

Leonardo Alves Montes de Lima

Produção de Calcário no Estado do Rio de Janeiro

Trabalho de Conclusão de Curso
(Bacharelado em Geologia)

UFRJ
Rio de Janeiro
2011



UFRJ

Leonardo Alves Montes de Lima

Produção de Calcário no Estado do Rio de Janeiro

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Geologia do Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, apresentado como requisito necessário para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Orientador:

José Mário Coelho

Rio de Janeiro

Junho 2011

Lima, Leonardo Alves Montes de
Produção de Calcário no Estado do Rio de Janeiro /
Leonardo Alves Montes de Lima- Rio de Janeiro: UFRJ /
IGEO, 2011.

32 p. : il. ; 30 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso Monografia (Bacharelado
em Geologia) –
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de
Geociências,
Departamento de Geologia, 2011.
Orientador: José Mário Coelho
1. Geologia. 2. Setor de Geologia Econômica- Trabalho de
Conclusão de Curso. I José Mario Coelho. II. Universidade
Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências ,
Graduação em Geologia. III. Título

Leonardo Alves Montes de Lima

Produção de Calcário no Estado do Rio de Janeiro

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Geologia do Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, apresentado como requisito necessário para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Orientador:

José Mário Coelho

Aprovada em: 02/junho/2011

Por:

Orientador: Prof. Dr José Mário Coelho (UFRJ)

Profa. Dra Cícera Neysi de Almeida (UFRJ)

Prof. Dr Gilberto Dias Calaes (UFRJ)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me concedido capacidade para ingressar em uma Universidade Federal renomada como a UFRJ e aos meus familiares por terem me proporcionado todo o apoio que necessitei nesta etapa de minha vida. Também agradeço ao meu professor-orientador José Mario Coelho, o qual me ajudou na confecção, obtenção de dados e conclusão desta pesquisa.

RESUMO

LIMA, Leonardo Alves Montes. **Produção de Calcário no Estado do Rio de Janeiro**. 2010. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

As rochas calcárias têm ampla variedade de aplicações, podendo ser utilizadas como rochas fonte na obtenção de material para agregados, blocos para a indústria de construção civil, indústria de vidro, siderúrgica, cal, cimento, rochas ornamentais, corretivos de solos, entre outros. Este trabalho apresenta um levantamento das reservas e da produção de calcário no Estado do Rio de Janeiro. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica referente à geologia regional fluminense e nos locais onde as principais reservas de calcário estão localizadas. O Rio de Janeiro possui as seguintes reservas de calcário: reservas medidas- 1.997.926.229t, reservas indicadas- 523.867.797t, reservas inferidas- 52.860.005t e reservas lavráveis- 2.094.784.156t. Estes números deverão ser ampliados com as pesquisas que estão em andamento nos diversos requerimentos e autorizações de pesquisa. A principal aplicação do calcário no Estado do Rio de Janeiro é na produção de cimento. O Estado do Rio de Janeiro possui no total oito fábricas cimenteiras, sendo três integradas e cinco moageiras, que produziram, em 2009, um total de 3.160.000 toneladas, sendo o seu consumo de 3.285.000 toneladas, mostrando assim um déficit de 125.000 toneladas.

Palavras-Chave: Calcário; Cimento, Calcário Agrícola, Rio de Janeiro

ABSTRACT

LIMA, Leonardo Alves Montes. **Limestone Production at Rio de Janeiro State.** 2010. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

The limestone has a wide variety of applications and can be used as source rocks in obtaining materials for aggregates, blocks for the civil construction industry, glass industry, steel, lime, cement, ornamental rocks, and soil amendments, among others. This paper presents a survey of reserves and production of limestone in the state of Rio de Janeiro. It was performed a literature search on the regional geology of Rio de Janeiro and in places where the main reserves of limestone are located. Rio de Janeiro has the following reserves of limestone: 1.997.926.229t of measured reserves, 523.867.797t of indicated reserves, and 52.860.005t of inferred reserves and 2.094.784.156t of mineable reserves. These numbers should be expanded with the research currently underway in various applications and permits. The main application of limestone in the state of Rio de Janeiro is the production of cement. The state of Rio de Janeiro has a total of eight cement factories, three milling factories and five integrated factories, which in 2009 produced a total of 3.16 million tons and its consumption of 3,285,000 tons, showing a deficit of 125,000 tones.

Key-Words: Limestone; Cement, Agricultural Lime, Rio de Janeiro.

Lista de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 Ocorrência de Calcário e Processos DNPM no Estado do Rio de Janeiro | 22 |
| Figura 2 Evolução do consumo brasileiro e distribuição do consumo por região | 24 |
| Figura 3 Preço do Cimento nos Estados da Região Sudeste do Brasil | 25 |

Lista de Tabelas

| | |
|--|----|
| Tabela 1 Reservas de Calcário no Brasil – 2007 | 18 |
| Tabela 2 Reservas de Rochas Calcárias do Estado do Rio de Janeiro- 2005 | 19 |
| Tabela 3 Produção de Calcário Bruto no Estado do Rio de Janeiro - 2006 | 20 |
| Tabela 4 Produção de Calcário Beneficiado no Estado do Rio de Janeiro - 2006 | 20 |
| Tabela 5 Principais Empresas Produtoras de Calcário no Estado do Rio de Janeiro - 2005 | 20 |
| Tabela 6 Processos de Calcário no Estado do Rio de Janeiro | 21 |
| Tabela 7 Preço do Cimento por Regiões | 26 |

Lista de Quadros

| | |
|--|---|
| Quadro 1- Propriedades físicas dos minerais carbonatados mais comuns | 2 |
|--|---|

Lista de Anexos

| | |
|--|----|
| Mapa Geológico do Estado do Rio de Janeiro | 32 |
| Legenda Comentada | 33 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| AGRADECIMENTOS | iv |
| RESUMO | v |
| ABSTRACT | vi |
| 1- INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1- Objetivos | 1 |
| 1.2- Metodologia | 1 |
| 1.3- Composição Mineralógica | 2 |
| 1.4- Forma de ocorrência | 3 |
| 2-USOS E FUNÇÕES DO CALCÁRIO | 4 |
| 2.1- Construção Civil | 4 |
| 2.2- Cimento | 4 |
| 2.3- Cal | 5 |
| 2.4- Indústria de Papel | 5 |
| 2.5- Indústria de Plástico | 5 |
| 2.6- Indústria de Tintas | 6 |
| 2.7- Indústria de Vidro | 6 |
| 2.8- Agricultura | 6 |
| 2.9- Rochas Ornamentais | 7 |
| 3-GEOLOGIA DO RIO DE JANEIRO | 8 |
| 3.1 Rochas Carbonáticas no Estado do Rio de Janeiro | 16 |
| 4- PRODUÇÃO DE CALCÁRIO NO BRASIL E NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO | 18 |
| 4.1- Reservas de Calcário no Brasil | 18 |
| 4.2- Produção de Calcário no Brasil e no Estado do Rio de Janeiro | 19 |
| 5-GEOLOGIA ECONÔMICA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO | 23 |
| 5.1- Petróleo e Gás Natural | 23 |
| 5.2- Minerais Não Metálicos | 23 |
| 5.2.1- A Indústria de Cimento no Estado do Rio de Janeiro | 24 |
| 6- CONCLUSÃO | 27 |
| 7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 29 |
| 8 – ANEXO | 32 |

1- INTRODUÇÃO

As rochas calcárias têm uma ampla variedade de aplicações, podendo ser utilizadas como rochas fonte na obtenção de blocos para a indústria de construção civil, material para agregados, indústria de vidro, siderúrgica, cimento, cal, corretivos de solos, rochas ornamentais, entre outros.

