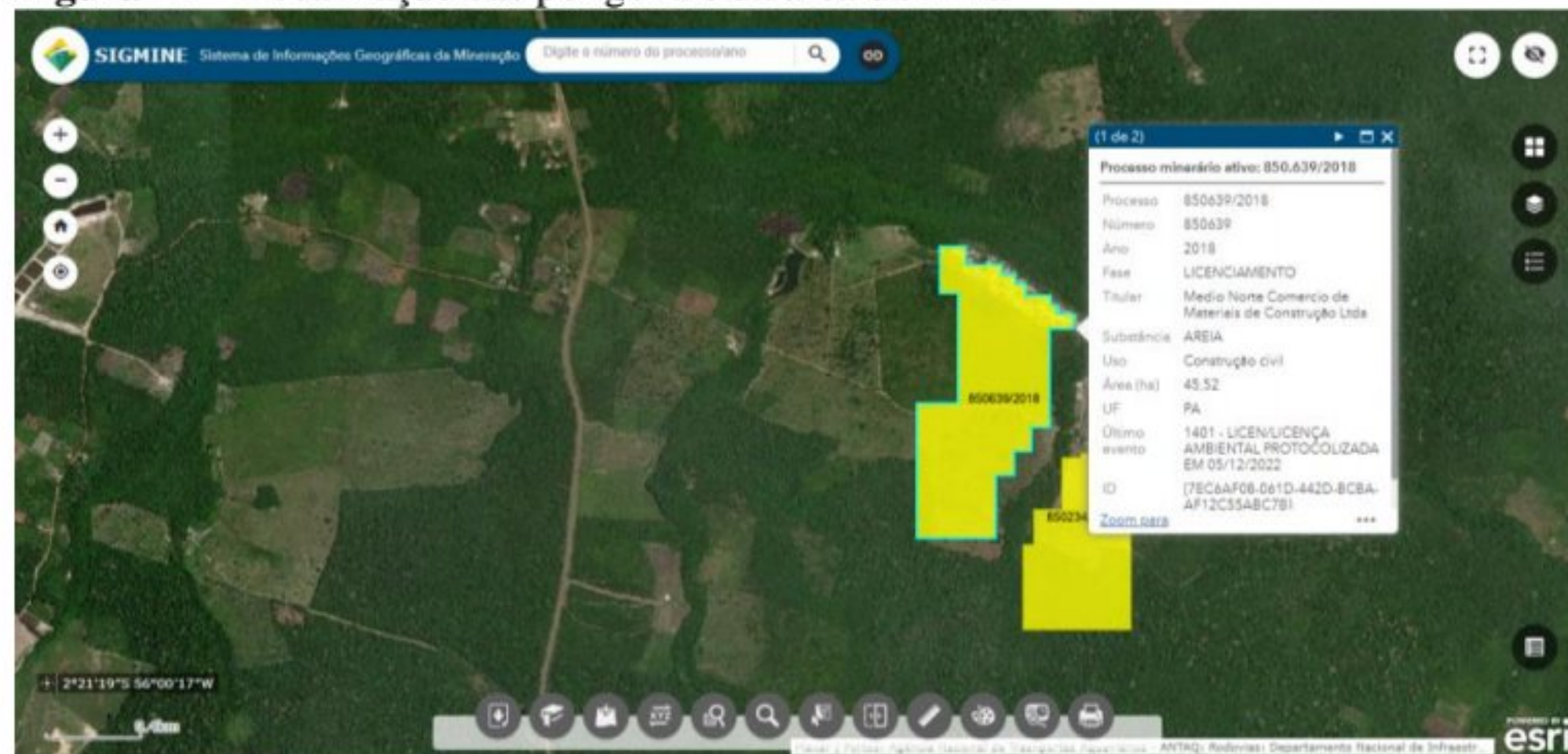
O empreendimento fica localizado a aproximadamente 23 km do centro urbano do município de Juruti, no entorno da comunidade Santo Hilário e o acesso é feito pela rodovia PA-257. A área de extração possui as seguintes coordenadas 02°21'47,450"S e 56°00' 38,580" W conforme podemos observar no mapa da figura 10.

