

# INFORME DE RECURSOS MINERAIS

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL

*Série Rochas e Minerais  
Industriais, nº 12*

*Insumos Minerais para a Construção Civil*



## PROJETO MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NA REGIÃO METROPOLITANA DE NATAL

*Recife – 2015*

**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 Minerais e Rochas Industriais

**Programa Geologia do Brasil**

**PROJETO MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO  
CIVIL NA REGIÃO METROPOLITANA DE  
NATAL**

**ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE**

**INFORME DE RECURSOS MINERAIS**  
Série Rochas e Minerais Industriais, nº 12



RECIFE  
2015

**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 Minerais e Rochas Industriais

**Programa Geologia do Brasil**

**PROJETO MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NA  
REGIÃO METROPOLITANA DE NATAL**

**INFORME DE RECURSOS MINERAIS**

Série Rochas e Minerais Industriais, nº 12

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
CPRM – Serviço Geológico do Brasil  
DIDOTE – Processamento Técnico

Ferreira Neto, Manoel Henrique.

Projeto materiais de construção civil na região metropolitana de Natal / Organização  
Manoel Henrique Ferreira Neto [e] Vanildo Almeida Mendes. – Recife : CPRM, 2015.

1 CD-ROM . – (Informe de recursos minerais. Série rochas e minerais industriais ; 12)

Programa Geologia do Brasil.

ISBN 978-85-7499-250-1

1.Minerais indistriais – Brasil – Rio Grande do Norte. 2.Materiais de construção – Brasil  
– Rio Grande do norte. I. Mendes, Vanildo Almeida (Org.). II. Título. III. Série.

CDD 553.6098132

**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 Minerais e Rochas Industriais

**Programa Geologia do Brasil**

**PROJETO MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**  
**NA REGIÃO METROPOLITANA DE NATAL**

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**  
Carlos Eduardo de Souza Braga  
*Ministro de Estado*

**SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL**  
Carlos Nogueira da Costa Junior  
*Secretário*

**SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM**

Manoel Barretto da Rocha Neto  
*Diretor-Presidente*

Roberto Ventura Santos

*Diretor de Geologia e Recursos Minerais*

Thales de Queiroz Sampaio

*Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial*

Antônio Carlos Bacelar Nunes

*Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento*

Eduardo Santa Helena

*Diretor de Administração e Finanças*

Francisco Valdir Silveira

*Chefe do Departamento de Recursos Minerais*

Vanildo Almeida Mendes

*Chefe da Divisão de Minerais e Rochas Industriais*

Patrícia Duringer Jacques

*Chefe de Divisão de Geoprocessamento*

Paulo Roberto Macedo Bastos

*Chefe da Divisão de Cartografia*

Ernesto von Sperling

*Chefe do Departamento de Relações Institucionais e Divulgação*

José Márcio Henriques Soares

*Chefe da Divisão de Marketing e Divulgação*

**SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE RECIFE**

Waldir Duarte Costa Filho

*Superintendente*

Ana Claudia de Aguiar Accioly

*Gerente de Geologia e Recursos Minerais*

José Pessoa Veiga Júnior

*Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento*

**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 Minerais e Rochas Industriais

**Programa Geologia do Brasil**  
**PROJETO MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NA**  
**REGIÃO METROPOLITANA DE NATAL**

---

**EQUIPE TÉCNICA**

**Coordenação Técnica Nacional**

**Diretor da DGM**

Roberto Ventura Santos

**Chefe do DEGEO**

Reginaldo Alves dos Santos

**Chefe do DEREM**

Francisco Valdir Silveira

**Chefe da DIGEOB**

**Edilton José dos Santos**

**Chefe da DIGEOP**

Patrícia Jacques Duringer

**Chefe da DIMINI**

Vanildo Almeida Mendes

**Gerente de Recursos Minerais - RE**

Ana Claudia Aguiar Accioly

**Chefe do Projeto**

Manoel Henrique Ferreira Neto

**Responsáveis Técnicos**

Manoel Henrique Ferreira Neto

Luiz Carlos de Souza Júnior

Gustavo Alexandre Silva

**Estagiário**

Alexandre M. Baltar Filho

**Organização**

Manoel Henrique Ferreira Neto

Vanildo Almeida Mendes

**Revisão Final**

Vanildo Almeida Mendes

**Coordenação Técnica**

Ruben Sardou Filho

**Coordenação de Revisão Bibliográfica**

Roberta Pereira da Silva de Paula

**Organização, Preparo e Controle da Editoração Final**

Alan Düssel Schiros

---

**AUTORIA DOS CAPÍTULOS**

**Capítulo 1**

Manoel Henrique Ferreira Neto

Vanildo Almeida Mendes

**Capítulo 2**

Gustavo Alexandre Silva

**Capítulo 3 e 4**

Manoel Henrique Ferreira Neto

Vanildo Almeida Mendes

**Capítulo 5**

Manoel Henrique Ferreira Neto

Vanildo Almeida Mendes

Gustavo Alexandre Silva

**Capítulo 6**

Luiz Carlos Souza Júnior

**Capítulo 7**

Luiz Carlos Souza Júnior

Gustavo Alexandre Silva

**Capítulo 8**

Gustavo Alexandre Silva

**Capítulo 9**

Vanildo Almeida Mendes

**Referências Bibliográficas**

Dalvanize Bezerril

---

Editoração para publicação

UNIKA Editora

---

**EDIÇÃO DO PRODUTO DIGITAL**

Diretoria de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Departamento de Relações Institucionais e Divulgação – DERID - Ernesto von Sperling

Divisão de Marketing e Divulgação – DIMARK - José Márcio Henriques Soares

Divisão de Geoprocessamento – DIGEOP/SA - Reginaldo Leão Neto

# APRESENTAÇÃO

---

O Serviço Geológico do Brasil – CPRM, através da Superintendência Regional de Recife, tem a grata satisfação de disponibilizar a comunidade técnico-científica, aos empresários do setor mineral e à sociedade em geral, os resultados obtidos pelo Projeto Materiais de Construção Civil na Região Metropolitana de Natal, o qual constituiu mais um produto do Programa Geologia do Brasil, Ação de Recursos Minerais PAC II.

Os trabalhos desenvolvidos pelo projeto tiveram como objetivos principais, elaborar um diagnóstico do setor de agregados para construção civil naquela região metropolitana, produzir uma cartografia especializada, localização de novos depósitos e ocorrências, dados sobre produção, oferta e projeção de demanda, com a finalidade de estimular e subsidiar a instalação de novos empreendimentos mineiros de forma sustentável, além de fornecer subsídios preliminares para a formulação de políticas públicas e o planejamento para mitigar o impacto ambiental que a atividade ocasiona.

A execução desse projeto ocorre em um momento de crescimento da economia nordestina, a qual tem apresentado índices de expansão superiores a de outras regiões do Brasil. Tal fato tem acarretado um crescimento exponencial da demanda por matérias primas minerais utilizadas na construção civil, tendo em vista que o Estado do Rio Grande do Norte e a Região Metropolitana de Natal tem atravessado notável crescimento econômico – social impulsionado pelas obras de infraestrutura em execução na área, tais como a do Aeroporto Internacional de São Gonçalo do Amarante, obras para a copa do mundo e sustentabilidade urbana.

A área de cobertura deste projeto é a Região Metropolitana de Natal, com 2.808 km<sup>2</sup>, que abrange os municípios de Ceará – Mirim, Extremoz, São Gonçalo do Amarante, Macaíba, Parnamirim, Natal, Vera Cruz, São José do Mipibu, Nísia Floresta e Monte Alegre. Sua superfície corresponde a 5,3 % do território estadual, abrigando de acordo com o Censo Demográfico de 2010 uma população de 1.351.004 habitantes. Os materiais objetos do estudo foram pedra britada, rocha para cantaria, argila para cerâmica vermelha, areia e material de empréstimo.

Este informe em volume impresso contempla o texto do relatório final dos trabalhos efetuados na região em epígrafe, o qual contém a análise dos aspectos econômicos e sociais da atividade mineral, avaliação dos aspectos técnicos desta atividade, caracterização dos depósitos, descrição e análises dos impactos ambientais decorrentes, além dos mapas geológico, de potencial mineral e o de direitos minerários.

Durante o seu transcorrer dissertou-se também sobre o antagonismo e as formas de supera-lo entre mineração, preservação ambiental e a expansão da mancha urbana metropolitana. Dentro desta linha, os mapas temáticos acima referenciados têm como proposta servir de ferramentas para a busca de soluções visando uma relação integrada entre a atividade mineral e a sustentabilidade ambiental.

Com esta publicação o Serviço Geológico do Brasil busca contribuir, para a ampliação da informação geológica e mostrar a sua importância como mola propulsora no desenvolvimento do setor mineral do País, além de estimular a atração de novos investimentos para o setor mineral, com efeitos diretos na abertura de novos jazimentos, geração de empregos, renda e desenvolvimento social, tudo isto sob a ótica da sustentabilidade ambiental.

MANOEL BARRETTO DA ROCHA NETO  
Diretor-Presidente  
Serviço Geológico do Brasil - CPRM

ROBERTO VENTURA SANTOS  
Diretor de Geologia e Recursos Minerais  
Serviço Geológico do Brasil - CPRM



# RESUMO

---

O texto em tela reúne uma série de informações de interesse do setor mineral da Região Metropolitana de Natal, Estado do Rio Grande do Norte, enfocando os seus aspectos socioeconômicos, de infraestrutura, do contexto geológico, do seu potencial mineral, direitos minerários, além dos impactos ambientais da mineração. Tem como alvo os principais insumos minerais utilizados para a construção civil.

Inicialmente foi consultado o banco de dados da CPRM – GEOBANK e elaborado uma listagem de ocorrências minerais a serem cadastradas e amostradas durante os trabalhos de campo. No total foram catalogadas um total de 260 jazimentos minerais distribuídos entre ocorrências, depósitos, minas paralisadas ou em atividades, correspondendo a 5 insumos minerais de uso intensivo na construção civil, compreendendo areia, argila para cerâmica vermelha, rocha para brita, material para empréstimo e rocha para cantaria.

Com base nessas informações, foram elaborados mapas temáticos, tais como: geológico, potencial mineral e de direitos minerários, no qual foram plotados as áreas objeto de requerimento junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM e os setores com áreas de preservação ambiental.

Os insumos minerais foram descritos individualmente, enfocando-se aspectos tais como: localização, tipologia de depósitos, caracterizações tecnológicas e químicas das substâncias minerais analisadas, seguido de avaliação de recursos potenciais, estudo de projeção de demanda e a correlação entre os jazimentos minerais estudados e o contexto geológico regional, com o objetivo de detectar a existência de novas fontes de suprimento.

Efetou-se a caracterização tecnológica das areias e argilas vermelhas empregadas na construção civil, com a elaboração de química de óxidos, análises granulométricas, análises mineralógicas, difração de raios-X e ensaios cerâmicos. Também foi elaborada análise petrográfica das rochas graníticas utilizadas na produção de brita, com determinação de sua composição mineralógica e considerações sobre sua possibilidade de emprego.

Em paralelo foi elaborado um diagnóstico técnico-econômico sobre os insumos minerais estudados, levando em consideração a produção, capacidade instalada, consumo, projeção de demanda e impactos ambientais decorrentes da atividade mineira, com sugestões quanto à sustentabilidade de produção mineral dentro das normas atualmente em voga de produção limpa em atendimento a solicitação da demanda futura projetada.





# ABSTRACT

---

The present paper puts together relevant information on the mineral sector in Natal Metropolitan Area in the state of Rio Grande do Norte with a focus on social-economic and infrastructure aspects, as well as the geological context, mineral potential, mineral rights and environmental impacts of mining. The emphasis is on the main minerals used by the construction industry.

First off the CPRM – GEOBANK database was consulted and a list of mineral occurrences to be registered and sampled during field work was produced. Overall, 260 mineral fields were catalogued including occurrences, deposits, operating and abandoned mines, corresponding to minerals used extensively in the construction industry, including sand, red clay ceramic, crushed stones, "material for Loan", and for cobblestone rocks.

Based in these catalogued data information, thematic maps were developed to indicate, geological mineral and mining rights potential, on which the areas requested before the National Mineral Production Department (DNPM) and the environmental preservation initiatives were plotted.

The mineral inputs were described individually giving emphasis to the following aspects: location, deposit typology, technological and chemical features of the mineral substances analyzed, followed by an assessment on the potential of resources, a projected demand study and the correlation between the mineral fields under study and the regional geological context with the aim of detecting the existence of new supply sources.

The technological features of the sand and red clay used in civil construction were recorded through chemicals of oxides, granulometry, mineralogical analyses, X-ray diffraction and ceramic essays. Moreover, a petrographic analysis of granite rocks used to produce crushed stones was carried out whereby its mineralogical composition was determined and considerations were made over their possible uses.

In parallel a technical and economic diagnosis was made about the mineral inputs being studied which took into consideration production, installed capacity, consumption, demand projection and environmental impacts resulting from mining, with suggestions as to the sustainability of mineral production in conformity with current norms regarding clean production to meet the projected demand.



# SUMÁRIO

---

<b>1 – INTRODUÇÃO.....</b>	<b>19</b>
1.1 - LOCALIZAÇÃO.....	19
1.2 - METODOLOGIA DE TRABALHO .....	19
1.3 - ELABORAÇÃO DE ESTUDOS PARA PROJEÇÃO DE DEMANDA .....	20
1.4 - DADOS FÍSICOS DE PRODUÇÃO .....	20
<b>2 – ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E INFRAESTRUTURA .....</b>	<b>21</b>
2.1 - PERFIL DEMOGRÁFICO E ESTIMATIVAS PARA AS PRÓXIMAS DÉCADAS .....	22
2.1.1 - Crescimento da Mancha Metropolitana .....	23
2.2 - A DIMENSÃO ECONÔMICA .....	23
2.2.1 - A Renda .....	25
2.3 - INFRAESTRUTURA .....	25
2.3.1 - Transporte Ferroviário .....	25
2.3.2 - Transporte Rodoviário .....	26
2.3.3 - Aeroportos .....	26
2.3.4 - Sistema Portuário .....	26
2.3.5 - Aspectos Energéticos .....	26
2.3.6 - Saneamento Básico .....	27
2.3.7 - Principais Projetos de Infraestrutura Previstos para RMN .....	27
2.3.8 - Déficit Habitacional .....	27
<b>3 – MATÉRIAS-PRIMAS MINERAIS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL .....</b>	<b>29</b>
3.1 - DEFINIÇÃO.....	29
3.1.1 - Areia .....	29
3.1.1.1 - Usos e Funções .....	29
3.1.2 - Brita (rocha britada) .....	29
3.1.2.1 - Usos e Funções .....	30
3.1.3 - Rochas para Cantaria.....	30
3.1.4 - Argilas para Cerâmica Vermelha.....	30
3.1.5 - Material de Empréstimo - Saibro .....	30
<b>4 – ASPECTOS DA GEOLOGIA E DAS MATÉRIAS-PRIMAS MINERAIS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL .....</b>	<b>31</b>
4.1 - CONTEXTO GEOLÓGICO DA REGIÃO METROPOLITANA DE NATAL .....	31
4.2 - JAZIMENTOS DE AGREGADOS MINERAIS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL E SUA CORRELAÇÃO COM A GEOLOGIA .....	33
4.2.1 - Jazimentos de Brita .....	33
4.2.2 - Jazimentos de Areias .....	33
4.2.3 - Rochas para Cantaria.....	35
4.2.4 - Argilas para Cerâmica Vermelha.....	35
4.2.5 - Material de Empréstimo .....	37
4.2.6 - Calcário.....	38

<b>5 – POTENCIAL MINERAL DA REGIÃO METROPOLITANA DE NATAL .....</b>	<b>39</b>
5.1 - IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS POTENCIAIS .....	39
5.1.1 - Rochas para Pedra de Talhe .....	39
5.1.2 - Argilas para Cerâmica Vermelha .....	40
5.1.2.1 - Depósitos Minerais .....	40
5.1.2.2 - Reservas de Argila para Cerâmica Vermelha .....	40
5.1.3 - Depósitos de Areias .....	41
5.1.3.1 - Areias Aluvionares .....	41
5.1.3.2 - Depósitos de Areia em Coberturas Cenozoicas .....	41
5.1.4 - Material de Empréstimo .....	42
5.1.5 - Pedra Britada .....	43
5.1.5.1 - Depósitos Minerais .....	43
5.1.5.2 - Recursos Estimados .....	44
<b>6 – IMPACTOS AMBIENTAIS .....</b>	<b>45</b>
6.1 - CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES .....	45
6.2 - SISTEMÁTICA DE TRABALHO .....	45
6.3 - DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS DECORRENTES DA ATIVIDADE MINERAL .....	45
6.3.1 - Desmatamento e Poluição do Solo .....	45
6.3.2 - Erosão .....	46
6.3.3 - Assoreamento .....	47
6.3.4 - Contaminação de Aquífero .....	48
6.3.5 - Impacto Paisagístico .....	48
6.3.6 - Poluição Sonora .....	48
6.3.7 - Poluição Atmosférica .....	49
<b>7 – DIREITOS MINERÁRIOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE NATAL.....</b>	<b>51</b>
7.1 - ASPECTOS LEGAIS .....	51
7.2 - OS DIREITOS MINERÁRIOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE NATAL .....	52
7.3 - DIRETRIZES E AÇÕES PARA UMA PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL.....	53
<b>8 – DIAGNÓSTICO TÉCNICO-ECONÔMICO .....</b>	<b>57</b>
8.1 - EXPLOTAÇÃO DAS MATÉRIAS-PRIMAS MINERAIS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL NA REGIÃO METROPOLITANA DE NATAL .....	57
8.1.1 - Exploração de Rochas .....	57
8.1.1.1 - Exploração de Rochas para a Produção de Brita .....	57
8.1.1.1.1 - Operações da Lavra e Beneficiamento.....	57
8.1.1.1.2 - Características das Operações de Lavra Observadas na RMN .....	58
8.1.1.1.3 - Características do Beneficiamento e da Expedição.....	58
8.1.1.1.4 - Sistemática de Produção .....	59
8.1.1.1.5 - Recursos Humanos .....	60
8.1.1.2 - Rochas para Cantaria .....	60
8.1.1.2.1 - Operações da Lavra.....	60
8.1.1.2.2 - Sistemática de Produção.....	60
8.1.1.2.3 - Recursos Humanos .....	62
8.1.1.3 - Areia .....	62
8.1.1.3.1 - Operações da Lavra e Beneficiamento.....	62
8.1.1.3.2 - Características da Lavra, Observadas nos Rios da RMN .....	63

8.1.1.3.3 - Características da Lavra, Observadas nos Rios de Menor Porte e nos Depósitos de Cobertura .....	63
8.1.1.3.4 - Características do Beneficiamento e da Expedição.....	64
8.1.1.3.5 - Sistemática de Produção.....	64
8.1.1.3.6 - Recursos Humanos .....	66
8.1.1.4 - Argila para Cerâmica Vermelha .....	66
8.1.1.4.1 - Características da Lavra Observadas nas Áreas Produtoras Localizadas na RMN.....	66
8.1.1.4.2 - Características do Processo Produtivo e de Expedição, Observados nas Olarias da RMN.....	67
8.1.1.4.3 - Sistemática de Produção .....	67
8.1.1.4.4 - Recursos Humanos .....	68
8.1.1.5 - Materiais de Empréstimo .....	68
8.1.1.5.1 - Operações de Lavra.....	69
8.1.1.5.2 - Características da Lavra Observadas na RMN.....	69
8.1.1.5.3 - Sistemática de Produção.....	69
8.1.1.5.4 - Recursos Humanos .....	70
8.2 - CONSUMO E PREÇOS DE MATÉRIAS-PRIMAS MINERAIS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL NA REGIÃO METROPOLITANA DE NATAL.....	70
8.2.1 - Preços Praticados nos Principais Produtos. ....	70
8.2.2 - Perspectivas de Demanda por Materiais de Construção Civil na Região Metropolitana de Natal (2012 - 2027) .....	72
<b>9 – CONCLUSÕES.....</b>	<b>75</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>77</b>
<b>LISTAGEM DOS INFORMES DE RECURSOS MINERAIS .....</b>	<b>79</b>
<b>ANEXO I - MAPA DE RECURSOS MINERAIS .....</b>	<b>87</b>
<b>ANEXO II - MAPA GEOLÓGICO .....</b>	<b>91</b>
<b>ANEXO III - MAPA DE DIREITOS MINERÁRIOS .....</b>	<b>95</b>
<b>ANEXO IV - PROCESSOS MINERÁRIOS .....</b>	<b>99</b>
<b>ANEXO V - RESULTADOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS E TECNOLÓGICAS .....</b>	<b>105</b>
<b>ANEXO VI - TABELA DAS OCORRÊNCIAS E DEPÓSITOS CADASTRADOS .....</b>	<b>161</b>



# SIGLAS E ABREVIATURAS

---

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (Serviço Geológico do Brasil)

FADE – Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Universidade Federal de Pernambuco

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral

RMN – Região Metropolitana de Natal

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

SUDENE – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

CTGAS – Centro de Tecnologias do Gás e Energias Renováveis

FJP – Fundação João Pinheiro

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social





**PROJETO MATERIAIS DE  
CONSTRUÇÃO CIVIL NA REGIÃO  
METROPOLITANA DE NATAL**

---

**ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE**



# 1 – INTRODUÇÃO

Este trabalho resulta da execução do Projeto Materiais de Construção Civil na Região Metropolitana de Natal, o qual constitui uma ação do Programa Geologia do Brasil da CPRM – Serviço Geológico do Brasil, inserido no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC).

O projeto teve como objetivo o diagnóstico técnico-econômico sobre os principais insumos minerais utilizados pela construção civil, tais como areia, cascalho, rocha britada, argilas para cerâmica vermelha, rochas de talhe e materiais de empréstimo, localizados na Região Metropolitana de Natal - RMN. Têm por finalidade prover o setor produtivo de dados necessários para o suprimento sustentável desses recursos e disponibilizar para as instituições públicas do estado informações técnicas que possibilitem a gestão da atividade mineira.

O Subprograma Materiais de Construção em Regiões Metropolitanas objetiva a realização de pesquisa geológica para bens minerais utilizados na construção civil visando contribuir como suporte de políticas habitacionais, aumentando o acesso a bens minerais de consumo popular, gerando emprego, renda, tributos e reduzindo as desigualdades regionais.

O setor de matérias-primas minerais para a construção civil constitui 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, o consumo destes bens é um importante indicador do perfil socioeconômico e de desenvolvimento de um país, estado ou região metropolitana. Dessa forma é indispensável que sempre existam meios de divulgação da situação do setor, pelos quais se possam tomar decisões visando o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida.

## 1.1 - LOCALIZAÇÃO

A área de abrangência deste projeto compreende a Região Metropolitana de Natal (RMN), a qual situa-se na porção leste do Estado do Rio Grande do Norte e abrange uma área de 2.808 km<sup>2</sup> (Figura 1.1), correspondente a 5,3% da superfície daquele estado. O seu território é delimitado pelas coordenadas 05°25' e 06°15' de latitude sul e 35°05' e 35°35' de longitude oeste. A RMN é constituída por 10 municípios, são eles: Ceará-Mirim, Extremoz, Macaíba, Monte Alegre, Nísia Floresta, Parnamirim, São Gonçalo do Amarante, São José de Mipibu, Vera Cruz e Natal (a capital).



Figura 1.1 – Localização da área do projeto.

## 1.2 - METODOLOGIA DE TRABALHO

A metodologia aplicada neste trabalho obedeceu à sistemática desenvolvida pela CPRM na elaboração de projetos deste gênero, tendo sido executada a partir da realização das seguintes etapas:

Etapa 01: Compreendeu a fase de compilação, pesquisa e análise da bibliografia disponível sobre o tema, seguida de preparação das bases cartográficas e geológicas. Neste período foram reunidos e consultados relatórios, artigos, trabalhos, teses, listagens de recursos minerais e mapas temáticos (cartográfico, geológico, de recursos minerais, o de direitos minerários e de conservação ambiental) elaborados por outras instituições. Foram consultados também planos diretores municipais e projetos técnicos de mineradoras. Como principal referencial no que tange aos recursos minerais disponíveis utilizou-se a base de dados da CPRM (GEOBANK).

A partir das informações coletadas foi efetuada a avaliação e integração dos elementos pesquisados, culminando com a elaboração de uma tabela de ocorrências, depósitos e jazimentos pesquisados, acompanhada dos seguintes mapas temáticos: Mapa Geológico, Mapa de Direitos Minerários e Restrições Ambientais e Mapa de Recursos Minerais. Esses mapas foram digitalizados e editados utilizando o software Arcgis – versão 10.

Ainda nesta fase foram compilados dados referentes à caracterização ambiental das atividades extrativas da região metropolitana em apreço e elaborado um roteiro para o posterior trabalho de campo, onde foi realizada uma avaliação “in loco” do impacto ambiental resultante da atividade mineral.

Etapa 02: Consistiu na execução dos trabalhos de campo com a realização de 07(sete) etapas consecutivas de 20 dias cada, onde foram realizadas as seguintes ações: Observação e estudo das ocorrências minerais (ver anexo I), as quais foram plotadas nas bases planialtimétricas elaboradas pela SUDENE-Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste em convênio com o Serviço Geográfico do Exército – SGE na escala 1:100.000, em consonância efetuou-se o cadastramento de novas ocorrências e a caracterização de áreas potenciais, seguida de amostragem das substâncias explotáveis, notadamente argila, areia, rochas para confecção de brita e material de empréstimo. Durante esta fase foi estudado o controle geológico dos jazimentos, seguido da seleção de áreas alvo para dimensionamento dos recursos geológicos disponíveis. Em paralelo efetuou-se o levantamento dos impactos causados ao meio ambiente pela atividade mineira, com a elaboração de documentação fotográfica sobre o mesmo. Ainda nesta fase procedeu-se a coleta de informações sobre o mercado produtor e consumidor desses bens minerais.

Etapa 03: Durante esta fase efetuou-se a preparação e envio de amostras de areia e argila para análises laboratoriais e caracterização tecnológica, que incluíram a elaboração de análises químicas de óxidos, análises mineralógicas e granulométricas, além da execução de ensaios cerâmicos. Estes últimos constaram de preparação de corpos de prova por prensagem e secagem dos mesmos a 110°C seguidos da sua sinterização nas temperaturas de 850, 900 e 950°C. Executou-se ainda a determinação dos índices de plasticidade, de retração linear de queima, de absorção d’água, porosidade aparente, massa específica aparente e da resistência mecânica à flexão. Os ensaios tecnológicos para argila foram realizados nos laboratórios do Centro de Tecnologias do Gás e Energias renováveis – CTGAS - ER, localizado em Natal/RN. O restante das amostras de areia e de brita foram enviadas para o Laboratório do Departamento de Engenharia de Minas da UFPE, enquanto as análises química de óxidos foram realizadas pela GEOSOL.

Etapa 04: Correspondeu a fase de integração, consolidação e interpretação dos dados obtidos, os quais foram sintetizados em relatório disponibilizados nas opções analógicas no formato deste informe

de Recursos Minerais e em modelo digital, como sistema de informações geológicas (SIG), utilizando o *software Arcgis 10*<sup>®</sup>.

Para a consistência dos dados disponíveis e cadastramento de novas ocorrências, depósitos e jazidas foram utilizados equipamento GPS tipo GARMIN 60csx<sup>®</sup>, com leitura normal, com apoio dos mapas planialtimétricos.

### 1.3 - ELABORAÇÃO DE ESTUDOS PARA PROJEÇÃO DE DEMANDA

Como base para a elaboração dos estudos para as projeções de demanda por matérias-primas minerais para construção civil foram utilizadas as taxas de crescimento real da economia, estimadas, de acordo com o Relatório Técnico 01 (RT 01): “Histórico e Perspectivas de Evolução Macroeconômica Setorial da Economia Brasileira no Longo Prazo”. Compreendida no conjunto de estudos para a elaboração do Plano Duodecenal (2010 – 2030) de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, contratados pelo Ministério de Minas e Energia – MME, através do Projeto ESTAL, com a J. Mendo Consultoria Ltda (CALAES, 2009). Também foram consideradas as estimativas de crescimento demográfico e a dimensão econômica da RMN, permitindo assim, avaliar o crescimento deste setor, tendo como referência o crescimento real, projetado para a economia da RMN (entre os anos de 2012 e 2027).

### 1.4 - DADOS FÍSICOS DE PRODUÇÃO

Durante o seu transcorrer o projeto apresentou os seguintes dados de produção:

- Etapas de Campo realizadas: 07
- Afloramentos Estudados (ocorrências minerais e jazimentos): 260
- Ocorrências e jazimentos Inéditos: 260
- Jazimentos Minerais Listados: areia – 104; argila – 58; material de empréstimo – 59; pedra de talhe – 02; pedra de brita – 17
- Amostras Coletadas: 18, sendo 09 de argila; 7 de areia e 02 de pedra de brita
- Amostras Analisadas: 18
- Ensaios Tecnológicos Realizados: 18, sendo 06 em areia; 10 em argila e 02 em brita e 01 em calcário.
- Análise Química Semi-Quantitativa por Fluorescência de Raios-X 10 em argila e 1 em areia.
- Análises Granulométricas, sendo 7 em areia e 10 em argilas.

## 2 – ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E INFRAESTRUTURA

Os municípios de Ceará-Mirim, Nísia Floresta, Macaíba, São Gonçalo do Amarante e São José do Mipibu estão inseridos na mesorregião Leste Potiguar e na microrregião Macaíba, já os municípios de Extremoz, Parnamirim e Natal, situam-se na mesorregião Leste Potiguar e na microrregião Natal. Por fim, Vera Cruz e Monte Alegre estão situados na mesorregião Agreste Potiguar e na microrregião Agreste Potiguar. O Quadro 2.1 apresenta a localização, altitude média da sede, distância rodoviária da capital e acesso principal às sedes de cada um dos municípios pertencentes à Região Metropolitana de Natal, os quais podem ser visualizados na Figura 2.2.

A criação da RMN ocorreu por meio da Lei Estadual Complementar nº 152, de 16 de janeiro de 1997, inicialmente compreendendo os municípios de Natal, Parnamirim, São Gonçalo do Amarante, Ceará-Mirim, Macaíba e Extremoz. Nísia Floresta e São José de Mipibú foram incluídos na RMN em 10 de janeiro de 2002. Posteriormente, por força da Lei

Complementar nº 315, de 30 de novembro de 2005, foi adicionado o município de Monte Alegre e em 2009 o município de Vera Cruz passou a integrar a região. O Quadro 2.2 apresenta a relação dos dez municípios, formadores desta região metropolitana, a qual se apresenta como uma das áreas de maior dinamismo econômico-social do estado. Em relação a sua urbanização, a discrepância é visível, uma vez que a população rural supera a população urbana em alguns municípios, pois sua área abrange uma superfície de 2.808 km<sup>2</sup>, isto corresponde a 5,3% do território estadual. Sua população, de acordo com o Censo Demográfico de 2010, atingiu 1.351.004 habitantes. Isso representa 42,6% da população do Rio Grande do Norte (3.168.133 habitantes), compreendendo uma taxa de crescimento no período 2000 – 2010 de 1,88% ao ano, conforme apresentado no Quadro 2.2. O maior município em área territorial é Ceará-Mirim com 724,377 km<sup>2</sup> e Vera Cruz é o menor em área com 83,463 km<sup>2</sup>.

Quadro 2.1 – Localização geográfica, altitude dos municípios, distância rodoviária da capital e acesso às sedes municipais.

Municípios da RMN	Localização Geográfica		Altitude nas Sedes Municipais (m)	Distância Rodoviária da Capital às Sedes Municipais (km)	Acesso a partir da Capital (Rodovias)
	Latitude (S)	Longitude (W)			
Ceará-Mirim	5°38'04"	35°25'32"	33	28	Através da BR-406
Extremoz	5°42'20"	35°18'26"	41	16	Através das BR-406 e RN-160
Macaíba	5°51'30"	35°21'14"	11	14	Através da BR-304
Monte Alegre	6°04'04"	35°19'56"	52	34	Através das BR-101 e RN-002
Natal	5°47'42"	35°12'34"	30	-	-
Nísia Floresta	6°05'28"	35°12'31"	20	35	Através das BR-101 e RN-063
Parnamirim	5°54'56"	35°15'46"	53	12	Através das BR-101 e BR-304
São Gonçalo do Amarante	5°47'36"	35°19'46"	15	11	Através da RN-160
São José de Mipibu	6°04'29"	35°14'16"	58	31	Através da BR-101
Vera Cruz	6°02'38"	35°25'41"	94	37	Através das BR-226 e RN-160

Fonte: Tabela obtida, com base nos dados do Serviço Geológico do Brasil – CPRM: Atlas Digital dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Rio Grande do Norte, 2005.

Quadro 2.2 – Municípios da RMN, leis de criação, áreas municipais, população e taxa de crescimento.

Fontes: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), área territorial oficial (Resolução nº 5 de 10 de outubro de 2002) e Censo de 2000 e 2010.

Municípios da RMN	Lei estadual Complementar	Área (km <sup>2</sup> )	População 2000	População 2010	Taxa de Cres. 2000-2010
Ceará-Mirim	LCE 152/97	724,381	62.424	68.141	0,88%
Extremoz	LCE 152/97	139,575	19.572	24.569	2,30%
Macaíba	LCE 152/97	510,771	54.883	69.467	2,38%
Monte Alegre	LCE 315/05	210,916	18.874	20.685	0,92%
Natal	LCE 152/97	167,273	712.317	803.739	1,21%
Nísia Floresta	LCE 221/02	307,841	19.040	23.784	2,25%
Parnamirim	LCE 152/97	123,471	124.690	202.456	4,97%
São Gonçalo do Amarante	LCE 152/97	249,124	69.435	87.668	2,36%
São José de Mipibu	LCE 221/02	290,331	34.912	39.776	1,31%
Vera Cruz	LCE 391/09	83,890	8.522	10.719	2,32%
<b>RMN</b>		<b>2.808</b>	<b>1.124.669</b>	<b>1.351.004</b>	<b>1,88%</b>

## 2.1 - PERFIL DEMOGRÁFICO E ESTIMATIVAS PARA AS PRÓXIMAS DÉCADAS

Em 2010 a distribuição por sexo da população do Estado do Rio Grande do Norte se apresentava bastante equilibrada entre homens e mulheres. No estado de forma geral, 48,89% são homens e 51,11% são mulheres, sendo que a maior diferença entre os sexos ocorre na capital, Natal, onde 52,98% dos habitantes são do sexo feminino. De acordo com as estimativas feitas por Freire (2011), a tendência demográfica de queda pela qual o Brasil vem passando e em consonância com o que tem ocorrido em Natal e seu entorno nas duas últimas décadas, de acordo com Freire (2011), desde a década de 90 a capital vinha dando sinais de esgotamento em sua capacidade de crescimento populacional. Na primeira década do século XXI essa tendência se consolidou e pela primeira vez em 9 décadas a capital cresceu em ritmo inferior ao crescimento do conjunto da população estadual. Esta queda de participação de Natal na população do Estado do Rio Grande do Norte ocorreu não pelo fato da capital ter perdido capacidade de atração demográfica. Ela perdeu participação porque não tem mais espaço físico para crescer. A ocupação urbana da capital já ocupou praticamente todo o seu território, restando duas alternativas de crescimento: vertical (verticalização) e dentro do território dos municípios vizinhos. A taxa de crescimento demográfico da RMN continuará sua tendência de queda e sua população estará, praticamente, estagnada, próxima dos 1,65 milhões na década de 2030 (Figura 2.1).

A apropriação diferenciada da riqueza produzida no espaço metropolitano resulta em índices diferenciados de desenvolvimento humano. Uma avaliação do nível de pobreza e da qualidade de vida da população pode ser feita, com base no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM, que é composto pelos índices: IDH-L

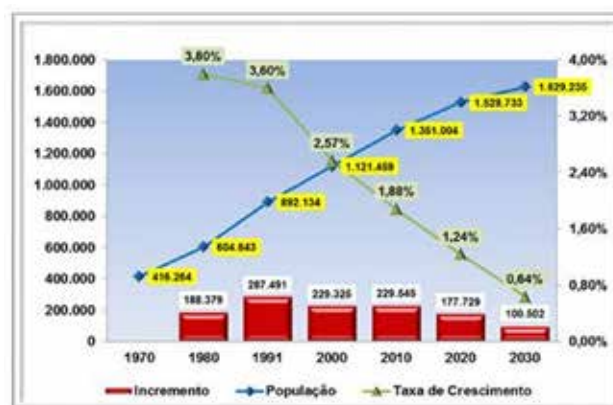


Figura 2.1 – Crescimento demográfico da RMN para as próximas décadas.

Fonte: Freire (2011) e IBGE: Censo Demográfico 2010. Adaptado pelos autores.

(longevidade), IDH-E (Educação) e IDH-R (Renda). Os resultados abaixo de 0,50 são considerados críticos (abaixo deste valor se configura situação intolerável); de 0,50 a 0,59, considera-se um estágio baixo de desenvolvimento, e índices entre 0,6 e 0,69, corresponde a um estágio médio de desenvolvimento, os valores entre 0,70 e 0,79 constitui estágio alto de desenvolvimento, e acima de 0,80 corresponde aos melhores valores do desenvolvimento humano. Os valores para os índices dos municípios da RMN são apresentados no Quadro 2.3.

De acordo com o Quadro 2.3, o índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) dos municípios de Extremoz, Macaíba, Nísia Floresta, São Gonçalo do Amarante, São José de Mipibu e Monte Alegre, estão situados na faixa de Desenvolvimento Humano Médio, enquanto que Natal e Parnamirim estão situados na faixa de Desenvolvimento Humano Alto. Por fim, o município de Vera Cruz foi o que obteve o pior resultado entre os municípios da RMN, o mesmo está situado na faixa de Desenvolvimento Humano Baixo. O Atlas do Desenvolvimento Humano

Quadro 2.3 – Índice de desenvolvimento humano dos municípios da RMN.

Fonte: PNUD – Atlas de Desenvolvimento Humano, 2013.

Municípios	(IDHM-L)	(IDHM-E)	(IDHM-R)	(IDHM-M)
Ceará-Mirim	0,77	0,50	0,59	0,61
Extremoz	0,80	0,55	0,64	0,66
Macaíba	0,78	0,54	0,61	0,64
Monte Alegre	0,77	0,50	0,57	0,60
Natal	0,83	0,69	0,76	0,76
Nísia Floresta	0,77	0,51	0,60	0,62
Parnamirim	0,82	0,72	0,75	0,76
São Gonçalo do Amarante	0,82	0,56	0,61	0,66
São José de Mipibu	0,74	0,50	0,59	0,61
Vera Cruz	0,73	0,49	0,55	0,58

no Brasil 2013 é uma plataforma de consulta ao Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM - de 5.565 municípios brasileiros, além de mais de 180 indicadores de população, educação, habitação, saúde, trabalho, renda e vulnerabilidade, com dados extraídos do Censo Demográfico de 2010.

### 2.1.1 - Crescimento da Mancha Metropolitana

O crescimento urbano é um fator indispensável, que deve ser levado em consideração no estudo do setor de matéria-prima mineral para construção civil, já que muitos depósitos minerais deste setor foram inviabilizados pela urbanização nos últimos anos. Áreas em atividade de exploração ou com depósitos não explorados que poderiam ser lavrados por décadas foram envolvidas pelo crescimento das cidades. A formação propriamente dita da mancha urbana da RMN teve seu início na década de 1980, onde ocorre a formação de dois arcos de integração funcional entre os municípios interligados pelos eixos viários principais, contribuindo dessa maneira para a integração da mancha no sentido norte-sul. Na década de 1990, verifica-se o crescimento da mancha no sentido norte/sul e a conclusão do projeto Rota do Sol que reafirmou o eixo de lazer, interligando o litoral sul através da RN-226 até o município de Nísia Floresta. A partir de 2000 a expansão da mancha aponta para a consolidação do segundo Arco, demarcando o eixo de indústria e serviço. Também se confirma a expansão da ocupação litorânea com a definição do eixo de turismo e diferenciação da zona interiorizada. Na Figura 2.2, é possível observar a mancha urbana atual (2011) com os arcos citados anteriormente.

## 2.2 - A DIMENSÃO ECONÔMICA

A consolidação da Região Metropolitana de Natal ainda requer um amplo processo de integração e definição de políticas e ações integradas entre os seus municípios. Atualmente é observado o processo

de distribuição da atividade industrial, com atividade fabril nos municípios de Macaíba, Parnamirim, São Gonçalo do Amarante e Extremoz, também ocorre integrações a partir da atividade turística. Entretanto, na estrutura produtiva regional o peso recai nas atividades terciárias: comércio varejista e atacadista e nas atividades de serviços – públicos e privados. Os municípios de maior participação no PIB da RMN são: Natal (capital) com 70,1 %, Parnamirim com 13,7% e São Gonçalo do Amarante com 5,6 % e os de menor participação, Nísia Floresta (0,8%) Monte Alegre (0,6 %) e Vera Cruz (0,3 %) (Figura 2.3).

O Produto Interno Bruto da RMN teve um aumento consistente de 2003-2010 segundo dados do IBGE/2010. Saindo de 7,23 bilhões em 2003 para 17,11 bilhões em 2010, ou seja, seu desempenho mais que dobrou neste período. No entanto, sua contribuição para o produto Interno Bruto do Estado, caiu em média 0,63% ao ano, entre 2003 (53,51 %) e 2008 (49,70 %). Quando se trata da capital Natal, a perda de importância no PIB do RN foi ainda maior, 0,9% ao ano. Isto ocorreu devido ao relativo processo de interiorização do desenvolvimento que o Estado do Rio Grande do Norte vem passando nos últimos anos, em especial o ganho de participação das zonas homogêneas (Natal Metrôpole, Agreste, Alto Apodi, Caicó, Currais Novos, Litoral oriental – sem Natal Metrôpole, Serras Centrais e Mossoroense). No contexto regional/nacional, o Nordeste vem ganhando participação no PIB nacional desde 2003, avançando 0,4% no período, ao passo que a RMN seguiu a tendência já apresentada de diminuição da participação na economia estadual, e na comparação com a região nordeste e com o Brasil foram observadas perdas de 0,14% e 0.01% respectivamente no período de 2003-2008. Neste período, é notável a diminuição da concentração econômica do Estado, o ano atípico foi o de 2009 (Figura 2.4). Uma possível explicação para o aumento da participação do PIB da RMN no PIB estadual em 2009 (53,15 %) foi o bom desempenho do setor da construção civil que possui forte concentração nesta região. Mas em 2010 o decréscimo na participação da economia estadual voltou a ocorrer (52,93%).



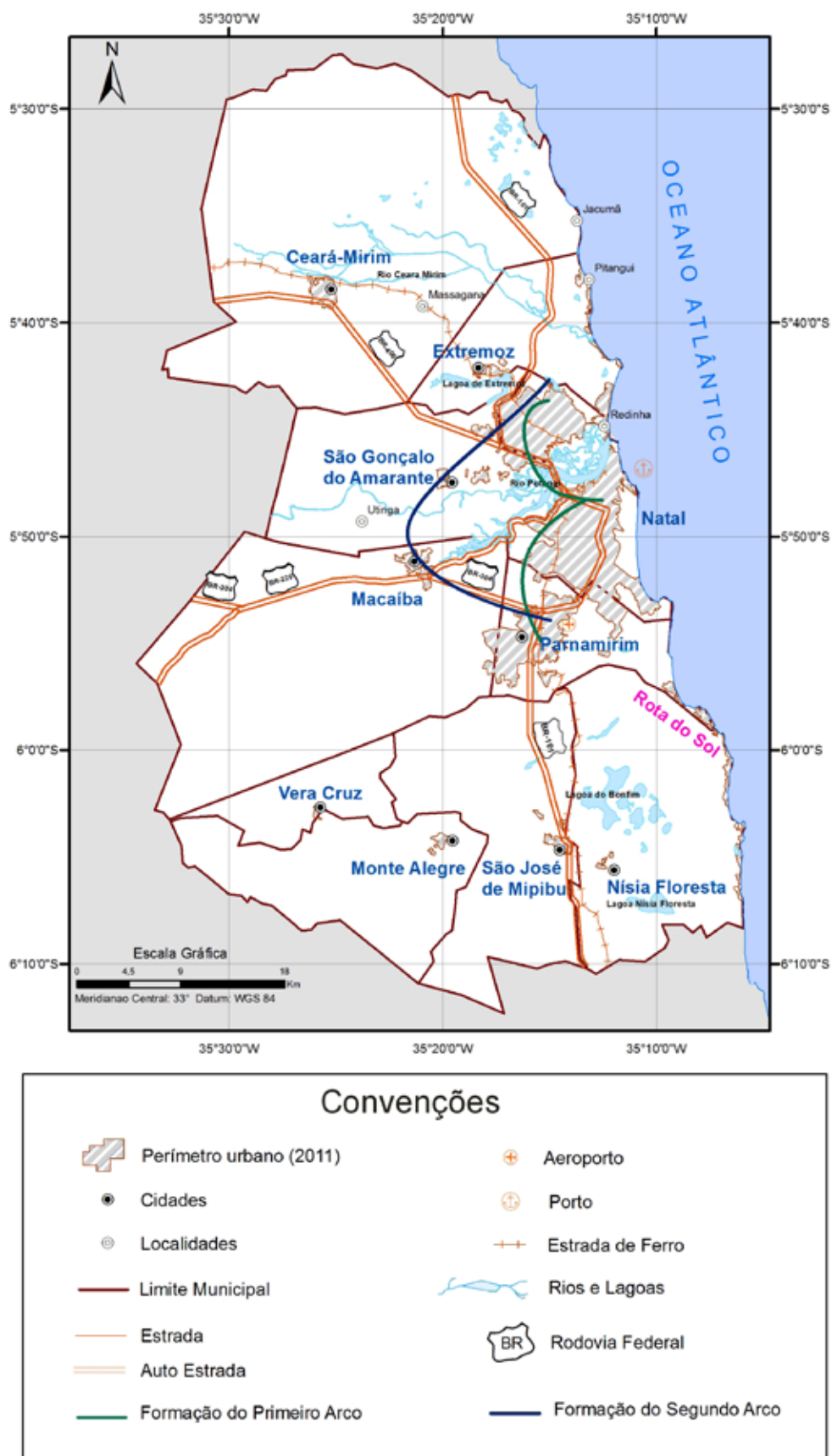


Figura 2.2 – Crescimento da mancha metropolitana de Natal-RN.  
 Fonte: FADE, 2006. Dados do Observatório das Metrôpoles: Núcleo RMNatal.



Figura 2.3 – Participação dos municípios no PIB da RMN em 2010.

Fonte: Gráfico elaborado pelos autores, com base nos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE/2010.

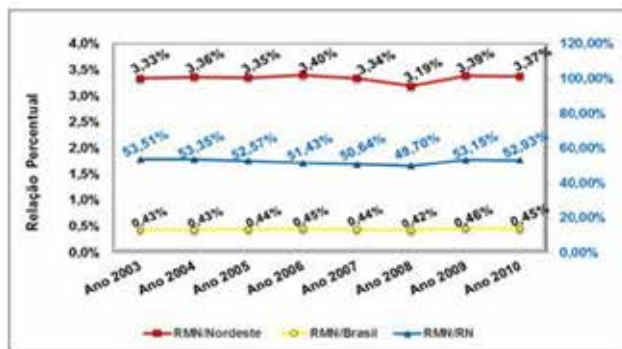


Figura 2.4 – Relação entre os PIBs da RMN, do Rio Grande do Norte (RN), da Região Nordeste (NE) e do Brasil (2003 – 2010).