A calcita (CaCO_3) é o principal constituinte mineralógico dos calcários. O calcário pode ser encontrado distribuído por todos os continentes com depósitos datados desde o Pré-Cambriano até o Holoceno (Sampaio & Almeida, 2008). A rocha carbonatada mais comum é o calcário calcítico, seguida do dolomito e do mármore (rocha calcária metamorfozada). Os fatores que influem na classificação destas rochas são a variação nas proporções de calcita e dolomita, como também dos componentes não-carbonatados. No Brasil, as maiores reservas estão localizadas no Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná e Rio de Janeiro. No Estado do Rio de Janeiro, as principais áreas de extração de calcário estão localizadas no distrito mineiro de Cordeiro-Cantagalo e Italva, situados na região NW do Estado.

1.1- Objetivos

O presente trabalho dedica-se ao estudo da produção de calcário no Estado do Rio de Janeiro, caracterizando o seu potencial econômico e fornecendo dados nacionais da produção de cimento, uma de suas principais aplicações.

1.2- Metodologia

A principal ferramenta utilizada neste trabalho foi a consulta a trabalhos nacionais e sobre o tema, e também a materiais provenientes do DNPM, destacando-se o Sumário Mineral, Cadastro Mineiro e o Anuário Mineral Brasileiro.

A consulta a trabalhos externos foi realizada com o objetivo de reunir dados para a quantificação da produção e consumo de calcário no cenário brasileiro e mundial. É apresentado um resumo da Geologia Regional do Estado do Rio de Janeiro, tendo como referência os trabalhos do DRM.

1.3- Composição Mineralógica

As rochas carbonatadas mais comercializadas em todo mundo são o calcário e o dolomito. Os calcários são rochas sedimentares compostas basicamente por calcita (CaCO_3); já os dolomitos, também sedimentares, são compostos pelo mineral dolomita ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$). A aragonita, uma das formas cristalinas do carbonato de cálcio, possui composição química idêntica a da calcita, com diferente estrutura cristalina (SAMPAIO & ALMEIDA, 2008). É um mineral metaestável, sendo que sua alteração produz a calcita, mineral estável. Os outros minerais carbonatados, como siderita (FeCO_3), ankerita ($\text{Ca}_2\text{MgFe}(\text{CO}_3)_4$) e a magnesita (MgCO_3) estão associados ao calcário e dolomito em menor quantidade.

Devido às poucas diferenças explícitas entre as duas substâncias (calcita e aragonita), além da análise das propriedades físicas de ambas, verificamos que recursos como análises químicas, microscopia eletrônica e difração de raios X são utilizados na distinção entre os diferentes tipos de rochas carbonáticas e seus minerais. O Quadro 1 ilustra as propriedades físicas dos minerais carbonatados mais comuns.

Quadro 1- Propriedades físicas dos minerais carbonatados mais comuns

| | |
|--|---|
| Calcita (CaCO_3) CaO 56% | Componente mais comum nos calcários e mármore, bem como de outras rochas sedimentares e metamórficas. Ocorre no sistema cristalino e hexagonal com boa clivagem romboédrica. Dureza: 3 (escala Mohs). Densidade: 2,72. Comumente ocorre na cor branca ou sem cor (hialino) e colorida, quando contém impurezas. |
| Dolomita $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ CaO 30,4% MgO 21,95% | Sua origem pode ter sido secundária, por meio da substituição do cálcio pelo magnésio. Sistema cristalino hexagonal, comumente em cristais romboédricos com faces curvadas. Dureza: 3,5 a 4,0. Densidade: 2,87. Comumente ocorre nas cores branca e rósea. |
| Aragonita (CaCO_3) CaO 56% | É menos estável que a calcita e muito menos comum. Forma-se a baixas temperaturas e ocorre em depósitos aflorantes ou próximos à superfície, especialmente nos calcários, em rochas sedimentares e metamórficas. Sistema cristalino ortorrômbico. Dureza: 3,5 a 4,0. Densidade: 2,93 a 2,95. Comumente ocorre na forma hialina. |
| Siderita (FeCO_3) | Cristais romboédricos nas cores castanha ou preta. São mais comuns. Dureza: 3,5 a 4,0. Densidade: 3,7 a 3,9. |
| Ankerita ($\text{Ca}_2\text{MgFe}(\text{CO}_3)_4$) | Ocorre no sistema hexagonal, comumente com cristais romboédricos. Dureza: 3,5 a 4,5. Densidade: 2,96 a 3,1. Cores mais comuns: branca, rósea ou cinza. |
| Magnesita (MgCO_3) | Sistema hexagonal. Usualmente ocorre na forma granular ou massa terrosa. As cores mais comuns variam desde o branco ao amarelo; pode apresentar-se em outras cores quando ocorrem impurezas. |

Fonte: Sampaio & Almeida, 2008

1.4- Forma de ocorrência

O calcário é uma rocha sedimentar originada pela precipitação de cálcio por agentes químicos e orgânicos. O cálcio constituinte dos calcários tem origem no intemperismo das rochas crustais, sendo conduzido em solução para o mar, onde parte do carbonato de cálcio dissolvido precipita-se, em decorrência da sua baixa solubilidade na água marinha. Altas taxas de evaporação e as variações de temperatura podem reduzir o teor de dióxido de carbono contido na água, causando condições de saturação e facilitando a precipitação do carbonato de cálcio, formando um calcário de alta pureza química (SAMPAIO & ALMEIDA).

A maior parte do calcário existente hoje no mundo é de origem orgânica. O cálcio precipitado é utilizado por seres marinhos como corais, foraminíferos, moluscos e equinodermos, na confecção de suas conchas, as quais se acumulam no fundo mar. Essas conchas são compostas basicamente por carbonato de cálcio puro, sendo encontradas em calcários como greda e marga.

Com relação a origem dos calcários magnesianos ou dolomíticos, acredita-se que sua formação se relaciona com processos de substituição, no próprio calcário calcítico, do cálcio pelo magnésio proveniente de águas com elevado teor de sais de magnésio, embora inúmeros depósitos de dolomita aparentem ter origem na co-precipitação de ambos os carbonatos (SAMPAIO & ALMEIDA, 2008). Um tipo especial de calcário são as estalagmites e estalactites, como também travertino e turfa calcária, todos gerados também por deposição química.