**Figura 10 - Mapa de geolocalização da mina de areia**



Fonte: ANM (2019).

Desde 2018 a empresa possui Licença de Operação expedido pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Juruti e o Registro de Licença expedido pela Agência Nacional de Mineração- ANM, sob o número 50/2018 para a exploração de Areia e Cascalho, nesta área que possui 45,52 hectares e tem uma estimativa de 546.240 m<sup>3</sup> de material a ser explorado figura 11.

**Figura 11** – Localização das poligonais da área da mina

Fonte: Sigmime (2023)

### 6.1.1 Decapeamento

O decapeamento quase não é realizado, pois o produto está de forma aflorante e não se faz necessário na maior parte da área da mina. Quando há necessidade de fazer o decapeamento é retirado aproximadamente até 30 cm de camada mista de areia e argila com auxílio da escavadeira hidráulica.

### 6.1.2 Método de lavra

O desenvolvimento da mina de areia utiliza-se do método de lavra em tiras, o qual ocorre por desmonte mecânico com auxílio de escavadeira hidráulica, seguindo o comportamento do minério. Sendo assim, a camada de areia possui aproximadamente 4m de profundidade, segundo o proprietário. Na figura 12 mostra o resultado deste processo.

**Figura 12** – Resultado da etapa inicial do desagregamento dos blocos de areia.



Fonte: Proprietário da mina

### 6.1.3 Beneficiamento

O material que é explotado na mina não passa por nenhum processo de beneficiamento, seguindo diretamente para o consumidor. Não existindo nenhuma separação granulométrica da areia.

### 6.1.4 Carregamento e transporte

O carregamento é realizado geralmente com o uso de uma escavadeira hidráulica, a qual carrega o material para os caminhões basculantes que fazem o transporte, podendo ser para o consumidor ou para o pátio da empresa para estocagem e posterior comercialização. Como podemos observar no sequenciamento das figuras 13 e 14.

**Figura 13** - Escavadeira hidráulica realizando empilhamento para posterior carregamento.



Fonte: Proprietário da mina

**Figura 14** – Caminhões posicionados para o carregamento.



Fonte: Proprietário da mina

#### 6.1.5 Mão de obra

A exploração conta com quatro colaboradores contratados pela empresa. Um para operar a escavadeira hidráulica e três que dirigem os caminhões, cumprindo oito horas de trabalho, de segunda-feira a sexta-feira. Estes são registrados em carteira conforme sua função e assalariados compatível com o mercado. As vezes dispensam o uso de Equipamentos de Proteção Individual-EPI na rotina de trabalho.

#### 6.1.6 Equipamentos

Todo o processo de operação desde o decapeamento até o carregamento e transporte conta os seguintes equipamentos:

**Tabela 6** – Maquinários utilizados na jazida.

EQUIPAMENTOS	QUANTIDADE	MARCA	MODELO
<b>Escavadeira Hidráulica</b>	1	Caterpillar	320D
<b>Caminhão</b>	2	Iveco	280E28
<b>Caminhão</b>	1	Volkswagen	22260

Fonte: Autor

#### 6.1.7 Depósito de estéril

Não há camada de estéril, o único capeamento é a camada mista de areia e argila de no máximo de 30cm que é comercializado como aterro e também utilizada para manutenção da estrada de acesso.

#### 6.1.8 Infraestrutura

Na área na mina não possui instalações estruturais, como rede elétrica e rede hidráulica e a pavimentação para locomoção dos veículos são constituídos material retirado no local.

#### 6.1.9 Drenagem de águas pluviais

Não é realizado nenhum tipo de drenagem na área, dessa maneira, parte do local fica inundado no período chuvoso.

**Figura 15** – Cava inundada.



Fonte: Proprietário da mina

#### 6.1.10 Comercialização

O produto é vendido somente no município de Juruti, com o valor de R\$ 800,00 (oitocentos reais) a carrada de 16m<sup>3</sup>, R\$400,00 (quatrocentos reais) a carrada de 8m<sup>3</sup> e saindo R\$ 50,00 (cinquenta reais) o m<sup>3</sup>. Sendo estes valores com o frete incluso.