Fonte: Gráfico elaborado pelos autores, com base nos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE): dados do Produto Interno Bruto dos Municípios 2003-2010 – IBGE.

Ainda de acordo com o IBGE, em 2010 os quatro maiores PIBs *Per Capta* dos municípios da RMN foram: Natal (R\$ 14.925), Parnamirim (R\$ 11.612), São Gonçalo do Amarante (R\$ 10.876) e Macaíba (R\$ 10.508). Os quatro menores PIBs foram: Monte Alegre (R\$ 5.161), Vera Cruz (R\$ 4.709), Nísia Floresta (R\$ 5.665) e Ceará-Mirim (R\$ 5.662). Em termos comparativos, o PIB *Per Capta* do Estado do Rio Grande do Norte foi de R\$ 10.208, enquanto que os resultados para a Região Nordeste e para o Brasil foram respectivamente R\$ 9.561 e R\$ 19.766, evidenciando desta forma o baixo desempenho dos PIBs *Per Capta* dos municípios da RMN, diante do resultado nacional, e ao mesmo tempo o bom desempenho dos municípios de Natal, Parnamirim, São Gonçalo do Amarante e Macaíba, quando comparados com a Região Nordeste.

## 2.2.1 - A Renda

De acordo com os dados do IBGE em 2010, oito dos municípios da RMN estavam com a renda média mensal domiciliar *Per Capta* abaixo de 1 salário mínimo (salário mínimo em 2010, R\$ 510,00), Monte Alegre e Vera Cruz possuía pouco mais da metade. A renda domiciliar *Per Capta* média de Natal em 2010 era de R\$950,34, isto representa aproximadamente 10% a mais que a de Parnamirim e 3 vezes maior do que a renda per capita de Monte Alegre e /ou Vera Cruz, ou seja, as rendas domiciliares *Per capita* da maioria dos municípios da RMN apresentam-se relativamente baixas e de forma bastante desigual. A forte discrepância na renda entre os municípios se deve ao fato do polo urbano exercer forte centralização, o que contribui para aumentar as desigualdades sociais neste espaço. As quatro rendas mais baixas ficaram para Ceará-Mirim R\$ 332,89; Monte Alegre R\$ 292,15; São José de Mipibu R\$ 331,85 e Vera Cruz R\$ 258,12. Observa-se que dos quatro municípios, três se encontram mais distantes do polo urbano, em termos físicos. A ideia central é de que quanto mais distantes do polo urbano forem os municípios, piores serão suas condições socioeconômicas.

## 2.3 - INFRAESTRUTURA

Conhecida como a “Cidade do Sol”, com aproximadamente 300 dias de sol por ano, a cidade de Natal que constitui o principal centro urbano da RMN, está situada no extremo leste do continente sul-americano, a apenas 7 horas de voo dos Estados Unidos. Dispõe de uma das maiores e melhores infraestruturas hoteleiras do país com 26 mil leitos só em Natal (capital), chegando a 40 mil quando considerada toda a região metropolitana. Só a cidade de Natal possui uma rede hospitalar com 2.666 leitos, entre públicos e privados, além de 30 hospitais e 50 clínicas especializadas.

As informações a seguir foram obtidas do Plano Executivo Natal 2014, publicado em 2009, tendo a *Price waterhouse Coopers* como consultora em gestão em parceria com o governo do Rio Grande do Norte, onde o objetivo principal foi o levantamento de projetos atuais e futuros que pudessem ter impacto com a Copa do Mundo FIFA Brasil 2014.

### 2.3.1 - Transporte Ferroviário

Com uma representatividade limitada na matriz de transporte público utilizado na RMN, o transporte ferroviário é composto pelas linhas norte e sul, totalizando 56,2 km de extensão e transportando aproximadamente 9.000 passageiros por dia. Atende a quatro municípios da RMN: Ceará-Mirim, Extremoz, Natal e Parnamirim. Entre os percursos existem 22 estações, sendo 12 estações na linha norte, 9 na linha sul e uma comum entre as

duas linhas, a estação Natal. A tarifa cobrada é de R\$ 0,50 (cinquenta centavos, valor cobrado no ano de 2013) e é válida para qualquer linha. Está em fase de estudos preliminares o projeto do VLT – Veículo Leve sobre Trilhos, que tem orçamento estimado para a primeira fase de aproximadamente 167 milhões de reais e está incluso no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) do Governo Federal.

### 2.3.2 - Transporte Rodoviário

O Estado do Rio Grande do Norte possui uma malha rodoviária de 4.072,1 km das quais 71% são pavimentadas. De acordo com o Departamento de Estradas e Rodagem – DER, as rodovias inseridas na RMN encontram-se em bom estado de conservação. O acesso ao Aeroporto Augusto Severo é feito pela BR-101 e para o novo aeroporto de São Gonçalo do Amarante o acesso é pela BR-304 e BR-406. Atualmente na RMN não existem balanças de fiscalização de cargas transportadas por rodovias, o que favorece o tráfego de caminhões com sobrepeso e, conseqüentemente, a deterioração das mesmas. Há planos estruturantes para tratar as questões de transporte rodoviário, como por exemplo o Projeto Via Metropolitana, através da criação e melhoria de três trechos principais: trecho 1 - Prolongamento da Av. Prudente de Moraes, criando acesso alternativo para o Aeroporto Augusto Severo; trecho 2 - Pró-transporte – Eixo Moema Tinoco / Conselheiro Tristão, provendo a ligação da Ponte Newton Navarro com a BR 101, facilitando o acesso ao litoral norte e ao no aeroporto internacional de São Gonçalo do Amarante; o acesso ao novo aeroporto também pode ser realizado pelo trecho 3. Encontra-se em fase de elaboração de estudos técnicos o Projeto Via Norte-Sul que integrará as zonas norte e sul da cidade de Natal.

### 2.3.3 - Aeroportos

A RMN é atendida pelo Aeroporto Internacional Augusto Severo que está localizado em Parnamirim a 18 km do centro de Natal. A capacidade operacional do terminal de passageiros é de 1,5 milhões de passageiros por ano. Em 2011, a quantidade de passageiros transportados foi de 2.580.990, considerando voos domésticos e internacionais. De acordo com a INFRAERO a ampliação do terminal de passageiros, com conclusão prevista para 2012/2013, custará R\$ 16,4 milhões. Com a reforma, o terminal de passageiros do Aeroporto Internacional Augusto Severo passará a ter uma capacidade de atendimento de 5,8 milhões de passageiros/ano. Encontra-se em fase de construção, o Aeroporto Internacional de São Gonçalo do Amarante com distância aproximada de 26 km do centro da cidade de Natal. O novo aeroporto potiguar foi projetado pela Inframérica para oferecer uma capacidade inicial de 6,3 milhões de passageiros por ano. A meta é começar sua operacionalização até o início da Copa do Mundo de Futebol de 2014.

### 2.3.4 - Sistema Portuário

O Porto da cidade de Natal, administrado pela Companhia Docas do Rio Grande do Norte, atualmente é responsável apenas pela movimentação de cargas, não havendo terminal de passageiros (o porto opera 24 horas por dia e tem linha direta de navios para Europa). Ocupa uma área total de 53.000m<sup>2</sup> e opera com profundidade do cais de 11,50m, com 540m de comprimento. O canal de acesso tem uma largura de 100m nos trechos retilíneos e 120m, nas curvas com profundidade de 10m. Quanto a infraestrutura disponível, o porto conta com 2 armazéns (frigorífico e seco) medindo 1.800 m<sup>2</sup> cada um. Da capacidade total, 1.500 m<sup>2</sup> estão destinados para armazenagem de contêineres com 160 pontos de tomadas. O Porto possui ainda um guindaste, duas usinas de geração de energia (além da energia fornecida pela COSERN) e uma central de atendimento operacional (Polícia Federal, Receita Federal, Delegacia do Ministério da Agricultura, Vigilância Sanitária e Órgão Gestor de Mão de Obra e Operadores Portuários). Até o segundo semestre de 2013 as dependências do porto ganhará um Terminal Marítimo de Passageiros. Em 2012 a cidade de Natal recebeu cerca de 40 mil passageiros, o que evidencia a necessidade da companhia criar no porto um espaço para recepcionar esses turistas. Após a conclusão das obras, este espaço terá capacidade para receber até 3 mil passageiros e uma área comercial para produtos artesanais, comidas típicas, atendimento, embarque e desembarque.

### 2.3.5 - Aspectos Energéticos

O fornecimento energético do Estado do Rio Grande do Norte destaca-se na produção de petróleo, gás natural e energia elétrica a partir de fontes limpas e renováveis. Existem mais de 4.800 poços produtores de petróleo no Estado dispostos em mais de 80 campos de produção. Em 2009, um total de 95 municípios norte-rio-grandenses foram beneficiados pelos *royalties* da produção de petróleo e gás. Além disso, é crescente a atratividade de investimentos na Bacia Potiguar, o que gera expectativa de novas descobertas para o futuro. A distribuição de energia elétrica no Estado é realizada pela Companhia Energética do Rio Grande do Norte – COSERN. Em 2008, a cidade de Natal, representou 28,8% da demanda estadual (134 MWh). Em 2009 o potencial de geração elétrica do Estado era de 687 MW. De acordo com a COSERN, a geração de energia elétrica estadual não consegue suprir a demanda atual, havendo necessidade de importação de eletricidade de estados vizinhos, como da usina hidrelétrica de Paulo Afonso, na Bahia. A rede atende praticamente 100% das áreas urbanas e rurais do Estado. No mês de pico de consumo (dezembro), o consumo na RMN pode atingir 242MW. Há também investimentos em outras formas de obtenção de energia como: a termelétrica UTE Termoçu com capacidade para produzir 340 MW; a utilização de energia solar em

edifícios, casas e estabelecimentos comerciais e a geração de energia eólica, que constitui o grande impulsionador do estado potiguar em direção à autossuficiência em energia elétrica. Os projetos somam R\$ 2,8 bilhões e preveem uma geração total de 1.650 MW, quase três vezes maior que a demanda atual do estado.

### 2.3.6 - Saneamento Básico

O abastecimento de água e o esgotamento sanitário na cidade de Natal, polo central da RMN, são realizados pela Companhia de Águas e Esgotos do RN – CAERN. O sistema é constituído por duas captações superficiais realizadas em lagoas do estado; a Lagoa do Jiqui localizada na zona sul e a lagoa de Extremoz que apresenta uma capacidade de 14,6 milhões de m<sup>3</sup>, localizada na zona norte, além de utilizar 120 poços tubulares com profundidade que variam entre 80 e 100 metros. Atualmente, o abastecimento da Zona Sul da cidade proveniente da Lagoa do Jiqui corresponde a 30% do total do sistema, ficando os outros 70% a cargo de poços tubulares. No abastecimento da Zona Norte, 70% do volume produzido é proveniente da Lagoa de Extremoz, ficando os 30% restantes por meio de poços tubulares. Segundo os dados do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento - SNIS, em 2010 a média de gasto diário de água por habitante nas grandes capitais do país é de 150 litros/habitante/dia. Em Natal, essa média foi de 130 litros/habitante/dia, daí a preocupação da população da RMN com a escassez futura de água na região. O índice de atendimento pela rede de água é de 89,7% em Natal, caindo para 42,6% em São José de Mipibu e 39,4% em Nísia Floresta, com desempenhos bem piores. Quanto ao esgotamento sanitário, este

serviço em 2010 cobria 32,8% do município de Natal. Neste mesmo ano apenas 47,6% de todo o volume de esgoto coletado na cidade de Natal foi tratado, ou seja, somente 425.825 m<sup>3</sup>. Quanto aos municípios menores da RMN, não há dados precisos.

### 2.3.7 - Principais Projetos de Infraestrutura Previstos para RMN

Os principais projetos, com volumes financeiros consideráveis, que irão demandar quantidades expressivas de matérias-primas minerais para construção civil na RMN nos próximos anos são apresentados no Quadro 2.4.

### 2.3.8 - Déficit Habitacional

As informações mais recentes sobre as necessidades habitacionais no país, ou seja, o estudo do Déficit Habitacional no Brasil mais atualizado é o de 2008 (com dados de 2007 reponderados), obtido de acordo com a metodologia da Fundação João Pinheiro (FJP) em parceria com a Secretaria Nacional de Habitação do Ministério das Cidades e o Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD). No Brasil, entre 2007 e 2008, houve uma redução de 442 mil unidades no déficit, que passou de 5,98 milhões (2007) para 5,55 milhões (2008). Assim como em 2007, 83,5% do déficit habitacional em 2008 ocorrem nas áreas urbanas. As regiões Sudeste (2,46 milhões) e Nordeste (1,95 milhões) são as que apresentam os maiores volumes e somaram 73 % do déficit no país. O Estado do Rio Grande do Norte apresentou um déficit de 104.190 mil moradias em 2008. A RMN representou cerca de 30% desse valor.

Quadro 2.4 – Principais projetos de infraestrutura na RMN.

Empreendimentos	Valores (R\$ milhões)	Estágio
Construção da arena potiguar “Arena das Dunas”	528	Em andamento
Obras de mobilidade urbana (16 projetos)	386	Projetado
Terminal de passageiros do Aeroporto de São Gonçalo do Amarante	650	Projetado
Construção do terminal de passageiros no porto de Natal	53,7	Em andamento
Complexo Imobiliário “Horizontes do Potengi” em São Gonçalo do Amarante	1000	Em andamento
Acessos ao Aeroporto de São Gonçalo do Amarante	73	Projetado
Saneamento básico na RMN	340	Projetado
<b>Total de investimentos previstos</b>	<b>3030,7</b>	

Fontes: BNDES, Jornal Diário de Natal e Informativos online: Jogos Limpos, blog Santo Antônio Oficial (2012).



## **3 – MATÉRIAS-PRIMAS MINERAIS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Entre as matérias-primas minerais utilizadas pelo setor da construção civil da RMN se destacam: os agregados minerais (areias e rochas para brita), as rochas de talhe e cantaria, argilas para cerâmica vermelha e os materiais de empréstimo. A maior parte da procura por estes insumos minerais na RMN é suprida pela produção de áreas localizadas nos municípios da Região estudada. No entanto, uma porção considerável da produção total consumida provém de municípios vizinhos. As ocorrências, depósitos e jazidas de agregados minerais para a construção civil, cadastrados na RMN foram inseridos no Mapa de Recursos Minerais (Figura 3.1 - Mapa de Recursos Minerais - vide ANEXO I).

### **3.1 - DEFINIÇÃO**

Agregados para construção civil constitui um conjunto de bens minerais não metálicos com emprego direto na indústria da construção civil, tais como argilas para cerâmica vermelha, rocha para brita e cantaria, areia e material de empréstimo (saibro). Salienta-se, que o quantitativo de consumo destes bens minerais é fator de quantificação do bem estar sócio-econômico de uma sociedade, pois quanto maior for o seu consumo melhores são as condições sociais e econômicas da região.

De acordo com a ABNT, (norma NBR 9935/2011 “Agregados – Terminologia”), os agregados são conceituados como materiais granulares, geralmente inertes, com dimensões e propriedades adequadas para preparação de argamassa ou concreto. Segundo Frazão e Paraguassu (1998) e Frazão (2006), os agregados podem ser classificados considerando a origem, a densidade e o tamanho dos fragmentos. Quanto à origem, Frazão e Paraguassu (1998) classificam esses materiais em naturais e artificiais. São naturais, quando encontrados na natureza como, por exemplo, a areia e o cascalho presentes nos sedimentos aluvionares (sedimentos fluviais). Artificiais, quando provenientes do processo de fragmentação mecânica, como as rochas britadas, rejeitos da construção civil, areias artificiais, também denominadas de areias de britagem, ou por algum processo industrial, como as escórias de alto forno e as argilas expandidas. Quanto à dimensão (tamanho) e densidade dos fragmentos, classificam-se em: agregado graúdo (rocha britada ou brita e pedregulho médio a muito grosso), com dimensões nominais entre 100 mm e 4,8mm, e agregado miúdo (pedregulho fino, pedrisco fino a grosso e areia fina a grossa), com dimensões nominais entre 4,8mm e 0,075mm (SILVA, 2012). Quanto à densidade, são classificados em agregado pesado (Barita, Magnetita, Limonita, etc.), agregado normal (rocha britada e pedregulho) e agregado leve (argila expandida, vermiculita, etc.).

#### **3.1.1 - Areia**

É um material, de origem mineral finamente dividido em grânulos, composto basicamente por dióxido de silício (SiO<sub>2</sub>). Forma-se à superfície da Terra pela fragmentação das rochas por erosão, por ação do vento ou da água. A areia para construção civil é encontrada na forma natural ou como subproduto da britagem de rochas. Na forma natural provém de arenitos inconsolidados, aluviões, depósitos residuais, solos de alteração, dunas, etc. Possui granulometria entre 0,15 mm e 4,8 mm. Em suma compreende um sedimento clástico inconsolidado, composto essencialmente por grãos de quartzo e classificado em função da forma e do tamanho dos seus grãos. Quanto à dimensão dos grãos a areia classifica-se em: areia grossa entre 1,2 e 2 mm; areia média entre 0,42 e 1,2 mm e areia fina entre 0,075 e 0,42 mm. No que concerne à forma, em angular, subangular e arredondada. Em termos de pureza, o seu grau será maior quanto menor for o teor em outros minerais, além do quartzo, tais como: ilmenita, magnetita, feldspatos e mica.

##### **3.1.1.1 - Usos e Funções**

Pela sua grande utilidade, preço e abundância, a areia e a brita (agregados minerais) constituem uma das matérias-primas minerais de maior consumo no setor mineral. A areia é utilizada em diversas ocasiões como, por exemplo, no acabamento de obras, normalmente para reboco, também na confecção de argamassa para revestimentos e acabamento refinado da obra (reboco e emboço). Conforme sua granulometria, a areia pode ser utilizada da seguinte forma: a areia fina é ideal para argamassa de assentamento, revestimento externo e interno, contrapiso aderido e contrapiso acústico, regularização de piscina de impermeabilização; areia média é a mais usada, pois a sua estrutura permite a confecção de concreto em geral, artefatos de concreto (pré-moldados), por está razão encontra-se presente em praticamente todas as fases da obra; a areia média é ideal para chapisco rolado, contrapiso, assentamento de alvenaria, vedação estrutural, revestimento interno e externo; a areia grossa geralmente é usada como agregado do concreto, em trabalhos que exigem uma maior resistência da liga ou em ocasiões que dispensam um trabalho mais refinado.

#### **3.1.2 - Brita (rocha britada)**

Material obtido pela fragmentação da rocha em partículas de diversos diâmetros, com dimensões compreendidas entre 4,8 mm e 75 mm. As rochas podem ser de origem ígnea e metamórfica.

No caso da área em estudo, as pedreiras são constituídas de rochas granitoides, homogêneas, não foliadas pertencentes aos granitoides leucocráticos da Suíte Dona Inês e aos granitos cálcio alcalinos da Suíte Itaporanga.

#### 3.1.2.1 - Usos e Funções

A brita é empregada na construção civil em obras de terraplenagem como material para sub-base, calçamento de pisos pré-moldados e paralelos. É utilizada na fabricação do concreto convencional e bombeada para construção civil em geral. É aplicada ainda na confecção de concretos para lajes pré-moldadas ou para estruturas de ferragem densa, artefatos de concreto (pré-moldados), chapiscos e brita graduada para base de pistas. Também é bastante usada na construção civil para confecção de filtros de decantação de dejetos sanitários, drenagem, estabilização de solo, lastro ferroviário, postes de concreto, etc. A indicação do melhor uso da brita, também depende, entre outras propriedades, da sua granulometria (SILVA, 2012).

#### 3.1.3 - Rochas para Cantaria

As rochas para cantaria, também conhecidas como “pedra de talhe”, são basicamente produtos artesanais que possuem a mesma natureza das rochas britadas. No entanto, são fragmentos de rocha mais ou menos geométricos, preparados para serem utilizados *in natura* na construção civil. Estes são produzidos por quebras controladas de forma a se conseguir peças ou blocos regulares com o formato desejado. O desmonte pode ser feito por explosivos ou por alavancas, dependendo da intensidade do fraturamento. O material é rudimentar, talhado ou cortado com marretas, cunhas e talhadeiras, formando produtos que segundo a forma e o uso, podem ser: placas (utilizadas como piso, revestimentos de paredes e muros) pedra de mão ou pedra marroada (utilizadas para gabiões de contenção, muros de contenção, bases, drenagens entre outros), paralelepípedos e meios-fios (utilizados para calçamento de ruas, estradas, muros de arrimo e calçadas).

#### 3.1.4 - Argilas para Cerâmica Vermelha

As argilas utilizadas na indústria de cerâmica vermelha, também conhecidas pela denominação de argilas comuns (*common clays*) abrangem uma variedade de substâncias minerais de natureza argilosa. Isto é, sedimentos pelíticos consolidados e inconsolidados, tais como: argilas aluvionares quaternárias, argilitos, siltitos, folhelhos e ritmitos, que queimam em cores avermelhadas, a temperaturas variáveis entre 800o e 1.250o Cº. Segundo Mendes et. al.(2009) as argilas vermelhas apresentam alto teor em Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> variando entre 1 a 8%, com um teor médio de 4,0%. Salienta-se que as características de granulometria muito fina e matéria orgânica incorporada conferem ao material, diferentes graus de plasticidade, quando adicionada de determinadas porcentagens de água; além da trabalhabilidade e resistência ao natural, a seco e após o processo de queima, aspectos importantes para fabricação de uma grande variedade de produtos cerâmicos. O alto teor de impurezas, entre as quais se destacam os minerais de ferro, é responsável pela cor vermelha típica dos seus principais produtos (tijolos, telhas e lajota).

#### 3.1.5 - Material de Empréstimo - Saibro

Corresponde a todo material areno-argiloso extraído de áreas geralmente próximas de obras de construção civil, selecionado principalmente por suas características granulométricas, para ser utilizado basicamente, “*in natura*”, em obra civil: barragem, aterro, manutenção de leito de estrada vicinal, encontro de viaduto, pontes, nas edificações (por exemplo, solo argiloso para correção do leito do sistema viário, solo arenoso para filtro do sistema de drenagem da obra, ou cascalho/pedrisco como agregado de concreto). Os principais materiais produzidos por áreas de empréstimo (locais de onde se extraem os materiais de empréstimos) são: areia, cascalho, canga laterítica, saibro, argila e saprólito ou regolito dependendo das necessidades da obra. Nestes materiais se observam a presença de areias argilosas, sílticas e arcoseanas, mal selecionadas, de cores variegadas, avermelhada, alaranjada, amarelada e esbranquiçada, formando camadas horizontais ou lenticulares, com pequenas discordâncias de erosão local, marcadas por leitões de seixos de quartzo. Esse conjunto pode atingir dezenas de metros de espessura.

## **4 – ASPECTOS DA GEOLOGIA E DAS MATÉRIAS-PRIMAS MINERAIS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL**

### **4.1 - CONTEXTO GEOLÓGICO DA REGIÃO METROPOLITANA DE NATAL**

A Região Metropolitana de Natal no Estado do Rio Grande do Norte apresenta uma geologia diversificada constituída por terrenos formados por rochas cristalinas datadas do Pré-cambriano, capeadas por coberturas sedimentares fanerozoicas.

Durante os últimos 40 anos a região tem sido palco de uma série de estudos geológicos, incluindo serviços de mapeamento geológico regional executado pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM e Departamento de Geologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, a qual em convênio com a CPRM realizou recentemente mapeamentos geológicos das folhas Natal, São José do Campestre e João Câmara, todas na escala 1:100. 000.

Em termos tectono-estrutural a Região Metropolitana de Natal acha-se inserida na denominada Província Borborema, mais precisamente na Subprovíncia Potiguar, no Terreno São José do Campestre, capeado na sua porção leste pelos sedimentos mesozoicos da Bacia Potiguar e coberturas cenozoicas de composição areno-argilosa conforme disposto na Figura 4.1 - Mapa Geológico - vide ANEXO II.

O embasamento cristalino encerra uma história geológica que se estende do Arqueano ao Recente, incluindo eventos datados do Paleoproterozoico, Neoproterozóico e Fanerozoico, os quais foram gerados durante os diversos eventos tectônicos que afetaram a plataforma brasileira (Figura 4.2).

Os terrenos de idade arqueana englobam os complexos Serra Caiada e Brejinho, constituídos respectivamente por migmatitos, com paleossoma formado por hornblenda ortognaisses tonalíticos e ortognaisses de composição variando de granodiorítica a granítica, incluindo tipos metatonalíticos e trondhjemiticos.

Durante o Paleoproterozoico a área foi palco de novos eventos tectono - termais responsáveis pela formação dos complexos João Câmara e Santa Cruz, sendo o primeiro constituído por migmatitos bandados a nebulíticos, com neossoma granodiorítico e o segundo formado por augens gnaisses graníticos, leuco-ortognaisses, e ortognaisses monzogranitos a granitos.

Ao longo do Neoproterozoico a região, assim como toda a Província Borborema sofreu a atuação da Orogênese Brasileira responsável pela formação da Faixa de Dobramentos Seridó, representada na área em epigrafe pelos xistos da Formação Seridó constituída por granada-biotita xistos, bastante

dobrados e deformados, com granulação média, textura lepidoblástica e coloração variando de cinza clara a esverdeada.

Representando o plutonismo granítico de idade brasileira têm-se os granitoides das suítes Intrusivas Dona Inês e Itaporanga. A primeira mostra-se constituída por hornblenda - biotita granitos, a qual inclui também leucogranitos de textura equigranular a porfirítica. Apresenta granulação fina a média, com fácies contendo muscovita, por vezes granada e feições migmatíticas. Em termos litoquímicos apresentam afinidade calcioalcalina de alto potássio. A segunda apresenta-se constituída por um anfibólio - biotita granito, granodioritos, sienogranitos, monzogranitos e quartzo - monzogranitos de granulação grosseira a porfirítica. Possui afinidade calcioalcalina de alto potássio. Por vezes verifica-se a existência de fácies equigranular e termos dioríticos.

As coberturas mesozoicas dispostas na porção leste da área acham-se representadas pelos sedimentos da Bacia Potiguar, a qual se inicia com os arenitos da Formação Açu formada por arenitos quartzosos finos a grossos, por vezes conglomerados de cor cinza claro com tons amarelados a avermelhados e intercalações de siltitos associados a leques aluvionais.

Sobrepostos a esta unidade ocorrem os calcários da Formação Jandaíra, constituída por calcários calcíticos de coloração cinza claro com tons creme, apresenta estrutura maciça e contém microfósseis. Estes carbonatos afloram na porção oeste do Estado sendo aproveitados na produção de cimento e rocha ornamental, sendo comercializados com o nome de Crema Marfil.

Capeando as rochas do embasamento cristalino e os sedimentos da Bacia Potiguar ocorrem às coberturas cenozoicas. Inicialmente representadas pelos sedimentos do Grupo Barreiras, composto por arenitos conglomeráticos finos a conglomerados, subordinadamente tem-se siltitos, argilitos e arenitos médios a grossos e mostram-se predominantemente associados a sistemas fluviais. Possuem coloração avermelhada, com cimento ferruginoso e diagênese fraca, por vezes apresentam horizontes ou colunas de oxirredução, em que assumem cores variando de branca, roxa a vermelha.

As coberturas quaternárias ocorrem capeando as unidades subjacentes representadas pelas rochas do embasamento cristalino e sedimentos cretáceos da Bacia Potiguar e depósitos pleistocênicos do Grupo Barreiras. Na área estas coberturas foram subdivididas



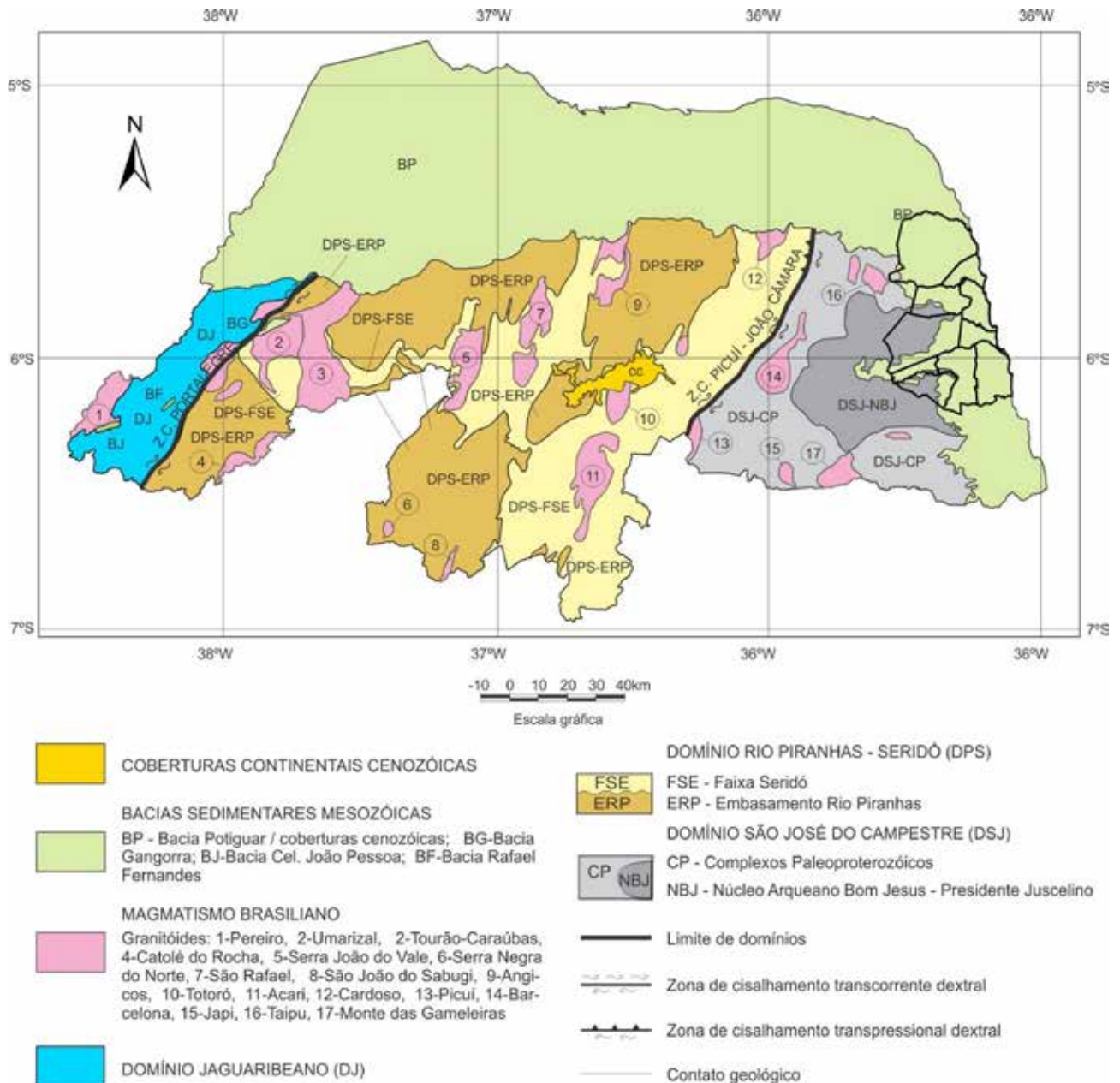


Figura 4.2 – mostra a compartimentação tectônica do Rio grande do Norte e a localização da Região metropolitana de Natal.

nas seguintes unidades; Depósitos Aluvionares Antigos; Depósitos Marinheiros Continentais; Sedimentos Arenosos; Depósitos Fluvio-Marinheiros; Depósitos Aluvionares de Canal; Depósitos Eólicos Continentais Recentes; Depósitos Eólicos Litorâneos Vegetados; Depósitos Eólicos Litorâneos Não Vegetados; e Depósitos Litorâneos Praiais.

Os Depósitos Aluvionares Antigos apresentam-se constituídos por arenitos conglomeráticos e conglomerados com seixos de quartzo e fragmentos de diversas rochas, incluindo arenitos ferruginosos do Grupo Barreiras. Subordinadamente ocorrem sedimentos argilo-arenosos a arenitos médios de diversas cores.

Os Depósitos Marinheiros Continentais apresentam-se formados por areias, arenitos médios a finos, com coloração variando de amarela, marrom a esbranquiçada.

Os Depósitos Marinheiros Continentais mostram-se constituídos por coberturas arenosas a areno-argilosas, inconsolidadas de granulometria média a grossa, sem origem definida. Localmente apresentam fragmentos de quartzo ou de seixos de arenitos remobilizados.

Os Depósitos Eólicos Continentais Recentes compõem-se de areias médias a finas derivadas de atividades eólicas, porém sem apresentar geometria de dunas, mas apenas sedimentos espiados.

Os Depósitos Fluvio-Marinheiros mostram-se constituídos por areias finas, silte e argila. Apresentam-se finamente laminados, ricos em carbonatos e matéria orgânica, são bioturbados e incluem os sedimentos de mangues e das planícies de maré.

Os Depósitos Aluvionares de Canal acham-se representados por areia quartzosa média a grossa,

ocasionalmente conglomeráticas, com estratificação cruzada e níveis descontínuos de sedimentos mais finos (siltico-argilosos) em direção à desembocadura.

Os Depósitos Eólicos Litorâneos Vegetados mostram-se compostos por areias quartzosas, bem selecionadas de coloração avermelhada a amarronzada, com formas de dunas residuais ou lençóis arenosos; também podem estar associados aos campos de dunas não vegetados.

Os Depósitos Eólicos Não Vegetados são formados por dunas constituídas por areia quartzosa de granulometria variando de fina a média e coloração esbranquiçada.

Os Depósitos Litorâneos Praiais compõe-se de areias quartzosas com granulometria variando de fina a muito grossa. Mostram-se ricos em bioclastos e, localmente em minerais pesados.

## 4.2 - JAZIMENTOS DE AGREGADOS MINERAIS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL E SUA CORRELAÇÃO COM A GEOLOGIA

Em termos de materiais para construção civil, a região metropolitana de Natal é abundante nestes insumos, notadamente brita, material de empréstimo, pedra de talhe, argilas para a cerâmica vermelha, areias e calcários.

### 4.2.1 - Jazimentos de Brita

As ocorrências de brita acham-se inseridas na Suíte Intrusiva Dona Inês, de idade neoproterózoica sendo constituída por leucogranitos e biotita-hornblenda granitos leucocráticos, não deformados, de granulção fina a média, apresentando fácies com moscovita, por vezes com granada e feições migmatíticas, do ponto de vista litoquímico mostra afinidade calcioalcalina de alto K segundo Dantas e Roig (2011). Na área de exposição desta unidade geológica foram catalogadas 03 ocorrências de grande porte utilizadas na confecção de brita e que se encontram localizadas respectivamente nos Sítios Jundiá, Lagoa de Dentro e Serrinha. Estes jazimentos inserem-se em três corpos granitoides com dimensões superiores a 6 km de extensão e largura média de 2 km. Os mesmos dispõem-se alinhados com a estrutura regional, apresentando-se sob a forma de maciços e matacões, onde se evidencia o baixo nível de fraturamento da rocha, a qual apresenta boas condições de explotabilidade. Outras ocorrências foram detectadas nos municípios de Macaíba, Monte Alegre e São Gonçalo do Amarante. No geral os corpos apresentam amplas reservas geológicas, com valores superiores a 100 milhões de toneladas.

Foram coletadas amostras nos polos produtores de brita, nos distritos de Serrinha e Jundiá, localizados respectivamente nos municípios de São Gonçalo do Amarante e Macaíba (Foto 4.1), geologicamente ambos situam-se na unidade

denominada Suíte Intrusiva Santa Inês, e localmente constituída de hornblenda e/ou biotita granitos, leucocráticos, com granulção fina a média.

Os ensaios tecnológicos executados foram realizados pelo Departamento de Engenharia de Minas da Universidade Federal de Pernambuco, seguindo a normalização da ABNT, cujos resultados encontram-se no anexo II. As análises destes dados mostram que as amostras em apreço não apresentam restrições para utilização de brita.



Foto 4.1 – Frente de Lavra para Produção de Brita da Pedreira Potiguar, município de Macaíba-RN.

### 4.2.2 - Jazimentos de Areias

A areia é resultado da alteração mecânica causada por agentes externos e/ou desagregação de rochas metamórficas, ígneas e sedimentares através da atuação do intemperismo físico, com posterior transporte e deposição. A classificação das areias é feita pela granulometria, grau de selecionamento e formato dos grãos. Estes últimos são constituídos principalmente por quartzo ( $\text{SiO}_2$ ), contudo, em sua composição, é possível haver outros minerais, como: mica, ilmenita, feldspato, etc.

Na área do projeto as principais ocorrências de areias quartzosas para construção civil acham-se associadas aos sedimentos quaternários, mais precisamente aos depósitos aluvionares formados por sedimentos arenosos aluvionares antigos e modernos, com variação granulométrica desde finos a grossos, chegando até conglomeráticos com seixos de quartzo e fragmentos de rochas diversas, incluem-se aqui os arenitos ferruginosos do Grupo Barreiras. Subordinadamente ocorrem neste último, arenitos médios de cores diversificadas. Tem-se também jazimentos associados aos depósitos marinhos continentais, os quais são constituídos por areias, arenitos médios a finos de coloração variando de amarelados, marrons claros a brancos. Salientem-se ainda as ocorrências de areias inseridas nos depósitos colúvio-eluviais constituídos por sedimentos areno-argilosos, arenosos e conglomeráticos inconsolidados, além das ocorrências associadas aos sedimentos aluvionares datadas do Quaternário.

Em função de ambiências geológicas extremamente favoráveis e da amplitude das coberturas acima referenciadas, pode-se afirmar que a região metropolitana de Natal dispõe de reservas suficientes, com base na demanda atual de consumo, para os próximos 20 anos, conforme estudo de perspectiva de demanda disposto no capítulo 8 deste relatório.

Convém salientar, que nas demais coberturas sedimentares existem amplos depósitos de areias inconsolidadas, mais precisamente nos depósitos de areias de origem eólica, formadas por areias quartzosas bem selecionadas de coloração avermelhada, marrom amarelada e branca, vegetadas e não vegetadas, presentes em grandes exposições nos municípios de Ceará Mirim, São Gonçalo do Amarante, Extremoz, Macaíba, Monte Alegre, Vera Cruz, São José do Mipibu e Nísia Floresta, mas com exploração atual restrita a pequenas áreas. No caso das coberturas denominadas de Depósitos Eólicos Litorâneos vegetados ou não vegetados, o seu uso como areia para construção civil é desaconselhável em parte por situar-se em áreas de preservação ambiental, e principalmente pelos elevados teores em titânio e zircão que apresentam em certos locais. Tal fato constitui um indicativo da possibilidade de existência de depósitos de placeres de minerais pesados associados a esta unidade.

Em quase todos os municípios que formam a região metropolitana e em municípios vizinhos há ou houve exploração de areias, seja em rios como Potengi, Trairi (Foto 4.2), Maturaia de Cima, Riacho Taborda e/ou em vários locais onde ocorrem as coberturas cenozoicas (Fotos 4.3 e 4.4).

As coletas de amostras para análises químicas foram efetuadas "In situ" nos pontos de dragagem dos rios, em locais aleatórios, especialmente nos rios Trairi e Potiguar que abastecem o mercado construtor da capital, inclusive as concreteiras. Os resultados das análises referentes à areia de aluvião mostram alto teores de  $\text{SiO}_2$ , e de  $\text{K}_2\text{O}$  resultando no máximo em 3,57% devido à presença de pequenos grãos que apresentam quartzo e feldspato.



Foto 4.2 – Exploração de areia aluvionar no leito do Rio Trairi (Município de Monte Alegre)



Foto 4.3 – Local de extração de areia de cobertura no Município de Ceará Mirim.



Foto 4.4 – Terraço arenoso localizado no Município de Extremoz –RE.

No Quadro 4.1, tem-se os resultados das análises químicas efetuadas em amostras de areia coletadas nos leitos dos rios Trairi e Potengi.

No Quadro 4.2 tem-se os resultados de análises químicas de amostras de areias coletadas nas coberturas quaternárias.

Nas areias de cobertura, as amostras foram coletadas de forma aleatória, observando-se a variação de coloração de cada uma delas. Pela observação do Quadro 4.2 se verificam valores altos apenas para sílica. As análises químicas e físicas realizadas e apresentadas no anexo II colocam estas como agregado miúdo, com pouco material pulverulento e sem partículas de material argiloso.

Quadro 4.1 – Resultados das análises químicas de amostras de aluvião.

LOCAL	MUNICIPIO	MATERIAL	SiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	K <sub>2</sub> O %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	CaO %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	PF %
Lagoa Da Vaca Rio Trairi	Monte Alegre	Areia Lavada	78,51	1,29	3,57	0,34	0,01	1,61	10,6	0,21
Alagadiço Rio Potengi	São Gonçalo Do Amarante	Areia Lavada	82,46	1,65	2,02	0,29	2,27	1,18	8,35	0,24
Rio Potengi	São Gonçalo Do Amarante	Areia Lavada	90	1,02	0,41	0,04	0,24	0,02	1,26	0,39

Quadro 4.2 – Resultados das análises químicas de amostras de areias de cobertura.

Local	Mun.	Material	SiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	K <sub>2</sub> O %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	CaO %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	PF %
Jacobina	São Gonçalo	Areia Clara	90	1,07	0,03	0,02	0,01	0,01	0,13	0,22
Rancho Das Esmeraldas	Ceará Mirim	Areia Cinza	90	0,75	0,01	0,02	0,01	0,03	0,14	0,06
Campinas	Extremoz	Areia Creme	90	0,75	0,38	0,05	0,08	0,06	1,26	0,39
Lagoa Da Cobra	Ceará Mirim	Areia	90	1,38	0,28	0,04	0,05	0,03	1,25	0,24

#### 4.2.3 - Rochas para Cantaria

A denominada pedra de talhe ou pedra marroada, compreende a rocha submetida a acabamento simples, normalmente recortada e dimensionada de forma manual para aplicação como meio-fio, paralelo, rachão e mourões. Convém salientar, que tal operação pode ser em parte mecanizada.

As principais áreas para exploração de pedra de talhe na região estudada, ou próxima a ela são as exposições de plutonitos das Suítes Intrusivas Dona Inês e Itaporanga.

Atualmente o principal polo de produção deste bem mineral situa-se na região de Serrinha, no município de São Gonçalo do Amarante (Foto 4.5). Existem também possibilidades de produção nos setores: Macaíba – Jundiá, Igreja – Lagoa de Dentro e Nova Cruz. Fora dos limites desta região metropolitana há explorações, que distam cerca de 10 km do limite oeste da região metropolitana, nas cercanias de São João, em amplo stock de corpo granítico de composição granodiorítica a quartzo monzonito, passível de fornecer este material para as obras de infraestrutura e construção civil a serem realizadas nesta porção do estado.

O setor de São Gonçalo do Amarante, além de constituir atualmente o único polo produtor deste insumo mineral é também o mais antigo, com as primeiras explorações oriundas da primeira metade do século XX.

Nos três primeiros setores afloram as litologias da Suíte Intrusiva Dona Inês, constituída por biotita granito, sienitos e monzonito isotrópicos, de granulação fina a media. Na área concernente a região de São João, afloram plutonitos da Suíte Intrusiva Itaporanga, localmente constituídos por granodioritos a monzogranitos, com granulação variando de grossa a porfirítica com afinidade calcioalcalina de alto K.



Foto 4.5 – Pedreira de produção de pedra de talhe na localidade de Serrinha, no Município de São Gonçalo do Amarante-RN.

#### 4.2.4 - Argilas para Cerâmica Vermelha

O mineral argila constitui um material natural, de textura terrosa, granulação fina, formado por argilominerais, que ao ser umedecido adquire certa plasticidade. Do ponto de vista químico são constituídos de silicatos de alumínio hidratado (filossilicatos), podendo conter outros elementos, como, ferro, magnésio, cálcio, sódio, potássio, lítio e outros.

Os principais grupos de argilominerais são da caulinita, illita, esmectita ou montmorilonita. Os demais são da clorita, vermiculita e sepiolita/paligorskita.

Segundo Assunção et. al em 2012, além da plasticidade na presença da água, as argilas desenvolvem outras propriedades, tais como: compactação, tixotropia, resistência mecânica a úmido, retração linear de secagem, e viscosidade de suspensões aquosas, que explicam a sua grande variedade de aplicações comerciais.

As argilas são utilizadas principalmente na indústria da construção civil e de cerâmica, onde são empregadas na produção de cerâmica vermelha, tais como tijolos, telhas, blocos, lajes, lajotas, manilhas e elementos vazados diversos. Na cerâmica branca é empregada na produção de louças sanitárias, porcelanas de mesa, porcelana elétrica, porcelana técnica e de laboratório. Na cerâmica de revestimento, para uso na confecção de azulejos, porcelanatos, ladrilhos e pastilhas. Aplica-se também em setores especiais ou de alta tecnologia.

Outros setores da indústria, que também utilizam argilas são os de materiais refratários, os de produtos silico-aluminosos e aluminosos. As argilas são utilizadas ainda em isolantes térmicos, fibras cerâmicas, refratários isolantes, indústria de cimento Portland, de pozolana, nos setores de produção de vidro, abrasivos, agregado leve, papel, borracha, plástico, tinta, fluido de perfuração, etc.

No que concerne às argilas da Região Metropolitana de Natal, as mesmas são do tipo vermelha, caracterizadas pelo teor de óxido de ferro situado entre o intervalo de 2,2 a 10,4 % de  $Fe_2O_3$ . Os principais pontos de argila vermelha na área em apreço situam-se nos aluviões dos rios Trairi e Ararai em Nísia Floresta e São José do Mipibu, Riacho Taborda em Macaíba, além dos rios da Prata e Potengi em São Gonçalo do Amarante (Foto 4.6) e dos Rios Mudo e Ceará-Mirim situados nas terras do município homônimo.

Estes depósitos ocorrem mais precisamente associados aos sedimentos aluvionares de canal

(N4ac), constituído por areias quartzosas de granulação média a grossa, com estratificação cruzada e níveis descontínuos de sedimentos mais finos silticos e argilosos. Estes depósitos de natureza aluvionar atualmente são os únicos em operação de lavra nesta região. Ocorrem sob a forma de lentes, normalmente ocupam grandes extensões com largura e comprimento consideráveis. Constitui-se principalmente de argila plástica de coloração cinza clara a cinza creme, cinza escura (orgânica), amarela e marrom. Estes jazimentos respondem pela atual produção de argila vermelha destinada a indústria cerâmica da região.

Foram coletadas amostras nos municípios de Ceará-Mirim, São Gonçalo do Amarante, Macaíba e Nísia Floresta, que foram submetidas a análises químicas (Determinação de Óxidos) e tecnológicas (Difração de Raios X, Granulometria, Limites de Liquidez e Plasticidade, Índice de Plasticidade, confecção e sinterização em três temperaturas, Índice de Retração Linear, Absorção de Água, Porosidade Aparente, Massa Específica Aparente, Cor, Umidade de Conformação e Resistência a Flexão).

No Quadro 4.3, temos os resultados analíticos das amostras coletadas, já as análises tecnológicas dispostas no anexo II mostram que todas as amostras apresentam relativa plasticidade, sendo 3 com alta plasticidade, 3 mediamente plásticas e 1(uma) fracamente plástica (única) coletada no município de Macaíba. Quanto ao restante dos resultados todas apresentam pequenas variações.