As impurezas nas rochas calcárias podem variar muito quanto ao tipo ou quantidade, e podem ter origem ao longo do processo de deposição do CaCO_3 ou processos posteriores a este. A impureza mais comum nas rochas carbonatadas é a argila. Argilominerais como caulinita, illita, clorita, smectita e outros tipos micáceos podem estar disseminados por toda a rocha ou concentrados em finos leitos no seu interior (SAMPAIO & ALMEIDA, 2008). As impurezas silicosas e os compostos de enxofre, de fósforo, enxofre, ferro, sódio e potássio comprometem o aproveitamento econômico do calcário. Algumas, como o sódio e potássio podem ser eliminadas durante a queima do calcário, caso a rocha passe pelo processo de calcinação, como ocorre, por exemplo, na obtenção da cal.

2- USOS E FUNÇÕES DO CALCÁRIO

As rochas calcárias são utilizadas em diversos setores de atividades: indústria da construção, agregados, cimento, cal, rochas ornamentais, indústria de vidros, agentes abrasivos e refratários são alguns destes. A seguir, é apresentado um pequeno sumário de suas principais aplicações.

2.1- Construção Civil

Grande parte do consumo de calcário é voltada para a construção civil, como matéria prima utilizada diretamente na construção, ou como rochas usadas na construção de estradas e outras obras. O calcário usado como agregado (brita e rochas de outras dimensões) chega a representar a maior parte das rochas usadas como agregados na construção civil nos EUA e em outros países (69%), dificultando a análise de estatísticas exclusivamente relativas ao calcário, destinadas aos seus demais usos (USGS, 2009).

No Brasil, a Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção Civil (ANEPAC) estima que o calcário responda por 10% de todos os tipos de rochas utilizadas na produção de pedra britada para a construção civil. (ANEPAC, 2009).

2.2- Cimento

Segundo o Anuário Estatístico (2010), em 2009, o Brasil produziu cerca de 51,7 milhões de toneladas de cimento. A indústria brasileira ocupa o 8º lugar no *ranking* mundial de fabricantes de cimento, com participação de 2% da produção. Na América Latina, o Brasil se destaca como o maior produtor e consumidor. A China lidera o *ranking* com 50% da produção e a Índia vem em segundo lugar, com 6%.

É relativamente difícil encontrar um calcário que reúna todas as características ideais para a fabricação de cimento, como elevado teor de CaCO_3 , baixos teores de sílica, óxidos de ferro e alumínio e, em particular, baixo teor de MgCO_3 (AMBROSIO, 1974).

2.3- Cal

A China é o principal produtor mundial de cal, com uma participação de 80%, seguida pelos Estados Unidos, contribuindo com apenas 9% deste mercado. Apesar da produção de cal brasileira ter crescido 4,8% em 2007, o Brasil teve seu desempenho afetado pela crise mundial de 2008, que comprometeu o crescimento da indústria siderúrgica, uma das grandes consumidoras da cal (USGS, 2009).

A cal produzida no Brasil é na sua maioria resultante da calcinação de calcários/dolomitos metamórficos, de idades geológicas diferentes; geralmente do pré-cambriano, e de pureza variável.

2.4- Indústria de Papel

É utilizado como substituto do caulim e de óxido de titânio, nas aplicações como carga e cobertura (LUZ, 1998). Atualmente se percebe no mercado de papel uma tendência para o maior uso de produtos carbonatados, segundo as versões GCC (Ground Calcium Carbonate -Carbonato de Cálcio Moído) e PCC (Precipitated Calcium Carbonate- Carbonato de Cálcio Precipitado) (SAMPAIO & ALMEIDA, 2008).

A produção do PCC surgiu da demanda por produtos cada vez mais puros. O método de obtenção do PCC consiste na calcinação do calcário, formando cal (CaO) e dióxido de carbono, reduzindo a massa original do CaCO_3 em 44%, devido a liberação do CO_2 . No caso dos calcários magnesianos, essa perda atinge o valor de 48%. Essa perda é chamada de perda ao fogo (PF). Para este fim, o PCC leva vantagem em relação ao calcário natural GCC (ground calcium carbonate), devido ao seu elevado índice de alvura e à ausência de impurezas, tais como quartzo e ferro (Carvalho e Almeida, 1997).

2.5- Indústria de Plástico

Este setor apresenta um consumo de cerca de 1,3 milhões de t/ano de GCC na produção de resinas e PVC. O calcário é adicionado à composição do plástico para melhorar as propriedades físicas e facilitar sua processabilidade, proporcionando maior dureza aos compostos de PVC e melhorando suas propriedades de tensão, textura e brilho superficial. Também controla a viscosidade e o coeficiente da expansão térmica

do plástico na moldagem das placas, além de proporcionar resistência ao polímero. O calcário também favorece a manufatura de poliéster, saturado com 40% de GCC, comumente usado na indústria automobilística.

O GCC ultrafino ($<1,5 \mu\text{m}$) é empregado na produção de fraldas, filmes, móveis, materiais de construção, produtos automotivos, sacolas de lixo, tubos, baldes de lixo, embalagens de alimentos, papéis, garrafas sintéticas, entre outros. Sua condutividade térmica é cerca de cinco vezes superior a do polietileno ou polipropileno, aumentando significativamente o rendimento.

2.6- Indústria de Tintas

Os minerais têm uma participação importante na composição das tintas como carga e extensores, visto que a indústria de tintas exige uma granulometria muito fina do produto mineral. Assim, os carbonatos de cálcio são extensivamente utilizados em tintas para automóveis, como também para outros setores de tintas, atuando como espaçador e redutor da quantidade de TiO_2 necessário à pintura e provedor das propriedades mecânicas dos vidros.

2.7- Indústria de Vidro

A dolomita e/ou aragonita ocupam o terceiro lugar como insumos na fabricação do vidro, logo depois da areia de quartzo e da barrilha (Na_2CO_3). Estes materiais são utilizados como fonte de cal na composição soda-cal-sílica, onde a cal tem o papel de atuar com fundente sobre a areia de quartzo, aumentando a insolubilidade e a resistência, além de reduzir a fragilidade do vidro (SAMPAIO & ALMEIDA, 2008).

O óxido de magnésio da dolomita atua como um estabilizador que melhora a resistência do vidro contra ataques por gases e umidade. Também atua na redução da temperatura de fusão e inibe as reações entre o estanho e o vidro no banho de estanho fundido para obtenção de vidros planos.

É importante ressaltar que a dolomita pura nunca é usada de forma isolada, ou seja, sem calcário, na fabricação de vidro, entretanto, muita magnésia afeta a dissolubilidade, sendo necessário então um balanço na proporção destes elementos. Já

na fabricação de vidros para embalagens, a dolomita exerce basicamente o papel de fonte de cal.

2.8- Agricultura

O calcário, principalmente o dolomítico, proporciona dois nutrientes importantes para os solos - cálcio e magnésio - como também elementos-traço contidos na rocha calcária, além de neutralizar a acidez gerada pelos fertilizantes nitrogenados, tais como nitrato, amônio e sulfatos, aumentando assim o cultivo e o conteúdo orgânico do solo (SAMPAIO & ALMEIDA, 2008).