## 7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No território de Juruti, encontram-se abundâncias de bens minerais para uso imediato na construção civil, assim como, vemos em diversas localidades em todas as regiões brasileiras, ressaltando uma proximidade dos depósitos minerais do centro urbano. Devido o preço comercial agregado ao produto ser baixo, fica a viabilidade econômica para extração e comercialização condicionada à sua proximidade dos centros consumidores. Nesse sentido, o transporte torna-se uma característica importante que afeta o principal custo da produção de areia, pois este fator está diretamente ligado a competitividade do produto no mercado. Até o final da pesquisa, foram encontrados cinco empreendimentos para exploração de areia no município, sendo três destes em fase de licenciamento.

**Tabela 7 - Minas de areia localizadas no município de Juruti.**

<b>Empresa</b>	<b>Processo ANM</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Fase</b>	<b>Localização</b>
<b>Médio Norte Comércio de Materiais de Construção Ltda.</b>	850639/2018	45,52	Registro de Licença	Comunidade Santo Hilário
<b>Médio Norte Comércio de Materiais de Construção Ltda.</b>	850600/2022	36,78	Licenciamento Ambiental	Comunidade Bom que Dói
<b>F. J. Comércio de Materiais de Construção Eireli</b>	850704/2022	33,32	Licenciamento Ambiental	Ramal do Cipó
<b>Joselmo Tretin.</b>	850234/2020	46,37	Registro de Licença	Comunidade Santo Hilário
<b>Thays Comércio e Exportação Ltda</b>	850874/2022	46,90	Licenciamento Ambiental	Comunidade Santo Hilário

Fonte: Autor

Nota-se o crescente número de processos de extração de areia junto a ANM e na SEMMA- Juruti, estando distribuídos nos arredores do centro urbano do município num raio de cerca de 25 Km, pois é necessário que a produção seja o mais próximo possível dos mercados consumidores, isso se dá devido o produto possuir baixo valor unitário, sendo o frete, o principal fator desse custo. Alguns empreendimentos encontram-se ainda em fase de licenciamento junto aos órgãos competentes, outras já em fase exploração, todas tendo sede em pontos da cidade, como é caso da Médio Norte Comercio de Materiais de Construção LTDA, localizada na travessa ALCOA, S/N, bairro Bom Pastor.

A empresa da Médio Norte Comércio de Materiais de Construção LTDA possui licença de operação vigente até 2024. Trabalha na extração pelo método de lavra de tiras de areia consolidada na forma de arenitos ou quartzitos. Hoje, possuem uma escavadeira hidráulica e um escritório que empregam diretamente 6 pessoas, dos quais são 1 operador de escavadeira, 3 motoristas, além de 2 secretárias no setor administrativo.

### 7.1 Reserva Estimada

A areia encontrada no local é de composição predominante de dióxido de silício com granulometria de 2mm a 0,002 mm, com a coloração branca característico de sua formação. Não foram realizadas sondagens para definição clara da reserva, desta maneira não se sabe a quantidade exata de areia na jazida, sendo apenas indicada uma estimativa inferida levando em consideração a extensão e profundidade dos blocos da reserva, com o valor na ordem de 546.240m<sup>3</sup> de areia lavrável, conforme o cálculo de cubagem desenvolvido no PRAD do empreendimento. Dado na equação 1.

$$\text{Bloco lavrável} = \text{Área lavrável} \times \text{Espessura média da camada de areia} \quad \text{Eq.(1)}$$

