

# PROGRAMA GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

## PROJETO MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL DA REGIÃO METROPOLITANA DE JOÃO PESSOA



### INFORME DE RECURSOS MINERAIS

Série Rochas e Minerais Industriais, nº 35

## **MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**

### **Ministro de Estado**

Bento Albuquerque

### **Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral**

Pedro Paulo Dias Mesquita

## **SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM**

### **DIRETORIA EXECUTIVA**

#### **Diretor Presidente**

Esteves Pedro Colnago

#### **Diretor de Geologia e Recursos Minerais**

Márcio José Remédio

#### **Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial**

Alice Silva de Castilho

#### **Diretor de Infraestrutura Geocientífica**

Paulo Afonso Romano

#### **Diretor de Administração e Finanças**

Cassiano de Souza Alves

### **COORDENAÇÃO TÉCNICA**

#### **Chefe do Departamento de Geologia**

Lúcia Travassos da Rosa Costa

#### **Chefe da Divisão de Geologia Básica**

Vladimir Cruz de Medeiros

#### **Chefe do Departamento de Recursos Minerais**

Marcelo Esteves Almeida

#### **Chefe da Divisão de Minerais Industriais**

Michel Marques Godoy

#### **Chefe do Departamento de Informações Institucionais**

Edgar Shinzato

#### **Chefe da Divisão de Geoprocessamento**

Hiran Silva Dias

#### **Chefe da Divisão de Cartografia**

Fábio Silva da Costa

#### **Chefe da Divisão de Documentação Técnica**

Roberta Pereira da Silva de Paula

#### **Chefe do Departamento de Relações Institucionais e Divulgação**

Patrícia Duringer Jacques

#### **Chefe da Divisão de Marketing e Divulgação**

Washington José Ferreira Santos

#### **Chefe do Departamento de Apoio Técnico**

Maria José Cabral Cezar

#### **Chefe da Divisão de Editoração Geral**

Valter Alvarenga Barradas

### **SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DO RECIFE**

#### **Superintendente Regional**

Adriano da Silva Santos

#### **Gerente de Geologia e Recursos Minerais**

Cleide Regina Moura da Silva

#### **Supervisores de Geologia e Recursos Minerais**

Felipe José da Cruz Lima

Roberta Galba Brasilino

#### **Chefe do Núcleo de Apoio de Natal**

Maria da Guia Lima

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA  
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL  
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM  
DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS  
DEPARTAMENTO DE RECURSOS MINERAIS  
DIVISÃO DE ECONOMIA MINERAL E GEOLOGIA EXPLORATÓRIA  
I PROGRAMA GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL I

## AVALIAÇÃO DOS RECURSOS MINERAIS DO BRASIL

---

# MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL DA REGIÃO METROPOLITANA DE JOÃO PESSOA

Estado da Paraíba

### ORGANIZADORES

Manoel Henrique Ferreira Neto (*In memoriam*)

Vanildo Almeida Mendes (*In memoriam*)

Maria Angélica Batista Lima

Angela Pacheco Lopes

Michel Marques Godoy

### INFORME DE RECURSOS MINERAIS

Série Rochas e Minerais Industriais, Nº 35



SERVIÇO GEOLÓGICO  
DO BRASIL – CPRM

---

Recife  
2021

## MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL DA REGIÃO METROPOLITANA DE JOÃO PESSOA – ESTADO DA PARAÍBA

### REALIZAÇÃO

Superintendência Regional de Recife

### ORGANIZAÇÃO

Maria Angélica Batista Lima  
Angela Pacheco Lopes  
Michel Marques Godoy

### TEXTO EXPLICATIVO

Maria Angélica Batista Lima

#### 1. Introdução

Maria Angélica Batista Lima

#### 2. Aspectos Socioeconômicos e Infraestrutura

Maria Angélica Batista Lima

#### 3. Contexto Geológico

Vanildo Almeida Mendes (*In memoriam*)

#### 4. Tipologia dos Depósitos e Caracterização dos Insumos

Maria Angélica Batista Lima

#### 5. Método de Lavra e Beneficiamento

Maria Angélica Batista Lima

#### 6. Mineração e Meio Ambiente

Klaryanna Cabral Alcântara

#### 7. Direitos Minerários

Vanildo Almeida Mendes (*In memoriam*)

Klaryanna Cabral Alcântara

#### 8. Aspectos Econômicos

Gustavo Alexandre Silva

#### 9. Conclusões e Recomendações

Maria Angélica Batista Lima

### Referências

Maria Angélica Batista Lima

### ANEXOS

#### Mapa Geológico da Região Metropolitana de João Pessoa / Mapa de Recursos Minerais da Região Metropolitana de João Pessoa

(<https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/21754>)

Manoel Henrique Ferreira Neto (*In memoriam*)

Vanildo Almeida Mendes (*In memoriam*)

Luiz Carlos de Souza Júnior

Felipe José da Cruz Lima

### Serviço Geológico do Brasil – CPRM

[www.cprm.gov.br](http://www.cprm.gov.br)

[seus@cprm.gov.br](mailto:seus@cprm.gov.br)

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M425      Materiais de construção civil da região metropolitana de João Pessoa, Paraíba / Organizadores Maria Angélica Batista Lima, Angela Pacheco Lopes, Michel Marques Godoy. – Recife : CPRM, 2021.  
1 recurso eletrônico : PDF. – (Informe de recursos minerais. Série rochas e minerais industriais, )  
  
Avaliação dos recursos minerais do Brasil.  
ISBN 978-65-5664-180-5  
  
1.Geologia econômica. 2.Minerais industriais. 3.Materiais de construção. I. Lima, Maria Angélica Batista (org.). II. Lopes, Angela Pacheco (org.). III. Godoy, Michel Marques (org.). IV. Título. V. Série.

### APOIO TÉCNICO

#### LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS

Manoel Henrique Ferreira Neto (*In memoriam*)

Luiz Carlos de Souza Júnior

#### ANÁLISES PETROGRÁFICAS

Andréa Beltrão Finamor

Vanja Coelho Alcântara

#### REDE LAMIN DE LABORATÓRIOS

Silas Rodrigues da Cruz Carvalho

#### CARTOGRAFIA DIGITAL E GEOPROCESSAMENTO

Ana Paula Rangel Jacques

Janaína Marise França de Araújo

Déborah de Moraes e Silva (Estagiária)

#### PROJETO GRÁFICO/EDITORAÇÃO

##### Capa (DIMARK)

Washington José Ferreira Santos

##### Miolo (DIEDIG)

Agmar Alves Lopes

##### Diagramação (SUREG-RE)

Clayton Marconi Galvão

#### NORMATIZAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

Ana Paula da Silva (DIDOTE)

Teresa Rosenhayme (DIDOTE)

Dalvanise da Rocha Silva Bezerril (SUREG-RE)

#### REVISÃO FINAL

Angela Pacheco Lopes

Michel Marques Godoy

Felipe José da Cruz Lima

#### FOTOS DA CAPA

(Da esquerda para a direita, de cima para baixo)

- 1) Depósito de cobertura arenosa colúvio-eluvial no Sítio Caledônia, município de Santa Rita/PB;
- 2) Lavra de argila resultante da escavação de tanques criatórios de peixes em Santa Rita/PB. Extração localizada na Fazenda Santo Antônio;
- 3) Extração de areia por dragagem com balsa rudimentar em leito ativo do Rio Paraíba, em Cruz do Espírito Santo/PB;
- 4) Lavra de calcário a céu aberto com bancada única, na localidade de João Gomes em Alhandra/PB.

# APRESENTAÇÃO

---

O Serviço Geológico do Brasil - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), através da Superintendência de Recife – SUREG-RE tem a satisfação de disponibilizar à comunidade técnico-científica, aos empresários do setor mineral e à sociedade em geral os resultados obtidos pelo **Projeto Materiais de Construção Civil da Região Metropolitana de João Pessoa**.

Os trabalhos desenvolvidos pelo Projeto tiveram como objetivos, produzir um diagnóstico do setor de mineração – exploração, produção, oferta, demanda -, estimular a instalação de novos empreendimentos na área, levantar dados que permitam a atividade mineira de forma sustentável, e fornecer subsídios preliminares para a formulação de políticas públicas e o planejamento da minimização do impacto ambiental que a atividade provoca.

O projeto compreende a Região Metropolitana de João Pessoa (RMJP), constituída por 12 municípios: Alhandra, Bayeux, Caaporã, Cabedelo, Conde, Cruz do Espírito Santo, João Pessoa (núcleo urbano central e capital do estado), Lucena, Pedras de Fogo, Pitimbu, Rio Tinto e Santa Rita, abrangendo uma área litorânea de 2.794,298 km<sup>2</sup>.

Os principais insumos minerais de uso na construção civil objetos deste trabalho são brita, areia e argila, além de materiais de empréstimo e calcário. O projeto tem como meta principal gerar e disponibilizar informações geológicas atualizadas que permitam caracterizar e avaliar o potencial econômico desses bens minerais na RMJP, indicando as fontes geológicas, reservas, qualificação dos recursos, produção, processos produtivos, comercialização e preços.

O Serviço Geológico do Brasil/CPRM, cumprindo o seu papel institucional de promover o conhecimento dos bens minerais do país, ao publicar este trabalho está disponibilizando um conjunto de informações para subsidiar os órgãos gestores e os empreendedores, com os dados necessários para um planejamento referente à extração e consumo desses bens minerais, de fundamental importância social, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida da população paraibana.

**Esteves Pedro Colnago**

Diretor-Presidente

**Márcio José Remédio**

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

## HOMENAGENS

---



### **GEÓLOGO, MESTRE VANILDO ALMEIDA MENDES (*In memoriam*)**

Vanildo Almeida Mendes, geólogo formado pela UFPE (1975), foi destaque da turma por sua dedicação e memória incomparáveis. Mestre em Engenharia Mineral (2008) pela UFPE entrou na CPRM de Recife em 1976, cuja história se confunde com a história do SGB/CPRM. Entre 1976 e 1991 atuou em inúmeros projetos de mapeamento geológico básico e de recursos minerais. No período de 1991 e 1995 assumiu a presidência da Minérios de Pernambuco do Governo do Estado. Em seu retorno em 1999, desenvolveu e participou de dezenas de trabalhos com destaque para os projetos Rochas Ornamentais do Rio Grande do Norte, Atlas de Rochas Ornamentais do Espírito Santo, Atlas de Rochas Ornamentais do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas. Atuou ainda em trabalhos da Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial, destacando-se a participação na atividade de risco geológico do bairro Pinheiro em

Maceió. Referência nacional nos estudos de Rochas Ornamentais no Brasil, seus trabalhos como gestor e pesquisador ganharam destaque, resultando na descoberta de importantes ocorrências de rochas ornamentais, contribuindo para a economia de Pernambuco e do Brasil. Assumiu em 2012 a Supervisão de Geologia e Recursos Minerais em Recife, em 2015 a Divisão de Rochas e Minerais Industriais (DIMINI) e em 2019 o cargo de Superintendente Regional de Recife. De atuação agregadora e generosa, contribuiu para a capacitação de centenas de pesquisadores e ampliou os horizontes de atuação da CPRM, propondo projetos de Extensionismo Mineral e parcerias com diversas instituições e universidades.

### **GEÓLOGO MANOEL FERREIRA NETO (*In memoriam*)**

Manoel Henrique Ferreira Neto, geólogo formado pela UFPE (1971) e especialista em Minerais Industriais. Iniciou sua história profissional em 1972 na CPRM de Goiânia. Participou de vários trabalhos nessa época, dentre eles o Projeto Goiânia II. Entre 1974 e 1976 trabalhou no Grupo VOTORANTIM, DOCEGEO, CESBRA dentre outras. No período de 1996 a 2002 foi professor no Centro de Estudos Superiores de Maceió (CESMAC) e entre os anos 2000 a 2006 professor substituto na Universidade Federal de Alagoas. Trabalhou como consultor do Instituto de Meio Ambiente de Alagoas (IMA), nos períodos 2000 a 2002 e 2007 a 2010. Em 2010 retornou a CPRM por Recife, trabalhando na relatoria de minerais industriais e chefiou os projetos de Materiais de Construção Civil na Região Metropolitana de Natal e de João Pessoa. Restaram, desse grande colega e profissional, o legado dos trabalhos e a memória da pessoa presente, dinâmica e companheira. O seu exemplo de dedicação ao trabalho, simplicidade e bom humor ficarão marcados para sempre na história da CPRM e em todos aqueles que tiveram o privilégio de seu convívio.



Vanildo Almeida Mendes e Manoel Ferreira Neto, geólogos do Serviço Geológico do Brasil/CPRM, sempre serão lembrados pelo profissionalismo, dedicação e empenho no desenvolvimento de suas atividades. Dois profissionais que serviram ao país com entusiasmo, competência e visão de futuro, beneficiando presente e futuras gerações. Estiveram à frente de importantes projetos de Geologia e Recursos Minerais e deixam uma contribuição técnica e científica imensurável. Seus legados jamais serão esquecidos. Registramos aqui o nosso reconhecimento e agradecimento por toda dedicação e os serviços prestados ao país por intermédio do Serviço Geológico do Brasil.

**Esteves Pedro Colnago**  
Diretor-Presidente

# RESUMO

---

Este trabalho reúne informações de interesse do setor mineral voltado para a construção civil, referentes à Região Metropolitana de João Pessoa (RMJP), estado da Paraíba, Brasil. Teve como objetivo o diagnóstico técnico-econômico sobre os principais insumos minerais utilizados na construção civil, tais como areia, brita, argila e material de empréstimo, além de calcário para produção de cimento na região.

A metodologia adotada para o desenvolvimento do projeto constou de quatro etapas principais. Na primeira etapa foram realizadas atividades de pesquisa e análise bibliográfica, preparação das bases cartográfica e geológica da Região Metropolitana de João Pessoa, elaboração de mapa preliminar e programação de campo. Durante a segunda etapa foram realizados serviços de mapeamento e cadastramento de 460 pontos entre ocorrências minerais conhecidas e inéditas, minas, garimpos e afloramentos. Na oportunidade, também, foi feita uma atualização da cartografia geológica de sua área de abrangência. A terceira fase abrangeu a realização das análises laboratoriais, constando de análises químicas, físico-químicas, e ensaios de caracterização tecnológicas em argilas, além da análise petrográfica e de reação álcali-agregado para rochas. Na última etapa foi realizada a interpretação, integração e consolidação dos dados obtidos, reunidos no formato deste Informe de Recursos Minerais e (I) mapa geológico e (II) mapa de ocorrências e depósitos minerais, em meio digital.

As principais fontes de abastecimento de areia para a RMJP foram agrupadas em depósitos aluvionares (leito ativo e áreas de várzeas), de coberturas arenosas, formacional/sedimentar, intempéricos residuais e os litorâneos praias. Os rios Paraíba e Mamanguape são a principal fonte de areia para concreto da RMJP, com suas areias consideradas de muito boa qualidade para esta finalidade. Os principais depósitos associados a coberturas arenosas lavrados na RMJP situam-se nas áreas dos municípios de Caaporã, Cruz do Espírito Santo, Santa Rita, Pedra de Fogo, Rio Tinto e Lucena.

As frentes de extração de material de empréstimo situadas na RMJP ocorrem associadas aos níveis lateríticos e arenitos argilosos do Grupo Barreiras. Contudo, têm-se depósitos desta matéria-prima relacionada aos regolitos do embasamento cristalino alterado, referente às litologias dos granitoides da Suíte Intrusiva Dona Inês, metassedimentos do Complexo Sertânia e aos ortognaisses graníticos da Unidade Cabaceira. Registra-se, também, jazimentos destas substâncias relacionados aos depósitos colúvio-eluviais e as porções superiores e alteradas dos arenitos das Formações Beberibe e Itamaracá.

Durante a execução deste estudo, foram cadastradas 16 ocorrências e 12 depósitos de argila, dentre os quais 08 se encontram em atividade e alimentam a produção de cerâmica vermelha. O principal produto é o tijolo, seguido de lajotas para forro, blocos de vedação, blocos estruturais, manilhas e ladrilhos. Os principais jazimentos se localizam nos municípios de Rio Tinto, Mamanguape, Santa Rita, Cruz do Espírito Santo e Lucena. No que concerne às áreas de várzea, as que estão atualmente em produção situam-se nas aluviões do Rio Mamanguape, mais precisamente em terras do município homônimo. Têm-se também ocorrências paralisadas em sedimentos aluvionares localizados nas proximidades de Santa Rita.

As rochas utilizadas para a produção de agregados na RMJP são oriundas de frentes de extração associadas aos granitoides de idade neoproterozoica e aos ortognaisses datados do Paleoproterozoico. Os agregados graúdos que abastecem a RMJP são obtidos principalmente da lavra de maciços granitoides da Suíte Intrusiva D. Inês, na região de Pedras de Fogo, e secundariamente dos ortognaisses Cabaceiras, em Cruz do Espírito Santo.

Os depósitos de calcário cadastrados na região acham-se associados às formações Gramame e Maria Farinha, sendo indistintamente utilizados na confecção do cimento portland. No estado da Paraíba, as indústrias de cimento situadas na RMJP utilizam os calcários da Formação Gramame, em virtude da sua abundância. Foram cadastrados 28 depósitos de calcários diversos, e quatro destes encontram-se em fase de exploração pelas indústrias de cimento que atuam na região. As ocorrências estudadas acham-se todas associadas à Formação Gramame e são aflorantes em áreas dos municípios de João Pessoa, Caaporã, Santa Rita, Alhandra e Pitimbu.

## ABSTRACT

---

*This work gathers information of interest to the mineral sector focused on civil construction, referring to the Metropolitan Region of João Pessoa (RMJP), state of Paraíba, Brazil. Its objective was the technical-economic diagnosis of the main mineral inputs used in civil construction, such as sand, gravel, clay and loan material, in addition to limestone for the production of cement in the region.*

*The methodology adopted for the development of the project consisted of four main stages. In the first stage, research and bibliographic analysis activities were carried out, preparation of the cartographic and geological bases of the Metropolitan Region of João Pessoa, preparation of a preliminary map and field programming. During the second stage, mapping and registration services of 460 points were carried out between known and unprecedented mineral occurrences, mines, mines and outcrops. On the occasion, also, an update was made to the geological cartography of its coverage area. The third phase included the performance of laboratory analyzes, consisting of chemical, physical-chemical analysis, and technological characterization tests on clays, in addition to petrographic analysis and alkali-aggregate reaction for rocks. In the last stage, the interpretation, integration and consolidation of the data obtained, gathered in the format of this Mineral Resources Report and (I) geological map and (II) map of occurrences and mineral deposits, were carried out in digital media.*

*The main sources of sand supply for the RMJP were grouped into alluvial deposits (active bed and lowland areas), sandy, formational / sedimentary coverings, residual weathering and coastal beaches. The Paraíba and Mamanguape rivers are the main source of concrete sand for the RMJP, with its sands considered to be of very good quality for this purpose. The main deposits associated with sandy coverings mined in the RMJP are located in the areas of the municipalities of Caaporã, Cruz do Espírito Santo, Santa Rita, Pedra de Fogo, Rio Tinto and Lucena.*

*The extraction fronts of loan material located in the RMJP occur associated with the lateritic levels and clayey sandstones of the Barreiras Group. However, there are deposits of this raw material related to the altered crystalline basement regoliths, referring to the granitoids lithologies of the Dona Inês Intrusive Suite, metasediments of the Sertânia Complex and to the granitic orthogneisses of the Cabaceira Unit. There are also deposits of these substances related to the colluvium-eluvial deposits and the upper and altered portions of the sandstones of the Beberibe and Itamaracá Formations. During the execution of this study, 16 occurrences and 12 clay deposits were registered, among which 08 are in activity and feed the production of red ceramic. The main deposits are located in the municipalities of Rio Tinto, Mamanguape, Santa Rita, Cruz do Espírito Santo and Lucena. With regard to the floodplain areas, those currently in production are located in the alluviums of the Mamanguape River, more precisely in the lands of the homonymous municipality. There are also occurrences paralyzed in alluvial sediments located near Santa Rita.*

*The rocks used for the production of aggregates in the RMJP come from extraction fronts associated with neoproterozoic granitoids and orthogneisses dated from the Paleoproterozoic. The coarse aggregates that supply the RMJP are obtained mainly from the granite mining of the Intrusive Suite D. Inês, in the region of Pedras de Fogo, and secondarily from the Cabaceiras orthogneisses, in Cruz do Espírito Santo.*

*The limestone deposits registered in the region are associated with the Gramame and Maria Farinha formations, being used interchangeably in the manufacture of portland cement. In the state of Paraíba, the cement industries located in the RMJP use the limestones of the Gramame Formation, due to their abundance. 28 deposits of different limestones were registered, and four of these are in the phase of exploitation by the cement industries that operate in the region. The studied occurrences are all associated with the Gramame Formation and are outcropping in areas of the cities of João Pessoa, Caaporã, Santa Rita, Alhandra and Pitimbu.*

# SUMÁRIO

---

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
1.1. LOCALIZAÇÃO .....	11
1.2. METODOLOGIA DE TRABALHO .....	11
1.3. DADOS DE PRODUÇÃO .....	12
1.4. PRODUTOS GERADOS .....	12
<b>2. ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E INFRAESTRUTURA .....</b>	<b>13</b>
2.1. DEFINIÇÃO .....	13
2.2. A OCUPAÇÃO DO ESPAÇO URBANO .....	13
2.3. PARÂMETROS ECONÔMICOS E SOCIAIS .....	13
2.4. DADOS GEOGRÁFICOS .....	14
2.4.1. Aspectos climáticos, hidrográficos e fisiográficos.....	14
2.4.2. Aspectos socioambientais .....	15
2.4.3. Aspectos econômicos .....	17
2.4.4. Parque industrial .....	17
2.4.5. Setor Imobiliário.....	18
2.4.6. Condições de infraestrutura.....	18
2.4.7. Transportes .....	19
<b>3. CONTEXTO GEOLÓGICO .....</b>	<b>20</b>
3.1. PRÉ-CAMBRIANO .....	20
3.2. FANEROZOICO .....	24
<b>4. TIPOLOGIA DOS DEPÓSITOS E CARACTERIZAÇÃO DOS INSUMOS.....</b>	<b>31</b>
4.1. CONCEITUAÇÃO.....	31
4.1.1. Brita .....	32
4.1.2. Areia.....	34
4.1.3. Argila.....	34
4.1.4. Material de empréstimo.....	35
4.1.5. Calcário .....	35
4.2. TIPOLOGIA DOS DEPÓSITOS E CARACTERIZAÇÃO DOS INSUMOS.....	36
4.2.1. Areia.....	37
4.2.1.1. Depósito aluvionar .....	37
4.2.1.2. Depósitos relacionados às coberturas arenosas .....	38
4.2.1.3. Depósito formacional/sedimentar .....	38
4.2.1.4. Depósitos intempéricos residuais .....	38
4.2.1.5. Depósitos litorâneos praias.....	39
4.2.1.6. Recursos estimados.....	39
4.2.2. Brita .....	39
4.2.2.1. Recursos estimados.....	40
4.2.2.2. Caracterização petrográfica .....	41
4.2.2.3. Reação álcali-agregado .....	43
4.2.3. Argila.....	45
4.2.3.1. Argilas associadas aos depósitos aluvionares .....	46
4.2.3.2. Argilas associadas aos depósitos colúvio-eluviais .....	46

4.2.3.3. Argilas associadas à Formação Itamaracá.....	48
4.2.3.4. Argilas de origem residual.....	48
4.2.3.5. Caracterização das argilas.....	48
4.2.3.6. Recursos estimados.....	52
4.2.4. Material de empréstimo.....	54
4.2.4.1. Recursos estimados .....	55
4.2.5. Calcários .....	55
4.2.5.1. Recursos estimados.....	56
<b>5. MÉTODOS DE LAVRA E BENEFICIAMENTO .....</b>	<b>57</b>
5.1. BRITA.....	57
5.1.1. Lavra .....	57
5.1.2. Carregamento e transporte.....	58
5.1.3. Beneficiamento .....	58
5.2. AREIA .....	59
5.2.1. Lavra .....	59
5.2.2. Beneficiamento, carregamento e transporte.....	60
5.3. ARGILAS .....	60
5.3.1. Lavra .....	60
5.3.2. Beneficiamento .....	61
5.4. MATERIAL DE EMPRÉSTIMO .....	62
5.4.1. Lavra .....	62
5.5. CALCÁRIO.....	62
5.5.1. Lavra .....	63
5.5.2. Beneficiamento .....	63
<b>6. MINERAÇÃO E MEIO AMBIENTE .....</b>	<b>64</b>
6.1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES .....	64
6.2. INSUMOS MINERAIS E URBANIZAÇÃO .....	64
6.3. IMPACTOS DECORRENTES DA MINERAÇÃO .....	64
6.3.1. Decapeamento e abertura de acessos.....	65
6.3.2. Lavra por desmonte através da escavação mecanizada .....	66
6.3.3. Lavra por desmonte através do uso de explosivos e com apoio mecanizado .....	66
6.3.4. Lavra por Dragagem .....	67
6.3.5. Estocagem de minério e deposição de estéreis e rejeitos .....	68
6.3.6. Britagem .....	69
6.3.7. Expedição e transporte de carga .....	70
6.4. RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS .....	70
<b>7. DIREITOS MINERÁRIOS.....</b>	<b>72</b>
7.1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES SOBRE DIREITOS MINERÁRIOS.....	72
7.2. ASPECTOS LEGAIS.....	72
7.2.1. Licenciamento.....	72
7.2.2. Regime de Autorização e Concessão .....	73
7.2.3. Regimes de Extração e Permissão de Lavra Garimpeira .....	73
7.3. OBRIGAÇÕES FINANCEIRAS.....	74
7.3.1. Emolumentos .....	74
7.3.2. Taxa anual por hectare (TAH).....	74
7.3.3. Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) .....	74
7.4. OS DIREITOS MINERÁRIOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE JOÃO PESSOA.....	75

<b>8. ASPECTOS ECONÔMICOS .....</b>	<b>79</b>
8.1. MERCADO NACIONAL .....	79
8.1.1. Agregados para construção civil (areia e brita) .....	79
8.1.2. Argila para cerâmica vermelha .....	80
8.1.3. Produção de cimento e Calcário.....	80
8.1.4. Material de empréstimo.....	81
8.2. ESTIMATIVAS DE PRODUÇÃO PARA OS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NA RMJP .....	81
8.3. RECURSOS HUMANOS .....	82
8.4. CONSUMO DE MATÉRIAS-PRIMAS MINERAIS NA RMJP .....	82
8.5. PERSPECTIVAS PARA O SETOR DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NA RMJP .....	83
<b>9. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>86</b>
9.1. BRITA.....	87
9.2. AREIA .....	87
9.3. ARGILA.....	88
9.4. CALCÁRIO.....	89
9.5. MATERIAL DE EMPRÉSTIMO .....	89
9.6. MEIO AMBIENTE .....	89
9.7. RECOMENDAÇÕES FINAIS.....	90
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>91</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>94</b>

# 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho decorre da execução do Projeto Materiais de Construção Civil da Região Metropolitana de João Pessoa, o qual constituiu uma ação do Programa Geologia do Brasil do Serviço Geológico do Brasil - CPRM, inserido no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) do Governo Federal. Este programa iniciou as atividades em 2007 através da coordenação do Ministério do Planejamento, e teve suas ações de investimento encerradas no primeiro semestre de 2019.

O projeto foi executado pela Superintendência Regional do Recife (SUREG-RE) no período de janeiro de 2014 a setembro de 2017, e, teve como objetivo o diagnóstico técnico-econômico sobre os principais insumos minerais utilizados na construção civil, tais como areia, brita, argila, cascalho, material de empréstimo, além de calcário para produção de cimento na Região Metropolitana de João Pessoa (RMJP).

O referido trabalho visou fornecer ao setor produtivo da construção civil os dados necessários para o planejamento desses recursos e facultar, para as instituições públicas do estado da Paraíba, as informações técnicas de forma a possibilitar a gestão sustentável da atividade mineira do setor.

Devido a relevante contribuição socioeconômica que o setor de matérias-primas minerais para construção civil proporciona a sociedade, é imperiosa a realização de estudos no que toca os aspectos econômicos deste setor no cenário atual. A divulgação dos dados gerados pela pesquisa realizada no Projeto Materiais de Construção da Região Metropolitana de João Pessoa, visa estimular o desenvolvimento da economia mineral dessa região, uma vez que, este estudo poderá ser utilizado pelos setores público e privado no momento de estabelecerem prioridades nos respectivos planejamentos estratégicos.

Contém ainda informações técnicas de grande valia aos órgãos públicos municipais e estaduais na formulação de políticas de ordenamento territorial que promove a coexistência saudável entre a atividade mineira e a expansão urbana. A adoção de tal premissa tem por objetivo propiciar uma melhoria na qualidade de vida das populações localizadas no entorno de áreas com jazidas em atividade ou com potencial de exploração.

Convém frisar, que a adoção de tal sistemática de trabalho, além de assegurar a continuidade da exploração destes insumos minerais, favorece a redução dos custos da indústria da construção civil, já que insumos produzidos próximos aos locais de consumo refletem na redução

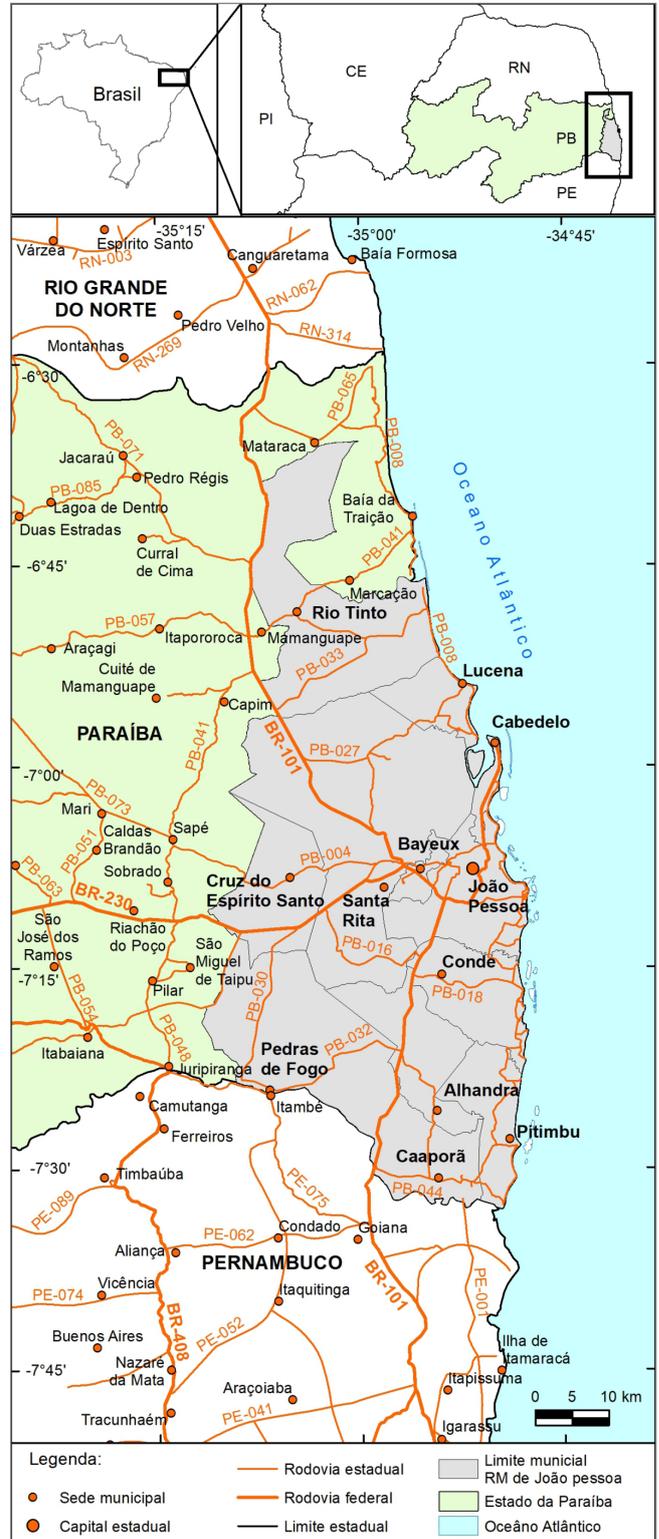


Figura 1.1 - Mapa de Localização da Região Metropolitana de João Pessoa - RMJP

de custos com frete e, conseqüentemente, em preço final mais acessível ao consumidor. No entanto, o abastecimento de substâncias minerais para construção civil nas regiões metropolitanas do país vem sendo agravado não apenas pela expansão urbana que ocupa áreas com potencial mineral, como também pelas lavras informais que acarretam crescentes preocupações ambientais.

Urge, portanto, a elaboração de um plano de ordenamento territorial, que contemple a utilização dos parâmetros geológicos durante a sua elaboração, com a urbanização e demais formas de utilização de ocupação do espaço municipal. Em paralelo, a utilização nas empresas de mão de obra local e ações conservacionistas, com reaproveitamento de resíduos utilizando soluções capazes de agregar valor comercial, garantirá o suprimento destas substâncias para as populações futuras, trabalhando dentro dos conceitos de produção limpa e ambientalmente sustentável.

## 1.1. LOCALIZAÇÃO

A Região Metropolitana de João Pessoa (RMJP) situa-se no nordeste do Brasil, mais precisamente na porção leste do estado da Paraíba e abrange uma área litorânea de 2.794,298 km<sup>2</sup>, que corresponde a 2,8% da superfície estado. Encontra-se limitada pelas coordenadas geográficas de 6°35'48" a 7°33'01" de latitude Sul e 34°47'34" a 35°11'49" de longitude Oeste (Figura 1.1).

Duas rodovias federais atravessam o território paraibano e ligam a RMJP ao sul, por meio da BR-101, e ao oeste, com a BR-230, enquanto rodovias estaduais interligam os municípios que compõem a referida região, PB-008, PB-016 e PB-018.

A RMJP é formada por 12 municípios, os quais se mostram agrupados ao redor da cidade de João Pessoa, que é a capital do estado da Paraíba, e constitui o principal polo de desenvolvimento econômico e social desta unidade federativa. Possui atualmente uma população de 1.266.463 habitantes, o que perfaz uma densidade demográfica de 460 hab./km<sup>2</sup> (IBGE, 2018).

## 1.2. METODOLOGIA DE TRABALHO

O Projeto Materiais de Construção Civil da Região Metropolitana de João Pessoa foi executado segundo as normas contidas no Manual Técnico da Divisão de Minerais Industriais (DIMINI) e constou da realização das seguintes etapas de trabalho:

**Etapa I** – Atividades de pesquisa e análise bibliográfica referente ao tema e preparação das bases cartográfica e geológica da Região Metropolitana de João Pessoa. Foram reunidos e consultados relatórios, artigos, trabalhos, teses, listagem de recursos

minerais e mapas temáticos (cartográfico, geológico, metalogenético, de conservação ambiental e direito mineral) realizados por outras instituições, além de planos diretores municipais e de mineração. Como ponto de partida, a principal referência foi a base de dados da CPRM (GeoSGB). Diante dessas informações, foi feita a avaliação e a integração dos dados dos elementos pesquisados, procedimento que resultou na elaboração de uma listagem de jazimentos minerais e na confecção na escala 1:250.000 dos seguintes mapas temáticos: (I) geológico integrado e (II) ocorrências e depósitos minerais para construção civil. Esses mapas foram digitalizados e editados utilizando o *software* ArcGIS. Durante o seu transcorrer foram realizados trabalhos de interpretação de aerofotos e imagens de satélite, com a finalidade de avaliar a continuidade das áreas de influência das ocorrências minerais compiladas. Ainda nesta fase foram elaborados os mapas geológico e de recursos minerais de caráter preliminar, e a partir destas bases cartográficas foi efetuado o planejamento dos trabalhos de campo.

**Etapa II** – Durante esta etapa foram realizados serviços de mapeamento e cadastramento de ocorrências minerais conhecidas e inéditas. Constou ainda da observação *in loco* das ocorrências, depósitos e minas. Posteriormente, os depósitos visitados e estudados foram plotados em bases cartográficas, na escala 1:100.000, elaboradas pela SUDENE em convênio com o Serviço Geográfico do Exército – SGE.

No transcorrer desta etapa foram descobertas e cadastradas novas ocorrências minerais e definidas com base em serviços de mapeamento e fotointerpretação. Obteve-se ainda o estabelecimento dos controles geológicos dos depósitos, com a conseqüente seleção de áreas alvo para dimensionamento dos recursos minerais em estudo. Nesta fase foi efetuada a amostragem de matérias-primas analisadas, principalmente argila e rocha. Em paralelo foi elaborado o levantamento de informações sobre os impactos causados ao meio ambiente pela atividade mineira, além da obtenção de informações sobre o mercado produtor e consumidor mineral e observações sobre a metodologia de lavra utilizada.

Para a pesquisa e a caracterização ambiental dos danos causados ao meio ambiente pelas atividades mineiras na Região Metropolitana de João Pessoa, foram observados, anotados e fotografados em campo os aspectos e impactos ambientais resultantes da ação de lavra, além de tecidas considerações sobre possíveis ações mitigadoras.

**Etapa III** – Nesta fase foi concluída a preparação e envio de amostras de argila para caracterização tecnológica, que incluíram análise química de óxidos, análise mineralógica, granulométrica e ensaios cerâmicos. As análises e ensaios foram realizados nos seguintes laboratórios:

amostras de argilas foram enviadas para o Centro de Tecnologias do Gás e Energias Renováveis (CTGAS-RN), as rochas para petrografia remetidas para o Setor de Laboratório da Superintendência Regional de Recife (SECLAB-RE) e Superintendência Regional de Porto Alegre (SUREG-PA) e as análises químicas foram realizadas pela GEOSOL LTDA.

No caso dos ensaios cerâmicos foram preparados corpos de prova para queima nas temperaturas de 850°C, 900°C e 950°C, seguido da determinação dos índices de absorção d'água, porosidade e massa específica aparente. Foram também realizados ensaios de resistência mecânica a flexão e a quantificação dos índices da plasticidade e de retração linear de queima.

No que concerne às rochas graníticas, utilizadas na produção de brita, amostras foram encaminhadas para confecção de lâminas e análises petrográficas, bem como análise de reação álcali-agregado.

A caracterização petrográfica foi realizada com base na norma ABNT NBR 7389. Por conseguinte, pode ser avaliada a presença de constituintes do agregado suscetíveis a reações com os álcalis do cimento e seu percentual com base na norma ABNT NBR 15577-3 (2008).

**Etapa IV** – No decorrer desta fase foi realizada a interpretação, integração e consolidação dos dados obtidos, reunidos no formato deste Informe de Recursos Minerais e (I) mapa geológico e (II) mapa de ocorrências e depósitos minerais, em meio digital, utilizando-se do *software* ArcGis. Para consistência e novos cadastramentos de ocorrências, depósitos e minas, foi utilizado GPS modelo Garmin 45.

### 1.3. DADOS DE PRODUÇÃO

Os dados físicos das atividades realizadas pela equipe do projeto são relacionados a seguir:

- Etapas de campo realizadas = seis de 20 dias, totalizando 120 dias;
- Pontos cadastrados (minas, garimpos, ocorrências e afloramentos) = 460;
- Total de ocorrências cadastradas = 460
- Areia (243), argila (28), calcário (28), cascalho (10), material de empréstimo (140) e pedra britada (11);
- Amostras coletadas = 39, sendo 6 de argila, 20 de areia, 1 de material de empréstimo, 1 de cascalho, 6 de calcário e 5 de brita;
- Análises e ensaios tecnológicos efetuados em amostras de argila e de rocha, assim discriminados:
- Análise química e ensaios cerâmicos = 4 amostras de argila;
- Análises petrográficas = 5 amostras de rocha.

### 1.4. PRODUTOS GERADOS

Durante o transcorrer do referido projeto foram gerados e disponibilizados os seguintes produtos finais:

1. Informe de Recursos Minerais (IRM) contendo a descrição dos trabalhos realizados incluindo a integração e interpretação dos resultados.
2. Mapa Geológico Integrado e Mapa de Ocorrências e Depósitos Minerais na escala 1:250.000.

## 2. ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E INFRAESTRUTURA

### 2.1. DEFINIÇÃO

A Região Metropolitana de João Pessoa (RMJP) foi criada no ano de 2003, e tem como núcleo-sede o município de João Pessoa, capital do estado da Paraíba. Atualmente, compreende um total de 12 municípios, constituindo a região metropolitana mais populosa da Paraíba e a décima oitava do país em número de habitantes. Atualmente, compreende cerca de um terço da população estadual e 50% de seu produto interno bruto (PIB), superando R\$ 22 bilhões, segundo os dados do IBGE (2018).

### 2.2. A OCUPAÇÃO DO ESPAÇO URBANO

A Região Metropolitana de João Pessoa era habitada por volta do ano 1000 por índios tapuias, que foram expulsos para o interior do continente devido à chegada de povos Tupis procedentes da Amazônia. No século XVI, quando chegaram os primeiros europeus, esta região constituía a fronteira entre os territórios Tupis dos Potiguaras (que se localizavam ao norte) e dos tabajaras (que se localizavam no Sul). Os primeiros se aliaram aos colonizadores portugueses, enquanto que os últimos se tornaram ferrenhos adversários dos mesmos.

Em agosto de 1585, os colonizadores portugueses fundaram a “Cidade Real de Nossa Senhora das Neves” numa colina às margens do rio Sanhauá, um afluente do rio Paraíba, 18 quilômetros acima da foz deste último. Em 1588, a cidade adquiriu o nome de “Filipeia de Nossa Senhora das Neves”, em homenagem ao rei Filipe, que, na época, acumulava os tronos da Espanha e de Portugal.

Logo após a sua conquista pelos Países Baixos, a cidade passou a se chamar “*Frederikstad*”, a partir de 1634. Depois do declínio da Nova Holanda e com a saída dos holandeses em 1654, a cidade adquiriu o nome de “Parahyba do Norte”. Finalmente, em 4 de setembro de 1930, sua denominação atual, “João Pessoa”, foi aprovada pela Assembleia Legislativa Estadual e constituiu uma homenagem ao político paraibano João Pessoa Cavalcanti de Albuquerque, assassinado em 1930 na cidade do Recife, quando era presidente daquele estado e concorria, como candidato a vice-presidente da República, na chapa de Getúlio Vargas. Este fato causou grande comoção popular, sendo um dos estopins da Revolução de 1930.

A cidade de João Pessoa, que consiste a base desta região metropolitana, nasceu nas margens do rio Sanhauá, a partir de onde subiu as ladeiras em direção ao que hoje é o Centro. A expansão urbana ocupou a antiga área rural. A partir da segunda metade dos anos 1960, com a ocupação da orla marítima, a economia da área perdeu um pouco de sua importância de outrora. No que diz respeito à arquitetura, os bairros do Centro comportam a maior parte das áreas, que são objeto de tombamento pelos órgãos de proteção ao patrimônio histórico e artístico. Dentre essas riquezas urbanas, estão: o Centro Histórico, Rua das Trincheiras e as proximidades da Rua Odon Bezerra, no Bairro de Tambiá.

### 2.3. PARÂMETROS ECONÔMICOS E SOCIAIS

A Região Metropolitana de João Pessoa é a maior do estado da Paraíba, tendo sido criada pela Lei Complementar Estadual de No 59/2003. Inicialmente era composta pelos seguintes municípios: Bayeux, Cabedelo, Conde, Cruz do Espírito Santo, João Pessoa, Lucena, Mamanguape, Rio Tinto e Santa Rita. Posteriormente foi ampliada através da Lei Complementar Estadual No 90/2009 que incluiu os municípios de Alhandra, Pitimbu e Caaporã. Em função de nova Lei Complementar Estadual No 93/2009, a referida região foi ampliada com a inclusão do município de Pedras de Fogo. Cerca de 4 anos depois, com a criação da Região Metropolitana do Vale do Mamanguape, em 2013, o município de Mamanguape foi excluído da RMJP ou Grande João Pessoa.

A população está concentrada principalmente na cidade de João Pessoa, que constitui o principal polo econômico e social desta região metropolitana e do estado. Na tabela 2.1 têm-se os principais dados econômicos e sociais desta região.

Atualmente, a cidade de João Pessoa corresponde a 7,53% da área e abriga 64,24% da população desta região metropolitana. Cabedelo constitui a menor cidade e possui o único porto marítimo do estado, sendo ponto de importação e exportação de bens industrializados e commodities agrícolas e minerais produzidas nesta unidade federativa. Cabedelo conta com uma área de 31,265 km<sup>2</sup>, enquanto Santa Rita apresenta a maior superfície municipal, com 726,565 km<sup>2</sup> de área. A cidade menos populosa é Lucena, com 12.944 habitantes, enquanto a mais populosa é a capital, João Pessoa, com 800.323 habitantes (IBGE, 2018).

**Tabela 2.1** - Dados socioeconômicos da Região Metropolitana de João Pessoa (IBGE, 2018).

MUNICÍPIO	LEGISLAÇÃO	ÁREA (KM <sup>2</sup> )	POPULAÇÃO (2018)	IDH (2010)	PIB (2013, MIL R\$)	PIB PER CAPITA (2010) R\$
ALHANDRA	LCE 90/2009	182,656	19.391	0,582	599.890,00	13.278,60
BAYEUX	LCE 59/2003	31,784	96.550	0,649	939.769,00	7.003,00
CAAPORÃ	LCE 59/2003	150,168	21.698	0,602	414.685,00	16.390,00
CABEDELO	LCE 59/2003	31,265	66.680	0,748	2.078.719,00	42.484,00
CONDE	LCE 59/2003	172,949	24.323	0,618	550.884,00	14.844,00
CRUZ ESPÍRITO SANTO	LCE 59/2003	195,596	17.366	0,552	106.616,00	5.226,00
JOÃO PESSOA	LCE 59/2003	210,551	800.323	0,763	14.841.805,00	13.553,00
LUCENA	LCE 59/2003	89,202	12.944	0,583	134.669,00	6.722,00
PEDRAS DE FOGO	LCE 59/2003	401,12	28.389	0,590	387.026,00	10.110,74
PITIMBU	LCE 59/2003	136,045	18.904	0,570	128.954,00	5.543,00
RIO TINTO	LCE 59/2003	466,397	24.088	0,585	194.550,00	6.501,00
SANTA RITA	LCE 59/2003	726,565	135.807	0,627	1.892.593,00	10.361,00
<b>TOTAL</b>		<b>2.794,30</b>	<b>1.266.463</b>		<b>22.270.160,00</b>	

A cidade de João Pessoa é a terceira capital estadual mais antiga do Brasil e teve seu centro histórico tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) em 2009. O tombamento abrange 502 edificações, a maior parte dos bairros do Varadouro (Cidade Baixa) e Cidade Alta, que se constituíram nos dois principais núcleos de desenvolvimento da cidade. As edificações são representativas de vários períodos da história: o barroco da Igreja da Ordem de São Francisco, o rococó da Igreja de Nossa Senhora do Carmo, o estilo maneirista da Igreja da Misericórdia, a arquitetura colonial e eclética do casario civil, e o *art nouveau* e o art déco das décadas de 1920 e 1930, predominantes na Praça Anthenor Navarro e no Hotel Globo.

João Pessoa é conhecida como "Porta do Sol", pelo fato de estar localizada na denominada Ponta do Seixas, que compreende o ponto mais oriental das Américas. Isto faz a cidade ser conhecida como o lugar "onde o sol nasce primeiro nas Américas". Foi considerada pela organização *International Living* como uma das melhores cidades do mundo para se desfrutar a aposentadoria. No *ranking* feito anualmente pela citada organização, a capital paraibana surge ao lado da também nordestina Fortaleza, como as únicas cidades brasileiras citadas na lista em 2019.

## 2.4. DADOS GEOGRÁFICOS

### 2.4.1. Aspectos climáticos, hidrográficos e fisiográficos

O clima da RMJP é predominantemente tropical úmido (tipo Am na classificação climática de *Köppen Geiger*, com índices relativamente elevados de umidade do ar e temperaturas médias anuais em torno dos 23°C.

O índice pluviométrico anual é superior a 2000 mm, concentrados entre os meses de abril e julho, sendo abril o mês de maior precipitação (350 mm). No verão, a temperatura média pode chegar a 33°C, mas é muito raro passar de 31°C. No inverno que é a estação mais chuvosa, as temperaturas não passam de 27°C de máximas, mas podem chegar a 14°C de mínimas em alguns bairros devido à atuação da massa polar atlântica.

A RMJP possui oito bacias hidrográficas principais, que são os rios Jaguaribe, Cuiá, Cabelo, Aratu, Jacarapé, Camurupim, Marés-Sanhauá e Gramame (Figura 2.1). Já o rio Jaguaribe nasce no conjunto Esplanada na cidade de João Pessoa, cruza o Jardim Botânico Benjamim Maranhão, no meio da Mata do Buraquinho, e desemboca no Oceano Atlântico na divisa, com o município de Cabedelo.



**Figura 2.1** - Falésias e Pontal da Barra do Rio Gramame. Área de proteção ambiental da RMJP desde 1993, garantindo a conservação do manguezal, da Mata Atlântica e dos recursos hídricos. Fotografia: Marcelo Dantas (Torres, 2016).

A água para abastecimento da RMJP é retirada do sistema de captação dos rios Gramame-Mumbaba, administrado pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA). Nesse sistema, esses dois rios se revezam no fornecimento de água para a cidade. Entretanto, o rio mais importante historicamente é o rio Sanhauá, pois foi nas suas margens que nasceu a cidade e onde foram construídas as primeiras moradias. A Lagoa do Parque Solón de Lucena no centro de João Pessoa é outro corpo hídrico importante na região, e foi o principal ponto turístico na época em que a maior parte da cidade se encontrava longe das praias.

Toda a área de estudo encontra-se dentro dos limites da mesorregião da Mata Paraibana (Figura 2.2). A porção norte está no domínio da microrregião de João Pessoa e a porção sul, no domínio da microrregião Litoral Sul.

A RMJP está inserida, basicamente, em dois domínios geomorfológicos distintos, cada um dos quais abrangendo várias unidades morfológicas. A altitude média em relação ao nível do mar é de 37 metros, com altitude máxima de 74 metros nas proximidades do rio Mumbaba, predominando em seu sítio urbano terrenos planos com cotas da ordem de 10 metros, na área inicialmente urbanizada.

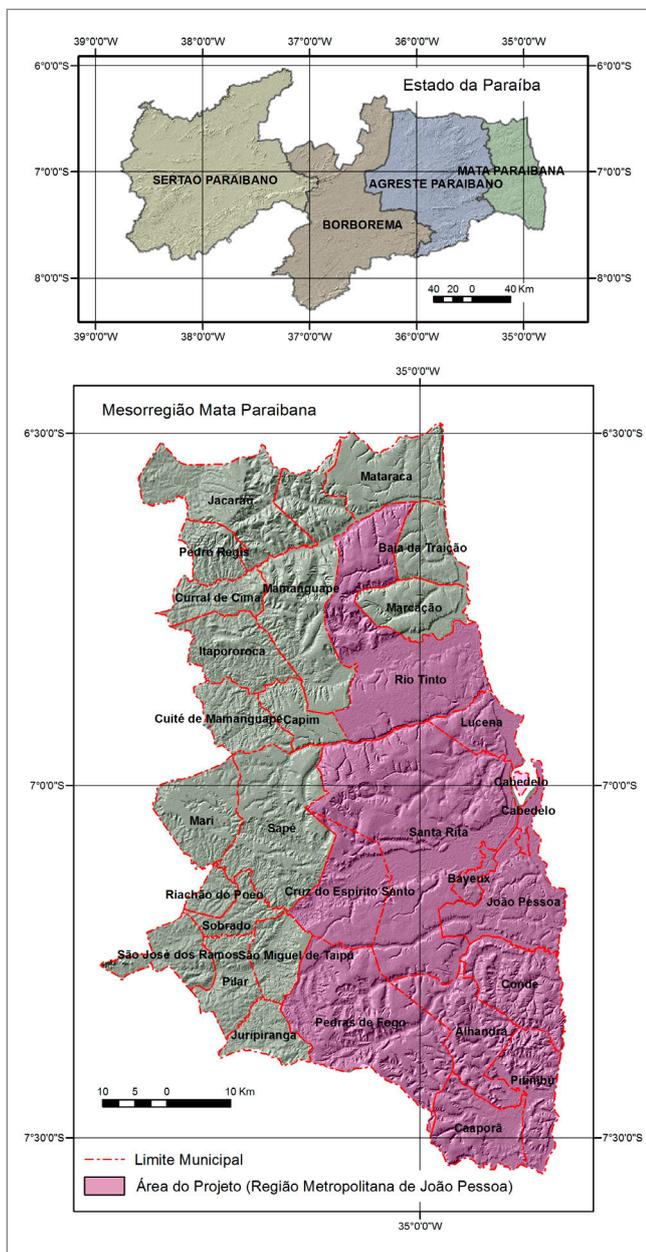
Os domínios geomorfológicos recebem as seguintes designações: Baixos Planaltos Costeiros e Baixada Litorânea. Os Baixos Planaltos Costeiros estão inseridos na macrocompartimentação dos Tabuleiros Litorâneos. Essa compartimentação geomorfológica é sustentada pelos sedimentos areno-argilosos mal consolidados da Formação Barreiras. Em linhas gerais, constituem unidades geomorfológicas de superfícies aplainadas e suavemente inclinadas para leste, sendo abruptamente interrompidos pelos entalhes fluviais e pelas falésias marinhas esculpidas pela abrasão marinha atual e/ou pretérita. Os limites desse domínio com a planície marinha são assinalados por uma linha de falésias "vivas" (ativas) que são esculpidas, na atualidade, por processos marinhos ou por uma linha de falésias "mortas" (inativas), onde os processos marinhos de esculturação foram cessados. Essas linhas de falésias possuem alturas variadas e se encontram desde em contato direto com o mar, nas marés altas, a até 1.500 m recuadas da linha de costa atual.

A Baixada Litorânea é composta por terrenos relativamente planos de baixa altitude formados por sedimentos depositados no Quaternário. Possuem altitudes modestas, geralmente inferiores a 10 m, embora ocorram planícies fluviais mais afastadas da linha de costa com altitudes superiores.

## 2.4.2. Aspectos socioambientais

A cidade de João Pessoa foi considerada a "segunda capital mais verde do mundo", com mais de 7 m<sup>2</sup> de floresta por habitante, perdendo somente para Paris, na França. Esse título de distinção foi concedido em 1992, durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (ECO-92).

A RMJP possui duas grandes reservas de Mata Atlântica, que funcionam como verdadeiros reguladores do clima, além de mitigar o avanço da poluição. A primeira delas fica no bairro central do Roger e denomina-se Parque Arruda Câmara ou "Bica", como é popularmente conhecida, devido à presença da Fonte Tambiá no local. Um misto de jardim zoológico e reserva florestal, a Bica possui exemplares da fauna e flora brasileiras, assim como animais de outros continentes. A outra reserva florestal importante é a Mata do Buraquinho, da qual uma parte foi recentemente transformada no Jardim Botânico Benjamim Maranhão. Com 515 hectares de mata atlântica preservada, cortada por riachos e fontes



**Figura 2.2** - Mapa das mesorregiões geográficas do Estado da Paraíba, com modelo digital do terreno.

naturais, fica situada num dos maiores reservatórios que abastecem a cidade. A Mata do Buraquinho umidifica o clima da cidade de João Pessoa e mantém sua temperatura mais estável e branda, mesmo no verão (Figura 2.3). A mata é preservada e cercada com intuito de proteção contra depredação, servindo como local de estudo para pesquisadores que se preocupam com a preservação do meio ambiente. No entanto, são visíveis as invasões às margens da reserva Mata do Buraquinho. Podem ser constatados casos de invasão de território de preservação e desmatamento, a exemplo da favela Paulo Afonso, além da criação de comércios clandestinos no bairro de Jaguaribe.