O calcário moído e seus produtos (cal virgem e hidratada, escória, entre outros) são aplicados no solo com fins de correção de acidez e promoção do crescimento das plantas. Quimicamente, o cálcio ao reagir com hidrogênio excedente diminui a concentração dos íons hidrogênio, elevando o pH do solo. Produtos como cal virgem e hidratada, escória, dentre outros, são utilizados na correção da acidez do solo para a faixa de pH entre 6 e 7, ideal para o cultivo da maioria das plantas.

Em 2009, a produção de calcário na agricultura foi de 21 Mt, segundo a ABRACAL (Associação Brasileira dos Produtores de Calcário Agrícola).

2.9- Rochas Ornamentais

As rochas carbonatadas, calcário, dolomito e, sobretudo, mármore, também podem ser utilizadas como rochas ornamentais ou decorativas, devido a características como cristalinidade, espessura dos estratos, facilidade de polimento e presença de fósseis.

Embora sejam, na maioria das vezes, de cor cinza, as rochas calcárias e dolomíticas também são encontradas nas cores branca, amarela, bronzeada ou preta. O mármore branco é composto basicamente de calcita pura. Impurezas como ferro, sílica ou matéria orgânica podem escurecer as rochas e impossibilitar o seu uso para este fim específico.

3- GEOLOGIA DO RIO DE JANEIRO

A geologia do Estado do Rio de Janeiro é composta por rochas para derivadas e orto derivadas de idade Proterozóica, como também rochas ígneas graníticas e alcalinas, além das rochas sedimentares presentes nas Bacias Terciárias (SILVA & CUNHA, 2001). O Anexo 1, no final deste trabalho, apresenta um mapa geológico do Estado do Rio de Janeiro.

Arqueano

- Complexo Mantiqueira

O embasamento é composto por ortognaisses de composição intermediária a ácida com lentes métricas a centimétricas de rochas dioríticas e anfibolitos (CPRM,2007).

Dados de áreas próximas indicam várias suítes cálcioalcalinas distintas, com características de ambientes compressivos, variando de arcos magmáticos a granitos sincolisionais (Figueiredo & Teixeira, 1996;Duarte et al., 2001, 2004).

Paleoproterozóico

- Complexo Região dos Lagos

Constituído por ortognaisses bandados/dobrados, cinzentos, de composição tonalítica a granítica, com abundância de paleodiques anfibolíticos deformados (SILVA & CUNHA, 2001).

- Complexo Juiz de Fora

Este complexo inclui ortognaisses tipo TTG (tonalitos-trondhjemitos-granodioritos) com intercalações de gnaisses máficos, toleíticos (gnaisses bimodais) e ortognaisses potássicos (SILVA & CUNHA, 2001).

- Suíte Quirino

Composta por corpos de ortognaisses homogêneos, leuco a mesocráticos, variando entre granitóides tonalíticos/granodioríticos a graníticos, e apresentando enclaves de rochas ultramáficas, máficas e calcissilicáticas (CPRM, 2007)

Meso/neoproterozóico

- Grupo Andrelândia

Composto por metassedimentos de fácies anfíbolito. Basicamente são cianita-sillimanita-granada-biotita gnaisses, com intercalações de quartzito (SILVA & CUNHA, 2001).

- Complexo Embu

Metassedimentos pelíticos, gnáissicos ou xistosos, com sillimanita e granada, rochas calcissilicáticas, gnaisses kinzigíticos, gnaisses semipelíticos e, subordinadamente, gonditos.

- Complexo Paraíba do Sul

Composto por granitóides tipo S. Foram definidas duas faixas principais de ocorrência do complexo: na primeira, distinguem-se três unidades informais: São Fidélis, Italva e Itaperuna. Já a segunda faixa contém litotipos agrupados na unidade São Fidélis.

- Complexo Búzios

Rodrigues et al. (1997) (apud SILVA & CUNHA, 2001), identificaram três associações litológicas nos paragnaisses de Búzios: a metapelítica, composta por sillimanita-biotita xisto, sillimanita-cianita-K-feldspato gnaiss, biotita gnaiss, granada-biotita gnaiss, granada-quartzo gnaiss e quartzito feldspático; a calcissilicática e uma anfíbolítica, constituída de anfíbolito, diopsídio-anfíbólio gnaiss e granada-anfíbólio gnaiss.

Neoproterozóico/cambriano

- Complexo Rio Negro

Duas unidades litoestratigráficas foram descritas: Rio Negro e Duas Barras. A primeira é constituída por gnaisses bandados, de composição tonalítica e trondhjemítica (TTG), com texturas porfirítica recristalizada e augen (SILVA & CUNHA, 2001). A unidade Duas Barras é uma fácies homogênea, foliada, de granulação grossa, porfirítica e de composição tonalítica a trondhjemítica, injetada por leucogranitos tipo S.

- Leucogranito Gnaisse Serra do Paquequer

São leucogranitóides tendo muscovita como principal acessório, ocorrendo ainda biotita, granada, sillimanita e localmente, relictos de anfibólio, sugerindo sua classificação como granito do tipo S (SILVA & CUNHA, 2001).

- Suíte Serra dos Órgãos

Duas unidades foram discriminadas:

- Unidade Serra dos Órgãos - Constituída de hornblenda-biotita granitóide de granulação grossa e composição expandida de tonalítica a granítica, de composição cálcio-alcalina; texturas e estruturas magmáticas preservadas e foliação tangencial em estado sólido superimposta.
- Unidade Santo Aleixo -Constituída por granada-hornblenda-biotita granodiorito, rico em xenólitos de paragneisse parcialmente fundido e assimilado (migmatito de injeção).

- Suíte Desengano

É constituída de granito tipo-S com granada, muscovita e biotita de granulação grossa, texturas granoblástica e porfirítica (augen) com forte foliação transcorrente (SILVA & CUNHA, 2001).

-Suíte Rio de Janeiro

Agrega granitóides foliados e ortognaisses, predominantemente peraluminosos, caracterizados como de derivação crustal (granitos tipo-S) como os granitos Pão de Açúcar, Corcovado e Cosme Velho (apud SILVA & CUNHA, 2001).

- Suíte Bela Joana

Consiste em granitóides porfiríticos, com fenocristais euédricos de feldspato e foliação cataclástica que imprime uma textura gnáissica.

- Suíte Ilha Grande

Representam variedades de granitos tipo-C, conforme admitido para a Suíte Bela Joana, com os quais são correlacionados (SILVA & CUNHA, 2001).

- Suíte Natividade

Constitui em hornblenda-biotita granito e granodiorito, foliado, porfiríticos, associado a domínios peraluminosos de leucogranito tipo-S (SILVA & CUNHA, 2001).

- Suíte Angelim

Composta por granada-hornblenda-biotita tonalito a granito com textura porfirítica (porfiroclástica) e forte foliação transcorrente (SILVA & CUNHA, 2001).

- Suíte Rio Turvo

São granitóides porfiríticos, com pórfiros recristalizados de feldspatos e matriz a quartzo, plagioclásio, biotita, muscovita, granada e sillimanita (VALLADARES, 1996, apud SILVA & CUNHA).

- Suíte Serra das Araras

São granada-biotita granitos, foliados do tipo-S, predominantemente leucocráticos, exibindo variedades porfíricas, ricos em restitos de paragnaisses, podendo ocorrer localmente blastomilonitos com níveis de calcissilicáticas deformadas (SILVA & CUNHA, 2001).