$$Bl = 273.120m^2 \times 2m$$

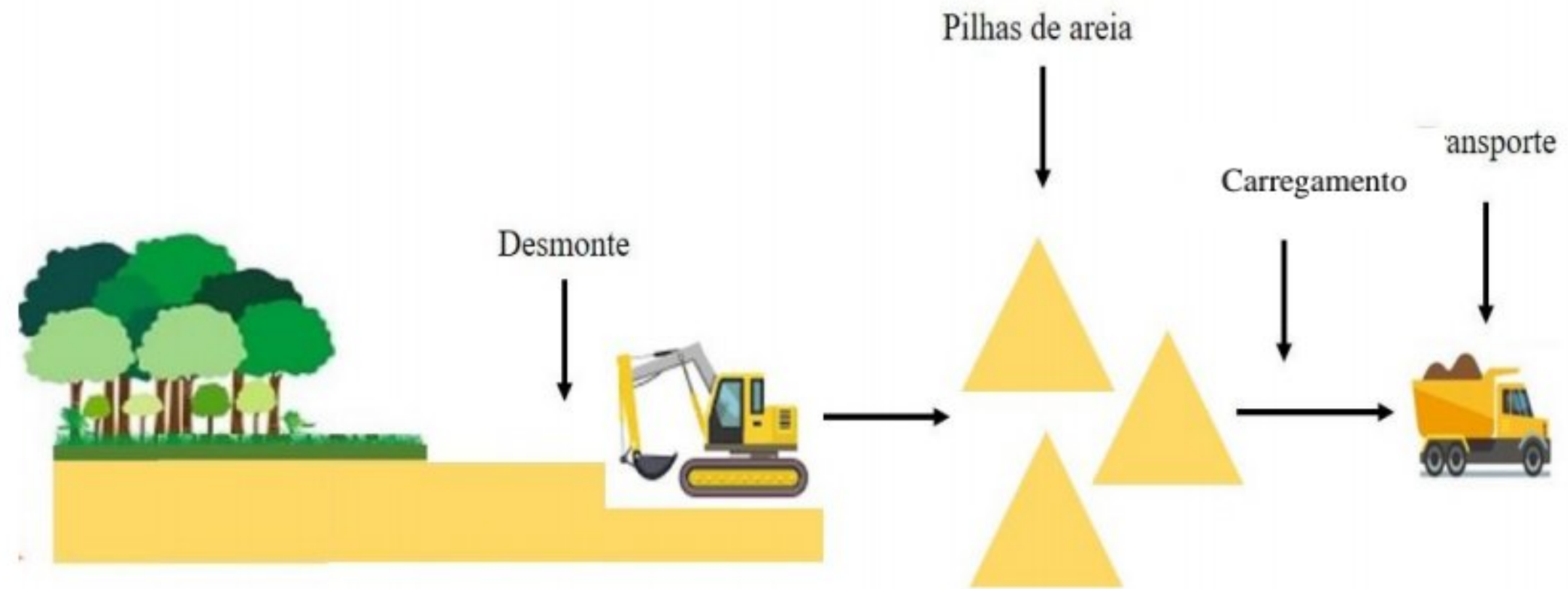
$$Bl = 546.240 m^3$$

### 7.2 Planejamento de Lavra

O plano basicamente apresenta uma extração do bem mineral muito arcaica, embora tenha o emprego de maquinário robusto, o aproveitamento não segue as regras adequadas, não realizando aproveitamento máximo das substâncias minerais úteis existentes e com pouca recuperação, diminuindo a vida útil da jazida, aproveitando apenas as áreas em que não há cobertura vegetal e solo orgânico, devido o material já está exposto. Quanto aos impactos ambientais gerados, é contratada uma empresa terceirizada competente para realizar a avaliação, que no final elaborará o Relatório de Controle Ambiental- RCA e apresenta a SEMMA do município.

O plano de lavra envolve as etapas conforme o organograma da figura 16.

**Figura 16** - Fluxograma da lavra de areia.



Fonte: Autor

Com base em informações concedidas pelo proprietário, a determinação de frentes de lavra é feita aleatoriamente apenas com avaliação visual do material, muitas vezes aflorante e de menor custo operacional para ser removido.

Quando a cava chega a nível dos cursos d'água são paralisadas as extrações no local da nascente, seguindo para uma próxima frente de lavra só retornando em caso de necessidade de retirada naquele local ou com a secagem da água naturalmente.

### 7.3 Desenvolvimento de Lavra

A infraestrutura de acesso a mina é bem definida tendo vias pavimentadas e um pequeno trecho feito com camada mista de areia e argila retirada da própria jazida. Desta forma, sendo apenas necessária manutenção e compatibilidade com os caminhões para transporte da areia.

No local da extração, não há nenhuma construção física, devido à modalidade de lavra empregada não necessitar de etapas subsequentes de beneficiamento do material. Já dentro da mina, as vias são formadas aleatoriamente, conforme o avanço da exploração.