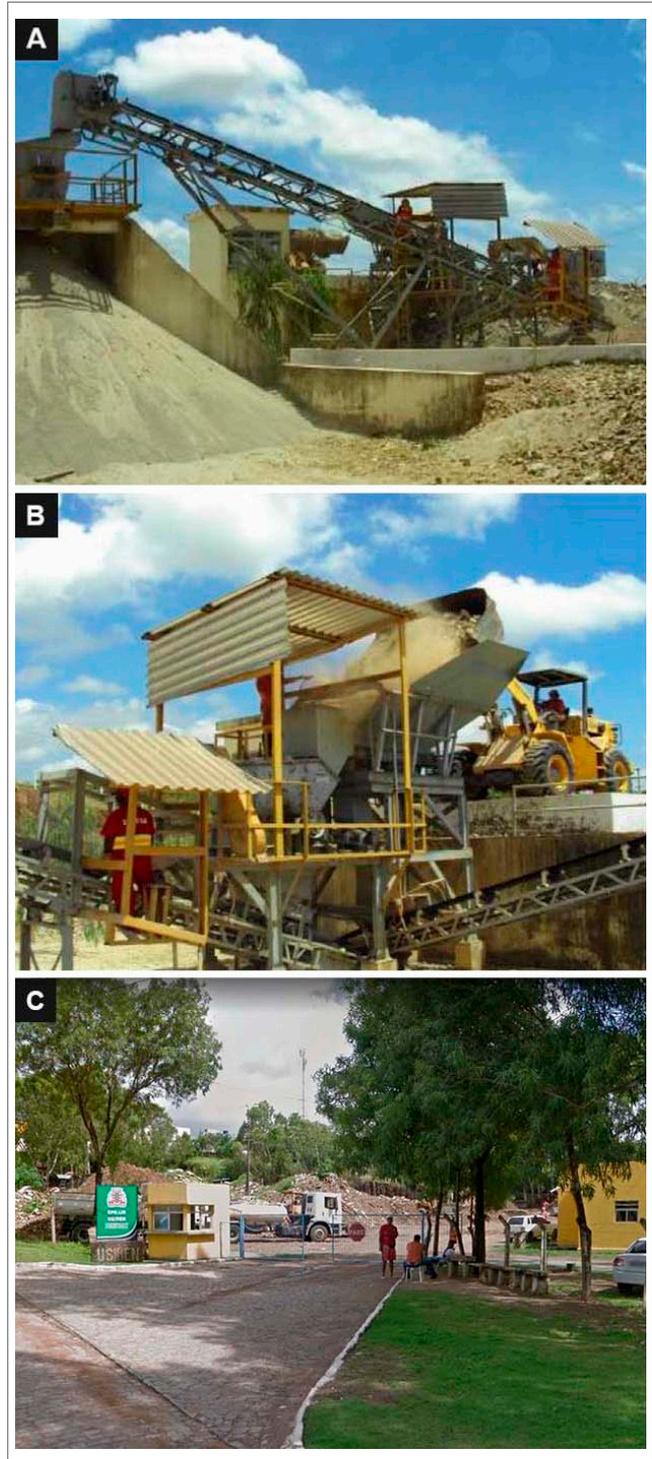
**Figura 2.3** - Mata do Buraquinho, situada no coração da cidade de João Pessoa. Os 515 hectares da reserva de Mata Atlântica melhoram aspectos do ar e do clima da região.  
Foto: Dirceu Tortorello (1990).

A cidade de João Pessoa conta com uma usina de reciclagem denominada Usina de Beneficiamento dos Resíduos de Construção e Demolição (USIBEN), instalada no final de 2007 pela Prefeitura Municipal sob a responsabilidade da Empresa Municipal de Limpeza Urbana (EMLUR) (Figura 2.4). A USIBEN recebe os resíduos da construção civil (RCC) gratuitamente dos grandes e pequenos geradores, para transformá-los em material para as obras públicas da Prefeitura Municipal de João Pessoa.

A USIBEN é uma planta de tratamento de primeira geração de RCC classe A (resíduos de obras de pavimentação, de infraestrutura, inclusive de terraplanagem, de edificações e de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto produzidos nos canteiros de obras). O equipamento instalado possui a capacidade de reciclar 20 t de RCC por hora, o que corresponde a 160 t por dia de produção, transformando-os em brita, cascalhinho e pó de pedra, que são destinados a Secretaria Municipal de Infraestrutura (SEINFRA) para obras de pavimentação (terraplanagem) nas vias da Capital.

A implantação da USIBEN complementou um conjunto de medidas tomadas pela Prefeitura Municipal de João

Pessoa com o objetivo de disciplinar a correta disposição, os fluxos e a destinação adequada dos RCC gerados neste município. Foram regulamentadas as condições para o uso preferencial do resíduo, na forma de agregado reciclado, em obras públicas de infraestrutura e de edificações.



**Figura 2.4** - Usina de Beneficiamento dos Resíduos de Construção e Demolição em João Pessoa. A) Transportador de correia móvel e fixa. B) Alimentador vibratório. C) Vista da entrada e pátio de estocagem da USIBEN.

### 2.4.3. Aspectos econômicos

Levando em consideração apenas a conurbação da área conhecida como Grande João Pessoa, as quatro cidades (João Pessoa, Cabedelo, Santa Rita e Bayeux) apresentaram juntas um PIB cerca de R\$ 24,5 bilhões em 2016, cerca de 41% do total do PIB paraibano.

O município de João Pessoa é a região com maior atividade econômica na Paraíba, representando 30,7% das riquezas produzidas no estado, e possui um produto interno bruto duas vezes maior que Campina Grande, a segunda cidade mais populosa do estado. Conta atualmente com dois distritos industriais em desenvolvimento, um na BR-101 Sul e outro no Bairro de Mangabeira.

A administração pública constitui a principal fonte de geração de emprego e renda desta região, correspondendo a cerca de 41% do PIB gerado, em seguida vem o comércio atacadista com 13,45%, logo abaixo têm-se o segmento da construção civil com cerca de 10,46%.

A análise do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil no 3º trimestre de 2019 indica um crescimento de 1,2% da economia brasileira em relação ao mesmo trimestre do ano anterior. Nesta base de comparação, a construção civil foi o setor que registrou o maior incremento, com 4,4% - a segunda alta da atividade após cinco anos consecutivos de queda, conforme dados do IBGE de 2019.

O turismo também constitui um grande fomentador na produção de renda e geração de empregos. O setor

terciário conta além do comércio, com a prestação de serviços incluindo educação, saúde, além de administração e serviços, os quais também possuem grande participação econômica nesta região chegando a corresponder a aproximadamente a 17,15% desta região.

### 2.4.4. Parque industrial

O setor secundário da economia acha-se representado na RMJP por um parque industrial complexo e diversificado, formado por diversos segmentos, tais como: alimentos, automobilístico (*buggy*), bebidas, bentonita, cimento, concreto, couro, metalúrgico, móveis, ótica, papel, pisos cerâmicos, química, têxtil, tecnologia da informática, dentre outros. O setor secundário da economia acha-se representado na RMJP, por um parque industrial complexo e diversificado.

A cidade de João Pessoa, sozinha, possui o maior parque industrial do estado da Paraíba, onde se destacam algumas indústrias multinacionais, tais como a AmBev, Coca-Cola, além da Suggar Eletrodomésticos, Euroflex, Vijai Elétrica, Coteminas, a *British American Tobacco* e a Paráí S.A.

Na temática deste informe destaca-se o polo cimenteiro da Paraíba, que consta de quatro indústrias de cimento sediadas na área de abrangência desse trabalho: a Brennand Cimentos em Pitimbu, a Elizabeth Cimentos no Conde, a Intercement em João Pessoa e a Lafarge Holcim em Caaporã (Figura 2.5).



**Figura 2.5** - Fábricas de cimento sediadas na RMJP. A) Brennand Cimentos B) Elizabeth Cimentos C) Intercement D) Lafarge Holcim.

As marcas de cimento produzidas são Cimento Nacional, Cimento Elizabeth, Zebu e Cimento Holcim, oriundas das indústrias Brennand Cimentos, Elizabeth Cimentos, Intercement e Lafarge Holcim, respectivamente. A produção destas indústrias atende aos mercados da Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte.

O estado da Paraíba ocupa a posição de terceiro maior produtor de cimento do país, com uma capacidade produtiva atual de 5,5 milhões de toneladas ao ano que mobiliza dois mil empregos entre diretos e indiretos. A tradição da Paraíba na indústria de cimento vem do final do século 19 com a implantação da primeira fábrica de cimento do Brasil, no ano de 1892, pelo engenheiro Louis Felipe Alves da Nóbrega.

#### 2.4.5. Setor Imobiliário

Até cerca de quatro anos atrás a cidade de João Pessoa passava por uma intensa expansão imobiliária. A cidade constituía um verdadeiro canteiro de obras, com destaque para o grande número de empreendimentos do segmento empresarial e residencial, e havia edifícios de altíssimo luxo sendo construídos. Atualmente, João Pessoa é considerada a capital do Nordeste com o maior número de arranha-céus e a quarta capital mais verticalizada do Brasil, compreendendo a cidade que mais cresceu no Nordeste Oriental e Setentrional no último Censo. Atualmente, cinco dos seis maiores edifícios do Nordeste estão localizados em João Pessoa. O "Tour Geneve", um dos maiores arranha-céus do Brasil, é um dos diversos empreendimentos construídos na cidade. A alta demanda por moradias de alto padrão se dá pelo fato de muitos estrangeiros (principalmente europeus) estarem adquirindo imóveis, o que causou uma altíssima especulação imobiliária e comercial nos últimos anos. A cidade é uma das capitais mais caras do Norte-Nordeste em termos de aquisição de moradia. O Altiplano possui o *skyline* mais alto, o bairro de Manaíra possui a maior densidade e o Bessa a maior expansão em área verticalizada. Vale ressaltar, que a construção de prédios, acima de 3 andares em toda a orla marítima da cidade, é proibida por lei estadual, conhecida popularmente como "Lei do Espigão". Infelizmente, devido a grave crise econômica por que passa o país, este ritmo de crescimento entrou em colapso e somente a partir do segundo semestre de 2017 este setor começou a dar sinais de recuperação.

No âmbito do Programa "Minha Casa, Minha Vida" o Governo Federal, através do Ministério das Cidades, divulgou no Diário Oficial da União (DOU) do dia 28 de fevereiro de 2018 a relação de entidades selecionadas para a construção de casas populares em vários municípios do país. Na Paraíba, foram autorizadas 4.026 unidades habitacionais em 21 municípios do estado, que

irão contemplar famílias com renda mensal de até 1,8 mil. A cidade de Caaporã, que integra a RMJP no Litoral Sul paraibano, foi a mais beneficiada no estado com a construção de 400 casas (Correio da Paraíba, 2019).

Ainda no segmento das moradias populares, por meio da Companhia Estadual de Habitação Popular (CEHAP), o Governo do Estado está construindo mais de três mil unidades habitacionais em vários municípios da Paraíba, representando um investimento de R\$ 250 milhões. As obras acontecem nas cidades de João Pessoa (Residenciais Pedra do Reino, Alvorada do Sul, Parque do Sul, Canaã I e II), Bayeux (Residencial Josemir Mendes) e Santa Rita (Residencial Rosa Luxemburgo), abrangendo expressiva parte da RMJP, além de outras duas cidades do interior do estado, conforme publicado na página oficial do governo estadual (Governo da Paraíba, 2019).

#### 2.4.6. Condições de infraestrutura

A BR-230 é rota de escoamento de produtos agropecuários e industrializados que circulam nas principais cidades paraibanas e estados vizinhos (Figura 2.6). A rodovia atravessa ou dá acesso a 45 municípios paraibanos, em seu percurso de 675 quilômetros entre Cabedelo e a divisa com o Ceará.



**Figura 2.6** - Trecho da BR-230 que constitui no principal eixo de circulação de veículos e mercadorias entre João Pessoa e demais municípios. Foto: DNIT.

A RMJP, notadamente a cidade de João Pessoa, possui uma satisfatória condição de infraestrutura em relação às demais capitais nordestinas. Atualmente é considerada a 2ª capital mais saneada na região nordeste do Brasil, contando com aproximadamente 87% da cidade saneada, e com 100% das residências atendidas por energia elétrica e por rede de abastecimento de água fornecida pela CAGEPA, a empresa estadual de abastecimento.

### 2.4.7. Transportes

Conforme dados do Detran da Paraíba, a frota de veículos estado teve um aumento de 69,9% entre 2011 e 2018. No mesmo período, conforme a estimativa populacional do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, a população paraibana cresceu 3,5%. Atualmente, com o crescente número de veículos, João Pessoa convive com diversos problemas no trânsito. Devido a isso, em 2020 foi lançado pela prefeitura um pacote de melhorias para o trânsito na capital. Dentre as mudanças, estava prevista a construção de faixas e semáforos exclusivos para ônibus biarticulados BRT, e neste planejamento foi previsto também a construção de novas ciclovias, além das várias alterações no sistema viário.

O transporte público na cidade de João Pessoa é realizado em grande parte, por linhas de ônibus, sendo uma das capitais com a maior frota de ônibus do Nordeste. Pesquisas feitas pelo Programa “Despoluir” do CNT/SEST SENAT apontam que a frota de ônibus de João Pessoa tem média de aprovação superior a nacional, sendo de 92,5%, enquanto que a média nacional é 89%. A maior parte da frota possui equipamentos de acessibilidade. A

média de idade dos veículos na capital da Paraíba é de 3,6 anos, enquanto a média de idade da frota nacional é de 5,5 anos. Segundo as empresas de ônibus, há um esforço para superar a meta acordada com a prefeitura.

A RMJP é servida ainda pelo Aeroporto Internacional Presidente Castro Pinto, localizado na cidade limítrofe de Bayeux, dentro desta região metropolitana e distante cerca 13 km do centro de João Pessoa. Atualmente operam, neste aeroporto, 14 companhias aéreas de rotas nacional e internacional, com voos diários e semanais que resultam no fluxo médio de 2,3 milhões de passageiros por ano, incluindo os voos extras da alta estação em tempos de normalidade. Para voos de menor escala, a RMJP conta com um Aeroclub no Bairro do Bessa, na capital.

A RMJP conta também com o único porto marítimo do estado, que fica no município de Cabedelo, sendo utilizado para escoamento de mercadorias. Também possui um terminal de passageiros, onde atracam navios de médio porte, cruzeiros e vários outros tipos de embarcações. A região possui em Cabedelo um transporte de balsa, que faz a travessia do Estuário do Rio Paraíba, permitindo a ligação deste com o município de Lucena, e as chamadas “ônibus-lancha”, que fazem a mesma rota.

### 3. CONTEXTO GEOLÓGICO

A base geológica utilizada para a elaboração do Mapa Geológico da Região Metropolitana de João Pessoa na escala (1:250.000) partiu de uma compilação e integração dos parâmetros obtidos em trabalhos anteriormente executados, tais como o Mapa Geológico da Paraíba na escala 1:500.000 (2002), seguido dos mapas geológicos das folhas Cabedelo (2014), Guarabira (2014) e Sape (2017), na escala 1:100.000, elaborados por professores e graduandos de geologia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), em convênio com a CPRM, dentro do Programa de Levantamento Geológico Básico do país capitaneado pela CPRM.

Este programa em parceria com as universidades federais de Pernambuco e Rio Grande do Norte propiciou o mapeamento geológico de diversas folhas na escala 1:100.000 das regiões metropolitanas de Natal e João Pessoa, abrangendo as bacias Potiguar e Paraíba (também denominada de Sub-Bacia de RecifeJoão Pessoa). A utilização destes dados juntamente com os compilados em relatórios de graduação, dissertações e teses de mestrado e doutorado, produzidos por discentes do departamento de geologia da UFPE, permitiram a elaboração do Mapa Geológico Integrado desta região metropolitana apresentado na escala 1:250.000 (Anexo 1).

#### 3.1. PRÉ-CAMBRIANO

O embasamento cristalino Pré-Cambriano da área em apreço insere-se na denominada Subprovincia Transversal, em sua maior parte no Terreno Alto Moxotó-(TAM), contendo uma pequena porção a sul no denominado Terreno Rio Capibaribe-(TRC), ambos separados pela Zona de Cisalhamento Transcorrente Cruzeiro do Nordeste (Figura 3.1).

Neste embasamento, as rochas mais antigas pertencem ao Ortognaisse Cabaceira (PP2cb), que constitui uma unidade estratigráfica paleoproterozoica, cujas idades U-Pb em zircão por ID-TIMS forneceram valores variando entre  $2230 \pm 17$  Ma e 2164 Ma (Brito Neves *et al.*, 2001). As idades modelos sugerem que o protólito deste ortognaisse não foi material juvenil e sim retrabalhamento de rocha de idade arqueana. Esta unidade é constituída de anfibólio, biotita ortognaises bandados, laminados, localmente migmatizados, de composição variando de granodiorítica a granítica, com intercalações dioríticas e anfibolíticas (Figura 3.2 A e B).

O Complexo Sertânia (PP3se), datado através do método

U-Pb em zircões detriticos por *SHRIMP*, como paleoproterozoico com idade de  $2164 \pm 18$  Ma (Santos *et al.*, 2004), compreende uma sequência metassedimentar, predominantemente semi-pelítica, monótona e bastante migmatizada. É formado por paragnaises, representado por granada-muscovita-biotita gnaisses e biotita gnaisses bandados (Figura 3.3). Por vezes, apresentam-se com silimanita e *sheets* de leucogranitos peraluminosos. Em termos de recursos minerais, a unidade pode encerrar na sua fácies migmatítica jazimentos de rochas ornamentais.

Durante o Neoproterozoico a denominada Subprovincia Transversal foi alvo de intenso plutonismo granítico de idade tardi-tectônica em relação ao Ciclo Brasileiro, representado na área de estudo, pelas suítes Dona Inês e Ouro Branco.

A Suíte Intrusiva Dona Inês (NP3y3di) compreende granitos e leucogranitos de granulação média, contendo fácies com muscovita e granada, sendo considerada fracamente peraluminosa. As idades obtidas através do método U-Pb forneceram valores de  $582 \pm 05$  Ma (Santos *et al.*, 2002) correspondendo à fase tardi-tectônica do Ciclo Brasileiro. Ocorre na porção sudoeste da área cortando o Complexo Sertânia e tem seus contatos parcialmente recobertos pelos sedimentos dos depósitos colúvio-eluviais. Associados a esta suíte têm-se as pedreiras explotadas para brita e paralelos, mais precisamente próximo ao município de Pedra de Fogo (Figuras 3.4 e 3.5).

A Suíte Intrusiva Ouro Branco (NP3y3o) é constituída por muscovita-biotita monzogranitos a granodioritos de textura equigranular a levemente porfirítica e granulação variando de média a grossa contendo fenocristais de plagioclásio. Os litotipos são isotrópicos a levemente orientados. Apresentam enclaves biotíticos, às vezes com granada, além de xenólitos de paragnaises migmatizados, os quais podem conter estruturas schlieren. Datações U-Pb por *SHRIMP* forneceram um valor de  $564 \pm 5$  Ma, o que permite sugerir que o seu posicionamento é tardi-tectônico ao Ciclo Brasileiro. Estas rochas são muito úteis para fabricação de pedra britada, pedra rachão, paralelo de meio-fio, paralelepípedos e para os demais usos na construção civil (Figura 3.6 A e B).

As unidades litoestratigráficas neoproterozoicas e paleoproterozoicas ocupam cerca de 10% da Região Metropolitana de João Pessoa, e encontram-se distribuídas preferencialmente no quadrante sudoeste.

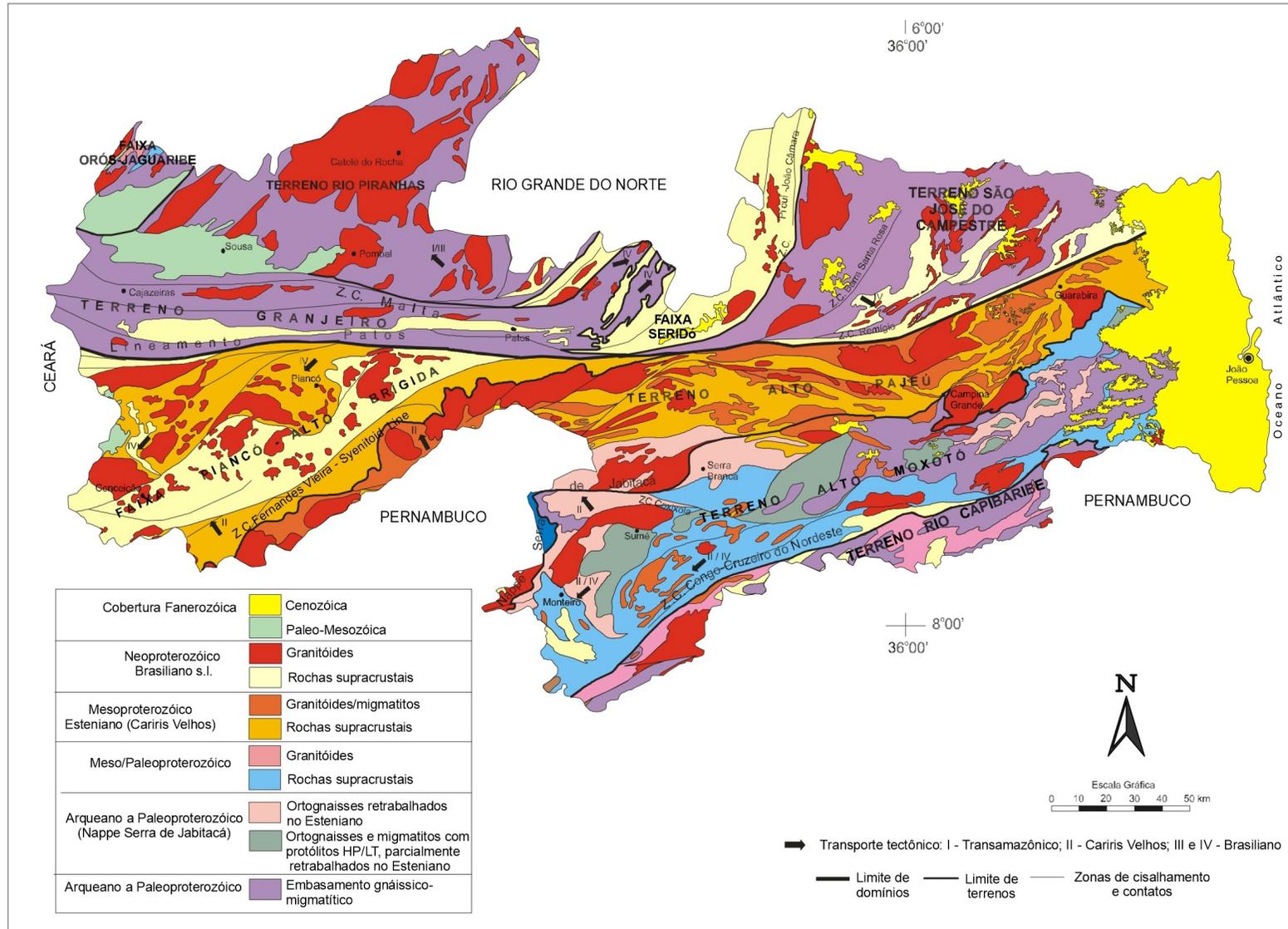
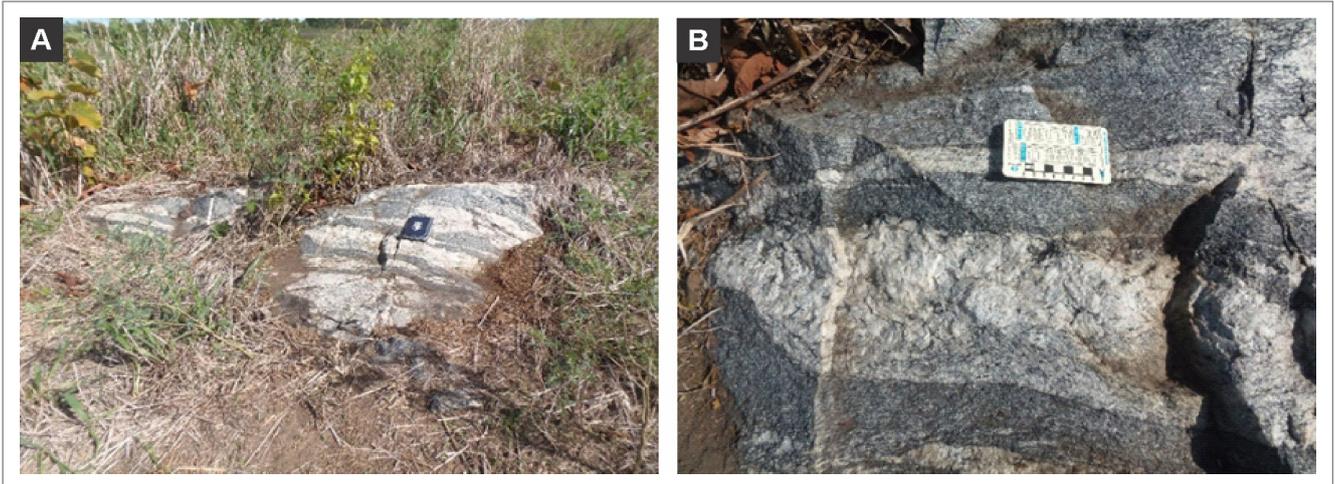
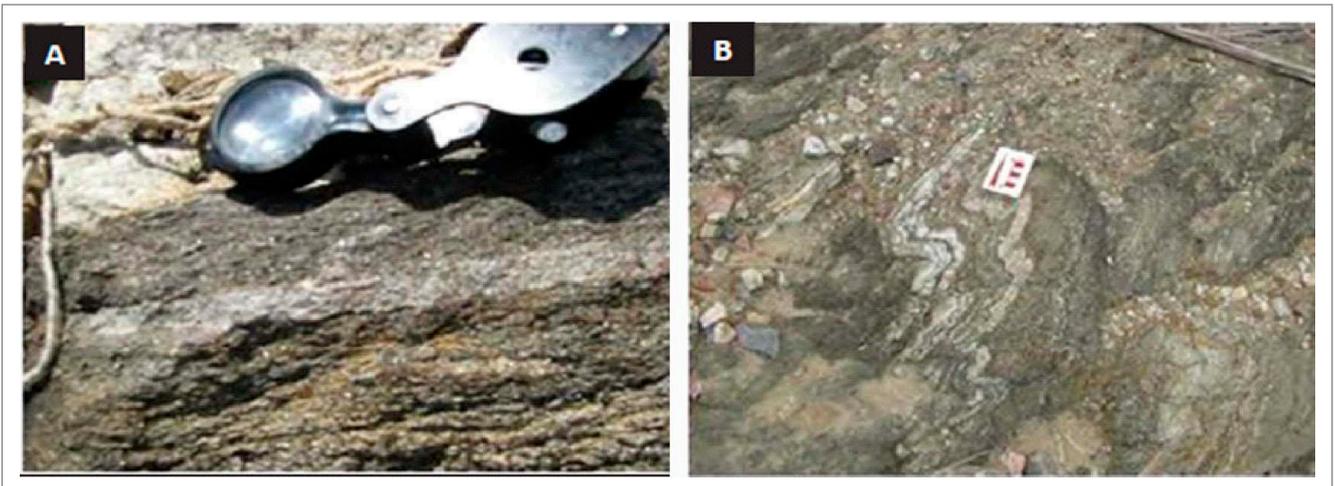


Figura 3.1 - Mapa Geológico Simplificado do Estado da Paraíba (Santos *et al*, 2002).



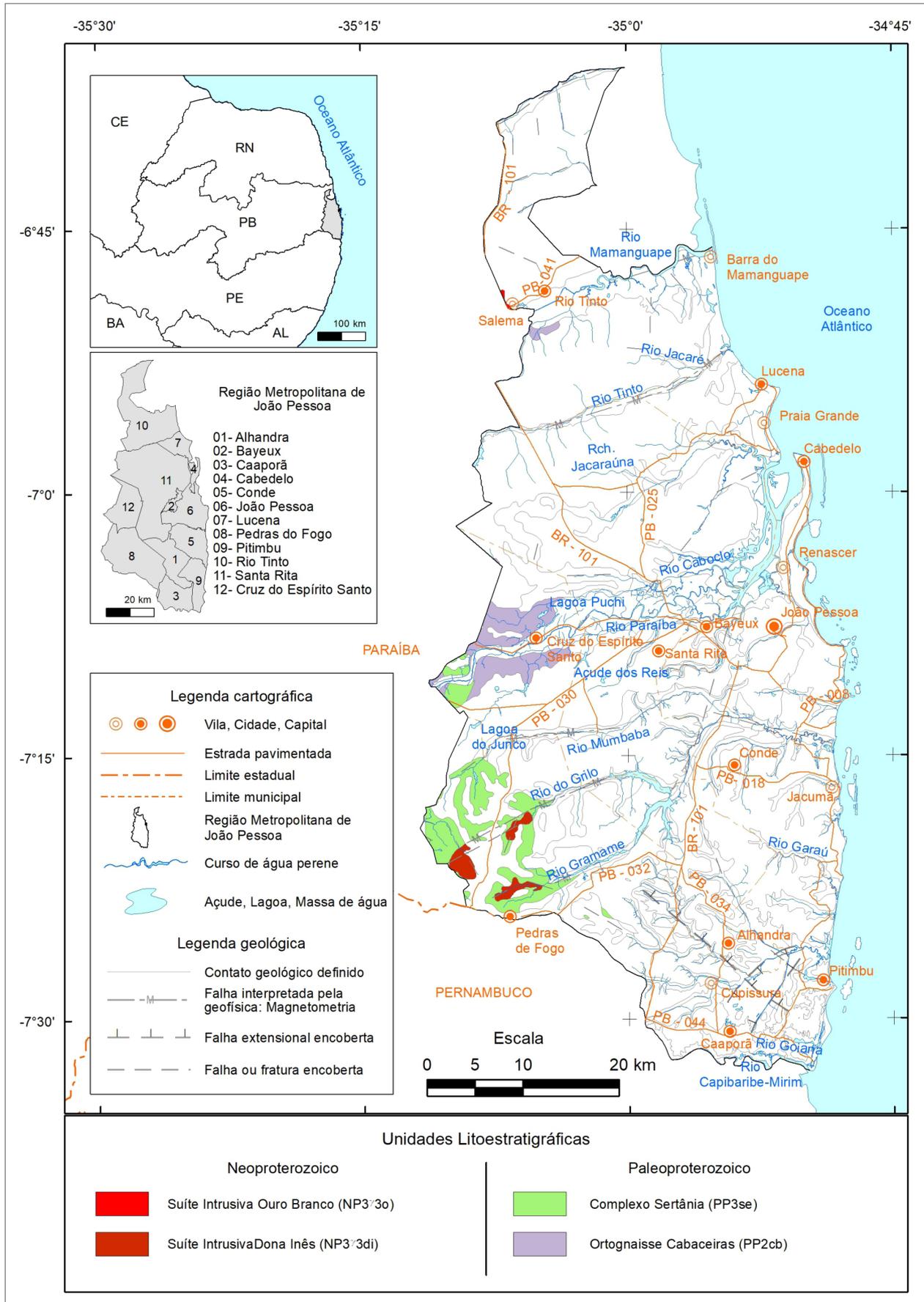
**Figura 3.2** - Aspectos de campo do Ortognaise Cabaceiras (PP2cb). (A) Ortognaise migmatizado de composição granodiorítica-granítica. (B) Detalhe da alternância de bandamentos anfibolitizados variando de ordem decimétrica a centimétrica. Afloramento MH-280 localizado no Sítio Santana 1, no Município de Santa Rita.



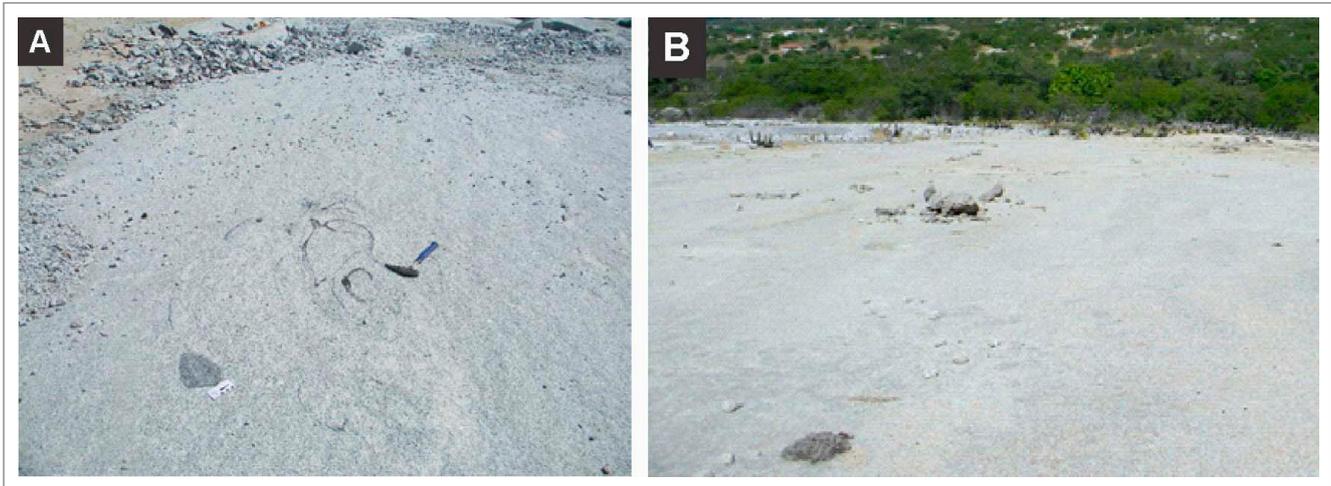
**Figura 3.3** - Aspectos de campo do Complexo Sertânia (PP3se). (A) Paragneisse rico em granada e muscovita, cortado por sheets de granitos peraluminosos. (B) Detalhe local de dobras em D3.



**Figura 3.4** - Aspecto de campo do granito pertencente a Suíte Intrusiva Dona Inês (NP3y3di). (A) Vista mais ampla do maciço granítico com lavra artesanal temporariamente paralisada. (B) Presença de enclaves máficos angulosos. Afloramento MH-245 localizado próximo a uma indústria de brita da região.



**Figura 3.5** - Distribuição das unidades litoestratigráficas neoproterozoicas e paleoproterozoicas na Região Metropolitana de João Pessoa.

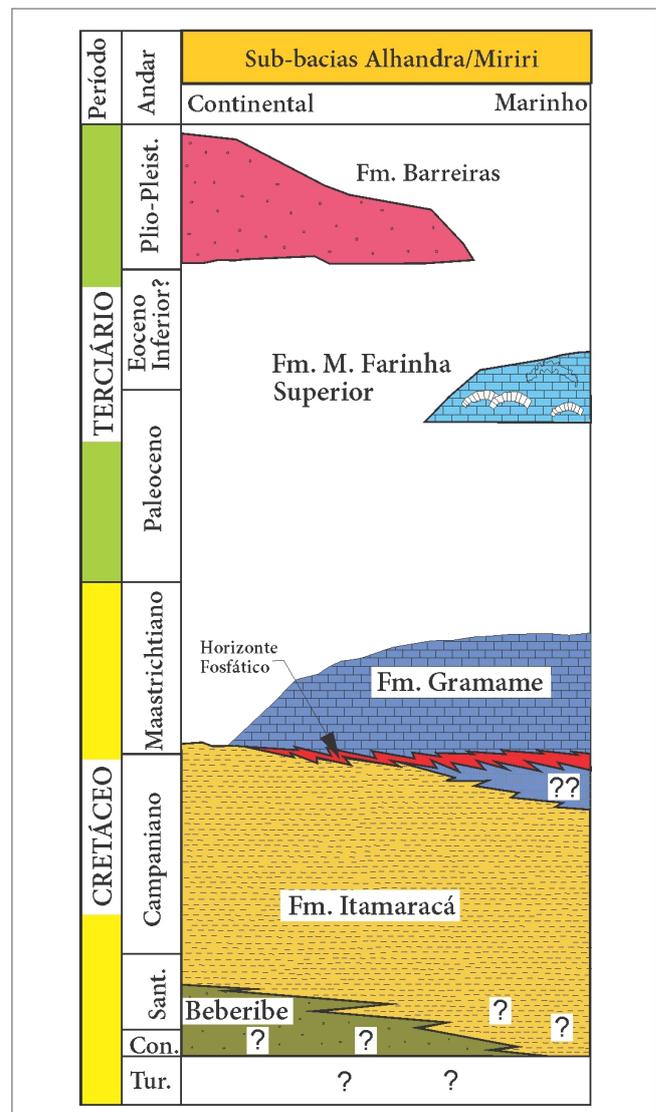


**Figura 3.6** - Aspecto de afloramento da Suíte Intrusiva Ouro Branco (NP3y3o) na divisa entre os municípios Rio Tinto e Mamanguape. (A) Detalhe. (B) Vista geral.

### 3.2. FANEROZOICO

Sobre as rochas do embasamento cristalino estão dispostas as litologias da Bacia Paraíba (Lima Filho, 1998), datadas do Cretáceo Superior e limitadas a norte pelo lineamento Patos (LPA) e a sul pelo lineamento Pernambuco (LPE). A origem e evolução da Bacia Paraíba está ligada à separação dos continentes sul-americano e africano, e do ponto de vista estrutural, os sedimentos ocorrem sub-horizontalmente, mergulhando suavemente para leste, em direção ao mar. Possui uma estratigrafia relativamente simples (Souza, 2006), apresentando uma sequência clástica constituída pelas formações Beberibe e Itamaracá e uma sequência carbonática constituída pelas formações Gramame e Maria Farinha (Figura 3.7), além das coberturas Cenozoicas, Formação Barreiras e depósitos pós-Barreiras (Figura 3.8). Os sedimentos Cretáceos da RMJP pertencem as sub-bacias Alhandra e Miriri, limitadas a sul pela falha de Goiana e norte pela falha de Mamanguape (Figura 3.9).

A Formação Beberibe (K2be), de idade Coniaciano-Santoniano-Campaniano, que compreende a unidade basal desta bacia, é constituída por arenitos grossos associados a siltitos e argilitos continentais de planície de inundação e conglomerados de canais, originados através de sistema de leques aluviais, associados a sistema fluviais entrelaçados (Kegel, 1957; Beurlen, 1967; Mabessone e Alheiros, 1988; Souza, 2006). Na sub-bacia Alhandra a deposição da Formação Beberibe foi menos expressiva, ocorrendo acúmulos mais importantes nos depocentros das regiões de João Pessoa e Itamaracá, neste último atingindo 200 m (Barbosa, 2007). Os arenitos da Formação Beberibe gradam lateralmente para a Formação Itamaracá.



**Figura 3.7** - Coluna estratigráfica esquemática da Bacia da Paraíba no trecho da sub-bacia Alhandra e Miriri (modificada de Barbosa *et al.*, 2003).

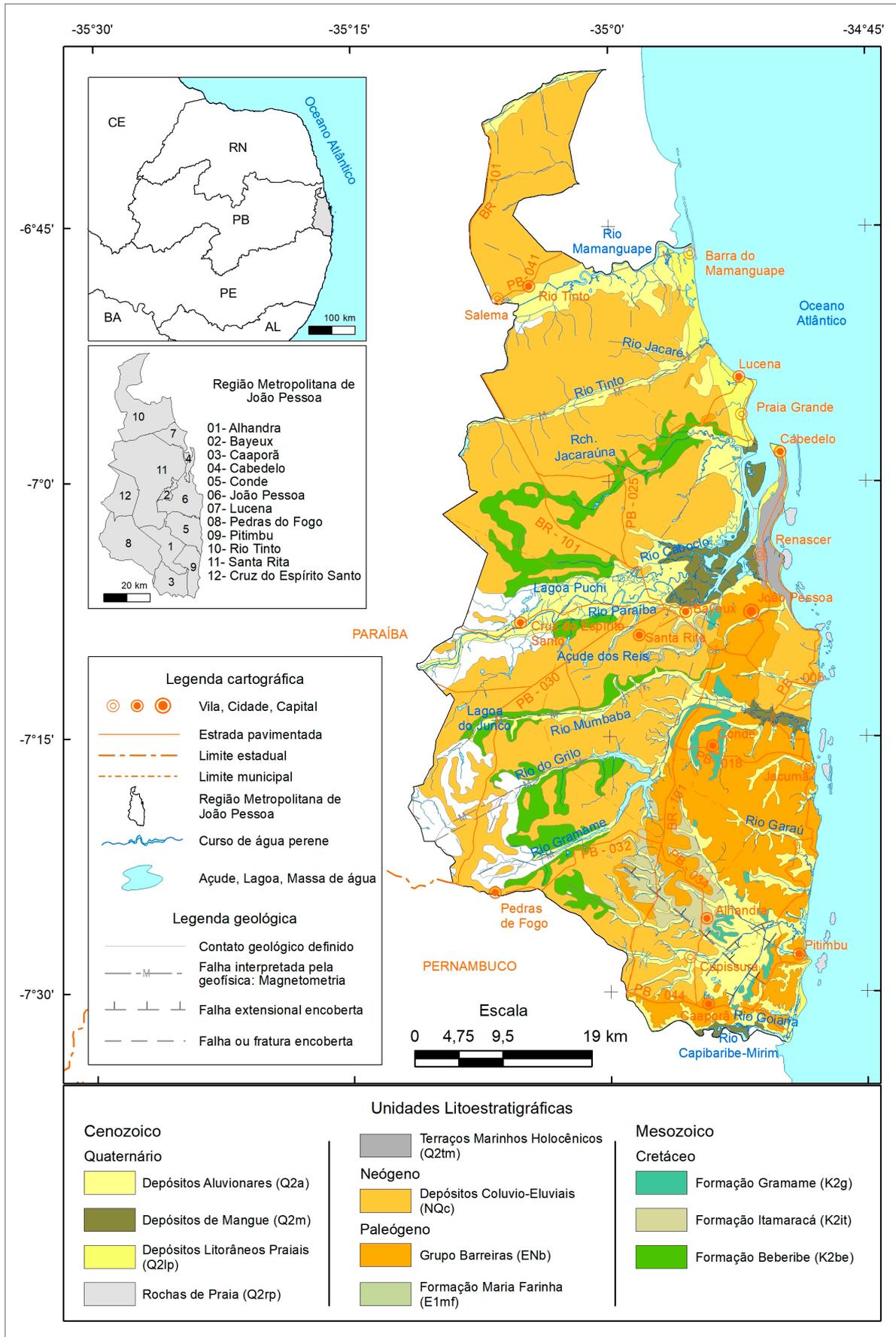


Figura 3.8 - Distribuição das unidades litoestratigráficas cenozoica e mesozoica na Região Metropolitana de João Pessoa.



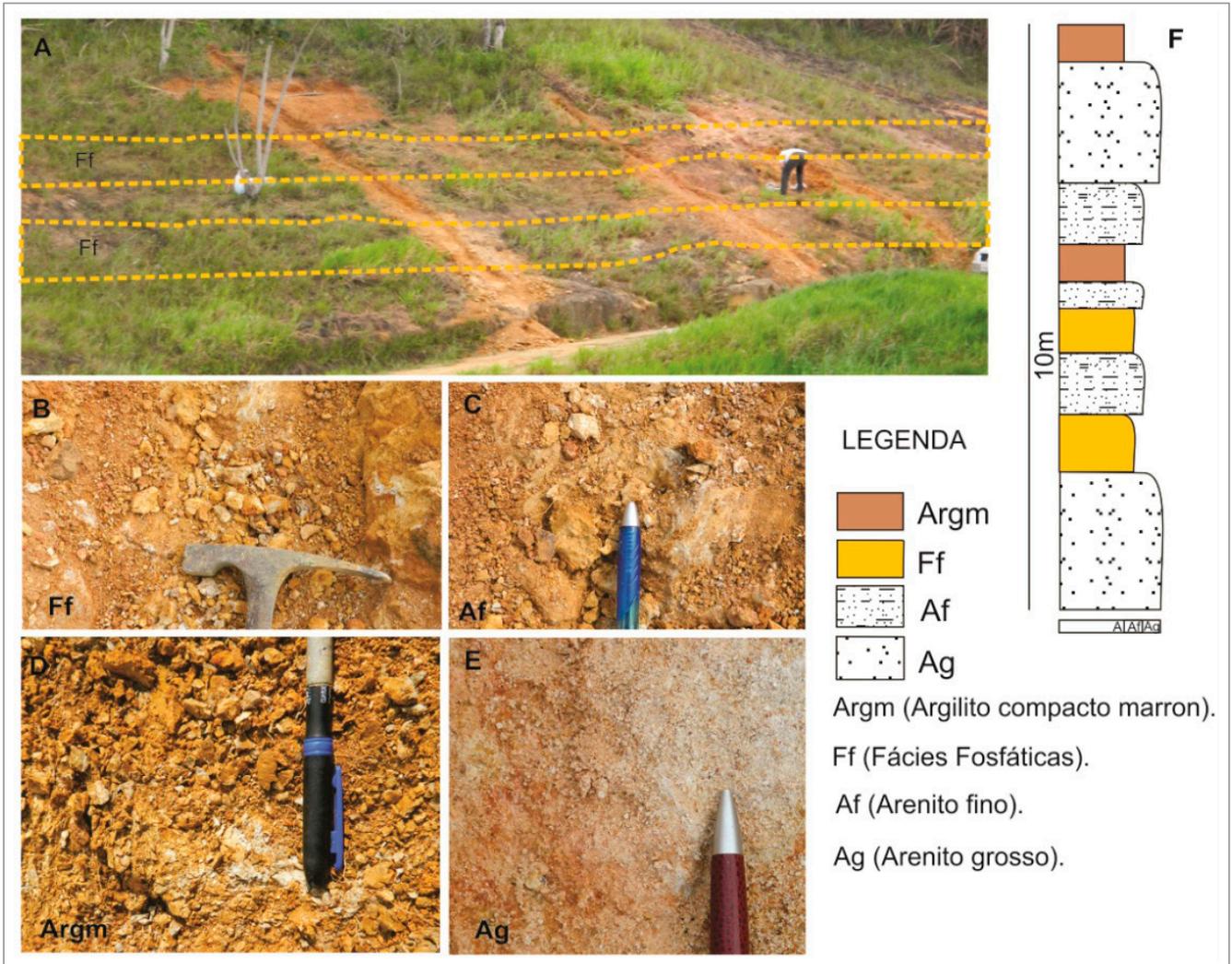
**Figura 3.9** - Localização da Bacia da Paraíba e sua compartimentação em sub-bacias, mostrando a influência dos lineamentos (zonas de cisalhamentos) pré-cambrianos na sua estruturação e divisão (Moura, 2011 modificado de Mabessone e Alheiros,1993).

A Formação Itamaracá (K2it) foi definida por Kegel (1955) que reconheceu arenitos grossos calcíferos e arenitos friáveis, por vezes conglomeráticos, datados como Campaniano-Maastrichtiano. Atualmente é definida como depósitos de arenitos finos a conglomeráticos, localmente calcíferos, e sedimentos finos heterolíticos de ambientes litorâneos a marinho rasos num trato de sistema transgressivo com camadas fosfáticas no topo, caracterizando uma superfície de inundação máxima (Lima Filho e Souza, 2001; Moura, 2014).

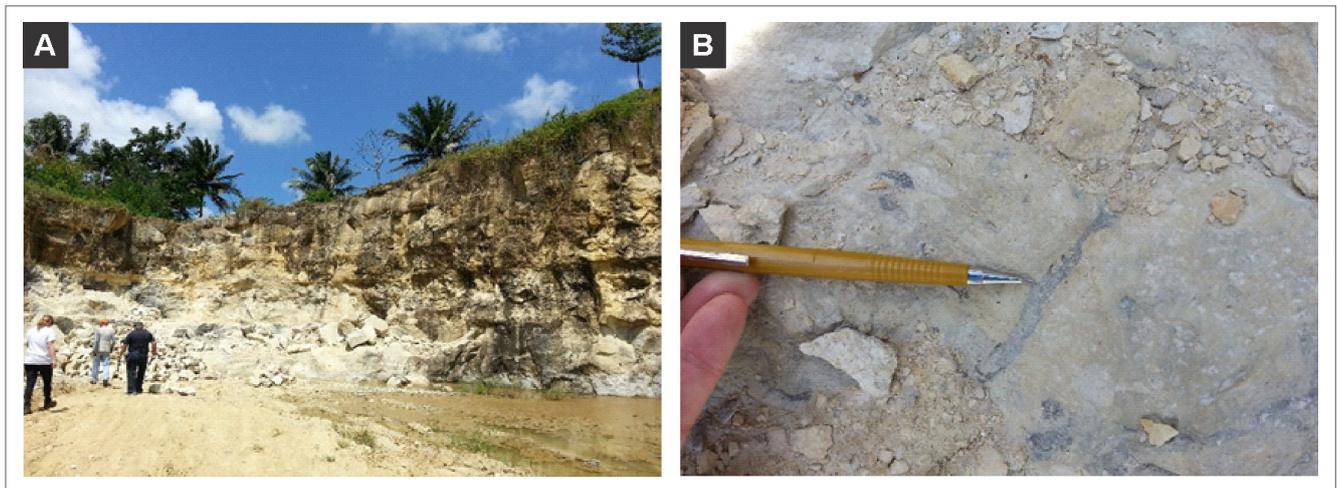
As camadas fosfáticas no topo da Formação Itamaracá foram noticiadas por Duarte (1949 in Barbosa e Lemos, 2001). Posteriormente, foram realizados diversos projetos que detalharam e caracterizaram esta sedimentação. Kegel (1955) descreve uma zona fosfática de até 4 m com teor de  $P_2O_5$  de até 30% em rochas mistas (siliciclásticas e carbonáticas) bastante fossilíferas. Menor *et al.* (1977) descreve camadas contínuas de teores variáveis, entre 20% e 30%, areno-argilosas por vezes carbonáticas. A CPRM (Fonseca Neto *et al.*, 1979; CPRM, 1982) desenvolveu projetos ao

longo de toda a Bacia Paraíba com centenas de furos de sondagem que culminou na descoberta de importante jazida como a de Miriri-PB. O Projeto Miriri, desenvolvido pela CPRM, resultou na descoberta e cubagem de depósitos de fosfato sedimentar, com reservas da ordem de  $22 \times 10^6$ t de minério fosfatado (Barbosa e Lemos, 2001). Moura (2014) e Moura e Porto (2016) caracterizaram fácies fosfáticas ao longo de toda a bacia, individualizando rochas fosfáticas (calcarenitos, arenitos e argilitos) com teores de 2% a 17% de  $P_2O_5$  e fosforitos (maciços laminados com teores de 18% a 32%) (Figura 3.10).

A Formação Gramame foi definida por Oliveira (1940), de idade Maastrichtiana, constituída por calcários margosos e margas fossilíferos intercalados com níveis escuros de argilitos. Caracterizada por uma ciclicidade em ambiente plataformar num trato de sistema de mar alto (Muniz, 1993; Santos *et al.*, 1994; Lima Filho e Souza, 2001; Barbosa, 2004). Atualmente, as rochas desta unidade são extraídas para fabricação de cimento e uso como corretivo de solo (Figura 3.11 A e B).



**Figura 3.10** - Encosta próxima a sede da Usina Giasa, revelando intercalação de sedimentos fosfáticos com siliciclásticos do topo da Formação Itamaracá (Moura, 2014).



**Figura 3.11** - Calcário da Formação Gramame. (A) Intercalação de calcários margosos e margas da Formação Gramame (K2g) com algumas bioturbações. (B) Bioturbação preenchida por sedimento argiloso (Ponto MH-249).

A Formação Maria Farinha, de idade Paleógena, é caracterizada por sedimentos que registram uma regressão marinha, constituídos por calcários detríticos, margas e calcários recifais fossilíferos (Figura 3.12) que não podem ser explorados por ser área de preservação ambiental e turística. Juntamente com a Formação Gramame é conhecida pelo importante registro da passagem Cretáceo-Paleógeno, marcada por uma crise ambiental que afetou grande parte da biota (Mabessone e Alheiros, 1988; Albertão *et al.*, 1993; Barbosa *et al.*, 2004).

As rochas sedimentares do Grupo Barreiras, de idade cenozoica (Paleógeno), foram formadas basicamente dos produtos resultantes da ação do intemperismo sobre o embasamento cristalino, localizado mais para o interior.

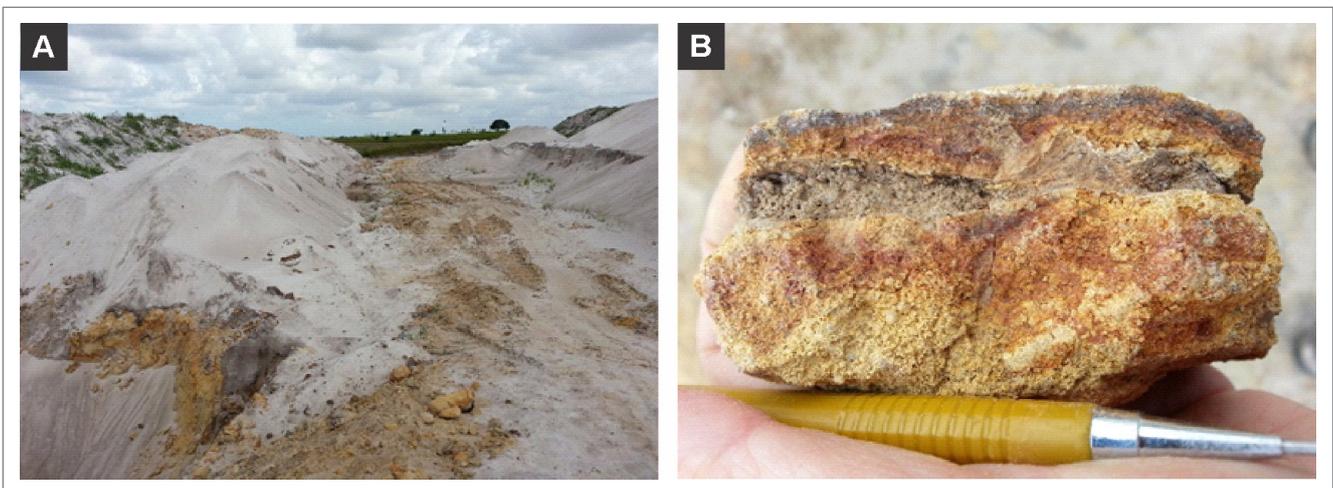
Segundo Alheiros *et al.* (1988), a deposição dos sedimentos do Grupo Barreiras se deu através de sistemas fluviais entrelaçados desenvolvidos sobre leques aluviais. A fácies de sistemas fluviais entrelaçados apresenta depósitos de granulometria variada com cascalhos e areias grossas a finas, de coloração creme amarelado, com intercalações de microclastos de argila siltica, indicativo de ambientes de sedimentação calmo como, por exemplo, de planície aluvial. A fácies de leques é constituída por conglomerados polimíticos de coloração creme-avermelhada, com seixos e grânulos subangulosos de quartzo e blocos de argila retrabalhada, em corpos tabulares e lenticulares de até um metro de espessura, intercalados com camada siltico-argilosa menos espessa (Figura 3.13).



**Figura 3.12** - Afloramento de calcários recifais fossilíferos da Formação Maria Farinha (E1mf) na Praia de Carapibus no Conde-PB.



**Figura 3.13** - Afloramento do Grupo Barreiras (ENb) com nítido basculamento, numa encosta de  $\approx 20$  m, na saída leste de Alhandra-PB, mostrando camada de areias finas a médias intercaladas com siltito arenoso e areno-argiloso sobrepostas a arenitos conglomeráticos ( $7^{\circ}26'18,8''S/34^{\circ}54'00,5''W$ ).



**Figura 3.14** - Areias quartzosas dos depósitos colúvio-eluviais (NQc). (A) Contato com a fácies dos arenitos maciços friáveis; (B) Detalhe do arenito (Ponto MH-250).

Para Alheiros *et al.* (1988), a deposição dos sedimentos do Grupo Barreiras representa a evolução de um sistema fluvial desenvolvido em fortes gradientes e sob clima predominantemente árido e sujeito a oscilações.

A espessura do Grupo Barreiras do Estado da Paraíba é bastante variável, atingindo espessuras máximas entre 70 e 80 m (Leal e Sá, 1998). No final do ciclo deposicional, a espessura deste pacote sedimentar era, provavelmente, muito superior à atual, pois a região foi dominada por processos desnudacionais desde o Plioceno. As diferentes espessuras ora verificadas estão sendo explicadas recentemente por estudos de tectônica regional cenozoica, originadas por reativações de antigas falhas no embasamento cristalino do Proterozóico (Brito Neves *et al.*, 2004).

Atualmente esta unidade estratigráfica é fonte de fornecimento de material de empréstimo e de saibro para emprego na construção civil. A mesma notabiliza-se ainda por ser um excelente aquífero para água subterrânea, constituindo no momento uma fonte de fornecimento de água de boa qualidade para parte da população residente nas regiões metropolitanas de João Pessoa e Recife.

Associados ao Neógeno têm-se os sedimentos Colúvio-Eluviais (NQc) formados por areias, argilas e cascalhos, além de depósitos arenosos e areno-argilosos incluindo ainda coberturas inconsolidadas arenosas e areno-argilosas. Esses depósitos recobrem os tabuleiros que são formados pelos sedimentos do Grupo Barreiras e apresentam uma espessura variável que pode alcançar até 10 m. Esses depósitos estão constituídos por areias brancas (Figura 3.14) e amarelas (Figura 3.15), de granulometrias medianamente finas que são retiradas para fins industriais ou utilização na construção civil, e por paleo cascalheiras (granulação >4,8mm) que apresentam seixos subangulosos a arredondados.



**Figura 3.15** - Areias amarelas dos Depósitos colúvio-eluviais (NQc) que recobrem os sedimentos do Grupo Barreiras (Ponto MH-281).  
As areias são retiradas para serem utilizadas como aterro na construção civil.