- Suíte Pedra Selada

Heilbron (1993) (apud SILVA & CUNHA, 2001) descreveu os granitos Pedra Selada e Serra do Lagarto como porfiróides, contendo megacristais subédricos de K-feldspato de até 12 cm de comprimento.

- Suíte Varre-Sai

São biotita-hornblenda granitos, foliados, eventualmente bandados, porfíricos (porfiroclásticos)(SILVA & CUNHA, 2001).

- Suíte Santo Antônio de Pádua

Sua composição é monzonítica a quartzo monzonítica, contendo (quartzo), mesopertita, clinopiroxênio e anfibólio (SILVA & CUNHA, 2001).

- Suíte Getulândia

São biotita-anfibólio granitos e biotita granitos, de composição monzogranítica a granodirítica, com texturas inequigranulares e porfíricas, meso e leucocráticos (apud, SILVA & CUNHA, 2001).

- Plútons Toleiíticos Máficos/ Complexo Básico Gleba Ribeira

Levantamentos da GEOMITEC (1981) (apud, SILVA & CUNHA, 2001) identificam noritos, olivina gabros e melanoritos grossos, injetados por micronoritos e micromelanodioritos.

- Granitóides Pós-tectônicos Cambrianos

Silva & Cunha (2001), cartografaram 23 granitóides, destacando-se os Silva Jardim, Sana, Pedra Branca, Suruí, Mangaratiba e Nova Friburgo pela sua expressão aflorante. Apresentam formas circulares discordantes das estruturas regionais NE-SW das encaixantes, com contatos abruptos e térmicos, com constante ocorrência de diques aplíticos, representados por (hornblenda)-biotita granitos tipo-I.

- Maciço Alcalino de Canaã

Composto por nefelina sienito, albita-microclina-nefelina sienito/litchfieldito, nordmarkito, foiaíto, pulaskito, hornblenda sienito, hedenbergita sienito, traquito com bandejamento magmático e pegmatitos de estágios tardios com safirina.

Mesozóico/Cenozóico (Cretáceo/Terciário)

- Intrusivas Alcalinas

A maior parte das intrusões ocorre sob a forma de plútons circunscritos ou também na forma de diques. Valença (1975) (apud, SILVA & CUNHA, 2001) descreveu rochas de composição básica, associadas aos maciços do Morro de São João e da Ilha do Cabo Frio, dentre as rochas alcalinas sieníticas.

Cenozóico/Terciário

- Bacia de São José do Itaboraí

Compreende três unidades sedimentares:

- Formação Itaboraí (OLIVEIRA, 1956, apud, SILVA & CUNHA, 2001)- Constituída por calcários travertinos intercalados com calcários clástico-argilosos (FERRARI, 1990, apud, SILVA & CUNHA, 2001), contendo fósseis de gastrópodes, ostracodes, vegetais e vertebrados, atribuída ao Paleoceno Inferior;

- Unidade Intermediária- composta por sedimentos rudáceo-psamíticos contendo fósseis de mamíferos e répteis com idades atribuídas ao Paleoceno Superior (RODRIGUES FRANCISCO & CUNHA, 1978, apud, SILVA & CUNHA, 2001).
- Unidade Superior - Rudáceo-psamítica com restos fósseis de vertebrados e idade pleistocênica (RODRIGUES FRANCISCO & CUNHA, 1978; RICCOMINI & RODRIGUES FRANCISCO 1992, apud, SILVA & CUNHA, 2001). Um dique de rocha ultrabásica corta rochas do embasamento e sedimentos carbonáticos e conglomeráticos, terminando sob a forma de um derrame de lava (KLEIN & VALENÇA, 1984, apud, SILVA & CUNHA, 2001).

- Bacia de Macacu

Constituída por duas unidades sedimentares: a Formação Macacu de Meis & Amador (1977) (apud, SILVA & CUNHA, 2001), uma sucessão de lentes e camadas pouco espessas de sedimentos arenosos, arredondados e inconsolidados, de idade plio-pleistocênica; e a unidade “pré-Macacu”, definida como “produto da colmatação de blocos tectonicamente rebaixados no Terciário Médio”.

- Grupo Barreiras

Pacote sedimentar constituído de três unidades: areias grossas a conglomeráticas, com matriz caulínica e estruturas de estratificação cruzada planar na base do pacote; uma unidade intermediária composta de interlaminações de areias grossas quartzosas com matriz areno-argilosa e argilas arroxeadas levemente arenosas; e um nível de argilas de cores vermelha e branca no topo (FERRARI et al., 1981, apud, SILVA & CUNHA, 2001).

- Bacia de Volta Redonda

Segundo Sanson (2006) (apud, MARQUES et al., 2006), a estratigrafia da bacia é descrita da seguinte forma:

- Formação Ribeirão dos Quatis- depósitos conglomeráticos típicos de um sistema fluvial entrelaçado conglomerático, anterior à fase principal de evolução do RCSB;
- Formação Resende- constituída por arenitos arcoseanos e conglomerados finos, com estratificações cruzadas, relacionados a um sistema de canais fluviais entrelaçados,

- Basanito Casa de Pedra - derrames ultramáficos alcalinos, posicionados entre as formações Resende e Pinheiral (Sansón, 2006 apud, MARQUES et al., 2006).
- Formação Pinheiral: conglomerados e arenitos, maciços ou estratificados intercalados entre as fácies arenosas e rudáceas, com sedimentação pelítica.
- Sedimentos neogênicos: depósitos areno-argilosos, com grânulos e seixos de quartzo dispersos; sedimentos quaternários: ocorrem duas fases distintas: a primeira representada por depósitos de terraços de cascalho pleistocênicos (AMADOR & CASTRO, 1976, apud, MARQUES et al., 2006) e a segunda, compreendendo depósitos arenosos e areno-argilosos, aluviais e coluviais.

- Bacia de Resende

Ramos et al. (2006) dividiram sua estratigrafia em: Formação Ribeirão dos Quatis-registro de um antigo sistema fluvial de tipo entrelaçado; Formação Resende - depósitos de leques aluviais, lamitos arenosos e arenitos lamosos derivados, bem como depósitos fluviais axiais à bacia. A estratigrafia ainda é dividida em dois membros: Membro Itatiaia, de composição rica em detritos derivados da erosão dos maciços alcalinos e Membro Acácias que constitui em conglomerados, arenitos arcoseanos e camadas pelíticas; e Formação Floriano compreende sucessão de arenitos e pelitos.

- Bacia de Taubaté

Composta por arenitos, conglomerados, argilitos (SILVA & CUNHA, 2001).

Cenozóico/Quaternário

Incluem depósitos colúvio-aluvionares compostos por cascalhos, areias e lamias; depósitos praias marinhos e/ou lagunares formados por areias quartzosas marinhas e/ou lagunares, recobertos por areias eólicas; depósitos flúvio-lagunares compostos por areias, cascalhos, lamias e ocorrências de turfas; depósitos praias eólicos marinhos e/ou lagunares formados por areias (SILVA & CUNHA, 2001).