Quanto ao processo de supressão vegetal em sua maioria não é necessário, pois o local já era explorado anteriormente por outro proprietário, tendo assim, retirado praticamente toda camada vegetal existente na localidade.

Ademais, algumas medidas são previstas durante processo de lavra:

1. Adequação das curvas para manobras seguras para os veículos de transporte;
2. Deverá ser constantemente aplainada os trechos da pista do carregamento de material.

A etapa de carregamento e transporte é promovida por frota própria, desde a mina até ao pátio da empresa ou aos centros consumidores, já incluindo o frete no valor final do produto. Após o exaurimento da lavra, pretende-se nivelar uma parte da área para realizar o reflorestamento e o aproveitamento para construção de tanques para criação de peixes.

#### **7.4 Lavra**

O método de lavra empregado é lavra em tiras por desmonte mecânico, pois trata-se de uma jazida que apresenta uma natureza topográfica e geológica que favorece sua exploração, dessa forma, a produção segue conforme a demanda pela indústria da construção civil. Toda a produção será dentro dos limites da área concedida pela ANM. A remoção do material é com emprego de escavadeira hidráulica, sendo também utilizada para o carregamento dos caminhões basculantes de 10 toneladas, a partir de pilhas de areia.

É feita a extração de areia de tamanhos variados, tendo como limite o lençol freático. O avanço da lavra, ainda que de forma seletiva, deverá retirar toda a areia possível buscando a maior recuperação. Segundo informações do proprietário do empreendimento, sua produtividade é de 270m<sup>3</sup> de areia por dia, com regime de trabalho em período de 20 dias mensais, produzindo 5440m<sup>3</sup> de areia. Para tal produção, os gastos com diesel ficam em torno de 200 litros diários na escavadeira hidráulica e cada um dos 3 caminhões consomem em média 132 litros diários, totalizando 11.920 litros de diesel por mês em toda cadeia produtiva da areia até seu transporte final.

## **8 PROPOSTAS DE MELHORIAS**

### **8.1 Prospecção Mineral**

Hoje a lavra de areia da empresa, não conta com nenhum tipo de sondagem, toda cava é feita sem conhecer as dimensões da camada de areia. Dessa forma, se faz necessário a realização de estudos de sondagem simples pra determinar o modelamento e a proporção da camada de areia, pois entender o perfil do solo trabalhado norteará o planejamento adequado. Conhecer o volume real evitara possíveis prejuízos em cavas que possam não oferecer o retorno desejado.

É necessário também a realização de levantamentos topográficos para melhor definir as rotas de extração diminuindo o custo com locomoção dos veículos durante o transporte, e durante a desativação para correções de desníveis.

### **8.2 Amostragem**

Compreender previamente as propriedades tecnológicas de um produto acarretará no adequado uso. Nesse sentido, é preciso classificar o produto quanto a sua granulometria e caracterizar através de análises mineralógicas e morfológicas para compreender as propriedades do produto, as quais devem ser realizadas a partir de amostras significativas dos horizontes geológico-geotécnicos do local, utilizando-se de técnicas apropriadas e conduzidas por procedimentos padronizados, executados, sobretudo, em laboratórios de referência.

### **8.3 Plano de Lavra**

Devido à ausência de estudos de prospecção, o sequenciamento de lavra é seletivo e variado sem qualquer estratégia prévia, apresentando um seguimento desordenado, gerando danos ambientais, pois o único parâmetro observado é quando a cava atinge os lençóis freáticos.

Depois de estudos prévios, podemos determinar duas frentes de lavras, sendo uma de areia fina e outra de areia grossa. Diante disso, seguir o desmonte mecânico com auxílio de escavadeira hidráulica formando a cada avanço um sequenciamento da área lavrável.

Um plano de lavra ideal é que todo material da cava seja aproveitado. É preciso que o avanço da lavra seja contínuo. Para isso será necessário a implantação de sistema de drenagem

evitando que a cava encha e impeça seu progresso, formando pilhas de materiais diferentes, ou seja, pilha de areia fina e areia grossa no pátio da empresa.