Relacionados ao Quaternário ocorrem os chamados Terraços Marinheiros Holocênicos (Q2tm) formados por areias eólicas de granulometria média, quartzosas, com fragmentos de conchas. Nas porções litorâneas têm-se as denominadas Rochas de Praia (Q2rp), constituídas por beach rocks, formadas por arenitos de granulometria média cimentados por calcita. Têm-se ainda os depósitos litorâneos eólicos vegetados ou não.

Ainda relacionados ao mesmo período ocorrem os chamados Depósitos Litorâneos Praiais (Q2lp) localizados nas praias e regiões dos cordões litorâneos, compostos por depósitos eólicos de areias quartzosas de coloração cinza clara a esbranquiçada, com granulometria variando de areia muito fina a grânulos, ricas em bioclastos dispersos em forma de rodolitos (Figura 3.16). Compõem-se por grãos de quartzo subangulosos a angulosos, mas apresentam, também, bioclastos e concentrações esporádicas de minerais pesados em forma de bolsões.



**Figura 3.16** - Depósitos litorâneos praias (Q2lp).  
Baía da Traição – PB.

Rochas de Praia (Q2rp-beach rocks), constituídas por arenitos médios cimentados por calcita, Depósitos Litorâneos Praiais. Eólicos Litorâneos Vegetados e de Mangue. Além destes, aparecem os depósitos aluvionares nos cursos d'água (fontes de areias, cascalhos e níveis de argilas) (Figura 3.17).

Ocorrem ainda os depósitos de Mangue (Q2m), constituídos por siltitos e argilas de coloração negra, com alto teor em matéria orgânica (viva e biodetrítica). Os mesmos mostram-se intensamente bioturbados e com intercalações de ostras.

Finalmente, têm-se os depósitos aluvionares (Q2a) constituintes dos denominados terrenos de várzeas ou de aluvião, sendo formado por areais, cascalho e lentes de argilas (Figura 3.18). Associados a esta unidade acham-se associadas expressivas frentes de extração de areia, cascalho e de argila utilizadas na cerâmica vermelha e cujos produtos são consumidos na RMJP.



**Figura 3.17** - Depósito de areia aluvionar no curso do Rio Paraíba em Cruz do Espírito Santo-PB (coordenadas: 7°10'33,2"S/35°08'51,2"W).



**Figura 3.18** - Depósito aluvionar (Q2a) profundo em terreno de várzea no município de Santa Rita-PB (coordenadas: 7°30'32,6"S/34°56'35,7"W). Área de extração para produção de cerâmica vermelha, nas proximidades do Rio Una.

## 4. TIPOLOGIA DOS DEPÓSITOS E CARACTERIZAÇÃO DOS INSUMOS

Dentre os bens minerais utilizados pela indústria na construção civil da Região Metropolitana de João Pessoa (RMJP), destacam-se: areia, argila, pedra britada, calcário para cimento e material de empréstimo. Esses insumos minerais são, na sua grande maioria, produzidos no entorno das manchas urbanas da RMJP. Há uma preocupação quanto ao suprimento futuro, e principalmente em relação ao significado social que se revestem a exploração destes insumos, que faz despertar um maior interesse da sociedade, em especial nos anos recentes pela atividade mineral mais sustentável. Tal fato deve-se a comprovação de que a mineração, além de gerar emprego e renda, pode também ocasionar conflitos com as diferentes formas de ocupação do solo, sendo necessário, portanto, a elaboração de um ordenamento territorial.

No geral, as empresas que atuam no setor de areia, cascalho e material de empréstimo carecem de informações geológicas e, notadamente os de argilas para cerâmica vermelha, especialmente no que concerne a informações tecnológicas sobre a qualidade dos depósitos, incluindo o seu quimismo. Tal premissa ainda é aliada à prática de empresas que atuam na informalidade desenvolvendo lavras predatórias, na maioria das vezes prejudiciais ao meio ambiente e a vida útil dos jazimentos.

Este capítulo tem por objetivo descrever e analisar insumos minerais para a construção civil extraídos na RMJP, e apresentar um panorama das áreas de extração e potenciais. Para tanto, foi realizada a integração e interpretação dos parâmetros levantados em campo, compilação bibliográfica e do banco de dados de requerimentos de pesquisa e lavra junto a Agência Nacional de Mineração (ANM).

### 4.1. CONCEITUAÇÃO

Dentre os insumos minerais de maior interesse para a indústria da construção civil encontram-se os agregados, termo que é muito usado para agrupar os recursos granulares não metálicos. Com relação aos agregados, é conveniente a separação em dois grupos (Suguio, 2003):

I) os materiais que necessitam ser tratados quimicamente, queimados, fundidos, misturados com outros materiais, ou modificados por algum outro modo, até atingir a capacidade de serem moldados e adquirir

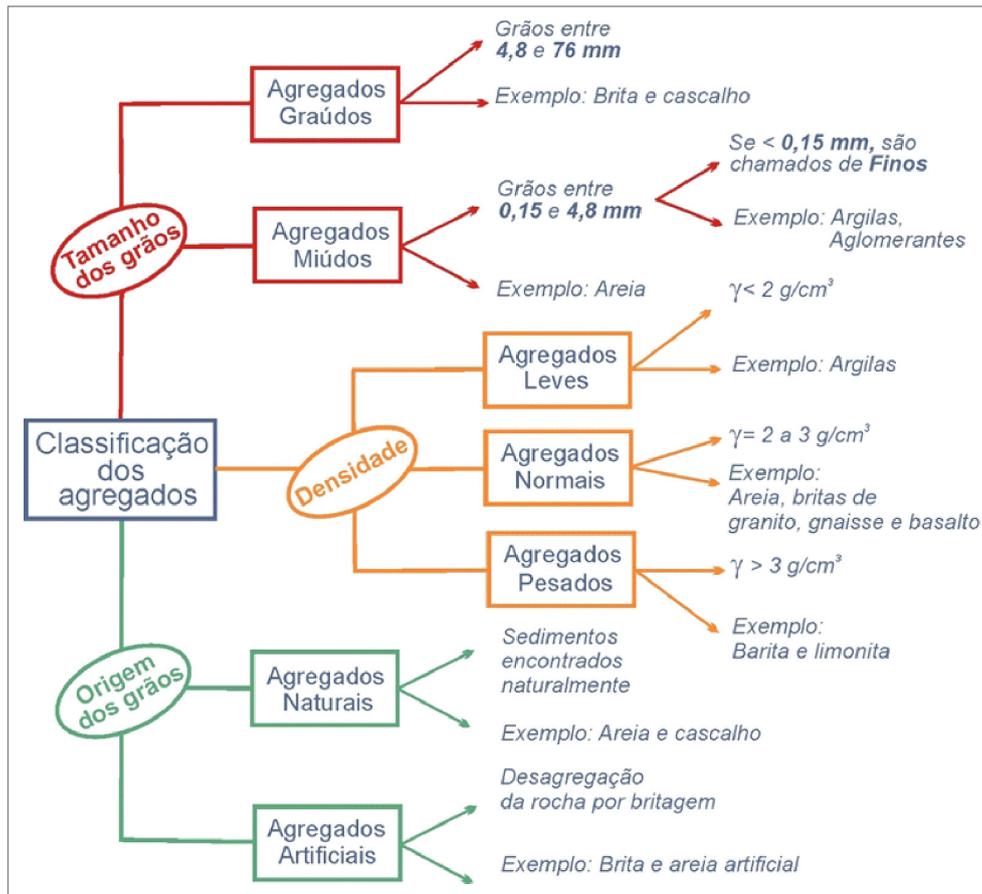
novas formas. Nesse grupo incluem-se as matérias-primas utilizadas para a fabricação de aglomerantes (rocha pulverizada ou mistura desse pó com outras substâncias, tais como a cal, o gesso ou o cimento) ou as matérias-primas utilizadas para a fabricação de cerâmicas vermelhas ou brancas (argilas); II) os materiais que são utilizados diretamente como estão disponíveis na natureza, sem a necessidade de tratamento químico. A sua utilização envolve apenas tratamento simplificado, tais como, escavação, cominuição e peneiramento. Nesse grupo incluem-se a areia, o cascalho e as rochas britadas (britas).

Os insumos minerais são essenciais na construção civil, em todas as fases da obra. Por essa razão, é comum, também, serem classificados em dois grupos principais: insumos minerais estruturais (grandes volumes/baixos preços) e insumos minerais complementares (menores volumes/maiores preços).

Segundo a norma NBR 9935 (ABNT 2011), os agregados são definidos como os materiais granulares, geralmente inertes, com dimensões e propriedades adequadas para preparação de produtos artificiais empregados na construção civil, tais como as argamassas, o concreto e o asfalto. A Associação Nacional das Entidades Produtoras de Agregados para Construção Civil (ANEPAC) acrescenta que o termo "agregado" se deve ao fato desses materiais serem agrupados e misturados com água ou ligantes betuminosos, para a fabricação de produtos empregados na construção civil. Além desses, também se enquadram na definição de agregados, os materiais granulares de grande porte utilizados para pavimentação de estradas, lastro de ferrovias, gabiões (contenção de taludes) e enrocamentos (contenção de drenagens) etc.

Os agregados para a construção civil podem ser classificados com base em três parâmetros principais (Figura 4.1):

- i) quanto à origem;
- ii) quanto à massa específica;
- iii) quanto ao tamanho dos grãos (Frazão & Paraguassu 1998, de La Serna & Rezende 2009, Hagemann 2011, Bertolino *et al.* 2012).



**Figura 4.1** - Formas de classificação dos materiais granulares utilizados na construção civil (agregados).  
(Fonte: Frazão & Paraguassu 1998, de La Serna & Rezende 2009, Hagemann 2011, Bertolino et al. 2012).

#### 4.1.1. Brita

Entre os agregados graúdos de densidade normal utilizados na construção civil, encontram-se as pedras britadas ou britas, obtidas através da fragmentação de rochas compactas, geralmente granitoides, gnaisses, basaltos e calcários microcristalinos.

Além dos tipos de britas com tamanhos diferentes, as pedreiras também produzem produtos subsidiários originados a partir do processo de britagem da rocha fonte, tais como: o rachão, o restolho, o *filler*, a bica-corrida, as areias artificiais e o pó de pedra (Figura 4.2). As características de cada um dos produtos das pedreiras, bem como sua aplicabilidade como recurso para construção civil, estão destacadas a seguir:

**i) Brita:** principal produto produzido na pedreira. Corresponde aos agregados graúdos (4,75 a 76 mm) originados a partir da cominuição mecânica da rocha nos britadores, e posteriormente selecionados em peneiras específicas. No mercado, as britas são comercializadas em tipos graduados conforme intervalos granulométricos estabelecidos pela NBR 9935 (ABNT 2011).

**ii) Rachão:** agregado constituído do material que passa pelo britador primário, mas é retido na peneira de 76 mm (Figura 18F). Também é conhecido como “pedra de mão”. Geralmente tem dimensões entre 76 e 250 mm. O rachão é usado para confecção de fundação de edifícios, calçamento, muros gabiões, construção de barragens e fabricação de concreto ciclópico;

**iii) Restolho:** resíduo do processo de britagem. Trata-se de material granular friável (que se parte com facilidade), normalmente contaminado com material pulverulento de solo. É retirado do processo de britagem imediatamente após a passagem no britador primário. O restolho comumente é utilizado para a pavimentação das ruas internas da pedreira;

**iv) Areia de brita (ou areia artificial):** material com granulometria entre 0,15 e 4,8 mm, produto dos finos resultantes da produção da brita após passagem nos britadores primário e secundário. Possui a mesma aplicabilidade das areias naturais, podendo ser utilizadas em obras de alvenaria (reboco e chapiscos), e como componente do cimento e para pavimentação;

**v) Bica-corrida (ou brita-corrida):** material britado, mal selecionado, produto imediato do britador.



**Figura 4.2** - Tipos de britas resultantes das pedreiras, conforme classificação granulométrica comercializada no mercado.

A) Brita 0. B) Brita 1. C) Brita 2. D) Brita 3. E) Brita 4. F) Rachão (ou pedra de mão).

Fotos do site [www.mineracaosantiago.com.br](http://www.mineracaosantiago.com.br) (acesso em 15/05/2020).

A bica-corrida é primária, se resultante do britador de graduação na faixa de 0 a 300 mm, ou secundária, se resultante do britador de graduação na faixa de 0 a 76 mm. A aplicação na construção civil é em aterros ou como material base para pavimentação;

**vi) Filler:** Agregado fino, com grãos da mesma grandeza de grãos da argila (< 0,075 mm), obtido por decantação nos tanques das instalações de lavagem de britas. O filler pode ser utilizado para preencher vazios de concretos, como material de alvenaria (reboco) e como componente aditivo qualificador do cimento;

**vii) Pó de pedra (ou pó de brita):** Material granular com granulometria inferior a 6,3 mm resultante da britagem da rocha, (NBR 9935, ABNT 2011). O pó de brita deve possuir 28% de material fino, com tamanho abaixo de 0,075 mm. São diferentes, portanto, do *filler*, que não admite grãos maiores que 0,075 mm, e das areias padronizadas, cuja proporção de material fino é diferente. O pó de brita é muito utilizado, por sua maleabilidade, nas usinas de asfalto, em calçadas, na fabricação de concretos com textura mais fina, pré-moldados e em argamassa para contrapisos.

A utilização e emprego dos agregados graúdos e miúdos pela construção civil são regidos pela adoção de normas técnicas elaboradas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a qual regulamenta os tipos de análises e ensaios a serem feitos para obter-se a definição dos caracteres físico-mecânicos e químicos destas substâncias, e conseqüentemente, recomenda o seu emprego nas obras de edificações e infraestrutura.

Convém mencionar que a composição mineralógica da rocha a ser britada, sua textura, a forma de seus constituintes minerais, juntamente com a presença ou não de minerais deletérios e microfissuras constituem fatores determinantes na qualidade da brita. As principais conseqüências do uso de britas reativas são patologias de construção civil como rachaduras, manchas, entre outros.

Para o correto emprego da brita nos diversos segmentos da construção civil, notadamente no emprego do concreto, deve-se proceder a realização de uma série de ensaios e análises denominados de caracterização tecnológica, os quais são normatizados pela ABNT. Tais ensaios foram adotados para atender a qualificação dos agregados graúdos, onde se inclui a pedra britada.

A petrografia constitui a principal ferramenta no estudo mineralógico e pode ser considerada a análise mais importante em termos de custo-benefício para brita. A análise petrográfica com foco na identificação de microfissuras, minerais de alteração e na reação álcali-agregados deve ser usada como critério de seleção de materiais aptos a serem utilizadas como agregados em concreto.

Cabe ressaltar, que desabamentos de edificações devido a problemas estruturais desencadeados por reações de álcalis em concretos de baixa qualidade, podem ser evitados a partir da análise de reações álcali-agregados em rochas potenciais para produção de brita. Este ensaio indica se a brita confeccionada a partir de determinada rocha poderá ser susceptível a desenvolver patologias estruturais na construção civil.

#### 4.1.2. Areia

A areia constitui-se de uma massa de material “*in situ*” ou sedimentar inconsolidado, resultante da desagregação natural de rochas. São em geral formadas por quartzo como o componente mineral principal, contendo ainda feldspatos, micas, além de minerais denominados ferromagnesianos dispostos em proporções variáveis. De acordo com as especificações da ABNT, esta substância situa-se em uma faixa granulométrica no intervalo de 0,062 mm a 2,0 mm e nestes extremos são classificadas como areias muito fina e muito grossa, respectivamente (escala de *Wentworth*).

A areia possui um vasto campo de aplicações, pois além de ser largamente empregada na construção civil, possui grande demanda em diversos setores industriais, tais como vidraçaria, cerâmica, cimento, siderurgia, fundição, tintas, filtração, vernizes, abrasivos e outros. A indústria da construção civil é o segmento econômico que mais consome areia como insumo mineral. As principais aplicações da areia na construção civil são:

- Preparo de concreto hidráulico ou concreto de cimento *Portland*;
- Pavimento de estradas;
- Revestimento betuminoso e de concreto cimento;
- No preparo de argamassas de assentamento e revestimento;
- Preparação de meio filtrante.

De modo geral são os tipos de aplicações na construção civil que definem as características minerais da areia, incluindo um maior ou menor grau de rigidez. Atualmente as especificações mais rígidas são as solicitadas na confecção de cimento *Portland* e argamassas para revestimentos cerâmicos, em contrapartida, as menos rígidas são as utilizadas no preparo de argamassas para assentamento e revestimento de paredes.

Durante os estudos de especificações das areias são levados em consideração vários aspectos, tais como: grau de arredondamento, seleção e composição mineralógica dos grãos. Outras características importantes são textura, forma e granulometria, seguida da avaliação de suas propriedades físicas, composição química, e análise de substâncias nocivas, tais como torrões de argila e matéria orgânica. Convém frisar que as especificações de areia para uso industrial, notadamente na vidraçaria, são bastante rígidas, cuja falha na simples avaliação ou interpretação dos resultados analíticos da substância a ser empregada no processo produtivo pode inviabilizar toda a produção.

#### 4.1.3. Argila

Conceitualmente, o termo argila corresponde a materiais inorgânicos de textura terrosa, granulação fina, que geralmente adquirem certo grau de plasticidade quando umedecida em água. Segundo Santos (1975), as argilas são formadas por partículas de fração granulométrica de dimensão igual ou inferior a 2 *microns* ou 0.002 mm, contendo argilominerais.

Normalmente, a argila é constituída apenas por um ou mais tipos de argilominerais. Em termos químicos, constituem silicato de alumínio hidratado, contendo outros elementos, tais como ferro, magnésio, cálcio, potássio, lítio entre outros. Os principais grupos das argilas são: caulinita, illita, esmectita e montmorilonita. Têm-se ainda, os grupos da clorita, vermiculita e sapiolita/paligorskita.

As argilas possuem uma ampla variedade de aplicações industriais, sendo utilizadas principalmente na construção civil e na industrial cerâmica, onde constitui parte da composição ou total das massas empregadas na cerâmica vermelha, precisamente na confecção de tijolos de diversos tamanhos, telhas, manilhas, blocos estruturais, lajotas, e de elementos vazados.

Na denominada cerâmica branca, a argila pode ser utilizada na confecção de louça sanitária, porcelana de mesa, porcelana elétrica, porcelana técnica ou de laboratório, assim como na confecção de porcelanato, azulejos, ladrilhos e pastilhas.

Outro setor industrial que também utilizam a argila em seu processo produtivo é a indústria de materiais refratários com produtos silico-aluminosos e aluminosos, para produção de isolantes térmicos para refratários, isolantes e fibras cerâmicas.

Para setores mais diversificados da indústria, as argilas também são empregadas na produção de cimento *Portland*, pozzolanas, vidros, abrasivos, agregado leve, papel, borracha, plástico, tintas, fluido de perfuração e outras.

A classificação de uma argila visando o seu emprego industrial é feita através de um variado número de análises químicas e caracterizações tecnológicas. Inicialmente, a principal análise a ser pleiteada é a identificação

dos argilominerais constituintes, seguida da química de óxidos. Estas análises auxiliam na definição do grupo de argilominerais e na determinação das impurezas presentes no material argiloso, tais como o quartzo, feldspato, mica, além de hidróxido de ferro e alumínio que afetam a qualidade no produto final. A definição do teor de matéria orgânica presente na argila também constitui uma informação importante e de grande valor para uso dessa matéria-prima na indústria.

A importância destas análises confirma-se pelo tipo de uso das argilas, onde o teor em óxido de ferro, por exemplo, permite a definição do emprego ou não em cerâmica vermelha. Salienta-se que quando este teor se situa no intervalo entre 1 a 8 % de  $Fe_2O_3$ , a substância situa-se no grupo das denominadas argilas vermelhas. No caso dos ensaios para fins cerâmicos, os testes preliminares ou de queima, são efetuados em três etapas (Santos, 1975).

O ensaio de queima classifica as argilas em três grupos cerâmicos a partir da cor de queima apresentada pelos corpos de prova secos à 1100°C. Posteriormente, o mesmo corpo de prova é submetido a novas queimas em três temperaturas. No caso, queima à 950°C para cerâmica vermelha, 1250°C para cerâmica branca e 1450°C, a temperatura mais alta, para cerâmica refratária.

Em função das propriedades físico-mecânicas, têm-se ainda a classificação das argilas em subgrupos que definem sua utilização nos diversos ramos da indústria cerâmica. Convém frisar, que para melhor especificar o emprego industrial dos diversos tipos de argilas, outras análises são utilizadas com a missão de obter resultados mais específicos para os usos a que se destina.

#### 4.1.4. Material de empréstimo

Material de empréstimo é considerado qualquer material de aterro, de composição areno-argilosa à pedregosa, de uso imediato na construção civil (empregado *in natura*), a partir de lavras localizadas próximas das principais vias de acesso ou mesmo dentro do perímetro urbano. Os principais usos do material de empréstimo são em barragens, manutenção de leito de estradas vicinais e aterro para nivelamentos de terrenos (casas, pontes, viadutos etc.). Os parâmetros básicos para caracterização destes materiais podem ser obtidos por meio de descrições composicionais e granulométricas expeditas em campo. Devido ao baixo valor agregado apresentado por esse bem mineral, assim como à aplicação direta do mesmo, não é habitual a realização de análises e/ou ensaios tecnológicos para sua caracterização.

As áreas de ocorrência destes insumos mostram condições favoráveis ao aproveitamento e extração deste tipo de material de acordo com a morfologia do terreno, que apresenta relevo ondulado a suavemente ondulado e alta suscetibilidade a erosão, o que facilita o desmonte da lavra.

#### 4.1.5. Calcário

As rochas carbonáticas, representadas por calcários, dolomitos e seus correspondentes metamórficos, constituem litotipos de natureza diversa formados basicamente por minerais de calcita, dolomita e aragonita. Os dois primeiros são os constituintes principais destas rochas e ocorrem em diferentes proporções. No caso do predomínio da calcita, a litologia é considerada calcário (ou mármore calcítico, se metamórfico), ao contrário, trata-se de dolomito (ou mármore dolomítico, se metamórfico). Em função dos teores de Ca e Mg em rochas carbonáticas existem tipos intermediários que constituem o calcário calcítico impuro, o calcário magnesiano e o calcário dolomítico (e seus correspondentes metamórficos).

Além dos minerais acima mencionados, é comum também a presença de impurezas, tais como o quartzo, micas, minerais de argila (no caso dos calcários sedimentares). Nos calcários metamorfizados ou cristalinos pode haver impurezas como grafite, epidoto, actinolita, tremolita, diopsídio, entre outras.

As rochas calcárias apresentam uma vasta gama de aplicação nos diferentes campos da indústria de transformação mineral, tendo aplicação na fabricação de cimento, corretivo de solos, complemento de ração animal, vidros, materiais cerâmicos, plásticos, vernizes, tintas e produtos farmacêuticos.

Os insumos de base-mineral demandados para a fabricação do cimento são: calcário, argila e gipsita (gesso), recursos minerais considerados relativamente abundantes na crosta terrestre. Proporcionalmente, o calcário apresenta maior participação na combinação de substâncias exigidas para a produção de cimento, calculando-se uma relação da ordem de 1,4t de rochas calcíticas para cada tonelada de cimento produzida.

Adverte-se, contudo, que a presença do óxido de magnésio ( $MgO$ ) é motivo de muitos cuidados na prospecção e exploração de jazidas para fabricação de cimento. Seu teor é limitado pelas normas nacionais e internacionais. Este óxido, quando entra em contato com a água no concreto ou argamassa, se hidrata, transforma-se lentamente em hidróxido de magnésio  $Mg(OH)_2$  e seu volume cresce. Esta expansão pode criar tensões internas suficientes para provocar trincas e fissuras. As normas brasileiras fixam o limite máximo de 6,5% para o teor de óxido de magnésio nos cimentos brasileiros, com exceção para o tipo CPIII - Cimento *Portland* de alto-forno, que pela presença da escória não tem limite para o  $MgO$ . Sabe-se das dificuldades em encontrar rochas carbonatadas que reúnam todas as características mineralógica e química exigidas para a fabricação de cimento. De uma forma prática, o calcário deve ter elevado teor de  $CaCO_3$ , baixos teores de sílica, óxidos de ferro e alumínio e, em particular, baixo teor de  $MgCO_3$  (3%). Deve-se atentar

para a ocorrência natural de outros minerais associados à massa das rochas carbonatadas ou a eventuais lentes/camadas intercaladas nas jazidas, considerados elementos indesejáveis, exigindo um planejamento de lavra e beneficiamento de mineral seletivos. Neste caso particular do calcário para a fabricação de cimento, os maiores complicadores são o enxofre e o óxido de magnésio.

Os calcários estudados na RMJP são de origem sedimentar e ricos em calcita, mas contendo também minerais como pirita, calcopirita, barita, além de argila e pequenas quantidades de quartzo. A espectrometria de massa feita em materiais da RMJP por Costa *et al.* (1980) revelou calcários calcíticos puros, com teores maiores em MgO em camadas mais profundas. Dados analíticos obtidos em amostras coletadas em jazidas da antiga fábrica de cimento Poty (Costa *et al.*, 1980) forneceram teores médios de 58,4% de CaO e 9,9% de MgO, que permitem classificar essas amostras como calcários calcíticos, mas com um aumento do MgO em amostras mais profundas. A partir dos dados obtidos nas referências supracitadas, verifica-se que os calcários da RMJP se mostram perfeitamente aplicáveis na indústria cimenteira, podendo ser empregados ainda na fabricação de cal, argamassa, além de outros setores de utilização como cerâmica, tintas e farmacêutica.

## 4.2. TIPOLOGIA DOS DEPÓSITOS E CARACTERIZAÇÃO DOS INSUMOS

A partir dos trabalhos de avaliação, integração e interpretação dos parâmetros obtidos em campo, juntamente com os elementos reunidos durante os trabalhos

de compilação bibliográfica, foram identificadas 14 tipologias de jazimentos de bens minerais exploráveis, tais como pedra britada, areia, material de empréstimo, calcário e argila para cerâmica vermelha.

Na RMJP foram cadastrados 243 depósitos de areia, 11 de pedra para brita, 28 de argila, 140 de material de empréstimo e 28 de calcário. A tipologia de cada jazimento mineral apresenta características físicas próprias e está associada a diferentes unidades litoestratigráficas. Os insumos minerais cadastrados estão representados no mapa de recursos minerais da RMJP (Anexo 2) com sigla de amostragem e substância, no qual, de forma simplificada, têm-se a sua representação cartográfica e localização.

No anexo 3, é apresentada na forma de tabela a relação das substâncias cadastradas, com destaque para informações como tipologia, unidades estratigráficas relacionadas, coordenadas geográficas e toponímia local. A tabela também apresenta a situação em termos legais dos jazimentos junto ao DNPM/ANM, seguida da informação sobre a situação atual das operações de lavra se ativas ou paralisadas.

A integração e a avaliação dos dados compilados em escritório com elementos coletados em campo propiciaram a identificação da tipologia dos jazimentos e a elaboração do Mapa de Recursos Minerais da Região Metropolitana de João Pessoa. Desta forma, a partir de uma base geológica simplificada, foram plotadas todas as ocorrências cadastradas e, em paralelo, adicionadas as áreas com restrições ambientais à atividade mineral.

Na tabela 4.1, acham-se relacionadas todas as substâncias cadastradas durante o presente estudo, considerando-se sua tipologia, características físicas do depósito e unidade estratigráfica onde está inserido o bem mineral.

**Tabela 4.1** - Tipologia dos Depósitos de Insumos para Construção Civil na RMJP

INSUMO MINERAL	TIPOLOGIA DO DEPÓSITO	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO DEPÓSITO	UNIDADE ESTRATIGRÁFICA
Areia	Aluvionar I (Leito ativo)	Areia rica em quartzo, mal selecionada, grãos sub-arredondados, inconsolidada, com granulometria média a grossa e cor cinza clara a cinza creme.	Depósitos Aluvionares
Areia	Aluvionar II (Áreas de várzeas)	Bolsões de areia de cor cinza clara, inconsolidada, mal selecionada, com granulometria grossa na base e média a fina na sua porção superior.	Depósitos Aluvionares
Areia	Depósitos relacionados às Coberturas Arenosas	Areias ricas em quartzo, inconsolidada, bem selecionadas, com granulometria fina a média e coloração cinza a clara.	Depósitos Colúvio - Eluviais
Areia	Formacional / Sedimentar	Arenitos argilosos mal selecionados com níveis conglomeráticos, granulometria variando de grosseira a conglomerática e coloração creme a amarelada.	Grupo Barreiras / Formação Beberibe
Areia	Intempéricos Residuais	Areia cinza esbranquiçada, quartzosa, arcoseana de granulação média a grossa, contendo quartzo, feldspatos, muscovita, raramente biotita e silimanita.	Gnaisses do Complexo Sertânia
Areia	Depósitos Eólicos	Areia de cor cinza esbranquiçada, inconsolidada, rica em quartzo, granulometria variando de fina a média. Mostram-se bem selecionadas e com alto grau de pureza.	Depósitos Litorâneos Praiais

**Tabela 4.1** - Tipologia dos Depósitos de Insumos para Construção Civil na RMJP (continuação)

INSUMO MINERAL	TIPOLOGIA DO DEPÓSITO	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO DEPÓSITO	UNIDADE ESTRATIGRÁFICA
Brita	Magmático / Plutônico	Muscovita – biotita - monzogranito a granitos e granodioritos equigranulares a porfíricos, com granulação média a grossa e cor cinza clara.	Suíte Intrusiva Ouro Branco
Brita	Magmático / Plutônico	Granitos e leucogranitos de granulação fina a média, com fácies contendo muscovita e granada. Apresenta coloração cinza a cinza clara.	Suíte Intrusiva Dona Inês
Argila	Aluvionar II	Bolsões de argila bastante plástica, coloração cinza escura a creme e porções cinza clara. Apresenta dimensões variáveis, com espessura média variando entre 4 metros.	Depósitos Aluvionares
Argila	Formacional Sedimentar	Bolsões lenticulares de argila bastante plástica de coloração variando de marrom a cinza creme e cinza escura.	Depósitos Colúvio Eluviais / Formação Itamaracá
Material de Empréstimo	Formacional / Sedimentar	Sedimentos areno-argilosos, contendo níveis conglomeráticos, associados a bolsões argilosos e coloração amarelo avermelhada.	Grupo Barreiras
Material de Empréstimo	Formacional/ Sedimentar	Sedimentos mal selecionados areno – argilosos variando de finos a grosseiros e coloração cinza a amarelo avermelhada.	Grupo Barreiras
Material de Empréstimo	Alteração de rochas ígneas e metamórfica	Material argiloso relacionado a manto de intemperismo de rochas plutônicas e metamórficas de coloração avermelhada.	Embasamento Cristalino Alterado
Calcário	Formacional / Sedimentar	Calcários cinza claros com intercalações de margas calcíferas, fossilíferas.	Formação Gramame / Formação Maria Farinha

#### 4.2.1. Areia

No total foram cadastrados 233 pontos entre depósitos e ocorrências de areia na Região Metropolitana de João Pessoa, os quais ocorrem em diversos domínios geológicos, sendo os mais importantes àqueles encontrados em terrenos de origem aluvionar datados do Quaternário, depósitos litorâneos praias, formacional/sedimentar (Grupo Barreiras), e depósitos relacionados às coberturas arenosas e intempéricos residuais.

De acordo com a tipologia das areias na RMJP, são classificados seis depósitos potenciais: (I) aluvionar A e B; (II) coberturas arenosas; (III) formacional/sedimentar; (IV) intempéricos residuais; (V) litorâneos praias.

##### 4.2.1.1. Depósito aluvionar

Os depósitos de natureza aluvionar estudados na região em apreço compreendem os denominados jazimentos de canal em leito ativo (Aluvionar A) e os relacionados às planícies de inundação ou de várzeas (Aluvionar B). Quanto aos associados à Aluvionar A, os mesmos apresentam largura e extensão variando em função da dimensão da calha do rio que drenam a região em epígrafe (Figura 4.3). Em geral estas areias mostram-se mal selecionadas, constituídas de clastos médios a grossos, ricas em quartzo, contendo

ainda argilas, restos de feldspatos, ocasionalmente micas e poucos minerais ferromagnesianos. Apresentam coloração cinza clara, sendo destituídas de diagênese e os principais depósitos e frentes de lavra associados a esta tipologia situam-se nos leitos dos rios Paraíba e Mamanguape.



**Figura 4.3** - Dragagem de areia no leito ativo do rio Paraíba, em Cruz do Espírito Santo (Ponto MH-269).

No que diz respeito a depósito do tipo Aluvionar B, inseridos nas várzeas aluvionares, os mesmos constituem extensos bolsões de areia inconsolidada dispostos ao longo

dos sedimentos areno-argilosos de planície de inundação. Apresentam-se constituídos por uma areia quartzosa de coloração clara, com granulometria grossa na base, seguida de areia média a fina na parte superior. No geral, os depósitos possuem boa seleção e grau de arredondamento, comparado aos associados ao leito ativo, e por vezes chegam a apresentar pequenos níveis areno-argilosos de coloração cinza escura, com presença de seixos esparsos de quartzo. Os principais depósitos associados a esta tipologia foram detectados na RMJP, notadamente, nos municípios de Caaporã, Santa Rita e Alhandra.

#### 4.2.1.2. Depósitos relacionados às coberturas arenosas

Os depósitos relacionados às coberturas arenosas ocorrem recobrendo os sedimentos do Grupo Barreiras, das formações Beberibe e Itamaracá, além de capearem, em certas regiões, as rochas cristalinas do embasamento pré-cambriano. A principal característica destas areias é o grau de pureza, coloração esbranquiçada a cinza - clara, rica em quartzo (Figura 4.4). No geral estes depósitos recobrem cotas entre 15 a 45 m.



**Figura 4.4** - Depósito de areia branca no Sítio Caledônia, Município de Santa Rita-PB. Acesso ao areal pela PB-016 na altura do cruzamento com Rodovia Transamazônica (Ponto MH-402).

Atualmente constituem importantes depósitos como fonte de suprimento para a indústria da construção civil, mas pelo seu alto grau de pureza convém a realização de análises químicas e mineralógica para avaliar a sua possibilidade de emprego na indústria de vidros, notadamente na de vidros nobres. Essas areias atendem às especificações para fabricação de argamassa pré-fabricada para assentamento de revestimentos cerâmicos, por serem mais finas e arredondadas, terem boa distribuição granulométrica, baixas proporções de argila e reduzida salinidade.

Os principais depósitos associados a esta tipologia lavrados na RMJP situam-se nas áreas dos municípios

de Caaporã, Cruz do Espírito Santo, Santa Rita, Pedra de Fogo, Rio Tinto e Lucena. No geral estes depósitos apresentam forma tabular, recobrendo grandes extensões de terreno, mas com espessura variando entre 2 a 5 metros de cobertura arenosa bem selecionada, com granulometria variando de média a fina e grãos de quartzo subarredondados a arredondados.

#### 4.2.1.3. Depósito formacional/sedimentar

Nestes depósitos a areia pode ser obtida diretamente da lavagem de arenitos argilosos do Grupo Barreiras ou de arenitos das formações Beberibe e Itamaracá, ambas datadas do Cretáceo Superior e inseridas na Bacia Pernambuco – Paraíba.

Os depósitos relacionados ao denominado Grupo Barreiras constituem arenitos pouco resistentes e este aspecto facilita a sua extração durante as operações de lavra. Após a extração, o sedimento arenoso é transportado em caminhões, sendo em seguida depositado em cavas submersas rasas criadas artificialmente para lavar o material. Posteriormente, a fração areia é recuperada com o auxílio de bombas de sucção que transportam o material até os hidrociclones que processam a sua separação com o posterior descarte do material fino. Os principais depósitos inseridos nesta tipologia ocorrem nas regiões de Caaporã, Pitimbu, Pedra de Fogo e Alhandra.

As areias lavradas diretamente das formações Beberibe e Itamaracá são extraídas com o desmonte da encosta, com o auxílio de pá carregadeira, seguida da lavagem e peneiramento do material. No geral, trata-se de um material arenoso de granulometria média a grossa, coloração creme amarelada a cinza esbranquiçada, com razoável grau de seleção. Os principais jazimentos relacionados a esta tipologia ocorrem em áreas dos municípios de Pedra de Fogo, Itambé e Santa Rita.

#### 4.2.1.4. Depósitos intempéricos residuais

O principal e único depósito associado a origem intempérico/residual descrito na RMJP corresponde a ocorrência localizada no município de Pedra de Fogo disposta sobre os gnaisses do Complexo Sertânia. Esta ocorrência é resultante da ação intempérica sobre os metamorfitos de alto grau da unidade acima referenciada. A forte atuação do intemperismo químico resultou em material argiloso carreado e dissolvido pela ação das águas pluviais, enquanto a fração psamítica rica em quartzo concentrou-se na área fonte.

Trata-se de uma areia de coloração cinza esbranquiçada, quartzosa, por vezes arcoseana de granulação média a grossa, contendo além de quartzo, fragmentos de feldspatos, muscovita, raramente biotita e silimanita. Vale salientar que embora não tenha sido explorado, se constitui de um depósito com dimensões razoáveis.

#### 4.2.1.5. Depósitos litorâneos praias

Os depósitos litorâneos praias correspondem a depósitos marinhos holocênicos com altitudes variando de 1 a 8 metros, que se distribuem ao longo da linha de costa nas porções norte e sul da RMJP. Caracterizam-se por apresentar areia cinza esbranquiçada, inconsolidada, rica em quartzo com granulometria variando entre fina a média. No geral, mostram-se extremamente bem selecionados e com alto grau de pureza. Constituem depósitos extensos, com larguras variáveis e formas alongadas.

Estas areias são pouco exploradas, pois se situam em áreas de proteção ambiental com ecossistemas bastante sensíveis a qualquer intervenção antrópica. Em função do exposto, verifica-se que apesar da abundância dos depósitos, as areias praias não podem ser objetos de trabalhos de exploração, apesar da pureza de suas areias e das suas possibilidades de emprego na indústria, notadamente na confecção de vidros. Estes depósitos ocorrem principalmente nos municípios de João Pessoa, Caaporã, Cabedelo, Rio Tinto, Alhandra e Pitimbu.

#### 4.2.1.6. Recursos estimados

Na RMJP as extrações de areia aluvionares, assim como de areias finas ou vermelhas, encontram-se sob regime de licenciamento e sem dados oficiais de reservas.

Neste trabalho, para o cálculo de reserva, foram consideradas as extrações de areias lavadas dos rios Mamanguape e Paraíba, por serem os de maior expressividade, sendo este último, o responsável por aproximadamente 80% do abastecimento da RMJP no segmento da construção civil. Embora ocorram extrações em outros rios, estas representam fontes bem menores de produção e por isto de importância secundária.

As reservas de calha ativa são, a cada ano, substancialmente esgotadas e repostas nos meses de chuva. Para um cálculo rápido e meramente estimativo de reservas anuais, admitindo-se que estes rios tenham capacidade para preencher 50% de sua calha, teria-se uma capacidade mínima de reposição da ordem de 6.586.973 t/ano. Neste caso, considerou-se uma espessura média de minério lavável de 2 m e a média da largura das calhas dos estuários de 50 m e 80 m para os rios Mamanguape e Paraíba, respectivamente (Tabela 4.2). Dados do DNPM (2010) mostram a distribuição de reservas medidas de areia industrial, pertinentes aos depósitos de coberturas arenosas na RMJP (Tabela 4.3).

Vale ressaltar que em todo o processo deve se observar se há alterações na qualidade das águas, da flora ou da fauna terrestre. Justificam-se assim as atenções para a realização de licenciamentos ambientais nessas áreas, visando avaliar suas limitações, vulnerabilidade e sustentabilidade, minimizando o risco de impactos negativos.

**Tabela 4.2 -** Cálculo de reserva estimada para areia dos rios Mamanguape e Paraíba.

AREIAS	
RIO MAMANGUAPE	RIO PARAÍBA
Comprimento RMJP (C) = 9.753 m Espessura minério (E) = 2 m Largura calha (L) = 50 m Densidade (D) = 1,7 t/m <sup>3</sup> Taxa deposição (T) = 50%	Comprimento RMJP (C) = 42.338 m Espessura minério (E) = 2 m Largura calha (L) = 80 m Densidade (D) = 1,7 t/m <sup>3</sup> Taxa deposição (T) = 50%
Reserva Estimada (R <sub>E</sub> ): C x L x E x D x T R <sub>total</sub> = 829.005 t (R <sub>E</sub> Mamanguape) + 5.757.968 t (R <sub>E</sub> Paraíba) R <sub>total</sub> = 6.586.973 t	

**Tabela 4.3 -** Distribuição de reservas medidas de areia industrial dos depósitos de coberturas arenosas na RMJP (Fonte: Anuário Mineral Brasileiro, 2010).

MUNICÍPIO	RESERVAS			
	MEDIDA (T)	INDICADA (T)	INFERIDA (T)	LAVRÁVEL (T)
Caaporã	5.129.836	-	-	4.339.804
Mataraca	15.000	15.000	25.000	20.000

#### 4.2.2. Brita

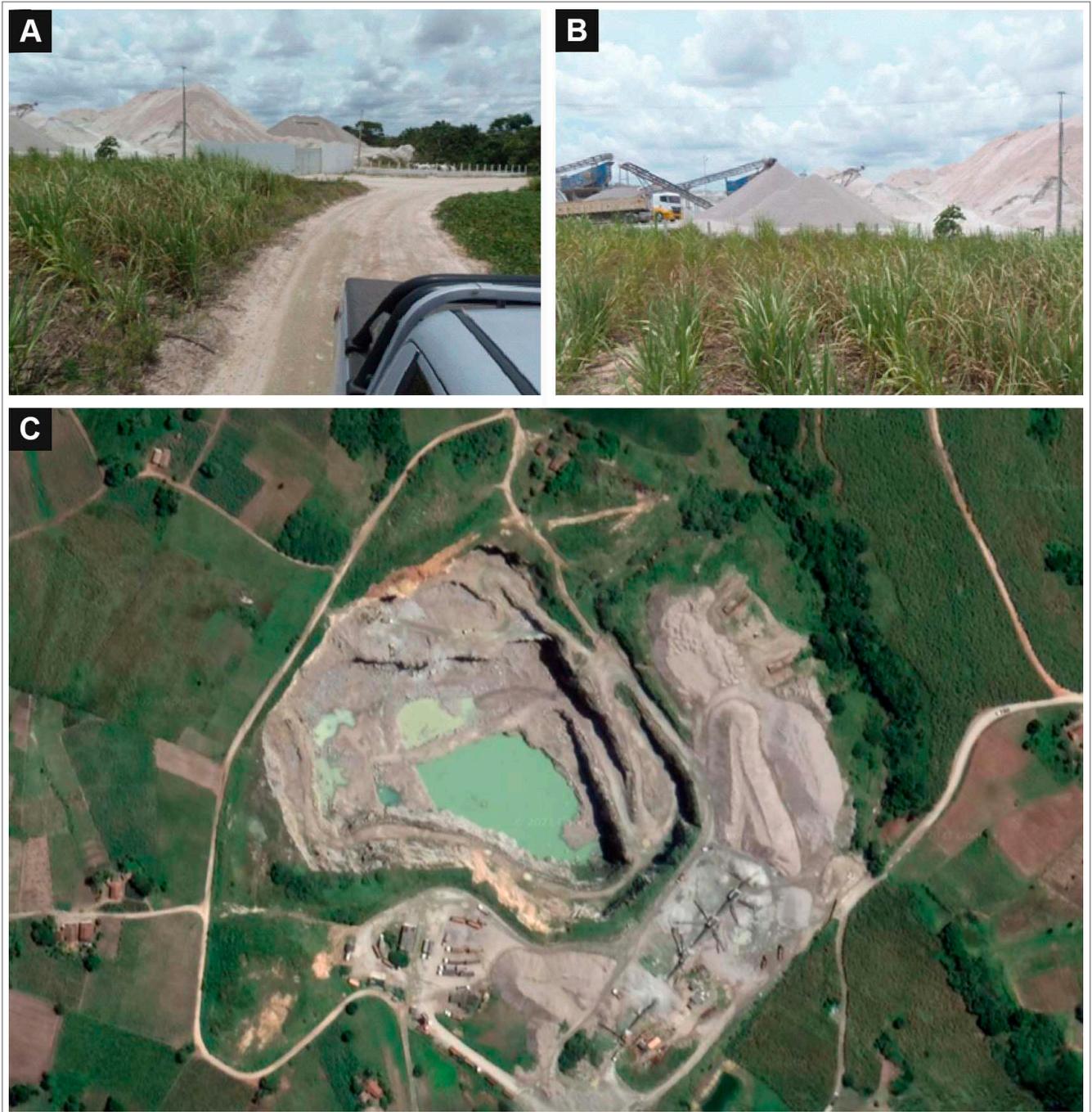
Durante o transcorrer dos trabalhos de campo realizados na RMJP foram visitadas e cadastradas sete pedreiras de brita.

Dois frentes de lavra e uma ocorrência estão inseridas nos granitoides da Suíte Intrusiva Dona Inês em áreas do município de Pedra de Fogo. Na mesma região, uma nova ocorrência de brita em plutonitos da Suíte Intrusiva Dona Inês foi cadastrada em leucogranitoides peraluminosos contendo, por vezes, muscovita e granada.

Nas rochas gnáissicas do Complexo Sertânia foi cadastrada uma ocorrência, aflorante no território do município de Juripiranga. As duas ocorrências restantes estão situadas no município de Cruz do Espírito Santo em rochas de composição granodiorítica, localmente migmatizados da unidade Ortognaisses Cabaceira.

No geral, as frentes de lavra observadas nas rochas da Suíte Intrusiva Dona Inês foram abertas em maciço de rocha granítica leucocrática, constituindo pedreira na forma de bancadas altas com mais de 15 metros de altura (Figura 4.5), que por vezes, formam duas ou mais bancadas. Esses granitoides mostram-se capeados por cobertura eluvial areno-argilosa de coloração amarelada com espessura média de 1,5 metros.

As usinas de britagem que abastecem a RMJP são consideradas de médio porte, com produção anual de brita entre 100.000 e 1.000.000 t. As pedreiras da região ainda carecem de maiores estudos de cunho geológico e encontram-se atualmente paralisadas.



**Figura 4.5** - Pedreira Brita Forte localizada no município de Pedras de Fogo (Ponto MH-178). A e B) Sistema de britagem com material separado por granulometria. C) Aspecto geral da cava da pedreira Brita Forte (Fonte: Google Maps, 2021).

#### 4.2.2.1. Recursos estimados

A análise do mapa geológico integrado da área em estudo possibilita constatar que a área de exposição da Suíte Intrusiva Dona Inês compreende três pequenos corpos graníticos. Os mesmos medem em média cerca de 2 km de extensão por 1 km de largura, admitindo-se até uma altura de 30 metros como a máxima permitida para as operações de lavra em bancadas. Pode-se

estimar uma reserva geológica potencial de 327 milhões de toneladas de matéria prima explorável.

No caso dos granitoides da Suíte Intrusiva Ouro Branco, o corpo mapeável apresenta em torno de 1 km de comprimento, e largura média de 400 m, considerando uma altura de até 30 metros como a máxima permitida para as operações de lavra em bancadas, pode-se admitir uma reserva geológica potencial de 21 milhões de toneladas.

No caso das ocorrências associadas aos ortognaisses da Unidade Cabaceiras, pode-se estimar que a unidade constitui na área em estudo, dois corpos, sendo um com extensão média de 4 km de comprimento por aproximadamente 2 km de largura, e o segundo com cerca de 4,5 km e largura em torno de 1 km. Considerando-se uma altura máxima admissível para os trabalhos de extração em bancadas de até 30 m, pode-se estimar para o mesmo uma reserva geológica potencial de 682 milhões de toneladas para a produção de brita.

No caso dos gnaisses do Complexo Sertânia, pode-se estimar um montante de 91 milhões de toneladas de rocha gnáissica migmatizada em condições de serem empregadas na confecção de brita.

Com base nos quantitativos apresentados pode-se estimar uma reserva geológica potencial com mais de 1 bilhão de toneladas de rocha passíveis de serem utilizadas na produção de brita na RMJP (Tabela 4.4).

Com base no exposto e levando-se em consideração o atual volume de brita consumido na região, pode-se admitir que o montante de recursos rochosos disponíveis poderia suprir a demanda regional por mais de 200 anos. Para usufruir destas reservas é importante a realização de planos de ordenamento territorial por parte dos governos estaduais e municipais, com a finalidade de normatizar o avanço da mancha urbana e das demais atividades no espaço municipal. O ordenamento assegura a preservação destas áreas de reservas minerais tão importantes para garantir a qualidade de vida das populações futuras. Contrariamente, a inviabilidade da exploração próxima aos grandes centros pode acarretar num substancial aumento dos custos das obras de construção civil, resultante do transporte deste insumo mineral. Faz-se necessária a coordenação dos poderes públicos que atuam no setor mineral, a fim de obter um desenvolvimento social e ambiental justo e correto.

**Tabela 4.4 - Cálculo de reserva estimada para a produção de brita.**

BRITA			
D. INÊS	OURO BRANCO	CABACEIRAS	SERTÂNIA
Área ( $A_{total}$ )= 6.000.000 m <sup>2</sup> Espessura= 30 m Densidade= 2,6 t/m <sup>3</sup> Fator de Aprov.= 70%	Área ( $A_{total}$ )= 400.000 m <sup>2</sup> Espessura= 30 m Densidade= 2,6 t/m <sup>3</sup> Fator de Aprov.= 70%	Área ( $A_{total}$ )= 12.500.000 m <sup>2</sup> Espessura= 30 m Densidade= 2,6 t/m <sup>3</sup> Fator de Aprov.= 70%	Área ( $A_{total}$ )= 1.666.666 m <sup>2</sup> Espessura= 30 m Densidade= 2,6 t/m <sup>3</sup> Fator de Aprov.= 70%
Reserva Estimada ( $R_E$ ): $A \times E \times D \times T$			
$R_{total} = 327.600.000 \text{ t (D. Inês)} + 21.840.000 \text{ t (Ouro Branco)} + 682.500.000 \text{ t (Cabaceiras)} + 91.000.000 \text{ t (Sertânia)}$			
$R_{total} = 1.122.940.000 \text{ t}$			

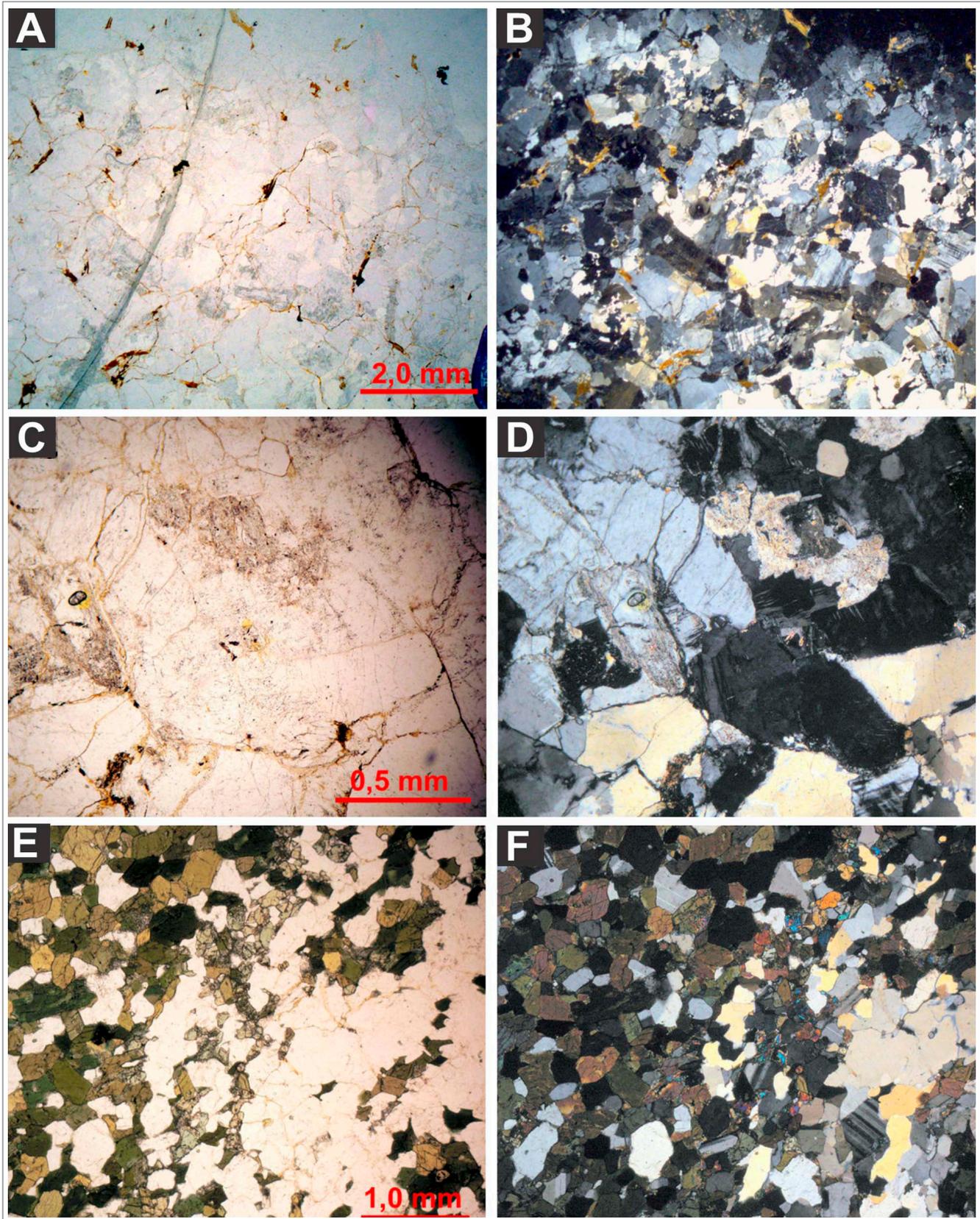
#### 4.2.2.2. Caracterização petrográfica

Durante a execução deste projeto foram coletadas cinco amostras de rochas entre graníticas e gnáissicas, as quais foram remetidas para o laboratório de confecção e análises petrográficas da Superintendência Regional de Recife (SECLAB-RE) e posteriormente para o laboratório da Superintendência Regional de Porto Alegre (SECLAB-PA), com a finalidade de avaliar o potencial reativo de álcalis-agregados. As amostras de rochas, representativas do neo/paleoproterozoico aflorantes na porção sudoeste da RMJP, foram descritas e analisadas petrograficamente. Trata-se de uma amostra pertencente a suíte intrusiva Dona Inês e as demais pertencentes a Unidade Cabaceiras.

A amostra MN72A (ponto 178) pertence a suíte intrusiva Dona Inês e trata-se de uma rocha leucocrática, equigranular, de granulação muito fina a média, onde a mineralogia primária está representada por plagioclásio, microclínio, ortoclásio, quartzo, biotita, epidoto, apatita, zircão e minerais opacos. Exibe texturas equigranular, hipidiomórfica, poiquilítica, granoblástica poligonal, peritítica e chessboard em quartzo (Figura 4.6 A,B,C e D). A rocha apresenta baixo a médio grau de alteração, onde os minerais secundários são decorrentes dos processos

de sericitização, muscovitização localizada, epidotização esparsa e oxidação. Considerando a classificação modal QAPF para rochas plutônicas (Streckeisen, 1976), está posicionada no campo dos Sienogranitos, porém devido ao grau de deformação este granitóide foi classificado como um Sienogranito Deformado.

O litotipo MN72 (ponto 280) é pertencente à Unidade Cabaceiras e se trata de uma rocha metamórfica, de granulação muito fina a média, heterogranular, caracterizada pela alternância de bandamento do tipo gnáissico de espessura milimétrica a centimétrica, composta predominantemente por uma associação mineral máfica que se alterna com bandas de composição mineralógica mais félsica (Figura 4.6 E e F). A rocha como um todo é constituída por plagioclásio, ortoclásio, hornblenda, quartzo, epidoto, apatita, zircão, minerais opacos e hidróxidos de ferro. As texturas deste metamorfito compreendem a bandada, gnáissica, heterogranular, hipidiomórfica, poiquilítica, granoblástica poligonal, a *chessboard* de ocorrência esparsa em quartzo e a textura de macla em flama em alguns grãos de plagioclásio. Apresenta baixo a médio grau de alteração, onde os minerais secundários são decorrentes dos processos de sericitização, cloritização, epidotização esparsa e oxidação.