3.1- Rochas Carbonáticas no Estado do Rio de Janeiro

Os principais depósitos de rochas carbonáticas no Estado do Rio de Janeiro localizam-se em Três Rios, Nova Friburgo, Barra Mansa, Barra do Piraí, Piraí, São Sebastião do Alto, São Fidelis, Macuco, Itaperuna, Itaocara, Italva, Cordeiro, Cantagalo, Cambuci, Bom Jesus do Itabapoana (Figura 1).

As áreas produtoras de rochas carbonáticas no Estado do Rio de Janeiro podem se caracterizar nas seguintes unidades geológicas terrígenas, com intercalações carbonáticas do Complexo Paraíba do Sul, e depósitos litorâneos. Segue um resumo destas unidades:

- Complexo Paraíba do Sul

É dividido em 3 unidades:

- Unidade São Fidélis - As rochas calcissilicáticas ocorrem intercaladas ou associadas aos corpos de mármore, anfibólio gnaisses e biotita gnaisses, e os protólitos correspondem a sedimentos carbonáticos com impurezas siliciclásticas. Coloração esverdeada a esbranquiçada, granulação fina, aspecto sacaroidal e estrutura maciça ou bem foliada a bandada. A mineralogia compreende quartzo, plagioclásio (variável de oligoclásio a bytownita), carbonato, diopsídio, esfero e apatita.
- Unidade Italva - Caracterizada principalmente pela presença de mármore, os quais se encontram tectonicamente imbricados com granada-biotita-sillimanita gnaisses quartzo-feldspáticos, a quartzo-anfibólio-clinopiroxênio gnaisses (rochas calcissilicáticas). Podem ocorrer muito puros, a exemplo dos vários corpos de mármore calcínicos utilizados na indústria de cimento Portland, com variações para termos dolomíticos, ou contêm impurezas de quartzo, sendo que os dolomitos calcíferos predominam sobre os mármore calcínicos. São

de cor branca, cinza (a cinza azulado) ou esverdeada (dependendo da quantidade de anfibólio e/ou piroxênio), podendo também ser encontrados com tonalidades amareladas ou rosadas. A granulação é média a grossa. Os mármore dolomíticos tendem a ter uma granulação fina.

Muitas vezes constituem corpos maciços, em outros casos são estratificados, evidenciando bem os leitos ou camadas.

- Unidade Itaperuna - Constituída de granulitos associados a enderbitos e charnockitos.

Também estão associados a rochas calcissilicáticas, quartzitos e até mármore. Corpos de mármore que se associam a gnaisses aluminosos, quartzitos e rochas calcissilicáticas no lado SE da Zona do Complexo Paraíba do Sul, passam a ocorrer entre granulitos, rochas calcissilicáticas e charnockitos/enderbitos do lado NW.

- Depósitos litorâneos

Ocorrem como estreitas faixas distribuídas ao longo do litoral. São constituídos por areias marinhas quartzosas, bem selecionadas, homogêneas, sem estruturas, além de conchas e fragmentos de conchas irregularmente distribuídas em toda a sua área de ocorrência. (CPRM, 2001).

4- PRODUÇÃO DE CALCÁRIO NO BRASIL E NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

4.1- Reservas de Calcário no Brasil

As reservas lavráveis de calcário no Brasil chegam a 50,27 bilhões de toneladas (incluindo as reservas de calcita, calcita ótica e conchas calcárias), amplamente distribuídas pelos estados brasileiros, sendo que dez estados têm mais de um bilhão de toneladas dessas reservas (DNPM,2009). As maiores reservas lavráveis se encontram no Mato Grosso do Sul, com 19,82%; em Minas Gerais, com 19,54% do total; e no Paraná, com 12,24%. Juntos, esses estados detêm aproximadamente 50% das reservas brasileiras. O Estado do Rio de Janeiro ocupa a quarta posição, com 10,45% das reservas lavráveis do país. A distribuição das reservas de calcário, nas diferentes categorias de reservas, está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1
Reservas de Calcário no Brasil - 2007

| | Medida | Indicada | Inferida | Lavrável |
|----------|----------------|----------------|-----------------|----------------|
| Reservas | 56.369.478.148 | 29.883.737.166 | 23.755.137.8147 | 50.271.256.249 |

Fonte: DIDEM-DNPM, 2009.

O Estado do Rio de Janeiro possui reservas medidas de rochas calcárias de 1.997.926.229 t; reservas indicadas de 523.867.797 t e reservas inferidas de 52.860.005t, totalizando um volume de 2.094.784.156 t lavráveis (AMB,2006).

Os municípios de Cantagalo, Itaocara e Italva respondem por 98% das reservas totais fluminenses (AMORIN, 2009).

A Tabela 2 lista os dados de reserva do Estado do Rio de Janeiro.

Tabela 2
Reservas de Rochas Calcárias do Estado do Rio de Janeiro- 2005 (t)

| SUBSTÂNCIA | Medida | Indicada | Inferida | Lavrável |
|-------------------|---------------|-------------|------------|---------------|
| Calcário (Rochas) | 1.920.250.723 | 521.616.469 | 51.500.005 | 2.017.508.719 |
| Conchas Calcárias | 2.504.291 | 1.479.025 | 1.350.000 | 1.341.919 |
| Dolomito | 75.171.215 | 772.303 | 10.000 | 75.933.518 |
| Total | 1.997.926.229 | 523.867.797 | 52.860.005 | 2.094.784.156 |

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro – 2006

4.2- Produção de Calcário no Brasil e no Estado do Rio de Janeiro

De acordo com dados do Anuário Mineral Brasileiro de 2006 (AMB, 2006), a produção de calcário bruto, ou seja, não beneficiado, está presente em quase todos os estados brasileiros, sendo o estado de Minas Gerais o maior produtor, com 22,3% de participação na produção nacional, seguido pelo Distrito Federal, com 20,4%; Sergipe, com 13,4%; e Ceará, com 11,0; somando no total dois terços da produção brasileira, que no ano de 2005 atingiu cerca de 21,9 milhões de toneladas, incluindo a produção de calcita e conchas calcárias.

Segundo o banco de dados das Nações Unidas (Industrial Commodity Statistics Database-UNdata) a produção de calcário bruto do Brasil, em 2006, foi de 22,68 milhões de toneladas (UN, 2008).

O calcário beneficiado também é produzido em praticamente todos os estados brasileiros. Sua produção está concentrada em três estados: Minas Gerais, com 34,6% de participação na produção nacional; São Paulo com 13,6%; e Paraná com 12,6% (AMB, 2006).

A soma da produção destes estados corresponde a 60% da produção brasileira, que em 2005 atingiu cerca de 66.3 milhões de toneladas, incluindo a produção de calcita e conchas calcárias (DNPM, 2006).

Dados do Ministério de Minas e Energia, através de sua Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral (SGM), mostram que para o ano de 2009 a produção total de calcário no Brasil atingiu 116 milhões de toneladas (PRÉVIA da INDÚSTRIA MINERAL 2010/ 2009).