Foto 4.6 – Extração de argila em terrenos aluvionares, localizada no Município de São Gonçalo da Amarante.

Quadro 4.3 – Resultados das análises químicas de amostras de argilas.

Local	Município	Material	SiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	K <sub>2</sub> O %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	CaO %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	PF %	Σtotal %
Macambira	Macaiba	Argila	55,91	4,97	1,07	0,91	0,55	0,47	20,06	12,48	96,42
Rio Ceará Mirim	Ceará Mirim	Argila	63,92	5,63	1,29	1,02	0,83	0,68	15,08	12,48	100,93
Cajueiro	Ceará Mirim	Argila	59,91	6,22	1,42%	1,45	0,73	1,15	15,33	9,51	95,72
Cerâmica	S. José Do Mipibu	Argila	53,89	8,27	2,43	2,28	1,61	1,58	17,18	7,75	94,99
Cerâmica Golinha	S. José Do Mipibu	Argila	47,65	9,87	2,09	2,5	1,47	1,58	19,29	9,74	94,19
	Nisia Floresta	Argila	49,2	8,44	1,58	1,73	0,77	1,11	20,09	12,39	95,41
Rio Da Prata	São Gonçalo Do Amarante	Argila	62,15	5,88	2,13	1,69	2,12	1,56	15,23	4,5	94,26
Rio Da Prata	São Gonçalo Do Amarante	Argila	59,07	7,48	1,99	2,16	1,49	0,73	17,42	6,39	96,73
Faz. São Mateus	São Gonçalo Do Amarante	Argila	47,7	10,4	2,96	3,83	1,72	1,66	20,18	7,59	96,04
Rio Dos Indios	Ceará Mirim	Argila	69,06	2,92	0,3	0,33	0,18	0,26	10,41	12,98	96,58

#### 4.2.5 - Material de Empréstimo

Constitui um material essencial na preparação de base de obras de pavimentação de ruas, rodovias pavimentadas, em aterros de mangues, prédios e obras diversas. Na região metropolitana de Natal há uma grande quantidade de material de 1ª categoria, definidos como materiais de natureza residual e/ou sedimentar, possuindo ou não seixos rolados, com diâmetro máximo menor que 0,15 m e utilizados em diversos tipos de aterro.

Os depósitos de material de empréstimo da Região Metropolitana de Natal são do tipo sedimentar associado aos sedimentos do Grupo Barreiras, o qual compreende uma unidade geológica de amplitude regional constituída por sedimentos arenosos a conglomeráticos com intercalações subordinadas de arenitos, siltitos e argilitos. Possuem coloração avermelhada com

cimento ferruginoso e diagênese fraca. Mostram-se pouco consolidados, com coloração roxa, amarela, cinza e avermelhada.

Este conjunto de sedimentos apresenta pequena discordância de erosão local marcada por níveis de quartzo e no total pode atingir dezenas de metros de espessura.

Esta unidade geológica possui amplitude regional recobrendo quase toda a porção costeira do território brasileiro, mais precisamente entre os Estados do Maranhão e Espírito Santo e particularmente em parte da área objeto do presente trabalho.

As operações de lavra de material de empréstimo compreendem uma operação conjunta que corresponde ao desmonte e carregamento de material in natura, com pás carregadeiras, e seu transporte realizado em caminhões tipo caçamba até as obras.

Na maioria dos casos, o desmonte e transporte do material são realizados de forma artesanal.

A exploração de material de empréstimo se caracteriza principalmente pela atividade irregular tipo garimpagem, realizado na maioria das vezes de forma clandestina, predatória e destituída de planejamento técnico. No geral sua execução é efetuada por pessoas físicas, as quais, na sua maioria são proprietários do solo.

Devido ao grande número de lavras abandonadas, são também acentuadas as cicatrizes no relevo, destituídas de recuperação no terreno da região em epígrafe, com excessão de áreas situadas no município de São José de Mipibu, cuja exploração foi efetuada pelo Exército Brasileiro em obras de infraestrutura viárias, onde após a conclusão dos serviços, os locais de extração foram retaludados.

No geral as fontes de exploração apresentam caráter sazonal, sendo reativadas sempre que aumenta a demanda, notadamente em função de obras governamentais de infraestrutura. Atualmente a exploração de material de empréstimo é bastante acentuada na área em torno do município de Natal, devido ao grande número de obras de construção civil que lá ocorrem seguido de São Gonçalo do Amarante devido às obras do aeroporto em construção neste município. Têm-se também exploração de material de empréstimo em áreas do Município de Extremoz (Fotos 4.7 e 4.8)

A demanda por este material não para de crescer, tanto por sua vasta aplicação, mas também em função do grande numero de obras civis e de infraestrutura de grande porte localizadas na área da região metropolitana ora em discussão.



Foto 4.8 – Detalhe da cascalheira vista na foto acima localizada no município de Extremoz.

#### 4.2.6 - Calcário

Na Região Metropolitana de Natal, mais precisamente no município de Ceará Mirim, tem-se a ocorrência da Formação Jandaíra, a qual conforme o mapa geológico aparece numa vasta área, com afloramentos esparsos com presença em alguns locais de pequenos blocos. A análise química da amostra coletada nesta unidade (Quadro 4.4) mostra que se trata de um calcário dolomítico de coloração creme, estrutura maciça, sem fosseis nas amostras coletadas (Foto 4.9). O resultado químico disposto no Quadro 4.4 apresenta altos teores de óxidos de cálcio e magnésio, sendo o teor de MgO superior a 20% o que permite classificar esta rocha como calcário dolomítico.



Foto 4.7 – Visão geral do local explorado para retirada de material de empréstimo no Município de Extremoz.



Foto 4.9 – Afloramento de calcário dolomítico localizado no município de Ceará Mirim.

Quadro 4.4 – Resultado da análise química de amostra de calcário.

LOCAL	MUNICIPIO	MATERIAL	SiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	K <sub>2</sub> O%	MgO%	Na <sub>2</sub> O%	CaO%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	PF%	Σtotal%
URTIGA	CEARÁ MIRIM	CALCARIO	7,07	0,62	0,66	20,55	0,04	28,9	1,97	42,6	100,41

# 5 – POTENCIAL MINERAL DA REGIÃO METROPOLITANA DE NATAL

## 5.1 - IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS POTENCIAIS

A identificação do potencial mineral da Região Metropolitana de Natal teve inicialmente como suporte os dados da bibliografia, listagem dos jazimentos minerais contidos no GEOBANK da CPRM, aliada a análise dos títulos de direitos minerários disponíveis no site do DNPM. A integração destes parâmetros com as relações de caráter geológico da região estudada permitiram fazer uma avaliação potencial destes insumos. Salienta-se que tais procedimentos de pesquisa foram bastante facilitados pela visita aos locais com frentes de lavra ativas e paralisadas, que propiciaram uma observação “*in loco*” das relações existentes entre o depósito e o contexto geológico da área, o que permitiu a realização de interpretações sobre a continuidade das ocorrências e da amplitude das suas reservas.

A análise dos bens minerais estudados propiciou o agrupamento destas substâncias em dois grupos de insumos: aquelas empregadas “*in natura*” ou com processamento simples, tais como areia, brita, pedra de talhe e material de empréstimo e as substâncias utilizadas a partir de beneficiamento e transformação, tais como queima, mistura com outros materiais etc. Neste grupo incluem-se as argilas, caulim e calcário que constituem matérias-primas de emprego direto na indústria cerâmica e do cimento. Estes bens estão representados na Figura 3.1 - Mapa de Recursos Minerais - vide ANEXO I.

No caso da região metropolitana de Natal verifica-se uma estreita ligação das áreas potenciais com as unidades geológicas mapeadas propiciando a assertiva de considerar como área potencial de determinado insumo o perímetro de abrangência da unidade a qual a substância acha-se associada.

### 5.1.1 - Rochas para Pedra de Talhe

A pedra de talhe designa rocha submetida a acabamento simples, normalmente recortada e dimensionada de forma manual. A exploração é feita a céu aberto e em geral o desmonte da rocha é realizado por explosivos com auxílio de espoletas. A principal aplicação da pedra de talhe é feita em calçamento de ruas e avenidas, praças públicas, edificação de calçadas, barragem de pedra, muro de contenção e revestimentos verticais. Nesta categoria estão inclusos a denominada pedra rachão e pedra rachinha, além de paralelos e meio-fio.

Todos os locais onde foram encontradas minerações em exploração destes insumos, dentro da região metropolitana de Natal, estão localizados principalmente nas rochas de Idade Neoproterozoica constituintes da Suíte Santa Inês representadas por hornblenda ou biotita granitos, leucogranitos, com granulação fina a média, com fácies contendo muscovita ou granada e feições migmatíticas, de afinidade alcalina de alto potássio.

Têm-se ainda exposições dos granitoides da Suíte Intrusiva Itaporanga, que apesar de abundantes não são fontes de exploração podendo, entretanto ser empregados como tal. Localmente acham-se representados por anfibólio-biotita granitos, granodioritos, sienogranitos, monzogranitos e quartzo-monzonitos de granulação grossa a porfírica, também de afinidade calcioalcalina de alto potássio.

Fora da região metropolitana há explorações, que também abastecem a região estudada, formada por rochas de idade arqueana, pertencentes ao Complexo Casa Caiada, constituído localmente por migmatitos com paleossoma constituído por hornblenda-ortognaisse tonalítico e neossoma quartzo-feldspático, apresentando diques de anfibólito.

Os recursos estimados e apresentados no Quadro 5.1 mostram um potencial superior a 105.300.000 toneladas. Salienta-se que este montante de recursos foi obtido para uma profundidade de extração de até 20 metros.

Nas Fotos 5.1 e 5.2 têm-se a visão de boas exposições de locais onde ocorrem a exploração de rochas graníticas como pedra de talhe, localizadas nos municípios de Macaíba e Monte Alegre.

Quadro 5.1 – Mostra os recursos de material passível de produzir pedra de talhe.

Município	Volume (esp. considerada 20 m)	Reservas (densidade média 2,7 t/m <sup>3</sup> )
São Gonçalo	5.000.000	13.500.000
Ceará Mirim	28.000.000	75.600.000
Macaíba	6.000.000	16.200.000
	Total	105.300.000
	Recuperação das Reservas 85%	89.505.000





Foto 5.1 – Frente de extração abandonada para produção de pedra de talhe localizada no Município de Macaíba.



Foto 5.2 – Locais com potencial para extração de material para produção de pedra de talhe no Município de Monte Alegre.

### 5.1.2 - Argilas para Cerâmica Vermelha

Para a correta avaliação do perfeito uso desta matéria-prima faz-se necessário a realização de um determinado número de análises e de ensaios de caracterização tecnológica, que define o emprego mais apropriado do material. Inicialmente faz-se necessária a identificação mineralógica dos argilominerais e a interpretação da análise química de óxidos, o que permite a definição do grupo de argilas e o percentual de impurezas presentes, tais como: quartzo, feldspato, mica, hidróxido de ferro, alumínio e por vezes matéria orgânica.

No caso dos ensaios tecnológicos para fins cerâmicos são necessários ensaios preliminares e conforme Santos (1975), a classificação da argila em 03 grupos cerâmicos é feita pela cor apresentada pelos corpos de prova, após a secagem em 110° C e queima em três temperaturas. Já a classificação da argila em subgrupo é feita pelas propriedades físico-mecânicas ou propriedades cerâmicas que apresentam. Para outros fins são utilizados outros ensaios.

#### 5.1.2.1 - Depósitos Minerais

Os depósitos de argila para cerâmica vermelha em exploração na Região Metropolitana de Natal são encontrados em terrenos aluvionais de idade quaternária, posicionadas no mapa geológico através da sigla Q4ac. Estes depósitos são numerosos e apresentam dimensões consideráveis, sendo constituídos por materiais argilosos plásticos de cor cinza-clara a creme, cinza-escura, amarelada e marrom. São compostas por uma ou mais camadas de argilas, dispostas em forma lenticular com espessuras variáveis.

Os depósitos e as explorações mais importantes acham-se localizados nos terrenos aluvionares dos rios Ceará Mirim, Potengi e nas várzeas das bacias dos rios Ararai e Arai. Salienta-se que nos sedimentos aluvionares do Rio Ceará Mirim encontram-se sotopostos a argila, espessas lentes de material turfáceo e mais próximo à foz têm-se bancos de diatomitos.

#### 5.1.2.2 - Reservas de Argila para Cerâmica Vermelha

Os recursos de argilas para fabricação de tijolos dentro da Região Metropolitana estão correlacionadas aos depósitos cenozoicos aluvionares de canal, a qual apresenta níveis descontínuos de sedimentos de origem aluvionar, mais finos, arenoargilosos, dispostos em forma de bolsões nos aluviões do rio Ceará Mirim e nas inúmeras lagoas localizadas neste mesmo município. Ocorre também acompanhando o rio Potengi no município de São Gonçalo do Amarante, entre os rios Arai e Ararai no município de São José do Mipibu e, em pequenos depósitos no rio Arai no município de Nísia Floresta. O Quadro 5.2 mostra os recursos potenciais por município deste insumo mineral.

Quadro 5.2 – Recursos potenciais de argila para cerâmica vermelha por município.

Município	Espessura considerada = 4 m m <sup>3</sup>	Densidade média = 2,6 t/m <sup>3</sup> t
São Gonçalo do Amarante	2.875.000	7.475.000
Nísia Floresta	1.500.000	3.900.000
São José do Mipibu	1.950.000	5.070.000
Ceará-Mirim	1.440.000	3.744.000
	Total	20.189.000
	<b>Recursos lavráveis (89,5%)</b>	<b>18.170.100</b>

A Foto 5.3 mostra uma visão parcial do setor de exploração destas argilas situado próximo a cidade de São Gonçalo do Amarante. O local apresenta excelentes condições para a exploração deste insumo mineral. Na Foto 5.4 têm-se uma visão parcial de um excelente depósito de argila vermelha localizado no Sítio Bela Vista, Município de São Gonçalo do Amarante.



Foto 5.3 – Visão parcial do setor, onde houve retirada de argila, localizado próximo a São Gonçalo do Amarante.



Fotos 5.4 – Local com pequena extração de argila, situado no Sítio Bela Vista, no município de São Gonçalo do Amarante.

### 5.1.3 - Depósitos de Areias

Os principais depósitos de areia na área em questão compreendem os tipos extraídos nos sedimentos aluvionais de idade quaternária, localizados nas bacias dos rios Potengi e Trairi. Têm-se também grandes depósitos deste insumo nos sedimentos arenosos das unidades cenozoicas

constituídas por areias quartzosas, bem selecionadas, dispostas sobre a forma de dunas.

#### 5.1.3.1 - Areias Aluvionares

Os depósitos de natureza aluvionar compreendem tanto os tipos explorados no leito ativo, quanto os explorados na planície de inundação e nos terraços fluviais. Estes depósitos cobrem grandes áreas da região metropolitana de Natal e em sua maioria são constituídas por areias quartzosas inconsolidadas de granulometria média a grosseira e coloração creme, mostrando-se mal selecionadas.

As principais operações de lavra observadas na região Metropolitana de Natal são realizadas de duas maneiras: a primeira através de exploração mecânica no leito ativo do Rio Potengi em São Gonçalo do Amarante e no rio Trairi, mais precisamente nos município de Monte Alegre e Lagoa Salgada. A segunda compreende as explorações realizadas nos terraços aluviais.

#### 5.1.3.2 - Depósitos de Areia em Coberturas Cenozoicas

Os depósitos arenosos de idade cenozoica apresentam características sedimentológicas e geomorfológicas próprias e compreendem dois conjuntos. Os terraços marinhos arenosos cobertos por vegetação provavelmente de idade pleistocênica e os sedimentos arenosos holocênicos, destituídos de cobertura vegetal. As principais características destes depósitos são o bom selecionamento do material e a sua coloração esbranquiçada. Em certos locais apresentam coloração avermelhada.

Estes terraços correspondem a unidade cenozoica mapeada como Qi (vide mapa geológico) e engloba todos os sedimentos arenosos esbranquiçados dispostos em forma de dunas. Os terraços pleistocênicos ocorrem na porção interna da planície costeira margeando o litoral com espessuras variando de 1(m) a algumas dezenas de metros. Os terraços holocênicos dispõem-se paralelos à costa capeando em grande parte os terraços acima descritos. No geral mostram-se bem selecionados, com granulometria fina a média e coloração clara.

Outras formações geológicas de grande potencial para conter jazimentos destes insumos são os sedimentos arenosos mapeados como Depósitos Aluvionares de Canal (Q4ac), compostos por areias quartzosas de granulometria média a grossa, ocasionalmente conglomeráticas, com estratificações cruzadas e níveis descontínuos de sedimentos mais finos. No Quadro 5.3 têm-se os resultados dos recursos potenciais dos tipos de areia localizadas na área deste trabalho.

Quadro 5.3 – Recursos potenciais de areia na área da região metropolitana de Natal.

Município	Espessura considerada = 3 m	Densidade média = 1,6 t/m <sup>3</sup>
Areia Aluvionar	m <sup>3</sup>	t
São Gonçalo do Amarante + Monte Alegre	16.000.000	25.600.000
Ceará Mirim + São Gonçalo do Amarante + Macaíba + Extremoz + Nísia Floresta + São José do Mipibu + Monte Alegre + Vera Cruz	43.750.000	70.000.000
		95.600.000
	Recuperação das Reservas 90%	86.040.000

As Fotos 5.5, 5.6 e 5.7 tiradas em áreas do Município de Ceará Mirim mostram locais de exploração destes insumos nas áreas de terraços arenosos pliocênicos. Localmente observa-se restos da cobertura vegetal que recobre parcialmente esta unidade.



Foto 5.5 – Exploração paralizada de areia em terraço arenoso localizado no Município de Ceará Mirim.



Foto 5.6 – Outro local de extração de areia em terraço arenoso, localizada no Município de Ceará Mirim.



Foto 5.7 – Local com potencial para extração de areia sedimentar situado próximo ao Rio Maturáia município de Ceará Mirim (Afloramento MN – 67).

#### 5.1.4 - Material de Empréstimo

Constitui uma designação utilizada regionalmente para denominar uma sequência litológica muito heterogênea representada na área em estudo por sedimentos arenosos por vezes conglomeráticos com níveis silticos a argilosos, intemperizados com diagênese fraca, dispostos nas cores roxa à amarelada e avermelhada. No geral este conjunto litológico pode atingir dezenas de metros de espessura com estratificação em certos pontos cruzada.

Esta substância é bastante empregada na construção civil como material de aterro, execução de rodovias, e recuperação de estradas vicinais. É facilmente encontrado em toda região metropolitana em apreço e ocorre associado aos sedimentos do Grupo Barreiras de idade plioleustocênica designada em mapa geológico pela sigla ENb. Mostra-se localmente constituído por arenitos grosseiros a conglomeráticos, mal selecionados contendo intercalações de conglomerados a arenitos conglomeráticos, subordinadamente com intercalações de siltitos, e argilitos. Apresentam coloração avermelhada, com cimento ferruginoso. Seus recursos são de grandes proporções e não foram mensurados em virtude da sua grande área de exposição, aliada a grande variação de espessura desta unidade geológica. Em termos de recursos potenciais pode-se estimar algo superior a 500 milhões de m<sup>3</sup> de material explotáveis.

As operações de lavra deste material compreende uma operação conjunta que corresponde ao desmonte e carregamento do material “in natura” através de pá carregadeira, seguido do transporte do produto em caminhões tipo caçamba até o canteiro de obras. Em alguns locais o desmonte e o transporte do insumo é feito de forma artesanal e com caráter totalmente irregular. Nas Fotos 5.8 e 5.9 tem-se uma visão dos locais potenciais para exploração deste material.



Foto 5.8 – Frente de extração de material de empréstimo, localizada no Município de São José do Mipibu.



Foto 5.9 – Local potencial para exploração de material de empréstimo localizado no Município de Ceará Mirim (Afloramento MN – 89).

### 5.1.5 - Pedra Britada

Pedra britada constitui todo material proveniente da desagregação mecânica das rochas. Quando se apresenta fragmentada em uma sequência contínua de dimensões é denominada de brita graduada; é considerada numerada quando o fragmento encontra-se em faixas granulométricas definidas pela abertura de duas peneiras consecutivas. O intervalo de dimensões apresenta a máxima inferior a 100 mm e a mínima superior a 4,8 mm (Frazão, 2006).

Para uso na construção civil a brita é produzida em cinco categorias, denominadas de brita 1 a 5, de acordo com a dimensão do grau retido na abertura das peneiras formada por malhas quadradas. Estas classes compreendem as seguintes dimensões: brita 1 entre 4,8 mm e 12,5 mm; brita 2 entre 12,5 e 25 mm; brita 3 situa-se no intervalo de 25 mm a 56 mm; brita 4 compreende os grãos situados entre 50 mm a 76 mm e brita 5 corresponde a que possui os grãos situados na faixa de 76 mm a 100 mm. Outro material também resultante da desagregação da rocha é o chamado pó

de pedra, o qual é gerado em frações mais finas, com dimensão nominal máxima inferior a 0,075 mm.

Os granitos, granodioritos, sienitos e ortognaisses migmatizados constituem as rochas mais utilizadas em virtude de apresentarem alta resistência à compressão, a flexão, ao impacto e a abrasão, além de possuir baixa porosidade. São compostos principalmente por quartzo e feldspato contendo ainda biotita e anfibólio.

Os fatores que determinam a qualidade de uma brita estão diretamente ligados à textura e mineralogia da rocha, ao seu grau de deformação estrutural, a morfologia dos seus fragmentos minerais, a natureza da sua superfície e a ausência de minerais friáveis ou deletérios.

Na construção civil a brita é empregada como agregado graúdo na confecção de concreto de cimento. É também utilizada na preparação do concreto betuminoso, na pavimentação de estradas, lastro de ferrovias, trabalhos de enrocamento e filtro de barragem para promover a drenagem da fundação e para criar um meio poroso para garantir a interceptação de fluxos preferenciais de água.

A seleção de rochas para a confecção de brita visando o seu emprego na construção civil envolve a elaboração de ensaios tecnológicos e análises que identifiquem as suas propriedades físicas, físico-mecânicas e petrográficas. Os procedimentos para execução dos ensaios e análises são normatizados pela ABNT.

As principais normas da ABNT (NBR, 2011) adotadas para atender à qualificação dos agregados graúdos incluindo a brita, são as normas NBR 7225 (materiais de pedra e agregados naturais); NBR 7389 (análise petrográfica); as NBR 6458 e 9937 compreendem os chamados índices físicos (densidade, porosidade e absorção); NBR 12583 e 12584 (reatividade potencial adesividade); NBR 7708, 12696 e 12697 (alterabilidade); NBR 7251 e 7810 (massa unitária); NBR 6954 e 7809 (forma); NBR 8938 (resistência ao impacto); NBR 9938 (resistência ao esmagamento); NBR 6465 (resistência à abrasão) e NBR 6953 (compressão uniaxial).

Atualmente um dos ensaios mais recomendados nos produtos comercializados é o da reação álcali/agregado, o qual indica a possibilidade de ocorrência de reações prejudiciais em função da presença de minerais deletérios, com intensidade suficiente para causar danos (expansão) ao concreto. Os principais ensaios e especificações recomendadas para o uso de brita em concreto são: abrasão Los Angeles – máximo de 50%; esmagamento – máximo de 30%; índice de forma – 3; material pulverulento – máximo 1%; torrões de argila – máximo 3%; fragmentos macios e friáveis – máximo 3% e análise petrográfica.

#### 5.1.5.1 - Depósitos Minerais

Os depósitos de rocha granitoide para a produção de brita na Região Metropolitana de Natal

encontram-se relacionados ao domínio dos corpos granitoides da Suíte Intrusiva Dona Inês constituída por hornblenda ou biotita granito e leucogranitos com fácies contendo granada e muscovita. Atualmente as explorações de brita ocorrem nos maciços graníticos aflorantes em terras dos municípios de Macaíba e São Gonçalo do Amarante, mais precisamente nos sítios Jundiá, Lagoa de Dentro e Serrinha.

No geral as pedreiras são mecanizadas e encontram-se regularizadas junto ao DNPM. Os jazimentos ocorrem sob a forma de amplos maciços rochosos elevados constituintes de *stocks* graníticos não deformados, pouco fraturados e destituídos de minerais de alteração. No geral os jazimentos visitados reúnem excelentes condições para a exploração e produção de brita.

Fora desta região metropolitana ocorrem as explorações de brita que abastecem o mercado da região estudada. Neste local afloram as rochas de idade arqueana do Complexo Casa Caiada composto por migmatitos com paleossoma constituído por hornblenda ortognaisse tonalítico com neossoma quartzo-feldspático, localmente têm-se diques de anfibolito.

Outro local de possível fonte de pedra britada são as áreas de afloramento dos granitoides da Suíte Itaporanga, representada por granitos, sienogranitos e granodioritos grosseiros e com textura porfirítica, localizados na porção oeste da área em apreço, mas precisamente no município de Macaíba entre as rodovias BR – 304 e RN – 002.

As Fotos 5.10 e 5.11 mostram uma visão geral das pedreiras localizadas respectivamente em Jundiá no Município de Macaíba e Serrinha em São Gonçalo do Amarante, atualmente em atividade na Região Metropolitana de Natal. Na Foto 5.12 têm-se a vista de uma frente de lavra abandonada, localizada próximo ao Rio Potengi, em São Gonçalo do Amarante.

#### 5.1.5.2 - Recursos Estimados

Levando em consideração apenas os corpos da Suíte Intrusiva Dona Inês aflorantes respectivamente em Jundiá, Lagoa de Dentro e Serrinha, os quais constituem três *stocks* medindo cerca de 6 km de comprimento por largura média de 2 km, tais valores correspondem a uma área somada de 36 km<sup>2</sup>, estimando-se uma espessura média de até 20 metros para executar as operações de exploração de brita pode-se estimar um recurso potencial da ordem de 720 milhões de metros cúbicos de rocha para brita.

Como fonte alternativa têm-se ainda as exposições dos granitoides da Suíte Intrusiva Itaporanga expostos na porção oeste do município de Macaíba, onde aflora um amplo *stock* com dimensões aproximadas 4 km de extensão por cerca de 2 km de largura.

Com base nestas observações de cunho geológico pode-se afirmar que em relação às pedras britadas não deverá haver problema nesta RMN quanto ao fornecimento, ao menos pelos próximos 30 anos. Porém convém frisar que devido à natureza



Foto 5.10 – Pedreira de granito para brita localizada em Jundiá, Município de Macaíba.



Foto – 5.11 – Pedreira de granito para brita situada em Serrinha no Município de São Gonçalo do Amarante.



Foto 5.12 – Pedreira abandonada próximo ao Rio Potengi, Município de São Gonçalo do Amarante.

do processo produtivo deste insumo faz-se necessária a adoção de medidas de ordenamento territorial, para a extensão da possível vida útil das pedreiras em atividade e a preservação de áreas potenciais ao exercício da atividade mineral, sem conflitos com a ocupação do meio físico.

## **6 – IMPACTOS AMBIENTAIS**

### **6.1 - CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES**

Esse capítulo trata do tema impacto ambiental causado durante a extração dos insumos minerais utilizados na construção civil, procurando identificar e descrever de que forma a atividade mineira modifica o meio ambiente, tanto em relação às minas ativas, quanto ao passivo ambiental decorrente de minas paralisadas. O procedimento adotado foi relacionar e caracterizar ambientalmente cada atividade observada nos trabalhos de campo. Neste contexto, são feitas considerações sobre as técnicas de lavras dos insumos utilizados na construção civil e o potencial de degradação que trazem essas intervenções antrópicas. São analisadas as extrações de argila (material de empréstimo, saibros e as de uso cerâmico), as de areias em terraços, em leitos de rio, além das pedras de talhe e brita. Também são abordadas algumas ações preventivas e/ou mitigadoras aplicáveis para cada forma de degradação.

### **6.2 - SISTEMÁTICA DE TRABALHO**

Para caracterização ambiental das atividades extrativas da Região Metropolitana de Natal, foram executados trabalhos em escritório e no campo. Em seguida, foi elaborada uma pesquisa bibliográfica para selecionar pontos cadastrados anteriormente e definir os roteiros de campo em função das informações de potencialidade mineral extraídas de trabalhos disponíveis. Foram definidos como de interesse, apenas aqueles pontos nos quais os trabalhos consultados definiam como mina e garimpo, tendo sido excluídas as ocorrências, os depósitos e as jazidas, que não trazem nenhum risco ambiental. Em escritório, foi feito também um agrupamento dos dados por município, com o intuito de ordenar a seqüência dos trabalhos de campo propriamente ditos.

Na fase seguinte foram executados os trabalhos de campo, norteados pelos cadastramentos selecionados (minas e garimpos) e agrupados por município. A checagem e consistência dos pontos recadastrados foram realizadas por navegação com GPS. No caso das ocorrências ainda não conhecidas e cadastradas no campo, estas serão inseridas no Banco de Dados da CPRM.

### **6.3 - DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS DECORRENTES DA ATIVIDADE MINERAL**

Em razão do baixo valor unitário (R\$/t) dos minerais agregados em uso na construção civil na RMN, as extrações são executadas exclusivamente

pelo método a céu aberto, e com poucas exceções, sem nenhuma orientação técnica habilitada. Estas situações, normalmente, potencializam a ocorrência de agressões ambientais inerentes a esta modalidade de lavra. Algumas dessas degradações ao meio físico ocorrem em quase todas as operações de lavra destes insumos, variando de importância caso a caso. As agressões mais frequentes estão elencadas e comentadas nos itens a seguir.

#### **6.3.1 - Desmatamento e Poluição do Solo**

Esta é a forma de agressão mais frequente na extração de agregados para construção civil na RMN. De modo geral, quando a extração se dá nos leitos dos rios ocorre à destruição da mata ciliar, por solapamento (desmoronamento) das margens dos rios. O desmatamento e a poluição do solo são muito frequentes nas lavras localizadas fora da área de influência dos rios, principalmente nas extrações de argila. Nesses casos, as modificações ambientais começam pelo decapeamento da cobertura, para liberar o acesso ao material alvo da exploração. Nessa operação, denominada de desenvolvimento da lavra, obrigatoriamente se remove a cobertura estéril (sob a ótica da mineração incluindo aí a vegetação nativa e a camada de solo orgânico), dando início aos processos de degradação do solo, quando não tomadas medidas preventivas e/ou mitigadoras.

O desmatamento, conforme mencionado anteriormente, ocorre na fase inicial de desenvolvimento da lavra (Foto 6.1). Esta operação, por envolver também a remoção da camada orgânica, impacta tanto o meio físico (solo), como o biológico (flora e fauna). Outro efeito que o desmatamento provoca é a redução e até a extinção do banco de sementes nativas, tanto na própria cava da mina, como nas áreas de servidão (bota-fora, estradas para acesso e escoamento, áreas de escape para manobras de equipamentos, planta de beneficiamento, escritório etc.). A perda de sementes nativas aliadas a infertilidade, gerada pela mistura de solo orgânico com material estéril, constituem resultados determinantes no impacto visual da paisagem, tópico este, que será objeto de uma abordagem mais ampla, adiante.

Em alguns casos, pode ocorrer uma lavra seletiva que preserve a vegetação, a qual deverá estar agregada a um valor comercial, como nos casos da cultura de coqueirais nas extrações de areia de terraços pleistocênicos/holocênicos (Foto 6.2). Contudo ressaltamos que são casos raros, onde existe uma conscientização da responsabilidade ambiental ou em atendimento às exigências dos órgãos competentes.



Foto 6.1 – Extração de argila na Fazenda Boa Vista, em São José do Mipibu, sem nenhuma recuperação da área minerada.



Foto 6.2 – Extração seletiva de areia, na estrada Maracápe-Serrambi, em Ipojuca, preservando a plantação de coqueiros. (Foto do Projeto Insumos Minerais para Construção civil na Região Metropolitana do Recife), Assunção et. al., 2012.

O desmatamento e a degradação de solo, principalmente nas lavras de argila, são impactos que podem ser mitigados durante e após a atividade extrativa, se adotados os procedimentos abaixo mencionados:

- Iniciar a remoção do material de forma seletiva, retirando inicialmente a camada de solo vegetal, visando reservá-la para utilização posterior, o que permite a preservação da fertilidade da área residual, após a lavra, e de grande parte do banco de sementes de espécies nativas.

- Após a retirada do material de interesse do minerador, a área lavrada normalmente apresenta uma morfologia que favorece os desmoronamentos, as erosões e, no seu conjunto, a formação de cicatrizes na paisagem. O procedimento para mitigar os efeitos da lavra é a movimentação do material remanescente, de forma a promover uma suavização topográfica, reduzindo os efeitos erosivos na área, principalmente de águas pluviais;

- A etapa seguinte é o recobrimento da área com a camada de solo orgânico previamente reservado. Vale salientar, que no horizonte da camada de solo estão misturadas as sementes de espécies nativas, adaptadas para aquele tipo de solo, permitindo que naturalmente aconteça a revegetação do terreno lavrado;

- Por fim, executar um sistema de controle de drenagem, que proteja a área no início do processo de fixação do material ainda inconsolidado, cuja consolidação, se dá com o início do processo de revegetação.

Nos casos de argilas de alteração *in situ*, sem transporte, a recuperação se resume no plantio do talude de mudas da espécie Capim Sândalo, adaptado as condições climáticas do nordeste, e indicado pelo DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, para garantir ou reforçar a estabilidade do talude, bem como, eliminar/mitigar a alteração da paisagem. As ações preventivas e/ou mitigadoras para esta forma de degradação se resumem em ações que se coadunem com destino e o uso futuro da área minerada. Como o transporte a longa distância do material extraído é proibitivo devido ao seu baixo valor unitário, estas áreas situam-se em grande parte próximas aos perímetros urbanos. Esta condição propicia a construção de residência(s) ou mesmo edificações industriais, áreas de lazer etc, atendendo ao disposto nos Planos Diretores Municipais. Nesses casos deveria ser a lavra executada, adaptando as operações para cada uso futuro previamente definido.

### 6.3.2 - Erosão

Esta forma de impacto ambiental é decorrente da ação de agentes climáticos, principalmente águas pluviais e, em menor grau, de agentes eólicos nas áreas remanescentes de lavras, principalmente de argilas e em menor intensidade nas de areias de terraços pleistocênicos e das margens dos rios.

Nas extrações de argila, os processos erosivos são mais marcantes, principalmente, naquelas de origem sedimentar, uma vez que, por terem sofrido transporte, são mais arenosas e com menor grau de consolidação. Esta condição facilita as ações climáticas (ação eólica e pluvial) sofrendo arrasto do material das encostas dos taludes para as cotas mais baixas (Foto 6.3). O resultado são as modificações da paisagem e assoreamento das drenagens e vales. Nas argilas de alteração *in situ*, por serem mais consolidadas, não se observam, praticamente, processos erosivos significativos nos taludes.

Nas lavras de areia de terraços, o fato das camadas lavradas serem menos espessas (1,0 a 1,7m em média), mais porosas, as extrações mais horizontalizadas e taludes com menor potencial de arrasto, resultam em erosões menos danosas, principalmente nos locais onde as areias sofreram pouco ou nenhum transporte, gerando grãos maiores. Consequentemente, nos pacotes arenosos



Foto 6.3 – Extração de argila, com sinais de processo erosivo, às margens da BR-101 em Ceará Mirim.

mais porosos, há redução da energia de arrasto dos agentes climáticos Foto 6.4. Por estes motivos e associado a topografia mais suave o material erodido é arrastado para distâncias insignificantes, praticamente não causando problemas de assoreamento e impacto visual.

A extração de areia da margem de rios, com frequência provoca forte impacto ambiental, modificando os cursos das drenagens, provocando desmoronamentos das margens, destruindo a vegetação ciliar, e modificando a energia de vazão Foto 6.5. Essas atividades são frequentes nos rios Araraí e, com maior intensidade no Rio Potengi. A opção por este tipo de extração ocorre quando se dá a exaustão do material no centro do leito dos rios. A qualidade da areia de margens é inferior a da areia do leito de rios, em função da maior quantidade de argila, situação que não ocorre nos rios acima mencionados, porque o material das margens, excepcionalmente, é a continuação do mesmo material arenoso do centro do rio. Esta situação favorece a continuidade da extração de forma tradicional, com equipamento de terraplanagem, modificando significativamente a calha original do



Foto 6.4 – Extração de areia em terraço pleistocênico, na localidade de Santinha em Ceará Mirim.

rio cuja consequência é a ocorrência da queda de energia/vazão da corrente fluvial nas margens. Em poucos casos, quando o rio não está seco nas suas laterais, a facilidade do deslocamento da draga de sucção do centro para a margem do rio viabiliza esse procedimento.

Por fim, a destruição da mata ciliar, que dentre outros efeitos deletérios, destaca-se a suscetibilidade à erosão e a contaminação desses cursos de águas por agentes químicos de uso agrícola, além de outras formas de poluição.



Foto 6.5 – Extração de areia nas margens do Rio Trairi, município de Lagoa Salgada, solapando as margens e destruindo a vegetação ciliar.

As medidas mitigadoras e/ou preventivas podem ser as mesmas recomendadas no sub-capítulo anterior (6.3.1). Para extração de areia nas margens dos rios a recomendação é a expressa proibição deste processo, por partes dos órgãos de fiscalização e controle ambiental.

### 6.3.3 - Assoreamento

As técnicas de produção e as características das extrações e seus efeitos danosos (desmatamento, erosão e transporte de material por agentes climáticos etc.) abordados anteriormente, potencializam e desencadeiam o assoreamento das drenagens e de áreas de baixo. Esse fenômeno pode ocorrer na própria área de produção ou no seu entorno.

Nas extrações tradicionais, as medidas preventivas, mitigadoras ou mesmo corretivas são efetivadas, com uso de equipamentos de terraplanagem (Foto 6.6).

Porém, nas extrações de areia em leitos de rio ou, principalmente, em suas margens, o assoreamento é um processo praticamente irreversível. Nesses casos, o relevo do fundo é modificado, mudando o regime de corrente e reduzindo a energia de transporte. Esse conjunto de ações proporciona a ocorrência erosiva dos taludes das margens, ocasionando a ampliação das laterais dos rios, o desprendimento de terras,





*Foto 6.6 – Extração de argila sem nenhuma recuperação, provocando transporte de material para as partes baixas provocando assoreamento, na zona rural de Cabo de Santo Agostinho. (Foto do Projeto insumos Minerais para a Construção Civil na Região Metropolitana do Recife), Assunção, et. al., 2012.*

por escorregamento ou ruptura e o conseqüente assoreamento do leito. Para esta prática recomenda-se a sua sumária proibição.

Outro fator que alimenta o assoreamento dos rios é a produção de material em suspensão gerado pela operação da dragagem nas lavras de areia em leitos de rios. Estes finos, em suspensão, serão depositados a jusante da extração.

#### **6.3.4 - Contaminação de Aquífero**

Esta forma de degradação ambiental é quase uma exclusividade das lavras de areia em terraços marinhos e de material de empréstimo da Formação Barreiras. Nos dois casos são unidades estratigráficas armazenadoras de reservatórios de água no substrato. A vulnerabilidade dos aquíferos varia de grau, mas a contaminação ocorre nos dois casos.

No caso das extrações da Formação Barreiras, onde os reservatórios ocorrem nos níveis mais arenosos, podendo ser livres ou semi-confinados, a contaminação começa com a retirada das camadas mais argilosas, expondo os aquíferos das camadas mais arenosas. A execução de ações mitigadoras ou preventivas exige o conhecimento hidrogeológico detalhado, desenvolvimento de uma lavra seletiva, o que demanda um custo adicional que poucos empreendedores estariam dispostos a pagar, pelo baixo valor unitário do material extraído, cabendo às entidades fiscalizadoras exigir um estudo da relação custo/benefício, sob a ótica ambiental.

Na lavra de areia em terraços marinhos, tendo em vista que os próprios terraços são os reservatórios de armazenamento de água, a sua extração representa a exaustão do aquífero, dependendo da forma definida para o método de extração. No método convencional, com a extração sendo executada na cava da mina, mecanicamente,

com equipamentos de extração e carregamento convencionais, a retirada do material elimina o reservatório natural de água. Às vezes, uma água residual permanece exposta na área lavrada.

Uma maneira de mitigar ou evitar o impacto que o método acima provoca seria iniciar a lavra de forma convencional, até que se produza uma cava que permita a implantação de uma draga para que se processasse uma extração semelhante às lavras de leito de rio. Essa modalidade, além do custo operacional menor que o da forma convencional, não produz o passivo ambiental das lavras de leito de rio. Nessa modalidade de extração o material é retirado e a água do aquífero é preservada. Outra vantagem, de cunho ambiental, é que a área minerada remanescente será um lago com várias alternativas de uso futuro ecologicamente corretas, tais como: área de lazer e projeto de piscicultura.

De uma maneira geral, é de suma importância identificar previamente as zonas de recarga dos aquíferos, para que, amparada na legislação, se determine a proibição da atividade mineira nessas áreas e nos seus entornos.

#### **6.3.5 - Impacto Paisagístico**

Esta forma de degradação não tem uma causa única, é resultado de um conjunto de ações mal conduzidas pelos empreendedores da mineração. É fruto dos desmatamentos, das erosões e dos assoreamentos, etc. Enfim, é o resultado dos trabalhos conduzidos sem preocupação com o meio ambiente e, em quase sua totalidade, sem a orientação técnica de um profissional devidamente habilitado. Algumas características do impacto na paisagem devem ser consideradas, já que esta degradação apresenta aspectos objetivos e outros, de certa forma, subjetivos. Objetivamente ele é um passivo que dificilmente pode ser corrigido satisfatoriamente, por falta de compromisso dos responsáveis e pelo alto custo para sua mitigação, sem gerar ação de receita. Constitui uma herança maldita e representa uma grande perda para a sociedade e o meio ambiente.

A preocupação com esse tipo de agressão ambiental e a adoção de medidas para evitar e/ou mitigar seus impactos ganha importância na RMN pelo fato desta região encerrar vários municípios com forte vocação turística, como Natal, Nísia Floresta, Parnamirim e Ceará Mirim, tidos como destinos preferenciais no turismo local. (Recomeçar)

#### **6.3.6 - Poluição Sonora**

No contexto da mineração, as detonações, as vibrações e os atritos dos equipamentos são os responsáveis por este impacto ambiental. O fato das áreas mineradas estarem próximas dos núcleos urbanos, ou mesmo encravadas nestes, agravam o impacto, tanto pela amplitude, como pela frequência dos eventos geradores.

Nas minerações de insumos para construção civil, as pedreiras se destacam pelo impacto que o desmonte provoca, seguido, de forma discreta, pelas mineradoras (garimpos) de pedras de talhe.

Nas pedreiras, a metodologia de lavra é potencialmente poluidora, uma vez que as perfurações da rocha, as detonações, os atritos dos equipamentos de britagem primária e secundária, as peneiras para classificação granulométrica e os pontos de transferência de carga são invariavelmente fontes geradoras de poluição sonora.

Nos garimpos que produzem as pedras de talhe utiliza-se explosivos de baixíssima força, com o fim de provocar apenas o deslocamento da rocha, produzindo a matéria-prima. Em seguida, estes materiais são manualmente talhados. Os principais produtos desta atividade são meio-fios e paralelos. As características que marcam essa atividade são as exigências de que as rochas sejam aflorantes (sem cobertura estéril) e que tenham alto grau de fraturamento para facilitar seu deslocamento.

De modo geral, a ação mitigadora para este impacto é a implantação de um cinturão verde com malha adensada, o eucalipto é uma boa opção para servir de anteparo entre a área de extração e o núcleo urbano mais próximo, associado ao dimensionamento de um plano de fogo compatível com a frente de lavra com uso de retardo.

### 6.3.7 - Poluição Atmosférica

A poluição atmosférica na mineração se caracteriza pela geração de partículas e gases lançados na atmosfera, causando, entre outros danos, comprometimento à saúde das populações situadas nas proximidades das áreas de lavra, provocando problemas de ordem respiratória e alérgica. Esses resíduos atingem as áreas urbanas por dispersão atmosférica, com efeitos residuais prolongados. Outros efeitos também são produzidos, como a redução da intensidade de luz, a perda da visibilidade, produção de odores desagradáveis, etc. Em resumo, a mineração pode comprometer através de várias formas a qualidade do ar.

Nesse caso, também, as produtoras de brita são as principais responsáveis pela poluição atmosférica, gerando agentes poluidores em várias fases de suas operações.

As operações como a perfuração das rochas e as detonações para desmonte, geram poeiras e gases tóxicos (Foto 6.7), que se espalham por todo o entorno das minas. As operações de carregamento e transporte do material desmontado na frente de lavra para o britador primário, em menor escala, geram também a poluição atmosférica.

Nas pedreiras, as operações de beneficiamento se resumem aos processos de cominuição do material da lavra e o seu peneiramento para a classificação granulométrica. Em seguida se seleciona

comercialmente os diversos produtos em função de cada granulometria classificada.

No contexto acima, as operações de britagem primária e secundária, peneiramentos, pontos de transferência de carga e remoção do material para as pilhas de cada produto, geram significativa quantidade de poeira. As ações mitigadoras e de controle, de poeiras e gases poluidores da atmosfera, são abordadas a seguir:

- executar as perfurações para desmonte, com dispositivo a úmido, eliminando a geração de poeira na fonte;

- Implantar cinturões verdes visando a retenção de poeiras e gases. Essa medida deve se localizar entre a pedreira e a comunidade e considerar a direção preferencial dos ventos. Esta ação também é mitigadora do impacto visual causado pela mineração.

- eliminar as gerações de poeiras na fonte, com aspersão de água se utilizando de carros-pipas nas áreas de transporte e pilhas de estoque e, redes aspersoras nos pontos de transferência de carga no circuito de britagem;

- orientar a exploração das frentes de lavra, de forma que a geração de poeiras e gases não se dispersem na direção de áreas urbanizadas;

- utilizar lonas para cobertura dos caminhões de transporte do material produzido, dentro e fora da área da mineração.

- deve-se recomendar as empresas tornar obrigatório o uso de equipamentos de proteção individual (EPI), tais como: luvas, botas, máscaras, capacetes e protetores auriculares. Com a finalidade de zelar pelo bem maior da empresa, que é a saúde e integridade física de seus empregados.



Foto 6.7 – Desmonte de rocha executado na Pedreira Guarani, gerando gases e material particulado, que se dispersa na direção da comunidade de Muribeca, em Jaboatão dos Guararapes. (Foto do Projeto Insumos Minerais para a Construção Civil na Região Metropolitana do Recife), Assunção, et. al, 2012.



# 7 – DIREITOS MINERÁRIOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE NATAL

## 7.1 - ASPECTOS LEGAIS

O aproveitamento dos recursos minerais é regido por preceitos institucionais que garantem para a União a propriedade dos bens jacentes no subsolo e dão o direito de prioridade conforme a precedência de quem primeiro venha a se habilitar a uma determinada área.

O Código de Mineração e a legislação correlata detalham os procedimentos e regulamentam 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, competência delegada ao DNPM – Departamento Nacional da Produção Mineral.

A legislação estabelece para as empresas mineradoras dois regimes de aproveitamento das matérias-primas minerais usadas na construção civil, tanto em seu estado natural como sob a forma de produto transformado pela indústria:

**Licenciamento** – é o registro no DNPM, da licença expedida pela prefeitura local, caracterizado por facultar 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.