**Figura 4.6** - Fotomicrografias do Sienogranito (A, B, C e D) e Hornblenda gnaiss (E e F). A) Característica geral da rocha em LN destacando o aspecto equigranular e leucocrático. B) Biotitas com birrefringência alta (LP) e comumente alteradas. C) Feldspatos com aspecto turvo resultante da sericitização e muscovitização (LN). D) Feldspatos euédricos com grãos maclados segundo a lei de Carlsbad (LP). E) Aspecto geral da rocha em LN destacando a alternância das bandas máficas e félsicas. F) Hornblenda euédrica a subédrica, com pleocroísmo moderado e muitas vezes oxidada. Grãos de quartzo alongados devido à atuação de processos tectônicos com desenvolvimento de lamelas de deformação (LP).

A amostra MN72B (ponto 270) também pertence à Unidade Cabaceiras e se trata de uma rocha foliada, equigranular, de granulação muito fina a média, onde a mineralogia primária está representada por plagioclásio, ortoclásio, quartzo, hornblenda, epidoto, apatita, zircão e minerais opacos, com foliação do tipo equigranular, hipidiomórfica, poiquilítica, granoblástica poligonal, *chessboard* em quartzo e textura de macla em flama em alguns grãos de plagioclásio, configurando-se como uma feição indicativa de processos metamórficos e/ou deformacionais (Figura 4.7 A, B, C e D). Exibe baixo grau de alteração, com minerais secundários decorrentes dos processos de sericitização, epidotização esparsa e oxidação.

O litotipo MN72C (ponto 407) integra, também, a Unidade Cabaceiras e em seção delgada se mostra uma rocha isótropa, equigranular, de granulação muito fina a grossa, onde a mineralogia primária está representada por hornblenda, piroxênio, feldspatos, quartzo, epidoto, apatita, zircão, minerais opacos e hidróxidos de ferro, na qual se verificam as texturas heterogranular, hipidiomórfica, poiquilítica e granoblástica poligonal (Figura 4.7 E e F). De modo geral apresenta médio grau de alteração, porém verificam-se alguns grãos de piroxênio muito alterados principalmente mediante a atuação de processos de uralitização. Nesta litologia os minerais secundários são decorrentes da atuação dos processos de sericitização esparsa, epidotização esparsa, uralitização e oxidação.

A amostra MN72D (ponto 268) pertencente à Unidade Cabaceiras é uma rocha inequigranular, foliada, com foliação do tipo milonítica de natureza anastomosada, de granulação muito fina a média, onde se verificam texturas foliada, milonítica, inequigranular, porfiroclástica, hipidiomórfica, poiquilítica, granoblástica poligonal *chessboard* em quartzo e textura de macla em flama em alguns grãos de plagioclásio (Figura 4.8 A e B). É constituída por porfiroclastos de granulação fina a média de plagioclásio, ortoclásio e microclínio e por grãos de quartzo de granulação fina a média, alongados e envolvidos por uma matriz de natureza milonítica, de granulação muito fina a fina e composta por plagioclásio, ortoclásio, microclínio, quartzo, biotita, epidoto esparso, apatita, zircão, minerais opacos e hidróxidos de ferro. A rocha apresenta grau de alteração médio a alto, com alguns grãos de feldspatos e de biotita bastante alterados. Os minerais secundários observados neste metamorfito são decorrentes dos processos de sericitização, muscovitização, epidotização esparsa e oxidação.

O sienogranito (amostra MN72A) é extraído pela Pedreira Brita Forte com produção abastecendo o mercado da RMJP. A descrição simplificada da mineralogia e a classificação desta e das demais amostras coletadas na RMJP constam na Tabela 4.5.

#### 4.2.2.3. Reação álcali-agregado

Com base na caracterização petrográfica das rochas, pode-se avaliar a presença de constituintes do agregado susceptíveis a reações com os álcalis do cimento e seu percentual. A reação, genericamente chamada de álcali-agregado, se trata de uma reação lenta que se processa entre o agregado e o concreto. Ocorre quando o concreto é mantido em contato com a água, podendo promover fissurações generalizadas, que chegam a comprometer a qualidade da estrutura.

A análise petrográfica para verificação da potencialidade reativa dos agregados na presença de álcalis do concreto foi executada com base na norma ABNT NBR 15577-3 (2018) (Tabela 4.5).

As amostras avaliadas neste projeto foram classificadas como potencialmente reativas. Não obstante, recomenda-se estudos e ensaios de reatividade mais aprofundados para confirmação ou não destes resultados, bem como para definição dos riscos da utilização desse material no concreto.

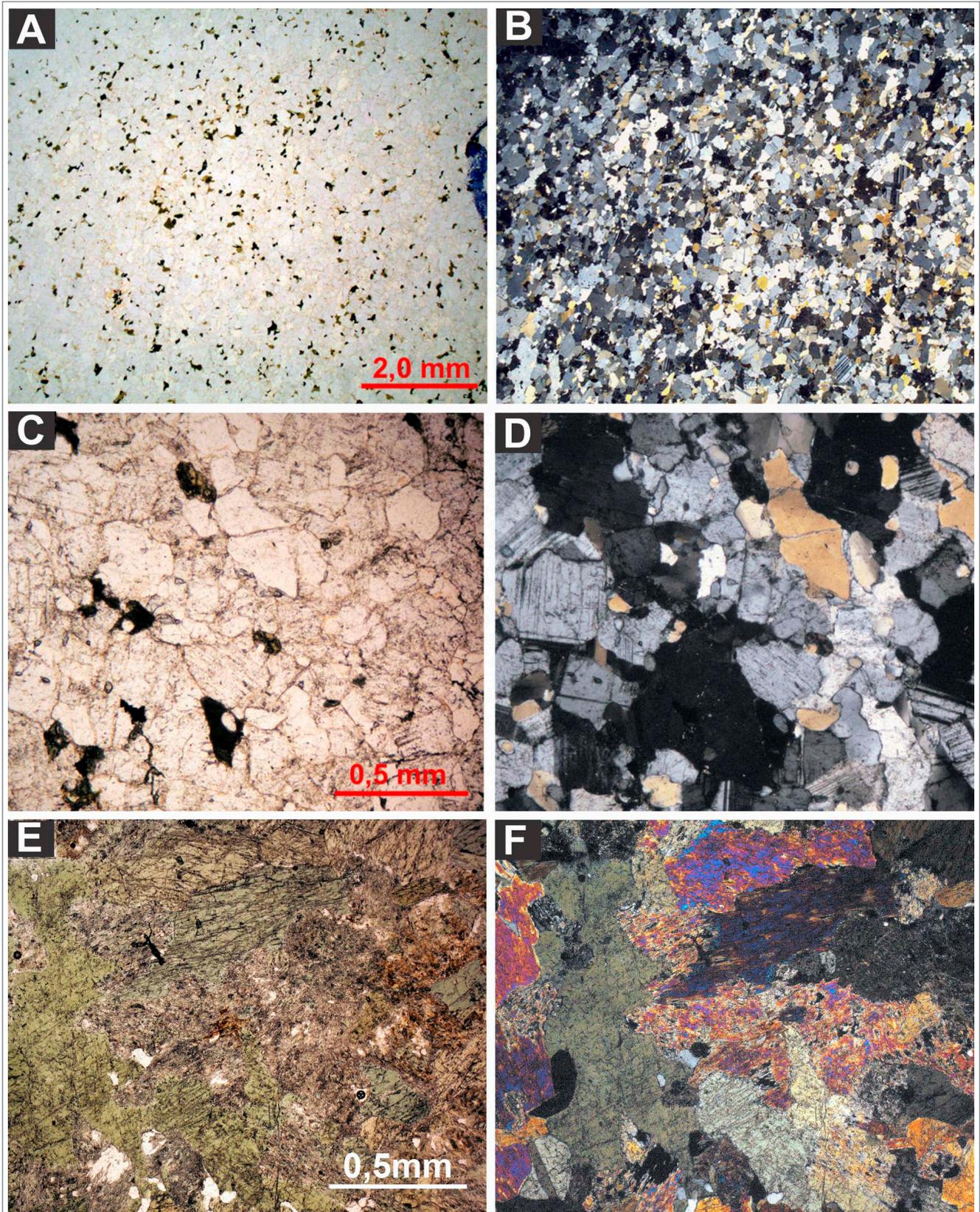
Os principais parâmetros determinantes para a classificação das rochas em potencialmente reativa foram a presença acima de 15% de quartzo deformado, evidenciado principalmente por grãos de quartzo com extinção ondulante, onde em alguns grãos observa-se o desenvolvimento dos padrões de extinção lamelar e tabuleiro de xadrez bem como o desenvolvimento de quartzo microcristalino ou microgranular, compondo uma granulação diminuta (menor que 0,15mm) nas amostras MN72A, MN72 e MN72B.

Já para o litotipo MN72C, foram determinantes a presença de quartzo microgranular com extinção ondulante e a ocorrência de anfibólio do tipo hornblenda com grãos microfissurados, caracterizando um estado microfissural de nível médio, inviabilizando a utilização deste metamorfito para fins de construção de barragens, pontes e em aplicações sob condições de umidade média à elevada.

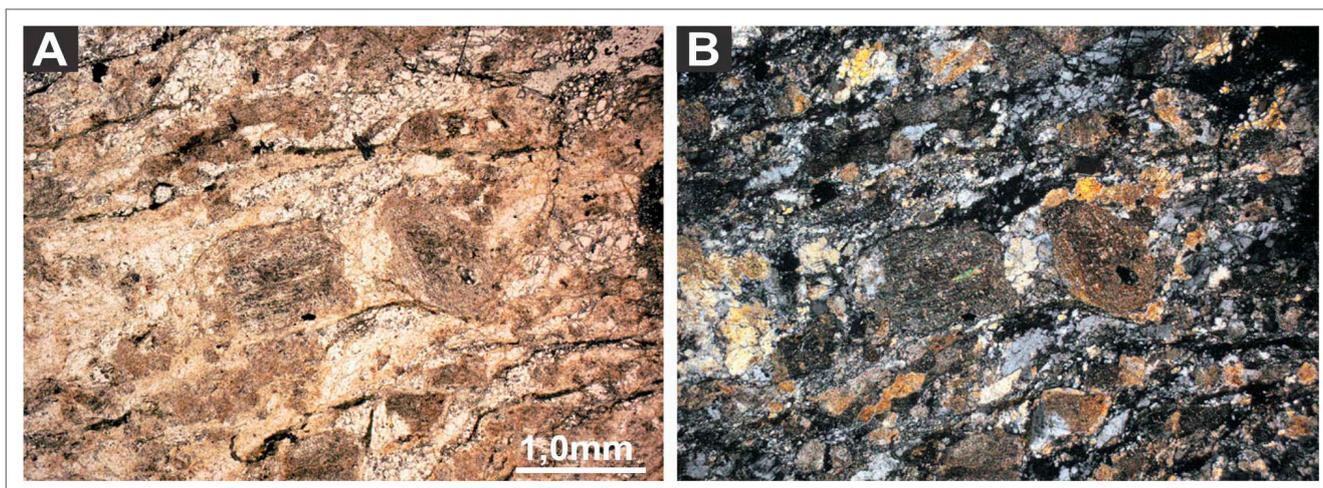
Para a amostra MN72C a classificação foi devido a proporção de quartzo deformado (acima de 15%), o desenvolvimento de subgrãos de quartzo e de quartzo microgranular e o grau de microfissuração da população de feldspatos e de alguns grãos de quartzo, sendo os agentes mais reativos desta litologia, uma vez que esses tipos de sílica e os estados microfissurais dos minerais indicados atuam como fatores de instabilidade.

Não obstante as análises petrográficas das cinco amostras de rochas terem apresentado resultados “potencialmente reativos quanto à RAA”, é imprescindível a realização de ensaios tecnológicos para confirmação ou não da reatividade à RAA desses materiais.

Ressalta-se que a execução destas análises é de fundamental importância para a definição das rochas passíveis de serem utilizadas na confecção de brita, além de direcionar a aplicabilidade da brita produzida a partir de certos tipos de rochas.



**Figura 4.7** - Fotomicrografias de Hornblenda Metagranodiorito (A, B, C e D) e Anfibolito Heterogranular (E e F). A) Grãos de quartzo com forma alongada segundo a foliação da rocha, geralmente deformados (LN). B) Feldspatos com maclas tipo Carlsbad ou em flama, orientados segundo a foliação da rocha e com extinção ondulante, resultante de deformação intracristalina (LP). C) Aspecto geral da rocha em LN destacando as texturas heterogranular, hipidiomórfica e granoblástica poligonal. D) Quartzo microgranular com extinção ondulante evidenciando processo de deformação (LP). E) Hornblenda com pleocroísmo em tons de verde, oxidada e com microfissuras (LN). F) Aspecto turvo dos anfibólios, resultante do intemperismo.



**Figura 4.8** - Fotomicrografias de Monzogranito Milonítico Porfiroclástico (A e B). A) Porfiroclastos de feldspatos com grãos bastante turvos, orientados segundo a foliação da rocha (LN). B) Matriz de natureza milonítica envolvendo os porfiroclastos (LP).

**Tabela 4.5** - Mineralogia simplificada e classificação das amostras de rocha coletadas na RMJP.

PONTO	AMOSTRA	CLASSIFICAÇÃO PETROGRÁFICA	MINERALOGIA	GRAU DE ALTERAÇÃO	REAÇÃO ÁLCALI-AGREGADO
178	MN72A	Sienogranito Equigranular Deformado	Plagioclásio + microclínio + ortoclásio + quartzo + biotita + epidoto + apatita + zircão + minerais opacos.	Baixo à médio	Potencialmente Reativo quanto à RAA
268	MN72D	Monzogranito Milonítico Porfiroclástico	Plagioclásio + ortoclásio + microclínio + quartzo + biotita + epidoto + apatita zircão + minerais opacos + hidróxidos de ferro.	Médio à alto	Potencialmente Reativo quanto à RAA
270	MN72B	Hornblenda Metagranodiorito Foliado	Plagioclásio + ortoclásio + quartzo + hornblenda + epidoto + apatita + zircão + minerais opacos	Baixo	Potencialmente Reativo quanto à RAA
280	MN72	Quartzo Plagioclásio Hornblenda Gnaíse	Plagioclásio + ortoclásio hornblenda + quartzo + epidoto + apatita + zircão + minerais opacos + hidróxidos de ferro	Baixo à médio	Potencialmente Reativo quanto à RAA
407	MN72C	Anfibolito	Hornblenda + piroxênio + feldspatos + quartzo + epidoto + apatita + zircão + minerais opacos + hidróxidos de ferro	Médio	Potencialmente Reativo quanto à RAA

### 4.2.3. Argila

Os depósitos de argila na RMJP e suas proximidades têm origem sedimentar, e estão associados aos terraços aluvionares de várzeas datados do Quaternário. Têm-se ainda as frentes de lavra em bolsões de argila associados a sedimentos colúvio-eluviais e a níveis de siltitos argilosos e folhelhos argilosos de coloração cinza a bege da Formação Itamaracá.

Durante a execução deste estudo, foram cadastradas 16 ocorrências e 12 depósitos de argila, destes, quatro encontram-se em atividade e alimentam a produção de cerâmica vermelha. O principal produto é o tijolo, seguido de lajotas para forro, blocos de vedação, blocos estruturais, manilhas e ladrilhos.

As principais ocorrências cadastradas localizam-se nos municípios de Rio Tinto, Mamanguape, Santa Rita, Cruz do

Espírito Santo e Lucena. Atualmente, as jazidas em produção situam-se, em maior número, nas várzeas aluvionares do Rio Mamanguape em áreas do município homônimo. Registra-se também jazidas em produção em sedimentos aluvionares localizados nas proximidades de Santa Rita e Rio Tinto. Os pontos de depósitos e ocorrências referidos estão localizados no Mapa de Recursos Minerais da Região Metropolitana de João Pessoa 1:250.000 (Anexo 2) e descritos na Lista de Jazimentos (Anexo 3).

Percebe-se que a maioria do setor empresarial que compõe a rede ceramista da RMJP tem sua competitividade baseada em custos, onde são raras as iniciativas para aprimoramento tecnológico, visando lucro a longo prazo. Apenas dois grupos, concorrentes entre si, vêm investindo em programas de qualidade, implantação de laboratórios de caracterização tecnológica de matérias-primas, diversificação de produtos e qualificação de mão de obra.

#### 4.2.3.1. Argilas associadas aos depósitos aluvionares

Os principais depósitos de argila de natureza aluvionar estudados na RMJP associam-se às várzeas do Rio Mamanguape, notadamente no município homônimo, assim como nos aluviões catalogados no município de Rio Tinto, situado à jusante do primeiro (Figura 4.9). Com o baixo gradiente interno e o suprimento de sedimentos finos os drenos naturais foram gradativamente preenchidos por materiais argilosos, com deposição nesses ambientes fluviais e de inundação de baixa energia.

Neste local a argila extraída mostra-se bastante plástica com coloração escura a amarronzada, mas também com variações cinza escura e cinza clara a creme. Normalmente estes jazimentos ocorrem sob a forma de bolsões intercalados em sedimentos aluviais e mostram-se destituídos de matéria orgânica.



**Figura 4.9** - Extração de argila localizada no município de Rio Tinto. Bacia Hidrográfica do Rio Mamanguape-PB (Ponto MH-309).

Os depósitos de várzeas apresentam, em média, espessura em torno de 2 m e larguras da ordem de 30 m, com uma argila cinza escura, relativamente homogênea, muito plástica e macia ao tato quando umedecida; e dura, com rachaduras, quando seca. Depositada imediatamente acima da camada de argila mais escura, é comum ocorrer uma delgada camada de granulometria mais grossa, coloração mais clara, onde predominam fragmentos de minerais resultantes de processos intempéricos. As cerâmicas locais utilizam uma mistura tradicional dessa argila cinza escura, plástica, de várzea, com argilas denominadas “goma”, fundentes e menos plásticas, resultantes da decomposição de granitoides. Nas misturas prontas para extrusão, em geral predomina a argila de várzea, em proporções que variam de 50 a 66% da massa (1:1 ou mais frequentemente 2:1).

#### 4.2.3.2. Argilas associadas aos depósitos colúvio-eluviais

Os principais depósitos de argila com origem colúvio-eluvial na RMJP, acham-se associados aos sedimentos localizados em áreas dos municípios de Rio Tinto e Pedra do Fogo, onde ocorrem formando bolsões lenticulares intercalados a estas coberturas arenoso-argilosas de amplitude regional (Figura 4.10).

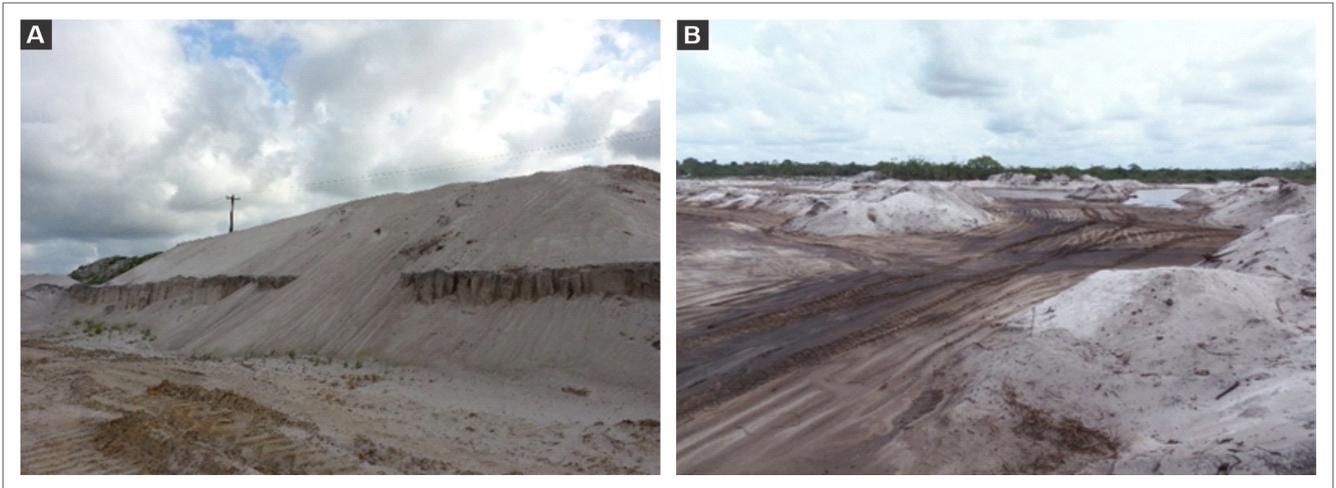


**Figura 4.10** - Extração de argila de origem colúvio-eluvial (Pós-Barreiras I) no município de Rio Tinto-PB (Ponto MH-309).

Estes sedimentos do período Neopleistoceno-Holoceno abrangem aproximadamente 50% da RMJP e encontram-se sobrepostos aos arenitos do Grupo Barreiras, sendo, por esta razão, informalmente denominados Pós-Barreiras (ver Cap. 3, Figura 3.8). As datações por luminescência opticamente estimulada de quartzo (LOE-SAR) permitiram separá-los em dois conjuntos: Pós-Barreiras I (Pleistoceno Tardio) e Pós-Barreiras II (Holoceno) (Rossetti *et al.* 2011a).

Os Sedimentos Pós-Barreiras I ocorrem em grande parte da área estudada, como cobertura da Formação Barreiras ou diretamente acima do embasamento cristalino da Bacia Paraíba. Suas espessuras tornam-se mais significativas nas proximidades da costa, onde podem atingir até 20 metros. Trata-se de um complexo de depósitos de areias, depósitos areno-argilosos, bolsões lenticulares intercalados de argilas e arenitos conglomeráticos, em geral maciços, e raramente com estratificações cruzadas incipientes, mal selecionados, de coloração que varia de avermelhada a rósea, a amarelo-clara e amarronzada.

Os Sedimentos Pós-Barreiras II incluem areias holocênicas friáveis, brancas, e secundariamente cinzas, amarronzadas e amareladas, de granulometria média a grossa, por vezes finas, moderada a pobremente selecionada (Figura 4.11). Essas areias ocorrem em discordância sobre os demais estratos da área de estudo e também diretamente sobre rochas do embasamento cristalino.



**Figura 4.11** - Extrações de areia de origem colúvio-eluvial (Pós-Barreiras II).  
A) no município de Alhandra-PB (Ponto MH-250). B) no município de Santa Rita-PB (Ponto MH-402)



**Figura 4.12** - Lavra de argila resultante da escavação de tanques criatórios de peixes em Santa Rita-PB.  
Extração localizada na Fazenda Santo Antônio (coordenadas: 7°8'44,5"S/35°07'19,9"W).

Os depósitos arenosos, com espessuras inferiores a 7 metros, afloram predominantemente na parte central e setentrional da área e foram encontrados em cotas topográficas distintas, desde o litoral até as topografias mais elevadas da região ( $\pm 400$  m).

#### 4.2.3.3. Argilas associadas à Formação Itamaracá

As argilas vermelhas oriundas de tipologia sedimentar estão associadas à Formação Itamaracá, e ocorrem principalmente na região abrangida pelo município de Santa Rita. Nesta tipologia a argila ocorre sob a forma de camadas associadas aos folhelhos e siltitos argilosos de cor variando de cinza escura a cinza creme e bege, e no geral, mostram-se bastante plásticas e de fácil moldagem (Figura 4.12). Localmente, em função da presença de níveis de sedimentos siltico-argilosos e de arenitos finos, apresentam maior porcentagem de quartzo.

#### 4.2.3.4. Argilas de origem residual

Na RMJP, as argilas residuais ocorrem relacionadas à alteração *in situ* dos ortognaisses da Unidade Cabaceiras datada do Paleoproterozoico. O intenso intemperismo químico relacionado ao clima quente e úmido que atua na região em apreço resulta na formação de jazimentos residuais de argila, as quais ocorrem capeando rochas da mesma unidade explotadas para produção de brita.

Localmente, esta cobertura eluvial argilosa forma, localmente, um espesso manto argiloso com espessura média superior a 2 metros, e devido a sua composição, presta-se ao uso na cerâmica vermelha, mais precisamente na confecção de telhas, tijolos e de blocos estruturais. A exploração da mesma ocorre em concomitante com a extração das rochas gnáissicas para brita, o que permite uma redução nos custos gerais de extração desta substância.

#### 4.2.3.5. Caracterização das argilas

Para a caracterização das argilas da RMJP foram amostrados quatro depósitos nas atuais fontes produtoras, localizadas na área de abrangência da Bacia do Mamanguape e Bacia do Paraíba. Desta forma, foram coletadas 4 amostras de argilas *in natura* e encaminhadas para análises e ensaios no Centro de Tecnologias do Gás e Energias Renováveis (CTGas), em Natal-RN. A localização dos pontos amostrados, bem como os dados resultantes e discussões estão dispostos nas Figuras 4.13 e 4.14.

A Tabela 4.6 apresenta a separação por faixa granulométrica para as quatro amostras representativas da RMJP. A distribuição granulométrica das argilas analisadas apresentou ótimas concentrações

de sedimentos finos compostos por frações silte (53  $\mu\text{m}$ ) e argila (25  $\mu\text{m}$ ). Dos resultados apresentados, a amostra MH-297 revelou-se como a que contém a maior porcentagem de finos (85,30%). Contudo, todas as amostras atendem as especificações para indústria de cerâmica vermelha, que são 20-30% e 30-40% de fração argila na sua composição para a produção de tijolos e telhas, respectivamente. (Scherer, 2016 apud Pracidelli *et al.*, 1997).

Os resultados das análises químicas semiquantitativas em % de peso em óxido e com valor de perda ao fogo das argilas analisadas estão retratados na Tabela 4.7. As composições químicas das amostras são típicas de argilas para cerâmica vermelha, com predominância de  $\text{SiO}_2$  e  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , confirmados nos padrões de difração de raios X das amostras analisadas, e altos teores de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

A Figura 4.15 apresenta o resultado da análise mineralógica com identificação das fases das amostras. Com base no padrão de difração e na composição química (Tabela 4.6) foram identificadas como principais fases minerais: quartzo, anortita e argilominerais. Conforme Macedo (2008), o quartzo e o feldspato agem reduzindo a plasticidade, melhorando o processo de secagem e favorecendo a adequação das argilas para uso como cerâmica vermelha. O quartzo atua também como um componente fundamental para o controle da dilatação e ajuste da viscosidade da massa na fase líquida, além de contribuir para uma maior resistência mecânica das peças após a queima.

Os argilominerais são indicados nos difratogramas, por picos de caulinita ( $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ ) e illita ( $\text{K,H}_3\text{O}$ )  $\text{Al}_2\text{Si}_3\text{AlOH}_{10}(\text{OH}_2)$ , sendo esta última inserida no grupo das esmectitas e ambas na razão de (1:1) (Figura 4.15). O grupo da caulinita possui as menores plasticidade e capacidade de troca catiônica, e por esta razão é considerado o grupo menos expansivo, com baixo teor de óxido e hidróxido de ferro. Como resultado, as argilas cauliniticas apresentam menor retração de secagem e queima, favorecendo o controle dos processos industriais. O grupo da esmectita apresenta ligação fraca entre as camadas e maior capacidade de troca catiônica, com moléculas de água e cátions entre as camadas, sendo considerado o grupo mais expansivo, além de permitir a acomodação do ferro em sua estrutura. Se por um lado as argilas esmectíticas favorecem a presença deste elemento (Fe), responsável por atribuir a cor vermelha desejada para as peças cerâmicas, por outro contribuem para grandes retrações de secagem e queima dificultando os processos industriais e podendo ocasionar trincas ou empenamento nas peças cerâmicas. Os resultados dos difratogramas revelaram um equilíbrio de fases que compõem as argilas analisadas, sendo um dos motivos pelos quais se obtém massas adequadas para cerâmica vermelha.



Figura 4.13 - Mapa esquemático da RMJP destacando os pontos de amostragem de argila na região de Rio Tinto.

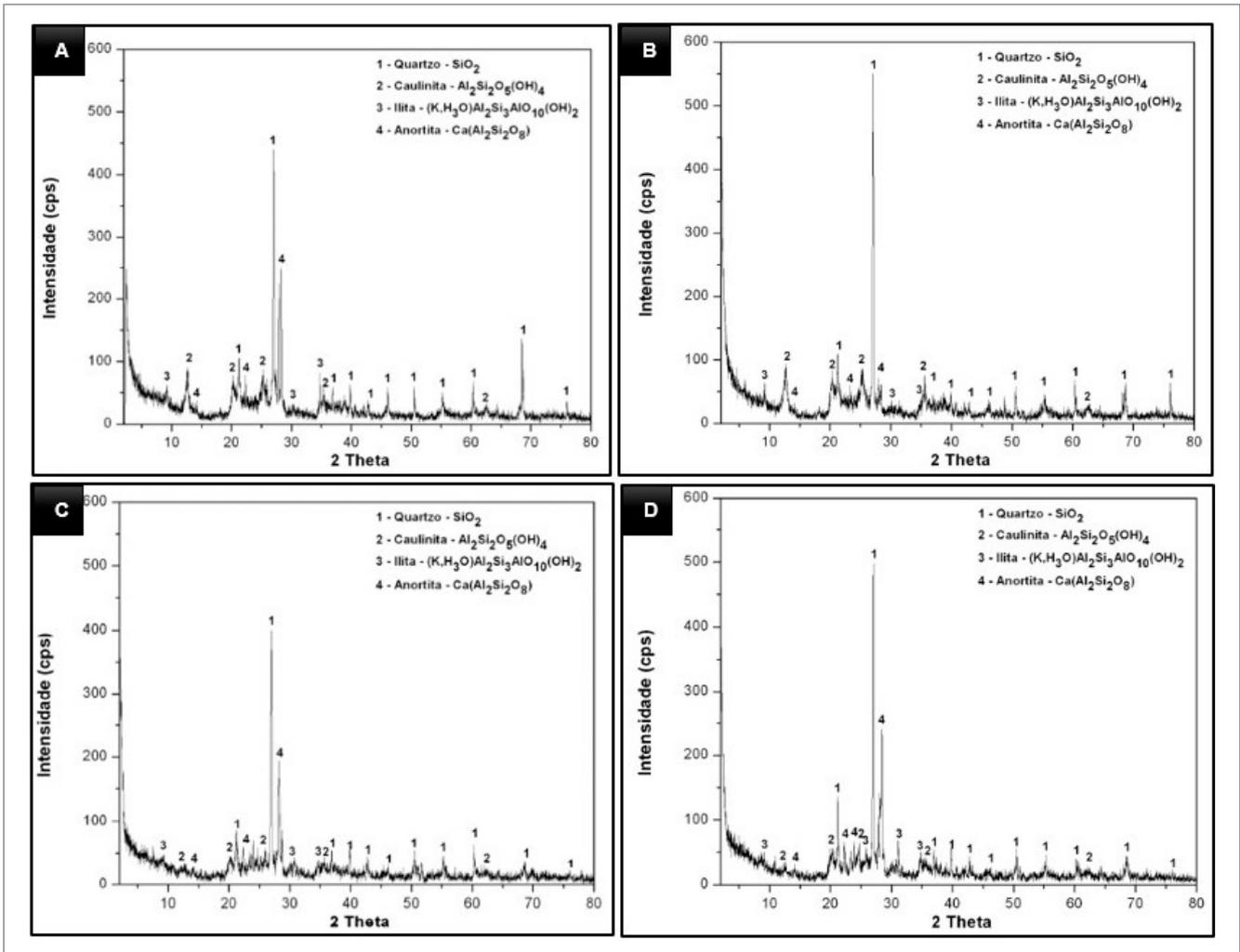
Tabela 4.6 - Distribuição granulométrica de amostras de argilas da RMJP.

PONTO	ABERTURA DE PENEIRA/RETIDO (%)				
	2360 (µm)	600 (µm)	180 (µm)	53 (µm)	25 (µm)
MH-400	0,00	3,00	15,50	23,00	28,20
MH-406	0,00	3,30	9,40	16,70	24,20
MH-297	1,10	8,40	24,80	38,40	46,90
MH-309	0,10	0,60	2,20	10,30	21,40



**Tabela 4.7 -** Resultado da análise química semiquantitativa de argilas da RMJP.

PONTO	ANÁLISE QUÍMICA POR ESPECTROMETRIA DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X														
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	K <sub>2</sub> O	CaO	SO <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	MnO	ZrO <sub>2</sub>	SrO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ZnO	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P.F.
MH-400	47,39	36,68	4,01	2,58	1,80	0,29	0,06	0,80	0,03	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	6,34
MH-406	46,51	36,98	4,10	2,03	1,37	0,22	0,12	0,76	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	7,84
MH-297	48,35	30,81	5,80	4,25	2,15	1,38	0,06	0,81	0,10	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	6,21
MH-309	48,46	31,25	6,00	4,01	2,21	1,28	0,00	0,85	0,12	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	5,73



**Figura 4.15 -** Difratomogramas apresentando as fases identificadas nas amostras de argilas da RMJP. As amostras são procedentes de Santa Rita (A MH-400 e B MH-406) e Rio Tinto (C MH-297 e D MH-309).

A Tabela 4.8 mostra as características das argilas analisadas através da determinação nos ensaios do índice de plasticidade (IP), cujos valores do situam-se no intervalo observado para cerâmica vermelha, que é entre 10 e 30%. A presença de feldspato, ilita e quartzo provavelmente influenciou no comportamento das amostras analisadas. O feldspato e o quartzo agem como redutores de plasticidade, sendo possivelmente uma das razões para as amostras MH-297 e MH-309 conterem valores medianos de plasticidade, adequados para cerâmica vermelha

**Tabela 4.8 -** Índice de plasticidade obtido nas amostras de argilas provenientes da RMJP.

AMOSTRA	IP (%)	CARACTERÍSTICA
MH-400	16,32	Altamente Plástica
MH-406	21,47	Altamente Plástica
MH-297	10,30	Medianamente Plástica
MH-309	14,42	Medianamente Plástica

Os valores de Retração Linear encontrado para as amostras analisadas são inferiores ao máximo aceito para argilas utilizadas na cerâmica vermelha que é de até 8%. Isto mostra que não houve retração linear significativa a ponto de comprometer a qualidade dos produtos resultantes da utilização destas argilas. Os resultados obtidos para Absorção de Água também satisfizeram a especificação, que estipula valor máximo até 25%. De forma similar, a Massa Específica Aparente e Porosidade Aparente satisfizeram a especificação

que é de no mínimo 1,7 g/cm<sup>3</sup> e no máximo 35%, respectivamente. As amostras também apresentaram valores de tensão de ruptura à flexão superiores a 6,0 MPa, que é o mínimo especificado. Comparando-se os resultados das características cerâmicas obtidas após a queima das argilas a 950°C, contidos na Tabela 4.9, com as especificações brasileiras segundo Sousa Santos (1992), verifica-se que as argilas analisadas atendem plenamente as exigências para a fabricação de materiais cerâmicos.

**Tabela 4.9** - Ensaio tecnológicos de amostras de argilas provenientes da RMJP.

AMOSTRA	TEMPERATURA DE QUEIMA	COR	UMIDADE DE CONFORMAÇÃO	RETRAÇÃO LINEAR (%)	ABSORÇÃO DE ÁGUA (%)	POROSIDADE APARENTE (%)	MASSA ESPECÍFICA APARENTE (g/cm <sup>3</sup> )	TRF (Mpa)
MH-400	850°C	Marrom	10,85	0,23	14,15	27,44	1,94	8,85
	900°C	Marrom	10,59	0,43	14,60	28,10	1,93	6,20
	950°C	Creme Avermelhado	10,78	0,84	14,31	27,61	1,93	7,54
MH-406	850°C	Marrom	11,47	1,17	15,90	30,01	1,89	9,40
	900°C	Marrom	10,91	1,47	15,53	29,62	1,91	10,78
	950°C	Creme Avermelhado	11,40	2,15	15,04	28,88	1,92	12,68
MH-297	850°C	Vermelho	11,01	0,20	12,99	25,64	1,97	8,42
	900°C	Vermelho	10,46	0,26	12,93	25,47	1,97	8,60
	950°C	Vermelho Claro	10,74	1,19	12,68	24,99	1,97	11,47
MH-309	850°C	Vermelho	11,40	0,47	10,72	22,21	2,07	13,39
	900°C	Vermelho	10,75	0,70	10,46	21,61	2,07	12,92
	950°C	Vermelho Claro	11,07	1,17	9,41	19,65	2,09	13,40

Por fim, conclui-se que a aplicação das argilas analisadas é mais abrangente e pode ser estendida para:

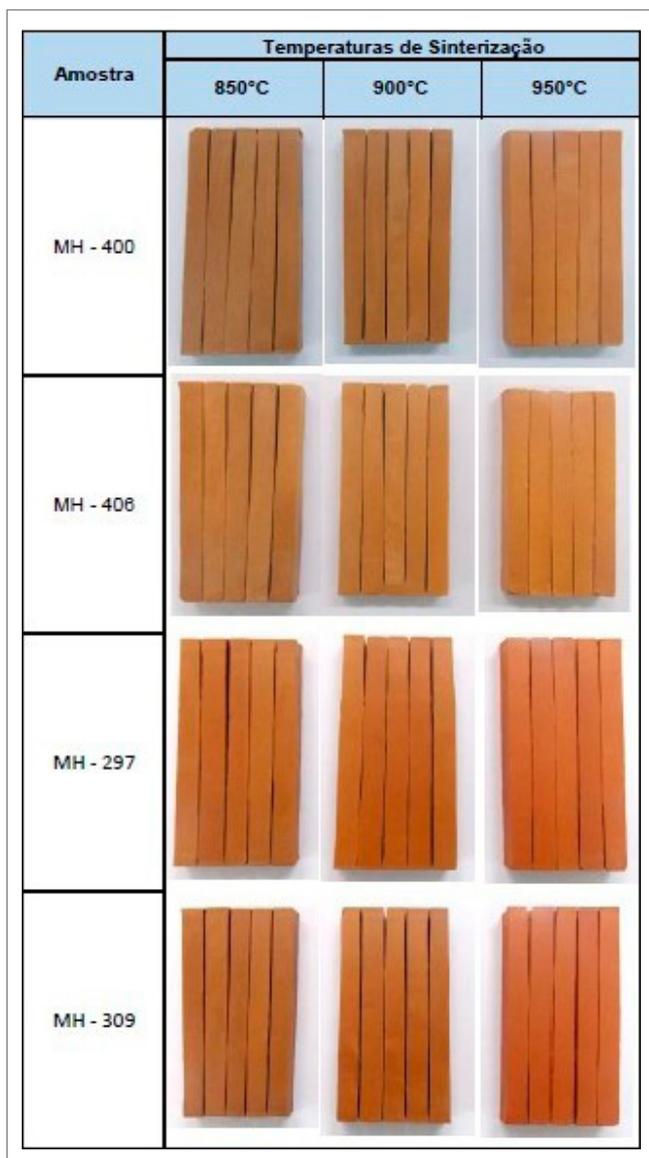
- Tijolos maciços – atenderam à especificação para tensão de ruptura à flexão, que é no mínimo 2,0 MPa;
- Tijolos furados - atenderam às especificações para tensão de ruptura à flexão, que é no mínimo 5,50 MPa, e absorção de água que é no máximo 25%;
- Telhas - atenderam à especificação para tensão de ruptura à flexão, que é no mínimo 6,50 MPa, e a absorção de água que é no máximo 20%.

As imagens dos corpos de prova, após a sinterização, apresentadas na Figura 4.16, refletem os teores de óxido de ferro obtidos nas análises químicas que foram superiores a 4%. Esta é uma importante característica para as argilas de uso cerâmico, uma vez que no mercado brasileiro prevalece a opção por cores fortes, desde o alaranjado até o vermelho.

#### 4.2.3.6. Recursos estimados

Tomando por base os elementos compilados junto às empresas cadastradas associados aos dados de consumo regional, parâmetros observados em campo, incluindo as continuidades das ocorrências cadastradas e a relação com as tipologias e condicionantes geológicas, estimam-se para a área estudada reservas superiores a 100 milhões de toneladas de argila (Tabela 4.10).

Para o cálculo da reserva estimada foi considerada a densidade média da argila como 1,8 t/m<sup>3</sup> e um aproveitamento de 90% da área prevista, a partir de uma espessura média da camada lavrável de argila de 4 m nas planícies de inundações (várzeas dos rios Mamanguape, Paraíba e Gramame). A área dos depósitos foi definida pela extensão e largura aproximada da ocorrência de minério ao longo das margens dos referidos rios.



**Figura 4.16** - Determinação da cor de queima em diferentes temperaturas em amostras de argilas da RMJP.

**Tabela 4.10** - Cálculo de reserva estimada para as argilas dos rios Mamanguape, Gramame, Paraíba.

ARGILA	
Área ( $A_{total}$ ) = 16.696.980 m <sup>2</sup> - Rio Mamanguape: 8.210.000 m <sup>2</sup> - Rio Gramame: 668.980 - Rio Paraíba: 7.818.000 m <sup>2</sup> Espessura (E) = 4,00 m Densidade (D) = 1,8 t/m <sup>3</sup> Fator de Aproveitamento ( $F_A$ ) = 90%	Reserva Estimada ( $R_E$ ): $R_E = A_{total} \times E \times D \times F_A$ $R_E = 108.196.430,4$

Dados do DNPM (2010) mostram a distribuição das reservas medidas de argila para cerâmica vermelha, pertinentes aos depósitos de origem residual na RMJP (Tabela 4.11).

**Tabela 4.11** - Distribuição de reservas medidas de argila para cerâmica vermelha, pertinentes aos depósitos de origem residual, na RMJP (Fonte: Anuário Mineral Brasileiro, 2010)

MUNICÍPIO	RESERVAS			
	MEDIDA (T)	INDICADA (T)	INFERIDA (T)	LAVRÁVEL (T)
Caaporã	1.256.413	-	-	1.005.131
João Pessoa	15.240.620	25.000.000	8.000.000	2.813.118
Mataraca	202.507	93.581	-	-

Em função dos ensaios realizados, as argilas presentes na RMJP podem ser empregadas com sucesso na fabricação de cerâmica vermelha, notadamente na confecção de manilhas, telhas e tijolos de variados tipos incluindo os denominados seis furos, além de blocos estruturais. Convém frisar, que a reserva estimada engloba tanto as ocorrências associadas aos sedimentos aluvionares, quanto às formações sedimentares relacionados aos depósitos colúvio-eluvionares e argilas inseridas na Formação Marinha Farinha e Itamaracá.

O potencial cerâmico da região também se estende a indústria de revestimentos cerâmicos, louças sanitárias e isolantes elétricos, com depósitos de argilas do tipo "ball clays" na região de Alhandra e Conde localizadas a sul de João Pessoa. Somente o Grupo Elizabeth possui três unidades fabris de revestimentos cerâmicos: Elizabeth Porcelanato 1, 2 e 3, sendo uma na cidade do Conde e as outras duas no Distrito Industrial de João Pessoa (Figura 4.17). Dados do DNPM (2010) mostram a distribuição das reservas de argila plásticas do tipo "ball clays", compreendidas na RMJP (Tabela 4.12).

**Tabela 4.12** - Distribuição de reservas medidas de argila plásticas do tipo "ball clays" na RMJP (Fonte: Anuário Mineral Brasileiro, 2010)

MUNICÍPIO	RESERVAS			
	MEDIDA (T)	INDICADA (T)	INFERIDA (T)	LAVRÁVEL (T)
Caaporã	1.705.275	-	-	-
João Pessoa	234.062	-	-	-

Menezes *et al* (2003) realizaram estudo em quatro amostras de argila "ball clays" provenientes do município de Alhandra, com o objetivo de atender a demanda do mercado por argilas com estas características. Ao final da pesquisa encontraram resultados que ora se equiparam às argilas do Reino Unido, padrão internacional, e ora a São Simão, padrão de referência no Brasil. As argilas amostradas são basicamente caulínicas com queima branca em temperaturas de 1250°C e 1450°C.



**Figura 4.17** - Unidades fabris do Grupo Elizabeth. A) Pilhas de minérios (argilas e areias) a serem utilizadas no processamento da Elizabeth Porcelanato 1 (Conde-PB). B) Vista aérea da Elizabeth Porcelanato 2 (João Pessoa-PB).

Além disso, apresentaram propriedades físico-mecânicas dentro das faixas indicadas na literatura para "ball clays", utilizadas em tecnologia cerâmica.

Dados do DNPM (2010) mostram a distribuição das reservas de argila refratárias compreendidas na RMJP (Tabela 4.13).

**Tabela 4.13** - Distribuição de reservas de argila refratárias na RMJP (Fonte: Anuário Mineral Brasileiro, 2010)

MUNICÍPIO	RESERVAS			
	MEDIDA (T)	INDICADA (T)	INFERIDA (T)	LAVRÁVEL (T)
Alhandra	494.475	25.515-	-	131.057
Mataraca	1.303.166	-	-	1.303.166
Santa Rita	103.621	-	-	-

#### 4.2.4. Material de empréstimo

As principais frentes de fornecimento de material de empréstimo localizadas na RMJP ocorrem associadas aos níveis lateríticos e arenitos argilosos do Grupo Barreiras. Têm-se ainda depósitos relacionados aos regolitos do embasamento cristalino alterados, referente às litologias dos granitoides da Suíte Intrusiva Dona Inês, metasedimentos do Complexo Sertânia e aos ortognaisses graníticos da unidade Cabaceira. Outra fonte de material de empréstimo está relacionada aos depósitos colúvio – eluviais e as porções superiores e alteradas dos arenitos das formações Beberibe e Itamaracá.

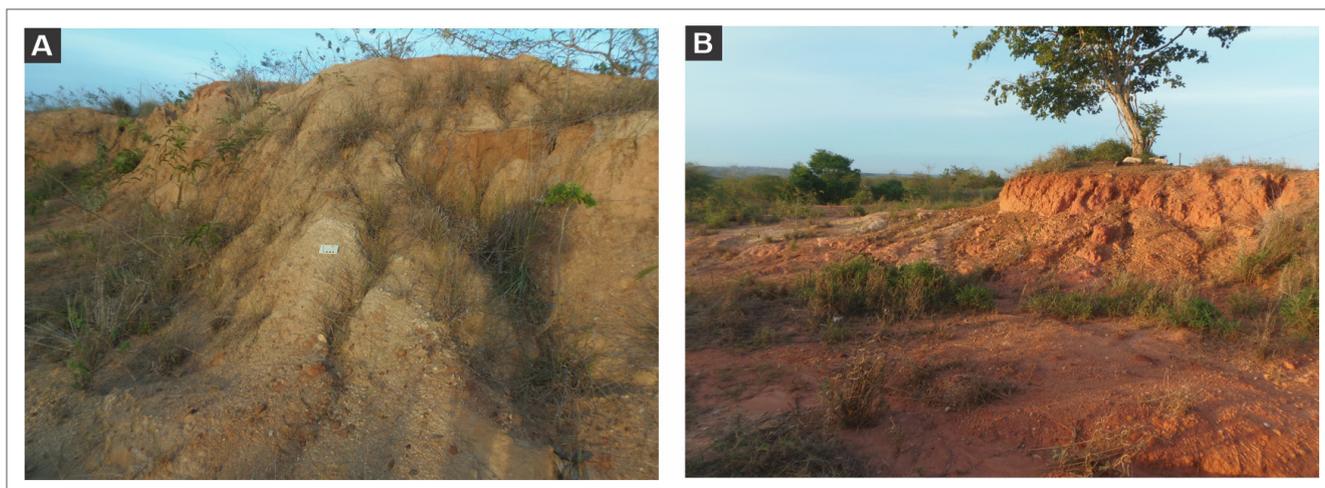
O denominado Grupo Barreiras compreende uma sequência litológica bastante heterogênea, constituída por sedimentos areno-argilosos e siltico-argilosos, intemperizados, contendo níveis conglomeráticos, de coloração avermelhada com porções roxa e amarelo-avermelhada. Observam-se nesta sequência porções areno-argilosos

a siltica, com níveis arcoseanos, mal selecionados, onde se nota a presença de pequenas discordâncias locais de erosão marcadas por níveis de seixos de quartzo. As principais frentes de extração de material de empréstimo associadas ao Grupo Barreiras situam-se nos municípios de Pitimbu, Conde, Alhandra e Caaporã (Figura 4.18).

No que concerne aos depósitos colúvio-eluviais, os principais locais de extração de material de empréstimo situam-se em áreas dos municípios de Caaporã, Pedra de Fogo, João Pessoa, Santa Rita, Rio Tinto e Alhandra. Com relação às formações Beberibe e Itamaracá, as principais áreas de produção acham-se localizadas nos municípios de Pedra de Fogo, Santa Rita e Cruz do Espírito Santo.

As porções lateríticas também são aproveitadas como frentes de extração de material de empréstimo. No geral, formam camadas cuja espessura chega a atingir dezenas de metros de sedimentos mal selecionados, de cores variegadas de composição areno-argilosa lateritizados, resultante da alteração de rochas cristalinas. As principais frentes de extração situam-se nos municípios de Pedra de Fogo e Cruz do Espírito Santo. Em virtude do baixo preço e dos custos elevados de frete, os locais de extração do material de empréstimo devem ser muito próximos dos consumidores.

Outro tipo de substância mineral reconhecido como material de empréstimo é o saibro, que na RMJP constitui um litotipo siltico-argiloso de cor rosa clara a amarelada. O saibro também ocorre sob a forma de bolsões ou massas lenticulares, com espessuras, por vezes de até 10 metros intercalados nos sedimentos do Grupo Barreiras. No geral, este tipo de material é considerado mais nobre, e apresenta um valor de mercado mais valorizado que o material de empréstimo. Na região é bastante utilizado na mistura do cimento empregado como reboco de paredes internas e externas de edificações populares, além de seu uso na preparação de terrenos para jardinagem.



**Figura 4.18** - Frente de extração material de empréstimo em depósitos colúvio-eluviais no Sítio Massangana 2, em Cruz do Espírito Santo (Ponto MH-281).

#### 4.2.4.1. Recursos estimados

Os materiais de empréstimo na RMJP estendem-se por praticamente todos os seus municípios. Contudo, pelas características de distribuição natural desses materiais, sua aplicação e baixo valor comercial é comum o registro de um grande número de pontos com pequenos volumes de material extraído. Usualmente, o transporte dessa matéria-prima é feita em caminhões basculantes ou carroças até as obras. O local de extração normalmente é próximo ao destino, sendo comum o transporte por carroças e até manualmente por carro de mão. Geralmente é utilizado em obras de aterro ou revestimento de estradas não pavimentadas, razão pela qual sua viabilidade econômica depende da proximidade das áreas de extração em relação ao local onde será empregado. Vale salientar que muitas extrações são temporárias e por vezes revestida de informalidade, razão pela qual se verifica a existência de inúmeras cavidades abandonadas nos terrenos dessa região. Considerando apenas as áreas onde os materiais de empréstimos são lavrados em maior escala nas proximidades da RMJP, é possível reservar uma área mínima de 5 km<sup>2</sup> para uma lavra planejada, garantindo uma reserva potencial da ordem de 50 milhões t (5 milhões de m<sup>2</sup> x 10 m de altura lavrável x 2,0 de densidade aparente in situ x 50% de aproveitamento) suficiente para garantir o suprimento local por cerca de 30 anos.

Os cuidados neste tipo de lavra referem-se às questões de impacto ambiental que a atividade provoca, notadamente, o visual, fazendo-se necessário o cumprimento de recuperação das cicatrizes no relevo resultantes de exploração, por vezes desordenada. Outra questão está relacionada à necessidade de execução de um ordenamento territorial que proteja as áreas de influência destas reservas no contexto de crescimento urbano dos municípios.

#### 4.2.5. Calcários

Os depósitos de calcário cadastrados na RMJP ocorrem associados aos sedimentos da Bacia Paraíba, a qual se estende do norte da cidade do Recife até a falha de Mamanguape, nas proximidades da cidade do mesmo nome. A referida bacia possui uma extensão superior a 60 km na direção norte-sul, paralela à costa e estendendo-se para oeste cuja largura varia de 1,62 km a 10,70 km, e apresenta uma estratigrafia constituída pelas formações Beberibe, Itamaracá, Gramame e Maria Farinha.

A disposição dos calcários na Região Metropolitana de João Pessoa ocorre na forma de estratos sub-horizontais, não muito pronunciados, grosseiros, em bancos ou então formando massas compactas, com leve mergulho para leste e também na forma de estratos alternados de camadas calcárias e margosas. Sobrepostas as camadas de calcário é comum o registro de níveis de argila, coesos, de coloração variando de amarelada, acinzentada a variegada, pontualmente com oxidações e apresentando grânulos de quartzo, subangulosos e com médio grau de arredondamento. O calcário e a argila constituem as principais matérias-primas utilizadas na fabricação de cimento, e como na RMJP a deposição da Formação Barreiras ocorreu diretamente sobre a Formação Gramame, resultou numa ambiência favorável a implantação de um polo cimenteiro.

Os depósitos de calcário cadastrados na RMJP acham-se associados a duas unidades:

- Formação Gramame, constituída por calcários predominantemente calcíticos de cores variando de cinza, cinza escura a creme, com alternância de níveis margosos escuros. Na sua porção basal apresenta calcarenitos interdigitados com níveis fosfáticos, os quais formam uma das maiores jazidas de fosfato sedimentar do país;

- Formação Maria Farinha, composta na sua porção superior de calcários detríticos, calcários margosos e níveis argilosos, e na sua parte basal por calcários detríticos cinzentos.

Os calcários presentes nas duas unidades entram indistintamente na produção de cimento. No caso específico do estado da Paraíba, as empresas que atuam em João Pessoa, utilizam na produção de cimento os calcários da Formação Gramame que ocorrem abundantemente naquele município.

Durante os trabalhos de campo foram cadastrados um total de 10 depósitos de calcários. As ocorrências estudadas acham-se associadas à Formação Gramame em áreas dos municípios de João Pessoa, Caaporã, Santa Rita, Conde e Pitimbu. Geralmente, encontram-se capeados pelos sedimentos do Grupo Barreiras ou por coberturas colúvio-eluviais datadas do Quaternário. Atualmente quatro depósitos encontram-se em fase de exploração pelas indústrias de cimento que atuam na região: Interce-ment (João Pessoa), Lafarge (Caaporã), Grupo Brennand (Pitimbu) e Elisabeth (Alhandra) (Figura 4.19).



**Figura 4.19** - Frente de lavra de calcário pertencente à Elisabeth Cimentos com bancada única. Ponto MH-249 na localidade de João Gomes, município de Alhandra-PB.

#### 4.2.5.1. Recursos estimados

As principais reservas e frentes de extração de calcário na RMJP situam-se nos municípios de Conde, Alhandra, Caaporã, João Pessoa, Pitimbu e Santa Rita. Nesta região cerca de 60% das reservas medidas conhecidas abastecem fábricas de cimento, posicionando a RMJP no patamar de maior produtora de cimento da região nordeste.

O valor total das reservas medidas de calcário na RMPJ situa-se na faixa de 1,37 bilhões de toneladas (Tabela 4.14). Segundo o relatório anual do Sindicato Nacional da Indústria de Cimento (SNIC), a produção de cimento na Paraíba em 2019 foi de 2.814.388 t, fazendo pressupor que as reservas de calcário existentes sejam suficientes para atender a demanda de consumo nos próximos 500 anos.

**Tabela 4.14** - Reservas de calcário da RMJP  
(Fonte: DNPM, 2010)

MUNICÍPIO	RESERVAS			
	MEDIDA (T)	INDICADA (T)	INFERIDA (T)	LAVRÁVEL (T)
Alhandra	79.228.189	1.404.093	-	-
Caaporã	294.199.474	237.573.273	614.944.482	476.757.173
Conde	572.283.110	2.625.557	-	359.884.609
João Pessoa	28.438.171	-	-	5.970.485
Pitimbu	152.829.450	-	-	-
Santa Rita	247.589.154	269.400.972	368.421.115	-

Salienta-se, porém, que em razão do crescimento urbano desordenado, haveria a necessidade de ser executado um estudo de ordenamento territorial que propiciasse a preservação destas áreas mineralizadas para fins de mineração. Como a cotação do calcário não oferece boa negociação a grandes distâncias de transporte torna-se imprescindível sua exploração próxima a indústria do setor.

## 5. MÉTODOS DE LAVRA E BENEFICIAMENTO

A escolha do método de lavra é um dos principais elementos do estudo de viabilidade econômica de empreendimentos minerais. Depende, entre outros fatores, das condições geológicas, topográficas, ambientais e sociais locais. A falta de planejamento tem efeitos negativos na viabilidade da mina, e a correta escolha do método de lavra será essencial para o plano de exploração da jazida, assim como da recuperação ambiental da área minerada.

Além dos fatores já mencionados, o êxito de empreendimentos minerais também dependerá das relações entre lavra e serviços de infraestrutura, tais como os sistemas viários de escoamento da produção e a distância dos mercados consumidores, desde logo, determinantes para a cotação das matérias-primas minerais.

### 5.1. BRITA

Na RMJP registra-se somente a existência de uma pedreira, a Brita Forte, que produz mensalmente um total aproximado de 35.000 m<sup>3</sup> de brita, atualmente operando com três bancadas de 15 metros.