#### **8.4 Beneficiamento**

Consistirá em implantação de peneiras para classificação granulométricas do produto. Há recomendações para o uso ideal de cada faixa granulométrica, e realizado esta etapa o empreendedor não terá dúvidas sobre as especificações do seu produto na hora da venda.

#### **8.5 Infraestrutura**

Outrora mencionado, não há nenhuma construção no local, pois o material é comercializado do mesmo modo que é retirado. Por se tratar de pequena exploração não se observa algumas preocupações como:

A classificação do material vendido, o que pode desagregar valor do produto frente ao produto oferecido por concorrentes, considerasse necessária uma etapa de peneiramento do material, para tal, precisa de sistema de caixaria com grelhas conforme a determinação do Imetro pra classificar areias grossa de areia fina.

A criação de um sistema de bombeamento faz-se necessário, para executar o processo de drenagem que auxiliará na retirada da água da cava evitando o alagamento.

Outras instalações precisam ser construídas para o bem estar dos colaboradores e a conservação de maquinário, bem como, banheiros completos, uma área coberta para intervalos e refeição, instalação de uma caixa d'água e uma garagem pra escavadeira hidráulica.

As vias deverão ser sinalizadas com placas educativas e de advertência, indicando velocidades máximas permitidas, áreas de risco de acidentes devido à atividade da lavra, as sinalizações servirão para um transporte rápido, otimizando o processo e evitando maiores desgastes nos equipamentos.

#### **8.6 Plano de Drenagem**

Drenagem das cavas inundadas através de sistema de captação da água para uma de bacia de contenção, para realizar a decantação, retornando e fazendo o aproveitamento usando na etapa e beneficiamento do produto. A água gerada através da lavagem do material, segue através

de sistema de drenagem para a bacia de contenção. Sendo mensalmente realizada a retirada do material sólido da bacia.

### **8.7 Segurança no Trabalho**

É de suma importância a segurança dos colaboradores, devido estes estarem eminentes a graves riscos. O ideal é que o profissional esteja protegido, para que possa lidar com a rotina de trabalho e minimizar os impactos da atividade em sua saúde. Portanto, deve utilizar equipamentos imprescindíveis como capacete de segurança, óculos de proteção, protetores auriculares, máscara, botas, calça de material adequado, camisa de mangas compridas são alguns dos equipamentos imprescindíveis.

## **9 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Portanto, diante do cenário apresentado, é evidente a viabilidade econômica para o funcionamento do empreendimento, aprovadas suas licenças de operação e ambiental por meio do PRAD e RCA junto a SEMMA municipal, além disso, o proprietário cumpre com os repasses com a Compensação Financeira pela Exploração Mineral-CFEM.

Contudo, observa-se que o empreendimento apresenta características já descritas por Serna e Resende (2013); Luz e Almeida (2012) como: processo mineiro simples, localização em torno do local de consumo, carência organizacional e tecnológica, pouca responsabilidade ambiental entre outros fatores. Dessa forma, elencou-se algumas medidas a serem implantadas, visando melhorias e o enquadramento em práticas mais sustentáveis.

## REFERÊNCIAS

ANNIBELLI, Mariana Baggio; SOUZA FILHO, Carlos Frederico Marés de. Mineração de areia e seus impactos sócio-econômicoambientais. **In: Congresso Nacional do Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Direito–Conpedi**. Manaus. 2006. p. 4205-4217. Disponível em: [http://www.publicadireito.com.br/conpedi/manaus/arquivos/anais/bh/carlos\\_frederico\\_mares\\_de\\_souza\\_filho2.pdf](http://www.publicadireito.com.br/conpedi/manaus/arquivos/anais/bh/carlos_frederico_mares_de_souza_filho2.pdf). Acesso em: 12 de dezembro de 2022

AREIA. **Virtualhab**, 2022 Disponível em: <https://portalvirtuhab.paginas.ufsc.br/areia/>>. Acesso em: 01 de dezembro de 2022.

AREIA, origem e aplicações. **Reso, Soluções Ambientais**. Notícias – Reso Ambiental, 2015. Disponível em: <http://resoambiental.com/2015/08/areia-origem-e-aplicacoes/>. Acesso em: 27 de novembro de 2022.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS ENTIDADES DE PRODUTORES DE AGREGADOS PARA CONSTRUÇÃO (ANEPAC), 2016. **História da Areia e Brita**. Disponível em: <http://www.anepac.org.br/agregados/areia-e-brita>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2023.