**Autorização e Concessão** – neste regime prevalece o direito de prioridade garantido pela protocolização do requerimento da área pretendida no DNPM, independente da autorização do proprietário do terreno. Um Alvará de Pesquisa é outorgado pelo DNPM autorizando a execução dos trabalhos previstos no Plano de Pesquisa proposto e aprovado pelo DNPM visando a comprovação de uma jazida economicamente lavrável. Caso o requerente não seja o proprietário da área ou não apresente acordo com o mesmo, o processo será enviado pelo DNPM ao juiz de direito da Comarca com jurisdição na área, para resolução da pendência e avaliação da 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 do DNPM, 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, o DNPM 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 ao DNPM, o Relatório Anual de Lavra com a descrição das operações realizadas.

Sob o enfoque da legislação ambiental, a mineração é considerada como atividade potencialmente modificadora do meio ambiente, daí porque, tanto a outorga do registro de Licenciamento da prefeitura, quanto a Portaria de Lavra, ficam condicionadas à apresentação da licença ambiental (instalação e operação) expedida pelo órgão ambiental estadual. Tramita atualmente no Congresso Nacional um projeto de lei estabelecendo regras para que esta competência possa vir a ser delegada aos municípios, por meio de instrumento legal ou convênio, e alguns municípios já se movimentam para assumir tais encargos. Quando o empreendimento tiver caráter regional ou nacional, ou ainda, prever o desmatamento de florestas nativas, a competência passa para a alçada do IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

Estas licenças são liberadas após análise e aprovação de proposta apresentada pelo minerador, consubstanciada em um dos seguintes documentos técnicos, a critério do órgão ambiental, em função da natureza, do porte e da localização do empreendimento: o EIA/RIMA (Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Controle Ambiental) ou o PCA/RCA/PRAD (Plano de Controle Ambiental, Relatório de Controle Ambiental e Plano de Recuperação de Áreas Degradadas). 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 entre um e outro, as seguintes:

- O regime de **Licenciamento** é específico para os minerais de emprego imediato na construção civil, ou seja, areia, cascalho, saibro e pedras britadas e de talhe; o seu processo de liberação é mais rápido e menos oneroso para o minerador; o proprietário do terreno tem a prerrogativa de decidir pela sorte do empreendimento; o requerimento da área é limitado a um máximo de 50 hectares; é um título de caráter renovável,

- sujeito também à aprovação da autoridade local (Prefeitura Municipal);
- O regime de Autorização e Concessão se aplica a qualquer bem mineral, excluídos o petróleo, gás e minerais radioativos, permitindo o requerimento de áreas de até 1.000 hectares; seu processo de liberação é mais demorado e exigente quanto a instrução e acompanhamento técnico, exigindo também o investimento inicial na fase de pesquisa e a comprovação de capacidade financeira na fase de lavra; é um título de plena segurança jurídica, assegurando o direito de exploração da jazida até à exaustão, desde que cumpridas as formalidades legais, sendo inclusive negociável.
  - Há que se considerar ainda que a legislação estabelece também, o Registro de Extração, que é um regime de aproveitamento dos recursos minerais de uso imediato na construção civil (saibro, brita, areia, cascalho, pedra de talhe e material de empréstimo), de aplicação exclusiva para órgãos públicos, com prazo determinado de extração e com proibição de comercialização.

## 7.2 - OS DIREITOS MINERÁRIOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE NATAL

Neste estudo foram levantadas as áreas/processos cujos alvos dos direitos minerários, junto ao DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral), foram os de areia e brita (agregados para construção civil). As áreas requeridas e licenciadas pelas empresas com cadastro no DNPM, na RMN, podem ser visualizadas no **Mapa de Direitos Minerários e Restrições Ambientais** (Figura 7.1 - Mapa de Direitos Minerários e Restrições Ambientais - vide Anexo III).

As informações sobre as áreas requeridas, com os respectivos bens minerais, foram obtidas junto ao cadastro mineiro do DNPM *on-line* (sistema SIGMINE). Foram objeto de levantamento, o

número e ano do processo, dados do requerente, localização da área, tamanho da área em hectares, dados sobre a poligonal das áreas, etc. De acordo com os elementos obtidos, na Região Metropolitana de Natal foram identificados até a data consultada (31/12/2013) 95 processos minerários destinados à produção de agregados (areia e brita). A lista completa é apresentada no ANEXO-1.

Nos processos que possuem área da poligonal abrangendo mais de um município, foi usado o critério de definir aquele município de maior área inserida dentro da mesma.

As fases em que se encontram os processos registrados no DNPM, destinados à produção de areia e brita (95 processos), estão distribuídos da seguinte forma: 07 (sete) requerimentos de pesquisa, 17 (dezesete) requerimentos de licenciamento, 27 (vinte e sete) autorizações de pesquisa, 6 (seis) concessões de lavra, 35 (trinta e cinco) licenciamentos e 1 (hum) requerimento de lavra. Dentre os 10 municípios da RMN, os que possuem maiores quantidades de processos minerários registrados são: São Gonçalo do Amarante (32%), Ceará - Mirim (20%) e Monte Alegre (também com 20%). Estes resultados estão ilustrados nos gráficos das Figuras 7.2 e 7.3, para melhor visualização. No que diz respeito ao tipo de substância objeto do processo, o município com maior número de processos destinados a produção de areia é São Gonçalo do Amarante (16 processos), enquanto que os destinados à produção de rocha britada estão em maior número no município de Macaíba (08 processos) (Figuras 7.2 e 7.3).

Vale ressaltar que, no **MAPA DE DIREITOS MINERÁRIOS E RESTRIÇÕES AMBIENTAIS**, estão ilustradas as áreas restritivas implantadas nas esferas federal, estadual e municipal, onde verificam-se algumas superposições com áreas requeridas. Em tempo, ressaltamos que, embora seja do nosso conhecimento, a existência de áreas de restrição ambiental em implantação, não foram objeto de indicação neste mapa por falta regulamentação, até a data da confecção deste informe.

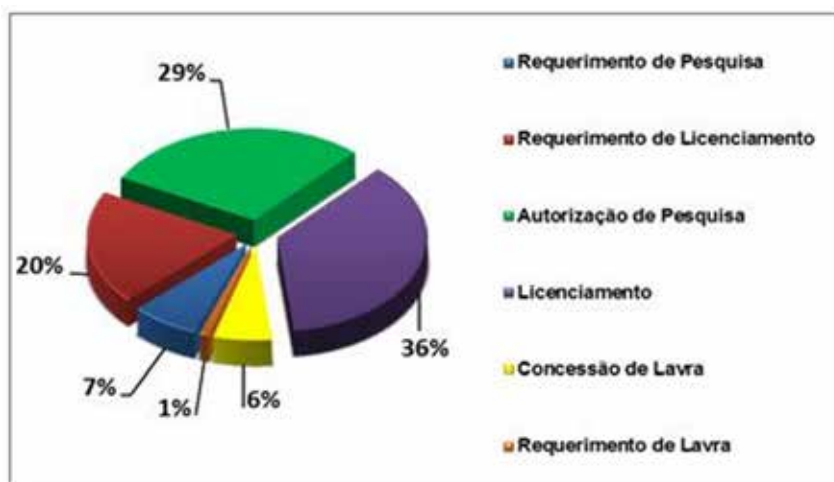


Figura 7.2. – Representação percentual das fases atuais dos processos minerários (areia, brita, argila para cerâmica vermelha e material de empréstimo) na RMN – 2013.

Fonte: SIGMINE/DNPM/RN.

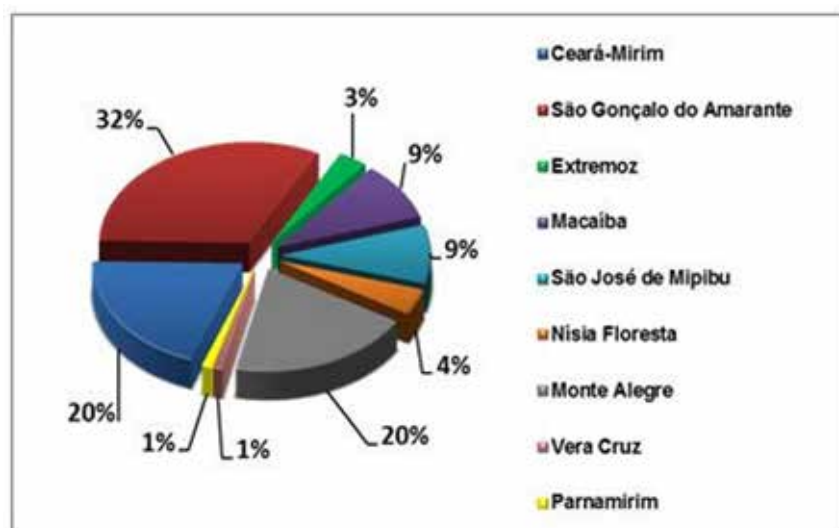


Figura 7.3 – Representação percentual dos processos minerários (areia, brita, argila para cerâmica vermelha e material de empréstimo) por município da RMN – 2013.

Fonte: SIGMINE/DNPM/RN.

### 7.3 - DIRETRIZES E AÇÕES PARA UMA PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL

A sociedade moderna está cercada de grande responsabilidade pelo futuro do planeta, de forma a salvaguardar a qualidade de vida e de manter as oportunidades de progresso das gerações futuras. Para tal, é necessária a adoção de procedimentos que resultem numa produção criteriosa e disciplinada, que propiciem o desenvolvimento com responsabilidade ambiental e social.

Neste contexto, em 1987, após várias tentativas de se estabelecer um conceito de desenvolvimento sustentável ou simplesmente sustentabilidade, foi definido pelo relatório da *Comissão Bundland* e amplamente discutido na *Eco-92*, no Rio de Janeiro, que Sustentabilidade é “a abordagem do progresso, que atenda as necessidades do presente, não comprometendo a capacidade de gerações

futuras em atender as suas próprias necessidades”. Esta definição tem forte conotação da proteção do patrimônio natural, ou seja, desenvolvimento ecologicamente correto.

Se considerarmos a rigidez do conceito supracitado, a mineração, por se revestir de um caráter de exploração exaurível, não renovável, não se enquadra, por definição, em uma atividade sustentável. Conforme já abordado anteriormente, salvo raras exceções, as extrações de minerais de uso na construção civil têm baixo valor unitário, exigindo que a atividade se desenvolva nas proximidades dos núcleos urbanos, no entorno das cidades.

Por outro lado, a sociedade e a indústria da construção civil necessitam da produção desses insumos, garantindo a expansão industrial, os projetos de crescimento habitacional e as obras de infraestrutura para melhoria da qualidade de vida da população.

Este cenário impõe ajustes nos Planos Diretores dos municípios no sentido de proteção às jazidas. Vale lembrar, que os projetos de extração de bens minerais, por conviverem intimamente com a urbanização, devem estar comprometidos com o meio ambiente e com o futuro da área minerada.

A mineração na RMN se desenvolve em espaço territorial de forte pressão demográfica, de crescente dinamismo industrial e urbano, por um lado e, por outro, submetido a zoneamentos ambientais cada vez mais restritivos. Isso conduz, naturalmente, ao agravamento de conflitos da mineração e diferentes usos e ocupação do solo com a necessária proteção ambiental.

A possibilidade de exploração das minas está sendo crescentemente limitada e as áreas de produção mineral cada vez se afastam dos limites da RMN, exigindo a busca de suprimento interregional, com base nas exigências da cadeia produtiva da construção civil.

Se o mercado demanda cada vez mais a oferta de materiais de construção para obras de infraestrutura e de moradia, por outro lado se intensificam as pressões da sociedade para uma melhor qualidade de vida das pessoas, sendo feitas restrições às atividades que não se enquadram nos conceitos de desenvolvimento sustentável.

A atividade mineral, além de atender as demandas da sociedade, contribui para a geração de emprego e renda e recolhimento de tributos, apesar de eventuais embaraços decorrente de conflitos pelo uso do solo e por outros interesses socioeconômicos.

O sucesso da atividade extrativa sustentável é uma vitória da sinergia positiva entre organismos e instituições do governo, empresas do setor mineral, organizações não governamentais e comunidades envolvidas. Dentro destes preceitos, são relacionadas, a seguir, algumas ações que se fazem necessárias para dar uma melhor sustentabilidade à produção mineral na RMN.

No âmbito da construção civil, os processos de reciclagem se revestem de um forte caráter de atitude sustentável. Neste caso, tem-se o aproveitamento dos RCDs (Resíduos de Construção e Demolição) como uso alternativo, em substituição parcial aos insumos primários tradicionais. Tal fato reveste-se de grande importância no que concerne a adoção do conceito de produção limpa. Embora tal atividade seja considerada ainda incipiente, nas pavimentações asfáltica, em alguns casos, esses resíduos tem crescido de forma a se constituir cerca de 50% do volume do material empregado.

## MINERAÇÃO

- Elaborar projetos de mineração tecnicamente estruturados e adequados com a fragilidade de cada ambiente a ser minerado;
- Aplicar medidas mitigadoras dos impactos ambientais, como indicado no Capítulo 6,

controladas pelos órgãos de outorga e controle da atividade;

- Desenvolver ações junto com o Sindicato das Indústrias de Construção Civil para certificar fornecedores devidamente legalizados junto às construtoras e lojas de materiais de construção, de modo a evitar o uso de materiais explorados de modo inadequado ou de baixa qualidade para construção de moradias e de obras de interesse coletivo;
- Desenvolver campanhas dirigidas ao público consumidor e às comunidades próximas das áreas de mineração, demonstrando os cuidados ambientais e as normas de segurança implantadas, bem como ressaltar os benefícios da atividade mineral;
- Conscientizar os empregados sobre a adoção de procedimentos adequados à manutenção da atividade mineral em consonância com a questão ambiental, a saúde e segurança no trabalho, e às normas reguladoras da legislação trabalhista;
- Realizar estudos para P&D&I, envolvendo instituições de pesquisa e consumidores, de natureza técnico-econômica (produção, especificações, gestão, energia, resíduos, logística etc), no sentido de práticas sustentáveis nos âmbitos técnico, social e ambiental.

## GESTÃO GOVERNAMENTAL

- Otimizar a gestão do patrimônio mineral exigindo dos mineradores a realização de trabalhos de dimensionamento e aproveitamento racional de reservas, especialmente areia, pedra britada e argila; predominantemente nas regiões metropolitanas e urbanas.
- Garantir à mineração áreas para exploração das reservas existentes. Nesse sentido, quanto à areia, há necessidade da preservação para mineração de trechos das áreas dos depósitos de terraço marinho, cobertura arenosa e fluvial, com melhor potencial para extração de areia, protegendo-as da ocupação do solo. Quanto à brita se destaca a necessidade de garantir o aproveitamento das reservas nos corpos granitóides de Jundiá e Serrinha, localizado nos municípios de Macaíba e São Gonçalo do Amarante, onde se concentram as principais pedreiras e áreas para possível expansão da atividade mineira, hoje sob a perspectiva de serem absorvidas pela expansão urbana. Com referência às argilas, torna-se necessário o levantamento em detalhe das reservas de argila localizadas em áreas com restrições ambientais, em decorrência das características tecnológicas específicas desses materiais, que os colocam na categoria de jazidas de classe

nacional. Também, para essa faixa, é urgente o planejamento para preservação dos depósitos e de áreas para mineração, ante a ocupação do meio físico por empreendimentos turísticos e industriais diversos;

- Implementar medidas para a conjugação entre o uso racional do bem mineral, com a expansão urbana e a preservação ambiental, em toda a RMN, de modo que um interesse não se sobreponha ao outro;
- Contemplar o setor mineral em planos diretores e em planos de ordenamento territorial dos municípios constituintes da área em epígrafe, como forma de garantir o suprimento de materiais imprescindíveis à sociedade. Vale ressaltar que o artigo 182 da constituição federal define que os municípios que tenham mais de 20.000 habitantes, estão obrigados a elaborar o seu plano diretor.

Poucos na realidade realizarão tal plano, e os que os detém, na sua maioria não contemplam o setor mineral.

- Inibir a atividade produtiva informal e clandestina, evitando a exploração predatória de jazidas e os consequentes danos ambientais causados por esta prática. Ações nesse sentido podem ser conjugadas com estímulo às práticas de cooperativismo e associativismo, minimizando impactos sociais, e aplicação do modelo de Ajustamento de Conduta, para adequação da pequena mineração ao nível desejado;
- Realização de estudos para identificar novas áreas com potencial geológico para fornecimento de areia e argila nas proximidades da RMN, garantindo assim o suprimento de matérias-primas a preços razoáveis para a sociedade.





## **8 – DIAGNÓSTICO TÉCNICO-ECONÔMICO**

Devido a relevante contribuição socioeconômica que o setor de matérias-primas minerais para construção civil proporciona à sociedade, se torna indispensável uma avaliação técnico-econômica deste segmento no cenário atual e futuro. Neste sentido, foram levantadas informações na RMN sobre a exploração e suas particularidades, produção, áreas produtoras, consumo, reservas estimadas, preços praticados e os recursos humanos envolvidos. Diante das informações obtidas sobre a situação presente, foram feitas estimativas de demanda futura por matérias-primas minerais (areia, rocha para brita e argila para cerâmica vermelha) na RMN. A divulgação dos dados gerados pela pesquisa visa estimular o desenvolvimento da economia mineral da RMN, uma vez que, este estudo poderá ser utilizado pelos setores público e privado no momento de estabelecerem prioridades nos respectivos planejamentos estratégicos tornando-os mais eficazes e exitosos.

### **8.1 - EXPLOTAÇÃO DAS MATÉRIAS-PRIMAS MINERAIS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL NA REGIÃO METROPOLITANA DE NATAL**

#### **8.1.1 - Exploração de Rochas**

##### **8.1.1.1 - Exploração de Rochas para a Produção de Brita**

Os maciços rochosos de onde se extraem materiais para brita na RMN se caracterizam por apresentarem afloramentos que se apresentam como corpos de contornos irregulares (Foto 8.1).

Geralmente mostram-se capeados por cobertura de solos de pequena espessura, seguida do regolito (rocha alterada), passando para rocha propriamente dita.



Foto 8.1 – Pedreira localizada no município de Macaíba, localidade Granja Ferreiro Torto.

##### **8.1.1.1.1 - Operações da Lavra e Beneficiamento.**

A lavra de rocha para brita na RMN possui as mesmas características da exploração de qualquer rocha dura a céu aberto, com extração em bancadas, constituída de operações unitárias de limpeza e decapeamento, perfuração e desmonte por explosivos, carregamento e transporte para o britador, seguido da britagem e da expedição dos produtos. As operações de limpeza e decapeamento realizadas no início da atividade, normalmente são efetuadas pelas próprias pedreiras, ou seja, não há contratação de terceiros para esses trabalhos. O desmonte por explosivo com sistema de iniciação não-elétrico é adotado por todas as empresas. Na maioria das frentes de lavra, o carregamento é feito por carregadeiras sobre pneus (Foto 8.2), embora muitas estejam adotando o uso de escavadeiras trabalhando sobre a pilha de rocha desmontada Foto 8.3. Outro fato comum é o emprego de caminhões rodoviários (fora de estrada) no transporte da rocha para a britagem com capacidade de 25 a 35 toneladas.



Foto 8.2 – Carregamento realizado por carregadeira sobre pneus, município de São Gonçalo do Amarante, localidade de Serrinha de Cima.



Foto 8.3 – Escavadeiras trabalhando sobre a pilha de rocha desmontada, município de Macaíba, localidade de Jundiá.

#### 8.1.1.1.2 - Características das Operações de Lavra Observadas na RMN

- Capeamento: quase não há, quando existe geralmente é menor que 1 metro;

- As bancadas variam de 4 a 18 metros de altura, com largura mínima da frente de lavra de 50 metros, estes parâmetros variam conforme as condições estruturais da rocha na frente a ser explotada;

- Equipamentos utilizados na perfuração da rocha: carreta de perfuração sobre esteiras, compressores portáteis XA 420 e XA 130 (Foto 8.4);

- Desmorte: por explosivo com sistema de iniciação não elétrico;

- Desmorte secundário: com martelos hidráulicos (rompedores hidráulicos).



Foto 8.4 – Perfuração da rocha para carregamento com explosivo, município de São Gonçalo do Amarante, localidade Serrinha de Cima.

#### 8.1.1.1.3 - Características do Beneficiamento e da Expedição

- Equipamentos de fragmentação: britador primário, geralmente de mandíbulas e britador secundário, comumente utilizado, tipo cônico (Foto 8.5);

- Configurações das plantas/instalações (etapas de britagem e classificação): mais de 90% da produção é realizada por instalações fixas;

- Alimentação do circuito: 100% por meio de correias transportadoras;

- Classificação: por peneiras vibratórias com 2, 3 e 4 “decks” com telas de malhas específicas para as faixas de produtos entre < 3/16” e 4” (Foto 8.6);

É comum a separação de bica corrida ou brita corrida (empregada como sub-base de pavimento) após a primeira britagem, onde o material é enviado para ser comercializado sem qualquer classificação.

- Carregamento para estoque e/ou expedição: de forma mecanizada, com pá carregadeira, e/ou automatizada, diretamente das correias para os caminhões basculantes (Foto 8.7);



Foto 8.5 – Etapa de britagem e rebitagem, município de Macaíba, localidade de Jundiá.



Foto 8.6 – Etapa de classificação do material britado (peneiras com decks), município de São Gonçalo do Amarante, localidade Serrinha de Cima.



Foto 8.7 – Carregamento para expedição pela forma mecanizada (1, com pá carregadeira) ou automatizada (2, diretamente das correias), município de Macaíba, localidade de Jundiá.

- Transporte: cerca de 65 % é realizado por caminhões basculantes rodoviários ou caçambas das próprias pedreiras, os 35 % restantes ficam a cargo de terceiros (Foto 8.8).

- Fácil escoamento da produção devido à boa infraestrutura de acesso (rodovias estaduais e federais) que chegam até as proximidades das áreas produtoras.



Foto 8.8 – Caminhão basculante rodoviário, equipamento mais utilizado no transporte de brita na RMN. município de Macaíba, localidade Jundiá.

Há pequenas diferenças entre os processos de beneficiamento das empresas (é feita apenas com ajustes nos equipamentos envolvidos no processo de beneficiamento, realizados pelas pedreiras) isso ocorre somente com produtos obtidos a partir de mistura de outros produtos, por exemplo, o BGS (Brita Graduada Simples) que é uma composição, em porcentagem, de agregados com granulometria variada (pó de pedra, brita 0, brita 1, etc.). Trata-se de agregado de custo elevado por exigir controle de qualidade na sua produção, por esse motivo as empresas preferem não dar maiores detalhes sobre os processos de obtenção desses produtos mais elaborados.

#### 8.1.1.1.4 - Sistemática de Produção

O suprimento de rocha britada (brita) da RMN é realizado principalmente por 5 áreas produtoras, sendo que três destas áreas estão localizadas na própria região metropolitana e as duas restantes fora dela, em municípios limítrofes (2 áreas no município de Macaíba, 1 área no município de São Gonçalo do Amarante, 1 no município de Ielmo Marinho e outra no município de Taipu, já no limite da área em estudo). De acordo com os dados coletados das empresas produtoras, a produção de brita na RMN é constituída dos parâmetros apresentados no Quadro 8.1.

Quadro 8.1 – Parâmetros da produção na obtenção de brita na RMN (ano-base 2011).

Nota: No levantamento dos dados de produção da RMN, foi estipulada uma distância de 20km além do limite da RMN.

Empresas produtoras	Maior distância de transporte da produção (km)	Produção proveniente da RMN (%)	Produção proveniente de fora da RMN (%)	Produção total anual (toneladas, t)
5 áreas (3 empresas): Pedreira Campel; Grupo Potiguar; Pedreira Serrinha.	70	59	41	2.590.731
Porte das empresas produtoras	Utilização média das instalações de Beneficiamento (%)	Produtividade média na RMN (m <sup>3</sup> / homem / mês)	Principais produtos comercializados pelas empresas na RMN	
1 de porte grande (com produção acima de 1.000.000 toneladas/ano); e  2 de porte médio (com produção entre 100.000 e 1.000.000 toneladas/ano).	50	793	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).	

Para o cálculo do quantitativo de produção anual das pedreiras, foi considerada uma redução de 34% durante o período de maior intensidade das chuvas, entre os meses de abril a junho. Mesmo com ociosidade de 50%, há intenção por parte dos produtores de ampliar suas instalações, como por exemplo, substituição de britador de mandíbula britador modelo PE 900x1200, com capacidade de 220-500 t/h, comumente utilizado na região, por outro de maior capacidade como o modelo PE 1200x1500, com capacidade de 400-1000 t/h.

A definição do quantitativo de produção de um ou outro tipo de produto é resultante da necessidade do mercado. A Figura 8.1, apresenta os tipos de materiais britados, comumente comercializados pelos produtores na RMN.

A contribuição percentual da produção de brita, independentemente do tipo, por município da área de estudo está representada no gráfico da Figura 8.2.

Como observado no gráfico, o município de Macaíba se destaca como o maior produtor de brita da área estudada, com produção anual de 1,3 milhões de toneladas, e o segundo, já no limite da área delimitada para o estudo de produção é o município de Taipu com produção de 707 mil toneladas anuais (densidade adotada: 1,65 t/m<sup>3</sup>, t = tonelada).



Figura 8.1 – Principais produtos comercializados pelas pedreiras da RMN, (1) (brita 1, 2 e 3) e (2) (pó de pedra, brita 0 e brita graduada simples – BGS).

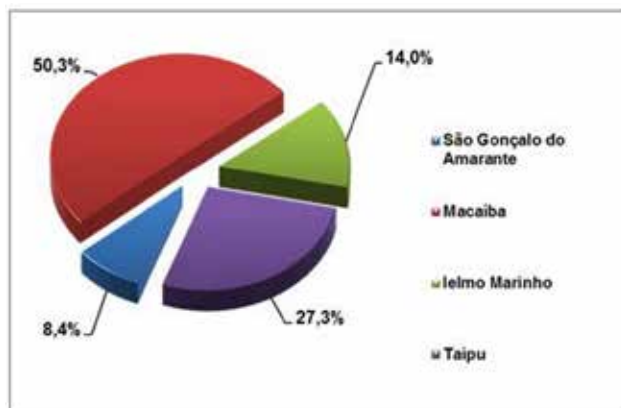


Figura 8.2 – Contribuição da produção de brita por município da área de estudo.

#### 8.1.1.1.5 - Recursos Humanos

O número de empregados envolvidos nas diversas atividades das pedreiras (lavra, processamento, administração, etc.) das 5 áreas produtoras estudadas é de 165 empregos diretos e com carteira assinada, isto representa uma média de 33 funcionários por empresa. Destes a maior parte trabalha na lavra e no beneficiamento (80%) e o restante do pessoal cerca de 20 % lotado no setor administrativo. A maioria possui apenas o ensino fundamental incompleto (mais de 75%) e um grupo reduzido de pessoas o segundo grau ou curso superior completo. Há cursos de capacitação, como segurança no trabalho para todos os funcionários e de *Blaster* que é bastante específico, para os funcionários envolvidos diretamente com o desmonte por explosivo.

#### 8.1.1.2 - Rochas para Cantaria

O processo de obtenção de produtos de cantaria (pedra talhada, de forma a constituir sólidos geométricos) é bastante rudimentar. O material é talhado ou cortado com marretas, cunhas e talhadeiras, formando produtos como paralelepípedos, meios-fios e fragmentos como pedra de mão e pó de pedra. Estes produtos são largamente utilizados em calçamentos e revestimentos na construção civil em todos os municípios da RMN.

##### 8.1.1.2.1 - Operações da Lavra

A lavra do material é demorada e realizada de forma manual/artesanal, exigindo habilidade e conhecimentos específicos. Os canteiros, como são conhecidos os cortadores de rochas, são cortadores, que adquiriram a prática com seus pais ou avôs, passando de geração a geração (Foto 8.9).

##### 8.1.1.2.2 - Sistemática de Produção

Atualmente mais de 95% do consumo destes materiais na RMN é atendido pela produção



Foto 8.9 – Área de exploração de rocha para produtos de cantaria, município de São Gonçalo do Amarante, localidade de Serrinha do Meio.

proveniente de três áreas localizadas nos municípios de São Gonçalo do Amarante (localidades de: Serrinha de Baixo, do Meio e de Cima) e Macaíba. As atividades de extração nestas áreas, em sua maioria, não são legalizadas, há em algumas situações, acordo com os proprietários e os canteiros (trabalhadores que talha/cortam a rocha) para extração do material, ocasião em que os trabalhadores ao produzirem e comercializarem o produto extraído pagam os valores acertados inicialmente. Em algumas situações o pagamento é feito com o próprio produto. De acordo com as informações coletadas junto aos produtores, a exploração de rochas para produtos de cantaria na RMN é constituída dos parâmetros apresentados no Quadro 8.2.

A exploração de rocha para cantaria na RMN é realizada exclusivamente por produtores (pessoa física) individuais. Há apenas uma empresa envolvida nesta atividade na localidade de Serrinha do Meio em São Gonçalo do Amarante, que na verdade, negocia com os produtores que atuam nas áreas de domínio da empresa. No cálculo da produção anual, considerouse a redução de 40% na produção no período de maior intensidade das chuvas, entre os meses de abril a junho. A produção de peças apresentada no

Quadro 8.2 (paralelepípedos + meios-fios) equivale a 64.141 toneladas/ano (densidade adotada 2,62 t/m<sup>3</sup>). A Foto 8.10, apresenta os principais produtos comercializados pelos produtores na RMN. Outros produtos como: facejada, metralha e rachinha, são confeccionados apenas por encomenda.

O primeiro tipo (paralelepípedos) que também é conhecido pela denominação de “paralelo”, são produzidos com dimensões variadas, tais como: 10 e 15 cm de largura x 10 e 15 cm de espessura x 17 e 24 cm de comprimento. Os materiais de dimensões menores são utilizados normalmente para o calçamento de ruas onde transitam veículos de pequeno porte, por exemplo, condomínios e praças. Já os produtos com dimensões maiores são utilizados para calçamento de ruas onde trafegam veículos pesados, exemplo: postos de combustíveis, transportadoras entre outros. O segundo tipo de produto (meios-fios), geralmente possuem seções aproximadamente retangulares, aparelhados, com dimensões compreendidas entre: 38 e 43 cm de altura x 8 e 12 cm de largura x 40 e 60 cm de comprimento. Outros produtos de menor consumo são: racha, rachinha, facejada e metralha.

Quadro 8.2 – Parâmetros de produção na obtenção de produtos de cantaria na RMN (ano-base 2011).

Nota: No levantamento dos dados de produção da RMN, foi estipulada uma distância de 20km além do limite da RMN.

Áreas / Empresas produtoras	Maior distância de transporte da produção (km)	Produção proveniente da RMN (%)	Produção proveniente de fora da RMN (%)	Produção total anual (peças)
4 áreas produtoras: 3 na localidade de Serrinha (Serrinha de Baixo, do Meio e de Cima) - Município de São Gonçalo do Amarante; e 1 na localidade de Canavial - Município de Macaíba.	45	95	5	10.628.800 Paralelepípedos + meios-fios.
Porte das áreas produtoras	Produtividade média na RMN (peças / homem / mês)		Principais produtos comercializados pelos produtores na RMN	
As áreas possuem produções que variam entre 1700 e 2100 peças por semana (paralelepípedos + meios-fios).	7.379		Paralelepípedos e meios-fios.	



Foto 8.10 – Principais produtos (de cantaria) comercializados pelas pedreiras da RMN, (1) (paralelepípedos) e (2) (meios-fios).

### 8.1.1.2.3 - Recursos Humanos

Existem cerca de 4 áreas produtoras e estas possuem cerca de 30 frentes de lavra no total envolvendo aproximadamente 145 pessoas, atuando diretamente nas frentes de trabalho. Esta atividade sustenta cerca de 80% da população que reside nestas localidades, isto representa aproximadamente 8 mil habitantes e cerca de 500 famílias. A maioria (mais de 90%) possui apenas o ensino fundamental incompleto.

### 8.1.1.3 - Areia

Algumas etapas importantes (normalmente seguidas em algumas regiões do Brasil) relacionadas à produção das areias na RMN sejam nos leitos dos rios ou áreas de coberturas, não são seguidas pelos produtores. As operações de beneficiamento, por exemplo, têm por objetivo preparar o agregado na faixa granulométrica especificada pela ABNT 7211/2009, entre 4,8 mm e 0,15 mm, onde o material retido na peneira (material grosseiro e vegetais) acima da granulometria de 4,8mm é descartado do processo. Outra etapa não evidenciada na RMN é a fase seguinte em que o material passante (granulometria menor que 4,8 mm) segue na forma de polpa para pilha desaguadora, onde o material mais fino em suspensão na água continua por canaletas para um tanque de decantação que libera a água limpa para retornar ao rio. Algumas unidades produtoras, localizadas principalmente nos grandes areais da região sudeste, por exemplo, possui em seu processo de beneficiamento um sistema no qual, o material abaixo de 4,8 mm é conduzido para silos desaguadores, onde as partículas abaixo de 0,075 mm são descartadas com o *overflow* por tubulação que conduz até a bacia de decantação e, daí para o rio. A areia neste caso é descarregada diretamente dos silos em caminhões que transportam os produtos para os centros consumidores ou depósitos ou pilhas de estoques. Estas etapas de beneficiamento aqui descritas não foram encontradas nos areiais da RMN.

#### 8.1.1.3.1 - Operações da Lavra e Beneficiamento

O método de lavra comumente utilizado na RMN é o de dragagem em leito de rio ou cava submersa, já que cerca de 85% da produção é proveniente de áreas localizadas nos leitos dos rios (depósitos aluvionares) Pontengi, Trairi e Araraí (Foto 8.11). Os 15% restantes vêm dos terraços denominados de depósitos eólicos (Foto 8.12).

No caso da exploração nos leitos dos rios, a sucção é realizada por um sistema de bombeamento da polpa, formada na superfície de ataque do leito submerso. Em suma consiste na retirada de material do canal ativo do rio (sedimentos ativos de corrente), com o auxílio de pequenas embarcações, denominadas dragas, que retiram o material através de bombas de sucção, geralmente de 6" (seis polegadas) acopladas a um motor diesel de 6 cilindros 11/13 (Foto 8.13).



Foto 8.11 – Área produtora de areia, em leito de rio, depósito aluvionar, Rio Trairi no município de Monte Alegre, localidade de Quatro Bocas.



Foto 8.12 – Área produtora de areia em depósito eólico localizado no município de Ceará-Mirim, localidade Rancho das Esmeraldas.



Foto 8.13 – Draga com bomba de sucção de 6" (seis polegadas) acoplada a motor diesel de 6 cilindros 11/13 comumente utilizada na exploração de areia na RMN, localidade de Quatro Bocas, município de Ilmo Marinho.

#### 8.1.1.3.2 - Características da Lavra, Observadas nos Rios da RMN

- Capeamento: quase não há as margens normalmente são constituídas de areia sem cobertura vegetal;

- O material é retirado do fundo do canal e descarregado próximo às margens de rios;

- O sistema de bombeamento é montado de duas formas principais: a primeira é sobre barçaça móvel de autopropulsão ou com auxílio de barco reboque, e a segunda forma, comumente utilizada na RMN, é sobre barçaça com ancoragem fixa, com o minério transportado por tubulação sustentada sobre tambores flutuantes (Foto 8.14).

- Anualmente são construídas pilhas de estoques temporárias a fim de atender a demanda no período chuvoso. As pilhas possuem alturas que variam de 2 até 3 m e comprimento que vai 40 a 100 m (Foto 8.15).



Foto 8.14 – Dragagem por barçaça com ancoragem fixa nos limites dos municípios de Ielmo Marinho e São Gonçalo do Amarante.



Foto 8.15 – Pilhas de estoque temporário, localidade de Quatro Bocas no município de Monte Alegre.

#### 8.1.1.3.3 - Características da Lavra, Observadas nos Rios de Menor Porte e nos Depósitos de Cobertura

- A lavra é realizada por meio de pá carregadeira hidráulica (normalmente o modelo é CASE W20E ou CAT 930) e em alguns casos com escavadeira hidráulica ou de forma rudimentar por meio de pás manuais (Fotos 8.16 e 8.17 respectivamente);

- Área de “bota-fora” inexistente nestes locais de exploração, já que quase não há capeamento estéril ou solo fértil a ser removido, com isso o material que não atende as exigências comerciais simplesmente não é extraído;

- Os areiais possuem extensões que variam desde 100m até 200m metros de comprimento com largura que variam entre 200 e 300 metros.



Foto 8.16 – Lavra com auxílio de pá carregadeira hidráulica no Rio Potengi, no limite entre os municípios de Ielmo Marinho e São Gonçalo do Amarante, localidade de Pitombeira.



Foto 8.17 – Lavra rudimentar com auxílio da pá manual na localidade de Igreja Nova, em São Gonçalo do Amarante.



#### 8.1.1.3.4 - Características do Beneficiamento e da Expedição

- Não há qualquer tipo de beneficiamento ou classificação do material extraído, seja por peneiramento ou qualquer tipo de classificador granulométrico, como por exemplo, hidrociclones.

- O material lavrado quando não vai para pilha de estoque temporário sai direto do areial para os depósitos de materiais de construção e para pátios das construtoras, concreteiras, lojas de materiais de construção e outros.

- O carregamento para estoque e/ou expedição é realizado de forma mecanizada, com pá carregadeira ou carregadeira hidráulica, e no caso da lavra rudimentar, com auxílio de pá manual.

- O escoamento da produção é relativamente difícil sendo ainda mais prejudicado no período chuvoso.

Os custos médios mensais envolvidos em uma exploração de areia dependem do porte do areial, ou seja, da produção mensal, equipamentos e pessoal envolvido. A estimativa de lucro líquido mensal para um areial na RMN que produz 2.600 m<sup>3</sup>/mês, e atende as boas práticas de segurança no trabalho e proteção ambiental, e cuja areia é comercializada a R\$ 10,00 / m<sup>3</sup>, é de R\$ 17.100 (Quadro 8.3).

Quadro 8.3 – Estimativa de lucro líquido mensal para um areial na RMN. Fonte: Silva (2012).

Despesas Mensais	(R\$)	Receitas Mensais	(R\$)
Material de consumo (insumos)	1.200,00	Preço comercial	10,00
Peças de reposição	1.800,00		
Salários e Encargos	2.400,00	Valor da venda do produto	26.000,00
Alimentação	800,00		
Despesas administrativas	1.000,00		
Custos Ambientais	1.700,00	Lucro líquido Mensal	17.100,00
Total	8.900,00		

#### 8.1.1.3.5 - Sistemática de Produção

Para o cálculo da produção de areia na área de estudo (RMN + 20 km) foram visitadas 40 áreas/ pontos de produção, sendo que destas 28 (70%) estavam produzindo e as 12 (30%) restantes estavam paradas temporariamente. As estimativas foram realizadas nos

locais de extração com base nas informações prestadas pelos proprietários e/ou funcionários (tendo como base o número de viagens por dia dos caminhões utilizados no transporte de areia). Para ratificar as informações prestadas pelos mineradores foram levantados e calculados os tempos dos ciclos médios de viagens dos caminhões, em cada área de produção (tempo de carregamento do caminhão + tempo de deslocamento do mesmo até o ponto de entrega, com auxílio da ferramenta online para o cálculo do tempo gasto nas rotas Google Mapas), determinando dessa forma o número máximo de viagens por dia. Após comparação dessas duas informações em cada área pesquisada, foram adotadas as informações prestadas com maior coerência. Este procedimento foi seguido em todos os areiais. No cálculo da produção mensal foi considerado: jornada de trabalho de 8 horas por dia e de segunda a sábado (meio dia); transporte realizado por caminhão basculante, transportando por viagem 5,5 m<sup>3</sup> e /ou 11 m<sup>3</sup> e/ou 27 m<sup>3</sup> dependendo do areial pesquisado. De acordo com os dados coletados nos areiais ativos, a produção de areia na RMN é constituída dos parâmetros apresentados no Quadro 8.4.

No cálculo da produção, foi considerado um incremento por um fator de correção 0,2 (fator de correção de 0,20 ou 20% para o “consumo formiga”), exploração clandestina em áreas de depósitos de cobertura e demais áreas de rios dentro da RMN. Também no cálculo da produção anual dos areiais foi considerado a redução de 42% na produção no período de maior intensidade das chuvas, entre os meses de abril a junho (com cerca de 32 dias de trabalho úteis, sem exploração), segundo informações coletadas junto aos produtores.

Os tipos de areias comumente comercializadas pelos produtores, conforme as origens, na RMN, estão mostradas na Foto 8.18. Os tipos de areias comercializadas, conforme classificação é, na sequência: areia média, grossa e fina.

A contribuição percentual da produção de cada município da área de estudo está representada no gráfico da Figura 8.3.

Os destaques são os municípios de Ielmo Marinho (fora da RMN), São Gonçalo do Amarante e Ceará-Mirim (dentro da RMN). O primeiro é responsável por produzir 76.917 t / mês (densidade adotada 1,50 t/m<sup>3</sup>). O segundo (São Gonçalo), localizado dentro da Grande Natal, produziu 49.183 t / mês. Por último Ceará-Mirim, que também apresentou uma produção considerável de 37.069 t / mês, vale ressaltar que a quase totalidade da produção, de origem em depósitos de cobertura, é proveniente deste município.

Quadro 8.4 – Parâmetros da produção na obtenção de areia na RMN (ano-base 2011).

Nota: No levantamento dos dados de produção da RMN, foi estipulada uma distância de 20km além do limite da RMN.

Áreas / Empresas produtoras	Maior distância de transporte da produção (km)	Produção proveniente da RMN (%)	Produção proveniente de fora da RMN (%)	Produção total anual (toneladas, t)
40 areiais (28 ativos): do total de produtores, 30% é constituído de pessoa jurídica (empresas) e 70% de pessoa física (proprietários individuais).	65	51	49	2.950.738
Porte das áreas produtoras	Produtividade média na RMN (m <sup>3</sup> / homem / mês)	Principais produtos comercializados pelas empresas na RMN		
Os areiais (nos rios e nos depósitos de cobertura) possuem produções que variam entre 125 e 490 m <sup>3</sup> por dia.	1.873	Areias provenientes de depósitos aluvionares (rios) e de depósitos de cobertura (coberturas): <u>Tamanhos Nominais:</u> areia fina: - 2,0 +1,2 mm areia média: -1,2 +0,42 mm areia grossa: -0,42 +0,075 mm.		



Foto 8.18 – Tipos de areias comumente comercializadas na RMN, (1) Areia proveniente de depósitos aluvionares (dos rios: areia fina, média e grossa). (2) Areia proveniente de depósitos de cobertura (cobertura arenosa: areia fina a média, bem selecionada).

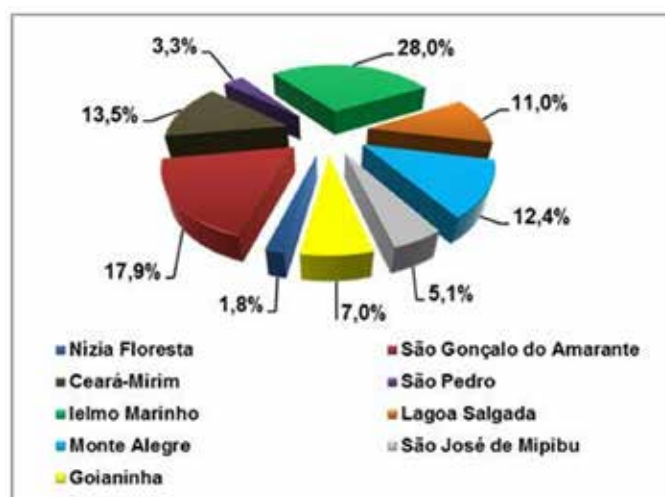


Figura 8.3 – Contribuição da produção de areia por município da área de estudo em 2011.

#### 8.1.1.3.6 - Recursos Humanos

A mão de obra direta empregada para a execução e realização dos trabalhos de lavra, em um areial na área em estudo é constituída de 2 ou 3 pessoas distribuídas da seguinte forma: um ou dois auxiliares de campo (um na operação da pá carregadeira hidráulica ou escavadeira se for o caso, outro na operação da draga e/ou controle do transporte da carga), e um consultor engenheiro de minas ou geólogo. Na época da pesquisa existiam 28 áreas em plena atividade, o número de pessoas envolvidas diretamente com a atividade de extração de areia era de pelo menos 70 trabalhadores. Quem trabalha na lavra e expedição possui geralmente ensino fundamental incompleto (mais de 90%). Na operação da draga não é utilizado nenhum tipo de EPI (Equipamento de Proteção Individual) como capacetes, luvas, botas e óculos. Também não existem artigos de primeiros socorros, para o pronto atendimento a possíveis acidentes, uma vez que os casos mais simples deveriam ser tratados imediatamente no local de trabalho.

#### 8.1.1.4 - Argila para Cerâmica Vermelha

No Estado do Rio Grande do Norte há um parque cerâmico que abrange empresas produtoras de tijolos, telhas, lajotas, além de outros produtos. Estas empresas estão concentradas nas proximidades de quatro pólos de produção, localizados nas regiões do Baixo Assu, Seridó, Região Oeste (Apodi) e RMN, este último sendo o foco deste estudo. Na RMN a produção se destaca pela concentração de empresas voltadas para fabricação de tijolos e lajotas, diferenciando dos demais pólos onde também há produção de tijolos, mas o principal produto é a telha. Estas empresas estão geralmente localizadas na zona rural, e em alguns municípios da RMN, em geral ocorrem de forma dispersa e se constituem de microempresas, com gestão familiar. Por possuir estas características, este segmento se apresenta muito importante para a economia dos municípios produtores da RMN, pois além de gerar emprego nas regiões mais carentes, contribui consideravelmente para fixar uma porção da população no campo, evitando a sua migração para os grandes centros urbanos.

##### 8.1.1.4.1 - Características da Lavra Observadas nas Áreas Produtoras Localizadas na RMN

- O método de lavra naturalmente é a céu aberto, com desmonte mecanizado, que se torna impraticável no período chuvoso (abril-junho);

- Não há utilização de técnicas de lavra por meio de plano de exploração que permita prever: a remoção e a disposição dos estéreis; formação de bancadas que assegure a economia no transporte; drenagem da água; segurança no trabalho e o aproveitamento eficiente da jazida.

- Para este tipo de material (argila), o método de desmonte recomendado é o desmonte em tiras

“strip mining” ou em bancada única, a maioria dos produtores não conhece ou não se interessa por este método.

- Os equipamentos comumente utilizados no desmonte da argila são as retroescavadeiras modelo CASE (Foto 8.19) ou em alguns casos, pás carregadeiras, isso ocorre principalmente nas menores empresas, que são maioria na RMN. As olarias com escala maior de produção (em número reduzido na RMN) utilizam escavadeiras hidráulicas.

Estes equipamentos enchem os caminhões basculantes (geralmente carregados com 5 ou 11 m<sup>3</sup>, dependendo do porte) que transportam as argilas para os pátios das fábricas, onde se formam grandes pilhas de estoques para secagem, homogeneização e suprimento no período chuvoso (Foto 8.20).

Como a lavra de argila na RMN normalmente é informal e sem planejamento, não há conhecimento da espessura da camada (apenas estimativas) ou variação de sua composição, ou seja, a sistemática de lavra é sempre improvisada.