Oportunamente se relata que, nos limites entre os municípios de Rio Tinto e Mamanguape, este último no extremo noroeste da área, aflora a Suíte Intrusiva Ouro Branco, composta de rochas de composição graníticas, formadas basicamente por monzogranitos e granodioritos. Essas ocorrências de rochas são utilizadas para produção de brita (industrial) e pedras de talhe ou cantaria (artesanal) contribuindo também para o abastecimento da RMJP (Figura 5.1).



**Figura 5.1** - Lavra artesanal de pedras de talhe ou cantaria nos granitoides da Suíte Intrusiva Ouro Branco (NP3y3o) em Mamanguape.

### 5.1.1. Lavra

Localizada em Pedras de Fogo na RMJP, a lavra do sienogranito é realizada em encostas por sistemas de bancadas, com utilização de explosivos, para desmontes de blocos rochosos. Este método é muito utilizado, pois a disposição dos furos de detonação paralelos à frente de lavra permite uma fácil fragmentação do maciço rochoso, e configura um dos métodos mais simples e eficientes de desmonte, principalmente quando o plano de detonação aproveita as estruturas de fraturamento pré-existentes da rocha.

A atividade de lavra nos locais visitados é realizada inicialmente com a utilização de martelos, compressores, e com o auxílio de explosivos para o desmonte da rocha. Posteriormente, blocos de rocha são transportados por pá carregadeira, tratores e caminhões tipo caçamba até ao centro de britagem situado a cerca de 300 metros dos locais de exploração.

A lavra de brita inicia-se com auxílio de tratores de esteira, carregadeiras frontais e escavadeiras no processo de decapeamento, que serve para remoção da camada de solo orgânico e cobertura de estéril que capeiam o maciço rochoso. As frentes de extração podem ser capeadas por cobertura de solos de pequena espessura, passando a rocha sã. A retirada desse material ocorre conforme o avanço da lavra, e nesta fase é importante preservar parte do solo removido para a posterior recuperação da área degradada. O material estéril pode ser utilizado na construção dos acessos da pedreira, manutenção da praça de britagem e na recuperação de parte da área afetada pela lavra.



**Figura 5.2** - Pedreira Brita Forte e suas bancadas e pilhas com as classificações do produto final. Rochas graníticas pertencentes a Suíte Intrusiva D. Inês - Pedras de Fogo (Ponto MH-178).

O modelo aplicado nessa lavra é o mais empregado nas lavras de brita que é o desenvolvido em encostas de maciços, e poucas são concebidas na forma de cavas (*open pit*).

As lavras produtoras de brita na RMJP operam a céu aberto com técnicas de detonação de rocha (Figura 5.2). Nas áreas produtoras os explosivos são instalados com auxílio de perfuratrizes manuais ou automáticas dependendo do porte do empreendimento. Cabe ressaltar, que embora o uso de explosivos cause perturbações e transtornos como ruídos, vibrações e ultra lançamentos de fragmentos, o método ainda, está associado à eficiência técnica e a custos compensatórios em lavras de brita.

Após a retirada do estéril e da limpeza do maciço rochoso é definida a execução do plano de detonação para o desmonte primário, que normalmente é seguido do desmonte secundário por fogacho e/ou rompedores hidráulicos. O desmonte secundário é necessário quando, após o desmonte primário, ainda resistem blocos de rocha que não teriam condições de serem beneficiados. Nesses casos, a detonação pode ter sido insuficiente com partes do maciço ainda não desmontadas nas bancadas. Na detonação secundária ou fogacho, os blocos resistentes são perfurados com a utilização de martelo pneumático e os furos carregados com pequena quantidade de explosivo. Esta técnica de detonação acaba por gerar blocos menores que ainda serão trabalhados por rompedores hidráulicos, a fim de produzir blocos apropriados ao processo de britagem.

De maneira geral, os principais equipamentos utilizados nas operações de lavra de brita são: perfuratrizes de carreta rotopneumáticas, perfuratrizes de carreta hidráulicas, martelos manuais, pás carregadeiras, retroescavadeiras, rompedor hidráulico, rompedor tipo drop ball, caminhões basculantes fora de estrada, caminhões basculantes comuns, trator de esteiras com lâminas, compressores de ar estacionários elétricos e compressores acionados a diesel.

### 5.1.2. Carregamento e transporte

Posterior aos desmontes primário e secundário dos blocos na frente de lavra, a rocha é transportada para o britador primário na usina de britagem por caminhões basculantes fora de estrada (*off-road*) e/ou caminhões basculantes comuns. Cabe salientar, que o transporte constitui um fator de muita influência no custo da brita, já que o uso do caminhão ocorre em todas as fases da mineração, a depender da capacidade tecnológica implantada, indo desde a frente de lavra, planta de britagem e escoamento de produção até o mercado consumidor. Os crescentes aumentos no preço do petróleo têm feito com que os operadores de pedreiras procurem melhores práticas e tecnologias para permanecerem competitivos no mercado.

### 5.1.3. Beneficiamento

A rocha na forma de pequenos blocos é transportada para a planta de britagem, onde é submetida a duas etapas de beneficiamento. A primeira é a fase de fragmentação ou cominuição realizada por britadores, e a segunda constitui a fase de classificação por peneiras e estocagem das frações beneficiadas.

No processo de cominuição, a rocha é submetida a sucessivas fragmentações em etapas de britagem e rebitagem até as frações desejadas. A primeira refere-se à britagem primária propriamente dita, enquanto a rebitagem engloba todas as fases subsequentes da fragmentação da rocha. O maquinário de beneficiamento da brita é composto por vários equipamentos, formado por alimentador vibratório, britador primário, rebitadores, conjunto de peneiras e correias transportadoras. Cabe ressaltar, que o britador, bem como a usina de asfalto, no caso de existir, também são objetos de licenciamento ambiental.

Na primeira fase de beneficiamento são utilizados britadores primários, usualmente de mandíbulas, que trituram a rocha por esmagamento (tipo moinho), e britadores secundários, do tipo cônico, que quebram a rocha por atrito. Nas etapas de britagem e classificação, mais de 90% da produção é realizada em instalações fixas, enquanto a alimentação do circuito ocorre por meio de correias transportadoras.

A classificação final do produto, após a rebitagem, é realizada por conjunto de peneiras vibratórias com dois, três e quatro *decks* com telas de malhas específicas, podendo ser de arame ou borracha, onde as peneiras retêm ou deixam passar a brita. A brita que passa por uma peneira é a que será estocada. A brita retida é devolvida ao rebitador de forma sucessiva até que se obtenha o produto na granulometria desejada. A brita que passou na peneira cai numa bica e desta é conduzida por uma correia transportadora para formação da pilha final do produto (Figura 5.3).



**Figura 5.3** - Sistema de britagem e classificação de granito pertencente a Suíte Intrusiva Ouro Branco, em Mamanguape.

Uma vez separada por faixas granulométricas, onde os produtos são considerados prontos para serem comercializados, o processo é encerrado com o carregamento e expedição do minério aos centros consumidores. O transporte é realizado por caminhões basculantes rodoviários ou caçambas das próprias pedreiras ou de terceiros (Figura 5.4).



**Figura 5.4** - Sistema de transporte e distribuição rodoviária feita por caminhões da própria pedreira (Brita Forte) ou de terceiros. Pedras de Fogo (MH-178).

os sedimentos que recobrem unidades do Grupo Barreiras. Os depósitos de várzea na região são amplamente explorados, e por vezes, combinam técnicas de dragagem com escavação ou desmonte mecânico por escarificação (Figura 5.5). O carregamento é realizado por pás carregadeiras até atingir material impuro ou lençol freático.



**Figura 5.5** - Carregamento em caminhão basculante de areia branca do Sítio Caledônia (Ponto MH-402).

Cerca de 80% da produção mensal da Pedreira Brita Forte é vendida diretamente para empresas concretistas e de construção civil da RMJP, e o restante para casas de material de construção. O escoamento da produção pode ser feito pela PB-032 e BR-101, diretamente para João Pessoa (55,7 km), ou pela PB-030 e BR-230 (63,7 km), passando por Bayeux.

A produção da pedreira de Mamanguape, também destinada ao mercado da RMJP, escoar pela BR-101 num trajeto de aproximadamente 58 km até João Pessoa passando por Bayeux.

## 5.2. AREIA

De acordo com o tipo de depósito, o método de lavra para areia é definido por meio de desmonte hidráulico, escarificação ou dragagem. Já o beneficiamento da areia é bastante simples, através do uso de peneiras, silos de decantação e/ou hidrociclonagem, que separam as frações granulométricas muito fina, fina, média, grossa e muito grossa. É bastante usual a comercialização das frações mais grosseiras como cascalho, pedregulho ou pedrisco, que são separadas nas primeiras fases de peneiramento.

### 5.2.1. Lavra

Na RMJP, as principais lavras de areia são executadas por métodos de dragagem em leito ativo de rio, a exemplo do rio Gramame, e nas regiões de várzea que compõem

A dragagem é um método de lavra muito utilizado na mineração de areia (Figura 5.6), e de maneira geral, as areias extraídas em leitos de rios quase sempre são comercializadas “in natura”. As chamadas “dragas” são embarcações ou plataformas flutuantes equipadas com bombas hidráulicas movidas a diesel e mangueiras de sucção de diâmetros variados que efetuam a remoção da areia em sistema de lavra “afogada”, como é o caso da mineração em fundo de rios, lagos e outro corpos d’água.

No método da dragagem o sistema de bombas hidráulicas succiona os sedimentos para um compartimento no seu interior (quando móvel), ou para a margem do curso d’água (quando fixa).

No caso das dragas móveis flutuantes, uma vez carregada, os sedimentos arenosos depositam-se por gravidade no reservatório da embarcação e a água permanece como sobrenadante. À medida que o volume de areia aumenta no depósito interno, ocorre o transbordamento da água excedente dos tanques da barça. Esta água excedente denominada *overflow* é resultado da grande quantidade de água aspirada junto com os sedimentos. Após encher o reservatório, a balsa desloca-se até a margem onde é feita a operação de descarregamento da areia na margem do corpo d’água. Posteriormente, o material é prontamente peneirado, e temporariamente estocado antes de ser enviado por caminhões aos centros consumidores.

No caso da RMJP, o sistema de dragas utilizado é fixo, e consiste no principal método de lavra de areia.



**Figura 5.6** - Processo de lavra por dragagem exibindo barcaça fixa sustentada por tambores flutuantes. Ponto MH-271 areal próximo da PB-016, município Cruz do Espírito Santo-PB.



**Figura 5.7** - Carregamento para estoque com a utilização de pá carregadeira de areia do Rio Paraíba (Ponto MH-271) no município Cruz do Espírito Santo-PB.

Neste sistema, as bombas de sucção são instaladas em pequenas barcaças sustentadas por tambores flutuantes. Os tubos de sucção são operados manualmente e servem como condutores da água e sedimentos que são bombeados até as margens do corpo d'água.

As dragas operam nos leitos dos rios, preferencialmente, contracorrente e muitas vezes, requer o represamento do curso d'água para proporcionar condições operacionais à draga. Uma grande vantagem desse método consiste em reunir quatro operações em uma única, ou seja, a draga desmonta, carrega, transporta e beneficia o material em um ciclo único, possibilitando a viabilidade econômica da jazida.

Nas áreas de várzeas, a extração ocorre em cavas, que são abertas inicialmente com retroescavadeiras, e após atingirem o nível freático formam um tipo de lagoa artificial. São introduzidas então as dragas de sucção, que conduzem a areia por uma tubulação até os locais de estocagem. Com o avanço da lavra, depois de exaurida a reserva, a área minerada deverá ser recuperada e a cava inundada deve ter uma destinação final (econômica ou paisagística). Nos depósitos fluviais ou aluviais, as lavras são temporárias por constituir reservas não renováveis, por isso a necessidade de recuperação das áreas mineradas.

### 5.2.2. Beneficiamento, carregamento e transporte

O beneficiamento da areia ocorre por peneiramento simples com auxílio de grelhas fixas que separam as frações mais grosseiras (cascalho, pelotas e concreções) e eventuais impurezas (matéria orgânica, folhas e troncos). Em conjunto ao peneiramento, a porção argilosa do material arenoso é retirada por lavagem simples. O beneficiamento simplificado é realizado para adequar a areia como agregado miúdo, e assim ser usado, por exemplo na formulação do concreto.

O material lavrado, quando não estocado, sai direto das jazidas para os depósitos de revendedores de materiais de construção e para pátios das construtoras, concreteiras e outros. O carregamento para estoque e/ou expedição é realizado de forma mecanizada, com pá carregadeira ou carregadeira hidráulica (Figura 5.7).

## 5.3. ARGILAS

### 5.3.1. Lavra

A extração da argila é relativamente simples e ocorre através do desmonte mecanizado, utilizando-se de pá-carregadeira, retroescavadeira e caminhões basculantes para o transporte (Figura 5.8). O material é transportado e depositado em pilhas no pátio de estocagem.

O desenvolvimento da lavra nos depósitos de argila inicia-se com o decapeamento do terreno, e a camada de solo retirada é colocada em pilhas e coberta com lonas para posterior reutilização nos trabalhos de recuperação ambiental da área quando após o término da jazida.

A lavra da argila ocorre de maneira semelhante ao método de mineração em tiras, com faixas de escavação aproximadamente perpendiculares à direção de avanço da frente de lavra.

Nos depósitos aluvionares as operações de lavra são feitas em bancadas irregulares com altura média de 3 metros. O material é extraído com o apoio de retroescavadeira, e após a sua exploração a argila é transportada em caminhões tipo caçamba para os pátios de estocagem e secagem para depois ser distribuída para as cerâmicas da região.

Após a extração, a argila "*in natura*" é armazenada para processo de desidratação controlada em áreas cobertas durante uma semana ou mais, antes da conformação dos produtos cerâmicos. Durante essa fase o material armazenado poderá ser misturado com materiais



**Figura 5.8** - Extracção de argila por desmonte mecânico e posterior carregamento em caminhão basculante, para transporte da Fazenda Santo Antônio (coordenadas: 7°8'44,5"S/35°07'19,9"W) em Santa Rita-PB.

de outras jazidas em razão de possível heterogeneidade do depósito. Nos depósitos Colúvio-Eluviais a exploração é realizada a partir de bancadas baixas, onde o material extraído com o auxílio de retroscavadeira e apoio de caminhões tipo caçamba.

A frente de extração localizada em Rio Tinto acha-se paralisada e o material cerâmico consumido no município em questão vem de cerâmicas situadas em Mamanguape. Neste local, as operações de lavra eram feitas em bancadas, com alturas variando entre 1 a 3 metros e espessura média do pacote em torno de 1,50 m.

A exploração em Santa Rita das argilas associadas à Formação Itamaracá também encontra-se paralisada, e durante o período de atividade foi realizada a partir de bancadas de baixo a médio porte, com o uso de pás-carregadeira e auxílio de caminhões tipo caçamba. Todo o material extraído era distribuído para as indústrias de cerâmica vermelha situadas em Santa Rita e comercializadas na região da Grande João Pessoa.

### 5.3.2. Beneficiamento

Durante a estação chuvosa, o material armazenado fica a secar nos pátios de estocagem. Já durante a estiagem este material é umedecido e homogeneizado para a próxima etapa.

O processo de beneficiamento inicia-se com a alimentação do sistema produtivo cerâmico da seguinte forma: o material argiloso é assentado em um caixão alimentador que abastece por igual à linha de produção, através de uma correia transportadora. Em seguida, este material é transportado ao desintegrador, que funciona como uma pré-laminação, passando por entre rolos com passagem de 4 a 9 mm. Depois dessa etapa o material segue para o misturador, que é o equipamento que assegura a mistura homogênea de

diversos tipos de argila, distribuindo água e triturando os torrões. Posteriormente, o material passa para o laminador, que realiza o processo de eliminação dos pedregulhos e completa a mistura da massa (Figura 5.9). Então, o material é encaminhado para a “maromba” ou extrusora, que tem a função de dar a forma final ao produto cerâmico, através de um molde para formar uma coluna contínua, a qual é cortada em dimensões pré-definidas (Figura 5.10).

Depois que o material ganha a forma do produto cerâmico, inicia-se a etapa de secagem, que compõe uma operação muito importante na fabricação da cerâmica comum e estrutural, já que necessita de cuidados especiais. Nessa fase, a água contida na matéria prima argilosa é lenta e uniformemente eliminada para evitar possíveis trincas ou quebras das peças. A primeira secagem ocorre ao ar livre por um período que varia de 10 a 30 dias, de acordo com a umidade relativa do ar local e características do material utilizado (Figura 5.11).



**Figura 5.9** - Sistema produtivo de confecção dos produtos cerâmicos em Santa Rita-PB. Esteira com catação manual para retirada de pedregulho.



**Figura 5.10** - Extrusora ou “maromba” confeccionando tijolos de 6 furos em Santa Rita-PB.



**Figura 5.11** - Galpão de secagem natural dos produtos cerâmicos em Rio Tinto (Ponto MH-309).

A secagem natural do produto cerâmico é seguida do processo de queima a temperaturas que variam entre 650° C e 1.000° C, por 2 a 4 dias (Figura 5.12). Após o resfriamento completo ao ar livre, com alguns dias de duração, os produtos cerâmicos resultantes estão prontos para a comercialização (Figura 5.13).



**Figura 5.12** - Forno contínuo para queima do material cerâmico em Santa Rita-PB.



**Figura 5.13** - Produto final pronto para o transporte e comercialização em Santa Rita-PB.

## 5.4. MATERIAL DE EMPRÉSTIMO

### 5.4.1. Lavra

A lavra do material de empréstimo ocorre da mesma forma que a lavra de argila, e por vezes, apresenta-se como uma operação conjunta que corresponde ao desmonte mecânico. O desmonte e carregamento do material "in natura" são executados por meio de pás carregadeiras, seguido do seu transporte em caminhões basculantes até as obras de construção civil, onde são empregados. Na maioria dos casos, o desmonte e transporte do material é realizado de forma bastante rudimentar e artesanal.

Geralmente esse material é utilizado na construção e manutenção de estradas de acessos em comunidades rurais ou carentes de infraestrutura. A extração muitas vezes avança na informalidade, de forma irregular, predatória, sem planejamento e sem responsáveis técnicos nestas regiões.

De forma frequente, o transporte do material de empréstimo é realizado por terceiros, que pagam pelo carregamento no local da exploração e entregam diretamente no canteiro de obras por preço negociado previamente. Não ocorre beneficiamento deste bem mineral.

## 5.5. CALCÁRIO

O litoral do estado da Paraíba é rico em calcário, por conseguinte a faixa litorânea compreendida neste projeto, razão pela qual a Paraíba consolidou seu polo cimenteiro posicionando-se como o segundo maior em produção de cimento no país. As frentes de produção, que alcançam a capacidade de 9 milhões de toneladas por ano, situam-se respectivamente em áreas dos municípios de Conde, Alhandra, Pitimbu, João Pessoa e Caaporã onde estão localizadas as fábricas de cimento Cimpor, Elizabeth Cimentos, Brennand Cimentos, Votorantim Cimentos e Lafarge (Figura 5.14).



**Figura 5.14** - Unidade fabril da Lafarge Holcim instalada em Caaporã-PB.

### 5.5.1. Lavra

A lavra de calcário é realizada pelo método de cava a céu aberto, medindo localmente 300 x 100 m, com seu desenvolvimento por lavra em tiras, e formação de bancadas altas (Figura 5.15). A lavra de calcário é executada com uso de explosivos e o material lavrado é carregado por escavadeira hidráulica em caminhões basculantes, que realizam o transporte do minério para as instalações de britagem. O material de capeamento da frente de lavra é escavado mecanicamente e depositado em painel anteriormente exaurido, evitando a formação de depósitos de estéril e recuperando imediatamente as áreas lavradas.



**Figura 5.15** - Lavra de calcário a céu aberto com bancada única de 28 m na localidade de João Gomes em Alhandra-PB (MH-249).

### 5.5.2. Beneficiamento

Para o beneficiamento do calcário é utilizado um britador de impacto que apresenta a melhor solução para britagem de materiais como o calcário. Após a redução da granulometria pelo processo de britagem, o calcário é transportado para a unidade fabril por correias transportadoras e depositado em galpões fechados para controle de poeiras fugitivas, que são capturadas e reconduzidas ao processo produtivo (Figura 5.16). Nesta fase o calcário e argila são dosados em balanças industriais e em seguida moídos, em moinho vertical, até atingir granulometria bem fina e seguir para a queima e demais etapas do processo para obtenção de diferentes tipos de cimento.

Salienta-se que, nos municípios de Alhandra e Conde existem vários processos de licenciamento para confecção de cal e argamassa. Em certos casos, o mesmo material também é beneficiado visando o uso como calcário agrícola.



**Figura 5.16** - Etapas de transporte e beneficiamento do calcário e argila para produção de cimento. (A) em Alhandra-PB; (B) Pilha composta de argila que se sobrepõe a camada de calcário; (C) Caminhão basculante descarregando o calcário na unidade de britagem; (D) Transporte da argila já britada por correia transportadora até o galpão de armazenamento.

## 6. MINERAÇÃO E MEIO AMBIENTE

### 6.1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

Embora a mineração seja uma atividade de essencial importância para o desenvolvimento da economia do país, inegavelmente dela decorrem impactos ambientais nos meios físico, biótico e antrópico. Contudo, esses impactos podem ser minimizados, se a atividade for planejada e executada dentro do conceito de sustentabilidade.

Neste capítulo estão identificados e descritos os principais impactos ambientais gerados pela ação das diferentes técnicas de lavras utilizadas na extração dos insumos para uso na construção civil, explorados na RMJP. Na oportunidade serão elencadas algumas medidas mitigadoras para cada forma de impacto ambiental decorrente da mineração.

Os contornos de questões relacionadas à mineração e ao meio ambiente ganharam espaço no início do século XXI e têm-se constituído em pauta importantíssima em cenários nacionais e internacionais em que são debatidos temas relacionados ao Desenvolvimento Sustentável.

Para além da Conferência de Estocolmo ou ECO-72, seguiram-se novas conferências que tiveram como premissas as noções de sustentabilidade ambiental, responsabilidade social, produção limpa e outras, convergindo ainda para a realidade maior das fragilidades e finitude de uma *One Earth*, ou uma Terra Única.

Os documentos gerados nessas conferências vêm atualmente pautando as ações em política ambiental das nações, e estão todos consolidados na Agenda 21 Global. No plano nacional, dentre os diversos cadernos preparados para discussão dessa agenda, um refere-se especificamente à mineração. Neste documento, além do destaque dado à importância da atividade mineral para o desenvolvimento das nações e, notadamente para a garantia da qualidade de vida de suas populações, é também destacado seu elevado potencial como gerador de impactos ambientais. Em consequência é reconhecida a necessidade de ações mitigadoras e corretivas, visando sua própria sustentabilidade.

Atualmente, o abastecimento de substâncias minerais para construção civil nas principais regiões metropolitanas do país tem sido agravado pela existência de lavras informais, as quais acarretam, além da concorrência desleal com os produtores legalmente constituídos, crescentes danos ambientais. A lavra legalizada de agregados para construção civil envolve aspectos legais nas esferas federal, estadual e municipal, exigindo consequentemente ações de natureza multistitucional.

### 6.2. INSUMOS MINERAIS E URBANIZAÇÃO

As regiões metropolitanas, de uma maneira geral, têm enfrentado problemas com o progressivo avanço do processo de urbanização, especialmente nas últimas décadas. Não raro, o processo de expansão de manchas urbanas conflita com a extração de insumos minerais, por avançar sobre depósitos potenciais, criando impedimentos que impossibilitarão o uso destes importantes insumos para a sociedade. A forma desordenada de crescimento urbano e a falta de planejamento do uso do solo dificultam um ordenamento do espaço disponível, e a compatibilização entre a atividade minerária e outros usos do território.

Na RMJP, assim como nos outros grandes centros urbanos do nosso país, o cenário acima não é diferente. A disponibilidade, a qualidade e o volume de insumos minerais disponíveis para construção civil vêm declinando, especialmente aqueles situados dentro ou no entorno dos principais aglomerados populacionais, fenômeno que se agrava por questões ambientais e zoneamentos restritivos para uso do solo, sem levar em consideração as demandas básicas urbanas.

### 6.3. IMPACTOS DECORRENTES DA MINERAÇÃO

A atividade de mineração quase sempre imprime uma forte interferência no meio físico. Logo, a maioria das ações antrópicas identificadas na matriz de impactos ambientais configuram etapas comuns da exploração dos diferentes insumos.

Com relação a lavras de insumos minerais para construção civil, a exceção da mineração de areia em leito de rio, as demais atividades ocorrem quase que exclusivamente através da escavação mecânica ou por desmonte de minério com explosivos. Após extrair o insumo são formadas cavas a céu aberto, as quais podem ou não interceptar o nível freático (Figura 6.1).

Os impactos ambientais causados pela mineração atingem o meio físico, biótico e antrópico, mas diferem em razão das dimensões do empreendimento, tipo de lavra, substância explorada, utilização de agentes químicos e outros. O impacto visual representa o principal indicativo da ação de lavra. O plano de recuperação de uma área minerada se inicia com a harmonização topográfica e paisagística, intentando que a conformação do terreno seja compatível com a paisagem local.



**Figura 6.1** - Lavra de areia onde se verifica a interceptação do nível freático, no Sítio Caledônia em Santa Rita.

### 6.3.1. Decapeamento e abertura de acessos

A extração mineral inicia-se com a abertura da frente de lavra, onde se busca retirar o solo ou a chamada cobertura estéril do terreno que capeia o minério. É nesta fase que ocorre a remoção do solo e da cobertura vegetal, com a utilização de retroscavadeiras e pá-carregadeiras com auxílio de caminhões basculantes (Figura 6.2 A e B).

Este tipo de exploração ocorre em frentes de extração de areia em depósitos de várzea aluvionares, bem como em lavras de areia associadas aos terraços arenosos, ambos datados do Quaternário. Ocorre também em pedreiras visando à produção de brita, e nas frentes de produção da argila para cerâmica vermelha.

Com base no exposto, pode-se afirmar que o método de decapeamento é comum, tanto nos depósitos situados nos terrenos aluvionares, nas áreas de várzeas e terraços arenosos, quanto aos associados às rochas sedimentares da Bacia do Pernambuco-Paraíba,

mais precisamente nas litologias argilosas do Grupo Barreiras, e em áreas de rochas pré-cambrianas.

Devido ao baixo preço, a atividade de extração do material de empréstimo muitas vezes se faz de forma clandestina e predatória. Em geral, a responsabilidade de execução da lavra recai sobre os proprietários do terreno lavrado. O resultado desta ação irregular e predatória são inúmeras frentes de lavra abandonadas, o que gera imensas cicatrizes do relevo, sem nenhuma perspectiva de recuperação.

Algumas frentes de extração podem ser reativadas por prefeituras locais quando surgem obras de grande porte. Nestes casos, algumas ações de recuperação podem ser implementadas por imposição ambiental dos próprios municípios.

A camada de solo e a cobertura vegetal conferem ao substrato uma proteção natural à ação de agentes erosivos, controlam a capacidade de infiltração das águas pluviais e o regime hidrológico do terreno, além de serem responsáveis pelo desenvolvimento e manutenção da biodiversidade. A remoção dessa camada resulta em impactos ambientais negativos ao meio físico, tais como: o aumento da erodibilidade do substrato, a diminuição da taxa de infiltração das águas pluviais e a consequente alteração do regime de fluxo hidrológico, assim como o aumento do assoreamento das drenagens à jusante da mina, devido à deposição do material erodido. No meio biótico os impactos se refletem na redução da biodiversidade, na perda do banco de sementes e no afugentamento da fauna, com a consequente perda da harmonia paisagística que se configura como o impacto visual. Com relação à percepção visual, a aplicação de medidas para evitar e/ou atenuar seus resultados negativos ganha importância nesta região metropolitana, devido à proximidade com municípios de forte vocação turística, como a cidade de João Pessoa.



**Figura 6.2** - Garimpo ativo de areia em Alhandra (MH-250). (A) Remoção da vegetação e de capeamento do solo gerando impacto ambiental pela desconfiguração do modelo natural da paisagem; (B) Supressão da vegetação com interferência sobre a microfauna.

A utilização de maquinário para executar o decapeamento e o transporte do material é responsável pela geração de gases e poeira, assim como ruídos e vibrações sonoras resultando em impactos, tais como redução da qualidade do ar, afugentamento da fauna e incômodo à vizinhança. Os impactos ambientais descritos, resultantes da etapa de decapeamento e abertura de acessos, podem ser mitigados, se adotados alguns procedimentos, como por exemplo:

- 1) Proceder à remoção da vegetação em etapas controladas, de modo a permitir o direcionamento da fauna, para áreas previamente planejadas com a finalidade das mesmas serem preservadas;
- 2) Fazer o aproveitamento máximo da massa vegetal retirada, através da compostagem para posterior aplicação na revegetação das áreas degradadas;
- 3) Iniciar a remoção seletiva do material de cobertura, retirando, inicialmente, a camada de solo vegetal, visando preservá-la para utilização posterior, o que permite a conservação da fertilidade residual da área, após a lavra, e de grande parte do banco de sementes de espécies nativas;
- 4) A drenagem pluvial de toda área decapeada deverá ser disciplinada de forma que as águas de escoamento sejam direcionadas para bacias de decantação dos sedimentos, as quais deverão ser construídas em locais topograficamente favoráveis. É interessante também se pensar em um sistema de escadas que propicie a redução da velocidade da água, quando de sua passagem;
- 5) Preservar e adensar a vegetação arbórea no entorno da mina quando presente ou promover o plantio de cortinamento vegetal, com vistas a mitigar o impacto visual e conter a dispersão de poeiras e a emissão de partículas sólidas oriundas da movimentação do maquinário;
- 6) Proceder à manutenção periódica do maquinário, de forma a reduzir a excessiva emissão de gases, ruídos e notadamente o vazamento de óleos.

### 6.3.2. Lavra por desmonte através da escavação mecanizada

Para os insumos relacionados às formações sedimentares pertencentes à Bacia Pernambuco-Paraíba, como argila, areia, material de empréstimo e saibro, a operação da lavra acontece através da escavação mecanizada do minério exposto pelo decapeamento. O aspecto ambiental fundamental desta etapa é a modificação da topografia original do terreno, a qual pode estar associada à interceptação do nível freático ou das águas subterrâneas, acarretando em impactos como a desestabilização geotécnica do terreno, e por vezes, a contaminação das águas subterrâneas (Foto 6.3). Não sendo mais atrativa a espessura residual do depósito, em geral dá-se o abandono da área.



**Figura 6.3** - Exposição do lençol freático em extração de areia em Santa Rita, (MH-402).

Devido ao baixo preço dos insumos minerais para construção civil, a atividade de extração muitas vezes se faz de forma clandestina e predatória. Em geral, a responsabilidade de execução da lavra recai sobre os proprietários do terreno lavrado.

Também é nesta fase que os impactos mencionados na etapa anterior se tornam mais notórios, pois é habitual o aumento da emissão de poeiras devido ao uso mais intenso de maquinário, com a escavação e desagregação de estéréis e do minério, levando ao aumento da erosão na lavra. O desenvolvimento de tal ação resulta na geração de grande quantidade de sedimentos, que podem assorear as drenagens à jusante da mina, sedimentos esses, carregados pelas águas pluviais que drena a frente de lavra.

Quando a lavra de areia ou de argila atinge o lençol freático, como consequência da escavação, a extração continua abaixo do nível freático, com o uso de pequenas dragas de sucção e recalque, formando corpos d'água artificiais. O emprego de tal prática pode expor o freático à ação de contaminantes, como óleos e graxas. A sistemática de trabalho deve, portanto, ser muito bem planejada, visando impedir a contaminação das águas subterrâneas.

### 6.3.3. Lavra por desmonte através do uso de explosivos e com apoio mecanizado

Este tipo de lavra ocorre na exploração de brita e tem seu início primeiramente com a retirada do capeamento e da cobertura vegetal, pela ação mecânica de pá carregadeira e/ou retroescavadeiras. Subsequentemente são usados marteletes pneumáticos, com auxílio de compressores, seguido da utilização de explosivos para o desmonte do pacote rochoso para brita.

Neste cenário, a dinâmica do plano de fogo pode provocar geração de muita poeira no decorrer da perfuração da rocha para a colocação dos explosivos, além de ocasionar, devido à propagação de ondas, intensa



**Figura 6.4** - Lavra garimpeira de insumos para construção paralisada em virtude da utilização indevida de explosivos. (A) Desmonte sem planejamento; (B) Outro trecho da mesma lavra onde se observa a exposição da área, sem nenhuma proteção ou sinalização. Pedras de Fogo (HM-245).

vibração no solo quando na detonação. Caso o plano de fogo seja executado fora das normas técnicas e a mina se localize próximo a áreas habitadas, a geração de vibração pode provocar danos às estruturas das construções no entorno da mina e ocasionar incômodo à vizinhança.

Outro fato relacionado é o ultra lançamento de partículas sólidas, que acontece em consequência do uso excessivo de carga explosiva e que consiste no lançamento de fragmentos rochosos, além da área de manobra e carregamento. Isto ocorre devido principalmente à falta de orientação técnica durante a execução do plano de fogo ou uso ilegal (Figura 6.4).

Para amenizar os impactos ambientais relacionados a esta fase de lavra, alguns exemplos de medidas são citados:

1) As alturas e inclinações dos taludes da frente de mineração, assim como, as larguras das bermas deverão ser definidas com base em projeto geotécnico, respeitando o ângulo de atrito interno do material; o ângulo e sentido do mergulho da foliação da rocha; o grau de saturação; e a influência do fraturamento, do seu mergulho e das demais discontinuidades existentes, garantindo assim, a estabilidade geotécnica;

2) Os taludes, cujas alturas excedam os limites acima considerados, deverão ser subdivididos, com a formação de bancadas intermediárias, considerando o disposto na condição acima;

3) O sistema de drenagem pluvial já implantado durante o decapeamento deverá também contemplar os taludes, bermas e praça de mineração, de forma que as águas de escoamento sejam direcionadas para bacias de decantação de sedimentos, construídas em locais topograficamente favoráveis;

4) Se necessário, deverão ser adicionados ao sistema de drenagem das águas pluviais, dissipadores de energia de escoamento, tais como escadas d'água, para

reduzir a velocidade da água e conseqüentemente a sua capacidade erosiva;

5) Deve-se também providenciar a preservação e o adensamento da vegetação arbórea no entorno da mina e no caso da sua falta propiciar a instalação de uma cortina vegetal no seu entorno. Salienta-se que a execução desta ação constituirá uma das medidas mais importantes para a mitigação do impacto visual e contenção da dispersão de poeiras e partículas sólidas oriundas das detonações e escavações;

6) Outras ações amenizadoras de controle de poeiras relacionam-se a executar as perfurações para desmonte, com dispositivo a úmido, e utilização de carros-pipa para a umectação dos acessos internos, eliminando a geração de poeira na fonte;

7) Faz-se necessário a implantação de um sistema de monitoramento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas, além de executar campanhas de amostragem e análise periódicas para a identificação de contaminantes;

8) Para o controle de ruídos e vibrações gerados nas detonações deverá ser obedecido um plano de fogo adequado e com monitoramento periódico assinado e acompanhado por profissional habilitado;

9) Para o efetivo controle dos ultra lançamentos, deverá ser observado o dimensionamento adequado do plano de fogo, levando-se em conta as anomalias da rocha, tais como estágio de decomposição, juntas ou diaclases, espelhos de falhas, fraturas etc.

#### 6.3.4. Lavra por Dragagem

O método de lavra por dragagem é utilizado na mineração de areia e de argilas em várzeas aluvionares, com formação de tanques artificiais, após a interceptação do nível freático, e na lavra de areia em cursos d'água naturais.

Já com relação à questão ambiental, a principal diferença entre essas duas situações é que a última apresenta uma maior complexidade de interações, tendo maiores desdobramentos quanto aos impactos ambientais.

A extração mineral em cursos d'água naturais acontece com a retirada dos sedimentos arenosos inconsolidados, localizados em depósitos subaquosos do leito ativo do rio. Diferentemente da lavra de areia em tanques, neste caso a extração da areia é feita com o uso de embarcações de médio a grande porte que possuem dispositivos de dragagem mais potentes (mecânicos ou hidráulicos). As dragas mais comuns são as dotadas de bombas de sucção e recalque do tipo hidráulico.

Quando a dragagem é feita sem quaisquer critérios técnicos, sendo executada junto às margens de forma aleatória, não respeitando a capacidade de reposição sedimentar e aprofundando excessivamente o leito natural, pode ocasionar sensíveis modificações na morfologia da calha do curso d'água. Tal aspecto resulta em uma série de impactos ambientais, tanto no leito ativo, quanto nas suas margens.

No meio físico pode ocorrer alteração do fluxo hidrológico pela modificação da área da sessão transversal e rugosidade do canal, implicando em alterações nas velocidades de corrente e regime de fluxo d'água. Os potenciais impactos resultantes são o aumento da erosão nas margens e a aceleração da desestabilização geotécnica, exemplificados pelos solapamentos e deslizamentos.

Neste processo também ocorre a ressuspensão de sedimentos finos que se encontravam depositados no fundo do canal, aumentando a turbidez das águas logo à jusante da draga e, em algumas situações específicas, solubilizando contaminantes que podem estar adsorvidos na fração argilosa dos sedimentos. Ainda pode provocar a contaminação das águas por óleos e graxas no caso de naufrágio da embarcação ou pela falta de manutenção adequada na casa de máquinas das mesmas, somada à ausência de um sistema de contenção de eventuais vazamentos de combustíveis.

No meio biótico os impactos potenciais são a redução da biodiversidade aquática, pela perturbação das rotas de peixes e do habitat dos organismos que vivem no fundo do canal. A consequente queda de vegetação ciliar associada à desestabilização das margens também configura um impacto ao meio biótico.

Cabe ressaltar, que o impacto visual proveniente da erosão das margens e da consequente queda de vegetação ciliar, assim como os possíveis danos a construções existentes junto às margens, tais como casas, portos e atracadouros, pode estar associado a uma dragagem sem controle técnico. Alguns exemplos de medidas mitigadoras para os impactos ambientais listados são descritos a seguir:

1) Jamais operar a dragagem junto às margens do curso d'água, de modo a não causar o abatimento do seu sopé e o consequente solapamento;

2) O manejo de faixas de distanciamento mínimo da dragagem em relação às margens, também reduz os impactos sobre a biodiversidade do curso d'água, sobretudo quanto aos organismos bentônicos, que necessitam da penetração da luz solar e concentram-se nas porções mais rasas do leito;

3) A lavra deve ser direcionada exclusivamente aos bancos de sedimentos inconsolidados existentes, depósitos esses, oriundos do regime de deposição natural. O volume do material a ser lavrado também deve ser compatível com a capacidade de reposição natural de sedimentos pelo curso d'água, de modo a minimizar a influência da mineração sobre a alteração da forma do canal, velocidade e regime de fluxo hídrico;

4) A extração deve ser executada pela retirada de sucessivas camadas horizontais regulares do centro para as margens, evitando-se dessa maneira a formação de depressões acentuadas, que poderiam provocar aumento da turbulência no fluxo hídrico e consequente aumento da erosão no fundo do canal e de suas margens;

5) Regularmente, devem ser executados o monitoramento da taxa de reposição de sedimentos e o levantamento batimétrico do leito do canal, de modo que as medidas acima descritas possam ser executadas de forma racional e eficiente.

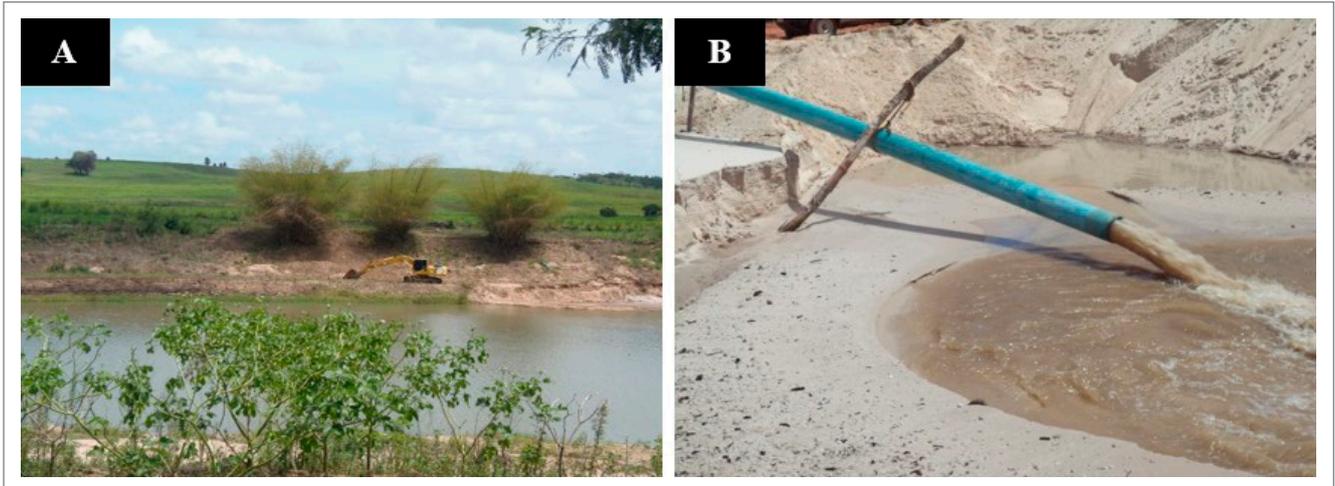
6) A ancoragem das embarcações deverá ser realizada somente em locais autorizados e nunca causando danos à vegetação ciliar;

7) As dragas devem sofrer manutenção periódica e serem dotadas de compartimentos estanques, para facilitar a contenção de eventuais vazamentos de óleos e graxas.

8) Quando ocorrer à interceptação do nível freático ou das águas subterrâneas, deverá ser providenciada a identificação e redução das potenciais fontes de contaminação. Por exemplo, no caso da mineração de areia com o uso de dragas, estes equipamentos devem ser dotados de compartimentos estanques para a contenção de eventuais vazamentos de óleos e graxas.

### **6.3.5. Estocagem de minério e deposição de estéreis e rejeitos**

Quando o material extraído (minério e estéreo) não é corretamente armazenado, ou seja, é disposto simplesmente em enormes pilhas de material expostas às intempéries, os impactos no meio físico podem ser causados pela perda destes materiais, através das águas pluviais que incidem na mina e transportam o minério para fora do pátio de estocagem. Convém salientar, que a contínua ação das chuvas atuando por sobre as pilhas expostas de material inconsolidado constitui um alto agente erosivo.



**Figura 6.5** - Mineração de areia no leito do rio Paraíba (MH-271) (A) Supressão da mata ciliar. (B) Deposição na margem do rio sem bacia de decantação, ocasionando o aumento da turbidez e do processo erosivo.

Estes impactos podem ser exemplificados pelo aumento do assoreamento e da turbidez nos cursos d'água, à jusante das frentes de extração devido à disponibilização de grandes quantidades de sedimentos.

Um exemplo é o caso da mineração de areias em locais de várzeas e em cursos d'água, no qual o minério é transportado por embarcações até depósitos localizados junto às margens das cavas ou dos rios. Nestes locais, normalmente, a areia é retirada da embarcação por meio de bombeamento, onde uma mistura de areia e água é lançada através de uma tubulação diretamente no local de estocagem (Figura 6.5). Durante esse procedimento, caso o local não possua um sistema de separação água-sedimento eficiente associado a passagens para bacias de decantação é muito provável que uma grande quantidade de água com sedimentos em suspensão retorne ao corpo d'água elevando a turbidez e o nível de erosão de drenagens.

Na deposição de solo orgânico, que configura a maior parcela dos estéreis de quase todos os insumos estudados, o armazenamento inadequado, com formação de grandes pilhas sem uma devida proteção contra a erosão das águas pluviais, pode resultar na total perda do banco de sementes. Este fato pode ocorrer pela compactação excessiva do solo ou pelo transporte da matéria orgânica, juntamente com o solo pela ação das águas pluviais. Para a mitigação destes possíveis impactos no meio ambiente, são elencadas algumas medidas a serem tomadas durante as operações de lavra:

1) O minério, os estéreis e os rejeitos deverão ser armazenados em áreas previamente delimitadas para tal, dotada de cobertura e/ou com sistema de drenagem das águas pluviais no seu perímetro, de forma a conduzir as águas para bacias de sedimentação a serem periodicamente desassoreadas;

2) No caso dos terminais hidroviários de minério, a descarga da areia deve ser realizada em compartimento específico, que deverá possuir sistema de drenagem e bacia de decantação em pleno funcionamento, proporcionando o retorno das águas para o recurso hídrico livres de sedimento e com baixa velocidade de escoamento;

3) O solo orgânico removido durante o decapeamento deverá ser armazenado em local coberto. As pilhas não deverão ter altura excessiva, a fim de evitar sua compactação, garantindo assim que o solo retido mantenha ao máximo as suas propriedades, a fim de ser reutilizado para a recuperação da área minerada.

### 6.3.6. Britagem

A britagem constitui um processo de beneficiamento utilizado exclusivamente nos granitoides das Suítes Intrusivas Dona Inês e Ouro Branco. Neste processo, os blocos são individualizados após detonação da rocha e transportados até a planta de britagem, onde são submetidos a várias fases de cominuição mecânica para produção de diferentes tipos de brita.

Durante a etapa de britagem, os possíveis pontos de emissão de poeira ocorrem tanto nas ações de extração da rocha, quanto no funcionamento dos britadores, passando pelos moinhos, pelo sistema de transferência (correia transportadora, elevadores, rampas etc.), chegando aos sistemas de peneiramento e empilhamento para estocagem.

A poeira gerada é constituída por fração muito fina de rocha, que se mantém em suspensão por algum tempo e, que dependendo das condições do vento, pode-se propagar por centenas de metros até áreas vizinhas, causando a redução da qualidade do ar. Os efeitos mais acentuados tanto no ser humano quanto nos animais estão relacionados às complicações respiratórias. Convém frisar, que o acúmulo de poeira sobre

a vegetação circundante reduz a sua capacidade de fotossíntese, podendo provocar a queima das folhas dos vegetais e sua consequente morte.

Para minimizar as emissões de poeiras pela britagem, a planta de beneficiamento deve contar com dispositivos que reduzam a geração de poeiras na fonte, tais como aspersores de água nos britadores primário e secundário e sistema de confinamento na moagem, com instalação de filtros.

### 6.3.7. Expedição e transporte de carga

Em todas as etapas de operação de lavra é comum a utilização de equipamentos tais como retroescavadeiras, pá-carregadeiras e caminhões. Estes equipamentos são essenciais para o manejo, expedição e transporte do insumo mineral até o mercado consumidor.

A exemplo de outras etapas da produção de insumos, a expedição e o transporte de carga, além da operação deste maquinário, são potencialmente responsáveis pela emissão de gases e poeiras, vazamento de óleos, assim como produção de ruídos e vibrações. Estes aspectos ambientais trazem impactos, como redução da qualidade do ar, afugentamento da fauna e incomodo à vizinhança.

Especificamente no transporte de carga, o aumento do tráfego de caminhões impacta o meio antrópico, com maior frequência no congestionamento de vias e na danificação das malhas viárias, que na maioria das vezes não foram projetadas para suportar o tráfego de cargas pesadas.

A diminuição dos impactos descritos nestas etapas passa pela adoção das seguintes diretrizes:

- 1) Proceder à manutenção periódica do maquinário, de modo a não produzir excessiva emissão de gases, ruídos e vazamentos de óleos;
- 2) Uso obrigatório de lonas nas caçambas dos caminhões para conter a dispersão de minério na pista durante o transporte;
- 3) Nunca sobrecarregar o limite de peso de carga do caminhão;
- 4) Utilizar rotas de escoamento da produção, cujas vias sejam compatíveis com o fluxo e peso da carga dos caminhões.

## 6.4. RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

O Decreto Federal nº 97.632 (1989) estabelece para atividade mineral a necessidade da preparação de um Plano de Recuperação ou de Regeneração de Áreas Degradadas que terão como objetivo o reaproveitamento da área degradada pela lavra. De acordo com um plano pré-estabelecido para o uso do solo, visando à obtenção de uma estabilidade ambiental (art. 3º), será traçado uma estratégia para fins de utilização econômica-social para a área recuperada.

Com base nesta norma, percebe-se que o termo recuperação de áreas degradadas pela mineração é empregado na legislação como um sinônimo de reabilitação do local minerado e não no sentido de restauração do mesmo. Isso se deve ao fato da lavra de insumos minerais para construção civil, tais como rochas para obtenção de brita, areia e argilas, implicam em grandes modificações do meio físico, com significativa alteração da fisiografia e topografia do terreno impedindo o retorno do mesmo as suas características originais.

Desse modo, a recuperação de áreas degradadas pela mineração deve proporcionar um ambiente estável nos aspectos físico, biológico e social, sem riscos à saúde e a segurança dos usuários.

Na Região Metropolitana de João Pessoa constata-se que na maioria das lavras de insumos para a construção civil, os trabalhos de recuperação ambiental não são bem conduzidos ou inexistentes. Dentro deste panorama são levantados dois pontos principais para caracterizar a situação na região:

- 1) O comportamento do setor mineral em postergar a recuperação das áreas degradadas para depois da exaustão da mina, o que constitui o pior momento do empreendimento em razão da diminuição de ganho de capital. Outra situação são trabalhos de recuperação ambiental iniciarem somente após autos de infração ambiental, o que muitas vezes não acontece em consequência da falência do empreendedor mineral ou do abandono da área degradada.
- 2) Constitui fato comum na atividade mineral, o emprego de medidas insuficientes de recuperação ou inadequadas às características do substrato remanescente pós-mineração. Esta situação evidencia a ausência de corpo técnico habilitado, o que resulta na ineficiência dos trabalhos de reabilitação ambiental;

O preocupante passivo ambiental resultante da atividade de mineração de insumos para construção civil é bem representado pela percentagem de minas paralisadas ou abandonadas sem a execução da recuperação ambiental, quantitativo que corresponde a aproximadamente 70% do total de empreendimentos existentes na Região Metropolitana de João Pessoa. Tal fato, demonstra também a ausência de fiscalização dos órgãos ambientais atuantes tanto na esfera municipal, quanto estadual.

Para que não ocorram situações similares a esta supracitada, faz-se necessário que, a recuperação da área degradada pela atividade mineral seja projetada e executada por profissional habilitado e deverá ser prevista já na fase do planejamento das futuras operações de lavra. Devendo o início de sua execução ser concomitante à fase de extração e estendendo-se até a exaustão da mina.

Convém frisar, que os métodos de reabilitação exigem estudos e adequação adaptáveis a cada situação. Salienta-se que às vezes em uma mesma mina existem vários tipos de superfícies com características diferentes para reabilitação, tais como: taludes de aterro, taludes de corte, superfícies de corte, superfícies de aterro, substrato rochoso, solos residuais, saprólitos, solos hidromórficos, etc. Por este motivo é fundamental conhecer bem tanto os caracteres fisiográficos da área, quanto às características do substrato remanescente das áreas degradadas.

Portanto, os diversos critérios a serem adotados no processo de recuperação ambiental devem envolver o conhecimento de várias etapas da mineração (pesquisa, lavra, beneficiamento, carregamento e transporte), além da forma e grau de interferência de cada etapa, com o meio ambiente. A avaliação desta interferência inclui também a percepção das características topográficas, climáticas, litológicas, edáficas, geomorfológicas, da fauna e da flora locais. Igualmente, a destinação futura da área a ser recuperada deve ser claramente definida na fase do planejamento, podendo ser contemplados os seguintes tipos de uso:

- Reflorestamento com espécies nativas;
- Reflorestamento comercial com espécies exóticas;
- Parques, áreas de lazer e recreação;
- Projetos agropastoris ou hortifrutigranjeiros;
- Piscicultura;
- Área urbana, residencial, comercial, industrial etc.;
- Aterros de resíduos sólidos da construção civil.

Cabe salientar, que a definição do uso futuro da área recuperada deve sempre estar de acordo com o estabelecido em zoneamentos ecológico-econômicos, planos de manejo e planos diretores, caso existam. Uma vez definido o uso futuro, o plano de recuperação de uma área minerada, geralmente envolve as seguintes medidas:

- Harmonização topográfica e paisagística, buscando que a futura conformação do terreno seja compatível com a paisagem local. Normalmente os trabalhos envolvem a suavização de taludes e o preenchimento de cavas com material estéril, executados com equipamentos convencionais de terraplenagem, tais como: tratores, caminhões e rolos compactadores;

- Serviços de estabilização do solo, os quais podem ser de natureza física e biológica. A estabilização física envolve o preparo da área, controle de erosão e implementação de sistema de drenagem definitiva, através de valetas, calhas, canaletas, tubulações, dissipadores de energia, etc. O denominado processo biológico consiste no plantio de gramíneas fixadoras do solo, protegendo-a da ação erosiva ocasionada principalmente pela ação de águas pluviais;

- Utiliza-se também providenciar o melhoramento do solo, através da recolocação da camada orgânica anteriormente estocada. Deve também realizar o controle do pH e salinidade, entre outros parâmetros pedológicos para a devida correção de nutrientes;

- Deve-se também providenciar o plantio de arbóreas, de modo a consolidar o cortinamento vegetal em torno do sítio minerado, promovendo assim a formação de corredores ecológicos para facilitar o deslocamento da fauna e aumentar a eficiência no controle da erosão. Tal ação contribuirá de forma significativa para minimizar a degradação ambiental causada pelo impacto visual que a atividade mineral provoca principalmente a de agregados para construção civil.

- Finalmente, é imprescindível a elaboração de um programa de monitoramento para acompanhar a eficiência das ações de recuperação, contemplando o controle da qualidade da água, ar, solo e biodiversidade, após a execução destas etapas.

Para a concretização do direito ao desenvolvimento sustentável, é necessária a inserção de princípios que irão resguardar os recursos ambientais para se permitir que a economia se desenvolva de forma racional.

Os impactos ambientais e socioambientais podem ser minimizados ou até mitigados com uma tecnologia de extração mais adequada, e isso exige uma coordenação dos poderes públicos que atuam no setor mineral em conjunto com a sociedade civil e com os mineradores, de modo que sejam implementadas normas e procedimentos com critérios claros visando um desenvolvimento socialmente justo e ambientalmente correto. A administração dos recursos minerais por parte da União deve ser regida a partir da aplicação de interesses coletivos, onde políticas públicas sustentáveis devem ser incluídas no planejamento estatal.

## 7. DIREITOS MINERÁRIOS

A exploração dos recursos minerais no Brasil é regida pelo Artigo 176 da Constituição Federal, o qual diz textualmente que a propriedade dos bens minerais jacentes no solo e subsolo pertence à União, e dá o direito de prioridade conforme a precedência de quem venha a se habilitar a uma determinada área. Derivam desse princípio todas as modalidades legais ou regimes de aproveitamento dos recursos minerais, e os demais procedimentos necessários para tal.

O Código de Mineração Brasileiro, instituído pelo Decreto-Lei Nº 227 de 28 de setembro de 1967 e posteriormente regulamentado através do Decreto-Lei Nº 4.906 de 12 de junho de 2018, constitui a legislação que detalha os procedimentos e regulamenta as informações e documentos necessários à habilitação, assim como as etapas que devem ser cumpridas, e seus prazos, bem como os instrumentos de gestão do patrimônio mineral brasileiro. Tal competência foi delegada ao antigo Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), o qual foi transformado com base na Lei Federal Nº 9.587 de 28 de novembro de 2018 na Agência Nacional de Mineração (ANM), onde passou a assumir as funções anteriormente desempenhadas pelo citado órgão. Com base no exposto, a citada agência vem a ser o órgão encarregado de normatizar e fiscalizar esses procedimentos.

### 7.1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES SOBRE DIREITOS MINERÁRIOS

O direito ao aproveitamento do bem mineral será prioridade do interessado, cujo requerimento à realização de pesquisa visando a exploração de determinada substância mineral tenha por objeto a área considerada livre para a finalidade pretendida, na data da protocolização do seu pedido a ANM. Conforme tenha atendido os demais requisitos cabíveis (Alínea “a” do Artigo 11 do Código de Mineração).

Para atender o patrimônio mineral brasileiro, a ANM conta com a sede geral em Brasília/DF, e unidades regionais nos diversos estados da União.

Ficam sujeitas à fiscalização direta da ANM as atividades concernentes ao aproveitamento dos recursos minerais. Conforme a lei, constitui dever de pessoas físicas e jurídicas favorecer a inspeção de instalações, equipamentos e sistema de trabalho que exerçam atividades relacionadas ao aproveitamento de bens minerais, incluindo pesquisa, lavra, beneficiamento e consumo.

Deve-lhes fornecer também informações sobre volume da produção, características qualitativas dos produtos e das condições técnicas e econômicas da execução dos serviços a ela relacionados; além de dados sobre mercados, preços de venda; quantidade, condições técnicas, econômicas e de destino (uso) dos produtos minerais (Artigo 13 do Código de Mineração).