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

BRASIL. **Decreto-Lei nº 227/1967 (Código de Mineração)**. O Código de Mineração é regulamentado pelo Decreto nº 9.406/2018. Esse decreto dá definições sobre a atividade de mineração no Brasil, regulamenta os processos e define obrigações dos órgãos competentes e de empreendedores no ramo da mineração.

BRASIL. **Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, e 8.001, de 13 de março de 1990**, para dispor sobre a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM).

BRASIL. **LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Legislação Portaria Nº 222, de 20/06/2008**. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/legislação>. Acesso em 05 de agosto de 2009.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA Nº 01, de 17/02/1986**. Estabelece os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) **Resolução CONAMA nº 001, de 08.03.1990**. Estabelece critérios e padrões para a emissão de ruídos, em decorrência de quaisquer atividades industriais.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) **Resolução CONAMA nº 003, de 28.06.1990**. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) **Resolução CONAMA nº 009, de 06.12.1990**. Dispõe sobre normas específicas para o licenciamento ambiental de extração mineral, classes I, III a IX.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) **Resolução CONAMA nº 02, de 18.06.1996**. Dispõe sobre o ressarcimento de danos ambientais causados por obras de grande porte.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) **Resolução CONAMA nº 247, de 22.12.1997**. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) **Resolução CONAMA nº 357, de 17.03.2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Departamento Nacional De Produção Mineral **Portaria Nº 155, de 12 de maio de 2016**. Aprova a Consolidação Normativa do DNPM e revoga os atos normativos consolidados.

CHAVES, Arthur Pinto; WHITAKER, William. **Operações de beneficiamento de areia**, 2009. CETEM, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1027/1/Cap%206%20Distiller.pdf>. Acesso em: 20 de janeiro de 2022.

CIDADES, Juruti-PA. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Historia. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/juruti/historico>. Acesso em 18 de novembro de 2022.

DANTAS Thales Augusto Vital. **Extração de areia no rio grande do norte: uma atualização de dados**, 2019. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN 2019. Disponível em: [https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/34627/1/ExtracaoAreianoRN\\_Dantas\\_2019.pdf](https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/34627/1/ExtracaoAreianoRN_Dantas_2019.pdf). Acesso em: 29 de janeiro de 2022.

DEMANDA global de areia pode aumentar em 45% e levar à escassez do material. Massa cinzenta, cooperação na forma de informação. **Cimento Itambé**. 2022. Disponível em: <https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/demanda-global-de-areia-pode-aumentar-em-45-e-levar-a-escassez-do-material/>. Acesso em 11 de novembro de 2022.

FARO, Alan. Juruti. **Estado do Tapajós**. 2022. Disponível em: <https://www.tapajosmeuestado.com.br/p/juruti.html>. Acesso em 10 de novembro de 2022.

INFORMAÇÕES e Análises da Economia Mineral Brasileira. **Instituto Brasileiro De Mineração (IBRAM)**. 2010. Disponível em: <http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00000957.pdf>. Acesso em 24 de Dezembro de 2022.

LIMA, M. I. C.; BEZERRA, P. E. L. **Província Estrutural Amazônia Revisada. IX Simpósio de Geologia da Amazônia. Atas**, 2006. Disponível em: <http://cbg2018anais.siteoficial.ws/resumos/7727.pdf>. Acesso em: 18 de dezembro de 2022.

LUZ, A. B. da, e ALMEIDA, S. L. M. de (2012). Operações de lavra de areia. In S. L. M., & A. B. Luz (Eds.). **Manual de agregados para a construção civil** (2a. ed., cap. 10, pp. 183-193). Rio de Janeiro: CETEM/MCTI.