Foto 8.19 – Retroescavadeira CASE, equipamento comumente utilizado na RMN no desmonte da argila, frete de lavra da Cerâmica Sales Nogueira no município de São Gonçalo do Amarante.



Foto 8.20 – Pilha de estoque de homogeneização e suprimento no período chuvoso da Cerâmica Seridó no município de São José de Mipibu.

**8.1.1.4.2 - Características do Processo Produtivo e de Expedição, Observados nas Olarias da RMN**

- Na mistura das argilas são utilizadas variadas relações, a depender das propriedades de cada argila e das características desejadas na mistura final;

- A secagem natural das peças é feita em galpões ou ao ar livre, e a dosagem da argila é realizada através de pás mecânicas e ou manuais, ou seja, pouca ou nenhuma automatização.

- A queima é realizada nos fornos do tipo: “igreja”, Hoffmann e túnel;

- O baixo controle de qualidade no processo produtivo, em alguns casos, geram consideráveis índices de perdas, da ordem de 15% na fabricação de tijolos e 30% no caso de lajotas;

- O carregamento dos produtos (tijolo e lajotas) para estoque e/ou expedição geralmente é feito de forma manual (Foto 8.21);

- O escoamento da produção não possui grandes dificuldades, uma vez que, as olarias estão localizadas nas proximidades de rodovias (estaduais e/ou federais) em boas condições de trafegabilidade por todo ano, e a produção é toda consumida na RMN.



Foto 8.21– Expedição dos produtos cerâmicos (tijolo e lajota), na Cerâmica Seridó no município de São José de Mipibu.

**8.1.1.4.3 - Sistemática de Produção**

De acordo com os dados publicados pelo CTGAS-ER e SEBRAE em 2012, ano-base 2011, existem 186 cerâmicas (olarias) em atividade no estado produzindo 111.163 milheiros/mês, sendo 54% telhas, 42% tijolos e 4% outros produtos. A região do Seridó é

responsável por 87% de toda telha consumida na RMN e por 57% de tudo que é produzido no Estado. Para esta produção são necessárias 239.561 t/mês de argila e 102.844 m<sup>3</sup> de lenha. O setor produtivo da RMN é artesanal e tradicional, constituído de empresas (olarias) em sua maioria com baixa produção, sendo o emprego de tecnologias modernas visto com certa resistência por parte dos proprietários. De acordo com as informações obtidas nas olarias da área pesquisada (RMN) a produção de cerâmica vermelha é constituída principalmente de tijolos e lajotas, conforme os parâmetros apresentados no Quadro 8.5.

Quadro 8.5 – Parâmetros da produção na obtenção de cerâmica vermelha (tijolo e lajota) na RMN (ano-base 2011).  
Nota: No levantamento dos dados de produção da RMN, foi estipulada uma distância de 20km além do limite da RMN.  
Um milheiro = 1000 peças.

Áreas / Empresas produtoras	Maior distância de transporte da produção (km)	Produção proveniente da RMN (%)	Produção proveniente de fora da RMN (%)	Produção total anual (milheiros)
25 olarias (19 ativas): 6 empresa (olarias) com atividades paralisadas ou por problemas de cunho ambiental ou dívidas trabalhistas.	60	84	16	194.139 Tijolos + lajotas.
Porte das olarias produtoras	Produtividade média na RMN (milheiro / homem / mês)	Utilização média da capacidade instalada (%)	Principais produtos comercializados pelas empresas na RMN	
A maioria possui baixa produção, cerca de 80% da produção da RMN, vêm de olarias que produzem menos de 900 milheiros por mês.	22	64	Tijolos com cerca de 90% da produção e lajotas com 7%. Os 3% restantes são de outros produtos que são fabricados por encomenda ou estão sendo testados por olarias da RMN (Ex.:cerâmica estrutural, etc.).	

No cálculo da produção, foi considerada a redução de 30% do quantitativo, no período de maior intensidade das chuvas, predominante entre os meses de abril a junho, conforme informações prestadas pelos produtores. O índice médio de produtividade mensal, apresentado no Quadro 8.5, equivale a 38.828 t de argila por trabalhador (considerando 2,40 kg de argila/peça). O consumo médio de combustível é da ordem de 1 m<sup>3</sup>/ t de massa queimada, onde 55% das fontes utilizadas é a base de lenha e 45% restante de resíduos vegetais como: poda de cajueiro, casca de coco, bagaço de cana, serragem, e outros.

Os principais produtos comercializados pelas olarias da RMN estão apresentados na Foto 8.22.

Os tijolos produzidos na RMN são de vários tipos e tamanhos, no entanto, a preferência é pelos de 8 furos, mas os de 6 furos também podem ser produzidos sob encomenda. As lajotas são produzidas normalmente por encomenda, pois assim como os tijolos, também são fabricadas em tamanhos variados, por exemplo: 33 x 8 x 19 cm ou 30 x 8 x 19 cm, etc.. Visando a diversificação da linha de produção, algumas empresas vêm testando a fabricação de outros produtos como, por exemplo, bloco de cerâmica estrutural, que está sendo utilizado cada vez mais na construção civil. A contribuição percentual da produção de peças de cerâmica vermelha por município da área de estudo acha-se representada no gráfico da Figura 8.4.

Os destaques são os municípios de São Gonçalo do Amarante, São José de Mipibu e Goianinha (fora da RMN, mas dentro do limite estabelecido para o estudo). O primeiro é responsável pela produção de 8.626 milheiros/mês. O segundo contribuiu com 2.824 milheiros/mês. Por último, Goianinha, com 3.200 milheiros/mês, vale ressaltar que estes dados de produção se referem a tijolos e lajotas.



Foto 8.22 – Principais produtos comercializados pelas olarias da RMN, (1) tijolos de 8 furos (9 x 19 x 19 cm) e (2) lajotas (30 x 8 x 19 cm).

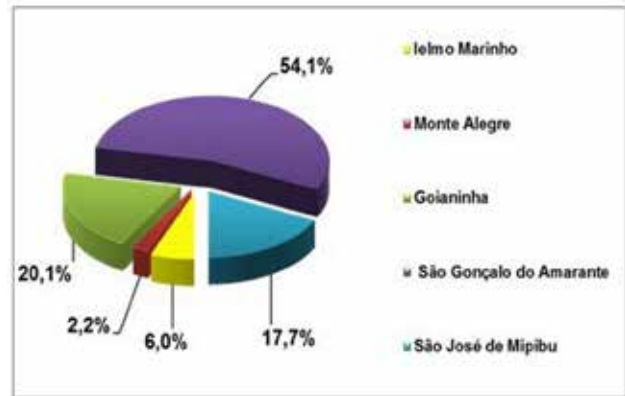


Figura 8.4 – Contribuição da produção de peças de cerâmica vermelha por município da área de estudo em 2011.

Nota: No levantamento dos dados de produção da RMN, foi estipulada uma distância de 20km além do limite da RMN.

#### 8.1.1.4 - Recursos Humanos

O setor gera cerca de 750 empregos diretos na RMN (aproximadamente 12 % da força de trabalho deste segmento no Estado do Rio Grande do Norte). Boa parte da pesquisa e da tecnologia gerada por instituições de ensino e órgãos de pesquisa, não são absorvidas por uma porção considerável das empresas situadas na RMN, entre os motivos se destacam: o baixo nível de instrução, a falta de conhecimento e incredulidade, por parte dos produtores, sobre os possíveis benefícios gerados no médio e longo prazo. Em mais de 50% das olarias o treinamento operacional é realizado pelos próprios funcionários, sendo repassada a experiência dos mais antigos para os iniciantes. Cursos e treinamentos relacionados à segurança no trabalho já é evidenciado na maioria das empresas.

#### 8.1.1.5 - Materiais de Empréstimo

Estes materiais, de características terrosas, são obtidos em diferentes locais, em algumas situações estão nas proximidades das obras em outras ocasiões 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, se intensifica 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.

#### 8.1.1.5.1 - Operações de Lavra

As principais frentes de lavra estão localizadas dentro da RMN. As principais áreas produtoras estão situadas nos municípios de Ceará-Mirim, Nísia Floresta, Extremoz e São José de Mipibu, sendo os dois últimos, os maiores produtores durante o período de 2011/2012 (Foto 8.23).

A lavra dos materiais de empréstimo, em grande parte informal, começa por iniciativa do proprietário do solo ou em outros casos por terceiros com autorização destes proprietários. A operação se inicia com o decapeamento (quando há camada vegetal superficial na área da lavra), em seguida é realizado o desmonte mecânico por meio de carregadeiras hidráulicas ou pás carregadeiras.



Foto 8.23 – Área de exploração utilizada pelo Exército Brasileiro, na duplicação de trechos da BR-101 na RMN, localidade de Ribeiro no município de São José de Mipibu.

#### 8.1.1.5.2 - Características da Lavra Observadas na RMN

- As frentes de lavra geralmente possuem os seguintes parâmetros: bancos de 3 a 6 metros de altura e extensão que vai de 100 até 150 metros;

- Na maioria das áreas, na RMN, não são usados parâmetros técnicos de lavra apropriados, por exemplo, ângulo de inclinação dos taludes e suavização dos mesmos, etc.;

- As áreas de produção migram de lugar rapidamente, resultando em sua maioria, no abandono das cavas, sem que haja recuperação alguma dos impactos ambientais causados;

- Os principais motivos desta rápida movimentação são explicados pelas características

peculiares indispensáveis para o aproveitamento destes materiais, tais como: localização do bem mineral, já que a distância é fator condicionante do preço; e a falta de disponibilidade deste bem por toda RMN;

- O transporte é realizado por terceiros, que pagam pelo carregamento no local da exploração e entregam diretamente no canteiro de obras por preço negociado previamente (Figura 8.5).



Figura 8.5 – (1) Área de produção da JC de Oliveira Mineração, localidade de Jenipabu no município de Extremoz. (2) Desmonte e carregamento com escavadeira hidráulica e transporte por caminhões rodoviários (foto 2, de Rodrigo Sena, blog AFAUNA).

#### 8.1.1.5.3 - Sistemática de Produção

Nas obras situadas dentro da região metropolitana, onde a procura é mais regular, ainda é possível realizar estimativa, dependendo da época do ano. Como as visitas de campo ocorreram em vários períodos ao longo do ano (2011), foi possível localizar algumas poucas áreas em atividade de exploração. Com base nestas áreas ativas, foram realizadas estimativas para produção, consumo, etc. Os parâmetros de produção para os materiais de empréstimo da RMN estão apresentados no Quadro 8.6.

O cálculo da produção dos materiais de empréstimo, são parecidos com os utilizados na exploração das areias, os parâmetros são referentes a: jornada de trabalho e viagens realizadas por caminhões utilizados no transporte. Também foi estimado o número de meses reais de produção (cerca de 8 meses no ano de 2011). O aspecto do produto/minério comumente utilizado como material de empréstimo na RMN é mostrado na (Foto 8.24).

Quadro 8.6 – Parâmetros da produção na obtenção de materiais de empréstimo na RMN (ano-base 2011).

Nota: No levantamento dos dados de produção da RMN, foi estipulada uma distância de 20 km além do limite da RMN. Massa específica adotada de 1,60 t/m<sup>3</sup>.

Áreas / Empresas produtoras	Maior distância de transporte da produção (km)	Produção proveniente da RMN (%)	Produção proveniente de fora da RMN (%)	Produção total anual (toneladas, t)
17 frentes de lavra: 6 paralisadas temporariamente; 4 abandonadas; 7 em atividade.	35	95	5	703.185



Foto 8.24 – Aspecto do minério comumente utilizado como material de empréstimo na RMN, área de produção paralisada temporariamente, localidade de Jenipabu no município de Extremoz.

#### 8.1.1.5.4 - Recursos Humanos

Nas atividades de lavra e expedição de materiais de empréstimo são empregados em média, 2 ou 3 pessoas distribuídas da seguinte forma: um ou dois auxiliares de campo (um na operação da pá carregadeira hidráulica ou escavadeira se for o caso, outro na condução do caminhão usado na expedição do material). E um consultor engenheiro de minas ou geólogo, quando a atividade é legalizada. Na época da pesquisa existiam 7 áreas em plena atividade, o número de pessoas envolvidas diretamente com a atividade de extração era de pelo menos 19 trabalhadores. O pessoal que trabalha na lavra e expedição possui geralmente ensino fundamental incompleto (mais de 90%). Em situação incomum é possível encontrar pessoas com ensino médio incompleto (alguns motoristas de caminhões basculantes).

## 8.2 - CONSUMO E PREÇOS DE MATÉRIAS-PRIMAS MINERAIS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL NA REGIÃO METROPOLITANA DE NATAL

O consumo de matérias-primas minerais para construção civil (no caso da RMN, rocha para brita, talhe e cantaria, areia, argila para cerâmica vermelha e materiais de empréstimo) coincide com o próprio quantitativo produzido. Pois inexistente comércio exterior destas substâncias, ou seja, 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”. Dessa forma, a produção consumida destes bens minerais na RMN em 2011 é sintetizada no Quadro 8.7.

Com base nas informações dos produtores da RMN, também alinhadas com estimativas de consumo de cimento, a distribuição setorial da produção consumida de brita e areia (agregados) na Grande Natal, em 2011, é mostrada nos gráficos das (Figuras 8.6 e 8.7) respectivamente.

Os segmentos com destaques em 2011 foram os das construtoras, com 41,5 % do consumo de brita e 33,1% de areia seguido pelas pavimentadoras/usinas de asfalto, com 22,5 % para brita e 18,1% para areias, fato explicado pelo grande número de obras de rodovias realizadas neste ano na RMN (como as obras da duplicação da BR-101, iniciadas em 2010). Outro destaque, no caso do consumo de areia, foi o segmento da produção de argamassa com 20,2 % do consumo deste bem mineral. No caso das rochas de talhe, cantaria e materiais de empréstimo a segmentação do consumo é muito variável, sofrendo oscilação de época para época, em função da execução de obras de infraestrutura local, onde as empreiteiras/construtoras representam os principais consumidores destes bens. No caso das olarias, o consumo de cerâmica vermelha costuma ser absorvido diretamente pelas casas de construção, em alguns casos possuem como compradores diretos os próprios consumidores, assim como as construtoras. De acordo com os produtores da RMN a segmentação ocorre da seguinte forma: 65% para as casas de construção, 20% diretamente para os consumidores finais, 10% construtoras e 5% outros.

### 8.2.1 - Preços Praticados nos Principais Produtos.

Os preços médios de brita, areia, produtos de talhe e cantaria e cerâmica vermelha (tijolo e lajota) negociados em 2011 (meses de agosto e setembro de 2011), nos principais segmentos de consumo foram:

#### Brita:

- preço médio nas frentes de lavra: R\$ 30,00/t.
- preço médio para as concreteiras: R\$ 39,00/t;

Quadro 8.7 – Produção consumida de matérias-primas minerais na RMN.

Nota: No levantamento dos dados de produção da RMN, foi estipulada uma distância de 20km além do limite da RMN.

Matéria-prima mineral	Produção Consumida (em toneladas, t)	Consumo Per Capita (toneladas / habitante)
Brita	2.590.731	1,88
Material para Talhe e Cantaria	64.141	0,05
Areia	2.950.738	2,15
Argila (cerâmica vermelha: tijolo e lajota)	465.934	0,34
Material de empréstimo	703.185	0,51

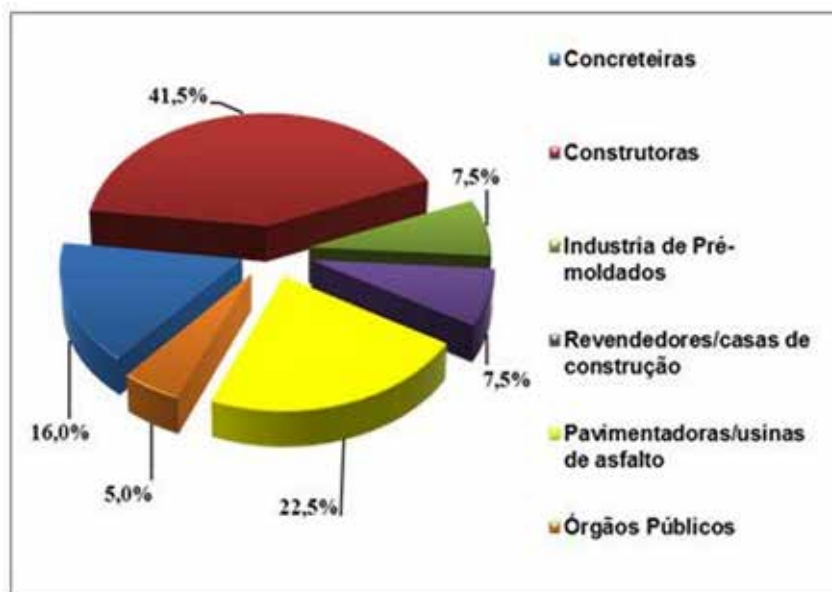


Figura 8.6 – Distribuição da produção consumida de brita na RMN em 2011.

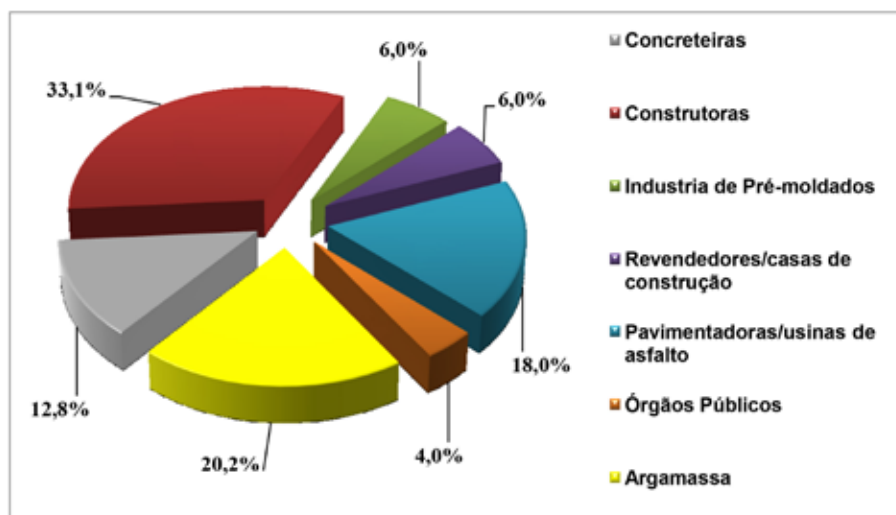


Figura 8.7 – Distribuição da produção consumida de areia na RMN em 2011.

- preço médio para construtoras: R\$ 36,00/t;  
 - preço médio nas casas de construção: no varejo a comercialização possui diferenciação de preço de acordo com a especificidade de cada produto, tais como:

- brita "02" ou 25 mm = R\$ 56,00/t;
- brita "00" ou Pedrisco = R\$ 57,00/t;
- brita "01" ou 19 mm = R\$ 58,00/t;
- brita "03" ou 38 mm = R\$ 51,00/t;
- brita "04" ou 50 mm = R\$ 49,00/t;
- brita "05" ou 75 mm = R\$ 39,00/t;
- BGS (Brita Graduada simples) = R\$ 57,00/t;
- Bica Corrida (não classificada) = R\$ 52,00/t.

**Areia:**

- preço médio nas frentes de lava: R\$ 7,00 /t;
- preço médio nas concretadoras: R\$ 14,00 /t;
- preço médio nas construtoras: R\$ 12,00 /t;

- o preço médio nas casas de construção: no varejo é semelhante ao comércio de brita, ocorre porém a diferenciação de preços de acordo com a especificidade da areia, tais como: areia fina e média por R\$ 19,00/t e areia grossa por R\$ 20,00/t.

O preço médio do frete, no transporte de brita na RMN, custa R\$ 0,17 / t /km. No caso da areia o preço por km transportado chega a R\$ 0,16 / t / km.

**Paralelepípedo:**

- preço médio nas frentes de lava: (R\$ 0,22 – R\$ 0,25) /Unidade; e o frete para capital Natal custa: R\$ 0,10 /unidade;

**Meio-fio:**

- preço médio nas frentes de lava: R\$ 4,50 / metro linear (ML); e o frete para capital custa: R\$ 2,00 /metro linear.



**Tijolo:**

- preço médio nas olarias = R\$ 250,00 / milheiro;
- preço médio nas casas de construção = R\$ 370,00 /milheiro.

**Lajota:**

- preço médio nas olarias = R\$ 500,00 / milheiro;
- preço médio nas casas de construção = R\$ 700,00 /milheiro.

O preço médio do frete no transporte de tijolos/lajotas na RMN é de: R\$ 40,00 /milheiro.

**Materiais de empréstimo:**

- preço médio de R\$ 13,00 / t.

Quando o transporte do material é realizado para distâncias menores que 10 km, na maioria dos casos, o preço de 13,00 R\$/ t, já inclui o valor do frete. Para distâncias maiores o valor é negociado.

**Telha (não é fabricada na RMN):**

- preço nas casas de construção = (R\$ 320,00 - R\$ 440,00) /milheiro, dependendo da origem, se vem da região de Assu ou Seridó, e do tipo: se canal ou colonial.

**8.2.2 - Perspectivas de Demanda por Materiais de Construção Civil na Região Metropolitana de Natal (2012 - 2027)**

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 sócio-econômico da RMN (crescimento do PIB e da população, principalmente) representa um excelente indicador para estimativa de demanda por estes bens minerais. Fazendo uma análise mais ampla dos indicadores

econômicos relativos ao PIB, balança comercial e de pagamentos, além de política fiscal e monetária, cabe destaque o histórico crescimento do PIB brasileiro a partir da década de 90 (iniciada com queda de 3,8% no PIB, entre 1989 e 1992), ocorrendo uma retomada modesta na trajetória de crescimento, com uma taxa média 2,8% ao ano. Na década de 2000, é observado um crescimento real do PIB, à taxa de 32% (3,6% ao ano) e do PIB per capita a 2,3% ao ano. Ao considerar o crescimento do PIB brasileiro entre 1970 e 2008, sua taxa média de crescimento real atingiu 4,1% ao ano. Utilizando apenas os anos mais recentes 2002/2009 o crescimento real do Brasil foi de 27,5%, isto corresponde uma taxa média de 3,5% ao ano. Este resultado não foi acompanhado por sete estados, entre eles o Rio Grande do Norte, cujo crescimento foi de 24,6%, ou seja, 3,2 % ao ano.

Na série, o estado potiguar apresentou o pior crescimento em termos de evolução do volume acumulado do PIB do Nordeste, que teve 32,8% ou 4,1% ao ano. A participação do estado no PIB nacional também pouco evoluiu nesse período, se mantendo entre 0,8% e 0,87%. O mesmo ocorreu para RMN com a contribuição variando entre 0,42% e 0,45%, com um valor médio de 0,43% ao ano. No período 2003/2011, o Brasil apresentou um crescimento real melhor, acumulando 41% (3,89 % ao ano). De acordo com a metodologia adotada para projeção da demanda por agregados na RMN. No Quadro 8.8, são apresentadas as estimativas de crescimento real da economia da RMN, por período, 2012 a 2017, 2016 a 2022 e 2022 a 2027.

As Figuras 8.8, 8.9 e 8.10 apresentam os gráficos com as projeções para demanda de areia, brita e argila para cerâmica vermelha, de acordo com os cenários propostos: Cenários 1, 2 e 3. Por falta de regularidade na produção consumida de produtos de materiais de empréstimo e rocha de talhe e cantaria, não foram feitas projeções para estes bens minerais, pois seriam muito imprecisas.

Quadro 8.8 – Cenários para o futuro da economia da RMN e projeções de indicadores econômicos de crescimento real (2012 a 2027).

Nota: adaptado de RT 01 Cales, Gilberto (2009).

Indicador Econômico (Produto Interno Bruto - PIB)	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
	Frágil	Vigoroso	Inovador
	Instabilidade e Retrocesso	Estabilidade e Reformas	Estabilidade, Reformas e Inovação
Periodicidade	Crescimento do Produto Interno Bruto - PIB (% ao ano)	Crescimento do Produto Interno Bruto - PIB (% ao ano)	Crescimento do Produto Interno Bruto - PIB (% ao ano)
2012 a 2017	3,0	4,2	5,2
2017 a 2022	2,2	4,5	6,3
2022 a 2027	1,7	4,7	7,8

- **Cenário 1 (Frágil)**

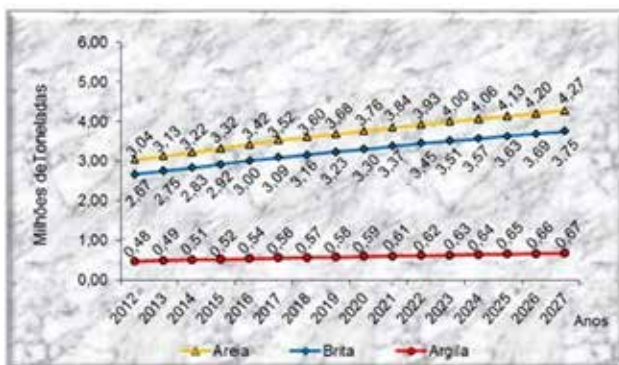


Figura 8.8 – Projeção da demanda por matérias-primas minerais (areia, brita e argila para cerâmica vermelha) na RMN, cenário 1.

- **Cenário 2 (Vigoroso)**

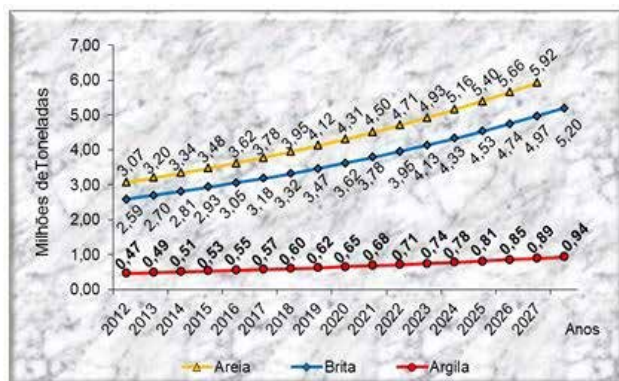


Figura 8.9 – Projeção da demanda por matérias-primas minerais (areia, brita e argila para cerâmica vermelha) na RMN, cenário 2.

- **Cenário 3 (Inovador)**

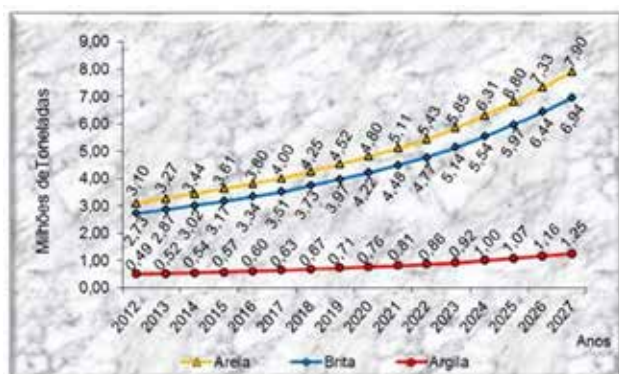


Figura 8.10 – Projeção da demanda por matérias-primas minerais (areia, brita e argila para cerâmica vermelha) na RMN, cenário 3.

De acordo com os gráficos dos cenários 1, 2 e 3, a demanda por areia, brita e argila para cerâmica vermelha (para fabricação de tijolos e lajotas) no cenário 1, na RMN em 2027, deverá ser de 4,27 milhões, 3,75 milhões e 0,67 milhões de toneladas respectivamente. No caso do cenário 2 estes valores sobem para 5,20 milhões de toneladas de brita, 5,92 milhões de toneladas de areia e 0,94 milhões de toneladas de argila para cerâmica vermelha. Por fim o cenário 3 estima uma demanda de 6,94 milhões de toneladas de brita, 7,90 milhões de toneladas para areia e 1,25 milhões de toneladas anuais de argila cerâmica vermelha destinadas a fabricação de tijolos e lajotas. No intuito de definir a carência ou não destas matérias-primas minerais para construção civil, conforme os três cenários projetados, e diante das reservas conhecidas, foram realizados os somatórios das demandas anuais, projetadas para cada cenário, entre 2012 e 2027, obtendo os resultados apresentados no Quadro 8.9.

Considerando os recursos inferidos das matérias-primas minerais na RMN: areia = 86,04 milhões de toneladas; rocha para brita: 89,50 milhões de toneladas; e 18,17 milhões de toneladas de argila para cerâmica vermelha. De acordo com o Quadro 8.9, em todos os cenários a reserva de rocha para brita atende a demanda projetada, para o consumo de brita no período projetado (2012- 2027), sendo no cenário 3 a situação menos confortável.

Levando em consideração a capacidade média instalada das pedreiras (50%), e analisando os cenários propostos, o atendimento da demanda por brita poderá estar comprometido, caso não haja ampliação da capacidade instalada, nos anos: 2027 no cenário 2; e com situação mais crítica em 2024, no cenário 3. No caso da areia não se observam problemas em nenhum dos cenários propostos, mas vale salientar que na estimativa de reservas foi considerada uma maior diversificação ou balanceamento das fontes de recursos, que atualmente estão concentradas da seguinte forma: 85% em áreas de depósitos aluvionares e 15% em áreas de depósitos eólicos. A situação para o consumo de argila é mais confortável em todos os cenários, uma vez que, na RMN só se produz tijolo e lajota, o consumo de argila não chega a ser tão expressivo. No entanto, serão necessárias melhorias e/ou ampliações nas plantas das olarias da RMN, nos anos: 2023 no cenário 2; e com situação mais crítica em 2020, no cenário 3; já que apresentaram uma utilização média das plantas de 64%.

Quadro 8.9 – Demanda total estimada para o consumo de areia, brita e argila para cerâmica vermelha (tijolo e telha) na RMN, 2012-2027.

Demanda por areia, areia e argila no período - 2012 - 2027 (em milhões de toneladas)			
Matéria-prima mineral	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Areia	59,14	69,16	79,53
Brita	51,92	60,72	69,82
Argila (para tijolo e lajota)	9,34	10,92	12,56

## **9 – CONCLUSÕES**

Salienta-se que a semelhança das demais áreas do Nordeste Brasileiro, a Região Metropolitana de Natal tem apresentado durante os últimos anos elevadas taxas de crescimento econômico, sobretudo na indústria da construção civil. Com base na perspectiva de manutenção deste ritmo de crescimento para as próximas décadas espera-se uma ampliação de demanda por estes insumos minerais para atender as necessidades de consumo pelo setor em epigrafe.

Com base nesta premissa projeta-se uma ampliação natural dos níveis de produção destes insumos minerais, tanto pela expansão dos novos empreendimentos mineiros já instalados, quanto pela ampliação de novos projetos minero-industriais.

O contexto geológico regional associado ao cadastramento dos jazimentos minerais conhecidos mostra a potencialidade geológica para a existência e produção de diversos insumos minerais de uso na construção civil, tais como: areia, pedra de talhe, pedra para produção de brita, argila vermelha e material de empréstimo. De acordo com os estudos de projeção de demanda, elaborado para os próximos 10, 20 e 30 anos vislumbra-se a necessidade da duplicação da produção daqueles insumos. Salienta-se que o volume de produção a ser necessitado é perfeitamente passível de ser atingido, em virtude da existência na região metropolitana em questão de reservas potenciais capazes de atender as necessidades de produção prevista.

Estes jazimentos foram georreferenciados durante o cadastramento executado, sendo em seguida plotados no Mapa de Recursos Minerais e com base nos estudos desenvolvidos pode-se afirmar que os mesmos assumem um papel de relevante interesse para o desenvolvimento da atividade mineral nesta porção do território brasileiro e o conseqüente suprimento de insumos para o importante segmento da construção civil.

Apesar do mercado da Região Metropolitana de Natal vir sendo em parte regularmente abastecido

pelos insumos acima referenciado por produção oriunda de municípios não pertencentes à mesma, convém frisar que os recursos conhecidos destes bens minerais catalogadas na região em apreço apresentam quantitativo suficiente para garantir o seu suprimento durante as próximas décadas. Salienta-se, porém a necessidade das mineradoras localizadas no seu interior procurar melhorar seus métodos de gestão de forma a tornarem-se mais competitivas e capazes de conquistarem o mercado doméstico com preços e produtos de boa qualidade.

Em termos técnicos e ambientais verificou-se com raríssimas exceções que as operações de lavra executadas nesta região metropolitana ocorrem com muito pouca ou nenhuma orientação técnica. A exceção das empresas que produzem pedra britada, cuja operação de extração é toda mecanizada, as demais se notabilizam pelo empirismo da atividade produtiva, quase totalmente informal, destituída de critérios técnicos. Exemplos notórios é a extração de areia e material de empréstimo, onde a primeira é em grande parte extraída de leitos dos rios que drenam esta região, enquanto o segundo bem mineral é explorado a partir dos sedimentos argilosos do Grupo Barreiras. Sabe-se que na região em tela, a lavra deste é predominantemente informal, cujas operações apresentam caráter predatório e os impactos ambientais diversos deixados por esta atividade constituem conseqüências marcantes na fisiografia local, que precisam ser enfrentadas para garantir a própria sustentabilidade da atividade mineral em perfeita sintonia com o meio ambiente que a circunda.

Em função da crescente expansão urbana que atinge a Região Metropolitana de Natal, a atividade imobiliária de certo modo tem entrado em conflito com outras atividades socioeconômicas. Portanto faz-se necessário um planejamento que defina as áreas especiais para cada segmento, de modo a não inviabilizar a exploração dos recursos minerais existentes e tão necessários ao desenvolvimento presente e futuro da região em apreço.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEROPORTO de São Gonçalo terá fundações em março, prevê Inframérica. Disponível em: <<http://santoantiooficial.blogspot.com.br/2012/02/aeroporto-de-sao-goncalo-tera-fundacoes.html>>. Acesso em 20 abr. 2012.
- ANGELIM, L. de A. et. al. (Org.). **Geologia e recursos minerais do estado do Rio Grande do Norte, escala 1: 500.000**. Recife: CPRM, 2006, 119p. il. Inclui 2 mapas. Programa Geologia do Brasil.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7211**: agregados para concreto: especificação. Rio de Janeiro, 2009. 9p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9935**: agregados: terminologia. Rio de Janeiro, 2011. 12 p.
- ASSUNÇÃO, P. R. S, de (Org.). **Projeto insumos de recursos minerais para a construção civil na região metropolitana do Recife, estado de Pernambuco**. Recife: CPRM, 2012, 144p. il, color, mapas. (Informe de Recursos Minerais. Série Rochas e Minerais Industriais, 9).
- CALAES, Gilberto. **Relatório técnico 01**: histórico e perspectivas de evolução macroeconômica setorial da economia brasileira a longo prazo. [S.l.]: J. Mendo Consultoria, 2009. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/sgm/menu/plano\\_de\\_mineracao\\_2030/relatorios/estudos\\_economia\\_setor\\_mineral.html](http://www.mme.gov.br/sgm/menu/plano_de_mineracao_2030/relatorios/estudos_economia_setor_mineral.html)>. Acesso em 23 abr. 2012.
- CENTRO DE TECNOLOGIA DO GÁS E ENERGIAS RENOVÁVEIS; SEBRAE. **Diagnóstico da indústria de cerâmica vermelha do estado do Rio Grande do Norte**. Natal, 2012. Disponível em:<<http://www.slideshare.net/RivaldoJunior>>
- Nobrega /diagnstico-cermicas-do-rn-sebraectgaser-final21082012-divulgao>. Acesso em 07 dez. 2012.
- CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Atlas digital dos recursos hídricos subterrâneos do estado do Rio Grande do Norte**. Recife: CPRM, 2005. 1 CD-ROM. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. PRODEEM.
- DANTAS, E.L. e ROIG, H. L. Geologia e recursos minerais da folha São José do Campestre, escala 1: 100.000. Brasília: [s.n.]. Convênio UNB/ FINATEC/ CPRM, 2001. 20 mapas.
- FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Centro de Estatística e Informações. **Déficit habitacional no Brasil, referência 2008**. [Belo Horizonte], 2009. Disponível em: < <http://www.fjp.gov.br/index.php/servicos/81-servicos-cei/70-deficit-habitacional-no-brasil>>. Acesso em: 23 dez. 2011.
- FRAZÃO, E. B., PARAGUASSU, A. B. Materiais rochosos para construção. In: OLIVEIRA, A.M.S.; BRITO,S.N.A. de. **Geologia de engenharia**. São Paulo, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998. p. 331-342.
- FRAZÃO, E.B. Tecnologia para a produção e utilização de agregados. In: TANNUS,Marcos Bartasson; CARMO, João Cesar Cardoso do (Org.). **Agregados para a construção civil no Brasil**: contribuições para a formulação de políticas públicas. Belo Horizonte: CETEC, 2007. 233 p. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais.
- FREIRE, J.A. Indicadores Econômicos do RN, outubro de 2011. In: **Economia do RN**. Disponível em: <<http://economia-do-rn.blogspot.com/>>. Acesso em 02 nov. 2011.
- IBGE. **IBGE Cidades@ on line (2003-2010)**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm.?1>>. Acesso em mai. 2013.
- IBGE. **Censo demográfico 2000**. Disponível em: < [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/default\\_populacao.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/default_populacao.shtm)>. Acesso em dez. 2011.
- IBGE. **Censo demográfico 2010**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/calendario.shtm>>Acesso em dez. 2011.
- IBGE. **Área territorial oficial, resolução nº 5 de 10 de outubro de 2002**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/areaterritorial/resolucao.shtm>>. Acesso em 14 out. 2011.
- JORNAL Diário de Natal. Natal, 2012. Disponível em: <[http://www.diariodenatal.com.br/2012/02/25/economia1\\_0.php](http://www.diariodenatal.com.br/2012/02/25/economia1_0.php)>. Acesso em: 20 abr. 2012.
- MENDES, V.A.; BRITO, Maria de Fátima Lyra; PAIVA, Ivo Pesato (Org.). **Geologia e recursos minerais da folha Arapiraca SC.24-X-D**: estado de Alagoas escala 1:250.000. Recife: CPRM, 2009. Il., mapas. Programa geologia do Brasil. Levantamentos geológicos básicos.
- NATAL (RN). Prefeitura. **Plano executivo Natal 2014**. Natal, 2009. Disponível em: <<http://www.natal>>

rn.gov.br/semurb/paginas/ctd-776.html>. Acesso em nov. 2011.

PLANO estratégico de desenvolvimento sustentável para região metropolitana de Natal, 2006. Disponível em: <<http://www.natalmetropole.rn.gov.br/html/peds/produtos.html>>. Acesso em: 30 set. 2010.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Atlas do desenvolvimento humano do Brasil 2013**. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/consulta>>. Acesso em jul. 2013.

SANTOS, P. de S. **Tecnologia de argilas aplicadas as argilas brasileiras**. São Paulo: Edgard Blucher, 1975, 2v. il.

SILVA, G.A. **Diagnóstico do setor de agregados para construção civil na região metropolitana de Natal, RN**. 2012. 193 p. il. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife 2012. Disponível em: <[http://www.cprm.gov.br/publique/media/Diss\\_Gustavo\\_Silva.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/Diss_Gustavo_Silva.pdf)> Acesso em 26 nov. 2012.

# **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 Baciado 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, Caracará, 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, 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, 2012.

### **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.

### **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, 2000.
- 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.

## **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.

## **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 – Recife, 2015.

## **SÉRIE METAIS - INFORMES GERAIS**

Nº 01 – Projeto BANEIO - Bacia do Camaquã - Metalogenia das bacias Neoproterozóico-eopaleozóicas do sul do Brasil, 2008

Nº 02 – Mapeamento Geoquímico do Quadrilátero Ferrífero e seu Entorno - MG – Rio de Janeiro, 2014.



# **ANEXO I**

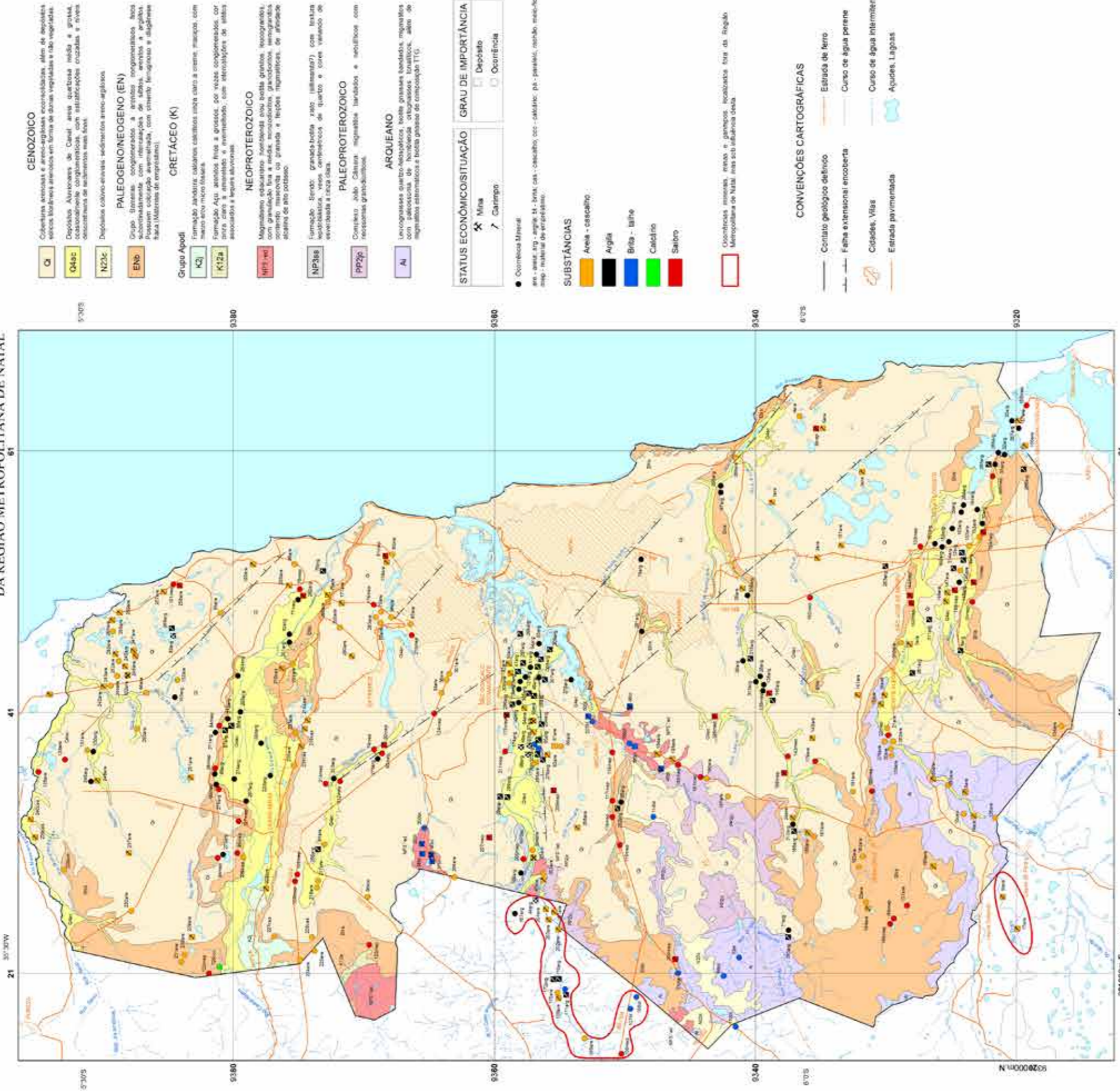
---

**MAPA DE RECURSOS MINERAIS**





MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA  
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL  
CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL  
MAPA DE OCORRÊNCIAS E DEPÓSITOS MINERAIS  
PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL  
PROJETO MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
DA REGIÃO METROPOLITANA DE NATAL



**CRÉDITO DA BASE CARTOGRÁFICA**  
Base cartográfica digital obtida das cartas impressas: João Calazas (1983 - DSGI Natal (1971-SUDENE), Paraíba (1971 - SUDENE), São José do Campestre (1971 - SUDENE), São José do Mipibu (1971 - SUDENE) e Tera (1971 - SUDENE).  
Análise de imagens do Monitor Geocover - 2000, interpretado e georreferenciado segundo o sistema WGS84, de imagens do satélite Landsat 7 (TM) de 30 metros de resolução espacial (30 x 30 metros) e de 4, 6, 2 e 6 bandas espectrais (bandas 4, 2, 3 e 6).  
Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do Projeto de Pesquisa em Geologia Regional de Natal, sob a coordenação da Gerência de Pesquisas, Instituições e Desenvolvimento - GERID, para atender ao mapeamento temático do Serviço Geológico do Brasil - CPRM.

O Projeto Metálico de Construção Civil da Região Metropolitana de Natal, uma ação do Programa Geologia do Brasil, foi desenvolvido no âmbito do Projeto de Pesquisa em Geologia Regional de Natal, sob a coordenação da Gerência de Pesquisas, Instituições e Desenvolvimento - GERID, com apoio financeiro da Gerência de Geologia e Recursos Minerais do Rio Grande do Sul - GEREM-RE.

Coordenação Técnica Regional: Geóloga Adelmara Alves Mendonça (GEREM-RE) e José Presses Vega Junior (GEREM-RE).

Coordenação Técnica Nacional: Geólogos Francisco Vitor Sales (DEREM), João Henrique Gonçalves (DGEOP) e Engº de Minas Roberto Sarou FINE (DMN).