No âmbito do código de mineração vigente são instruídos os processos concernentes a quatro modalidades ou regimes de aproveitamento mineral, e emitidos os títulos de direitos referentes a três desses regimes. A diversidade de substâncias minerais, o grau de dificuldade para aproveitamento, o destino da produção obtida, além de aspectos de caráter social, deu ensejo a que fossem disponibilizadas as modalidades legais, ou regimes de aproveitamento dos recursos minerais.

### 7.2. ASPECTOS LEGAIS

Para o aproveitamento das substâncias minerais no Brasil, o interessado deve cumprir, além das leis próprias exigidas para o exercício de uma atividade econômica, também, legislações minerais e ambientais. Tal atividade é disciplinada pela Constituição Federal, através do Código de Mineração – Decreto Lei Nº 227/1967 (Brasil, 1967) e pelas regulamentações posteriores que emanaram na transformação do DNPM na atual Agência Nacional de Mineração (ANM) vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME). O exercício desta atividade depende também das disposições e regulamentações do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA.

A seguir, apresenta-se um breve panorama da legislação minerária e ambiental que rege o tema.

No país, o Código de Mineração, criado pelo Decreto-Lei Nº 227/1967, contempla os seguintes regimes de aproveitamento de recursos minerais: (I) Regimes de licenciamento; (II) Autorização e concessão; (III) Registro de extração e (IV) Regime de Permissão de Lavra Garimpeira.

#### 7.2.1. Licenciamento

Trata-se de um regime alternativo para substâncias de emprego imediato na construção civil, e compreende em registro na ANM da licença expedida pela prefeitura local. Esta categoria caracteriza-se por consentir o direito de aproveitamento mineral exclusivamente ao proprietário ou a quem dele tiver a expressa autorização,

dispensando os trabalhos prévios de pesquisa mineral, que permitem estimar as reservas minerais e a sua qualificação. Tal licença é expedida com prazo definido, podendo ser renovada sucessivamente, a critério da autoridade municipal, obedecidos os regulamentos hábeis, inclusive aos disciplinados pelos órgãos ambientais. Este mecanismo compreende um sistema de liberação mais rápido e menos oneroso para o minerador, onde o proprietário do solo tem a prerrogativa de decidir pela sorte do empreendimento, cujo requerimento de área pretendida é de no máximo 50 hectares. É específico para os minerais de emprego imediato na construção civil, ou seja, areia, cascalho, saibro e pedras britadas e de talhe.

### 7.2.2. Regime de Autorização e Concessão

Este regime é previsto para todas as substâncias minerais, e nele prevalece o direito de prioridade garantido pelo ato de protocolização do requerimento de pesquisa da área pretendida, independente da autorização do proprietário do terreno. Um Alvará de Pesquisa é outorgado pela ANM autorizando a execução dos trabalhos previstos no Plano de Pesquisa originalmente proposto, juntamente com o requerimento, o qual após aprovação permite a realização da pesquisa para comprovação do potencial econômico da jazida. Caso o requerente não seja o proprietário da área ou não apresente acordo com o mesmo, o processo será enviado pela ANM ao juiz de direito da comarca com jurisdição regional para resolução da pendência jurídica e avaliação de indenização por eventuais prejuízos ao proprietário.

Nesta primeira etapa, que tem a duração máxima de três anos prorrogáveis por mais um ano, o titular do alvará de pesquisa poderá, a critério desta Agência, ser autorizado a extrair pequenas quantidades da substância mineral em pesquisa, mediante a outorga de um instrumento conhecido como Guia de Utilização.

Concluída a pesquisa e comprovada a existência de jazida, o titular poderá então requerer ou negociar com terceiros o seu direito à concessão de lavra, objetivando o aproveitamento industrial do minério. Nesta segunda etapa, a ANM exige que o requerimento seja acompanhado de diversos documentos, entre os quais, o Plano de Aproveitamento Econômico da jazida, contendo um conjunto de operações coordenadas para a lavra e o beneficiamento do minério, que aprovado, habilita à outorga da Portaria de Lavra. A partir deste momento, obriga-se o minerador a iniciar os trabalhos dentro dos parâmetros propostos e a apresentar anualmente a ANM, o Relatório Anual de Lavra (RAL) com a descrição das operações realizadas.

Sob o enfoque da legislação ambiental, a mineração é considerada como atividade potencialmente modificadora do meio ambiente, motivo pelo qual a Portaria

de Lavra fica condicionada à apresentação da licença ambiental expedida pelo órgão ambiental estadual.

As licenças, a critério do órgão ambiental, em função da natureza, do porte e da localização do empreendimento, são liberadas após análise e aprovação de proposta apresentada pelo minerador, consubstanciada em um dos seguintes documentos técnicos:

- Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (EIA/RIMA);

- Estudo Ambiental Simplificado/Relatório Ambiental Preliminar/Estudo de Conformidade Ambiental/Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (EAS/RAP/ECA/PRAD).

Estas licenças têm prazo definido, sendo renováveis conforme a observância das medidas mitigadoras dos impactos ambientais decorrentes das operações. A opção por qualquer um dos regimes de aproveitamento é facultado ao minerador, sendo as diferenças básicas as seguintes:

- 1) O Regime de Autorização e Concessão se aplica a qualquer bem mineral permitindo o requerimento de áreas de até 1.000 hectares, excluídos o petróleo, gás e minerais radioativos. Já para os minerais metálicos, cujo montante da área a ser requerida pode atingir até 2.000 hectares, o processo de liberação é mais demorado e rigoroso quanto à instrução e ao acompanhamento técnico, exigindo também um investimento inicial nas fases de pesquisa e comprovação da viabilidade econômica da lavra. Compreende um título de plena segurança jurídica do empreendedor, assegurando-o direito de exploração da jazida até à exaustão, desde que cumpridas às formalidades legais, sendo inclusive negociável;

- 2) O Regime de Permissão de Lavra Garimpeira refere-se ao aproveitamento das substâncias minerais garimpáveis (Artigo 2º do Código de Mineração), tais como ouro, diamante e demais pedras preciosas e semi-preciosas, não se aplicando ao objeto deste informe.

### 7.2.3. Regimes de Extração e Permissão de Lavra Garimpeira

Constitui um regime de aproveitamento dos recursos minerais para uso imediato na construção civil, tais como saibro, rocha para a confecção de brita, areia, cascalho, pedra de talhe e material de empréstimo. É utilizado por órgãos da administração direta ou autárquica da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, e encontra-se amparado no Parágrafo Único do Artigo 2º do Código de Mineração para uso exclusivo em obras públicas. O principal exemplo são as saibreas exploradas para a manutenção de estradas vicinais que possuem prazo determinado de extração e não podem ser comercializadas.

Convém frisar, que os regimes de Extração e de Permissão de Lavra Garimpeira permitem atender a um público bastante específico, no caso, órgãos governamentais e garimpeiros, respectivamente. Outros usuários, como aqueles interessados em substâncias minerais metálicas, não metálicas de uso industrial, tais como rochas ornamentais, calcários para fins industriais e água mineral, precisam utilizar, obrigatoriamente, o Regime de Autorização e Concessão.

Em todos esses regimes, o objetivo é a obtenção de um título que credencie o empreendedor ao aproveitamento do recurso mineral. No caso do regime de Autorização e Concessão, o documento é emitido, na esfera do Ministério de Minas e Energia, e nos demais casos, na própria ANM. Essas considerações visam orientar os interessados no sentido do regime que lhe for mais conveniente.

### 7.3. OBRIGAÇÕES FINANCEIRAS

Qualquer pessoa física ou jurídica que atue na pesquisa e lavra de bens minerais fica sujeita ao pagamento de taxas e compensações financeiras, as quais são regulamentadas pela ANM, a qual emite os boletos de pagamento.

#### 7.3.1. Emolumentos

A referida taxa refere-se ao pagamento a ser feito durante o ato de requerimento para autorização de pesquisa mineral da área pretendida junto a ANM.

#### 7.3.2. Taxa anual por hectare (TAH)

A TAH é devida pelo titular da autorização de pesquisa, em decorrência da publicação no Diário Oficial da União do título autorizativo de pesquisa (Alvará de Pesquisa) e destina-se exclusivamente a atual ANM. A mesma deverá ser paga durante a fase de pesquisa, isto é, antes da entrega do relatório final de pesquisa ao órgão em tela.

#### 7.3.3. Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM)

A CFEM é uma contraprestação paga aos Municípios, Estados e União, pela utilização econômica dos recursos minerais em seus respectivos territórios.

Toda e qualquer pessoa física ou jurídica que explore substâncias minerais com fins de aproveitamento econômico, deve efetuar o recolhimento da CFEM, que é calculada sobre o valor do faturamento líquido, obtido por ocasião da venda do produto mineral. Quando não ocorre a venda, porque o produto mineral é consumido, transformado ou utilizado, pelo próprio minerador, o valor da CFEM é baseado na soma das despesas diretas e indiretas ocorridas até o momento da utilização do produto mineral.

A referida contribuição sofreu nova regulamentação através do Decreto-Lei No 9.407, de 12 de junho de 2018, e com base nela as alíquotas a serem pagas a título de *royalties* pela exploração de bens minerais deverão incidir sobre o faturamento líquido da empresa. Convém frisar que o percentual definidor do valor da CFEM varia de acordo com a substância mineral.

Conforme a lei que regulamenta a exploração de recursos minerais em nosso país, o recolhimento da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), nos termos do Art. 20, § 1º da Constituição Federal, é tributado com base no valor bruto da produção sem incidir os custos com a sua industrialização. A tributação da mesma incide da seguinte forma:

- I. Sobre a primeira saída por venda de bem mineral extraído;
- II. Durante ato de arrematação, nos casos de bem mineral adquirido em hasta pública;
- III. Do ato da primeira aquisição de bem mineral extraído sob o regime de permissão de lavra garimpeira;
- IV. No ato de negociação para consumo do bem mineral.

De acordo com a legislação atualmente em vigor, os recursos originados desta contribuição deverão ser distribuídos da seguinte maneira:

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

mineração e a produção não ocorrer em seus territórios, nas seguintes situações:

- a) cortados pelas infraestruturas utilizadas para o transporte ferroviário ou duto viário de bens ou substâncias minerais produzidas em áreas vizinhas;
- b) afetados pelas operações portuárias incluindo as de embarque, assim como as de desembarque de substâncias minerais não submetidas a processos de beneficiamento;
- c) onde se localizem as pilhas de estéril, as barragens de rejeitos e as instalações de beneficiamento de substâncias minerais, bem como as demais instalações previstas no plano de aproveitamento econômico.

É importante destacar que os recursos originados da CFEM não poderão ser aplicados em pagamento de dívida ou no quadro permanente de pessoal da União, dos Estados, Distrito Federal e dos Municípios, mas sim em projetos que direta ou indiretamente revertam em prol da comunidade local, na forma de melhorias de infraestrutura, qualidade ambiental, saúde e educação.

A Compensação Financeira foi estabelecida pela Constituição de 1988, em seu Art. 20, § 1º, o qual diz:

*"É devida aos Estados, ao Distrito Federal, aos Municípios, e aos órgãos da administração da União, como contraprestação pela utilização econômica dos recursos minerais em seus respectivos territórios".*

Ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e seu substituto, a atual Agência Nacional de Mineração (ANM), compete baixar normas e exercer a fiscalização sobre a arrecadação da CFEM (Lei Nº 8.876/94, Art. 3º, Inciso IX).

As alíquotas aplicadas sobre o faturamento líquido para obtenção do valor da CFEM variam de acordo com a substância mineral. Na tabela 7.1 se têm as alíquotas a serem cobradas pela referida taxa de acordo com as substâncias minerais a serem explotadas.

O pagamento da CFEM é realizado mensalmente, até o último dia útil do segundo mês subsequente ao fato gerador, devidamente corrigido. O pagamento é feito em qualquer agência bancária até a data de vencimento por meio de boleto bancário emitido no site da ANM. Estados e municípios serão creditados com recursos da CFEM, em suas respectivas Contas de Movimento Específico, no sexto dia útil, que sucede ao recolhimento por parte das empresas de mineração. A Medida Provisória Nº789, de 25 de julho de 2017, alterou a lei antes vigente e instituiu, entre outras regras, que os contribuintes podem usufruir de uma redução de 50% no valor a pagar nos casos de venda de rejeitos e estéreis de minerais associados e utilizados em outras cadeias produtivas.

**Tabela 7.1** - Alíquotas para Fins de Incidência da taxa de acordo com as substâncias minerais.

ALÍQUOTA	SUBSTÂNCIA MINERAL
1% (um por cento)	Rochas, areias, cascalhos, saibros e demais substâncias minerais quando destinadas ao uso imediato na construção civil; rochas ornamentais; guias minerais e termais.
1,5% (um inteiro e cinco décimos por cento)	Ouro
2% (dois por cento)	Diamante e demais substâncias minerais
3% (três por cento)	Bauxita, manganês, nióbio e sal-gema
3,5% (três inteiros e cinco décimos por cento)	Ferro

#### 7.4. OS DIREITOS MINERÁRIOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE JOÃO PESSOA

Para o conhecimento das atividades minerais que se desenvolvem na RMJP, utilizou-se o cadastro mineiro e o Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE), ambos *on-line*, no site do antigo DNPM, atual ANM. Durante a referida consulta, realizada em 2019, foram selecionadas todas as áreas requeridas para pesquisa, lavra, registro de extração e licenciamento mineral.

Conforme exposto abaixo, atualmente às áreas oneradas junto a referenciada Agência e pleiteadas para pesquisa ou lavra de bens minerais na RMJP correspondem a um total de 636 (seiscentos e trinta e seis) processos, os quais acham-se distribuídos segundo os seguintes regimes:

- **Requerimento de Pesquisa (RP):** 81 (oitenta e um), sendo 35 (trinta e cinco) para areia, 34 (trinta e quatro) de argila, 11 (onze) para calcário, 01 (um) para saibro;

- **Autorização de Pesquisa (AP):** 318 (trezentos e dezoito), onde 141 (cento e quarenta e um) são para areia, 146 (cento e quarenta e seis) para argila, 10 (dez) de granito para brita, 02 (dois) para saibro, 19 (dezenove) para calcário;

- **Requerimento de Lavra (RLa):** 137 (cento e trinta e sete), sendo 58 (cinquenta e oito) para areia, 55 (cinquenta e cinco) para argila, 23 (vinte e três) para calcário e 01 (um) para saibro;

- **Concessão de Lavra (CL):** 25 (vinte e cinco), onde 10 (dez) são para extração de areia, 11 (onze) visando a produção de argila e 04 (quatro) para calcário;

- **Requerimento de Licenciamento (RLi):** 07 (sete), sendo todos eles para extração de areia;

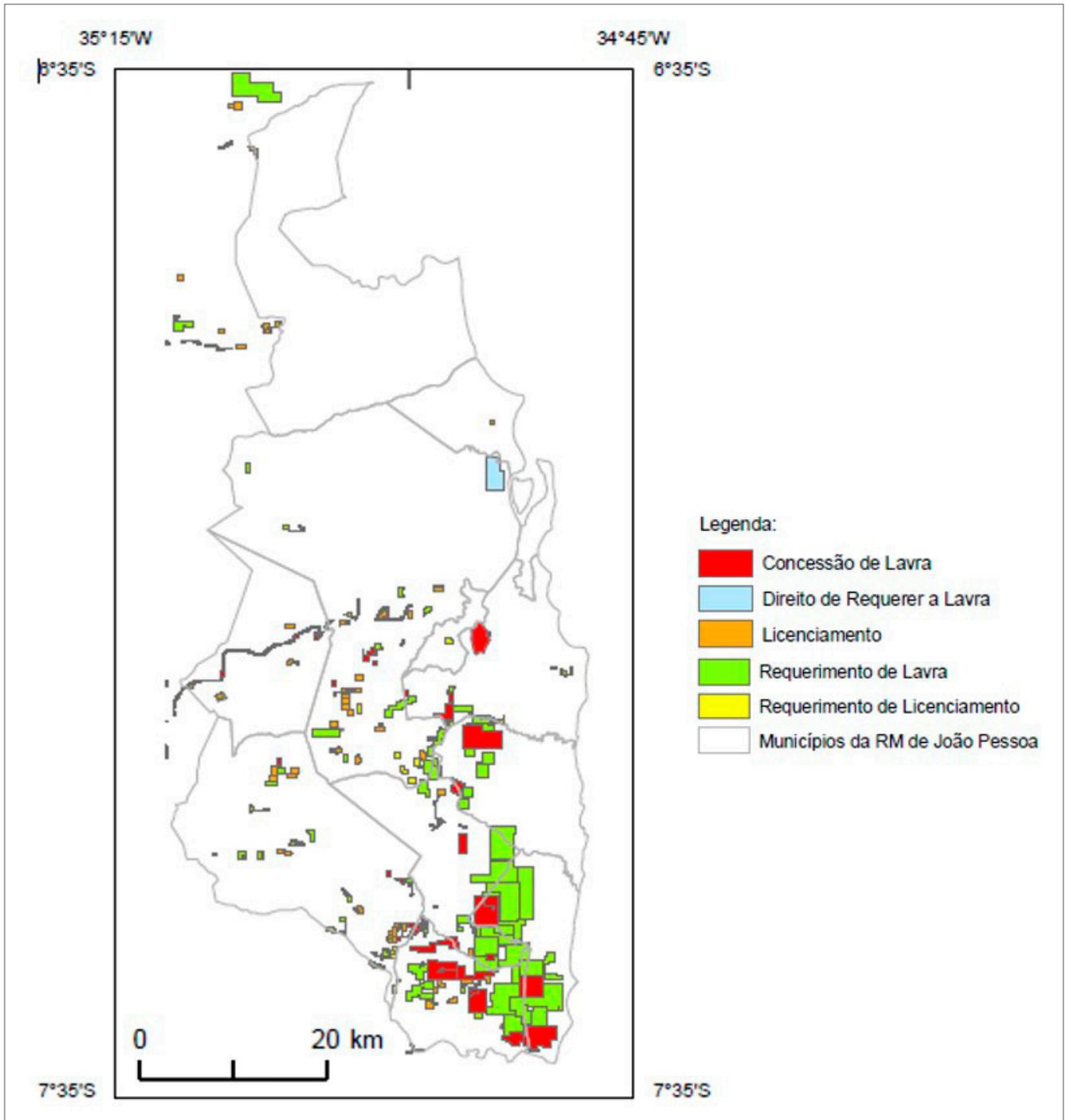
- **Licenciamento (Li):** 51 (cinquenta e um), onde 39 (trinta e nove) são para areia, 10 (dez) para argila, 01 (um) para brita e 01 (um) para saibro;

- **Disponibilidade (DP):** 17 (dezesete), sendo 08 (oito) para areia, 07 (sete) para argila, 01 (um) para late-rita, 01 (um) visando a produção de calcário.

Para o conhecimento das atividades minerais que se desenvolvem na RMJP, utilizou-se o cadastro mineiro e o Sistema de Informações Geográficas da Mineração.

O mapa simplificado da Região Metropolitana de João Pessoa (Figura 7.1) apresenta a distribuição das áreas (poligonais) que possuem processo de direito minerário protocolado na ANM.

No que concerne ao total de processos, a Tabela 7.2 mostra o quantitativo de áreas e as substâncias requeridas por municípios constituintes da Região Metropolitana de João Pessoa – RJMP. Nessa tabela são exibidas tanto as substâncias com uso na construção quanto às demais substâncias requeridas junto a ANM na área desse projeto.



**Figura 7.1** - Mapa simplificado da Região Metropolitana de João Pessoa com a localização das áreas que possuem processos de direito minerário protocolados na ANM.

**Tabela 7.2** - Quantitativo de substâncias, número de áreas requeridas e fase em que se encontram na ANM, em 2020, para os municípios da RMJP.

SUBSTÂNCIAS MUNICÍPIOS	FASE DNPM	USOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL								TOTAL ÁREAS REQUERIDAS POR FASE (ANM)
		Areia	Argila	Granitoide (Brita)	Granitoide (Ornamental)	Calcário	Laterita	Cascalho	Saibro	
João Pessoa	RP	2	5	0	0	1	0	0	0	8
	AP	2	2	0	0	0	0	0	0	4
	RLa	5	6	0	0	0	0	0	1	12
	CL	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	RLi	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Li	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	DP	1	1	0	0	0	0	0	0	2
<b>TOTAL</b>		<b>10</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Santa Rita	RP	13	8	0	0	0	0	0	0	21
	AP	38	36	1	0	0	0	0	2	77
	RLa	10	13	0	0	0	0	0	0	23
	CL	2	1	0	0	0	0	0	0	3
	RLi	4	0	0	0	0	0	0	0	4
	Li	14	7	0	0	0	0	0	1	22
	DP	2	2	0	0	0	0	0	0	4
<b>TOTAL</b>		<b>83</b>	<b>67</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>154</b>
Bayeux	RP	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	AP	1	1	0	0	0	0	0	0	2
	RLa	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CL	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RLi	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Li	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	DP	1	1	0	0	0	0	0	0	2
<b>TOTAL</b>		<b>2</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>6</b>
Cabedelo	RP	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AP	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RLa	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CL	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RLi	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Li	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	DP	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Pedras de Fogo	RP	8	4	0	0	4	0	0	0	16
	AP	48	43	3	0	0	0	0	0	94
	RLa	16	10	0	0	2	0	0	1	29
	CL	3	0	0	0	0	0	0	0	3
	RLi	2	0	0	0	0	0	0	0	2
	Li	14	0	1	0	0	0	0	0	15
	DP	2	1	0	0	1	0	0	0	4
<b>TOTAL</b>		<b>93</b>	<b>58</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>163</b>
Conde	RP	2	4	0	0	2	0	0	1	9
	AP	3	5	0	0	5	0	0	0	13
	RLa	2	2	0	0	0	0	0	0	4
	CL	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RLi	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Li	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	DP	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>		<b>7</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>26</b>

**Tabela 7.2** - Quantitativo de substâncias, número de áreas requeridas e fase em que se encontram na ANM, em 2020, para os municípios da RMJP (continuação).

SUBSTÂNCIAS MUNICÍPIOS	FASE DNPM	USOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL								TOTAL ÁREAS REQUERIDAS POR FASE (ANM)
		Areia	Argila	Granitoide (Brita)	Granitoide (Ornamental)	Calcário	Laterita	Cascalho	Saibro	
Rio Tinto	RP	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AP	7	6	0	0	0	0	0	0	13
	RLa	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CL	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RLi	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Li	3	1	0	0	0	0	0	2	6
	DP	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<b>TOTAL</b>		<b>10</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>20</b>
Caaporã	RP	4	4	0	0	2	0	0	0	10
	AP	15	9	0	0	6	0	0	0	30
	RLa	9	8	0	0	7	0	0	0	24
	CL	3	5	0	0	1	0	0	0	9
	RLi	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	Li	7	0	0	0	0	0	0	0	7
	DP	1	1	0	0	0	0	0	0	2
<b>TOTAL</b>		<b>40</b>	<b>27</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>83</b>
Alhandra	RP	4	5	0	0	1	0	0	0	10
	AP	14	12	0	0	4	0	0	0	30
	RLa	6	7	0	0	7	0	0	0	20
	CL	2	2	0	0	2	0	0	0	6
	RLi	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Li	2	0	0	0	0	0	0	0	2
	DP	1	1	0	0	0	0	0	0	2
<b>TOTAL</b>		<b>29</b>	<b>27</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>70</b>
Pitimbu	RP	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	AP	3	4	0	0	4	0	0	0	11
	RLa	6	8	0	0	7	0	0	0	21
	CL	1	2	0	0	2	0	0	0	5
	RLi	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Li	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	DP	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>		<b>10</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>38</b>
Cruz do Espírito Santo	RP	2	3	0	0	0	0	0	0	5
	AP	9	7	6	0	0	0	0	0	22
	RLa	4	1	0	0	0	0	0	0	5
	CL	7	0	0	0	0	0	0	0	7
	RLi	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	Li	1	2	0	0	0	0	0	1	4
	DP	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<b>TOTAL</b>		<b>23</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>45</b>
Lucena	RP	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AP	1	1	0	0	0	0	0	0	2
	RLa	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CL	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RLi	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Li	1	1	0	0	0	0	0	0	2
	DP	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>		<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>

## 8. ASPECTOS ECONÔMICOS

Devido a relevante contribuição socioeconômica que o setor de matérias-primas minerais para construção civil proporciona à sociedade, é imperiosa a realização de estudos no que toca aos aspectos econômicos deste setor no cenário atual. A divulgação dos dados gerados pela pesquisa realizada no Projeto Materiais de Construção da Região Metropolitana de João Pessoa – RMJP visa estimular o desenvolvimento da economia mineral dessa região, uma vez que este estudo poderá ser utilizado pelos setores público e privado no momento de estabelecerem prioridades nos respectivos planejamentos estratégicos. Torna-se indispensável uma análise, embora sucinta, do cenário atual da indústria de materiais de construção, relativos aos setores agregados para construção civil (areia, brita), argila para cerâmica vermelha e calcário para produção de cimento. Estes materiais foram identificados como principais bens minerais pertencentes ao setor de construção civil participantes da economia mineral da RMJP.

A atividade relacionada ao setor mineral na RMJP funciona, também, como uma importante fonte geradora de emprego e renda, tanto para o segmento da pequena produção, quanto para o setor de larga produção. O setor produtivo de larga escala envolve, por exemplo, as grandes jazidas de calcário sedimentar que ocorrem na faixa litorânea do estado, as quais viabilizam a indústria cimenteira e dão suporte para que a Paraíba continue sendo um dos maiores produtores de cimento do Nordeste.

### 8.1. MERCADO NACIONAL

#### 8.1.1. Agregados para construção civil (areia e brita)

O setor de agregados para a construção civil possui a parcela de insumos minerais mais consumidos e, conseqüentemente, os mais significativos em termos de quantidades produzidas no mundo. Apesar de serem abundantes e apresentarem baixo valor unitário, seu consumo é um importante indicador do perfil socioeconômico de desenvolvimento de um país, estado ou região metropolitana (SILVA, 2012).

De acordo com Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção - ANEPAC (2015), o setor de agregados para construção civil no Brasil apresentou em 2014 uma demanda da ordem de 740 milhões de toneladas de brita e areia. Em relação a 2013, a oferta foi gerada por 3.100 empresas produtoras,

mantendo-se estável. Já o consumo per capita foi de 3,7 toneladas/habitante/ano (Tabela 8.1), mas com variações de demanda relacionadas a densidade demográfica das diferentes regiões geográficas do país (Tabela 8.2).

**Tabela 8.1** - Dimensão das Indústrias de agregados no Brasil em 2014 (Fonte: ANEPAC, 2015)

ITEM	AREIA	BRITA	TOTAL
Produção (Milhões de toneladas)	439	302	741
Per capita	2,2	1,5	3,7
Número de empresas	2.500	600	3.100
Investimentos (R\$ milhões)	-	-	700
Empregos diretos	49.000	26.000	75.000
Capacidade instalada (toneladas/ano)	-	-	850
Valor da Produção * (R\$ bilhão)	-	-	19

Nota: \*Valor bruto posto consumidor

**Tabela 8.2** - Variações de demandas regionais por agregados minerais no Brasil em 2014 (Fonte: ANEPAC, 2015)

REGIÃO DO BRASIL	POPULAÇÃO (EM MILHÕES)	CONSUMO (EM MILHÕES DE TONELADAS)
Norte	17,1	52,0
Nordeste	56,3	154,1
Centro-Oeste	15,1	67,5
Sudeste	85,3	347,0
Sul	29,1	119,4

O consumo *per capita* varia muito nas diversas regiões do Brasil (em ton./habit./ano), sendo que em 2014, o consumo médio regional ficou em: Nordeste com 2,7; Norte com 3,1; Sul e Sudeste com 4,1; e o Centro-Oeste com 4,5.

Quando se compara estes números com outros países mais desenvolvidos, constata-se que o mercado brasileiro de construção civil apresenta uma considerável demanda reprimida por agregados minerais. Por exemplo, em 2014 o consumo per capita nacional esteve em 3,7 (ton./habit./ano), enquanto que na Comunidade

Europeia esta média ficou em 5,2, nos EUA 9,0, na China 12,0 e na Finlândia 17,0. A partir desta comparação, percebe-se que com investimentos necessários em infraestrutura e desenvolvimento urbano, futuramente, o Brasil poderá ampliar sua média nacional por consumo de agregados para construção civil.

### 8.1.2. Argila para cerâmica vermelha

Os produtos que compõem o setor de cerâmica vermelha, também conhecida como cerâmica estrutural, engloba diversos materiais que são frequentemente utilizados na construção civil, como blocos, telhas, tijolos maciços, tubos para saneamento, elementos de enchimentos (laje), *green wall*, elementos vazados e também argila expandida. Além disso, está presente em itens de uso doméstico, como filtros e painéis de barro. Possui a nomenclatura “vermelha” devido à presença de compostos ferrosos que desenvolvem coloração avermelhada (SEBRAE, 2016).

Quanto à representatividade desse setor, a indústria de cerâmica vermelha no Brasil, produz mensalmente em torno de 4 bilhões de blocos de vedação e estruturais e 1,3 bilhão de telhas, com faturamento anual na da ordem de R\$ 18 bilhões, sendo a argila comum, a principal matéria-prima usada na fabricação destes produtos (SEBRAE, 2016). Com relação ao volume de matéria prima consumida por ano, estima-se a utilização de aproximadamente 140 milhões toneladas de argila para a produção de 63,6 bilhões de peças/ano de cerâmica (MME, 2017).

Vale destacar que, no Brasil, a maior parte da cerâmica vermelha é produzida por empresas de pequeno e médio porte. Estas empresas atendem o setor da construção civil

em geral, e encontram-se distribuídas por todo o país em regiões onde há maior disponibilidade de matéria-prima e proximidade dos mercados consumidores.

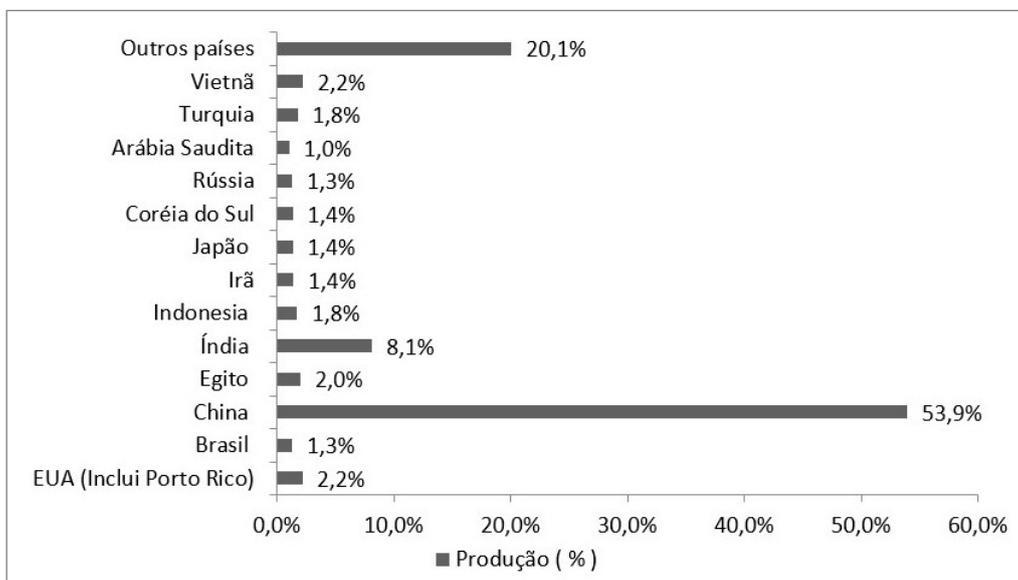
### 8.1.3. Produção de cimento e Calcário

Em 2018, a produção mundial de cimento totalizou 4 bilhões de toneladas. O Brasil figurou na 12ª posição com participação de 1,35%, sendo a China destacadamente líder na produção com 2,17 bilhões de toneladas (53,9%), seguida da Índia com 327 milhões de toneladas (8,1%) (U.S. Geological Survey/Mineral Commodity Summaries – USGS, 2018).

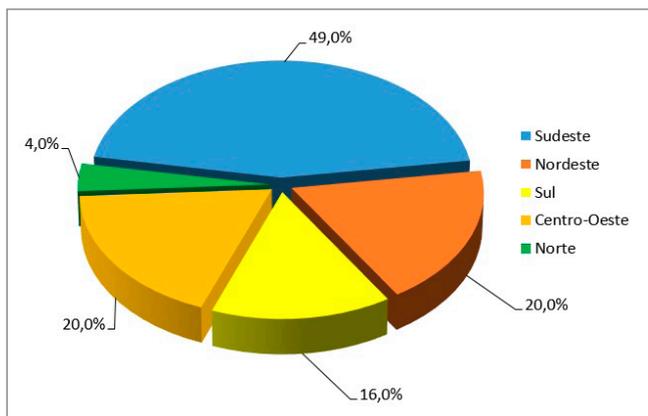
O mercado mundial de cimento movimenta cerca de US\$ 250 bilhões de dólares/ano, e a China responde por mais da metade da produção e do consumo mundial, sendo abastecida praticamente, por empresas locais e, entre elas, alguns dos maiores produtores de cimento do mundo, a gigante estatal chinesa a CNBM – *China National Building Material*. A participação dos principais países na produção mundial de cimento é mostrada na Gráfico 8.1.

Segundo dados do Sindicato Nacional da Indústria do Cimento (SNIC), em 2019, a produção nacional de cimento foi de 56,6 milhões de toneladas. A região Sudeste, com a maior concentração de fábricas de cimento, foi responsável por aproximadamente 49% da produção brasileira, seguida pelas regiões Nordeste (20%) e Sul (16%) (Gráfico 8.2).

Entre os estados produtores do Nordeste, o estado da Paraíba ocupou a primeira posição em 2019 com 2,8 milhões de toneladas, seguido do Ceará que produziu 2,2 milhões de toneladas de toneladas de cimento. No contexto nacional, o maior estado produtor foi Minas Gerais, que produziu 14,9 milhões de toneladas em 2019 (SNIC, 2019).



**Gráfico 8.1** - Participação dos principais países na produção mundial de cimento (Fonte: U.S. Geological Survey/Mineral Commodity Summaries – USGS, 2018)



**Gráfico 8.2** - Produção brasileira de cimento por região  
(Fonte: SNIC, 2019)

Em 2016, a indústria brasileira de cimento operou com 24 grupos nacionais e estrangeiros e 100 fábricas, gerando 23 mil empregos diretos, e os grupos nacionais participaram com mais de 50% do mercado (SNIC, 2017). Dados do SNIC mostram que de janeiro a agosto de 2019 foram produzidos 1.779.700 toneladas de cimento no estado da Paraíba (<http://snic.org.br/numeros-industria.php>).

O mercado de cimento é regionalizado e distribuído por todo o território nacional, apresentando preços de comercialização diferenciados nas diversas regiões dos principais centros produtores, isso ocorre, principalmente, por conta dos custos de transporte que influenciam fortemente o preço final.

Para se ter uma ideia, na produção de uma tonelada de cimento, tipicamente, é necessário o emprego de 1,4 t de calcário, 100-300 kg de argila e 30-40 kg de gipsita. Nos últimos anos tem havido o emprego de escórias siderúrgicas de alto-forno, o chamado clínquer siderúrgico, que vem sendo empregado para dar maior qualidade ao cimento, em termos de resistência e impermeabilidade, e outros resíduos industriais, substituindo parcialmente as matérias-primas minerais usadas como aditivos. Assim, na produção de uma tonelada de clínquer, utiliza-se cerca de 1,3 t de calcário. Dessa forma, para a fabricação do cimento, é necessário 0,68 t de clínquer, ou seja, cada tonelada de cimento produzido corresponde ao uso de 884 kg de calcário (MME, 2017).

#### 8.1.4. Material de empréstimo

Os materiais de características terrosas são obtidos em diferentes locais, em algumas situações estão nas proximidades das obras, e em outras estão localizados a distâncias consideráveis. As áreas onde ocorrem explorações deste bem mineral são conhecidas pela denominação de área de empréstimo ou caixa de empréstimo. Como são muito utilizados na construção de leitos de estradas, aterros, eventualmente

entram como insumos em obra de infraestrutura e nas edificações. Sua produção se torna muito variável ao longo tempo, isto é, intensifica-se quando há obras de infraestrutura de estradas e rodagens em andamento, sendo quase inexistente nos outros períodos. A consequência deste fato se reflete na falta de estatísticas sobre a produção e o consumo dos mesmos.

Na RMJP foram realizadas estimativas no período de visitas técnicas em campo para material de empréstimo e demais matérias de construção movimentados da grande João Pessoa, conforme serão mostradas nos quadros apresentados no subitem a seguir.

## 8.2. ESTIMATIVAS DE PRODUÇÃO PARA OS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NA RMJP

No estado da Paraíba, o agregado graúdo (brita) é produzido em muitas pedreiras no agreste e no sertão do estado. Essas minas em atividade ou paralisadas se localizam principalmente entre os municípios de João Pessoa e Campina Grande, onde ocorre maior demanda e produção desse bem mineral.

Os calcários calcíticos, de origem metamórfica, de distribuição generalizada no pré-cambriano do estado, fornecem matéria-prima para a fabricação de cal, enquanto os de origem sedimentar são base para a fabricação de cimento. Há décadas, a faixa litorânea da RMJP foi definida como polo cimenteiro por ter solo rico em calcário e por sua localização estratégica no mercado consumidor do Nordeste.

As jazidas de argila da RMJP viabilizam a produção de cerâmica vermelha, que por sua vez, aliada à brita, areia, materiais de empréstimo e de rochas ornamentais (quartzitos e granitos), garantem o suprimento necessário para o desenvolvimento de obras de infraestrutura rodoviária e de construção civil como um todo na grande João Pessoa. A produção das argilas comuns e plásticas é destinada principalmente a cerâmica vermelha, com exceções dos materiais mais nobres que são utilizadas nas indústrias de azulejos, louças sanitárias, isolantes elétricos, e outros setores.

Os garimpos e depósitos encontram-se ao longo dos aluviões dos principais rios e riachos da rede hidrográfica do estado e próximos da RMJP. As empresas que produzem cerâmica vermelha estão concentradas nos municípios de Santa Rita, já as que fabricam telhas e tijolos estão concentradas nos municípios de Rio Tinto.

Levando em consideração a região litorânea sul, a produção de areia é voltada para o abastecimento do polo cimenteiro da região, destacando-se os municípios de Santa Rita, Alhandra, Pitimbu, Pedras de Fogo e Caa-porã. Além desses municípios, há depósitos associados a aluviões dos principais rios que compõem a hidrografia do estado, como os rios Paraíba e Mamanguape.

De acordo com as informações coletadas nas pesquisas de campo no período de desenvolvimento do Projeto Materiais de Construção da Região Metropolitana de João Pessoa, os dados de produção de brita, areia, argila para cerâmica vermelha revelaram os parâmetros mostrados na Tabela 8.3. Destaca-se que foram utilizados dados de produção além do limite da RMJP, considerando que essa produção, fora do limite metropolitano, tinha como destino a grande João Pessoa.

Com base nas áreas em atividade na grande João Pessoa, estima-se que volume de produção de materiais de empréstimo esteja em 560.000 toneladas/ano (massa específica adotada de 1,60 t/m<sup>3</sup>). Vale salientar que o volume de produção varia grandemente com o período de execução de obras de urbanização e infraestrutura rodoviária, consequência direta da aplicação destes materiais na pavimentação de ruas e rodovias, aterros e no nivelamento de terrenos para obras diversas de edificações.

**Tabela 8.3 -** Parâmetros da produção na obtenção de brita, areia e cerâmica vermelha na RMJP (ano-base 2015).

PRINCIPAIS PRODUTOS COMERCIALIZADOS	UTILIZAÇÃO MÉDIA DAS INSTALAÇÕES DE BENEFICIAMENTO (%)	PRODUTIVIDADE MÉDIA (T/HOMEM/MÊS)	PRODUÇÃO ESTIMADA COMERCIALIZADA PELAS EMPRESAS (TONELADA/ANO)
<b>BRITA</b> brita " 00 " = 12,5 mm; ou ½"; brita " 01 " = 19 mm ou -3/4" a + 3/8"; brita " 02 " = brita 25 mm ou -1 e +3/4"; brita " 03 " = brita 38 mm ou -1 1/2" e +1"; pó de pedra -3/16"; cascalhinho -3/8" e +3/16"; e brita graduada simples (BGS)	55	1.047	2.072.584
<b>CERÂMICA VERMELHA (ARGILA)</b> Tijolos, telhas e lajotas	50	48	155.311
<b>AREIA</b> Areias provenientes de depósitos aluvionares (rios) e de depósitos de cobertura (coberturas):  Tamanhos Nominais: areia fina: - 2,0 +1,2 mm areia média: -1,2 +0,42 mm	<b>PORTE DAS ÁREAS PRODUTORAS DE AREIA</b>  Os areais (nos rios e nos depósitos de cobertura) possuem produções que variam entre 100 e 392 m <sup>3</sup> por dia.	2.247	2.360.590

### 8.3. RECURSOS HUMANOS

Considerando os setores produtivos destinados ao fornecimento de matérias de construção para RMJP, tais como areia, brita, calcário, argila e materiais de empréstimo, os recursos humanos envolvidos diretamente nas atividades totalizam cerca de 796 pessoas (empregos diretos). Deste montante de trabalhadores, 120 trabalham na produção de brita, 60 na areia, 600 na argila e 16 envolvidos na atividade produtiva de materiais de empréstimo, conforme dados obtidos em visita técnica de campo realizada em 2015. Vale salientar que, na oportunidade, não foram obtidos dados sobre os recursos humanos envolvidos nas atividades produtivas de calcário e cimento, e não foram quantificados os empregos indiretos.

Essas atividades sustentam cerca de 65% da população da região produtiva, o que representa aproximadamente 7 mil habitantes, que na sua maioria possui baixo nível de escolaridade.

### 8.4. CONSUMO DE MATÉRIAS-PRIMAS MINERAIS NA RMJP

O consumo de matérias-primas minerais para construção civil (no caso da RMJP, rocha para brita, areia, argila para cerâmica vermelha e materiais de empréstimo) coincide com o próprio quantitativo produzido, onde tudo que é produzido é consumido dentro da própria região. Nestes termos, o conceito de consumo destes bens minerais fica melhor definido como "produção consumida" (SILVA, 2012). Dessa forma, a produção consumida destes bens minerais na RMJP em 2015 é sintetizada na Tabela 8.4.

Como se observa na Tabela, o consumo *per capita* de agregados para construção civil (areia e brita) na RMJP ficou abaixo do nacional que está em 3,7 (em tonelada/habitante/ano), e se comparado com a Comunidade Europeia, que possui média de 5,2, os EUA 9,0 e a China 12,0, percebe-se que há uma grande demanda reprimida por esses bens minerais.

**Tabela 8.4** - Produção consumida de matérias-primas minerais na RMJP (ano-base 2015).

MATÉRIA-PRIMA MINERAL	PRODUÇÃO CONSUMIDA (EM TONELADAS)	CONSUMO PER CAPITA (TONELADAS/HABITANTE/ANO)
Brita	2.072.584	1,63
Areia	2.360.590	1,86
Argila (cerâmica vermelha: telha, tijolo e lajota)	374.747	0,30
Material de empréstimo	562.548	0,45

### 8.5. PERSPECTIVAS PARA O SETOR DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NA RMJP

O consumo de matérias-primas minerais utilizadas na construção civil pode ser considerado como um bom indicador do nível de desenvolvimento econômico e social de uma região. Nestes termos, a estimativa de desenvolvimento socioeconômico da RMJP (crescimento do PIB e da população, principalmente) representa um bom indicador para definir uma perspectiva de demanda por esses bens minerais.

A população da RMJP passou de 1,253 milhão de habitantes em 2015 para 1,269 milhão de habitantes em 2018, aumento de 1,27% neste período (IBGE, 2018a). Essa expansão deve continuar nos próximos anos, uma vez que, essa região encontra-se em pleno crescimento demográfico e econômico.

A RMPJ é a região de maior dinamismo socioeconômico do estado da Paraíba, uma prova disto, é que cerca de 52% do produto interno bruto (PIB) está concentrado em apenas 4 municípios, e são eles: João Pessoa (R\$ 18,7 bilhões), Campina Grande (R\$ 8,3 bilhões), Cabedelo (R\$ 2,4 bilhões) e Santa Rita (R\$ 2,1 bilhões), e destes municípios, apenas Campina Grande não pertence a RMJP (ROCHAS, 2018).

Considerando apenas a conurbação da área conhecida como Grande João Pessoa, a economia das quatro cidades (João Pessoa, Cabedelo, Santa Rita e Bayeux) movimentou cerca de R\$ 24,5 bilhões em 2016, cerca de 41% do total do PIB paraibano (PORTAL G1, 2018).

No período de 2010-2016, o PIB do estado da Paraíba obteve o melhor desempenho do Nordeste e o 6º do Brasil, com um crescimento acumulado de 12,9%.

Quando se analisa a participação do PIB da Paraíba no PIB nacional e na região Nordeste observa-se que se manteve em 0,9% e 6,6%, respectivamente. Ao considerar o volume, a retração do PIB foi de 3,1%. Mesmo assim, o recuo do PIB da Paraíba foi maior que o Nacional (que ficou em -3,3%) e do Nordeste (com -4,6%) em 2016, apresentando-se como o terceiro melhor desempenho

anual da região, tendo em vista o cenário de recessão (acentuada entre 2015 e 2016). Em 2017, a economia brasileira apresentou indicativo de recuperação, mesmo que de forma modesta, pois a economia cresceu 1% em 2017, em relação a 2016, e 1,1 % em 2018 em relação a 2017, apresentando assim segunda alta anual consecutiva.

É nesse cenário mais favorável e de maior otimismo para economia do Brasil, que se espera uma retomada da demanda por materiais de construção em todo país, principalmente nas regiões metropolitanas, pelo seu dinamismo econômico e social. Como exemplo da relação entre crescimento econômico e social de uma região e o consumo de alguns materiais de construção civil, a Tabela 8.5 mostra um histórico (1995 – 2016) de consumo aparente *per capita* de alguns materiais selecionados (onde estão inseridos os materiais de construção civil) no Brasil, e a Tabela 8.6 a evolução dos indicadores socioeconômicos do país no mesmo período. De acordo com a Tabela 8.5, o consumo dos materiais revela correspondência com o crescimento do PIB per capita, apresentado na Tabela 8.6, além de outros indicadores socioeconômicos (IDH e salário mínimo), que se relacionam direta ou indiretamente com o consumo em geral e com o padrão de vida da população. As séries históricas mostram uma melhoria gradativa dos indicadores, com exceção dos últimos dois anos, impactado pela crise econômica (MME, 2017).

A demanda por agregados minerais, que chegou a atingir o patamar de 745 milhões de toneladas em 2013, sofreu uma forte retração, com queda nos últimos seis anos (Figura 8.3). Essa retração reflete a crise pela qual tem passado o setor da construção civil em função da recessão econômica que atingiu o Brasil neste período.

**Tabela 8.5** - Consumo aparente *per capita* de alguns produtos de transformação de não metálicos no Brasil, incluindo materiais de construção civil (Fonte: Modificado de MME, 2016; MME, 2017)

ITEM	1995	2000	2013	2014	2015	2016
Cimento (kg/hab.)	79,0	233,0	353	353	321,0	80,0
Cerâmica vermelha (peças/hab) <sup>1</sup>	45,0	176,0	354	n.d.	260,0	50,0
Cerâmica revestimento (m <sup>2</sup> /hab) <sup>2</sup>	0,6	2,3	4,2	4,3	4,1	3,4
Vidro (kg/hab.)	0,5	11,4	n.d.	n.d.	8,75*	7,66*
Cal (kg/hab.)	37,0	37,0	42,1	39,9	39,0	9,0
Gesso (kg/hab.)	8,5	9,0	22,1	n.d.	n.d.	n.d.

Nota: \*Vidro plano; <sup>(1)</sup> blocos/tijolos = 75% e telhas 25%; <sup>(2)</sup> pisos = 68%, parede = 19%, porcelanato = 10%, fachada (m<sup>2</sup>) = 15 kg

**Tabela 8.6 -** Indicadores socioeconômicos do Brasil  
(Fonte: Modificado de MME, 2016; MME,2017)

ITEM	1995	2000	2013	2014	2015	2016
População (10 <sup>2</sup> )	154,5	169,8	201,1	202,8	204,5	206,1
PIB per capita (U\$\$/hab)*	11.883	13.127	16.000	16.699	15.934	15.241
IDH <sup>1</sup>	0,651	0,685	0,753	0,756	0,756	0,758
Salário mínimo real (R\$)*	432,1	457,1	859	864,8	865,4	880,0

Nota: <sup>(1)</sup> Índice de Desenvolvimento Humano - IDH: o valor 1 é o desenvolvimento máximo; \* Dados de 2016

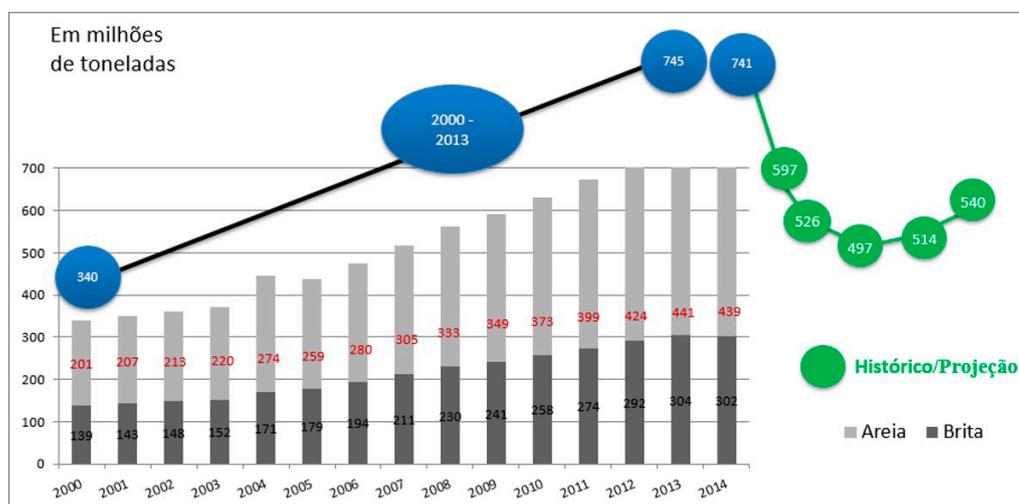
De acordo com análise da Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção Civil (ANEPAC, 2018), de 2000 a 2013 houve crescimento consistente da ordem de 6.2% ao ano (CAGR – Compound Average Growth Rate), seguido de retração 33% entre 2013 e 2017. Em 2017 o volume demandado foi estimado em 497 milhões de toneladas. Este período representou talvez a pior redução, em base anual, já observada no histórico do setor.

Contudo, a demanda projetada, preliminarmente, para o final de 2018 foi estimada em 514 milhões, correspondendo um crescimento de 3,5% em relação a 2017, e para 2019 estimou-se 540 milhões de toneladas, este número representa um crescimento de 5% em relação a 2018 (ANEPAC, 2018) (Gráfico 8.3). Vale destacar que até janeiro de 2020 os dados atualizados de produção consumida correspondentes aos anos de 2017, 2018 e 2019 ainda não tinham sido divulgados pela ANEPAC.

Tendo em vista a mudança de cenário para o ano de 2020 e anos seguintes, devido a pandemia de novo coronavírus (Covid-19) e seus efeitos na economia nacional e global, após semanas de turbulência e semanas de revisões de instituições financeiras para o crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) de 2020, o Banco Central do Brasil (BCB) em seu relatório semanal (Boletim FOCUS de 06/04/2020), atualizou as previsões para o PIB brasileiro e Inflação, para os próximos anos, e aponta para crescimento de -1,18% em 2020; 2,5 % em 2021; e 2,5 % em 2022 e 2023. Ao passo que, o IPCA se manterá entre 2,72 % e 3,50 % no mesmo período (BCB, 2020). Isto significa que a economia brasileira deverá passar por um período de recessão em 2020, podendo retomar seu crescimento, mesmo que em ritmo lento em 2021, fator esse, importante para o desenvolvimento do setor da construção civil e para retomada dos empregos e poder aquisitivo da população. No entanto, ainda não se sabe o tamanho do impacto causado pela parada abrupta da economia, devido às medidas de quarentena impostas pelas autoridades estaduais visando reduzir a expansão novo coronavírus (Covid-19).

Neste contexto, de acordo com o Sindicato Nacional da Indústria do Cimento-SNIC (SNIC, 2020), o fechamento do comércio tem retardado o andamento de obras civis e isso vem impactando o setor de cimento. Como exemplo, as vendas de cimento por dia útil em março caíram 10,4% na comparação com mesmo mês de 2019 e recuaram 15% sobre fevereiro. No trimestre, as vendas por dia útil caíram 1,8%, tendência que se prolongou no transcorrer de 2020 (SNIC, 2020).

Antes dos decretos de restrições a movimentação de pessoas e outras medidas de quarentena para combate a pandemia do Covid-19, havia um cenário econômico promissor para 2020, pois os indicadores macroeconômicos, o setor imobiliário em expansão e o aumento da



**Gráfico 8.3 -** Histórico e projeção de demanda do setor de agregados para construção civil (2000-2019)  
(Fonte: Adaptado ANEPAC, 2016; ANEPAC, 2018)

massa salarial davam sinais de tendência para o crescimento da construção civil. Contudo, o momento tem sido de incertezas, não só para o setor de cimento, mas para todo setor da mineração no país, e isto significa

que boas perspectivas para o setor da construção civil como um todo, somente poderão ser vislumbradas de maneira positiva a partir de 2021. O setor da construção está com crescimento de 4%, o maior desde 2013.

## 9. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O atual conhecimento do contexto geológico regional, associado ao cadastramento dos recursos minerais conhecidos, mostra a potencialidade geológica da RMJP para a existência e produção de diversos insumos minerais de uso na construção civil, tais como: areia, rocha para produção de brita, argila vermelha, calcário para fabricação de cimento e material de empréstimo. Para os insumos argila e brita foram realizados análises e ensaios tecnológicos para testes de aplicabilidade da matéria prima.

No atual contexto do mundo moderno, os insumos minerais mais consumidos e produzidos, em termos quantitativos, estão representados pelos denominados minerais industriais, mais precisamente aqueles que são largamente utilizados como matéria-prima para construção civil, notadamente na realização de obras de infraestrutura das quais o território brasileiro é carente. Apesar de serem abundantes e apresentarem baixo valor unitário, o consumo destes bens constitui um importante indicador do perfil de desenvolvimento de um país, estado ou de uma determinada região metropolitana. Assim sendo, é indispensável a realização de estudos sobre a localização e potencial de reservas dos mesmos, além de pesquisas que propiciem a tomada de decisões pelas entidades públicas e privadas sobre como utilizá-los. Tal extração deverá ser feita dentro dos modernos preceitos de produção limpa e tendo em vista o desenvolvimento sustentável e melhoria da qualidade de vida das populações localizadas próximo aos locais de extração.

Convém ressaltar que a mineração de materiais para construção civil contribui para a implantação de uma infraestrutura condizente com as necessidades do país. No caso das regiões metropolitanas, notadamente no setor rodoviário, é de extrema importância para viabilizar o avanço da economia, diminuir as despesas de transporte e conseqüentemente reduzir os custos de produção de todos os setores da economia. Essa premissa é especialmente válida para melhorar a competitividade do setor da construção civil, uma vez que as despesas de frete dos insumos minerais utilizados geralmente correspondem a 2/3 do preço final do produto. Desta forma torna-se imperiosa a necessidade destes bens minerais serem extraídos o mais próximo possível do seu mercado consumidor.

Para além das substâncias minerais já citadas registra-se, na RMJP, a extração de argilas plásticas utilizadas na preparação de massas cerâmicas para a produção de

placas (revestimentos, pisos e azulejos) e peças sanitárias. Subordinadamente e com extração informal aparecem, ainda, o cascalho e lateritas.

A existência de lavras informais de areias, argilas e materiais de empréstimo na região analisada têm ocasionado uma concorrência desleal com a atividade formal da produção, que além de pagar impostos e as obrigações sociais dos seus empregados, têm deveres a cumprir com a legislação mineral e ambiental. As empresas que atuam na informalidade, além de burlar a legislação vigente deixam o passivo ambiental gerado para a sociedade. Urge, portanto, que a fiscalização oficial representada legalmente pela Agência Nacional de Mineração (ANM) atue de forma mais rígida, combatendo a informalidade e incentivando a regularização das empresas que forem flagradas na irregularidade. Essas ações promoverão uma reorganização de todas as atividades produtivas, principalmente da exploração das areias lavadas de rio, com vistas às questões ambientais, bem como das areias brancas para fins de aplicabilidades mais nobres. A partir da realização de pesquisas exigidas para formalização da atividade mineral, as areias brancas de tabuleiro deverão ser melhor aproveitadas com uso mais racional já que várias delas apresentam alto grau de pureza e podem ser utilizadas em diferentes tipos de indústrias.