A produção de calcário no Estado do Rio de Janeiro está diretamente ligada à indústria do cimento, sendo o município de Cantagalo, localizado na região centro-norte fluminense, o

principal produtor de calcário para este fim. A Tabela 3 mostra os dados da produção de calcário bruto no Estado do Rio de Janeiro.

Tabela 3

Produção de Calcário Bruto no Rio de Janeiro – 2005 (t)

| Substância | Produção |
|-------------------|-----------|
| Calcário (Rochas) | 2.152.229 |
| Conchas Calcárias | - |
| Dolomito | 120 |
| Total | 2.152.349 |

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro - 2006

A Tabela 4 mostra os dados da produção de calcário beneficiado no Estado do Rio de Janeiro.

Tabela 4

Produção de Calcário Beneficiado no Rio de Janeiro – 2005 (t)

| Substância | Produção |
|-------------------|-----------|
| Calcário (Rochas) | 2.030.830 |
| Total | 2.030.830 |

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro - 2006

As principais empresas produtoras de calcário no estado do Rio de Janeiro são a LAFARGE BRASIL S.A. HOLCIM (BRASIL) S. A. e a CIMENTO RIO BRANCO S/A, esta última pertencente ao Grupo Votorantim. Vide Tabela 5.

Tabela 5

Principais Empresas Produtoras de Calcário no Estado do Rio de Janeiro - 2005

| Empresa | Participação (%) * ¹ | Participação Nacional (%) * ² |
|------------------------|---------------------------------|--|
| LAFARGE BRASIL S.A. | 6,19 | - |
| HOLCIM (BRASIL) S. A. | 5,39 | 2,54 * ³ |
| CIMENTO RIO BRANCO S/A | 1,28 | 7,61 * ⁴ |

*¹ Participação percentual da empresa no valor total da comercialização da produção mineral do RJ

*² Participação percentual da empresa no valor total da comercialização da substância sem considerar os valores dos dados arbitrados.

*³ Comercialização e/ou consumo nos seguintes estados: MG, PR, RJ

*⁴ Comercialização e/ou consumo nos seguintes estados: PR, RJ, RS, SC, SP

- Sem dados percentuais

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro – 2006

O Rio de Janeiro possui um total de 224 processos de calcário, sendo a maior parte referente a processos de pesquisa. Na Tabela 6 são listados os municípios do Estado do Rio de Janeiro onde existem processos de calcário e suas respectivas fases. Na Figura 1 são mostrados os municípios de ocorrência de calcário e processos DNPM.

Tabela 6
Processos de Calcário no Estado do Rio de Janeiro

| Municípios | Requerimento de pesquisa | Autorização de pesquisa | Requerimento de lavra | Concessão de lavra | Requerimento de licenciamento | Disponibilidade |
|---|--------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------|-------------------------------|-----------------|
| Barra Mansa | 1 | 1 | — | — | — | 1 |
| Barra do Piraí | 3 | 2 | — | 1 | — | — |
| Cambuci | 3 | — | 2 | — | — | 1 |
| Cantagalo | 44 | 13 | 10 | 15 | 2 | 1 |
| Cantagalo/ Cordeiro | 1 | — | — | 1 | — | — |
| Cantagalo/ Itaocara/ S. Sebastião do Alto | 1 | 1 | — | — | — | — |
| Itaguaí/Piraí | 1 | — | — | — | — | — |
| Italva | 16 | 1 | 3 | 8 | — | 1 |
| Itaocara | 24 | 11 | 7 | 1 | — | 2 |
| Itaocara/ Cantagalo | 3 | 2 | 1 | — | — | — |
| Itaocara/ S. Sebastião do Alto | 2 | 2 | — | — | — | — |
| Itaocara/ São Fidélis | 2 | 2 | — | — | — | — |
| Itaperuna/ Italva | 1 | — | 1 | — | — | — |
| Macuco/ S. Sebastião do Alto | 3 | 3 | — | — | — | — |
| Piraí | 7 | 6 | 1 | — | — | — |
| São Fidélis | 1 | 1 | — | — | — | — |
| São Sebastião do Alto | 2 | 2 | — | — | — | — |
| Três Rios | 2 | — | — | 1 | — | — |
| Total | 117 | 47 | 25 | 27 | 2 | 6 |

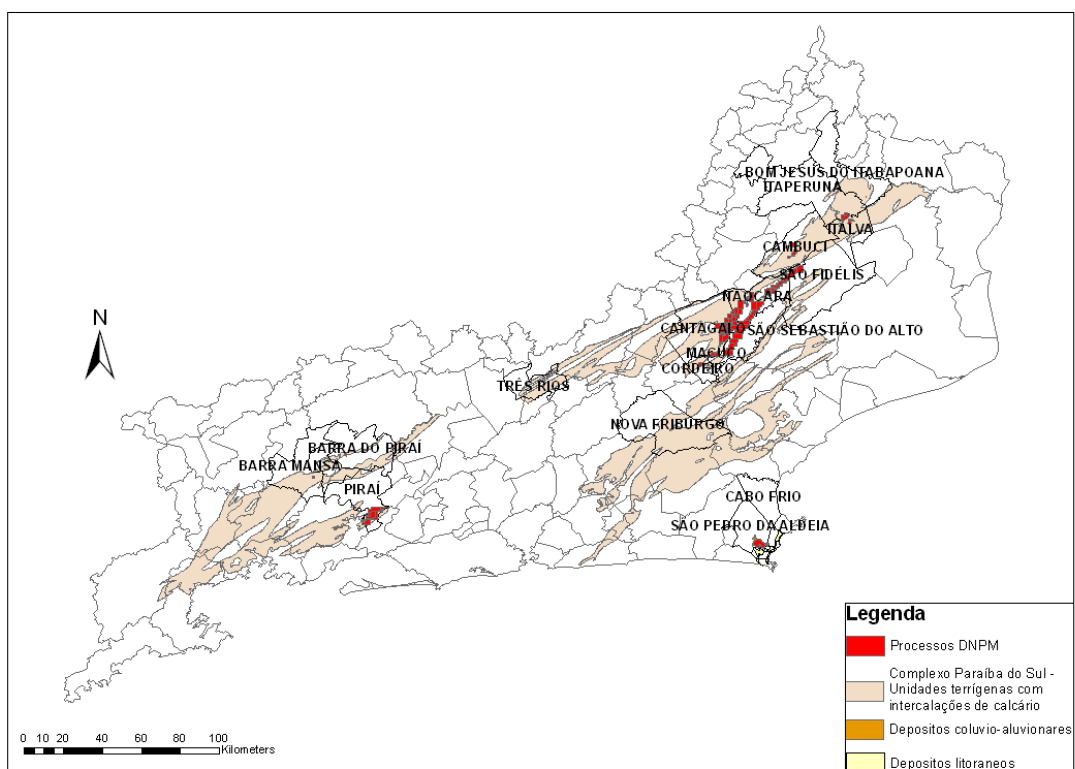


Figura 1- Ocorrências de Calcário e Processos DNPM no Estado do Rio de Janeiro

Fonte: AMORIN, 2009

5- GEOLOGIA ECONÔMICA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

A vocação mineral do Estado do Rio de Janeiro é claramente definida pelas grandes reservas de óleo e gás natural da Bacia de Campos, responsável pela maior produção de petróleo do país. Possuindo quase 90% das reservas comprovadas de petróleo do país, o Estado é também o maior produtor, com um volume atual de 1,5 milhões de barris de petróleo/dia, equivalente a 83,2% da produção nacional. Destaca-se, também a produção de minerais não metálicos e água mineral (CPRM, 2001).