Autores: Manoel Henrique Ferreira Neto, Carolyntina Dignat, Robinson do Carmo da Silva, Gustavo Alexandre Silva, Juliana Maria Franca de Araújo, Luiz Carlos de Sousa Junior, Janaina Maria Franca de Araújo, Vinícius Mendes Almeida.  
Elaborado: Alexandre Mafai Brito

Fig. 3.1

**CPRM**  
Serviço Geológico do Brasil

**SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL**  
Ministério de Minas e Energia

**GOVERNO FEDERAL**  
**BRASIL**  
PÁTRIA EDUCADORA

Figura 3.1 - Mapa de Recursos Minerais da Região Metropolitana de Natal



# **ANEXO II**

---

**MAPA GEOLÓGICO**



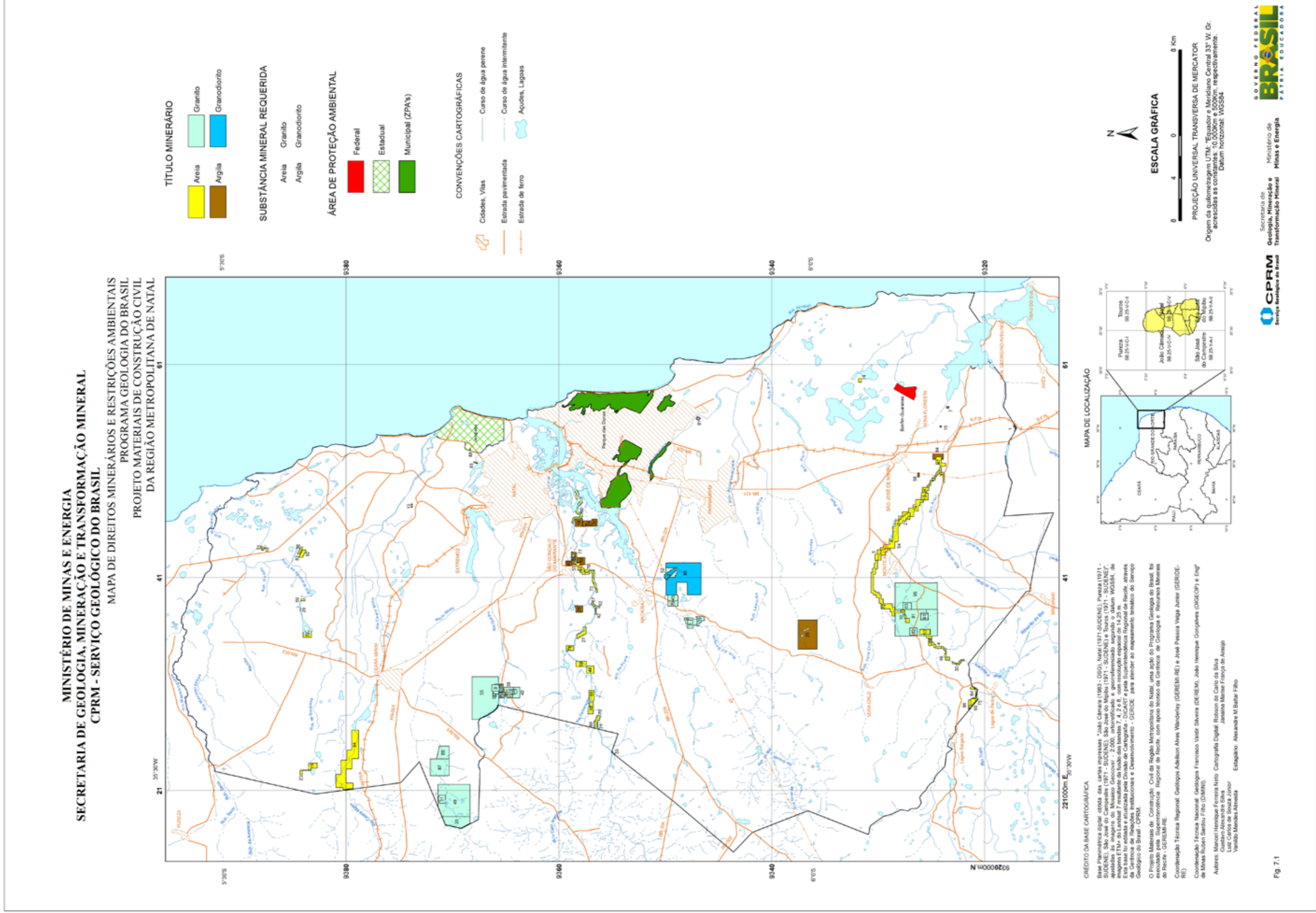


Figura 4.1 – Mapa geológico da Região Metropolitana de Natal.



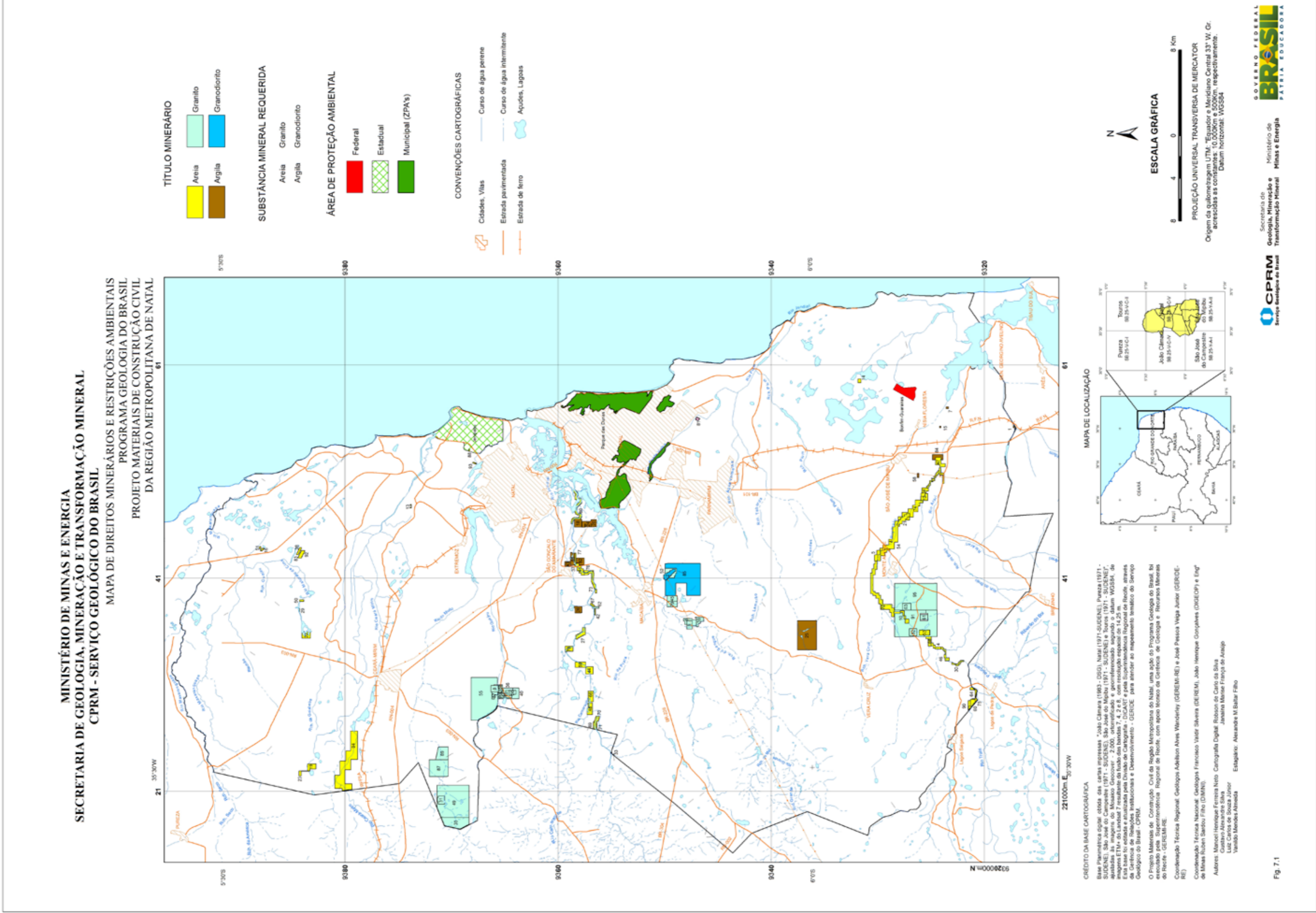
# **ANEXO III**

---

**MAPA DE DIREITOS MINERÁRIOS**







**MAPA DE LOCALIZAÇÃO**

**ESCALA GRÁFICA**

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: WGS84

**CRÉDITO DA BASE CARTOGRÁFICA**

Base Planimétrica digital obtida das cartas impressas "João Câmara (1963 - DSO), Natal (1971 - SUDENE), Parnaíba (1971 - SUDENE), São José do Campestre (1971 - SUDENE), São José do Mipibu (1971 - SUDENE) e Torre (1971 - SUDENE)". Esta base foi editada e atualizada pelo Divisão de Cartografia - DICART e pela Superintendência Regional de Recde, através da Gerência de Relações Institucionais e Desenvolvimento - GERIDE, para atender ao mapeamento temático do Serviço Geológico do Brasil - CPRM.

O Projeto Materiais de Construção Civil da Região Metropolitana de Natal, uma ação do Programa Geologia do Brasil, foi executado pela Superintendência Regional de Recde, com apoio técnico da Gerência de Geologia e Recursos Minerais do Recde - GEREM-RE.

Coordenação Técnica Regional: Geólogos Adelson Alves Wanderley (GEREM-RE) e José Pessoa Vega Junior (GEREM-RE).

Coordenação Técnica Nacional: Geólogos Francisco Vitor Silveira (GEREM), João Henrique Gonçalves (GEREM) e Eng.º de Minas Robson Santos Filho (GEREM).

Auxílios: Marcel Henrique Ferreira Neto, Cartografia Digital; Robinson do Carmo da Silva, Geologia; Alexandre M. Bulhar Filho, Geologia; Alexandre M. Bulhar Filho, Estagiário.

Fig. 7.1

Figura 7.1 – Mapa de Direitos Minerários



# **ANEXO IV**

---

**PROCESSOS MINERÁRIOS**



PROCESSOS MINERÁRIOS DE MATÉRIAS-PRIMAS MINERAIS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL NA RMN (Consulta: 28/08/2012)

Cod.	Processo	Fase atual	Municípios	Substâncias	Tipos de Uso
1	840.121/1985	Concessão de Lavra	Nísia Floresta	Argila	Construção civil
2	848.109/1995	Concessão de Lavra	Macaíba	Granodiorito	Construção civil
3	848.098/1998	Concessão de Lavra	São Gonçalo do Amarante	Granito	Construção civil
4	848.000/1999	Licenciamento	Monte Alegre	Areia	Construção civil
5	848.076/1999	Licenciamento	Monte Alegre	Areia	Construção civil
6	848.111/2001	Concessão de Lavra	Macaíba	Granito	Construção civil
7	848.088/2001	Licenciamento	Nísia Floresta	Argila	Construção civil
8	848.0024/2001	Autorização de Pesquisa	Ceará-Mirim	Granito	Construção civil
9	848.109/2001	Concessão de Lavra	Macaíba	Granito	Construção civil
10	848.055/2002	Licenciamento	Monte Alegre	Areia	Construção civil
11	848.193/2004	Licenciamento	São José de Mipibu	Areia	Construção civil
12	848.182/2006	Licenciamento	São José de Mipibu	Areia	Construção civil
13	848.061/2006	Licenciamento	Extremoz	Areia	Construção civil
14	848.180/2006	Licenciamento	Nísia Floresta	Areia	Construção civil
15	848.630/2007	Licenciamento	Nísia Floresta	Argila	Cerâmica vermelha
16	848.478/2008	Licenciamento	Ceará-Mirim	Areia	Construção civil
17	848.291/2009	Licenciamento	São José de Mipibu	Areia	Construção civil
18	848.174/2009	Licenciamento	São Gonçalo do Amarante	Argila	Cerâmica vermelha
19	848.155/2010	Licenciamento	Ceará-Mirim	Areia	Construção civil
20	848.173/2009	Licenciamento	São Gonçalo do Amarante	Argila	Cerâmica vermelha
21	848.266/2009	Requerimento de Licenciamento	São José de Mipibu	Areia	Cerâmica vermelha
22	848.152/2010	Licenciamento	Ceará-Mirim	Areia	Construção civil
23	848.156/2010	Requerimento de Licenciamento	Ceará-Mirim	Areia	Construção civil
24	820.175/2009	Licenciamento	São Gonçalo do Amarante	Argila	Cerâmica vermelha
25	848.183/2009	Autorização de Pesquisa	Vera Cruz/Macaíba	Argila	Cerâmica vermelha
26	848.254/2010	Requerimento de Licenciamento	São Gonçalo do Amarante	Argila	Cerâmica vermelha
27	848.094/2010	Licenciamento	São Gonçalo do Amarante	Areia	Construção civil
28	848.530/2010	Licenciamento	Ceará-Mirim	Areia	Construção civil

## PROCESSOS MINERÁRIOS DE MATÉRIAS-PRIMAS MINERAIS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL NA RMN (Consulta: 28/08/2012) (continuação)

Cod.	Processo	Fase atual	Municípios	Substâncias	Tipos de Uso
29	848.197/2010	Requerimento de Licenciamento	Ceará-Mirim	Areia	Construção civil
30	848.191/2010	Licenciamento	Monte Alegre	Areia	Construção civil
31	848.161/2010	Autorização de Pesquisa	Ceará-Mirim	Granito	Construção civil
32	848.247/2010	Autorização de Pesquisa	Monte Alegre	Granito	Construção civil
33	848.252/2009	Licenciamento	Macaíba	Areia	Construção civil
34	848.454/2010	Licenciamento	São José de Mipibu	Areia	Construção civil
35	848.294/2010	Autorização de Pesquisa	Ceará-Mirim	Granito	Revestimento
36	848.217/2010	Autorização de Pesquisa	São G. do Amarante	Granito	Construção civil
37	848.200/2010	Licenciamento	São G. do Amarante	Areia	Construção civil
38	848.201/2011	Autorização de Pesquisa	São G. Amarante/Ceará-Mirim	Granito	Construção civil
39	848.516/2010	Autorização de Pesquisa	Macaíba	Granito	Construção civil
40	848.026/2011	Autorização de Pesquisa	São Gonçalo do Amarante	Granito	Revestimento
41	848.213/2010	Licenciamento	São Gonçalo do Amarante	Areia	Construção civil
42	848.816/2010	Licenciamento	São Gonçalo do Amarante	Areia	Construção civil
43	848.296/2010	Requerimento de Licenciamento	São Gonçalo do Amarante	Argila	Construção civil
44	848.458/2010	Autorização de Pesquisa	São Gonçalo do Amarante	Areia	Construção civil
45	848.369/2010	Autorização de Pesquisa	Macaíba	Granito	Construção civil
46	848.001/1999	Licenciamento	Monte Alegre	Areia	Construção civil
47	848.041/2011	Licenciamento	São José de Mipibu	Areia	Construção civil
48	848.744/2010	Autorização de Pesquisa	São Gonçalo do Amarante	Areia	Construção civil
49	848.043/2011	Autorização de Pesquisa	Ceará-Mirim	Granito	Revestimento
50	848.060/2011	Requerimento de Licenciamento	Ceará-Mirim	Areia	Construção civil
51	848.186/2011	Licenciamento	Ceará-Mirim	Areia	Construção civil
52	848.255/2009	Autorização de Pesquisa	Macaíba	Granito	Revestimento
53	848.172/2009	Licenciamento	Monte Alegre	Areia	Construção civil
54	848.250/2010	Requerimento de Licenciamento	Monte Alegre	Areia	Construção civil
55	848.034/2005	Autorização de Pesquisa	Ceará-Mirim/São G. do Amarante	Granito	Pedra Decorativa
56	848.621/1979	Licenciamento	São Gonçalo do Amarante	Granito	Construção civil

PROCESSOS MINERÁRIOS DE MATÉRIAS-PRIMAS MINERAIS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL NA RMN (Consulta: 28/08/2012) (continuação)

Cod.	Processo	Fase atual	Municípios	Substâncias	Tipos de Uso
57	848.269/2011	Autorização de Pesquisa	Ceará-Mirim/São G. do Amarante	Granito	Revestimento
58	848.302/2011	Licenciamento	São José de Mipibu	Argila	Cerâmica vermelha
59	848.382/2011	Licenciamento	São Gonçalo do Amarante	Areia	Construção civil
60	848.381/2011	Requerimento de Pesquisa	Monte Alegre	Areia	Construção civil
61	848.086/2010	Requerimento de Licenciamento	Monte Alegre	Granito	Construção civil
62	848.181/2010	Requerimento de Licenciamento	São Gonçalo do Amarante	Granito	Pedra de Talhe
63	848.222/2011	Autorização de Pesquisa	Monte Alegre	Granito	Revestimento
64	840.440/2011	Requerimento de Licenciamento	Monte Alegre	Areia	Construção civil
65	848.263/2011	Autorização de Pesquisa	São Gonçalo do Amarante	Argila	Construção civil
66	848.588/2011	Licenciamento	São Gonçalo do Amarante	Areia	Construção civil
67	848.658/2011	Requerimento de Licenciamento	São Gonçalo do Amarante	Areia	Construção civil
68	848.655/2011	Autorização de Pesquisa	Monte Alegre	Areia	Construção civil
69	848.286/2011	Requerimento de Pesquisa	São Gonçalo do Amarante	Areia	Construção civil
70	848.378/2011	Requerimento de Licenciamento	São Gonçalo do Amarante	Areia	Construção civil
71	848.286/2011	Requerimento de Pesquisa	São Gonçalo do Amarante	Areia	Construção civil
72	848.281/2011	Autorização de Pesquisa	Monte Alegre	Areia	Construção civil
73	848.459/2008	Licenciamento	Monte Alegre	Areia	Construção civil
74	848.358/2011	Autorização de Pesquisa	São J. de Mipibu/Monte Alegre	Areia	Construção civil
75	848.438/2011	Requerimento de Licenciamento	Monte Alegre	Areia	Construção civil
76	848.264/2010	Autorização de Pesquisa	São Gonçalo do Amarante	Areia	Construção civil
77	848.274/2011	Autorização de Pesquisa	São Gonçalo do Amarante	Areia	Construção civil
78	848.909/2011	Requerimento de Licenciamento	São Gonçalo do Amarante	Areia	Construção civil
79	848.368/2010	Autorização de Pesquisa	Macailba	Granito	Construção civil
80	848.116/2012	Requerimento de Pesquisa	São Gonçalo do Amarante	Areia	Construção civil
81	848.146/2012	Licenciamento	Parnamirim	Saibro	Construção civil
82	848.652/2011	Requerimento de Licenciamento	São Gonçalo do Amarante	Argila	Cerâmica Ver.
83	848.148/2012	Autorização de Pesquisa	Ceará-Mirim	Areia	Construção civil



## PROCESSOS MINERÁRIOS DE MATÉRIAS-PRIMAS MINERAIS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL NA RMN (Consulta: 28/08/2012) (continuação)

Cod.	Processo	Fase atual	Municípios	Substâncias	Tipos de Uso
84	848.177/2012	Requerimento de Licenciamento	São José de Mipibu	Argila	Cerâmica Ver.
85	848.083/2012	Autorização de Pesquisa	Macaíba	Granodiorito	Revestimento
86	848.147/2012	Requerimento de Lavra	São G. Amarante/Ceará-Mirim	Granito	Revestimento
87	848.107/2012	Requerimento de Pesquisa	Ceará-Mirim	Granito	Revestimento
88	848.817/2011	Licenciamento	Extremoz	Areia	Construção civil
89	820.063/2012	Autorização de Pesquisa	Ceará-Mirim	Granito	Revestimento
90	820.383/2011	Requerimento de Licenciamento	Monte Alegre	Areia	Revestimento
91	820.249/2012	Requerimento de Pesquisa	Monte Alegre	Granito	Revestimento
92	820.286/2012	Requerimento de Licenciamento	Ceará-Mirim	Areia	Construção civil
93	820.294/2012	Requerimento de Licenciamento	Extremoz/Natal	Areia	Construção civil
94	820.227/2012	Autorização de Pesquisa	Ceará-Mirim	Areia	Construção civil
95	820.203/2012	Requerimento de Pesquisa	Monte Alegre	Granito	Construção civil
96	820.098/1998	Concessão de Lavra	São Gonçalo do Amarante	Granito	Construção civil

# **ANEXO V**

---

**RESULTADOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS E TECNOLÓGICAS**





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS**

**DE:** LABORATÓRIO DE PLANEJAMENTO DE LAVRA

**PARA:** CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL



**ASSUNTO:**

Resultado de ensaios de Resistência à Compressão Simples, Resistência à Tração por Flexão e Índices Físicos de granito cinza róseo, coletado no município de Natal – RN, denominada amostra GA-06.

Recife, 07 de março de 2012.

*Júlio César de Souza*  
Engº de Minas, Prof. DEMINAS/UFPE  
CREA/RS: 68.932 – D  
07/03/2012



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS**

**PARECER TÉCNICO**

Prezado Sr.

Estamos enviando, nesta oportunidade, os resultados de análises de granito cinza róseo, coletado no município de Natal - RN, submetido aos ensaios de resistência à compressão simples, resistência à tração por flexão e índices físicos.

**ROCHA:** Amostra GA-06 - granito cinza róseo – Natal - RN

***AVALIAÇÃO DO RESULTADO DOS ENSAIOS TECNOLÓGICOS:***

- Os resultados dos ensaios de resistência à compressão simples e tração por flexão indicam uma rocha de resistência mecânica mediana a alta, sem restrições para a produção de brita.
- Com relação aos índices físicos o granito analisado apresenta densidade mediana a baixa e valores de porosidade e absorção de água medianos, sem restrições para produção de brita.
- O ensaios de impacto mostram que a rocha tem capacidade de absorção de impactos e tenacidade medianos.
- Para aplicação como material para brita concluímos que a rocha deverá apresentar um custo de britagem favorável em função da resistência mecânica alta.

**Júlio César de Souza**  
Engº de Minas, Prof. DEMINAS/UFPE  
CREA/RS: 68.932 – D  
07/03/2012



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS**

**RESULTADO DE ENSAIOS DE DETERMINAÇÃO DE ÍNDICES FÍSICOS**

**ROCHA:** Amostra GA-06 - granito cinza róseo – Natal - RN

**DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS:**

**PROCEDIMENTOS DO ENSAIO:**

Norma ABNT NBR 12 766.

**RESULTADO DOS ENSAIOS:**

Massa específica seca (kg/cm <sup>3</sup> )	2,624 ± 0,016
Massa específica saturada (kg/cm <sup>3</sup> )	2,636 ± 0,015
Porosidade (%)	0,924 ± 0,164
Absorção (%)	0,352 ± 0,063

**CONCLUSÕES:**

Pelos resultados dos ensaios realizados conclui-se que os índices físicos apresentam valores de massa específica de média a baixa densidade e índices de porosidade e absorção medianos indicando capacidade de absorção de água mediana e boa coesão da rocha, sem restrições para produção de brita.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS**

**RESULTADO DE ENSAIOS DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO SIMPLES**

**ROCHA:** Amostra GA-06 - granito cinza róseo – Natal - RN

**DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS:**

**PROCEDIMENTOS DO ENSAIO:**

Norma ABNT MBR 12 767.

**RESULTADO DOS ENSAIOS:**

**Esforço normal ao plano de fraqueza (MPa)** 118,77 ± 22,80

**CONCLUSÕES:**

O granito analisado possui resistência à compressão simples alta sem restrições para utilização como matéria prima para brita.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS**

**RESULTADO DE ENSAIOS DE RESISTÊNCIA À TRAÇÃO POR FLEXÃO**

**ROCHA:** Amostra GA-06 - granito cinza róseo – Natal - RN

**DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS:**

**PROCEDIMENTOS DO ENSAIO:**

Norma ABNT NBR 12 763.

**RESULTADO DOS ENSAIOS:**

**Esforço normal ao plano de fraqueza (MPa)** 16,99 ± 1,63

**CONCLUSÕES:**

O granito analisado possui resistência a tração por flexão alta, sem restrições para utilização como matéria prima para brita.





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS**

**RESULTADO DE ENSAIOS DE RESISTÊNCIA AO IMPACTO DE CORPO  
DURO**

**ROCHA:** Amostra GA-06 - granito cinza róseo – Natal - RN

**DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS:**

**PROCEDIMENTOS DO ENSAIO:**

Norma ABNT NBR 12.764.

ESPESSURA MÉDIA (mm)	ALTURA DE QUEDA (cm) EM QUE OCORREU:		
	FISSURA	LASCA	RUPTURA
30	25	30	40

**CONCLUSÕES:**

Pelos resultados médios obtidos, fissuramento com altura de 0,25 m, lascamento com 0,30 m e ruptura com altura de 0,40 m, conclui-se que a rocha apresenta resistência ao impacto de corpo duro mediana.

**Júlio César de Souza**  
Engº de Minas, Prof. DEMINAS/UFPE  
CREA/RS: 68.932 – D  
07/03/2012



**CENTRO DE TECNOLOGIAS DO GÁS E ENERGIAS RENOVÁVEIS**  
**UNPA - Unidade de Pesquisa Aplicada e Transferência de Tecnologia**  
**LABORATÓRIO DE ENSAIOS DE MATERIAIS**

Av. Cap. Mor Gouveia, 1480 - Lagoa Nova CEP: 59063-400 - Natal/RN.

Fone: 55(0xx84) 3204-8091

<http://www.ctgas.com.br>

## RELATÓRIO DE ANÁLISE Nº 00.005/13-LABEMAT

# RELATÓRIO DE ANÁLISE DE MATERIAIS

**Cliente: CPRM.**

Os resultados apresentados neste documento têm significação restrita e se aplicam ao espécime ensaiado.  
Os resultados deste documento não podem ser usados para fins promocionais.  
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

1



**CENTRO DE TECNOLOGIAS DO GÁS E ENERGIAS RENOVÁVEIS**  
**UNPA - Unidade de Pesquisa Aplicada e Transferência de Tecnologia**  
**LABORATÓRIO DE ENSAIOS DE MATERIAIS**

Av. Cap. Mor Gouveia, 1480 - Lagoa Nova CEP: 59063-400 - Natal/RN.

Fone: 55(0xx84) 3204-8091

<http://www.ctgas.com.br>

## RELATÓRIO DE ANÁLISE Nº 00.005/13-LABEMAT

---

### INFORMAÇÕES GERAIS

---

**CLIENTE INTERESSADO:** CPRM .

**SOLICITANTE:** Sr. Manoel Henrique

**CONTATO:** E-MAIL: [Manoel.ferreiraneto@cprm.gov.br](mailto:Manoel.ferreiraneto@cprm.gov.br).

---

**NATUREZA DO TRABALHO:** Avaliação da granulometria por peneiras.

**AMOSTRA:** 11 amostras (AM\_MN\_143, AM\_MN\_144, AM\_MN\_145, AM\_MN\_146, AM\_MN\_147, AM\_MN\_148, AM\_MN\_149, AM\_MN\_150, AM\_MN\_151, AM\_MN\_152 e AM\_MN\_153).

**Nº Ordem de Serviço:** 2322 /12.

**Nº Proposta:** 163/12.

---

### A – PROCEDIMENTO

Os materiais enviados para análise (Figura 01), por solicitação do cliente foi submetido à avaliação granulométrica por peneiras.

A identificação do material foi fornecida pelo cliente

A avaliação da granulometria por peneira foi realizada nas amostras AM\_MN\_143, AM\_MN\_144, AM\_MN\_145, AM\_MN\_146, AM\_MN\_147, AM\_MN\_148, AM\_MN\_149, AM\_MN\_150, AM\_MN\_151, AM\_MN\_152 e AM\_MN\_153. Foram utilizadas doze peneiras, sendo elas: 14# (1180 µm), 28# (600 µm), 35# (425 µm), 48# (300 µm), 60# (250 µm), 80# (180 µm), 100# (150 µm), 150# (106 µm), 200# (75 µm), 325# (45 µm), 400# (38 µm) e 500# (25 µm).

---

Os resultados apresentados neste documento têm significação restrita e se aplicam ao espécime ensaiado.

Os resultados deste documento não podem ser usados para fins promocionais.

A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

2

Manoel Henrique Duarte de Almeida



**CENTRO DE TECNOLOGIAS DO GÁS E ENERGIAS RENOVÁVEIS**  
**UNPA - Unidade de Pesquisa Aplicada e Transferência de Tecnologia**  
**LABORATÓRIO DE ENSAIOS DE MATERIAIS**

Av. Cap. Mor Gouveia, 1480 - Lagoa Nova CEP: 59063-400 - Natal/RN.

Fone: 55(0xx84) 3204-8091

<http://www.ctgas.com.br>

## RELATÓRIO DE ANÁLISE Nº 00.005/13-LABEMAT



AM\_MN\_143

AM\_MN\_144

AM\_MN\_145

AM\_MN\_146



AM\_MN\_147

AM\_MN\_148

AM\_MN\_149

AM\_MN\_150



AM\_MN\_151

AM\_MN\_152

AM\_MN\_153

Figura 01. Material fornecido para análise.

Os resultados apresentados neste documento têm significação restrita e se aplicam ao espécime ensaiado.  
Os resultados deste documento não podem ser usados para fins promocionais.  
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

3

Muhel Larima Duarte de Almeida



**CENTRO DE TECNOLOGIAS DO GÁS E ENERGIAS RENOVÁVEIS**  
**UNPA - Unidade de Pesquisa Aplicada e Transferência de Tecnologia**  
**LABORATÓRIO DE ENSAIOS DE MATERIAIS**

Av. Cap. Mor Gouveia, 1480 - Lagoa Nova CEP: 59063-400 - Natal/RN.

Fone: 55(0xx84) 3204-8091

<http://www.ctgas.com.br>

## RELATÓRIO DE ANÁLISE Nº 00.005/13-LABEMAT

### B – RESULTADOS

As Figuras de 02 a 12 apresentam as curvas da distribuição granulométrica das amostras avaliadas e a Tabela de 01 a 11 apresentam os valores dos teores passantes e retidos para cada faixa granulométrica avaliada, das amostras AM\_MN\_143, AM\_MN\_144, AM\_MN\_145, AM\_MN\_146, AM\_MN\_147, AM\_MN\_148, AM\_MN\_149, AM\_MN\_150, AM\_MN\_151, AM\_MN\_152 e AM\_MN\_153, respectivamente.

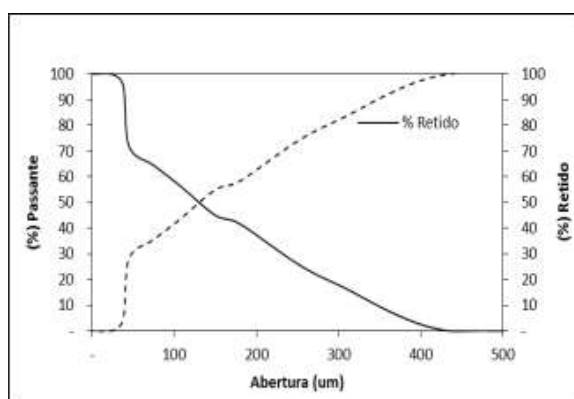


Figura 02. Distribuição granulométrica da amostra AM\_MN\_143.

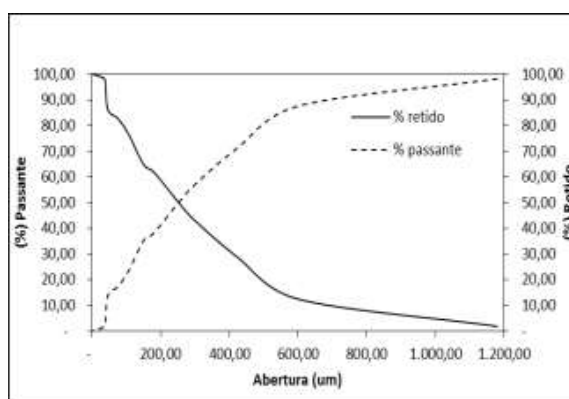


Figura 02. Distribuição granulométrica da amostra AM\_MN\_144.

Tabela 01. Distribuição granulométrica da amostra AM\_MN\_143.

Abertura (µm)	Retido (%)	Passante (%)
1180	-	100,00
600	-	100,00
425	0,47	99,53
300	17,86	82,14
250	26,10	73,90
180	41,64	58,36
150	45,02	54,98
106	56,77	43,23
75	64,44	35,56
45	71,87	28,13
38	95,34	4,66
25	99,84	0,16
0	100,00	-

Tabela 01. Distribuição granulométrica da amostra AM\_MN\_144.

Abertura (µm)	Retido (%)	Passante (%)
1180	1,87	98,13
600	12,44	87,56
425	28,55	71,45
300	42,88	57,12
250	50,29	49,71
180	61,79	38,21
150	64,71	35,29
106	76,57	23,43
75	82,63	17,37
45	86,34	13,66
38	97,46	2,54
25	98,92	1,08
0	100,00	-

Os resultados apresentados neste documento têm significação restrita e se aplicam ao espécime ensaiado.

Os resultados deste documento não podem ser usados para fins promocionais.

A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

4

Mulher Larina, Maria do Carmo



**CENTRO DE TECNOLOGIAS DO GÁS E ENERGIAS RENOVÁVEIS**  
**UNPA - Unidade de Pesquisa Aplicada e Transferência de Tecnologia**  
**LABORATÓRIO DE ENSAIOS DE MATERIAIS**

Av. Cap. Mor Gouveia, 1480 - Lagoa Nova CEP: 59063-400 - Natal/RN.

Fone: 55(0xx84) 3204-8091

<http://www.ctgas.com.br>

## RELATÓRIO DE ANÁLISE Nº 00.005/13-LABEMAT

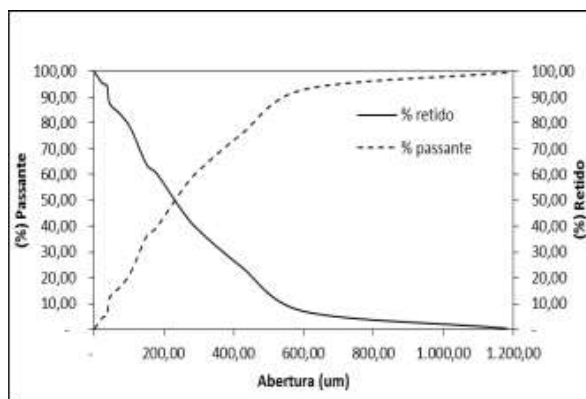


Figura 02. Distribuição granulométrica da amostra AM\_MN\_145.

Tabela 01. Distribuição granulométrica da amostra AM\_MN\_145.

Abertura (μm)	Retido (%)	Passante (%)
1180	0,45	99,55
600	7,04	92,96
425	23,95	76,05
300	38,43	61,57
250	46,44	53,56
180	60,38	39,62
150	64,03	35,97
106	77,73	22,27
75	83,48	16,52
45	87,61	12,39
38	94,34	5,66
25	95,38	4,62
0	100,00	-

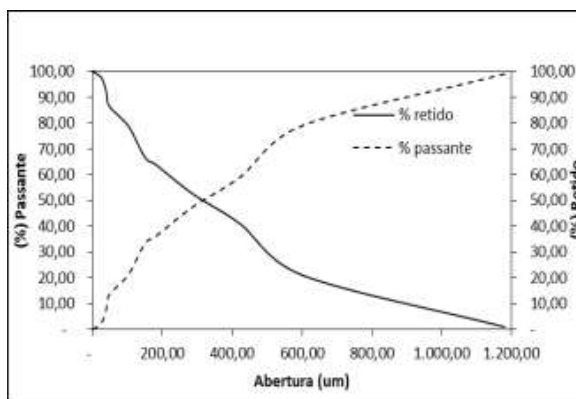


Figura 02. Distribuição granulométrica da amostra AM\_MN\_146.

Tabela 01. Distribuição granulométrica da amostra AM\_MN\_146.

Abertura (μm)	Retido (%)	Passante (%)
1180	1,01	98,99
600	21,07	78,93
425	40,68	59,32
300	51,34	48,66
250	56,29	43,71
180	63,95	36,05
150	66,63	33,37
106	78,07	21,93
75	82,67	17,33
45	87,09	12,91
38	92,68	7,32
25	97,52	2,48
0	100,00	-

Os resultados apresentados neste documento têm significação restrita e se aplicam ao espécime ensaiado.

Os resultados deste documento não podem ser usados para fins promocionais.

A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Márcia Laraine Duarte de Almeida



**CENTRO DE TECNOLOGIAS DO GÁS E ENERGIAS RENOVÁVEIS  
UNPA - Unidade de Pesquisa Aplicada e Transferência de Tecnologia  
LABORATÓRIO DE ENSAIOS DE MATERIAIS**

Av. Cap. Mor Gouveia, 1480 - Lagoa Nova CEP: 59063-400 - Natal/RN.

Fone: 55(0xx84) 3204-8091

<http://www.ctgas.com.br>

**RELATÓRIO DE ANÁLISE Nº 00.005/13-LABEMAT**

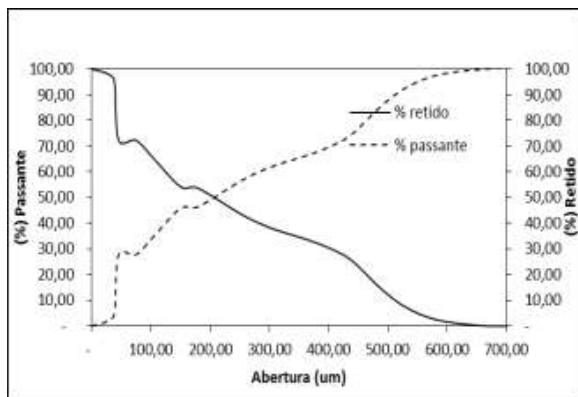


Figura 02. Distribuição granulométrica da amostra AM\_MN\_147.

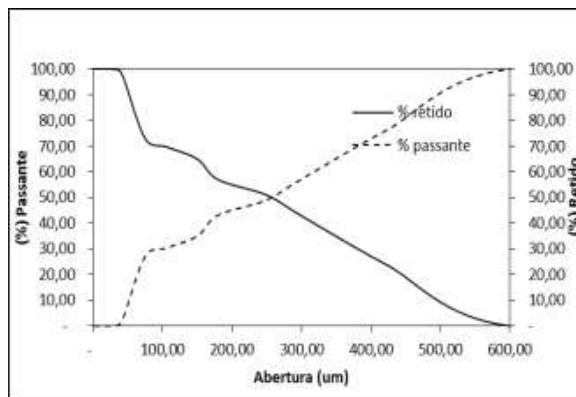


Figura 02. Distribuição granulométrica da amostra AM\_MN\_148.

Tabela 01. Distribuição granulométrica da amostra AM\_MN\_147.

Abertura (µm)	Retido (%)	Passante (%)
1180	-	100,00
600	1,57	98,43
425	27,65	72,35
300	38,32	61,68
250	43,81	56,19
180	53,56	46,44
150	54,17	45,83
106	64,77	35,23
75	72,20	27,80
45	72,45	27,55
38	95,38	4,62
25	98,32	1,68
0	100,00	-

Tabela 01. Distribuição granulométrica da amostra AM\_MN\_148.

Abertura (µm)	Retido (%)	Passante (%)
1180	-	100,00
600	-	100,00
425	23,43	76,57
300	42,82	57,18
250	50,93	49,07
180	56,89	43,11
150	64,96	35,04
106	69,64	30,36
75	72,85	27,15
45	95,52	4,48
38	99,40	0,60
25	100,00	-
0	100,00	-

Os resultados apresentados neste documento têm significação restrita e se aplicam ao espécime ensaiado.  
Os resultados deste documento não podem ser usados para fins promocionais.  
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

6

Mahzi Larissa Duarte de Almeida



**CENTRO DE TECNOLOGIAS DO GÁS E ENERGIAS RENOVÁVEIS**  
**UNPA - Unidade de Pesquisa Aplicada e Transferência de Tecnologia**  
**LABORATÓRIO DE ENSAIOS DE MATERIAIS**

Av. Cap. Mor Gouveia, 1480 - Lagoa Nova CEP: 59063-400 - Natal/RN.

Fone: 55(0xx84) 3204-8091

<http://www.ctgas.com.br>

## RELATÓRIO DE ANÁLISE Nº 00.005/13-LABEMAT

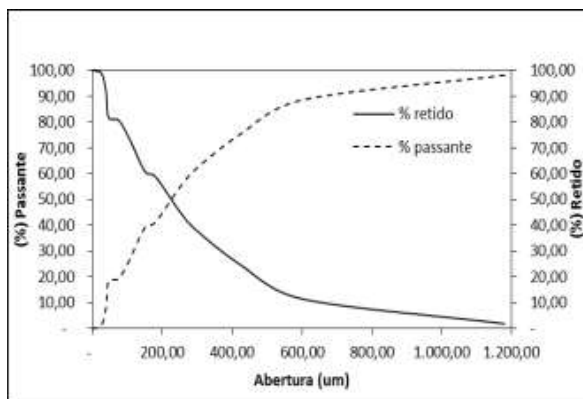


Figura 02. Distribuição granulométrica da amostra AM\_MN\_149.

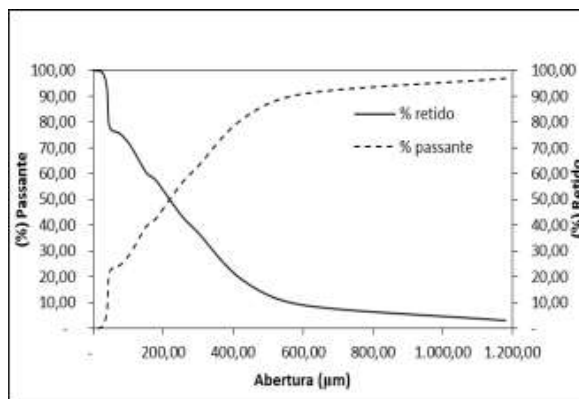


Figura 02. Distribuição granulométrica da amostra AM\_MN\_150.

Tabela 01. Distribuição granulométrica da amostra AM\_MN\_149.

Abertura (μm)	Retido (%)	Passante (%)
1180	1,87	98,13
600	11,47	88,53
425	24,55	75,45
300	37,72	62,28
250	45,21	54,79
180	58,80	41,20
150	60,77	39,23
106	73,27	26,73
75	80,58	19,42
45	81,90	18,10
38	92,12	7,88
25	98,85	1,15
0	100,00	-

Tabela 01. Distribuição granulométrica da amostra AM\_MN\_150.

Abertura (μm)	Retido (%)	Passante (%)
1180	3,09	96,91
600	9,08	90,92
425	18,93	81,07
300	36,99	63,01
250	44,02	55,98
180	57,10	42,90
150	60,57	39,43
106	70,69	29,31
75	75,54	24,46
45	78,31	21,69
38	93,18	6,82
25	99,15	0,85
0	100,00	-

Os resultados apresentados neste documento têm significação restrita e se aplicam ao espécime ensaiado.

Os resultados deste documento não podem ser usados para fins promocionais.

A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Mahzi Laraine Duarte de Almeida





**CENTRO DE TECNOLOGIAS DO GÁS E ENERGIAS RENOVÁVEIS**  
**UNPA - Unidade de Pesquisa Aplicada e Transferência de Tecnologia**  
**LABORATÓRIO DE ENSAIOS DE MATERIAIS**

Av. Cap. Mor Gouveia, 1480 - Lagoa Nova CEP: 59063-400 - Natal/RN.

Fone: 55(0xx84) 3204-8091

<http://www.ctgas.com.br>

## RELATÓRIO DE ANÁLISE Nº 00.005/13-LABEMAT

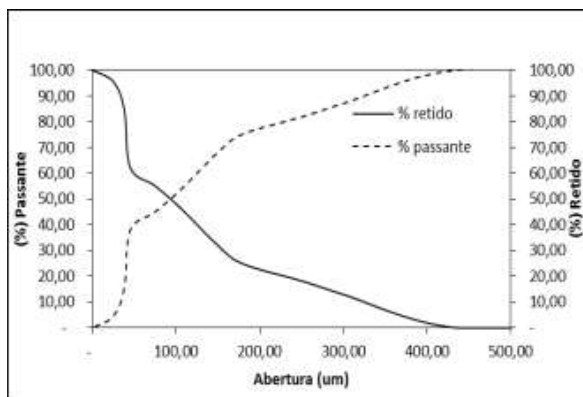


Figura 02. Distribuição granulométrica da amostra AM\_MN\_151.

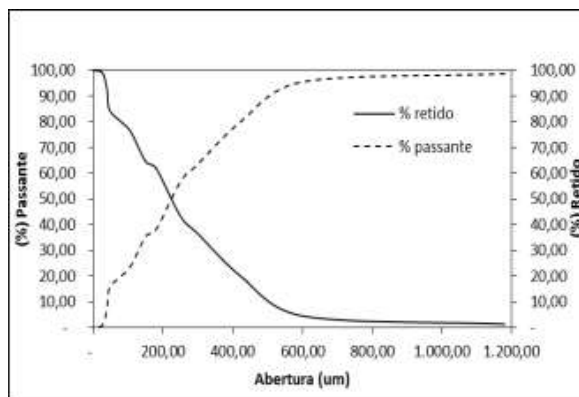


Figura 02. Distribuição granulométrica da amostra AM\_MN\_152.

Tabela 01. Distribuição granulométrica da amostra AM\_MN\_151.

Abertura (μm)	Retido (%)	Passante (%)
1180	-	100,00
600	-	100,00
425	0,34	99,66
300	12,90	87,10
250	18,17	81,83
180	24,77	75,23
150	31,89	68,11
106	46,19	53,81
75	55,01	44,99
45	62,21	37,79
38	84,54	15,46
25	95,51	4,49
0	100,00	-

Tabela 01. Distribuição granulométrica da amostra AM\_MN\_152.

Abertura (μm)	Retido (%)	Passante (%)
1180	1,38	98,62
600	4,55	95,45
425	19,69	80,31
300	36,41	63,59
250	43,17	56,83
180	61,81	38,19
150	64,48	35,52
106	76,21	23,79
75	80,45	19,55
45	84,77	15,23
38	93,20	6,80
25	99,02	0,98
0	100,00	-

Os resultados apresentados neste documento têm significação restrita e se aplicam ao espécime ensaiado.

Os resultados deste documento não podem ser usados para fins promocionais.

A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Mahzi Laraine Duarte de Almeida



**CENTRO DE TECNOLOGIAS DO GÁS E ENERGIAS RENOVÁVEIS**  
**UNPA - Unidade de Pesquisa Aplicada e Transferência de Tecnologia**  
**LABORATÓRIO DE ENSAIOS DE MATERIAIS**

Av. Cap. Mor Gouveia, 1480 - Lagoa Nova CEP: 59063-400 - Natal/RN.

Fone: 55(0xx84) 3204-8091

<http://www.ctgas.com.br>

## RELATÓRIO DE ANÁLISE Nº 00.005/13-LABEMAT

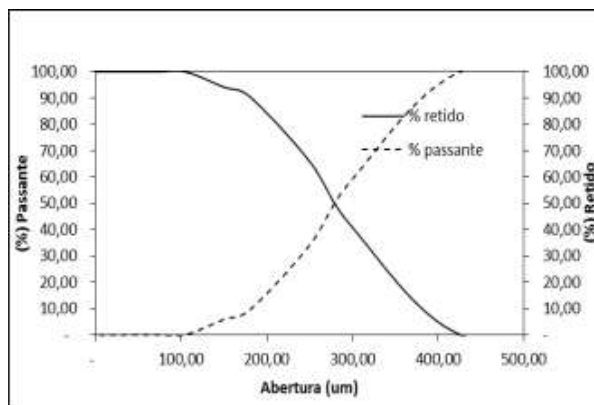


Figura 02. Distribuição granulométrica da amostra AM\_MN\_153.

Tabela 01. Distribuição granulométrica da amostra AM\_MN\_153.

Abertura (µm)	Retido (%)	Passante (%)
1180	-	100,00
600	-	100,00
425	0,22	99,78
300	40,78	59,22
250	65,86	34,14
180	90,51	9,49
150	94,08	5,92
106	99,82	0,18
75	99,93	0,07
45	99,95	0,05
0	100,00	-
1180	-	100,00
600	-	100,00

Natal/RN, 11 de janeiro de 2013.