Em termos geológicos, as unidades mapeadas na região acham-se representadas pelos sedimentos quaternários relacionados aos ambientes eólicos, fluvio-lagunares, de pântanos, e mangues, litorâneos e aluvionares, seguidos dos depósitos terció-quaternários do Grupo Barreiras, das formações sedimentares da Bacia Pernambuco-Paraíba. Esta cobertura fanerozoica está disposta por sobre as rochas cristalinas do embasamento pré-cambriano, representado regionalmente pelos granitoides das suítes intrusivas de idade neoproterozoica Dona Inês e Ouro Branco, além das rochas metassedimentares do Complexo Sertânia e dos ortognaisses Cabaceiras, ambos de idade paleoproterozoica (*Anexo 1 – Mapa Geológico da RMJP*).

No que concerne às ocorrências cadastradas e estudadas durante o desenvolvimento do projeto em epígrafe, e que podem ser visualizadas no Mapa de Recursos Minerais da RMJP (*Anexo 2*), os dados geológicos disponíveis, interpretados e correlacionados com os resultados analíticos nos permitiram tecer as seguintes considerações:

## 9.1. BRITA

As rochas utilizadas para a produção de brita na Região Metropolitana de João Pessoa são oriundas de frentes de extração associadas às rochas do embasamento cristalino, mais precisamente aos granitoides de idade neoproterozoica e aos ortognaisses datados do Paleoproterozoico. No transcorrer dos trabalhos de campo foram visitadas duas frentes de lavra ativas e uma ocorrência, inseridas nos granitoides da Suíte Intrusiva Dona Inês. Têm-se ainda duas ocorrências de leucogranitoide a duas micas pertencentes a Suíte Ouro Branco. As demais ocorrências estudadas inserem-se no âmbito dos ortognaisses Cabaceiras. No geral, as ocorrências cadastradas situam-se em áreas dos municípios de Pedra de Fogo e Cruz do Espírito Santo (*Anexo 2 – Mapa de Recursos Minerais da RMJP*).

Foram realizadas análises petrográficas e avaliado o potencial reativo de álcalis-agregados em cinco litotipos. Apesar das análises petrográficas das cinco amostras de rochas terem apresentado resultados "potencialmente reativos quanto à RAA", é imprescindível a realização de ensaios tecnológicos para confirmação ou não da reatividade à RAA desses materiais.

Durante o desenvolvimento dos trabalhos foram cadastrados e amostrados um total de 11 afloramentos entre ocorrências, depósitos e pedreiras (ativadas e desativadas).

As áreas atualmente em produção operam com lavra a céu aberto (*open pit*). As pedreiras trabalham em regime de bancadas altas, com mais de um nível, numa sistemática que se adapta muito bem a lavra de desmonte de rochas com explosivos. Durante os trabalhos de exploração utilizam-se intensamente os martelotes, com o auxílio de compressores, além do uso de pá carregadeira, tratores e caminhões tipo caçamba.

Com base nos dados observados em trabalhos de campo pode-se estimar uma reserva geológica potencial da ordem de 1.122.940.000 t, passíveis de serem utilizadas para a produção de brita. Tal quantitativo nos permite admitir com base na atual demanda de consumo da região em epigrafe, que as reservas disponíveis para a confecção de pedra britada na região possibilitam mais de 200 anos de utilização contínua. As pedreiras da região produzem anualmente 2.072.584 t de brita, gerando 120 empregos diretos em 2015.

Entretanto para garantir-se a viabilidade de suas explorações para os próximos anos, recomenda-se a elaboração de trabalhos de ordenamento territorial por parte dos governos estaduais e municipais de forma a disciplinar o avanço da mancha urbana. A execução desta ação visa disciplinar, tanto a urbanização, quanto as demais atividades de uso do espaço municipal, permitindo assim a continuidade das atividades minerais

próximo aos centros populacionais, de forma a garantir o fornecimento de matéria prima para a construção civil, a preços mais competitivos em função do menor custo de frete.

## 9.2. AREIA

A principal potencialidade da região para insumos de construção está relacionada a depósitos de areia que ocorrem em seis diferentes tipologias.

No geral, foram visitadas e cadastrados um total de 243 ocorrências de areia, em diversos domínios geológicos, sendo os mais importantes àqueles encontrados nas seguintes unidades: (I) terrenos de origem aluvionar de idade quaternária; (II) os denominados depósitos litorâneos de origem praial, (III) os relacionados a formações sedimentares da Bacia Pernambuco-Paraíba (Formações Beberibe e Grupo Barreiras), e (IV) depósitos de coberturas arenosas e os ditos intempéricos residuais.

Os depósitos arenosos relacionados ao leito ativo dos rios situam-se principalmente nos aluviões dos rios Paraíba e Mamanguape, e os relacionados aos sedimentos de várzeas aluvionares sob a forma de bolsões ocorrem principalmente nos municípios de Caaporã, Santa Rita e Alhandra.

Os jazimentos associados às coberturas arenosas, dispostas por sobre os sedimentos do Grupo Barreiras e por sobre as litologias da Bacia Pernambuco-Paraíba e rochas do embasamento cristalino ocorrem principalmente nos terrenos dos municípios de Caaporã, Cruz do Espírito Santo, Santa Rita, Pedra de Fogo, Rio Tinto e Lucena.

Os tipos de lavra variam de acordo com os tipos de depósitos, mas no geral ocorrem através de desmonte hidráulico, escarificação ou simplesmente por dragagem. Nas frentes de extração situadas no leito ativo dos aluviões, a lavra é realizada através de dragagem direta nos cursos d'água. No que concerne à lavra realizada nas várzeas ou aluviões, as operações são realizadas inicialmente por desmonte mecânico e hidráulico. O mesmo ocorre quando da exploração das coberturas arenosas pós-Barreiras.

Para o cálculo de estimativa de reserva, foram consideradas as extrações de areias lavadas dos rios Mamanguape e Paraíba, por serem os de maior expressividade, sendo este último o responsável por aproximadamente 80% do abastecimento da RMJP no segmento da construção civil. Num cálculo meramente estimativo, admitindo-se a reposição de sedimentos teria-se uma capacidade mínima da ordem de 6.586.973 t/ano somente de areia lavada.

As características da areia aluvionar demonstram tratar-se da fonte mais adequada para utilização na indústria. A composição rica em quartzo explica a preferência pela areia aluvionar, porém devido à alta demanda e restrições de reservas, estas fontes não são suficientes para suprir a demanda, conduzindo a busca por fontes

mais distantes, o que eleva o preço final do produto. A utilização da areia artificial ou areia de brita surge como uma importante alternativa de suprimento, tendo em vista a inevitável escassez da areia natural.

No geral, o material coletado nas áreas de cobertura arenosa mostrou tratar-se de uma areia bem selecionada de granulometria fina a média, com alto grau de pureza, podendo além do emprego na construção civil, ter aplicações mais nobres como na indústria de vidro. Conforme dados do DNPM (2010), as reservas medidas de areia industrial, pertinentes a essa tipologia de depósito e localizadas em Caaporã e Mataraca, totalizam 5.144.836 t. O porte dos areais (nos rios e nos depósitos de cobertura) apresenta uma capacidade produtiva que varia entre 100 e 392 m<sup>3</sup> por dia, com produção anual estimada em 2.360.590 toneladas/ano, em 2015, empregando diretamente 60 pessoas. Contudo, devem ser rigorosamente obedecidos os critérios de lavra sustentável implantando uma sistemática de trabalho muito bem planejada, visando impedir a contaminação dos lençóis freáticos e respeitando as áreas de proteção ambiental.

No que concerne aos depósitos oriundos de leito ativo e de várzeas aluvionais, as areias variam de granulometria média a grossa, o mesmo ocorre com os depósitos relacionados ao Grupo Barreiras e as areias de origem residual.

### 9.3. ARGILA

As ocorrências de argila detectadas na RMJP são extraídas por mineradoras que, em geral, abastecem suas próprias cerâmicas, sendo que algumas delas ainda compram certos tipos de argilas nos mercados locais para elaboração de mistura e melhorar o seu processo produtivo. Uma das características desta indústria é a sua localização próxima aos locais de produção da matéria-prima, com o objetivo de minimizar o custo do frete.

Os principais depósitos de argila da região, assim como as atuais frentes de produção são de origem sedimentar e acham-se associados aos terraços aluvionares de várzeas, datados do Quaternário. Têm-se ainda as frentes de produção de argila resultantes da lavra de bolsões de argila associados aos sedimentos colúvio-eluviais e aos níveis de siltitos argilosos e de folhelhos argilosos de coloração cinza a bege da Formação Itamaracá. Durante a execução deste estudo, foram cadastradas 16 ocorrências e 12 depósitos de argila, dentre os quais oito se encontram em atividade e alimentam a produção de cerâmica vermelha. O principal produto é o tijolo, seguido de lajotas para forro, blocos de vedação, blocos estruturais, manilhas e ladrilhos.

Na região em estudo, os principais jazimentos se localizam nos municípios de Rio Tinto, Mamanguape, Santa Rita, Cruz do Espírito Santo e Lucena. No que concerne às áreas de várzea, as que estão atualmente em

produção situam-se nas aluviões do Rio Mamanguape, mais precisamente em terras do município homônimo. Têm-se também ocorrências paralisadas em sedimentos aluvionares localizados nas proximidades de Santa Rita. Os pontos de depósitos e ocorrências referidos estão localizados no Mapa de Recursos Minerais da Região Metropolitana de João Pessoa 1:250.000 (*Anexo 2*) e descritos na Lista de Jazimentos (*Anexo 3*).

Tomando por base os elementos compilados junto às empresas cadastradas e relacionados aos dados de consumo, parâmetros observados em campo, incluindo as continuidades das ocorrências, a sua relação com as tipologias e condicionantes geológicos nos permitem estimar uma reserva potencial em torno de 108 milhões de toneladas de argilas. Convém frisar, que esta reserva engloba tanto as ocorrências associadas aos sedimentos aluvionares, quanto às formações sedimentares relacionados aos depósitos colúvio-eluvionares e as argilas inseridas na Formação Marinha Farinha. Com base no consumo atual da região, pode-se estimar que os reservas de argila disponíveis para cerâmica vermelha são suficientes para suprir as carências do setor pelos próximos 30 anos. Dados do DNPM (2010) revelam os quantitativos de reservas medidas de argila para três classes distintas: a argila comum para cerâmica vermelha, predominante em Caaporã, João Pessoa e Mataraca, totaliza 16.699.540 t.; as argilas plásticas tipo "*ball clays*", localizadas em Caaporã e João Pessoa, foram avaliadas em 1.939.337 t, enquanto as reservas de argilas refratárias encontradas em Alhandra, Mataraca e Santa Rita, totalizam 1.901.262 t.

Durante os trabalhos foram remetidas quatro amostras (MH-400, MH-406, MH-297 e MH-309) para elaboração de análises químicas e de caracterização tecnológica. Os resultados obtidos mostraram que no geral as mesmas podem ser utilizadas com sucesso na cerâmica vermelha, notadamente na confecção de manilhas, telhas tijolos de variados tipos incluindo os denominados seis furos, além de blocos estruturais.

As composições químicas das amostras refletem a natureza essencialmente argilosa dos minerais, predominando os altos teores de óxido de alumínio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) e o SiO<sub>2</sub>. Os argilominerais são indicados nos difratogramas, por picos de caulinita (Al<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(OH)<sub>4</sub>) e illita (K,H<sub>3</sub>O)Al<sub>2</sub>Si<sub>3</sub>AlOH<sub>10</sub>(OH)<sub>2</sub>, sendo esta última inserida no grupo das esmectitas e ambas na razão de (1:1). Os resultados dos difratogramas revelaram um equilíbrio de fases que compõem as argilas analisadas, sendo um dos motivos pelos quais se obtém massas adequadas para cerâmica vermelha. As demais características tecnológicas como: cor de queima, retração linear, absorção d'água, porosidade aparente, tensão de ruptura a flexão, massa específica, umidade de conformação e índice de plasticidade apresentaram resultados que comparados às especificações brasileiras, atendem as exigências para a fabricação de materiais cerâmicos.

A aplicação das argilas analisadas é mais abrangente e pode ser estendida para:

- Tijolos maciços – atenderam à especificação para tensão de ruptura à flexão, que é no mínimo 2,0 MPa;
- Tijolos furados – atenderam às especificações para tensão de ruptura à flexão, que é no mínimo 5,50 MPa, e absorção de água que é no máximo 25%;
- Telhas – atenderam à especificação para tensão de ruptura à flexão, que é no mínimo 6,50 MPa, e a absorção de água que é no máximo 20%.

A sistemática de lavra adotada neste setor é a de desmonte hidráulico, utilizando a pá carregadeira, retro-escavadeira e caminhões basculantes para o transporte do material extraído. O método de lavra utilizado é semelhante ao processo de tiras, ou seja, lavrando-se faixas aproximadamente perpendiculares à direção do avanço.

Quanto ao setor produtivo pode-se afirmar que o mesmo é constituído por empresas de pequeno a médio porte, com a sistemática de trabalho ainda bastante artesanal, sendo carente de maior tecnologia. Apenas duas beneficiadoras possuem sistema de produção automático com custos de produção reduzidos e produtos de melhor qualidade.

O potencial cerâmico da região também se estende a indústria de revestimentos cerâmicos, louças sanitárias e isolantes elétricos, com depósitos de argilas do tipo "ball clays" na região de Alhandra e Conde, localizadas a sul de João Pessoa.

#### 9.4. CALCÁRIO

Os depósitos de calcário cadastrados na região metropolitana em estudo ocorrem associados aos sedimentos da Bacia Pernambuco-Paraíba. Acham-se associados às formações Gramame e Maria Farinha, sendo indistintamente utilizados na confecção do cimento *Portland*. No caso específico do estado da Paraíba, as indústrias de cimento situadas na RMJP utilizam os calcários da Formação Gramame, visto que os mesmos ocorrem abundantemente nesta região.

Durante o decorrer do projeto foram cadastrados um total de 28 depósitos de calcários diversos, e destes quatro encontra-se em fase de exploração, pelas indústrias de cimento que atuam na região. As ocorrências estudadas acham-se todas associadas à Formação Gramame e são aflorantes em áreas dos municípios de João Pessoa, Caaporã, Santa Rita, Alhandra e Pitimbu (*Anexo 2 – Mapa de Recursos Minerais*).

As frentes de lavra em atividade localizam-se em áreas dos municípios de João Pessoa, Caaporã, Alhandra e Pitimbu e a sistemática adotada em todas é do tipo a céu aberto, em bancadas altas, sendo feita com o uso de explosivos e contando com o auxílio de marteletes,

compressores, pá carregadeira, e tratores de esteira. Convém mencionar que na região em apreço é comum o emprego do calcário para a confecção de cal, argamassa e, em certos casos, para beneficiamento visando o seu uso como corretivo de solo.

As reservas medidas deste bem mineral na região situam-se na faixa de 1,37 bilhão de toneladas, e com base no atual quadro de produção de cimento na Paraíba da ordem de 2.814.388 t/ano, pode-se admitir que as reservas de calcário disponíveis possam sustentar o nível de consumo pelos próximos 500 anos.

Recomenda-se um estudo de ordenamento territorial que propicie a preservação destas áreas mineralizadas, em função do crescimento desordenado da mancha urbana. Em termos analíticos, as rochas carbonáticas estudadas mostram tratar-se de calcários do tipo calcítico puro, com o teor em MgO aumentando com a profundidade.

De acordo com os dados obtidos pela ANM, existe na região um total de 57 processos ativos para calcário, além de um em disponibilidade. Destes, apenas quatro encontra-se em fase de lavra, as quais são operadas pelas indústrias de cimento instaladas na área em estudo.

#### 9.5. MATERIAL DE EMPRÉSTIMO

As frentes de extração de material de empréstimo situadas nesta região metropolitana ocorrem associadas aos níveis lateríticos e arenitos argilosos do Grupo Barreiras. Contudo, têm-se depósitos desta matéria-prima relacionada aos regolitos do embasamento cristalino alterado, referente às litologias dos granitoides da Suíte Intrusiva Dona Inês, metassedimentos do Complexo Sertânia e aos ortognaisses graníticos da Unidade Cabaceira. Registra-se, também, jazimentos destas substâncias relacionados aos depósitos colúvio-eluviais e as porções superiores e alteradas dos arenitos das Formações Beberibe e Itamaracá.

Em termos potenciais estas substâncias formam abundantes reservas na RMJP, estendendo-se por praticamente todos os seus municípios componentes. No geral, as reservas são superiores a 50 milhões de toneladas, sendo capazes de atender as necessidades de consumo desta região por 30 anos.

#### 9.6. MEIO AMBIENTE

Em termos técnicos e ambientais verificou-se com raríssimas exceções que as operações de lavra executadas na RMJP ocorrem com pouca ou nenhuma orientação técnica. A exceção das indústrias de cimento, duas indústrias cerâmicas e empresas que produzem pedra britada, cuja operação de extração é mecanizada, as demais se notabilizam pelo empirismo da atividade produtiva, quase totalmente informal e destituída de critérios técnicos. Exemplos notórios é a extração de

areia e material de empréstimo, onde a primeira é desenvolvida em grande parte nos leitos dos rios sem os devidos cuidados com o meio ambiente.

Considerar o meio ambiente e sua dinâmica é de fundamental importância na análise do espaço urbano, tanto para compreender a problemática ambiental, em geral, quanto a incorporação da natureza e sua apropriação no processo de produção e consumo de matérias-primas.

Nesse cenário, também a indústria da construção civil tem sido responsabilizada pelos impactos ambientais, mas se houver disposição por parte de todos, ela pode ser transformada em um instrumento auxiliar na educação ambiental, devido à iniciativa de consumir seus próprios resíduos (Resíduos de Construção Civil), através do uso de agregados reciclados em elementos estruturais de concreto, por exemplo.

No Brasil, preocupar-se com o desenvolvimento ambiental das cidades é pensar em saneamento urbano como forma de racionalizar e minimizar os impactos negativos causados ao meio ambiente e à qualidade de vida da população. Nesse aspecto, a Usina de Beneficiamento dos Resíduos de Construção e Demolição (USIBEN) tem colaborado com o saneamento urbano da cidade de João Pessoa, através do beneficiamento de uma parte dos resíduos da construção civil produzidos na cidade.

O crescimento desordenado dos grandes centros urbanos, aliado às restrições ambientais, acaba inviabilizando o desenvolvimento da atividade mineral em regiões metropolitanas. Com a Região Metropolitana de João Pessoa não é diferente, daí a necessidade de gestão e maior controle no ordenamento territorial, aliado a fiscalização efetiva por parte dos órgãos competentes.

Salienta-se, porém, que o sucesso na implementação destas ações só virá com a elaboração, pelos órgãos gestores, de projetos que envolvam os empresários e com participação efetiva da população, os quais devem incluir:

- Manutenção da extração das reservas existentes, bem como a preservação das áreas no entorno das pedreiras, evitando que o crescimento urbano desordenado inviabilize o aproveitamento dos bens minerais agregados;

- Ações ou medidas que proporcionem o aumento da fiscalização nas obras de construção civil, públicas ou privadas, de forma a evitar o uso de materiais inadequados ou de baixa qualidade na construção. Tal ação redundará no uso mais racional dos recursos minerais por parte dos mineradores, uma vez que os mesmos serão obrigados a realizar pesquisas geológicas com maiores detalhes e ensaios tecnológicos dos materiais.

## 9.7. RECOMENDAÇÕES FINAIS

Com base no exposto, recomenda-se as autoridades responsáveis pela gestão dos recursos minerais na RMJP, as seguintes providências:

- Exigências de adoção de novas técnicas de lavra que permitam o aproveitamento de brita e areia e argila de forma a obter produtos e subprodutos mais valorizados e com menor impacto ao meio ambiente;

- Recuperação adequada das áreas lavradas, com uma boa conformação da topográfica e ambiental, possibilitando o seu aproveitamento futuro e ampliando o apoio social à mineração;

- Ordenamento territorial em que as atividades extrativas de agregados minerais sejam consideradas como elementos de planos diretores urbanos;

- Atualização da legislação mineral e ambiental, visando diminuir a burocracia e desonerar os processos de abertura e funcionamento de empreendimentos mineiros, especialmente os de pequeno porte.

Verifica-se a importância de uma maior interação da atividade extrativa mineral com os demais segmentos da sociedade, notadamente com os órgãos ambientais do poder público, tendo em vista a necessidade de conscientizá-los da importância do setor mineral como gerador de empregos. Por fim, de acordo com as análises técnicas-econômicas realizadas na RMJP, conclui-se que o volume de recursos minerais conhecidos, correlacionado com nível de produção estimado para suprir a demanda da expansão urbana é suficiente para atender o setor da construção civil nas próximas décadas.

## REFERÊNCIAS

- ABRAM, M.B.; BAHIENSE, I.C.; PORTO, C.G.; BRITO, R.S.C. **Pesquisa e reavaliação de fosfato na Bacia Paraíba**. Projeto Fosfato Brasil. Parte I. 1. Cap. VII. Ed., 2011.
- ALBERTÃO, G.A., KOUTSOUKOS, E.A.M., REGALI, M.P.S. & MARTINS JR., P.P. **O registro micropaleontológico, com base em foraminíferos e palinóforos, no limite Cretáceo-Terciário na Bacia Pernambuco-Paraíba, Nordeste do Brasil**. Congresso Brasileiro de Paleontologia, 13, São Leopoldo, Boletim de Resumos, 54. 1993.
- ALHEIROS, M.M.; LIMA FILHO, M.F.; MONTEIRO, F.A.J.; OLIVEIRA FILHO, J.S. **Sistemas deposicionais na Formação Barreiras no Nordeste Oriental**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35., Belém. *Anais...* Belém: SBG, v. 2, p. 753-760. 1988.
- ANEPAC, 2018. Mercado de Agregados. Disponível em: <<http://www.anepac.org.br/palestras/Mercado-de-Agregados-SP-Fernando-Valverde-Deconic2018.pdf>>. Acesso em: 14 jan.2020.
- ANEPAC, 2016. Perspectivas para o Setor de Agregados. Disponível em: <<http://www.anepac.org.br/agregados/mercado/item/101-perspectivas-para-o-setor-de-agregados>>. Acesso em: 14 mar.2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9935**: Agregados –terminologia. Rio de Janeiro, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.577-3**: agregados - reatividade álcali-agregado – parte 3: análise petrográfica para verificação da potencialidade reativa de agregados em presença de álcalis do concreto. 2.ed. Rio de Janeiro, 10 p. 2018.
- BARBOSA, J.A. **Evolução da Bacia da Paraíba durante o Maastrichtiano-Paleoceno: formações Gramame e Maria Farinha, NE do Brasil**. Dissertação de Mestrado, Pós-graduação em Geociências UFPE. 230p. 2004.
- BARBOSA, J.A. & LIMA FILHO, M., **Aspectos estruturais estratigráficos da Faixa Costeira Recife-Natal: Observações em dados de poços**. Boletim de Geociências da Petrobrás, 14(2) 287-306. 2006.
- BARBOSA, J.A. **A deposição carbonática na Faixa Costeira Recife-Natal, NE do Brasil: Aspectos estratigráficos, geoquímicos e paleontológicos**. Tese de Doutorado. Pós-graduação em Geociências UFPE. 270p. 2007.
- BARBOSA, J. A., NEUMANN, V.H., LIMA FILHO, M. F., SOUZA, E.M., MORAES, M.A. **A deposição carbonática na Faixa Costeira Recife-Natal: aspectos estratigráficos, geoquímicos e paleontológicos**. Estudos Geológicos, 17:3-30. 2007.
- BARBOSA, A.J.; LEMOS, L.B.S.G. **Fosfato de Miriri - estados de Pernambuco e Paraíba**. Recife: CPRM, 17p. 2001.
- BARBOSA, J.A.; SOUZA, E. M; LIMA FILHO M.; NEUMANN V. H. **A Estratigrafia da Bacia Paraíba: uma Reconsideração**. Estudos Geológicos v.13:89-108. 2003.
- Banco Central do Brasil - BCB. Relatório de mercado/Focus-Perspectivas de Mercado. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/content/focus/focus/R20200403.pdf>>. Acesso em: 22 Mar. 2019.
- BEURLIN, K. **Estratigrafia da faixa sedimentar costeira Recife-João Pessoa**. Boletim de Geologia, São Paulo, 16(1): 43-53. 1967.
- BERTOLINO, L. C.; PALERMO, N.; BERTOLINO, A. V. F. A. **Geologia**. In: *Manual de agregados para a construção civil*. 2.ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2012.
- BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral-DNPM. **Anuário Mineral Brasileiro 2010**. Brasília, DF: Ministério das Minas e Energia, v3, 2010.
- BRITO NEVES, B.B.; RICCOMINI, C.; FERNANDES, T.M.G.; SANT'ANNA, L.G. **O sistema tafrogênico terciário do saliente oriental nordestino na Paraíba: um legado proterozóico**. Revista Brasileira de Geociências, v. 34, n. 1, p. 127-134, 2004.
- BRITO NEVES, B.B.; CAMPOS NETO, M.C.; VAN SCHMUS, W.R.; FERNANDES, T.M.G.; SOUZA, S.L. **O Terreno Alto Moxotó no leste da Paraíba (Maciço Caldas Brandão)**. Revista Brasileira Geociências, 31, 185194. 2001.
- COSTA, A.C. DA; MENDES, V.A.; ROCHA, D.E.G.A. DA; ANDRADE, D.A. DE. **Projeto Extremo Nordeste do Brasil. Relatório Final**. Recife: DNPM/CPRM, 6v, 1980.
- FRAZÃO, E.B.; PARAGUASSU, A.B., **Materiais rochosos para construção**. In: *Geologia de engenharia*. São Paulo: ABGE. 1998.
- HAGEMANN, S. E. **Materiais de Construção Básicos**. Ministério da Educação. Brasil. 2011.
- KARNER, G. D.; DRISCOLL, N. W., **Style, timing, and distribution of tectonic deformation across the Exmouth Plateau, northwest Australia, determined from stratal architecture and kinematic basic modeling**. Continental tectonics. Geological Society special publication. (MacNiocail C, Ryan PD, Eds.), London: Geological Society, p.287-323. 1999.
- KEGEL, W. **Geologia do fosfato de Pernambuco**. *Boletim do DNPM*, Rio de Janeiro, 157: 1-54. 1955.

- KEGEL, W. **Novo membro fossilífero da Formação Itamaracá (Cretáceo Superior) de Pernambuco.** *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 29(3): 373-375. 1957.
- LA SERNA, H.A. de; REZENDE, M.M. **Agregados para a construção civil.** Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/outras-publicacoes-1/8-1-2013-agregados-minerais>>. Acesso em: 10 fev. 2020.
- LEAL E SÁ, L.T. **Levantamento geológico-geomorfológico da Bacia Pernambuco-Paraíba, no trecho compreendido entre Recife-PE e João Pessoa-PB.** Dissertação (Mestrado) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Pernambuco, Recife, 127 f. 1998.
- LIMA FILHO, M.F. **Análise estratigráfica e estrutural da Bacia Pernambuco.** Tese de Doutorado – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 180p. 1998.
- LIMA FILHO, M.F. & SOUZA, E.M. **Marco estratigráfico em arenitos calcíferos do Campaniano da Bacia Paraíba: estratigrafia e significado paleoambiental.** Simpósio de Geologia do Nordeste, 19, *Anais*: 87-88. 2001.
- MABESOOONE, J.M. & ALHEIROS, M.M. **Origem da bacia sedimentar costeira Pernambuco-Paraíba.** *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, 18(4): 476-482. 1988.
- MENEZES, R.R., FERREIRA, H.S., NEVES, G.D.A., FERREIRA, H.C. **Caracterização de argilas plásticas do tipo “ball clay” do litoral paraibano.** *Cerâmica* (49): 120-127. 2003.
- MENOR, E.A., DANTAS, J.R.A. & SOBRINHO, A.C.P. **A sedimentação fosfática em Pernambuco e Paraíba: revisão de novos estudos.** Simpósio de Geologia do Nordeste, 8, Campina Grande, *Anais*, 6: 1-27. 1977.
- MOURA C.R. **Sedimentação fosfática da Bacia Paraíba: caracterização de fácies, petrografia, mineralogia, geoquímica e ambiente deposicional.** Tese de Doutorado. Pós-graduação em geociências, UFPE. 163p. 2014.
- MUNIZ, G.C.B. **Novos moluscos da Formação Gramame, Cretáceo Superior dos Estados da Paraíba e de Pernambuco, Nordeste do Brasil.** Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 202p. 1993.
- ROSSETTI, D. F.; BEZERRA, F. H.; GÓES, A. M.; BRITO-NEVES, B. B. **Sediment deformation in Miocene and post-Miocene strata, Northeastern Brasil: evidence for paleoseismicity in a passive margin.** *Sedimentary Geology* 235:172-187. 2011.
- SANTOS, M.E M., CASSAB, R.T., FERNANDES, A.C.S., CAMPOS, D.A., BRITO, I.M., CARVALHO, I.S., TINOCO, I.M., DUARTE, L., CARVALHO, M.S. & LIMA, M.R. **The Pernambuco Paraíba Basin.** In: *Stratigraphic range of Cretaceous of mega and macrofossils of Brazil.* Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 245-272. 1994.
- SANTOS, E.J.; NUTMAN, A.P.; BRITO NEVES, B.B. **Idades U-Pb do Complexo Sertânia: implicações sobre a evolução tectônica da zona transversal; Província Borborema.** *Geologia USP: Série Científica* 4; 1-12. 2004.
- SANTOS, E.J.; FERREIRA C.A.; SILVA JR. J.M.F. **Geologia e Recursos Minerais do Estado da Paraíba – Texto Explicativo dos Mapas Geológico e de Recursos Minerais da Paraíba, 1:500.000.** Recife: CPRM-Serviço Geológico do Brasil, il. 2 mapas. 142 p. 2002.
- SANTOS, P.S. *Ciência e Tecnologia de Argilas*, 3ª Ed., Vol. 1, Edgar Blücher, São Paulo, 1992.
- SCHERER, OSCAR L. BERTOLDO. **Projeto materiais de construção da região metropolitana de Porto Alegre.** Porto Alegre: CPRM, 2016.
- Sindicato Nacional da Indústria de Cimento - SNIC. <<http://snic.org.br/numeros-industria.php>>. Acesso em 06/04/2020.
- Sindicato Nacional da Indústria de Cimento - SNIC. 2019. Relatório Anual. Disponível em: <<http://snic.org.br/numeros-relatorio-anual.php>>. Acesso em: 28/11/2020
- SOUZA, E.M. **Estratigrafia da Sequência Clástica Inferior (andares Coniaciano-Maastrichtiano Inferior) da Bacia da Paraíba e suas implicações paleogeográficas.** Tese de Doutorado, Pós-Graduação em Geociências, UFPE, 358p. 2006.
- SUGUIO K. *Geologia Sedimentar.* São Paulo, Blucher, 400 p. ISBN 9788521203179. 2003.
- TORRES, F.S. DE M.; SILVA, E.P. DA (ORG). **Geodiversidade do Estado da Paraíba.** Recife: CPRM-Serviço Geológico do Brasil, 124 p. 2016.

## ANEXOS

---

## **Anexo 01**

*Mapa Geológico da Região Metropolitana de João Pessoa –  
Escala 1:250.000*



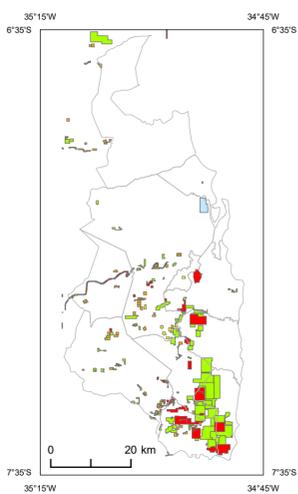
## **Anexo 02**

*Mapa de Recursos Minerais da Região Metropolitana de João Pessoa –  
Escala 1:250.000*

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL  
PROJETO MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
DA REGIÃO METROPOLITANA DE JOÃO PESSOA  
MAPA DE RECURSOS MINERAIS - ESCALA 1:250.000

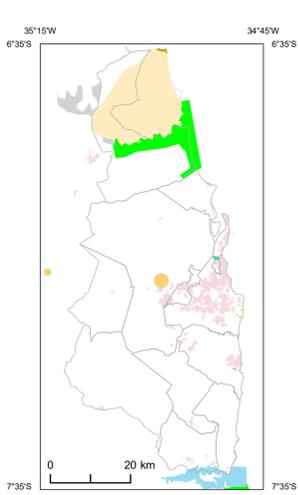
REGIÃO METROPOLITANA  
DE JOÃO PESSOA

REQUERIMENTOS DE AGREGADOS  
PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL



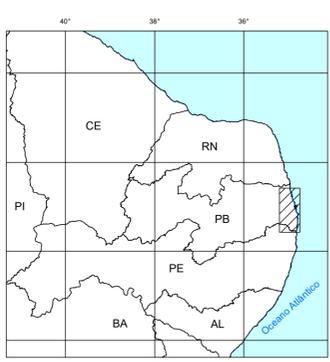
- Legenda:
- Concessão de Lavra
  - Direito de Requerer a Lavra
  - Licenciamento
  - Requerimento de Lavra
  - Requerimento de Licenciamento
  - Municípios da RM de João Pessoa

ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

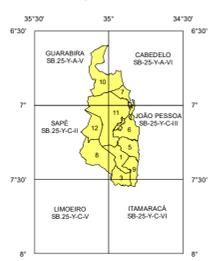


- Legenda:
- Área de Proteção Ambiental
  - Área de Relevante Interesse Ecológico
  - Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo
  - Parque Estadual
  - Reserva Biológica Guariba
  - Reserva Extrativista Acaú-Goiana
  - Reserva Particular do Patrimônio Natural
  - Terra Indígena
  - Área Urbanizada
  - Municípios da RM de João Pessoa

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA



ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS



- Municípios da Região Metropolitana de João Pessoa:
- 01- Alhandra
  - 02- Bayeux
  - 03- Caporá
  - 04- Cabedelo
  - 05- Conde
  - 06- João Pessoa
  - 07- Lucena
  - 08- Pedras de Fogo
  - 09- Pimbu
  - 10- Rio Tinto
  - 11- Santa Rita
  - 12- Cruz do Espírito Santo



RELAÇÕES TECTONO-ESTRATIGRÁFICAS

EON	ERA	PERÍODO	IDADE (Ma)	COBERTURAS SUPERFICIAIS	
FANEROZOICO	CENOZOICO	Quaternário		<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Q2a</span> Depósitos Aluvionares</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Q2m</span> Depósitos de Manguê</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Q2rp</span> Rochas de Praia</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Q2lp</span> Depósitos Litóreos Praiais</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Q2tm</span> Terrços Marinhos Holocénicos</li> </ul>	
		Neógeno	2,588	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">NQc</span> Depósito Colúvio-Eluviais</li> </ul>	
		Paleógeno	23,03	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ENb</span> Grupo Barreiras</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">E1mf</span> Formação Maria Farinha</li> </ul>	
	MESOZOICO	Cretáceo		66	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">K2g</span> Formação Gramame</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">K2it</span> Formação Itamaracá</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">K2be</span> Formação Beberibe</li> </ul>
				145	
	PROTEROZOICO	NEOPROTEROZOICO	Ediacarano	541±1	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">NP3/30</span> Suite Intrusiva Ouro Branco</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">NP3/30d</span> Suite Intrusiva Dona Inês</li> </ul>
Criogeniano			635		
Toniano			850		
MESOPROTEROZOICO		Estateriano	1600		<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">PP3se</span> Complexo Sertânia</li> </ul>
			1800		<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">PP2cb</span> Ortognaise Cabaceiras</li> </ul>
			2050		
PALEOPROTEROZOICO	Riaciono	2300			
		Sideriano	2500		

UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS

CENOZOICO QUATERNÁRIO (Q)	MESOZOICO CRETÁCEO (K)
<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Q2a</span> Depósitos Aluvionares: Areias, cascalhos e níveis de argilas.</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Q2m</span> Depósitos de Manguê: Siltos e argilas de coloração negra com alto teor de matéria orgânica (viva e biodegradável), intensa bioturbação e com intercalações de ostras.</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Q2lp</span> Depósitos Litóreos Praiais: Areias quartzosas de coloração cinza clara a esbranquiçada, com granulometria variando de areia muito fina a muito grossa, ricas em bioclastos dispersos em forma de rodolitos e, localmente concentrações esporádicas de minerais pesados em plácens.</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Q2rp</span> Rochas de Praia: Arenitos médios cimentados por calcita.</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Q2tm</span> Terrços Marinhos Holocénicos: Areias médias quartzosas com fragmentos de conchas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">K2g</span> Formação Gramame: Calcários margosos e margas, fossilíferos.</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">K2it</span> Formação Itamaracá: Siltitos argilosos intercalados com arenitos finos a muito finos calcíferos, folhentos e fosforitos.</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">K2be</span> Formação Beberibe: Possui níveis conglomeráticos e arenitos médios a finos de coloração creme a esbranquiçada.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">NQc</span> Depósitos Colúvio-Eluviais: Areia, argilas e cascalho, depósitos arenosos, areno-argilosos e coberturas inconsolidadas, arenosas e areno-argilosas.</li> </ul>	<p><b>NEOPROTEROZOICO (NP)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">NP3/30</span> Suite Intrusiva Ouro Branco: Muscovita-biotita monzogranitos a granodioritos, equigranulares a levemente porfíricos médios a grossos, com fenocristais de plagioclásio, isotrópicos a levemente orientados. Possuem enclaves biotíticos, às vezes granada, xenólitos de paragneisses migmatizadas, e às vezes estruturas schlieren. Suite Paralumosa. U-Pb (SHRIMP) de 564± 5 Ma.</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">NP3/30d</span> Suite Intrusiva Dona Inês: Granitos e leucogranitos, com granulção fina a média, com fácies contendo muscovita ou granada fracamente peraluminosas. U – Pb – 582 ± 5 Ma.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ENb</span> Grupo Barreiras: Arenitos às vezes conglomeráticos com matriz caulínica, contendo lentes e camadas de conglomerados, composto de quartzo e/ou feldspato e intercalações de argilo caulínico silteco-arenoso e arenito caulínico.</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">E1mf</span> Formação Maria Farinha: Calcarenitos e calcários recifais, fossilíferos.</li> </ul>	<p><b>PALEOPROTEROZOICO (PP)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">PP3se</span> Complexo Sertânia: Granada-muscovita-biotita gnaiss, biotita gnaiss bandado, por vezes com sicimantita, localmente migmatizados. Contém sheets de granitos leucocráticos peraluminosos. U – Pb – 2.0 Ga.</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">PP2cb</span> Ortognaise Cabaceiras: Ortognaises granodioríticos, tonalíticos e dioríticos, com níveis de anfibolito bandado a laminado, migmatizado. Idade U-Pb variando de 2.230 ± 16 Ma a 2.035 ± 16 Ma.</li> </ul>

Convenções Geológicas

- Contato geológico definido
- - - Falha interpretada pela geofísica: M-Magnetometria
- - - Falha extensional encoberta
- - - Falha ou fratura encoberta

Convenções Cartográficas

- Cidades, Vilas
- Estrada pavimentada
- Linha de transmissão
- Aeroporto
- Limite estadual
- Limite municipal
- Curso de água perene
- Açude, lagoa, massa de água
- Salina
- Recife rochoso

Recursos Minerais

- Status Econômico / Situação
- × Mina ativa
  - × Mina paralisada
  - ✓ Garimpo ativo
  - ✓ Garimpo paralisado
  - Ocorrência

Substâncias

- Areia
- Argila
- Brita
- Cascalho
- Calcário
- Material de Emprestimo

Áreas de Proteção Ambiental

- APA
- Área de Proteção Ambiental
- ARE
- Área de Relevante Interesse Ecológico
- FLONA
- Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo
- Parque Estadual
- REBIO
- Reserva Biológica Guariba
- RESSEX
- Reserva Extrativista Acaú-Goiana
- RPPN
- Reserva Particular do Patrimônio Natural
- Terras Indígenas

MAPA DE RECURSOS MINERAIS  
REGIÃO METROPOLITANA DE JOÃO PESSOA

ESCALA 1:250.000



PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

Origem da quilometragem UTM: "Equador e Meridiano Central 33° W. GR." acrescidas as constantes: 10.000Km e 500Km, respectivamente. Datum horizontal: SIRGAS 2000

2020

O Projeto Materiais de Construção Civil da Região Metropolitana de João Pessoa, uma ação do Programa Geologia do Brasil, foi executado pelo Serviço Geológico do Brasil - CPRM, da Superintendência Regional de Recife - SUREG-RE, através da Gerência de Geologia e Recursos Minerais do Recife - GEREM-RE, e com apoio técnico da Gerência de Infraestrutura Geocientífica - GERINF-RE. A Coordenação Nacional do projeto coube ao Departamento de Recursos Minerais - DEREM, com apoio técnico da Divisão de Minerais Industriais - DIMINI.

BASE CARTOGRÁFICA

Base Cartográfica: IBGE/DGC. Base Cartográfica Contínua do Brasil, escala 1:250.000 - BC 250, versão 1.0. Rio de Janeiro, 2013. Esta base foi editada e atualizada pela Superintendência Regional de Recife, através da Gerência de Infraestrutura Geocientífica - GERINF-RE para atender ao mapeamento temático do Serviço Geológico do Brasil - CPRM.

BASE GEOLÓGICA

Mapa Geológico da Região Metropolitana de João Pessoa, executado pela Universidade Federal de Pernambuco (Folhas Guarabira SB-25-Y-A-V, 2014; Cabedelo SB-25-Y-A-VI, 2014; Sapé SB-25-Y-C-II, 2014; João Pessoa SB-25-Y-C-III, no Prelo; Itamaracá SB-25-Y-C-VI, 2014), com atualizações cartográficas e revisão/atualização da nomenclatura litostratigráfica.

CRÉDITOS DE AUTORIA

**Autores:** Manoel Henrique Ferreira Neto (In Memoriam)  
Vanildo Almeida Mendes  
Luiz Carlos de Souza Júnior

**Geoprocessamento:**  
Janaina Maria Franca de Araújo  
Ana Paula Rangel Jacques  
Déborah de Moraes e Silva (Estagiária)

**Coordenação Técnica Regional:** Ilviana de Carvalho Melo (Gerente de Geologia e Recursos Minerais), Douglas Silva Luna (Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento), Felipe José da Cruz Lima e Geysison de Almeida Lages (Supervisão de Geologia e Recursos Minerais), Manoel Henrique Ferreira Neto (Chefe do Projeto).

**Coordenação Técnica Nacional:** Lúcia Travassos da Rosa Costa (DEGEO), Marcelo Esteves Almeida (DEREM), Vladimir Cruz de Medeiros (DIGEOB) e Michel Marques Godoy (DIMINI).

Citação Bibliográfica:

Ferreira Neto et al. (2020)

Referência Bibliográfica:

FERRERA NETO, M.H.; MENDES, V.A.; SOUZA JUNIOR, L.C. Projeto Materiais de Construção Civil da Região Metropolitana de João Pessoa, Estado da Paraíba: Mapa de Recursos Minerais da Região Metropolitana de João Pessoa. Recife: Serviço Geológico do Brasil - CPRM, 2020. 1 mapa colorido, 60 x

AVISO LEGAL:

O conteúdo disponibilizado neste mapa foi elaborado pelo CPRM - Serviço Geológico do Brasil, com base em dados obtidos através de trabalhos próprios e de informações de domínio público. A CPRM não garante: (i) que o Conteúdo atenda ou se adeque às necessidades de todos os usuários; (ii) que o Conteúdo e o acesso a ele estejam totalmente livres de falhas; (iii) a total precisão de quaisquer dados ou informações contidas no Conteúdo, apesar das precauções de praxe tomadas pela CPRM. Assim, a CPRM, seus representantes, dirigentes, prepostos, empregados e acionistas não podem ser responsabilizados por eventuais inconsistências ou omissões contidas no Conteúdo. Da mesma forma, a CPRM, seus representantes, dirigentes, prepostos, empregados e acionistas não respondem pelo uso do Conteúdo, e sugere que os usuários utilizem sua própria experiência no tratamento das informações contidas no Conteúdo, ou busquem aconselhamento de profissionais independentes capazes de avaliar as informações contidas no Conteúdo. O Conteúdo não constitui aconselhamento de investimento, financeiro, fiscal ou jurídico, tampouco prevê recomendações relativas a instrumentos de análise geocientífica, de investimentos ou eventuais produtos. Por fim, qualquer trabalho, estudo ou análise que utilize o Conteúdo deve fazer a devida referência bibliográfica.

### **Anexo 03**

*Tabela de Ocorrências e Extrações Minerais Cadastradas no Projeto  
Materiais de Construção na Região Metropolitana de João Pessoa*

**TABELA DE OCORRÊNCIAS CADASTRADAS NO PROJETO JOÃO PESSOA**

OBJECTID	LAT	LONG	MUNICIPIO	UF	GRAU_IMP	STATUS_ECO	SUBSTANCIAS
1	-7,34173	-34,80618	CONDE	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
2	-7,35255	-34,82062	PITIMBU	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
3	-7,36212	-34,82015	PITIMBU	PB	Ocorrência	Não Explotado	Material de empréstimo
4	-7,37480	-34,82247	PITIMBU	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
5	-7,39657	-34,81129	PITIMBU	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
6	-7,42116	-34,83232	PITIMBU	PB	Ocorrência	Não Explotado	Material de empréstimo
7	-7,42352	-34,83398	PITIMBU	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
8	-7,44898	-34,83625	PITIMBU	PB	Ocorrência	Não Explotado	Material de empréstimo
9	-7,51910	-34,87865	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Calcário
10	-7,26071	-34,91298	CONDE	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
11	-7,23125	-34,92366	CONDE	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
12	-7,50735	-34,85313	PITIMBU	PB	Ocorrência	Não Explotado	Material de empréstimo
13	-7,46262	-34,91462	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Garimpo Ativo	Areia
14	-7,46180	-34,9021	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
15	-7,27860	-34,82038	CONDE	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
16	-7,28388	-34,82255	CONDE	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
17	-7,30491	-34,81406	CONDE	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
18	-7,16376	-34,80502	JOÃO PESSOA	PB	Ocorrência	Não Explotado	Material de empréstimo
19	-7,16590	-34,82453	JOÃO PESSOA	PB	Ocorrência	Não Explotado	Material de empréstimo
20	-7,22181	-34,83718	JOÃO PESSOA	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
21	-7,43131	-34,83844	PITIMBU	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
22	-7,39639	-34,81123	PITIMBU	PB	Ocorrência	Garimpo Ativo	Areia
23	-7,42260	-34,84092	PITIMBU	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
24	-7,39916	-34,85272	PITIMBU	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
25	-7,46574	-34,93102	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
26	-7,46879	-34,93338	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
27	-7,47339	-34,9375	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Garimpo Ativo	Areia
28	-7,53878	-34,83314	PITIMBU	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
29	-7,52687	-34,84317	PITIMBU	PB	Ocorrência	Não Explotado	Material de empréstimo
31	-7,47807	-34,90334	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
32	-7,47969	-34,9063	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
33	-7,49895	-34,91806	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Material de empréstimo
34	-7,47622	-34,90319	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Garimpo Ativo	Areia
35	-7,47487	-34,90106	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
36	-7,47365	-34,89662	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
37	-7,47812	-34,89458	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
38	-7,48394	-34,89938	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
39	-7,48277	-34,90261	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
40	-7,45065	-34,92239	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
41	-7,50027	-34,86797	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Calcário
42	-7,49277	-34,85631	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Material de empréstimo
43	-7,47942	-34,85343	PITIMBU	PB	Ocorrência	Garimpo Ativo	Material de empréstimo
44	-7,49118	-34,89091	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
45	-7,47614	-34,93998	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Garimpo Ativo	Areia
46	-7,50744	-34,93714	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Material de empréstimo

OBJECTID	LAT	LONG	MUNICIPIO	UF	GRAU_IMP	STATUS_ECO	SUBSTANCIAS
47	-7,49004	-34,9431	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
48	-7,47846	-34,94401	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
49	-7,48671	-34,94851	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
50	-7,48971	-34,94474	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
51	-7,49080	-34,94548	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
52	-7,48738	-34,96816	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
53	-7,48896	-34,97186	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
54	-7,47791	-34,9716	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
55	-7,53179	-34,90273	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Material de empréstimo
56	-7,52978	-34,91056	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Material de empréstimo
57	-7,51946	-34,9577	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Material de empréstimo
58	-7,48530	-34,9723	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
59	-7,47178	-34,96437	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
60	-7,46724	-34,97256	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
61	-7,46812	-34,97472	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Material de empréstimo
62	-7,50425	-34,95858	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
63	-7,49592	-34,9576	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Material de empréstimo
64	-7,49445	-34,94761	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
65	-7,50841	-34,90934	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
66	-7,50317	-34,91246	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
67	-7,49535	-34,90169	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
68	-7,49269	-34,89618	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
69	-7,48024	-34,91661	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Calcário
71	-7,49109	-34,88455	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
72	-7,49251	-34,89321	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
73	-7,49504	-34,89321	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Calcário
74	-7,49897	-34,89332	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
75	-7,51088	-34,88652	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Calcário
76	-7,50783	-34,90023	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Material de empréstimo
77	-7,49912	-34,90763	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Material de empréstimo
78	-7,46702	-34,89069	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
79	-7,46500	-34,88674	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
80	-7,46348	-34,88997	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
81	-7,46240	-34,89552	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
82	-7,45391	-34,91086	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
83	-7,45338	-34,93024	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
84	-7,45855	-34,92982	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
85	-7,45611	-34,92571	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
86	-7,45823	-34,94012	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
87	-7,45436	-34,97731	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
88	-7,45776	-34,97695	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
89	-7,45406	-34,96777	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
90	-7,45808	-34,95912	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
91	-7,45080	-34,95683	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
92	-7,44407	-34,94186	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia

OBJECTID	LAT	LONG	MUNICIPIO	UF	GRAU_IMP	STATUS_ECO	SUBSTANCIAS
93	-7,44567	-34,93839	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
94	-7,43107	-34,92984	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
95	-7,44370	-34,92583	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
96	-7,44023	-34,93986	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Calcário
97	-7,44984	-34,95661	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
98	-7,44584	-34,96996	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
99	-7,43587	-34,97367	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Material de empréstimo
100	-7,45474	-34,96729	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
101	-7,41949	-34,96124	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
102	-7,42999	-34,96737	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
103	-7,42994	-34,97746	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Material de empréstimo
104	-7,47147	-34,97793	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
105	-7,44744	-34,98199	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
106	-7,23844	-34,98143	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explotado	Calcário
107	-7,43731	-34,98091	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Material de empréstimo
108	-7,46920	-34,97882	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
109	-7,46129	-34,98926	ITAMBÚ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Material de empréstimo
110	-7,46031	-34,9189	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
111	-7,46164	-34,99184	ITAMBÚ	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
112	-7,45686	-34,99689	ITAMBÚ	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
114	-7,44616	-35,01165	ITAMBÚ	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
115	-7,44397	-35,01053	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
116	-7,43990	-34,99964	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
117	-7,43624	-34,99847	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
118	-7,42925	-35,00221	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
119	-7,43422	-34,99932	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Material de empréstimo
120	-7,44743	-34,98201	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
121	-7,35286	-34,96048	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
122	-7,35406	-34,95884	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
123	-7,35736	-34,96081	ALHANDRA	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
124	-7,33436	-34,97264	ALHANDRA	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
125	-7,33436	-34,97264	ALHANDRA	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
126	-7,33421	-34,98506	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Cascalho
127	-7,33445	-34,9921	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Cascalho
128	-7,33582	-34,97669	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
129	-7,34884	-34,9725	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
130	-7,38580	-34,96094	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
131	-7,38601	-34,96569	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
132	-7,38599	-34,97111	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
133	-7,38206	-34,97544	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
134	-7,38294	-34,98027	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
135	-7,38523	-34,97959	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
136	-7,38684	-34,97705	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
137	-7,39162	-34,97787	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
138	-7,39632	-34,97492	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia

OBJECTID	LAT	LONG	MUNICIPIO	UF	GRAU_IMP	STATUS_ECO	SUBSTANCIAS
139	-7,47404	-34,97838	CAAPORÃ	PB	Ocorrência	Garimpo Ativo	Areia
140	-7,47490	-34,97997	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Garimpo Ativo	Areia
141	-7,47982	-34,98035	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
142	-7,48276	-34,98087	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
143	-7,43809	-35,0202	ITAMBÚ	PB	Ocorrência	Não Explorado	Material de empréstimo
144	-7,42725	-35,03161	ITAMBÚ	PB	Ocorrência	Não Explorado	Material de empréstimo
145	-7,34237	-34,98251	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
146	-7,35160	-34,99011	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
147	-7,34714	-34,99825	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Material de empréstimo
148	-7,34775	-34,99765	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
149	-7,35223	-35,02389	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
150	-7,35023	-35	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Material de empréstimo
151	-7,34648	-35,02695	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Material de empréstimo
152	-7,33722	-35,03553	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
153	-7,34259	-35,03594	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
154	-7,33399	-35,04136	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Material de empréstimo
155	-7,33693	-35,06519	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
156	-7,34064	-35,07406	PEDRAS DE FOGO	PB	Depósito	Mina Ativa	Areia
157	-7,33196	-35,03412	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
158	-7,35701	-35,0246	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Material de empréstimo
159	-7,33635	-35,01314	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
160	-7,32830	-35,01354	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
161	-7,33237	-35,02331	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
162	-7,36715	-35,06295	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Material de empréstimo
163	-7,37505	-35,07326	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
164	-7,35964	-35,03139	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Material de empréstimo
165	-7,36414	-35,05177	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Material de empréstimo
166	-7,36413	-35,05523	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
167	-7,37425	-35,07178	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Material de empréstimo
168	-7,38204	-35,07513	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
169	-7,38678	-35,07722	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
170	-7,39144	-35,07831	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Material de empréstimo
171	-7,39384	-35,09682	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
172	-7,38509	-35,11171	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
173	-7,38370	-35,10391	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
174	-7,37894	-35,09917	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Argila
175	-7,37823	-35,09569	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
176	-7,38429	-35,12344	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Material de empréstimo
177	-7,38014	-35,14707	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Material de empréstimo
178	-7,34844	-35,15509	PEDRAS DE FOGO	PB	Depósito	Mina Ativa	Brita
179	-7,36094	-35,15517	PEDRAS DE FOGO	PB	Depósito	Mina Ativa	Brita
180	-7,37704	-35,14465	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
181	-7,38654	-35,13842	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
182	-7,38883	-35,13403	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
183	-7,39114	-35,16047	ITAMBÉ	PE	Ocorrência	Não Explorado	Material de empréstimo

OBJECTID	LAT	LONG	MUNICIPIO	UF	GRAU_IMP	STATUS_ECO	SUBSTANCIAS
184	-7,38172	-35,1609	JURUPIRANGA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Material de empréstimo
185	-7,39028	-35,17173	ITAMBÉ	PE	Ocorrência	Não Explorado	Material de empréstimo
186	-7,38735	-35,17038	JURUPIRANGA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Brita
187	-7,36677	-35,13708	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Material de empréstimo
188	-7,36035	-35,13396	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Material de empréstimo
189	-7,35517	-35,12987	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
190	-7,35306	-35,12789	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
191	-7,35081	-35,11308	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
192	-7,35188	-35,10987	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
193	-7,34654	-35,09129	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
194	-7,34554	-35,02692	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
195	-7,34020	-35,03735	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
196	-7,33439	-35,04333	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
197	-7,32878	-35,04828	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
198	-7,36908	-35,00341	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
199	-7,36088	-34,99161	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
200	-7,35157	-34,98074	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Material de empréstimo
201	-7,37755	-34,97186	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
202	-7,37814	-34,98619	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
203	-7,38297	-34,98156	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Material de empréstimo
204	-7,38533	-34,97957	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
205	-7,39520	-34,98634	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
206	-7,39740	-34,97638	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Garimpo Ativo	Areia
207	-7,40095	-35,01984	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Garimpo Ativo	Areia
208	-7,39042	-35,04877	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
209	-7,40865	-35,00471	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
210	-7,35107	-35,13407	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Material de empréstimo
211	-7,34030	-35,13113	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
212	-7,34956	-35,11729	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
213	-7,35423	-35,11088	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
214	-7,33888	-35,09107	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Material de empréstimo
215	-7,31684	-35,09036	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Material de empréstimo
216	-7,30559	-35,08773	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Material de empréstimo
217	-7,30295	-35,08316	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
219	-7,30783	-35,08856	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
220	-7,28202	-35,11278	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
221	-7,28084	-35,10382	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
222	-7,29104	-35,10034	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Material de empréstimo
223	-7,29834	-35,10154	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Material de empréstimo
224	-7,21213	-35,09407	CRUZ DO ESPÍRITO SANTO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Material de empréstimo
225	-7,22615	-35,10253	CRUZ DO ESPÍRITO SANTO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Material de empréstimo
226	-7,26661	-35,09757	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Garimpo Ativo	Areia
227	-7,26467	-35,0895	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
228	-7,26553	-35,08303	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
229	-7,24967	-35,09346	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Material de empréstimo