MACIEL, Alana Coêlho. **Ocupação da Amazônia, contaminação por chumbo (Pb) e consequências sócioambientais para ribeirinhos: o caso da farinha de mandioca na região do Tapajós, estado do Pará**. 2019. xiii, 101 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural) Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

MOURA, Silvio Renan Mota. PEREIRA, Jakeline Ramos. VERÍSSIMO, Adalberto. **Relatório de viabilidade técnica para a criação de unidade de conservação no município de Juruti/Pa**. 2019, IMAZOM, Belem. Disponível em: [https://imazon.org.br/wp-content/uploads/2019/08/RELAT%C3%93RIO-DE-VIABILIDADE-T%C3%89CNICA\\_UC-Juruti.pdf](https://imazon.org.br/wp-content/uploads/2019/08/RELAT%C3%93RIO-DE-VIABILIDADE-T%C3%89CNICA_UC-Juruti.pdf) Acesso em: 22 de dezembro de 2022.

MUNICÍPIO de Juruti. **Cidade Brasil**. 2022. Disponível em: <https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-juruti.html>. Acesso em: 19 de dez. 2022.

OLIVEIRA, Bruna Castro de. PENA, Heriberto Wagner Amanajás. BARROSO, Karoline Cutrim. **Análise da dinâmica da estrutura produtiva do município de Juruti–Amazônia-Brasil. Observatório de la economia Latinoamericana**, n. 194, 2014. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/erv/observ/y2014i19432.html>. Acesso em: 25 de dezembro de 2022.

OS 6 maiores consumidores da areia de brita. **MetsoOutotec**, 2020. Disponível em: <https://www.metso.com/pt/insights/blog/agregados/os-6-maiores-consumidores-da-areia-de-brita/?r=3>. Acesso em: 12 de dezembro de 2022.

POUCHAIN, A. C. **A natureza jurídica da concessão de lavra mineral no Brasil**. 2011. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Direito) – Universidade de Brasília, Brasília 2011. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/3552>. Acesso em: 29 de novembro de 2022.

QUARESMA, Luiz Felipe. **Agregados para construção civil: Relatório Técnico 31 – Perfil de Areia para Construção Civil**. Brasília: Ministério de Minas e Energia / Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral-SGM, 2009. 33p.

SANTOS, Adson. Extração mineral de areias e seus impactos na territorialidade socioambiental: o caso de feira de Santana–BA. *In*.: **VII seminário Internacional dinâmica territorial e desenvolvimento socioambiental**, p. 20. 2015, Salvador. Anais [...] Salvador: UCSAL, 2015.

SANTOS, Thais Borba. **Análise Estrutural da Bacia do Amazonas, Região de Itaituba – PA**. 2010. Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, 101f.

Serna HA, Rezende MM. **Agregados para a construção civil**. 2013. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/outras-publicacoes-1/8-1-2013-agregados-minerais>.

SILVA, T. A. **Métodos de extração da areia**. 2012. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal do Pará, Belém 2012. Disponível em: <https://bdm.ufpa.br:8443/jspui/handle/prefix/2014>. Acesso em: 20 de novembro de 2022.

SILVA, Marciclei Bernardo da. **Exploração da bauxita e dinâmicas espaciais em juruti (Pa)**. 2017. Dissertação de Mestrado - apresentado ao Programa de Pós-graduação em geografia da Universidade Federal do Amazonas. Manaus-AM. Disponível em: <https://docplayer.com.br/109982303-Universidade-federal-do-amazonas-instituto-de-filosofia-ciencias-humanas-e-sociais-programa-de-pos-graduacao-em-geografia-marciclei-bernardo-da-silva.html>. Acesso em: 27 de novembro de 2022.

SIMINERAL. **Mineração no Pará, Brasil e mundo**. Pará, 2022. Disponível em: <https://simineral.org.br/mineracao/mineracao-para>. Acesso em: 22 de dezembro de 2022.

SUDAM – **Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia**. Atlas Climatológico da Amazônia Brasileira. 1984. Belém. 125 p.

WEATHERSPARK. **Clima e condições meteorológicas médias em Juruti no ano todo**. 2023. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/29321/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Juruti-Brasil-durante-o-ano#Sections-Summary>. Acesso em 04 de janeiro 2023.

VALVERDE, Fernando Mendes. **Agregados para construção civil**. Balanço mineral brasileiro, 2001. Disponível em: <https://www.academia.edu/download/48677831/agregados-para-contrucao-civil.pdf>. Acesso em: 27 de novembro de 2022.