Responsável pelo Laboratório

Técnico(a) Executor(a)

Os resultados apresentados neste documento têm significação restrita e se aplicam ao espécime ensaiado.  
 Os resultados deste documento não podem ser usados para fins promocionais.  
 A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

9



**CENTRO DE TECNOLOGIAS DO GÁS E ENERGIAS RENOVÁVEIS**  
**UNPA - Unidade de Pesquisa Aplicada e Transferência de Tecnologia**  
**LABORATÓRIO DE ENSAIOS DE MATERIAIS**  
Av. Cap. Mor Gouveia, 1480 - Lagoa Nova CEP: 59063-400 - Natal/RN.  
Fone: 55(0xx84) 3204-8091  
<http://www.ctgas.com.br>

**RELATÓRIO DE ANÁLISE Nº 00.074/13-LABEMAT**

**RELATÓRIO DE ANÁLISE  
DE MATERIAIS**

**Cliente: CPRM.**

Os resultados apresentados neste documento têm significação restrita e se aplicam ao espécime ensaiado.  
Os resultados deste documento não podem ser usados para fins promocionais.  
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

1



**CENTRO DE TECNOLOGIAS DO GÁS E ENERGIAS RENOVÁVEIS**  
**UNPA - Unidade de Pesquisa Aplicada e Transferência de Tecnologia**  
**LABORATÓRIO DE ENSAIOS DE MATERIAIS**  
Av. Cap. Mor Gouveia, 1480 - Lagoa Nova CEP: 59063-400 - Natal/RN.  
Fone: 55(0xx84) 3204-8091  
<http://www.ctgas.com.br>

## RELATÓRIO DE ANÁLISE Nº 00.074/13-LABEMAT

---

### INFORMAÇÕES GERAIS

---

**CLIENTE INTERESSADO:** CPRM.

**SOLICITANTE:** Sr. Manoel Henrique

**CONTATO:** E-MAIL: [Manoel.ferreiraneto@cprm.gov.br](mailto:Manoel.ferreiraneto@cprm.gov.br).

---

**NATUREZA DO TRABALHO:** Ensaios tecnológicos em argila: determinação de índice de plasticidade, sinterização de corpos-de-prova prensados e avaliação das propriedades após queima.

**AMOSTRA:** 10 amostras (AM 143, AM 144, AM 145, AM 146, AM 147, AM 148, AM 149, AM 150, AM 151 e AM 152).

**Nº Ordem de Serviço:** 2322 /12.

**Nº Proposta:** 163/12.

---

### A – PROCEDIMENTO

O material enviado para análises (Figura 01), por solicitação do cliente foi submetido aos seguintes procedimentos:

- Ensaios tecnológicos:
  - o Determinação do índice de plasticidade;
  - o Determinação do índice de retração linear de queima;
  - o Determinação da absorção de água (AA), porosidade aparente (PA) e massa específica aparente (MEA);
  - o Ensaio de tensão de ruptura à flexão.

A identificação do material foi fornecida pelo cliente.

---

Os resultados apresentados neste documento têm significação restrita e se aplicam ao espécime ensaiado.  
Os resultados deste documento não podem ser usados para fins promocionais.  
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

*Manoel Henrique*

2  
  
03.01.13



**CENTRO DE TECNOLOGIAS DO GÁS E ENERGIAS RENOVÁVEIS**  
**UNPA - Unidade de Pesquisa Aplicada e Transferência de Tecnologia**  
**LABORATÓRIO DE ENSAIOS DE MATERIAIS**

Av. Cap. Mor Gouveia, 1480 - Lagoa Nova CEP: 59063-400 - Natal/RN.

Fone: 55(0xx84) 3204-8091

<http://www.ctgas.com.br>

## RELATÓRIO DE ANÁLISE Nº 00.074/13-LABEMAT



Figura 01. Material fornecido para análise.

Os resultados apresentados neste documento têm significação restrita e se aplicam ao espécime ensaiado.  
Os resultados deste documento não podem ser usados para fins promocionais.  
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

*Krisian P. Santos*

3  
*[Signature]* 03.01.13



**CENTRO DE TECNOLOGIAS DO GÁS E ENERGIAS RENOVÁVEIS**  
**UNPA - Unidade de Pesquisa Aplicada e Transferência de Tecnologia**  
**LABORATÓRIO DE ENSAIOS DE MATERIAIS**

Av. Cap. Mor Gouveia, 1480 - Lagoa Nova CEP: 59063-400 - Natal/RN.

Fone: 55(0xx84) 3204-8091

<http://www.ctgas.com.br>

## RELATÓRIO DE ANÁLISE Nº 00.074/13-LABEMAT

Os ensaios tecnológicos foram realizados nas amostras AM 143, AM 144, AM 145, AM 146, AM 147, AM 148, AM 149, AM 150, AM 151 e AM 152 sendo divididos em 3 etapas, sendo eles:

- 1ª Etapa: determinação do Índice de plasticidade da argila a partir de ensaios de Limite de Liquidez e Limite de Plasticidade, conforme normas NBR 6459 e 7180.
- 2ª Etapa: Os corpos-de-prova foram desaglomerados até granulometria inferior a 100# e homogeneizados com adição de 10% de água e em seguida prensados em prensa manual em matriz retangular com dimensões de 100mmx10mmx10mm. Foram confeccionados 8 corpos-de-prova de cada amostra utilizando-se uma pressão de 40 MPa para cada. Em seguida os corpos-de-prova foram secos por 24 h em estufa a 110°C. Todos os corpos-de-prova secos foram medidos no comprimento utilizando paquímetro com resolução de 0,05 mm. Cada lote de corpos-de-prova foi sinterizado nas temperaturas de queima de 850, 900 e 950 °C. A taxa de aquecimento utilizada foi de 10°C/min até 550°C com patamar de 30 minutos. Logo após, foi utilizada uma taxa de aquecimento de 20°C/min e o patamar na temperatura máxima de queima foram de 120 minutos. O resfriamento se deu lentamente no interior do forno, de modo a evitar choques térmicos.
- 3ª Etapa: Após sinterizados, os corpos-de-prova foram avaliados em diversas propriedades, sendo elas: (I) índice de retração linear de queima; (II) absorção de água; (III) porosidade aparente; (IV) massa específica aparente e (V) tensão de ruptura à flexão. Todos os ensaios foram realizados seguindo procedimento interno baseado em Souza Santos<sup>1</sup>, exceto a tensão de ruptura a flexão que teve como base a norma ASTM C 674.

<sup>1</sup> Livro: **Ciência e tecnologia das argilas**. Pérsio Souza Santos – Volumes 1, 2 e 3.

Os resultados apresentados neste documento têm significação restrita e se aplicam ao espécime ensaiado.

Os resultados deste documento não podem ser usados para fins promocionais.

A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

4

Pérsio Souza Santos 03.01.13



**CENTRO DE TECNOLOGIAS DO GÁS E ENERGIAS RENOVÁVEIS**  
**UNPA - Unidade de Pesquisa Aplicada e Transferência de Tecnologia**  
**LABORATÓRIO DE ENSAIOS DE MATERIAIS**

Av. Cap. Mor Gouveia, 1480 - Lagoa Nova CEP: 59063-400 - Natal/RN.

Fone: 55(0xx84) 3204-8091

<http://www.ctgas.com.br>

## RELATÓRIO DE ANÁLISE Nº 00.074/13-LABEMAT

### B – RESULTADOS

A Tabela 01 apresenta os valores obtidos nos ensaios para determinação do índice de plasticidade para as amostras avaliadas, bem como suas características quanto à plasticidade.

As Figuras 02 e 03 e a Tabela 02 apresentam os resultados obtidos dos ensaios tecnológicos para as amostras avaliadas, sendo eles: cor, índice de retração linear de queima; absorção de água; porosidade aparente, massa específica aparente e tensão de ruptura à flexão.

As imagens dos corpos de provas antes e após a sinterização são apresentadas no Anexo 01.

Tabela 01. Índice de plasticidade obtido nos ensaios das amostras AM 143, AM 144, AM 145, AM 146, AM 147, AM 148, AM 149 AM 150, AM 151 e AM 152.

Amostra	IP (%)	Característica
AM 143	5,36	Fracamente Plástica
AM 144	42,74	Altamente Pástica
AM 145	13,46	Mediamente Plástica
AM 146	14,72	Mediamente Plástica
AM 147	12,27	Mediamente Plástica
AM 148	16,39	Altamente Pástica
AM 149	9,15	Mediamente Plástica
AM 150	19,47	Altamente Pástica
AM 151	16,71	Altamente Pástica
AM 152	-	Não Plástica

Os resultados apresentados neste documento têm significação restrita e se aplicam ao espécime ensaiado.

Os resultados deste documento não podem ser usados para fins promocionais.

A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

5

*Krisian P. Santos*  



**CENTRO DE TECNOLOGIAS DO GÁS E ENERGIAS RENOVÁVEIS**  
**UNPA - Unidade de Pesquisa Aplicada e Transferência de Tecnologia**  
**LABORATÓRIO DE ENSAIOS DE MATERIAIS**

Av. Cap. Mor Gouveia, 1480 - Lagoa Nova CEP: 59063-400 - Natal/RN.

Fone: 55(0xx84) 3204-8091

<http://www.ctgas.com.br>

**RELATÓRIO DE ANÁLISE Nº 00.074/13-LABEMAT**

Tabela 02. Resultados (média e desvio padrão) dos ensaios de retração linear de queima (RL), absorção de água (AA), porosidade aparente (PA); massa específica aparente (MEA) e tensão de ruptura à flexão (TRF) das amostras AM 143, AM 144, AM 145, AM 146, AM 147, AM 148, AM 149, AM 150, AM 151 e AM 152 sinterizadas sob as temperaturas de 850, 900 e 950°C.

AMOSTRA	Temperatura de Queima (°C)	Cor	Retração Linear (%)	Absorção de Água (%)	Porosidade Aparente (%)	Massa Específica Aparente (g/cm <sup>3</sup> )	TRF (Mpa)
AM 143	850°C	Creme Claro	0,28 ± 0,12	18,21 ± 0,29	46,75 ± 0,79	1,75 ± 0,01	3,62 ± 0,55
	900°C	Creme Claro	1,08 ± 0,08	19,55 ± 0,36	50,26 ± 1,03	1,71 ± 0,01	8,25 ± 1,19
	950°C	Creme Claro	0,86 ± 0,23	12,98 ± 0,89	28,36 ± 2,13	1,70 ± 0,03	4,82 ± 1,17
AM 144	850°C	Vermelho	0,39 ± 0,19	11,12 ± 0,55	26,04 ± 11,46	1,80 ± 0,80	7,52 ± 3,00
	900°C	Vermelho	1,25 ± 0,29	7,10 ± 1,23	17,85 ± 3,28	2,13 ± 0,03	14,33 ± 1,60
	950°C	Vermelho Claro	3,26 ± 0,36	4,76 ± 0,63	11,80 ± 1,61	2,22 ± 0,02	4,04 ± 0,51
AM 145	850°C	Cinza-Vermelhada	0,33 ± 0,26	18,46 ± 3,24	41,48 ± 7,35	1,59 ± 0,09	7,08 ± 2,00
	900°C	Cinza-Vermelhada	0,33 ± 0,05	14,22 ± 0,19	37,57 ± 0,55	1,92 ± 0,01	3,73 ± 0,32
	950°C	Vermelho Claro	0,41 ± 0,27	20,83 ± 1,54	55,96 ± 5,01	1,72 ± 0,03	7,89 ± 1,63
AM 146	850°C	Marrom	0,40 ± 0,10	10,00 ± 1,00	25,80 ± 3,04	2,05±0,02	11,48 ± 2,21
	900°C	Cinza-Vermelhada	0,65 ± 0,06	9,90 ± 0,38	25,53 ± 0,99	2,05±0,02	9,44 ± 1,93
	950°C	Vermelho Claro	1,04 ± 0,13	8,44 ± 0,37	20,41 ± 1,11	2,01±0,01	18,84 ± 1,68
AM 147	850°C	Marrom	0,44 ± 0,45	18,69 ± 0,84	33,05 ± 1,34	1,33 ± 0,03	10,70 ± 0,07
	900°C	Vermelho	1,64 ± 0,63	14,63 ± 0,86	27,83 ± 2,01	1,49 ± 0,04	14,39 ± 1,95
	950°C	Vermelho Claro	2,45 ± 0,64	10,73 ± 0,41	20,79 ± 0,84	1,60 ± 0,02	13,11 ± 2,61
AM 148	850°C	Marrom	-0,26 ± 0,04	6,92 ± 2,81	14,80 ± 7,62	1,82 ± 0,11	16,26 ± 4,60
	900°C	Vermelho Claro	-0,30 ± 0,04	10,21 ± 1,91	19,90 ± 3,46	1,63 ± 0,08	15,79 ± 7,94
	950°C	Vermelho Claro	1,07 ± 0,15	7,17 ± 1,41	13,30 ± 2,29	1,65 ± 0,10	16,91 ± 10,33
AM 149	850°C	Vermelho Claro	-0,26 ± 0,04	10,43 ± 0,59	27,86 ± 0,09	2,09 ± 0,03	6,37 ± 1,32
	900°C	Vermelho Claro	-0,30 ± 0,04	10,49 ± 0,10	28,14 ± 0,25	2,09 ± 0,01	6,34 ± 0,27
	950°C	Vermelho	1,07 ± 0,15	7,70 ± 0,32	20,08 ± 0,83	2,17 ± 0,01	11,45 ± 1,67
AM 150	850°C	Marrom	0,39 ± 0,19	11,12 ± 0,55	26,04 ± 11,46	1,80 ± 0,80	3,14 ± 1,59
	900°C	Vermelho	1,25 ± 0,29	7,10 ± 1,23	17,58 ± 3,28	2,13 ± 0,03	25,49 ± 5,67
	950°C	Vermelho	3,26 ± 0,36	4,76 ± 0,63	11,80 ± 1,61	2,22 ± 0,02	30,07 ± 3,96
AM 151	850°C	Marrom	0,86 ± 0,08	8,38 ± 0,41	21,13 ± 1,19	2,08 ± 0,01	24,21 ± 2,17
	900°C	Marrom	1,24 ± 0,11	9,71 ± 0,44	25,45 ± 1,30	2,09 ± 0,01	22,56 ± 3,20
	950°C	Vermelho	2,64 ± 0,28	5,51 ± 0,65	13,68 ± 1,58	2,18 ± 0,03	20,38 ± 6,63
AM 152	850°C	Creme Claro	0,41 ± 0,13	28,34 ± 0,24	74,71 ± 0,74	1,51 ± 0,01	1,57 ± 0,17
	900°C	Creme Claro	0,05 ± 0,08	26,32 ± 2,19	69,58 ± 5,86	1,56 ± 0,05	1,45 ± 0,12
	950°C	Creme Claro	-0,36 ± 0,03	16,20 ± 0,16	40,99 ± 0,39	1,79 ± 0,01	0,64 ± 0,13

Os resultados apresentados neste documento têm significação restrita e se aplicam ao espécime ensaiado.

Os resultados deste documento não podem ser usados para fins promocionais.

A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

6

*Kassim P. Santos* 03.01.13





**CENTRO DE TECNOLOGIAS DO GÁS E ENERGIAS RENOVÁVEIS**  
**UNPA - Unidade de Pesquisa Aplicada e Transferência de Tecnologia**  
**LABORATÓRIO DE ENSAIOS DE MATERIAIS**

Av. Cap. Mor Gouveia, 1480 - Lagoa Nova CEP: 59063-400 - Natal/RN.

Fone: 55(0xx84) 3204-8091

<http://www.ctgas.com.br>

**RELATÓRIO DE ANÁLISE Nº 00.074/13-LABEMAT**

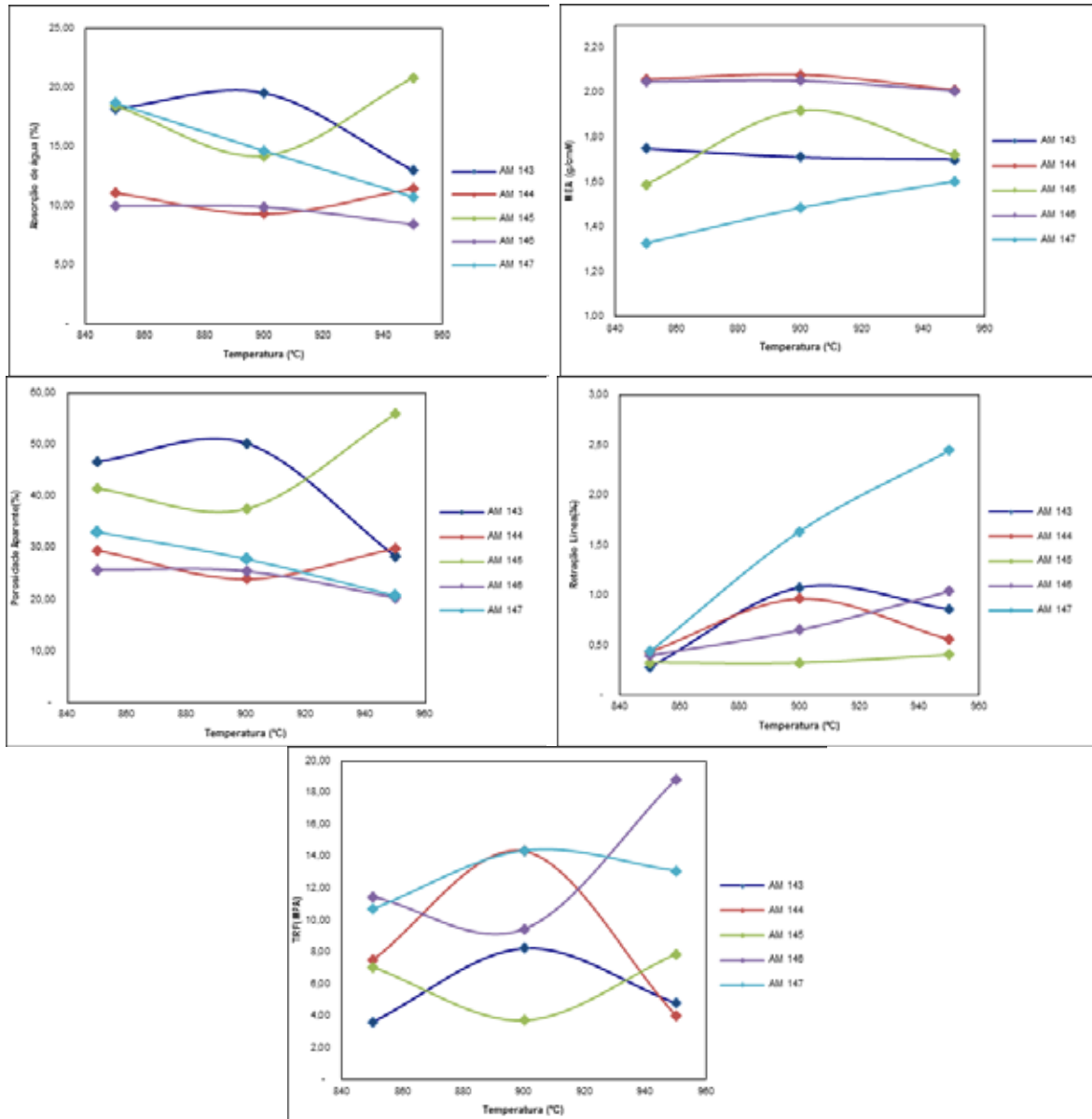


Figura 02. Curvas AA, PA, RL, MEA e TRF para os corpos-de-prova obtidos das amostras AM 143, AM 144, AM 145, AM 146 e AM 147 sinterizados a 850, 900 e 950°C.

Os resultados apresentados neste documento têm significação restrita e se aplicam ao espécime ensaiado.  
 Os resultados deste documento não podem ser usados para fins promocionais.  
 A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

*Krisian P. Santos*

03.01.13



**CENTRO DE TECNOLOGIAS DO GÁS E ENERGIAS RENOVÁVEIS**  
**UNPA - Unidade de Pesquisa Aplicada e Transferência de Tecnologia**  
**LABORATÓRIO DE ENSAIOS DE MATERIAIS**

Av. Cap. Mor Gouveia, 1480 - Lagoa Nova CEP: 59063-400 - Natal/RN.  
 Fone: 55(0xx84) 3204-8091  
<http://www.ctgas.com.br>

**RELATÓRIO DE ANÁLISE Nº 00.074/13-LABEMAT**

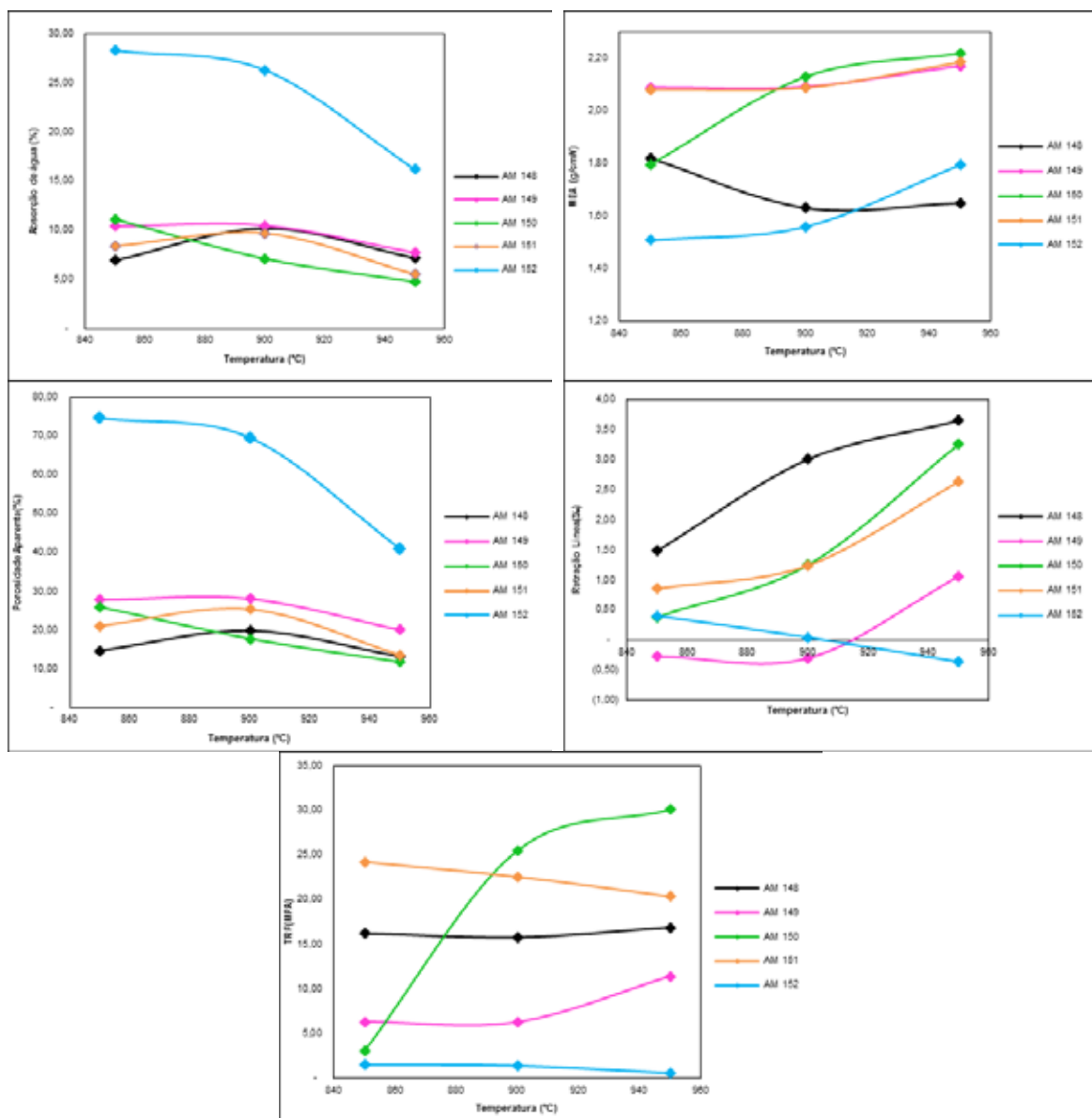


Figura 03. Curvas AA, PA, RL, MEA e TRF para os corpos-de-prova obtidos das amostras AM 148, AM 149, AM 150, AM 151 e AM 152 sinterizados a 850, 900 e 950°C.

Os resultados apresentados neste documento têm significação restrita e se aplicam ao espécime ensaiado.  
 Os resultados deste documento não podem ser usados para fins promocionais.  
 A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

8

*Krisson P. Santos* 03.01.13



**CENTRO DE TECNOLOGIAS DO GÁS E ENERGIAS RENOVÁVEIS**  
**UNPA - Unidade de Pesquisa Aplicada e Transferência de Tecnologia**  
**LABORATÓRIO DE ENSAIOS DE MATERIAIS**

Av. Cap. Mor Gouveia, 1480 - Lagoa Nova CEP: 59063-400 - Natal/RN.

Fone: 55(0xx84) 3204-8091

<http://www.ctgas.com.br>

## RELATÓRIO DE ANÁLISE Nº 00.074/13-LABEMAT

Natal/RN, 09 de abril de 2013.

Francisco Antônio Vieira  
Responsável pelo Laboratório

Kerson Carlos Lima dos Santos  
Técnico Executor

Os resultados apresentados neste documento têm significação restrita e se aplicam ao espécime ensaiado.  
Os resultados deste documento não podem ser usados para fins promocionais.  
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

9



**CENTRO DE TECNOLOGIAS DO GÁS E ENERGIAS RENOVÁVEIS**  
**UNPA - Unidade de Pesquisa Aplicada e Transferência de Tecnologia**  
**LABORATÓRIO DE ENSAIOS DE MATERIAIS**  
 Av. Cap. Mor Gouveia, 1480 - Lagoa Nova CEP: 59063-400 - Natal/RN.  
 Fone: 55(0xx84) 3204-8091  
<http://www.ctgas.com.br>

**RELATÓRIO DE ANÁLISE Nº 00.074/13-LABEMAT**

**Anexo 01**

Amostras	Antes da sinterização	Sinterizada 850°C	Sinterizada 900°C	Sinterizada 950°C
AM 143				
AM 144				
AM 145				
AM 146				
AM 147				

Os resultados apresentados neste documento têm significação restrita e se aplicam ao espécime ensaiado.  
 Os resultados deste documento não podem ser usados para fins promocionais.  
 A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

10

*Krisian P. Santos*  



**CENTRO DE TECNOLOGIAS DO GÁS E ENERGIAS RENOVÁVEIS**  
**UNPA - Unidade de Pesquisa Aplicada e Transferência de Tecnologia**  
**LABORATÓRIO DE ENSAIOS DE MATERIAIS**  
 Av. Cap. Mor Gouveia, 1480 - Lagoa Nova CEP: 59063-400 - Natal/RN.  
 Fone: 55(0xx84) 3204-8091  
<http://www.ctgas.com.br>

**RELATÓRIO DE ANÁLISE Nº 00.074/13-LABEMAT**

Amostras	Antes da sinterização	Sinterizada 850°C	Sinterizada 900°C	Sinterizada 950°C
AM 148				
AM 149				
AM 150				
AM 151				
AM 152				

Os resultados apresentados neste documento têm significação restrita e se aplicam ao espécime ensaiado.  
 Os resultados deste documento não podem ser usados para fins promocionais.  
 A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

11

*Kerson P. Santos*



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS**

**DE:** LABORATÓRIO DE ROCHAS ORNAMENTAIS

**PARA:** CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

**ASSUNTO:**

Resultado de ensaios de Análises de Distribuição Granulométrica de Agregado Miúdo (areia), proveniente da Região Metropolitana de Natal - RN.



Amostra GA 01



Amostra GA 02



Amostra GA 03



Amostra GA 04



Amostra GA 05

Recife, 09 de abril de 2012

**Júlio César de Souza**  
Engº de Minas, Prof. DEMINAS/UFPE  
CREA/RS: 68.932 – D  
09/04/2012



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS**

**PARECER TÉCNICO**

Prezados Senhores,

Estamos enviando, nesta oportunidade, os resultados de análises de areia não classificada proveniente da Região Metropolitana de Natal - RN.

**ROCHA:** Areia não classificada proveniente de Natal - RN

***AVALIAÇÃO DO RESULTADO DOS ENSAIOS TECNOLÓGICOS:***

- A distribuição granulométrica indica um diâmetro máximo da areia em estado natural variando entre 1,20 e 4,8 mm, podendo classificar todas as amostras analisadas como de agregado miúdo.
- Com relação ao módulo de finura o mesmo variou entre um mínimo de 1,37 e um máximo de 2,20, estando todos os valores abaixo do mínimo indicado nas normas para areias classificadas. A amostra GA-02 apresenta um módulo de finura bem próximo ao limite inferior da norma (2,30).
- Com relação ao teor de material pulverulento, com exceção da amostra GA-03 que apresentou um valor de 9,2%, todas as demais mostraram teores inferiores ao limite da norma (5% máximo).
- A densidade aparente das areias variou entre um máximo de 1,106 ton/m<sup>3</sup> e um mínimo de 1,028 ton/m<sup>3</sup> (densidade úmida) e um máximo de 1,684 ton/m<sup>3</sup> e um mínimo de 1,392 ton/m<sup>3</sup> (densidade seca), estando esses valores dentro das médias esperadas para esse tipo de material.
- Todas as areias analisadas mostraram zero de material argiloso em torrões indicando que as mesmas atendem as especificações em relação a esse parâmetro (1,5% máximo) e se trata possivelmente de areias lavadas (extraídas em leito de rio).

**Júlio César de Souza**  
Engº de Minas, Prof. DEMINAS/UFPE  
CREA/RS: 68.932 – D  
09/04/2012



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS**

**RESULTADO DE ENSAIOS DE DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE  
MATERIAL PULVERULENTO**

**ROCHA:** Amostra de areia da região de Natal – RN identificada como GA-01

**DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS:**

**PROCEDIMENTOS DO ENSAIO:**

Norma ABNT NBR NM 46 / 2006.

**RESULTADO DOS ENSAIOS:**

<b>Percentual do material pulverulento (%)</b>	<b>2,79%</b>
--	--------------

**CONCLUSÕES:**

Pelos resultados dos ensaios realizados conclui-se que o índice de material pulverulento é de 2,79%, estando dentro dos padrões admissíveis para a utilização em concreto (máximo 5%).

*Júlio César de Souza*  
Engº de Minas, Prof. DEMINAS/UFPE  
CREA/RS: 68.932 – D  
09/04/2012





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS**

**RESULTADO DE ENSAIOS DE DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE TORRÕES  
DE ARGILA**

**ROCHA:** Amostra de areia da região de Natal – RN identificada como GA-01

**DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS:**

**PROCEDIMENTOS DO ENSAIO:**

Norma ABNT NBR 7.218/1987

**RESULTADO DOS ENSAIOS:**

Percentual do material pulverulento (%)	<b>0,0%</b>
---	-------------

**CONCLUSÕES:**

Pelos resultados dos ensaios realizados conclui-se que o índice de torrões de argila na amostra é zero, estando dentro dos padrões admissíveis para a utilização em concreto (máximo 1,5%).

*Júlio César de Souza*  
Engº de Minas, Prof. DEMINAS/UFPE  
CREA/RS: 68.932 – D  
09/04/2012



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS**

**RESULTADO DE ENSAIOS DE DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA**

**ROCHA:** Amostra de areia da região de Natal – RN identificada como GA-01

**DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS:**

**PROCEDIMENTOS DO ENSAIO:**

Norma ABNT NBR 725/1982

**RESULTADO DOS ENSAIOS:**

Densidade aparente seca (ton /m <sup>3</sup> )	<b>1,392</b>
Densidade aparente úmida (ton /m <sup>3</sup> )	<b>1,057</b>

**CONCLUSÕES:**

Pelos resultados dos ensaios realizados conclui-se a massa específica aparente situa-se entre 1,392 (seca) e 1,057 (úmida) ton/m<sup>3</sup>, estando dentro dos resultados médios para materiais arenosos



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS**

**RESULTADO DE ENSAIOS DE ANÁLISE GRANULOMÉTRICA**

**ROCHA:** Amostra de areia da região de Natal – RN identificada como GA-01

**DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS:**

**PROCEDIMENTOS DO ENSAIO:**

Normas DNER-EM 038/97 e ABNT NBR 7.211/2005.

**RESULTADO DOS ENSAIOS:**

<b>Diâmetro máximo:</b>	1,20 mm
<b>Módulo de finura:</b>	1,93
<b>Classificação:</b>	Agregado miúdo

**CONCLUSÕES:**

Pelos resultados dos ensaios realizados conclui-se que a areia analisada possui diâmetro máximo de 4,8 mm. O módulo de finura calculado foi de 1,20 indicando ser um agregado miúdo fora de especificação com relação ao módulo de finura

**Júlio César de Souza**  
Engº de Minas, Prof. DEMINAS/UFPE  
CREA/RS: 68.932 – D  
09/04/2012

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DE AREIA - AMOSTRA GA-01

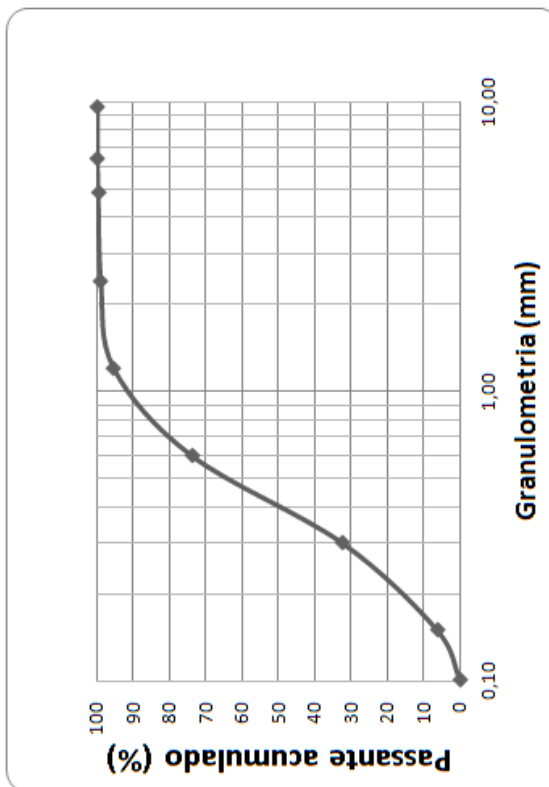
Granulometria (mm)	Retido (g)	Passante (g)	% retido	% passante	Retido acumulado	Passante acumulado
9,5	0,00	1001,90	0,00	100,00	0,00	100,00
6,3	0,00	1001,90	0,00	100,00	0,00	100,00
4,8	2,20	999,70	0,22	99,78	0,22	99,78
2,4	7,30	992,40	0,73	99,05	0,95	99,05
1,2	35,70	956,70	3,56	95,49	4,51	95,49
0,6	215,00	741,70	21,46	74,03	25,97	74,03
0,3	414,80	326,90	41,40	32,63	67,37	32,63
0,2	262,10	64,80	26,16	6,47	93,53	6,47
fundo	64,80	0,00	6,47	0,00	100,00	0,00
TOTAL	1001,90	1001,90	100,00			

Granulometria	Acumulado
9,50	100,00
6,30	100,00
4,80	99,78
2,40	99,05
1,20	95,49
0,60	74,03
0,30	32,63
0,15	6,47
0,10	0,00

Diâmetro máximo: 1,20 mm

Módulo de finura: 1,93

Classificação: agregado miúdo



Júlio César de Souza  
 Eng° de Minas, Pr  
 CREA/RS: 68.932 – D  
 09/04/2012



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS**

**RESULTADO DE ENSAIOS DE DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE  
MATERIAL PULVERULENTO**

**ROCHA:** Amostra de areia da região de Natal – RN identificada como GA-02

**DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS:**

**PROCEDIMENTOS DO ENSAIO:**

Norma ABNT NBR NM 46 / 2006.

**RESULTADO DOS ENSAIOS:**

Percentual do material pulverulento (%)	2,65%
---	-------

**CONCLUSÕES:**

Pelos resultados dos ensaios realizados conclui-se que o índice de material pulverulento é de 2,65%, estando dentro dos padrões admissíveis para a utilização em concreto (máximo 5%).

*Júlio César de Souza*  
Eng° de Minas, Prof. DEMINAS/UFPE  
CREA/RS: 68.932 – D  
09/04/2012



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS**

**RESULTADO DE ENSAIOS DE DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE TORRÕES DE ARGILA**

**ROCHA:** Amostra de areia da região de Natal – RN identificada como GA-02

**DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS:**

**PROCEDIMENTOS DO ENSAIO:**

Norma ABNT NBR 7.218/1987

**RESULTADO DOS ENSAIOS:**

Percentual do material pulverulento (%)	<b>0,0%</b>
---	-------------

**CONCLUSÕES:**

Pelos resultados dos ensaios realizados conclui-se que o índice de torrões de argila na amostra é zero, estando dentro dos padrões admissíveis para a utilização em concreto (máximo 1,5%).



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS**

**RESULTADO DE ENSAIOS DE DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA**

**ROCHA:** Amostra de areia da região de Natal – RN identificada como GA-02

**DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS:**

**PROCEDIMENTOS DO ENSAIO:**

Norma ABNT NBR 725/1982

**RESULTADO DOS ENSAIOS:**

Densidade aparente seca (ton /m <sup>3</sup> )	1,413
Densidade aparente úmida (ton /m <sup>3</sup> )	1,106

**CONCLUSÕES:**

Pelos resultados dos ensaios realizados conclui-se a massa específica aparente situa-se entre 1,413 (seca) e 1,106 (úmida) ton/m<sup>3</sup>, estando dentro dos resultados médios para materiais arenosos



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS**

**RESULTADO DE ENSAIOS DE ANÁLISE GRANULOMÉTRICA**

**ROCHA:** Amostra de areia da região de Natal – RN identificada como GA-02

**DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS:**

**PROCEDIMENTOS DO ENSAIO:**

Normas DNER-EM 038/97 e ABNT NBR 7.211/2005.

**RESULTADO DOS ENSAIOS:**

<b>Diâmetro máximo:</b>	4,80 mm
<b>Módulo de finura:</b>	2,20
<b>Classificação:</b>	Agregado miúdo

**CONCLUSÕES:**

Pelos resultados dos ensaios realizados conclui-se que a areia analisada possui diâmetro máximo de 4,8 mm. O módulo de finura calculado foi de 2,20 indicando ser um agregado miúdo fora de especificação com relação ao módulo de finura.

*Júlio César de Souza*  
Engº de Minas, Prof. DEMINAS/UFPE  
CREA/RS: 68.932 – D  
09/04/2012



ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DE AREIA AMOSTRA GA-02

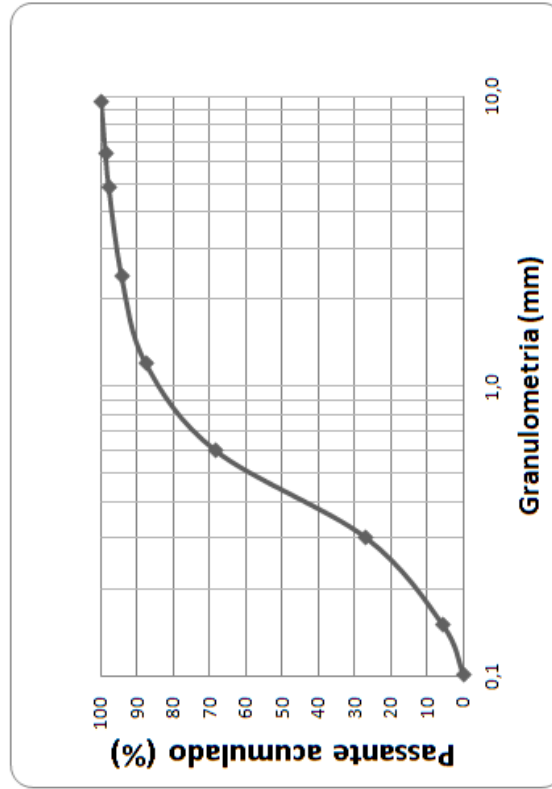
Granulometria (mm)	Retido (g)	Passante (g)	% retido	% passante	Retido acumulado	Passante acumulado
9,5	0,00	999,80	0,00	100,00	0,00	100,00
6,3	11,60	988,20	1,16	98,84	1,16	98,84
4,8	9,50	978,70	0,95	97,89	2,11	97,89
2,4	34,60	944,10	3,46	94,43	5,57	94,43
1,2	66,20	877,90	6,62	87,81	12,19	87,81
0,6	192,60	685,30	19,26	68,54	31,46	68,54
0,3	415,00	270,30	41,51	27,04	72,96	27,04
0,2	211,90	58,40	21,19	5,84	94,16	5,84
fundo	58,40	0,00	5,84	1,16	100,00	0,00
TOTAL	999,80	999,80	100,00			

Granulometria	Acumulado
9,5	100,00
6,3	98,84
4,8	97,89
2,4	94,43
1,2	87,81
0,6	68,54
0,3	27,04
0,2	5,84
0,1	0,00

Diâmetro máximo: 4,8 mm

Módulo de finura: 2,20

Classificação: agregado miúdo



**Júlio César de Souza**  
 Engº de Minas, Prof. DEMINAS/UFPE  
 CREA/RS: 68.932 – D  
 09/04/2012



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS**

**RESULTADO DE ENSAIOS DE DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE  
MATERIAL PULVERULENTO**

**ROCHA:** Amostra de areia da região de Natal – RN identificada como GA-03

**DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS:**

**PROCEDIMENTOS DO ENSAIO:**

Norma ABNT NBR NM 46 / 2006.

**RESULTADO DOS ENSAIOS:**

<b>Percentual do material pulverulento (%)</b>	<b>9,20%</b>
--	--------------

**CONCLUSÕES:**

Pelos resultados dos ensaios realizados conclui-se que o índice de material pulverulento é de 9,20%, estando fora dos padrões admissíveis para a utilização em concreto (máximo 5%).

*Júlio César de Souza*  
Engº de Minas, Prof. DEMINAS/UFPE  
CREA/RS: 68.932 – D  
09/04/2012



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS**

**RESULTADO DE ENSAIOS DE DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE TORRÕES  
DE ARGILA**

**ROCHA:** Amostra de areia da região de Natal – RN identificada como GA-03

**DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS:**

**PROCEDIMENTOS DO ENSAIO:**

Norma ABNT NBR 7.218/1987

**RESULTADO DOS ENSAIOS:**

<b>Percentual do material pulverulento (%)</b>	<b>0,0%</b>
--	-------------

**CONCLUSÕES:**

Pelos resultados dos ensaios realizados conclui-se que o índice de torrões de argila na amostra é zero, estando dentro dos padrões admissíveis para a utilização em concreto (máximo 1,5%).

*Júlio César de Souza*  
Engº de Minas, Prof. DEMINAS/UFPE  
CREA/RS: 68.932 – D  
09/04/2012



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS**

**RESULTADO DE ENSAIOS DE DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA**

**ROCHA:** Amostra de areia da região de Natal – RN identificada como GA-03

**DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS:**

**PROCEDIMENTOS DO ENSAIO:**

Norma ABNT NBR 725/1982

**RESULTADO DOS ENSAIOS:**

<b>Densidade aparente seca (ton /m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,443</b>
<b>Densidade aparente úmida (ton /m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,047</b>

**CONCLUSÕES:**

Pelos resultados dos ensaios realizados conclui-se a massa específica aparente situa-se entre 1,443 (seca) e 1,047 (úmida) ton/m<sup>3</sup>, estando dentro dos resultados médios para materiais arenosos



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS**

**RESULTADO DE ENSAIOS DE ANÁLISE GRANULOMÉTRICA**

**ROCHA:** Amostra de areia da região de Natal – RN identificada como GA-03

**DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS:**

**PROCEDIMENTOS DO ENSAIO:**

Normas DNER-EM 038/97 e ABNT NBR 7.211/2005.

**RESULTADO DOS ENSAIOS:**

<b>Diâmetro máximo:</b>	2,40 mm
<b>Módulo de finura:</b>	1,47
<b>Classificação:</b>	Agregado miúdo

**CONCLUSÕES:**

Pelos resultados dos ensaios realizados conclui-se que a areia analisada possui diâmetro máximo de 2,4 mm. O módulo de finura calculado foi de 1,47 indicando ser um agregado miúdo fora de especificação com relação ao módulo de finura.

*Júlio César de Souza*  
Engº de Minas, Prof. DEMINAS/UFPE  
CREA/RS: 68.932 – D  
09/04/2012

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DE AREIA AMOSTRA GA-03

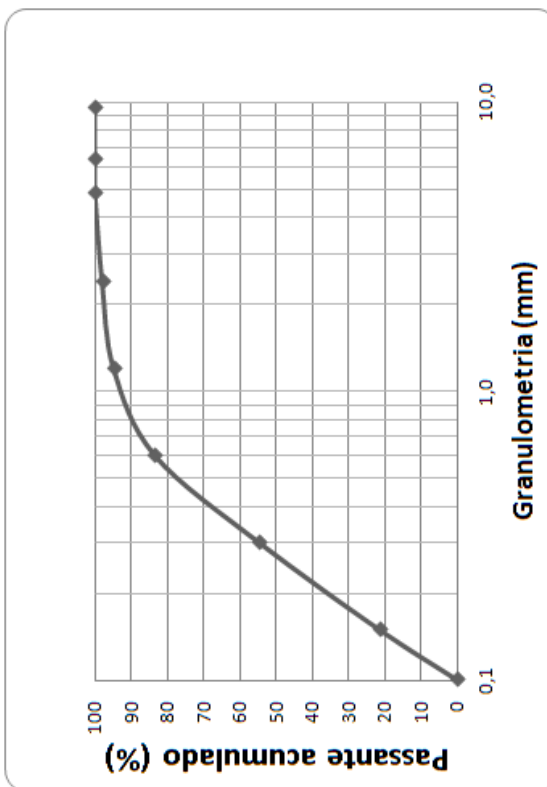
Granulometria (mm)	Retido (g)	Passante (g)	% retido	% passante	Retido acumulado	Passante acumulado
9,5	0,00	1000,20	0,00	100,00	0,00	100,00
6,3	0,00	1000,20	0,00	100,00	0,00	100,00
4,8	0,90	999,30	0,09	99,91	0,09	99,91
2,4	19,30	980,00	1,93	97,98	2,02	97,98
1,2	31,50	948,50	3,15	94,83	5,17	94,83
0,6	113,90	834,60	11,39	83,44	16,56	83,44
0,3	286,60	548,00	28,65	54,79	45,21	54,79
0,2	331,20	216,80	33,11	21,68	78,32	21,68
fundo	216,80	0,00	21,68	0,00	100,00	0,00
TOTAL	1000,20	1000,20	100,00			

Granulometria	Acumulado
9,5	100,00
6,3	100,00
4,8	99,91
2,4	97,98
1,2	94,83
0,6	83,44
0,3	54,79
0,2	21,68
0,1	0,00

Diâmetro máximo: 2,4 mm

Módulo de finura: 1,47

Classificação: agregado miúdo



**Júlio César de Souza**  
 Engº de Minas, Prof. DI  
 CREA/RS: 68.932 – D  
 09/04/2012



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS**

**RESULTADO DE ENSAIOS DE DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE  
MATERIAL PULVERULENTO**

**ROCHA:** Amostra de areia da região de Natal – RN identificada como GA-04

**DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS:**

**PROCEDIMENTOS DO ENSAIO:**

Norma ABNT NBR NM 46 / 2006.

**RESULTADO DOS ENSAIOS:**

<b>Percentual do material pulverulento (%)</b>	<b>4,17%</b>
--	--------------

**CONCLUSÕES:**

Pelos resultados dos ensaios realizados conclui-se que o índice de material pulverulento é de 4,17%, estando fora dos padrões admissíveis para a utilização em concreto (máximo 5%).

*Júlio César de Souza*  
Eng° de Minas, Prof. DEMINAS/UFPE  
CREA/RS: 68.932 – D  
09/04/2012



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS**

**RESULTADO DE ENSAIOS DE DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE TORRÕES  
DE ARGILA**

**ROCHA:** Amostra de areia da região de Natal – RN identificada como GA-04

**DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS:**

**PROCEDIMENTOS DO ENSAIO:**

Norma ABNT NBR 7.218/1987

**RESULTADO DOS ENSAIOS:**

Percentual do material pulverulento (%)	0,0%
---	------

**CONCLUSÕES:**

Pelos resultados dos ensaios realizados conclui-se que o índice de torrões de argila na amostra é zero, estando dentro dos padrões admissíveis para a utilização em concreto (máximo 1,5%).