OBJECTID	LAT	LONG	MUNICIPIO	UF	GRAU_IMP	STATUS_ECO	SUBSTANCIAS
230	-7,23890	-35,09836	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
231	-7,23446	-35,109	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
232	-7,22596	-35,06783	CRUZ DO ESPIRITO SANTO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Material de empréstimo
233	-7,23247	-35,0667	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
234	-7,26903	-35,05209	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Material de empréstimo
235	-7,27741	-35,05502	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
236	-7,27795	-35,04956	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Material de empréstimo
237	-7,29293	-35,06712	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
238	-7,30573	-35,0736	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
239	-7,30573	-35,07522	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
240	-7,31046	-35,12934	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
241	-7,30652	-35,148	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
242	-7,21515	-35,15051	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
243	-7,23961	-35,15127	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
244	-7,34013	-35,16197	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Material de empréstimo
245	-7,35331	-35,15603	PEDRAS DE FOGO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Brita
246	-7,23820	-34,90007	CONDE	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
247	-7,42213	-34,85914	PITIMBU	PB	Ocorrência	Não Explorado	Calcário
248	-7,40659	-34,85874	PITIMBU	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
249	-7,38797	-34,89071	PITIMBU	PB	Depósito	Mina Ativa	Calcário
250	-7,37107	-34,91669	ALHANDRA	PB	Ocorrência	Garimpo Ativo	Areia
251	-7,40193	-34,93147	ALHANDRA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Calcário
252	-7,39387	-34,93689	ALHANDRA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
253	-7,40194	-34,93147	ALHANDRA	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
254	-7,38759	-34,91635	ALHANDRA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Calcário
255	-7,43631	-34,88136	ALHANDRA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Calcário
256	-7,36974	-34,92788	ALHANDRA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
257	-7,37570	-34,91444	ALHANDRA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
258	-7,38335	-34,92579	ALHANDRA	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
259	-7,32243	-34,91566	ALHANDRA	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
260	-7,32243	-34,91403	ALHANDRA	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
261	-7,31307	-34,91366	ALHANDRA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
262	-7,30121	-34,9348	ALHANDRA	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
263	-7,30720	-34,95122	ALHANDRA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Calcário
264	-7,30567	-34,95875	ALHANDRA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
265	-7,20508	-35,07375	CRUZ DO ESPIRITO SANTO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
266	-7,22041	-35,13805	CRUZ DO ESPIRITO SANTO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
267	-7,21401	-35,13136	CRUZ DO ESPIRITO SANTO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
268	-7,18185	-35,14574	CRUZ DO ESPIRITO SANTO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Brita
269	-7,16226	-35,1454	CRUZ DO ESPIRITO SANTO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
270	-7,17372	-35,17904	CRUZ DO ESPIRITO SANTO	PB	Ocorrência	Não Explorado	Brita
271	-7,15295	-35,11414	CRUZ DO ESPIRITO SANTO	PB	Ocorrência	Garimpo Ativo	Areia
272	-7,14863	-35,10352	CRUZ DO ESPIRITO SANTO	PB	Ocorrência	Garimpo Ativo	Areia

OBJECTID	LAT	LONG	MUNICIPIO	UF	GRAU_IMP	STATUS_ECO	SUBSTANCIAS
273	-7,14027	-35,07827	CRUZ DO ESPIRITO SANTO	PB	Ocorrência	Garimpo Ativo	Areia
274	-7,20332	-35,12757	CRUZ DO ESPIRITO SANTO	PB	Ocorrência	Garimpo Ativo	Areia
275	-7,19212	-35,09309	CRUZ DO ESPIRITO SANTO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
276	-7,15947	-35,08225	CRUZ DO ESPIRITO SANTO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
277	-7,15947	-35,08225	CRUZ DO ESPIRITO SANTO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Material de empréstimo
278	-7,15897	-35,0987	CRUZ DO ESPIRITO SANTO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Material de empréstimo
279	-7,18367	-35,11125	CRUZ DO ESPIRITO SANTO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
280	-7,18478	-35,13644	CRUZ DO ESPIRITO SANTO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Brita
281	-7,17339	-35,14032	CRUZ DO ESPIRITO SANTO	PB	Ocorrência	Garimpo Ativo	Material de empréstimo
282	-7,17337	-35,14033	CRUZ DO ESPIRITO SANTO	PB	Ocorrência	Garimpo Ativo	Cascalho
283	-7,13815	-35,10923	CRUZ DO ESPIRITO SANTO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Brita
284	-7,13104	-35,10475	CRUZ DO ESPIRITO SANTO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
285	-7,11937	-35,11302	CRUZ DO ESPIRITO SANTO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
286	-7,11473	-35,11037	CRUZ DO ESPIRITO SANTO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
287	-7,11139	-35,09422	CRUZ DO ESPIRITO SANTO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Brita
289	-6,76404	-35,06338	MARCAÇÃO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
290	-6,76545	-35,06239	MARCAÇÃO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
291	-6,78452	-35,06159	RIO TINTO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
292	-6,85663	-35,11394	MAMANGUAPE	PB	Ocorrência	Garimpo Ativo	Material de empréstimo
293	-6,85017	-35,119	MAMANGUAPE	PB	Ocorrência	Garimpo Ativo	Areia
294	-6,85536	-35,11251	MAMANGUAPE	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
295	-6,85098	-35,09834	MAMANGUAPE	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
296	-6,84374	-35,09606	MAMANGUAPE	PB	Ocorrência	Garimpo Ativo	Argila
297	-6,82402	-35,08482	RIO TINTO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
298	-6,84203	-35,05423	RIO TINTO	PB	Ocorrência	Garimpo Ativo	Material de empréstimo
299	-6,85200	-35,05286	RIO TINTO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
300	-6,89128	-35,05223	RIO TINTO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
301	-6,89187	-35,0517	RIO TINTO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
302	-6,90865	-35,0079	RIO TINTO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Cascalho
303	-6,88387	-34,99362	RIO TINTO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
304	-6,87080	-35,01038	RIO TINTO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
305	-6,82384	-35,08445	RIO TINTO	PB	Depósito	Mina Ativa	Argila
306	-6,82522	-35,1123	MAMANGUAPE	PB	Depósito	Mina Inativa	Argila
307	-6,82522	-35,1123	MAMANGUAPE	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Brita
308	-6,82254	-35,11057	RIO TINTO	PB	Ocorrência	Garimpo Ativo	Material de empréstimo
309	-6,82772	-35,10145	MAMANGUAPE	PB	Depósito	Mina Ativa	Argila
310	-6,89655	-35,08617	RIO TINTO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
311	-6,88901	-35,08279	RIO TINTO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
312	-6,87327	-35,07362	RIO TINTO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
313	-6,87213	-35,07404	RIO TINTO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
314	-6,85246	-35,04345	RIO TINTO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
315	-6,84079	-35,0504	RIO TINTO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Cascalho

OBJECTID	LAT	LONG	MUNICIPIO	UF	GRAU_IMP	STATUS_ECO	SUBSTANCIAS
316	-6,83243	-35,01988	RIO TINTO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Cascalho
317	-6,83513	-35,01402	RIO TINTO	PB	Ocorrência	Garimpo Ativo	Areia
318	-6,84218	-35,01127	RIO TINTO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
319	-6,84567	-34,98781	RIO TINTO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
320	-6,88157	-34,94854	RIO TINTO	PB	Ocorrência	Garimpo Ativo	Material de empréstimo
321	-6,88383	-34,9494	RIO TINTO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Cascalho
322	-6,83558	-34,99004	RIO TINTO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
323	-6,81413	-34,93264	RIO TINTO	PB	Depósito	Mina Ativa	Material de empréstimo
324	-6,79174	-34,92004	RIO TINTO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
325	-6,82199	-34,92722	RIO TINTO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
326	-6,81548	-34,94498	RIO TINTO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Argila
327	-6,81583	-34,94679	RIO TINTO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
328	-6,90616	-35,06993	RIO TINTO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
329	-6,88385	-35,02658	RIO TINTO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
330	-6,87220	-35,01202	RIO TINTO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
331	-6,87744	-34,99356	<b>RIO TINTO</b>	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
332	-6,95176	-34,88574	<b>LUCENA</b>	PB	Ocorrência	Garimpo Ativo	Material de empréstimo
333	-6,94530	-34,88202	LUCENA	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
334	-6,95659	-34,87827	LUCENA	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
335	-6,87338	-34,93707	RIO TINTO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
336	-6,88149	-34,96797	RIO TINTO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
337	-6,94965	-34,891	LUCENA	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
338	-6,86676	-34,98821	RIO TINTO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
339	-6,83942	-35,00882	RIO TINTO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
340	-6,85217	-34,98994	RIO TINTO	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
341	-6,95936	-34,86939	LUCENA	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
342	-6,92747	-34,86768	LUCENA	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
343	-6,91948	-34,88942	LUCENA	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
344	-6,91609	-34,89861	LUCENA	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
345	-6,92299	-34,9299	LUCENA	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
346	-6,92150	-34,94146	LUCENA	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
347	-6,89582	-34,92796	LUCENA	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
348	-6,89542	-34,93603	LUCENA	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
349	-6,91669	-34,93117	LUCENA	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
350	-6,89895	-34,91842	LUCENA	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
351	-6,88198	-34,89799	LUCENA	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
352	-6,91779	-34,99516	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explotado	Cascalho
353	-6,94580	-34,98602	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
355	-6,95471	-34,99303	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
356	-6,97234	-34,96391	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
357	-6,96225	-34,93996	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Areia
358	-6,98283	-34,9464	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
359	-6,94238	-35,09484	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
360	-6,92841	-35,03896	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
361	-6,92404	-35,03395	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo

OBJECTID	LAT	LONG	MUNICIPIO	UF	GRAU_IMP	STATUS_ECO	SUBSTANCIAS
362	-6,92402	-35,0314	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Garimpo Ativo	Material de empréstimo
363	-6,93326	-35,0201	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
364	-6,93326	-35,01344	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
365	-6,98005	-35,06171	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
366	-6,98815	-35,05639	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
367	-6,99530	-35,0447	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
368	-6,98132	-35,12385	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
369	-6,98547	-35,12455	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
370	-7,04056	-35,13924	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
371	-7,04946	-35,12244	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
372	-7,04969	-35,10942	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
373	-7,04966	-35,10679	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
374	-7,02580	-35,09777	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
375	-7,02629	-35,09839	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Material de empréstimo
376	-7,02919	-34,99678	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Garimpo Ativo	Areia
377	-7,01332	-34,99446	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Garimpo Ativo	Areia
378	-7,03380	-35,00446	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
379	-7,03833	-35,01446	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
380	-7,02914	-35,02557	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
381	-7,04533	-35,0228	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
382	-7,09062	-34,98451	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
383	-7,08882	-35,0025	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
384	-7,09355	-35,04412	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
385	-7,08128	-35,0442	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
386	-7,13283	-35,04856	CRUZ DO ESPÍRITO SANTO	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
387	-7,11714	-34,99675	SANTA RITA	PB	Depósito	Mina Ativa	Areia
388	-7,05898	-35,05042	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
389	-7,06982	-35,00684	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
390	-7,06981	-34,95176	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
391	-7,03746	-34,87643	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
392	-7,00423	-34,88361	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Garimpo Ativo	Areia
393	-6,99729	-34,89454	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
394	-7,01526	-34,91016	SANTA RITA	PB	Depósito	Mina Ativa	Material de empréstimo
395	-7,04561	-34,99462	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
396	-7,03189	-35,00472	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
397	-7,03019	-35,07434	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
398	-7,01050	-35,11562	SANTA RITA	PB	Depósito	Mina Ativa	Material de empréstimo
399	-7,02195	-35,13856	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
400	-7,11500	-34,9939	SANTA RITA	PB	Depósito	Mina Inativa	Argila
401	-7,16888	-35,03469	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
402	-7,18930	-35,0313	SANTA RITA	PB	Depósito	Mina Inativa	Areia
403	-7,19027	-35,04055	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
404	-7,18383	-34,9927	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explorado	Areia
405	-7,13892	-34,97256	SANTA RITA	PB	Depósito	Mina Inativa	Material de empréstimo
406	-7,09093	-34,94356	SANTA RITA	PB	Depósito	Mina Ativa	Argila

OBJECTID	LAT	LONG	MUNICIPIO	UF	GRAU_IMP	STATUS_ECO	SUBSTANCIAS
407	-7,14727	-35,11259	CRUZ DO ESPIRITO SANTO	PB	Depósito	Mina Inativa	Argila, Brita
408	-7,17370	-34,9645	JOÃO PESSOA	PB	Ocorrência	Garimpo Ativo	Areia
409	-7,17812	-34,97539	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
410	-7,25491	-35,02545	SANTA RITA	PB	Depósito	Mina Ativa	Areia
411	-7,26720	-35,02647	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
412	-7,23212	-35,06655	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Garimpo Inativo	Material de empréstimo
413	-7,24184	-34,94785	SANTA RITA	PB	Depósito	Mina Inativa	Areia
414	-7,23751	-34,96786	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explotado	Areia
415	-7,22820	-34,99443	SANTA RITA	PB	Depósito	Mina Ativa	Areia
416	-7,10681	-34,965566	SANTA RITA	PB	Depósito	Garimpo	Areia
417	-7,25625	-34,943066	ALHANDRA	PB	Indeterminado	Não Explotado	Calcário
418	-7,28792	-34,906955	CONDE	PB	Indeterminado	Não Explotado	Calcário
420	-7,13625	-34,962788	SANTA RITA	PB	Indeterminado	Não Explotado	Argila
421	-7,26098	-34,897788	CONDE	PB	Indeterminado	Não Explotado	Calcário
422	-7,24181	-34,889732	CONDE	PB	Depósito	Mina Inativa	Calcário
423	-7,19320	-34,883899	JOÃO PESSOA	PB	Depósito	Garimpo	Calcário
424	-7,14236	-35,134734	CRUZ DO ESPIRITO SANTO	PB	Indeterminado	Não Explotado	Argila
425	-7,11014	-35,069456	CRUZ DO ESPIRITO SANTO	PB	Depósito	Garimpo	Argila
426	-7,19959	-34,970844	SANTA RITA	PB	Ocorrência	Não Explotado	Argila
427	-7,25931	-34,954455	SANTA RITA	PB	Depósito	Garimpo	Areia, Cascalho
428	-7,46431	-34,937788	CAAPORÃ	PB	Depósito	Mina	Argila
429	-7,33681	-34,918066	ALHANDRA	PB	Depósito	Mina Inativa	Calcário
430	-7,26987	-34,915844	CONDE	PB	Indeterminado	Não Explotado	Calcário
431	-7,44403	-34,913621	CAAPORÃ	PB	Depósito	Garimpo	Argila
432	-7,43876	-34,896677	ALHANDRA	PB	Depósito	Garimpo	Calcário
433	-7,39848	-34,89501	PITIMBU	PB	Depósito	Garimpo	Argila
434	-7,10320	-34,876121	JOÃO PESSOA	PB	Depósito	Garimpo	Calcário
435	-7,39626	-35,087789	PEDRAS DE FOGO	PB	Depósito	Garimpo	Areia
436	-7,11820	-34,974177	SANTA RITA	PB	Indeterminado	Não Explotado	Argila
437	-7,12042	-34,967233	SANTA RITA	PB	Indeterminado	Não Explotado	Argila
438	-7,10042	-34,960566	SANTA RITA	PB	Depósito	Garimpo	Areia
439	-7,11598	-34,958344	SANTA RITA	PB	Indeterminado	Não Explotado	Argila
440	-7,12542	-34,929455	BAYEUX	PB	Indeterminado	Não Explotado	Argila
441	-7,34709	-34,850565	PITIMBU	PB	Indeterminado	Não Explotado	Calcário
442	-7,30487	-35,174179	PEDRAS DE FOGO	PB	Indeterminado	Não Explotado	Argila
443	-6,66681	-35,114178	RIO TINTO	PB	Depósito	Não Explotado	Areia
444	-7,12125	-34,971122	SANTA RITA	PB	Indeterminado	Não Explotado	Argila
445	-7,12514	-34,915288	BAYEUX	PB	Indeterminado	Não Explotado	Argila
446	-7,44376	-34,871399	ALHANDRA	PB	Depósito	Garimpo	Areia
447	-7,13792	-35,105289	CRUZ DO ESPIRITO SANTO	PB	Indeterminado	Não Explotado	Argila
448	-7,12348	-34,985288	SANTA RITA	PB	Depósito	Garimpo	Argila
449	-7,27598	-34,949455	ALHANDRA	PB	Depósito	Garimpo	Areia, Cascalho
450	-7,24959	-34,886399	CONDE	PB	Indeterminado	Não Explotado	Calcário
451	-6,96709	-34,883621	SANTA RITA	PB	Depósito	Não Explotado	Calcário
452	-7,12070	-34,955844	SANTA RITA	PB	Indeterminado	Não Explotado	Argila

OBJECTID	LAT	LONG	MUNICIPIO	UF	GRAU_IMP	STATUS_ECO	SUBSTANCIAS
453	-7,11625	-34,942233	SANTA RITA	PB	Indeterminado	Não Explotado	Argila
454	-7,21264	-34,919455	JOÃO PESSOA	PB	Depósito	Garimpo	Areia
455	-7,52598	-34,861677	CAAPORÃ	PB	Depósito	Mina Ativa	Calcário
456	-7,14320	-35,092789	CRUZ DO ESPÍRITO SANTO	PB	Depósito	Garimpo	Areia
457	-7,26931	-34,948344	ALHANDRA	PB	Depósito	Não Explotado	Argila
458	-7,45098	-34,915288	CAAPORÃ	PB	Depósito	Garimpo	Areia
459	-7,13542	-34,894454	JOÃO PESSOA	PB	Depósito	Mina Ativa	Calcário
460	-7,23959	-34,892232	CONDE	PB	Depósito	Mina Inativa	Calcário

## LISTAGEM DE INFORMES DE RECURSOS MINERAIS

---

## LISTAGEM DOS INFORMES DE RECURSOS MINERAIS

### SÉRIE METAIS DO GRUPO DA PLATINA E ASSOCIADOS

- Nº 01 - Mapa de Caracterização das Áreas de Trabalho (Escala 1:7.000.000), 1996.
- Nº 02 - Mapa Geológico Preliminar da Serra do Colorado - Rondônia e Síntese Geológico-Metalogenética, 1997.
- Nº 03 - Mapa Geológico Preliminar da Serra Céu Azul - Rondônia, Prospecção Geoquímica e Síntese Geológico-Metalogenética, 1997.
- Nº 04 - Síntese Geológica e Prospecção por Concentrados de Bateia nos Complexos Canabrava e Barro Alto - Goiás, 1997.
- Nº 05 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica/Aluvionar da Área Migrantinópolis - Rondônia, 2000.
- Nº 06 - Geologia e Prospecção Geoquímica/Aluvionar da Área Corumbiara/Chupinguaia - Rondônia, 2000.
- Nº 07 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica/Aluvionar da Área Serra Azul - Rondônia, 2000.
- Nº 08 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Rio Branco/Alta Floresta - Rondônia, 2000.
- Nº 09 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Santa Luzia - Rondônia, 2000.
- Nº 10 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Nova Brasilândia - Rondônia, 2000.
- Nº 11 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica da Área Rio Madeirinha - Mato Grosso, 2000.
- Nº 12 - Síntese Geológica e Prospectiva das Áreas Pedra Preta e Cotingo - Roraima, 2000.
- Nº 13 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Santa Bárbara - Goiás, 2000.
- Nº 14 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Barra da Gameleira - Tocantins, 2000.
- Nº 15 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Córrego Seco - Goiás, 2000.
- Nº 16 - Síntese Geológica e Resultados Prospectivos da Área São Miguel do Guaporé - Rondônia, 2000.
- Nº 17 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Cana Brava - Goiás, 2000.
- Nº 18 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Cacoal - Rondônia, 2000.
- Nº 19 - Geologia e Resultados Prospectivos das Áreas Morro do Leme e Morro Sem Boné - Mato Grosso, 2000.
- Nº 20 - Geologia e Resultados Prospectivos das Áreas Serra dos Pacaás Novos e Rio Cautário - Rondônia, 2000.
- Nº 21 - Aspectos Geológicos, Geoquímicos e Potencialidade em Depósitos de Ni-Cu-EGP do Magmatismo da Bacia do Paraná - 2000.
- Nº 22 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Tabuleta - Mato Grosso, 2000.
- Nº 23 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Rio Alegre - Mato Grosso, 2000.
- Nº 24 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Figueira Branca/Indiavaí - Mato Grosso, 2000.
- Nº 25 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica/Aluvionar das Áreas Jaburu, Caracaraí, Alto Tacutu e Amajari - Roraima, 2000.
- Nº 26 - Prospecção Geológica e Geoquímica no Corpo Máfico-Ultramáfico da Serra da Onça - Pará, 2001.
- Nº 27 - Prospecção Geológica e Geoquímica nos Corpos Máfico-Ultramáficos da Suíte Intrusiva Cateté - Pará, 2001.
- Nº 28 - Aspectos geológicos, Geoquímicos e Metalogenéticos do Magmatismo Básico/Ultrabásico do Estado de Rondônia e Área Adjacente, 2001.
- Nº 29 - Geological, Geochemical and Potentiality Aspects of Ni-Cu-PGE Deposits of the Paraná Basin Magmatism, 2001.
- Nº 30 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica da Área Barro Alto – Goiás, 2010.

### SÉRIE MAPAS TEMÁTICOS DE OURO - ESCALA 1:250.000

- Nº 01 - Área GO-09 Aurilândia/Anicuns - Goiás, 1995.
- Nº 02 - Área RS-01 Lavras do Sul/Caçapava do Sul - Rio Grande do Sul, 1995.
- Nº 03 - Área RO-01 Presidente Médici - Rondônia, 1996.
- Nº 04 - Área SP-01 Vale do Ribeira - São Paulo, 1996.
- Nº 05 - Área PA-15 Inajá - Pará, 1996.
- Nº 06 - Área GO-05 Luziânia - Goiás, 1997.
- Nº 07 - Área PA-01 Paru - Pará, 1997.
- Nº 08 - Área AP-05 Serra do Navio/Cupixi - Amapá, 1997.
- Nº 09 - Área BA-15 Caripará - Bahia, 1997.
- Nº 10 - Área GO-01 Crixás/Pilar - Goiás, 1997.
-

Nº 11 - Área GO-02 Porangatu/Mara Rosa - Goiás, 1997  
Nº 12 - Área GO-03 Niquelândia - Goiás, 1997.  
Nº 13 - Área MT-01 Peixoto de Azevedo/Vila Guarita - Mato Grosso, 1997.  
Nº 14 - Área MT-06 Ilha 24 de Maio - Mato Grosso, 1997.  
Nº 15 - Área MT-08 São João da Barra - Mato Grosso/Pará, 1997.  
Nº 16 - Área RO-02 Jenipapo/Serra Sem Calça - Rondônia, 1997.  
Nº 17 - Área RO-06 Guaporé/Madeira - Rondônia, 1997.  
Nº 18 - Área RO-07 Rio Madeira - Rondônia, 1997.  
Nº 19 - Área RR-01 Uraricaá - Roraima, 1997.  
Nº 20 - Área AP-03 Alto Jari - Amapá/Pará, 1997.  
Nº 21 - Área CE-02 Várzea Alegre/Lavras da Mangabeira/Encanto - Ceará, 1997.  
Nº 22 - Área GO-08 Arenópolis/Amorinópolis - Goiás, 1997.  
Nº 23 - Área PA-07 Serra Pelada - Pará, 1997.  
Nº 24 - Área SC-01 Botuverá/Brusque/Gaspar - Santa Catarina, 1997.  
Nº 25 - Área AP-01 Cassiporé - Amapá, 1997.  
Nº 26 - Área BA-04 Jacobina Sul - Bahia, 1997.  
Nº 27 - Área PA-03 Cuiapucu/Carará - Pará/Amapá, 1997.  
Nº 28 - Área PA-10 Serra dos Carajás - Pará, 1997.  
Nº 29 - Área AP-04 Tumucumaque - Pará, 1997.  
Nº 30 - Área PA-11 Xinguara - Pará, 1997.  
Nº 31 - Área PB-01 Cachoeira de Minas/Itajubatiba/Itapetim - Paraíba/Pernambuco, 1997.  
Nº 32 - Área AP-02 Tartarugalzinho - Amapá, 1997.  
Nº 33 - Área AP-06 Vila Nova/Iratapuru - Amapá, 1997.  
Nº 34 - Área PA-02 Ipitinga - Pará/Amapá, 1997.  
Nº 35 - Área PA-17 Caracol - Pará, 1997.  
Nº 36 - Área PA-18 Vila Riozinho - Pará, 1997.  
Nº 37 - Área PA-19 Rio Novo - Pará, 1997.  
Nº 38 - Área PA-08 São Félix - Pará, 1997.  
Nº 39 - Área PA-21 Marupá - Pará, 1998.  
Nº 40 - Área PA-04 Três Palmeiras/Volta Grande - Pará, 1998.  
Nº 41 - Área TO-01 Almas/Natividade - Tocantins, 1998.  
Nº 42 - Área RN-01 São Fernando/Ponta da Serra/São Francisco - Rio Grande do Norte/Paraíba, 1998.  
Nº 43 - Área GO-06 Cavalcante - Goiás/Tocantins, 1998.  
Nº 44 - Área MT-02 Alta Floresta - Mato Grosso/Pará, 1998.  
Nº 45 - Área MT-03 Serra de São Vicente - Mato Grosso, 1998.  
Nº 46 - Área AM-04 Rio Traíra - Amazonas, 1998.  
Nº 47 - Área GO-10 Pirenópolis/Jaraguá - Goiás, 1998.  
Nº 48 - Área CE-01 Reriutaba/Ipu - Ceará, 1998.  
Nº 49 - Área PA-06 Manelão - Pará, 1998.  
Nº 50 - Área PA-20 Jacareacanga - Pará/Amazonas, 1998.  
Nº 51 - Área MG-07 Paracatu - Minas Gerais, 1998.  
Nº 52 - Área RO-05 Colorado - Rondônia/Mato Grosso, 1998.  
Nº 53 - Área TO-02 Brejinho de Nazaré - Tocantins, 1998.  
Nº 54 - Área RO-04 Porto Esperança - Rondônia, 1998.  
Nº 55 - Área RO-03 Parecis - Rondônia, 1998.  
Nº 56 - Área RR-03 Uraricoera - Roraima, 1998.  
Nº 57 - Área GO-04 Goiás - Goiás, 1998.  
Nº 58 - Área MA-01 Belt do Gurupi - Maranhão/Pará, 1998.  
Nº 59 - Área MA-02 Aurizona/Carutapera - Maranhão/Pará, 1998.  
Nº 60 - Área PE-01 Serrita - Pernambuco, 1998.  
Nº 61 - Área PR-01 Curitiba/Morretes - Paraná, 1998.  
Nº 62 - Área MG-01 Pitangui - Minas Gerais, 1998.  
Nº 63 - Área PA-12 Rio Fresco - Pará, 1998.

---

- Nº 64 - Área PA-13 Madalena - Pará, 1998.  
Nº 65 - Área AM-01 Parauari - Amazonas/Pará, 1999.  
Nº 66 - Área BA-01 Itapicuru Norte - Bahia, 1999.  
Nº 67 - Área RR-04 Quino Maú - Roraima, 1999.  
Nº 68 - Área RR-05 Apiaú - Roraima, 1999.  
Nº 69 - Área AM 05 Gavião/Dez Dias - Amazonas, 1999.  
Nº 70 - Área MT-07 Araés/Nova Xavantina - Mato Grosso, 2000.  
Nº 71 - Área AM-02 Cauaburi - Amazonas, 2000.  
Nº 72 - Área RR-02 Mucajaí - Roraima, 2000.  
Nº 73 - Área RR-06 Rio Amajari - Roraima, 2000.  
Nº 74 - Área BA-03 Jacobina Norte - Bahia, 2000.  
Nº 75 - Área MG-04 Serro - Minas Gerais, 2000.  
Nº 76 - Área BA-02 Itapicuru Sul - Bahia, 2000.  
Nº 77 - Área MG-03 Conselheiro Lafaiete - Minas Gerais, 2000.  
Nº 78 - Área MG-05 Itabira - Minas Gerais, 2000.  
Nº 79 - Área MG-09 Riacho dos Machados - Minas Gerais, 2000.  
Nº 80 - Área BA-14 Correntina - Bahia, 2000.  
Nº 81 - Área BA-12 Boquira Sul - Bahia, 2000  
Nº 82 - Área BA-13 Gentio do Ouro - Bahia, 2000.  
Nº 83 - Área BA-08 Rio de Contas/Ibitiara Sul - Bahia, 2000.  
Nº 84 - Área MT-05 Cuiabá/Poconé - Mato Grosso, 2000.  
Nº 85 - Área MT-04 Jauru/Barra dos Bugres - Mato Grosso, 2000.

### **SÉRIE OURO - INFORMES GERAIS**

- Nº 01 - Mapa de Reservas e Produção de Ouro no Brasil (Escala 1:7.000.000), 1996.  
Nº 02 - Programa Nacional de Prospecção de Ouro - Natureza e Métodos, 1998.  
Nº 03 - Mapa de Reservas e Produção de Ouro no Brasil (Escala 1:7.000.000), 1998.  
Nº 04 - Gold Prospecting National Program - Subject and Methodology, 1998.  
Nº 05 - Mineralizações Auríferas da Região de Cachoeira de Minas – Municípios de Manaíra e Princesa Isabel - Paraíba, 1998.  
Nº 06 - Mapa de Reservas e Produção de Ouro no Brasil (Escala 1:7.000.000), 2000.  
Nº 07 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Minas do Camaquã - Rio Grande do Sul, 2000.  
Nº 08 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Ibaré – Rio Grande do Sul, 2000.  
Nº 09 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Caçapava do Sul - Rio Grande do Sul, 2000.  
Nº 10 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Passo do Salsinho - Rio Grande do Sul, 2000.  
Nº 11 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Marmeleiro - Rio Grande do Sul, 2000.  
Nº 12 - Map of Gold Production and Reserves of Brazil (1:7.000.000 Scale), 2000  
Nº 13 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Cambaizinho - Rio Grande do Sul, 2001.  
Nº 14 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Passo do Ivo - Rio Grande do Sul, 2001.  
Nº 15 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Batovi – Rio Grande do Sul, 2001.  
Nº 16 - Projeto Metalogenia da Província Aurífera Juruena-Teles Pires, Mato Grosso – Goiânia, 2008.  
Nº 17 - Metalogenia do Distrito Aurífero do Rio Juma, Nova Aripuanã, Manaus, 2010.

### **SÉRIE INSUMOS MINERAIS PARA AGRICULTURA**

- Nº 01 - Mapa Síntese do Setor de Fertilizantes Minerais (NPK) no Brasil (Escala 1:7.000.000), 1997.
-

- Nº 02 - Fosfato da Serra da Bodoquena - Mato Grosso do Sul, 2000.
- Nº 03 - Estudo do Mercado de Calcário para Fins Agrícolas no Estado de Pernambuco, 2000.
- Nº 04 - Mapa de Insumos Minerais para Agricultura e Áreas Potenciais nos Estados de Pernambuco, Alagoas, Paraíba e Rio Grande do Norte, 2001.
- Nº 05 - Estudo dos Níveis de Necessidade de Calcário nos Estados de Pernambuco, Alagoas, Paraíba e Rio Grande do Norte, 2001.
- Nº 06 - Síntese das Necessidades de Calcário para os Solos dos Estados da Bahia e Sergipe, 2001.
- Nº 07 - Mapa de Insumos Minerais para Agricultura e Áreas Potenciais de Rondônia, 2001.
- Nº 08 - Mapas de Insumos Minerais para Agricultura nos Estados de Amazonas e Roraima, 2001.
- Nº 09 - Mapa-Síntese de Jazimentos Minerais Carbonatados dos Estados da Bahia e Sergipe, 2001.
- Nº 10 - Insumos Minerais para Agricultura e Áreas Potenciais nos Estados do Pará e Amapá, 2001.
- Nº 11 - Síntese dos Jazimentos, Áreas Potenciais e Mercado de Insumos Minerais para Agricultura no Estado da Bahia, 2001.
- Nº 12 - Avaliação de Rochas Calcárias e Fosfatadas para Insumos Agrícolas do Estado de Mato Grosso, 2008.
- Nº 13 - Projeto Fosfato Brasil – Parte I, Salvador, 2011.
- Nº 14 - Projeto Fosfato Brasil – Estado de Mato Grosso – Áreas Araras/Serra do Caeté e Planalto da Serra, 2011.
- Nº 15 - Projeto Mineralizações Associadas à Plataforma Bambuí no Sudeste do Estado do Tocantins (TO) – Goiânia, 2016.
- Nº 16 – Rochas Carbonáticas do Estado de Rondônia, Porto Velho, 2015.
- Nº 17 – Projeto Fosfato Brasil – Parte II, Salvador, 2016.
- Nº 18 – Geoquímica Orientativa para Pesquisa de Fosfato no Brasil, Salvador, 2016.
- Nº 19 – Projeto Agrominerais da Região de Irecê -Jaguarari, Salvador, 2016.
- Nº 20 – Avaliação do Potencial do Fosfato no Brasil – Fase III - Bacia dos Parecis, Porto Velho, 2017.
- Nº 21 – Avaliação do Potencial do Fosfato no Brasil – Fase III: Bacia Sergipe-Alagoas, Sub-bacia Sergipe, Recife, 2017.
- Nº 22 – Avaliação do Potencial do Fosfato no Brasil – Fase III: Centro-leste de Santa Catarina, Salvador, 2018.
- Nº 23 – Avaliação do Potencial do Potássio no Brasil: Bacia do Amazonas, setor centro-oeste, Estados do Amazonas e Pará, Manaus, 2020.
- Nº 24 – Investigação de Anomalias Geofísicas no Escudo Sul-Rio-Grandense com Enfoque em Insumos Agrícolas, Porto Alegre, 2020.
- Nº 25 – Avaliação do Potencial do Fosfato no Brasil: Borda Norte da Bacia do Amazonas, região de Monte Alegre e Monte Dourado, Estado do Pará, Belém, 2020.

## **SÉRIE PEDRAS PRECIOSAS**

- Nº 01 - Mapa Gemológico da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, 1997.
- Nº 02 - Mapa Gemológico da Região Lajeado/Soledade/Salto do Jacuí - Rio Grande do Sul, 1998
- Nº 03 - Mapa Gemológico da Região de Ametista do Sul - Rio Grande do Sul, 1998.
- Nº 04 - Recursos Gemológicos dos Estados do Piauí e Maranhão, 1998.
- Nº 05 - Mapa Gemológico do Estado do Rio Grande do Sul, 2000.
- Nº 06 - Mapa Gemológico do Estado de Santa Catarina, 2000.
- Nº 07 - Aspectos da Geologia dos Pólos Diamantíferos de Rondônia e Mato Grosso – O Fórum de Juína – Projeto Diamante, Goiânia, 2010.
- Nº 08 - Projeto Avaliação dos Depósitos de Opalas de Pedro II – Estado do Piauí, Teresina, 2015.
- Nº 09 - Aluviões Diamantíferos da Foz dos Rios Jequitinhonha e Pardo - Fase I – Estado da Bahia, Salvador, 2016.
- Nº 10 - Áreas Kimberlíticas e Diamantíferas do Estado de Minas Gerais, Brasília, 2017
- Nº 11 - Áreas Kimberlíticas e Diamantíferas do Estado de Rondônia, Brasília, 2017
- Nº 12 - Áreas Kimberlíticas e Diamantíferas do Estado do Mato Grosso, Brasília, 2017
- Nº 13 - Áreas Kimberlíticas e Diamantíferas do Estado da Bahia, Brasília, 2017

## **SÉRIE OPORTUNIDADES MINERAIS – EXAME ATUALIZADO DE PROJETO**

- Nº 01 - Níquel de Santa Fé - Estado de Goiás, 2000.
- Nº 02 - Níquel do Morro do Engenho - Estado de Goiás, 2000.
-

- Nº 03 - Cobre de Bom Jardim - Estado de Goiás, 2000.  
Nº 04 - Ouro no Vale do Ribeira - Estado de São Paulo, 1996.  
Nº 05 - Chumbo de Nova Redenção - Estado da Bahia, 2001.  
Nº 06 - Turfa de Caçapava - Estado de São Paulo, 1996.  
Nº 08 - Ouro de Natividade - Estado do Tocantins, 2000.  
Nº 09 - Gipsita do Rio Cupari - Estado do Pará, 2001.  
Nº 10 - Zinco, Chumbo e Cobre de Palmeirópolis - Estado de Tocantins, 2000.  
Nº 11 - Fosfato de Miriri - Estados de Pernambuco e Paraíba, 2001.  
Nº 12 - Turfa da Região de Itapuã - Estado do Rio Grande do Sul, 1998.  
Nº 13 - Turfa de Águas Claras - Estado do Rio Grande do Sul, 1998.  
Nº 14 - Turfa nos Estados de Alagoas, Paraíba e Rio Grande do Norte, 2001.  
Nº 15 - Nióbio de Uaupés - Estado do Amazonas, 1997.  
Nº 16 - Diamante do Rio Maú - Estado da Roraima, 1997.  
Nº 18 - Turfa de Santo Amaro das Brotas - Estado de Sergipe, 1997.  
Nº 19 - Diamante de Santo Inácio - Estado da Bahia, 2001.  
Nº 21 - Carvão nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, 1997.  
Nº 22 - Coal in the States of Rio Grande do Sul and Santa Catarina, 1999.  
Nº 23 - Kaolin Exploration in the Capim River Region - State of Pará - Executive Summary, 2000.  
Nº 24 - Turfa de São José dos Campos - Estado de São Paulo, 2002.  
Nº 25 - Lead in Nova Redenção - Bahia State, Brazil, 2001.  
Nº 26 – Projeto Reavaliação do Patrimônio Mineral, Área Polimetálicos de Palmeirópolis, Estado do Tocantins, Brasília, 2020.  
Nº 27 – Projeto Reavaliação do Patrimônio Mineral, Área Carvão Sul Catarinense, Estado de Santa Catarina, Brasília, 2021.  
Nº 28 - Projeto Reavaliação do Patrimônio Mineral, Área Fosfato Miriri, Estados de Pernambuco e Paraíba, Brasília, 2021.  
Nº 29 - Projeto Reavaliação do Patrimônio Mineral, Área Carvão de Iruí-Butiá, Estado do Rio Grande do Sul, Brasília, 2021.

### **SÉRIE DIVERSOS**

- Nº 01 - Informe de Recursos Minerais - Diretrizes e Especificações - Rio de Janeiro, 1997.  
Nº 02 - Argilas Nobres e Zeolitas na Bacia do Parnaíba - Belém, 1997.  
Nº 03 - Rochas Ornamentais de Pernambuco - Folha Belém do São Francisco - Escala 1:250.000 - Recife, 2000.  
Nº 04 - Substâncias Minerais para Construção Civil na Região Metropolitana de Salvador e Adjacências - Salvador, 2001.  
Nº 05 – Terras Indígenas do Noroeste do Amazonas: Geologia, Geoquímica e Cadastramento Mineral na região do Tunuí-Caparro, Estado do Amazonas, Manaus, 2020

### **SÉRIE RECURSOS MINERAIS MARINHOS**

- Nº 01 – Potencialidade dos Granulados Marinhos da Plataforma Continental Leste do Ceará – Recife, 2007.

### **SÉRIE ROCHAS E MINERAIS INDUSTRIAIS**

- Nº 01 – Projeto Materiais de Construção na Área Manacapuru-Iranduba-Manaus-Careiro (Domínio Baixo Solimões) – Manaus, 2007.  
Nº 02 – Materiais de Construção Civil na região Metropolitana de Salvador – Salvador, 2008.  
Nº 03 – Projeto Materiais de Construção no Domínio Médio Amazonas – Manaus, 2008.  
Nº 04 – Projeto Rochas Ornamentais de Roraima – Manaus, 2009.  
Nº 05 – Projeto Argilas da Bacia Pimenta Bueno – Porto Velho, 2010.  
Nº 06 – Projeto Quartzo Industrial Dueré-Cristalândia – Goiânia, 2010.  
Nº 07 – Materiais de Construção Civil na região Metropolitana de Aracaju – Salvador, 2011.  
Nº 08 – Rochas Ornamentais no Noroeste do Estado do Espírito Santo – Rio de Janeiro, 2012.  
Nº 09 – Projeto Insumos Minerais para a Construção Civil na Região Metropolitana do Recife – Recife, 2012.  
Nº 10 – Materiais de Construção Civil da Folha Porto Velho – Porto Velho, 2013.
-

- Nº 11 – Polo Cerâmico de Santa Gertrudes – São Paulo, 2014.
- Nº 12 – Projeto Materiais de Construção Civil na Região Metropolitana de Natal – Natal, 2015.
- Nº 13 – Materiais de Construção Civil para Vitória da Conquista, Itabuna-Ilhéus e Feira de Santana – Salvador, 2015.
- Nº 14 – Projeto Materiais de Construção da Região de Marabá e Eldorado dos Carajás – Belém, 2015.
- Nº 15 – Panorama do Setor de Rochas Ornamentais do Estado de Rondônia – Porto Velho, 2015
- Nº 16 – Projeto Materiais de Construção da Região Metropolitana de Goiânia – Goiânia, 2015
- Nº 17 – Projeto Materiais de Construção da Região Metropolitana de Porto Alegre – Porto Alegre, 2016
- Nº 18 – Projeto Materiais de Construção da Região Metropolitana de Fortaleza – Fortaleza, 2016
- Nº 19 – Projeto Materiais de Construção Civil da Região da Grande Florianópolis – Porto Alegre, 2016
- Nº 20 – Projeto materiais de construção da região de Macapá - Estado do Amapá – Belém, 2016.
- Nº 21 – Projeto Materiais De Construção da Região Metropolitana de Curitiba - Estado do Paraná, 2016.
- Nº 22 – Projeto Materiais de Construção da Região Metropolitana de São Luís e Entorno - Estado do Maranhão, 2017.
- Nº 23 – Panorama do Segmento de Rochas Ornamentais do Estado da Bahia, Salvador, 2019
- Nº 24 – Materiais de Construção da Região Metropolitana de São Paulo - Estado de São Paulo, São Paulo, 2019. Nº
- 25 – Gipsita no sudoeste da Bacia sedimentar do Araripe - Estado de Pernambuco, Recife, 2019.
- Nº 26 – Projeto Materiais de Construção da Região Metropolitana de Belo Horizonte - Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.
- Nº 27 – Rochas Ornamentais do Estado do Rio Grande do Norte: Mapa de Potencialidades, Natal, 2020.
- Nº 28 – Materiais de Construção da Região Metropolitana de Palmas - Estado do Tocantins, Goiânia, 2020.
- Nº 29 – Estudos dos granitoides da região Nordeste do Pará para produção de brita, Belém, 2020.
- Nº 30 – Materiais de Construção da Região de Capitão Poço-Ourém - Estado do Pará, Belém, 2020.

#### **SÉRIE METAIS - INFORMES GERAIS**

- Nº 01 – Projeto BANEIO – Bacia do Camaquã – Metalogenia das Bacias Neoproterozóico-eopaleozóicas do Sul do Brasil, Porto Alegre, 2008
- Nº 02 – Mapeamento Geoquímico do Quadrilátero Ferrífero e seu Entorno - MG – Rio de Janeiro, 2014.
- Nº 03 – Projeto BANEIO – Bacias do Itajaí, de Campo Alegre e Corupá – Metalogenia das Bacias Neoproterozoico-eopaleozoicas do Sul do Brasil, Porto Alegre, 2015

#### **SÉRIE PROVÍNCIAS MINERAIS DO BRASIL**

- Nº 01 – Áreas de Relevante Interesse Mineral - ARIM, Brasília, 2015
- Nº 02 – Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Área Tróia-Pedra Branca, Estado do Ceará, Fortaleza, 2015
- Nº 03 – Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Área Sudeste do Tapajós, Estado do Pará, Brasília, 2015. Nº
- 04 – Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Província Aurífera Juruena-Teles Pires-Aripuanã – Geologia e Recursos Minerais da Folha Ilha Porto Escondido – SC.21-V-C-III, Brasília, 2015.
- Nº 05 – Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Distrito Zincífero de Vazante – MG, Brasília, 2015.
- Nº 06 – Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Rochas Alcalinas da Porção Meridional do Cinturão Ribeira. Estados de São Paulo e Paraná, Brasília, 2015.
- Nº 07 – Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Área Sudeste de Rondônia, Brasília, 2016.
- Nº 08 – Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Área Seridó-Leste, extremo nordeste da Província Borborema (RN-PB), Brasília, 2016.
- Nº 09 – Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Porção sul da Bacia do Paraná, RS, 2017
- Nº 10 – Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Área Eldorado do Juma, Estado do Amazonas, AM, 2019 Nº
- 11 – Áreas de Relevante Interesse Mineral: Cinturão Gurupi, Estados do Pará e Maranhão, Brasília, 2017.
- Nº 12 – Áreas de relevante interesse mineral: Reserva Nacional do Cobre e Associados, Estados do Pará e Amapá, Belém, 2017.
- Nº 13 – Áreas de Relevante Interesse Mineral – Vale do Ribeira: Mineralizações Polimetálicas (Pb, Ag, Zn, Cu e Au – “Tipo Pannels”) em zonas de cisalhamento Rúptil, Cinturão Ribeira Meridional, SP-PR, São Paulo, 2017.
- Nº 14 – Área de Relevante Interesse Mineral - ARIM: Distrito Mineral de Paracatu-Unai (Zn-Pb-Cu), MG, 2018
- Nº 15 – Área de Relevante Interesse Mineral Integração Geológica-Geofísica e Recursos Minerais do Cráton Luis Alves, RS, 2018.
-

- Nº 16 – Áreas de Relevante Interesse Mineral - Província Mineral de Carajás, PA: Estratigrafia e análise do Minério de Mn de Carajás - áreas Azul, Sereno, Buritirama e Antônio Vicente, PA, 2018.
- Nº 17 – Áreas de Relevante Interesse Mineral Troia-Pedra Branca - Geologia e mineralização aurífera da sequência metavulcanossedimentar da Serra das Pipocas, Maciço de Troia, Ceará, Estado do Ceará, CE, 2018
- Nº 18 – Áreas de Relevante Interesse Mineral – Reavaliação da Província Estanífera de Rondônia, RO, 2019.
- Nº 19 – Áreas de relevante interesse mineral – Evolução Crustal e Metalogenia da Faixa Nova Brasilândia, RO, 2019.
- Nº 20 – Áreas de Relevante Interesse Mineral - Batólito Pelotas–Terreno Tijuca, Estado do Rio Grande do Sul, RS, 2019.
- Nº 21 – Áreas de Relevante Interesse Mineral – Vale do Ribeira: mineralizações polimetálicas (Pb-Zn-Ag-Cu-Ba) associadas a Formação Perau, Cinturão Ribeira Meridional, Estado do Paraná, São Paulo, 2019.
- Nº 22 – Áreas de relevante interesse mineral – Evolução crustal e metalogenia da Província Mineral Jurueña–Teles-Pires, MT, Goiânia, 2019.
- Nº 23 – Áreas de relevante interesse mineral – Projeto evolução crustal e metalogenia da Faixa Brasília setor centro-norte, GO-TO, Goiânia, 2019
- Nº 24 – Avaliação do Potencial Mineral do NW do Ceará, CE, Fortaleza, 2019.
- Nº 25 – Avaliação do Potencial Mineral das faixas Marginais da borda NW do Craton do São Francisco (Área Riacho do Pontal), PI, Teresina, 2019.
- Nº 26 – Avaliação do Potencial Mineral das faixas Marginais da borda NW do Craton do São Francisco (Área Rio Preto), PI, Teresina, 2019.
- Nº 27 – Áreas de Relevante Interesse Mineral - Avaliação do Potencial Mineral do Vale do Ribeira (Área Castro), SP, São Paulo, 2019.
- Nº 28 - Áreas de Relevante Interesse Mineral - Evolução crustal e Metalogenia da região de Aripuanã, MT, Goiânia, 2020.
- Nº 29 – Modelo Prospectivo para Ametista e Ágata na Fronteira Sudoeste do Rio Grande do Sul, RS, Porto Alegre, 2020.
- Nº 30 - Áreas de Relevante Interesse Mineral - Reavaliação das sequências metavulcanossedimentares a Sudoeste do Quadrilátero Ferrífero – Área de Nazareno, Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.
- Nº 31 - Áreas de Relevante Interesse Mineral – Integração Geológica e Avaliação do Potencial Metalogenético da Serra de Jacobina e dos Greenstone Belt Mundo Novo, Estado da Bahia, Salvador, 2020

### **SÉRIE MINERAIS ESTRATÉGICOS**

- Nº 01 – Diretrizes para Avaliação do Potencial do Potássio, Fosfato, Terras Raras e Lítio no Brasil, Brasília, 2015.
- Nº 02 – Avaliação do Potencial de Terras Raras no Brasil, Brasília, 2015.
- Nº 03 – Projeto Avaliação do Potencial do Lítio no Brasil – Área do Médio Rio Jequitinhonha, Nordeste de Minas Gerais, Brasília, 2016.
- Nº 04 – Projeto Avaliação do Potencial de Terras Raras No Brasil - Área Morro dos Seis Lagos, Noroeste do Amazonas, Brasília, 2019.
- Nº 05 – Projeto Avaliação do Potencial da Grafita no Brasil – Fase I, São Paulo, 2020.

### **SÉRIE GEOQUÍMICA PROSPECTIVA**

- Nº 01 – Informe Geoquímico Bacia do Araripe, Estados de Pernambuco, Piauí e Ceará, Recife, 2018.
- Nº 02 – Informe Geoquímico das Folhas Quixadá-Itapiúna, Estado do Ceará, Fortaleza, 2020.

### **SÉRIE MAPEAMENTO GEOQUÍMICO**

- Nº 01 – Levantamento geoquímico do Escudo do Rio Grande do Sul, Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.
-

## O SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM E OS OBJETIVOS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - ODS

Em setembro de 2015, líderes mundiais reuniram-se na sede da ONU, em Nova York, e formularam um conjunto de objetivos e metas universais com intuito de garantir o desenvolvimento sustentável nas dimensões econômica, social e ambiental. Esta ação resultou na *Agenda 2030*, a qual contém um conjunto de 17 *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS*.

A Agenda 2030 é um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade. Busca fortalecer a paz universal, e considera que a erradicação da pobreza em todas as suas formas e dimensões é o maior desafio global, e um requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável.

Os 17 ODS incluem uma ambiciosa lista de 169 metas para todos os países e todas as partes interessadas, atuando em parceria colaborativa, a serem cumpridas até 2030.



O Serviço Geológico do Brasil – CPRM atua em diversas áreas intrínsecas às geociências, que podem ser agrupadas em três grandes linhas de atuação:

- Geologia e Recursos Minerais;
- Geologia Aplicada e Ordenamento Territorial;
- Hidrologia e Hidrogeologia.

Todas as áreas de atuação do SGB-CPRM, sejam nas áreas das geociências ou nos serviços compartilhados, ou ainda em seus programas internos, devem ter conexão com os ODS, evidenciando o comprometimento de nossa instituição com a sustentabilidade, com a humanidade e com o futuro do planeta.

A tabela a seguir relaciona as áreas de atuação do SGB-CPRM com os ODS.

## ÁREA DE ATUAÇÃO GEOCIÊNCIAS

### LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS



### LEVANTAMENTOS AEROGEOFÍSICOS



### AValiação DOS RECURSOS MINERAIS DO BRASIL



### LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS MARINHOS



### LEVANTAMENTOS GEOQUÍMICOS



### LEVANTAMENTOS BÁSICO DE RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS



### PREVISÃO DE ALERTA DE CHEIAS E INUNDAÇÕES



### AGROGEOLOGIA



### LEVANTAMENTOS BÁSICO DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS



### RISCO GEOLÓGICO



### GEODIVERSIDADE



### PATRIMÔNIO GEOLÓGICO E GEOPARQUES



### ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO



### GEOLOGIA MÉDICA



### RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO



## ÁREA DE ATUAÇÃO SERVIÇOS COMPARTILHADOS

### GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO



### TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO



### LABORATÓRIO DE ANÁLISE MINERAIS



### MUSEU DE CIÊNCIAS DA TERRA



### PALEONTOLOGIA



### PARCERIAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS



### REDE DE BIBLIOTECAS



### REDE DE LITOTECAS



## ÁREA DE ATUAÇÃO PROGRAMAS INTERNOS

### SUSTENTABILIDADE



### PRÓ-EQUIDADE



### COMITÊ DE ÉTICA



Maiores informações: <http://www.cprm.gov.br/publique/Sobre-a-CPRM/Responsabilidade-Social/Objetivos-de-Desenvolvimento-Sustentavel---ODS-319>

## **PROGRAMA GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL**

### **INFORME DE RECURSOS MINERAIS**

**Série Rochas e Minerais Industriais, nº 35**

#### **PROJETO MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL DA REGIÃO METROPOLITANA DE JOÃO PESSOA**

O produto Informe de Recursos Minerais, parte integrante do programa Geologia, Mineração e Transformação Mineral, objetiva sintetizar e divulgar os resultados das atividades e projetos desenvolvidos pelo Serviço Geológico do Brasil - CPRM, nos campos da geologia econômica, metalogênese, prospecção, pesquisa e economia mineral. Tais resultados são apresentados na forma de estudos, artigos, relatórios e mapas.

Assim, o Serviço Geológico do Brasil - CPRM, empresa pública vinculada ao Ministério de Minas e Energia, tem a satisfação em apresentar o PROJETO MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL DA REGIÃO METROPOLITANA DE JOÃO PESSOA.

O projeto compreende a Região Metropolitana de João Pessoa (RMJP), constituída por 12 municípios: Alhandra, Bayeux, Caaporã, Cabedelo, Conde, Cruz do Espírito Santo, João Pessoa (núcleo urbano central e capital do estado), Lucena, Pedras de Fogo, Pitimbu, Rio Tinto e Santa Rita, abrangendo uma área litorânea 2.794,298 km<sup>2</sup>.

Os trabalhos desenvolvidos pelo Projeto tiveram como objetivos, produzir um diagnóstico do setor de mineração – exploração, produção, oferta, demanda -, estimular a instalação de novos empreendimentos na área, levantar dados que permitam a atividade mineira de forma sustentável, e fornecer subsídios preliminares para a formulação de políticas públicas e o planejamento da minimização do impacto ambiental que a atividade provoca.

Os principais insumos minerais de uso na construção civil objetos deste trabalho são brita, areia e argila, além de materiais de empréstimo e calcário. O projeto tem como meta principal gerar e disponibilizar informações geológicas atualizadas que permitam caracterizar e avaliar o potencial econômico desses bens minerais na RMJP, indicando as fontes geológicas, reservas, qualificação dos recursos, produção, processos produtivos, comercialização e preços.

Este Informe de Recursos Minerais está disponível para *download* no portal: [www.cprm.gov.br](http://www.cprm.gov.br)

#### **Serviço Geológico do Brasil - CPRM**

##### **Sede**

Setor Bancário Norte - SBN Quadra 02, Bloco H  
Asa Norte - Edifício Central Brasília  
Brasília - DF - CEP: 70040-904  
Tel: 61 2108-8400

##### **Escritório Rio de Janeiro**

Av Pasteur, 404 - Urca  
Rio de Janeiro - RJ Cep: 22290-255  
Tel: 21 2295-5337 - 21 2295-5382

##### **Diretoria de Geologia e Recursos Minerais**

Tel: 21 2546-0212 - 61 3223-1166

##### **Departamento de Geologia**

Tel: 91 31821326

##### **Departamento de Recursos Minerais**

Tel: 21 2295-4992

##### **Diretoria de Infraestrutura Geocientífica**

Tel: 21 2295-5837 - 61 2108-8457

##### **Superintendência de Recife**

Avenida Sul, 2291 - Afogados  
Recife - PE - CEP: 50770-011  
Tel.: 81 3316-1400

##### **Assessoria de Comunicação**

Tel: 61 2108-8468  
E-mail: [asscom@cprm.gov.br](mailto:asscom@cprm.gov.br)

##### **Ouvidoria**

Tel: 21 2541-6344  
E-mail: [ouvidoria@cprm.gov.br](mailto:ouvidoria@cprm.gov.br)

##### **Serviço de Atendimento ao Usuário – SEUS**

Tel: 21 2295-5997  
E-mail: [seus@cprm.gov.br](mailto:seus@cprm.gov.br)

[www.cprm.gov.br](http://www.cprm.gov.br)