*Júlio César de Souza*  
Engº de Minas, Prof. DEMINAS/UFPE  
CREA/RS: 68.932 – D  
09/04/2012





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS**

**RESULTADO DE ENSAIOS DE DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA**

**ROCHA:** Amostra de areia da região de Natal – RN identificada como GA-04

**DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS:**

**PROCEDIMENTOS DO ENSAIO:**

Norma ABNT NBR 725/1982

**RESULTADO DOS ENSAIOS:**

Densidade aparente seca (ton /m <sup>3</sup> )	1,684
Densidade aparente úmida (ton /m <sup>3</sup> )	1,028

**CONCLUSÕES:**

Pelos resultados dos ensaios realizados conclui-se a massa específica aparente situa-se entre 1,684 (seca) e 1,028 (úmida) ton/m<sup>3</sup>, estando dentro dos resultados médios para materiais arenosos



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS**

**RESULTADO DE ENSAIOS DE ANÁLISE GRANULOMÉTRICA**

**ROCHA:** Amostra de areia da região de Natal – RN identificada como GA-04

**DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS:**

**PROCEDIMENTOS DO ENSAIO:**

Normas DNER-EM 038/97 e ABNT NBR 7.211/2005.

**RESULTADO DOS ENSAIOS:**

<b>Diâmetro máximo:</b>	1,20 mm
<b>Módulo de finura:</b>	1,37
<b>Classificação:</b>	Agregado miúdo

**CONCLUSÕES:**

Pelos resultados dos ensaios realizados conclui-se que a areia analisada possui diâmetro máximo de 1,2 mm. O módulo de finura calculado foi de 1,37 indicando ser um agregado miúdo fora de especificação com relação ao módulo de finura.

*Júlio César de Souza*  
Engº de Minas, Prof. DEMINAS/UFPE  
CREA/RS: 68.932 – D  
09/04/2012

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DE AREIA - AMOSTRA GA-04

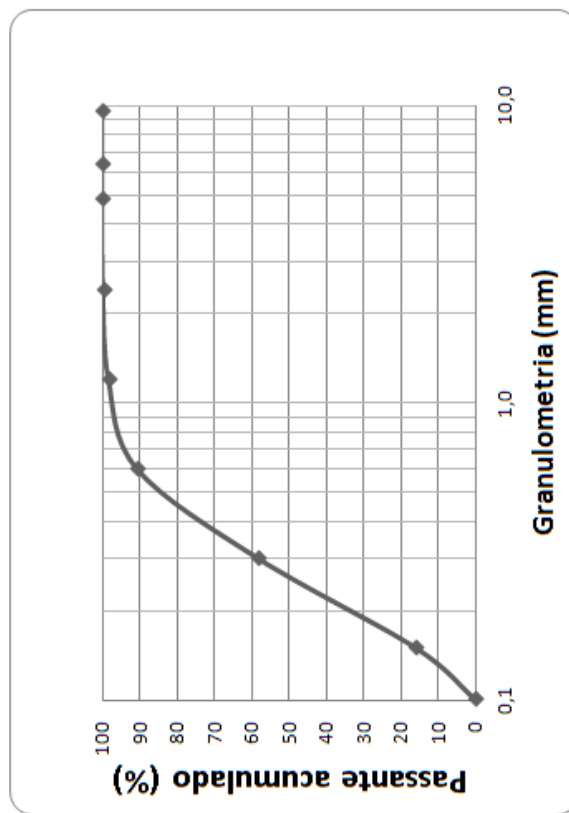
Granulometria (mm)	Retido (g)	Passante (g)	% retido	% passante	Retido acumulado	Passante acumulado
9,5	0,00	1000,90	0,00	100,00	0,00	100,00
6,3	0,00	1000,90	0,00	100,00	0,00	100,00
4,8	0,00	1000,90	0,00	100,00	0,00	100,00
2,4	2,30	998,60	0,23	99,77	0,23	99,77
1,2	15,20	983,40	1,52	98,25	1,75	98,25
0,6	76,50	906,90	7,64	90,61	9,39	90,61
0,3	323,60	583,30	32,33	58,28	41,72	58,28
0,2	421,70	161,60	42,13	16,15	83,85	16,15
fundo	161,60	0,00	16,15	0,00	100,00	0,00
TOTAL	1000,90	1000,90	100,00			

Granulometria	Acumulado
9,5	100,00
6,3	100,00
4,8	100,00
2,4	99,77
1,2	98,25
0,6	90,61
0,3	58,28
0,2	16,15
0,1	0,00

Diâmetro máximo: 1,2 mm

Módulo de finura: 1,37

Classificação: agregado miúdo



**Julio César de Souza**  
 Engº de Minas, Prof. DEMINAS/UFPE  
 CREA/RS: 68.932 – D  
 09/04/2012



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS**

**RESULTADO DE ENSAIOS DE DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE MATERIAL PULVERULENTO**

**ROCHA:** Amostra de areia da região de Natal – RN identificada como GA-05

**DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS:**

**PROCEDIMENTOS DO ENSAIO:**

Norma ABNT NBR NM 46 / 2006.

**RESULTADO DOS ENSAIOS:**

<b>Percentual do material pulverulento (%)</b>	<b>3,37%</b>
--	--------------

**CONCLUSÕES:**

Pelos resultados dos ensaios realizados conclui-se que o índice de material pulverulento é de 3,37%, estando fora dos padrões admissíveis para a utilização em concreto (máximo 5%).

*Júlio César de Souza*  
Eng° de Minas, Prof. DEMINAS/UFPE  
CREA/RS: 68.932 – D  
09/04/2012



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS**

**RESULTADO DE ENSAIOS DE DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE TORRÕES  
DE ARGILA**

**ROCHA:** Amostra de areia da região de Natal – RN identificada como GA-05

**DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS:**

**PROCEDIMENTOS DO ENSAIO:**

Norma ABNT NBR 7.218/1987

**RESULTADO DOS ENSAIOS:**

Percentual do material pulverulento (%)	0,0%
---	------

**CONCLUSÕES:**

Pelos resultados dos ensaios realizados conclui-se que o índice de torrões de argila na amostra é zero, estando dentro dos padrões admissíveis para a utilização em concreto (máximo 1,5%).

*Júlio César de Souza*  
Engº de Minas, Prof. DEMINAS/UFPE  
CREA/RS: 68.932 – D  
09/04/2012



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS**

**RESULTADO DE ENSAIOS DE DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA**

**ROCHA:** Amostra de areia da região de Natal – RN identificada como GA-05

**DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS:**

**PROCEDIMENTOS DO ENSAIO:**

Norma ABNT NBR 725/1982

**RESULTADO DOS ENSAIOS:**

Densidade aparente seca (ton /m <sup>3</sup> )	<b>1,489</b>
Densidade aparente úmida (ton /m <sup>3</sup> )	<b>1,016</b>

**CONCLUSÕES:**

Pelos resultados dos ensaios realizados conclui-se a massa específica aparente situa-se entre 1,489 (seca) e 1,016 (úmida) ton/m<sup>3</sup>, estando dentro dos resultados médios para materiais arenosos



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS**

**RESULTADO DE ENSAIOS DE ANÁLISE GRANULOMÉTRICA**

**ROCHA:** Amostra de areia da região de Natal – RN identificada como GA-05

**DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS:**

**PROCEDIMENTOS DO ENSAIO:**

Normas DNER-EM 038/97 e ABNT NBR 7.211/2005.

**RESULTADO DOS ENSAIOS:**

<b>Diâmetro máximo:</b>	1,20 mm
<b>Módulo de finura:</b>	1,45
<b>Classificação:</b>	Agregado miúdo

**CONCLUSÕES:**

Pelos resultados dos ensaios realizados conclui-se que a areia analisada possui diâmetro máximo de 1,2 mm. O módulo de finura calculado foi de 1,45 indicando ser um agregado miúdo fora de especificação com relação ao módulo de finura.

*Júlio César de Souza*  
Engº de Minas, Prof. DEMINAS/UFPE  
CREA/RS: 68.932 – D  
09/04/2012

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DE AREIA - AMOSTRA GA-05

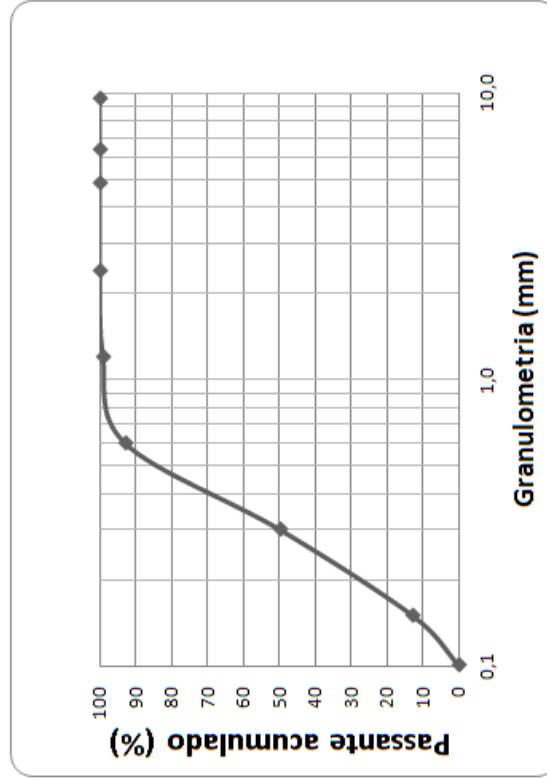
Granulometria (mm)	Retido (g)	Passante (g)	% retido	% passante	Retido acumulado	Passante acumulado
9,5	0,00	999,30	0,00	100,00	0,00	100,00
6,3	0,00	999,30	0,00	100,00	0,00	100,00
4,8	0,00	999,30	0,00	100,00	0,00	100,00
2,4	1,10	998,20	0,11	99,89	0,11	99,89
1,2	8,40	989,80	0,84	99,05	0,95	99,05
0,6	61,90	927,90	6,19	92,85	7,15	92,85
0,3	427,70	500,20	42,80	50,06	49,94	50,06
0,2	370,20	130,00	37,05	13,01	86,99	13,01
fundo	130,00	0,00	13,01	0,00	100,00	0,00
TOTAL	999,30	999,30	100,00			

Granulometria	Acumulado
9,5	100,00
6,3	100,00
4,8	100,00
2,4	99,89
1,2	99,05
0,6	92,85
0,3	50,06
0,2	13,01
0,1	0,00

Diâmetro máximo: 1,2 mm

Módulo de finura: 1,45

Classificação: agregado miúdo



Júlio César de Souza  
 Eng° de Minas, Prof. DE EMILIANO/CITIL  
 CREA/RS: 68.932 – D  
 09/04/2012





# **ANEXO VI**

---

**TABELA DAS OCORRÊNCIAS E DEPÓSITOS CADASTRADOS**



Nº	LOCAL	LAT	LONG	MINERIO	ABREV	STATUS	ORIGEM	MUNICIPIO
1	Lagoa Azul	-5,97829	-35,19414	Areia	Are	Garimpo	Depósito	Nisia Floresta
2	Bonfim	-6,00952	-35,23300	Areia	Are	Gar Parado	Depósito	S. José Mipibu
3	Nizyana Park	-6,04074	-35,17343	Areia	Are	Gar Parado	Depósito	Nisia Floresta
4	Alçaçuz	-5,99752	-35,13477	Areia	Are		Ocorrência	Nisia Floresta
5	Alçaçuz	-6,01364	-35,14331	Areia	Are	Garimpo	Depósito	Nisia Floresta
6	Alçaçuz	-6,00907	-35,14338	Saibro	Saibro	Gar Parado	Depósito	Nisia Floresta
7	Laranjeira do Cosmo	-6,07319	-35,29275	Areia	Are	Gar Parado	Depósito	S. José Mipibu
8	Ceramica Seridó	-6,11035	-35,23478	Argila	Arg	Garimpo	Depósito	S. José Mipibu
9	Ceramica Golinha	-6,10820	-35,29744	Argila	Arg	Garimpo	Depósito	S. José Mipibu
10	Ribeiro	-6,11665	-35,26383	Saibro	Saibro		Ocorrência	S. José Mipibu
11	Ribeiro	-6,11768	-35,25011	Saibro	Saibro	Gar Parado	Depósito	S. José Mipibu
12	Pelo Sinal	-6,10812	-35,23378	Argila	Arg	Gar Parado	Depósito	S. José Mipibu
13	João da areia (Quatro bocas)	-6,11110	-35,39539	Areia	Are	Garimpo	Depósito	Monte Alegre
14	Pajuçara	-6,11715	-35,41193	Areia	Are	Gar Parado	Depósito	Monte Alegre
15	Lagoa de Vaca	-6,11025	-35,41032	Casc	Casc		Ocorrência	Monte Alegre
16	Naldinho	-6,13675	-35,46788	Areia	Are	Garimpo	Depósito	Lagoa Salgada
17	Fabiano	-6,14688	-35,49001	Areia	Are	Garimpo	Depósito	Lagoa Salgada
18	Rio Trairi	-6,05562	-35,32806	Areia	Are	Gar Parado	Depósito	Monte Alegre
19	Rio Trairi	-6,05480	-35,33023	Areia	Are	Garimpo	Depósito	Monte Alegre
20	Rio Trairi	-6,05970	-35,36503	Areia	Are		Ocorrência	Monte Alegre
21	Rio Trairi	-6,05805	-35,35587	Areia	Are		Ocorrência	Monte Alegre
22	Rio Trairi	-6,05814	-35,35566	Saibro	Saibro		Ocorrência	Monte Alegre
23	Lagoa Pta. da Varzea	-6,04355	-35,47554	Areia	Are	Gar Parado	Depósito	Vera Cruz
24	Granja Bom Jesus	-5,99175	-35,41493	Areia	Are	Gar Parado	Depósito	Macaiba
25	Riacho Taborda (Japecanga)	-5,96083	-35,25861	Areia	Are	Gar Parado	Depósito	S. José Mipibu
26	Sítio Murici	-5,95751	-35,30384	Argila	Arg		Ocorrência	S. José Mipibu
27	Japecanga 2	-5,96910	-35,31813	Argila	Arg		Ocorrência	S. José Mipibu
28	Japecanga 1	-5,97129	-35,32449	Argila	Arg		Ocorrência	S. José Mipibu
29	Faz. Ilha	-6,10922	-35,20167	Argila	Arg		Ocorrência	Nisia Floresta
30	Faz. Golandi	-6,12335	-35,21342	Argila	Arg		Ocorrência	Nisia Floresta
31	Jenipapeira	-6,13271	-35,16864	Argila	Arg		Ocorrência	Nisia Floresta
32	Santo Alberto	-6,13543	-35,16059	Argila	Arg		Ocorrência	Georgino Avelino
33	Papeba	-6,14903	-35,13843	Argila	Arg		Ocorrência	Georgino Avelino
34	Guajiru	-5,74873	-35,32512	Areia	Are		Ocorrência	S. G. Amarante
35	Faz. Serrinha	-5,73472	-35,43128	Brita	bt	Garimpo	Depósito	S. G. Amarante

Informe de Recursos Minerais

Nº	LOCAL	LAT	LONG	MINERIO	ABREV	STATUS	ORIGEM	MUNICIPIO
36	Guajiru	-5,75378	-35,31190	Areia	Are		Ocorrência	S. G. Amarante
37	Serrinha	-5,74126	-35,44046	Brita	bt	Garimpo	Depósito	S. G. Amarante
38	Josapec	-5,73521	-35,43478	Brita	bt	Garimpo	Depósito	S. G. Amarante
39	Faz. Asturias	-5,78907	-35,39703	Argila	Arg	Gar Parado	Depósito	S. G. Amarante
40	Serrinha/Potycret	-5,74126	-35,43695	Brita	bt	Mina	Depósito	S. G. Amarante
41	Sto. Antonio do Potengy	-5,79810	-35,31168	Areia	Are	Gar Parado	Depósito	S. G. Amarante
42	Cerâmica Sta. Marta	-5,80205	-35,33207	Argila	Arg		Ocorrência	S. G. Amarante
43	Rio Potengi	-5,81206	-35,43906	Areia	Are	Mina	Depósito	S. G. Amarante
44	Chã do Moreno	-5,81327	-35,46893	Argila	Arg	Mina	Depósito	Ielmo Marinho
45	Fazenda Nova	-5,81882	-35,45467	Areia	Are	Garimpo	Depósito	S. G. Amarante
46	Cerâmica Jacaraú	-5,81608	-35,31475	Argila	Arg		Ocorrência	S. G. Amarante
47	Paulo Freire	-5,80179	-35,31054	Argila	Arg	Gar Parado	Depósito	S. G. Amarante
48	Pedreira Potiguar (Macaiba)	-5,87906	-35,33493	Brita	bt	Mina	Depósito	Macaiba
49	Pedreira Potiguar (Jundjá)	-5,90068	-35,37827	Brita	bt	Mina	Depósito	Macaiba
50	Alto da Mangueira	-5,85027	-35,34178	Brita	bt	Garimpo	Depósito	Macaiba
51	Rio da Prata	-5,81547	-35,30737	Argila	Arg	Gar Parado	Depósito	S. G. Amarante
52	Rio Potengi	-5,79690	-35,30530	Areia	Are	Gar Parado	Depósito	S. G. Amarante
53	Rio da Prata	-5,81634	-35,29141	Argila	Arg		Ocorrência	S. G. Amarante
54	Rio da Prata	-5,81464	-35,29879	Argila	Arg		Ocorrência	S. G. Amarante
55	Sombra	-5,80879	-35,32525	Argila	Arg	Gar Parado	Depósito	S. G. Amarante
56	Faz. Santa Rita	-5,81606	-35,34300	Areia	Are	Mina	Depósito	S. G. Amarante
57	Rio Potengi	-5,81263	-35,35559	Areia	Are	Garimpo	Depósito	S. G. Amarante
58	Faz. São Mateus	-5,81169	-35,36708	Argila	Arg	Mina	Depósito	S. G. Amarante
59	Faz. São Mateus	-5,81234	-35,36586	Argila	Arg	Mina	Depósito	S. G. Amarante
60	Jacobina	-5,83129	-35,36253	Areia	Are		Ocorrência	S. G. Amarante
61	Jacobina	-5,82684	-35,36213	Areia	Are		Depósito	S. G. Amarante
62	Jacobina	-5,81558	-35,36742	Areia	Are	Garimpo	Depósito	S. G. Amarante
63	Jacobina	-5,81445	-35,36403	Brita	bt		Ocorrência	S. G. Amarante
64	Rio Potengi	-5,80413	-35,33236	Areia	Are	Garimpo	Depósito	S. G. Amarante
65	Jacobina	-5,81544	-35,36269	Argila	Arg	Gar Parado	Depósito	S. G. Amarante
66	Rio Maturaia de Cima	-5,54418	-35,32417	Areia	Are		Ocorrência	Ceará-Mirim
67	Caturano	-5,94277	-35,18267	Argila	Arg		Ocorrência	Nisia Floresta
68	Faz. Varzea	-5,87108	-35,40354	Argila	Arg		Ocorrência	Macaiba
69	Mata Verde	-5,94337	-35,52174	Brita	bt		Ocorrência	Macaiba
70	Faz. Lagoa da Vaca	-5,95405	-35,50910	Brita	bt		Ocorrência	Macaiba

Nº	LOCAL	LAT	LONG	MINERIO	ABREV	STATUS	ORIGEM	MUNICIPIO
71	Umbu	-5,98805	-35,49500	Argila	Arg		Ocorrência	Macaíba
72	Passagem da Vila	-5,70963	-35,27108	Areia	Are	Coordenadas	Ocorrência	S. G. Amarante
73	Passagem da Vila	-5,70719	-35,26906	Areia	Are		Ocorrência	S. G. Amarante
74	Rio do Mudo	-5,70194	-35,36410	Saibro	Saibro		Ocorrência	Ceará-Mirim
75	Rio Bonito	-5,67027	-35,26194	Areia	Are	Gar Parado	Depósito	Extremoz
76	Rio Ceara-Mirim	-5,66702	-35,24061	Argila	Arg	Gar Parado	Depósito	Extremoz
77	Contendas	-5,65088	-35,25306	Saibro	Saibro		Ocorrência	Extremoz
78	Contendas	-5,65005	-35,25413	Saibro	Saibro	Gar Parado	Depósito	Extremoz
79	Distrito Industrial	-5,88733	-35,23334	Argila	Arg		Ocorrência	Parnamirim
80	Campinas	-5,71262	-35,22875	Areia	Are		Ocorrência	Extremoz
81	Campinas	-5,71045	-35,23025	Saibro	Saibro	Gar Parado	Depósito	Extremoz
82	Araçá	-5,64357	-35,28970	Argila	Arg		Ocorrência	Extremoz
83	Faz. Gaspar	-5,56292	-35,28514	Argila	Arg	Mina	Depósito	Ceará-Mirim
84	Palmeiras	-5,59472	-35,34729	Saibro	Saibro		Ocorrência	Ceará-Mirim
85	Lagoa da Cobra	-5,59584	-35,26945	Areia	Are		Ocorrência	Ceará-Mirim
86	Rio dos Índios de Baixo	-5,60056	-35,34245	Argila	Arg	Gar Parado	Depósito	Ceará-Mirim
87	Palmeiras	-5,59771	-35,34877	Argila	Arg	Gar Parado	Depósito	Ceará-Mirim
88	Santa Terezinha	-5,59183	-35,37659	Saibro	Saibro		Ocorrência	Ceará-Mirim
89	Santa Terezinha	-5,59153	-35,38055	Argila	Arg		Ocorrência	Ceará-Mirim
90	Santa Isabel	-5,59422	-35,39112	Saibro	Saibro		Ocorrência	Ceará-Mirim
91	Jacoca de Baixo	-5,66741	-35,42960	Areia	Are		Ocorrência	Ceará-Mirim
92	Faz. São Miguel	-5,70549	-35,36525	Saibro	Saibro	Gar Parado	Depósito	Ceará-Mirim
93	Caianas	-5,70749	-35,36688	Saibro	Saibro		Ocorrência	Ceará-Mirim
94	Lagoa do Jenipapo	-5,59691	-35,43650	Saibro	Saibro		Ocorrência	Ceará-Mirim
95	Diamante	-5,60682	-35,43533	Saibro	Saibro		Ocorrência	Ceará-Mirim
96	Gameleira dos Upanema	-5,69708	-35,46592	Areia	Are		Ocorrência	Ceará-Mirim
97	BR-101 Jardim	-5,72753	-35,27774	Areia	Are		Ocorrência	Natal
98	Lagoa Azul Dendê	-5,71413	-35,27275	Areia	Are		Ocorrência	Natal
99	Laguna do Pitangui	-5,64743	-35,23569	Areia	Are		Ocorrência	Extremoz
100	Pitangui	-5,61868	-35,23582	Areia	Are	Gar Parado	Depósito	Extremoz
101	Muriú	-5,56665	-35,24924	Saibro	Saibro		Ocorrência	Ceará-Mirim
102	Lagoa São José	-5,53412	-35,31048	Areia	Are	Mina	Depósito	Ceará-Mirim
103	Rio Maturaia de Cima	-5,56391	-35,32745	Arg/Ar	Arg/Ar		Ocorrência	Ceará-Mirim
104	Jacoca do Meio	-5,64682	-35,45493	Saibro	Saibro		Ocorrência	Ceará-Mirim
105	Jacoca do Meio	-5,64846	-35,45022	Saibro	Saibro		Ocorrência	Ceará-Mirim

Informe de Recursos Minerais

Nº	LOCAL	LAT	LONG	MINERIO	ABREV	STATUS	ORIGEM	MUNICIPIO
106	BR - 304 Telha Cima	-5,87230	-35,57518	Saibro	Saibro		Ocorrência	São Pedro
107	BR - 304 Faz. Sta. Maria	-5,87862	-35,54412	Brita	bt		Ocorrência	São Pedro
108	BR - 304 Faz. Sta. Inês	-5,88286	-35,53602	Brita	bt		Ocorrência	São Pedro
109	Boa Vista	-5,82889	-35,53640	Areia	Are	Garimpo	Depósito	Ielmo Marinho
110	Poço Limpo Velho	-5,82489	-35,52285	Argila	Arg	Garimpo	Depósito	Ielmo Marinho
111	Potengy	-5,83346	-35,53034	Brita	bt		Ocorrência	Ielmo Marinho
112	Grossos	-5,95149	-35,55682	Brita	bt		Ocorrência	Bom Jesus
113	Capim Açú	-5,91173	-35,51973	Brita	bt		Ocorrência	Macaiba
114	Lagoa do Boi	-5,89510	-35,41151	Brita	bt		Ocorrência	Macaiba
115	Rua da Palha	-5,87171	-35,43090	Saibro	Saibro		Ocorrência	Macaiba
116	Várzea	-5,86679	-35,41151	Saibro	Saibro		Ocorrência	Macaiba
117	Faz. Várzea	-5,86673	-35,40009	Saibro	Saibro		Ocorrência	Macaiba
118	Sítio Gondelo	-5,86685	-35,36679	Saibro	Saibro		Ocorrência	Macaiba
119	Trigueiro	-5,80334	-35,31806	Argila	Arg	Falta ponto	Ocorrência	S. G. Amarante
120	Coqueiros	-5,80488	-35,31730	Argila	Arg		Ocorrência	S. G. Amarante
121	Coqueiros	-5,80679	-35,31443	Argila	Arg		Ocorrência	S. G. Amarante
122	Coqueiros	-5,81036	-35,30780	Argila	Arg		Ocorrência	S. G. Amarante
123	Padre Cícero	-5,69786	-35,49916	Saibro	Saibro		Ocorrência	Ceará-Mirim
124	RN-406 Guajiru	-5,74368	-35,33950	Saibro	Saibro		Ocorrência	S. G. Amarante
125	Urtiga	-5,58698	-35,51846	Saibro	Saibro		Ocorrência	Ceará-Mirim
126	Urtiga	-5,59421	-35,51391	Calcario	Calcario		Ocorrência	Ceará-Mirim
127	Trigueiro	-5,60798	-35,41326	Saibro	Form. Barreiras		Ocorrência	Ceará-Mirim
128	Faz. Santa Luzia	-5,46947	-35,37875	Saibro	Cob. Arenosa		Ocorrência	Ceará-Mirim
129	Agrovila São João	-5,48781	-35,37023	Saibro	Cob. Arenosa		Ocorrência	Ceará-Mirim
130	Riachão	-5,50744	-35,36474	Argila	Arg		Ocorrência	Ceará-Mirim
131	Mineração Gondelo	-5,50316	-35,36378	Areia	Cob. Arenosa		Ocorrência	Ceará-Mirim
132	Santinha	-5,56581	-35,31545	Areia	Cob. Arenosa		Ocorrência	Ceará-Mirim
133	São Roque	-6,08089	-35,22523	Saibro	Form. Barreiras		Ocorrência	Nisia Floresta
134	Olaria	-6,17793	-35,34994	Areia	Cob. Arenosa		Ocorrência	Brejinho
135	Barrenta	-6,05935	-35,36423	Areia	Aluvião		Ocorrência	Monte Alegre
136	Riacho Pajuçara	-6,13166	-35,41338	Areia	Are		Ocorrência	Lagoa de Pedras
137	Faz. Elizabeth	-6,07054	-35,47369	Saibro	Cob. Arenosa		Ocorrência	Monte Alegre
138	Japecanga	-5,97089	-35,32384	Argila	Argila		Ocorrência	S. José Mipibu
139	Primavera	-5,97415	-35,32647	Saibro	Form. Barreiras	Gar Parado	Deposito	S. José Mipibu
140	Primavera	-5,97581	-35,32943		Argila	Garimpo	Deposito	S. José Mipibu

Projeto Materiais de Construção Civil na Região Metropolitana de Natal

Nº	LOCAL	LAT	LONG	MINERIO	ABREV	STATUS	ORIGEM	MUNICIPIO
141	Arenã	-6,03706	-35,32792	Areia	Cob. Arenosa	Gar Parado	Deposito	S. José Mipibu
142	Pituba	-5,98839	-35,37006	Saibro	Form. Barreiras		Ocorrência	S. José Mipibu
143	Granja Renascer	-6,00558	-35,35734		Cob. Arenosa	Gar Parado	Deposito	S. José Mipibu
144	Faz. Boa Vista	-6,07349	-35,25907	Saibro	Form. Barreiras	Gar Parado	Deposito	S. José Mipibu
145	Pelo Sinal	-6,10827	-35,24200	Areia	Areia		Ocorrência	S. José Mipibu
146	Pau Ferro	-6,10441	-35,25562	Saibro	Form. Barreiras	Gar Parado	Deposito	S. José Mipibu
147	Pelo Sinal	-6,10382	-35,25611	Areia	Areia	Gar Parado	Deposito	S. José Mipibu
148	Pelo Sinal	-6,10764	-35,25016	Argila	Argila		Ocorrência	S. José Mipibu
149	Manibu	-6,09855	-35,26333	Areia	Areia	Gar Parado	Deposito	S. José Mipibu
150	Faz. Boa Vista Niterói	-6,07592	-35,25932	Saibro	Form. Barreiras	Gar Parado	Deposito	S. José Mipibu
151	Lagoa do Bonfim	-6,02612	-35,22428	Areia	Cob. Arenosa	Gar Parado	Deposito	Nisia Floresta
152	Santa Luzia	-6,11446	-35,22512	Areia	Areia		Ocorrência	Nisia Floresta
153	Engenho do Monte	-6,12166	-35,21884	Areia	Cob. Arenosa		Ocorrência	Nisia Floresta
154	Engenho do Monte	-6,12454	-35,21562	Saibro	Form. Barreiras	Gar Parado	Deposito	Nisia Floresta
155	RN - 002 Currais	-6,13118	-35,17688	Saibro	Form. Barreiras		Ocorrência	Nisia Floresta
156	Santa Rosa	-6,15374	-35,15581	Areia	Cob. Arenosa	Gar Parado	Deposito	Georgino Avelino
157	Papeba	-6,14910	-35,13852	Areia	Form. Barreiras	Gar Parado	Deposito	Georgino Avelino
158	Papeba	-6,15480	-35,12793	Saibro	Form. Barreiras		Ocorrência	Georgino Avelino
159	Descanso	-6,10043	-35,22213	Argila	Argila		Ocorrência	Nisia Floresta
160	São Roque	-6,09707	-35,22316	Argila	Argila		Ocorrência	Nisia Floresta
161	São Roque	-6,09080	-35,22345	Argila	Argila		Ocorrência	Nisia Floresta
162	Passagem dos Cavalos	-6,00423	-35,26036	Saibro	Form. Barreiras		Ocorrência	Nisia Floresta
163	Rio Trairi	-6,10299	-35,21304	Argila	Argila		Ocorrência	Nisia Floresta
164	Currais	-6,12029	-35,19988	Argila	Argila		Ocorrência	Nisia Floresta
165	Cajueiro	-6,08887	-35,38629	Areia	Areia	Garimpo	Deposito	Monte Alegre
166	Torrões	-6,08887	-35,44650	Areia	Areia	Garimpo	Deposito	Monte Alegre
167	Trapiá	-5,79886	-35,47787	Argila	Argila		Ocorrência	Ielmo Marinho
168	Lagoa da Onça	-5,80310	-35,44982	Argila	Argila		Ocorrência	S. G. Amarante
169	Barra de Camaragibe	-5,84674	-35,56440	Areia	Areia		Ocorrência	Ielmo Marinho
170	Poço Limpo Velho	-5,82945	-35,53470	Areia	Areia		Ocorrência	Ielmo Marinho
171	Lagoa Gado Bravo	-5,83225	-35,53253	Argila	Argila	Garimpo	Deposito	Ielmo Marinho
172	Boa Vista	-5,82517	-35,52333	Argila	Argila	Garimpo	Deposito	Ielmo Marinho
173	Jacobina	-5,81442	-35,36417	Paralelo	Gnaisse	Gar. Parado	Deposito	S. G. Amarante
174	Jacobina	-5,80980	-35,36369	Argila	Argila	Mina	Deposito	S. G. Amarante
175	Faz. Felipe Camarão	-5,79390	-35,34056	Saibro	Form. Barreiras	Mina Parada	Deposito	S. G. Amarante



Informe de Recursos Minerais

Nº	LOCAL	LAT	LONG	MINERIO	ABREV	STATUS	ORIGEM	MUNICIPIO
176	Rio do Mudo	-5,70199	-35,26402	Saibro	Form. Barreiras		Ocorrência	Natal
177	Conjunto Pq. dos Servidores	-5,67994	-35,26285	Areia	Areia Fina	Gar. Parado	Deposito	Extremoz
178	Campinas	-5,71097	-35,23167	Saibro	Form. Barreiras		Ocorrência	Extremoz
179	Pituba	-6,00737	-35,37364	Saibro	Cob. Arenosa		Ocorrência	Vera Cruz
180	Lagoa Grande	-6,04658	-35,39437	Saibro	Form. Barreiras		Ocorrência	Vera Cruz
181	Lagoa Grande	-6,03340	-35,39470	Areia	Cob. Arenosa		Ocorrência	Vera Cruz
182	Olho Dagua	-6,04003	-35,43953	Cascalho	Cob. Arenosa		Ocorrência	Vera Cruz
183	Araçá	-6,03744	-35,44672	Cascalho	Cob. Arenosa		Ocorrência	Vera Cruz
184	Lagoa Ponta da Varzea	-6,04263	-35,47486	Cascalho	Cob. Arenosa		Ocorrência	Vera Cruz
185	Lagoa Jenipapo	-6,05865	-35,48621	Saibro	Form. Barreiras		Ocorrência	Vera Cruz
186	Jenipapo	-6,06082	-35,48669	Saibro	Form. Barreiras		Ocorrência	Vera Cruz
187	RN 160 Km 19 (Vera Cruz)	-6,00611	-35,42460	Cascalho	Cob. Arenosa		Ocorrência	Vera Cruz
188	Sítio Lagoa do Papagaio / RN 160	-6,00212	-35,42290	Cascalho	Cob. Arenosa	Garimpo	Deposito	Macaiba
189	Córrego de Cana-Brava / RN 160	-5,99212	-35,41704	Argila	Argila	Garimpo	Deposito	Macaiba
190	Tabatinga	-5,93083	-35,38491	Areia	Cob. Arenosa		Ocorrência	Macaiba
191	Fazenda Fronza	-5,92802	-35,38412	Saibro	Form. Barreiras		Ocorrência	Macaiba
192	Granja Sossego	-5,91244	-35,37554	Saibro	Form. Barreiras		Ocorrência	Macaiba
193	Granja Sossego	-5,90856	-35,37151	Cascalho	Cob. Arenosa	Garimpo	Deposito	Macaiba
194	Peri-Peri	-5,89835	-35,36816	Cascalho	Cob. Arenosa	Gar. Parado	Deposito	Macaiba
195	Colégio Agrícola / Jundiá	-5,88252	-35,36272		Gnaisse	Gar. Parado	Deposito	Macaiba
196	Jundiá	-5,88013	-35,36223		Gnaisse		Ocorrência	Macaiba
197	Sucavão de Baixo	-5,94677	-35,39747	Areia	Cob. Arenosa		Ocorrência	Macaiba
198	Fazenda Pituba	-5,98591	-35,38153	Saibro	Form. Barreiras	Gar. Parado	Deposito	Macaiba
199	Riacho Lamarão	-5,93796	-35,34214	Saibro	Form. Barreiras	Gar. Parado	Deposito	Macaiba
200	Faz. Nova Palmeira	-5,90986	-35,51001	Saibro	Cascalho	Gar. Parado	Deposito	Macaiba
201	Rio Potengi	-5,82026	-35,47480	Areia	Aluvião	Garimpo	Deposito	Ielmo Marinho
202	Rio Potengi	-5,82905	-35,48907	Areia	Aluvião	Garimpo	Deposito	Ielmo Marinho
203	Salina	-5,82225	-35,48232	Areia	Aluvião	Garimpo	Deposito	Ielmo Marinho
204	Lagoa de Dentro	-5,82041	-35,47494	Areia	Aluvião	Gar. Parado	Deposito	Ielmo Marinho
205	Poço de Pedra	-5,80507	-35,44030	Saibro	Form. Barreiras		Ocorrência	S. G. Amarante
206	Quermisol	-5,75711	-35,45263	Areia Cinza	Cob. Arenosa		Ocorrência	Ielmo Marinho
207	Campinas	-5,78146	-35,42515	Saibro	Cascalho	Gar. Parado	Deposito	S. G. Amarante
208	Faz. Barro Velho	-5,84261	-35,41873	Areia Cinza	Cob. Arenosa	Garimpo	Deposito	S. G. Amarante
209	Faz. Arvoredo	-5,82618	-35,39294	Saibro	Cascalho	Gar. Parado	Deposito	S. G. Amarante
210	Jardim	-5,72819	-35,28529	Saibro	Form. Barreiras		Ocorrência	Natal

Nº	LOCAL	LAT	LONG	MINERIO	ABREV	STATUS	ORIGEM	MUNICIPIO
211	Arvoredo	-5,79265	-35,36576	Saibro	Form. Barreiras		Ocorrência	S. G. Amarante
212	Rio do Mudo	-5,67835	-35,38586	Saibro	Cascalho		Ocorrência	Ceará-Mirim
213	Rio do Mudo	-5,67402	-35,38401	Argila	Argila		Ocorrência	Ceará-Mirim
214	Rio do Mudo	-5,66829	-35,38762	Saibro	Form. Barreiras		Ocorrência	Ceará-Mirim
215	Sítio Raposa	-5,65608	-35,34367	Cascalho	Cascalho	Gar. Parado	Deposito	Ceará-Mirim
216	Massangana	-5,65399	-35,34949	Cascalho	Cascalho	Gar. Parado	Deposito	Ceará-Mirim
217	Faz. Sta. Paula	-5,66283	-35,45488	Areia Cinza	Cob. Arenosa		Ocorrência	Ceará-Mirim
218	Faz. Sta. Paula	-5,66258	-35,45833	Areia Cinza	Cob. Arenosa		Ocorrência	Ceará-Mirim
219	Oitizeiro	-5,63823	-35,30766	Cascalho	Cascalho	Gar. Parado	Deposito	Ceará-Mirim
220	Conjunto Parque dos Servidores	-5,67849	-35,27971	Areia Amarela	Cob. Arenosa		Ocorrência	Extremoz
221	Barra de Levade	-5,64595	-35,30478	Areia Cinza	Cob. Arenosa		Ocorrência	Ceará-Mirim
222	Cajueiro	-5,62364	-35,35949	Argila	Argila		Ocorrência	Ceará-Mirim
223	Rio Ceara-Mirim	-5,62993	-35,38184	Argila	Argila		Ocorrência	Ceará-Mirim
224	Sta. Tereza	-5,65022	-35,50937	Areia Cinza	Cob. Arenosa		Ocorrência	Taipu
225	Sta. Tereza	-5,66027	-35,50320	Areia Cinza	Cob. Arenosa		Ocorrência	Taipu
226	Santa Tereza	-5,65844	-35,49363	Cascalho	Cascalho		Ocorrência	Ceará-Mirim
227	Santa	-5,63218	-35,49283	Cascalho	Cascalho		Ocorrência	Ceará-Mirim
228	Faz. Boa Esperança	-5,62690	-35,45975	Areia Cinza	Cob. Arenosa	Garimpo	Deposito	Ceará-Mirim
229	Mineiro	-5,57543	-35,49316	Areia Amarela	Cob. Arenosa	Gar. Parado	Deposito	Ceará-Mirim
230	Lagoa do Ferreira	-5,57013	-35,50547	Areia Branca	Cob. Arenosa		Ocorrência	Ceará-Mirim
231	Lagoa do Ferreira	-5,56768	-35,51030	Areia Branca	Cob. Arenosa		Ocorrência	Ceará-Mirim
232	Faz. Manibu	-5,53331	-35,47499	Areia Amarela	Cob. Arenosa		Ocorrência	Ceará-Mirim
233	Massangana	-5,64737	-35,35254	Areia Branca	Cob. Arenosa		Ocorrência	Ceará-Mirim
234	Massangana	-5,65147	-35,36156	Cascalho	Cascalho	Gar. Parado	Deposito	Ceará-Mirim
235	Lagoa Grande	-5,64640	-35,37479	Areia Branca	Cob. Arenosa		Ocorrência	Ceará-Mirim
236	Diamante	-5,60895	-35,43661	Cascalho	Cascalho		Ocorrência	Ceará-Mirim
237	Riachão	-5,53182	-35,43498	Areia Amarela	Cob. Arenosa	Gar. Parado	Deposito	Ceará-Mirim
238	Sta. Agda II	-5,48680	-35,44640	Areia Branca	Cob. Arenosa		Ocorrência	Ceará-Mirim
239	P.A Rosario Agrovila Rosario	-5,46705	-35,42382	Cascalho	Cascalho	Gar. Parado	Deposito	Ceará-Mirim
240	P.A Rosario Agrovila Rosario	-5,46402	-35,41146	Cascalho	Cascalho	Gar. Parado	Deposito	Ceará-Mirim
241	Bom Jesus	-5,47739	-35,32514	Areia Branca	Cob. Arenosa	Gar. Parado	Deposito	Maxaranguape
242	Retiro	-5,51475	-35,31977	Areia Branca	Cob. Arenosa	Gar. Parado	Deposito	Ceará-Mirim
243	Lagoa dos Patos	-5,51961	-35,31930	Areia Branca	Cob. Arenosa		Ocorrência	Ceará-Mirim
244	Diamantina	-5,52435	-35,31239	Areia Amarela	Cob. Arenosa		Ocorrência	Ceará-Mirim
245	Aningas	-5,52847	-35,30470	Areia Amarela	Cob. Arenosa	Gar. Parado	Deposito	Ceará-Mirim

Informe de Recursos Minerais

Nº	LOCAL	LAT	LONG	MINERIO	ABREV	STATUS	ORIGEM	MUNICIPIO
246	Lagoa do Junco	-5,53692	-35,29890	Areia Cinza	Cob. Arenosa	Gar. Parado	Deposito	Ceará-Mirim
247	Lagoa do Junco	-5,53608	-35,29796	Areia Branca	Cob. Arenosa	Gar. Parado	Deposito	Ceará-Mirim
248	Riachão	-5,50731	-35,38490	Argila	Argila		Ocorrência	Ceará-Mirim
249	Riachão	-5,51018	-35,38474	Areia Branca	Cob. Arenosa	Gar. Parado	Deposito	Ceará-Mirim
250	Faz. Maturaia I	-5,53809	-35,34904	Areia Branca	Cob. Arenosa		Ocorrência	Ceará-Mirim
251	Mangueira	-5,57504	-35,38291	Areia Branca	Cob. Arenosa	Garimpo	Deposito	Ceará-Mirim
252	Aninga	-5,52539	-35,30228	Areia Branca	Cob. Arenosa		Ocorrência	Ceará-Mirim
253	Lagoa das Barreiras	-5,52391	-35,29944	Areia Branca	Cob. Arenosa	Gar. Parado	Deposito	Ceará-Mirim
254	Lagoa das Pedras	-5,52149	-35,28162	Areia Branca	Cob. Arenosa		Ocorrência	Ceará-Mirim
255	Rio Maxaranguape	-5,52102	-35,27390	Areia Branca	Cob. Arenosa	Gar. Parado	Deposito	Ceará-Mirim
256	Lagoa do Porão	-5,52613	-35,26872	Areia Branca	Cob. Arenosa	Gar. Parado	Deposito	Ceará-Mirim
257	Muriú	-5,55662	-35,25439	Areia Amarela	Cob. Arenosa	Gar. Parado	Deposito	Ceará-Mirim
258	Muriú	-5,56634	-35,24931	Saibro	Cob. Arenosa	Gar. Parado	Deposito	Ceará-Mirim
259	Contendas	-5,64350	-35,25045	Areia Amarela	Cob. Arenosa	Gar. Parado	Deposito	Extremoz
260	Sítio Area Verde	-5,68682	-35,29950	Areia Amarela	Cob. Arenosa	Gar. Parado	Deposito	Extremoz



# INFORME DE RECURSOS MINERAIS

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL

## Série Rochas e Minerais Industriais, nº 12

*Insumos Minerais para a Construção Civil*

### PROJETO MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NA REGIÃO METROPOLITANA DE NATAL

O produto Informe de Recursos Minerais, parte integrante do Programa Geologia do Brasil, objetiva sistematizar 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 sob a forma de estudos, artigos, relatórios e mapas.

Este relatório apresenta, além de cartografia específica, um abrangente diagnóstico do setor mineral, com destaque para aspectos como exploração, produção, oferta e demanda, com o objetivo de estimular a instalação de novos empreendimentos mineiros na região. Ao levantar dados que permitem ampliar essa atividade de forma sustentável, fornece subsídios para minimizar o impacto ambiental que a atividade poderá provocar.

A execução do projeto contou com a caracterização tecnológica das areias e argilas vermelhas, com ensaios de química de óxidos, análises granulométricas e mineralógicas, difração de raios-X e ensaios cerâmicos. Também foi objeto de estudo a análise petrográfica das rochas graníticas utilizadas na produção de brita, com determinação de sua composição mineralógica e considerações sobre sua possibilidade de emprego.

Além de ser um instrumento para formulação de políticas públicas, este produto auxilia na atração de investimentos no setor mineral, fator importante para a manutenção do crescimento econômico, cujos efeitos podem resultar na geração de emprego, renda e desenvolvimento social à luz da sustentabilidade e respeito ao meio ambiente.

#### Sede

SGAN- Quadra 603 – Conjunto J – Parte A – 1º andar  
Brasília – DF – CEP: 70830-030  
Tel: 61 2192-8252  
Fax: 61 3224-1616

#### Escritório Rio de Janeiro

Av Pasteur, 404 – Urca  
Rio de Janeiro – RJ Cep: 22290-255  
Tel: 21 2295-5337 - 21 2295-5382  
Fax: 21 2542-3647

#### Diretoria de Geologia e Recursos Minerais

Tel: 21 2546-0212 - 61 3223-1166  
Fax: 21 2295-6196 - 61 3224-0687

#### Departamento de Recursos Minerais

Tel: 61 3223-7925 - Fax: 61 3225-9913

#### Divisão de Minerais e Rochas Industriais

Tel: 81 3316-1479 - Fax: 81 3316-1403

#### Diretoria de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Tel: 21 2295-5837 - 61 3223-1059  
Fax: 21 2295-5947 - 61 3323-6600

#### Superintendência Regional de Recife

Avenida Sul, 2291 - Bairro Afogados  
Recife - PE - CEP: 50770-011  
Tel.: 81 3316-1400  
Fax: 81 3316-1403

#### Assessoria de Comunicação

Tel: 61 3321-2949 - Fax: 61 3321-2949  
E-mail: asscomdf@cprm.gov.br

#### Divisão de Marketing e Divulgação

Tel: 31 3878-0372 - Fax: 31 3878-0370  
E-mail: marketing@cprm.gov.br

#### Ouvidoria

Tel: 21 2295-4697 - Fax: 21 2295-0495  
E-mail: ouvidoria@cprm.gov.br

#### Serviço de Atendimento ao Usuário – SEUS

Tel: 21 2295-5997 - Fax: 21 2295-5897  
E-mail: seus@cprm.gov.br

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