5.1- Petróleo e Gás Natural

O petróleo é o recurso mineral mais importante do Brasil, sendo que o Estado do Rio de Janeiro vem contribuindo com uma participação expressiva, tanto em termos de reservas, como na produção de petróleo e gás natural (SILVA, 2007). Considerando-se as reservas de petróleo brasileiras provadas em 2005, o Estado do Rio de Janeiro tem uma participação de 87,5%, sendo que as reservas estão localizadas no mar, na Bacia de Campos, e são consideradas as mais importantes. As reservas provadas de gás natural representaram no mesmo ano 47,4% do total das reservas do país (SILVA, 2007).

A importância do petróleo na economia fluminense se dá pelo Produto Interno Bruto - PIB do ano de 2006, estimado pela Fundação CIDE em R\$305,8 bilhões, que cresceu 3,90 % em relação a 2005, superior a média do Brasil, com taxa estimada de 2,9% (IBGE, 2006).

5.2- Minerais Não Metálicos

O setor mineral do Estado do Rio de Janeiro, face o contexto geológico do seu território, caracteriza-se pela disponibilidade de recursos minerais não-metálicos, especialmente materiais para construção civil. Sendo assim, a vocação da indústria de mineração do Estado é predominantemente voltada para a produção de substâncias minerais não-metálicas e representado principalmente pela indústria de cimento.

É importante destacar que, nos anos 70, a indústria de cerâmica era representativa neste setor, pois chegou a empregar em seus estabelecimentos cerca de 30% da mão-de-obra gerada pelo mesmo (DNPM, 1977).

A produção dos minerais não-metálicos e água mineral, em 2005, foi da ordem de R\$ 389 milhões, respondendo as pedras britadas, areia, cascalho e argilas por quase 85% do valor relativo aos minerais não-metálicos e por 80% da produção global do Estado, excluindo o petróleo e o gás natural.

Segundo DRM, 2009, o Estado do Rio de Janeiro, especialmente a Região Metropolitana, é considerado o segundo maior centro consumidor de agregados (cimento, brita e areia) de uso na engenharia civil, no Brasil. Atualmente possui 31 pedreiras, distribuídas em 12 municípios que produzem cerca de 4,6 milhões de m³ de pedra britada/ano, matéria-prima básica para todo o segmento da construção civil e obras públicas.

5.2.1- A Indústria de Cimento no Estado do Rio de Janeiro

Em 2010, a produção brasileira de cimento estimada atingiu um total de 59,1 milhões de toneladas. O consumo no mesmo ano foi de aproximadamente 59,8 milhões de toneladas (Figura 2)

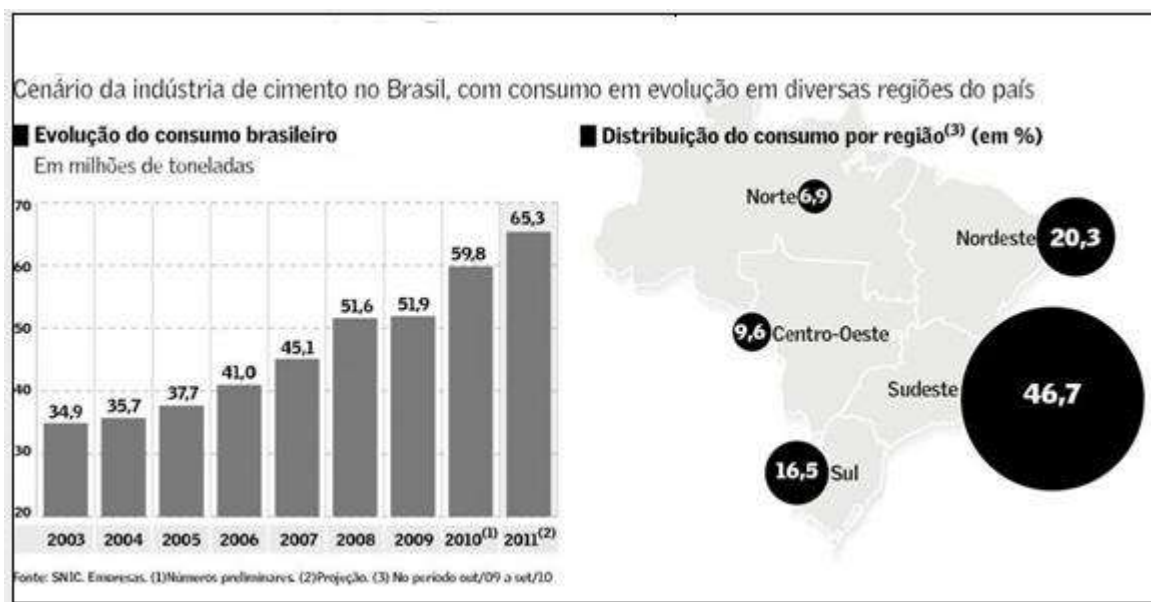


Figura 2- Evolução do consumo brasileiro e distribuição do consumo por região.

Fonte SNIC, 2011.

A produção anual de cimento do Estado do Rio de Janeiro, em 2009, foi de 3.160.000 toneladas e o consumo foi de 3.285.000 toneladas, mostrando um déficit de 125.000 toneladas. No ano anterior o déficit foi de 1.163.481 toneladas. A diminuição do déficit em

relação a 2008 pode ser atribuída à entrada da Companhia Siderúrgica Nacional- CSN- no mercado de cimento do Rio de Janeiro, com a instalação de uma fábrica no Complexo Industrial de Volta Redonda, dentro da área de sua usina siderúrgica. Estima-se que a partir de 2011 a CSN terá capacidade de produzir 2,3 milhões de toneladas/ano

O Estado do Rio de Janeiro possui no total oito fábricas cimenteiras, sendo três integradas e cinco moageiras. Estas fábricas pertencem a seis grupos empresariais: Holcim, Lafarge, Votorantim, Tupi, CSN e Mizu, que juntos dominam 51% da produção nacional de cimento. A fábrica da Mizu iniciou suas atividades em fevereiro de 2010, com a capacidade de produção de 900.000 t/ano.

Apesar de a região sudeste ter o menor valor por saco de cimento no Brasil, o Estado do Rio de Janeiro apresenta um dos valores mais altos, comparado aos outros estados da mesma região. Em 2003, o saco de 50 Kg custava R\$ 19,55, em 2008 o valor chegou a R\$ 17,00, uma redução de 13%. (Figura 3). O valor mais alto do cimento no Estado do Rio de Janeiro pode ser explicado pelo problema da logística do transporte dos insumos e do produto final. Devido a ausência de uma rede ferroviária, o transporte é realizado exclusivamente por meio rodoviário, encarecendo o preço final. Nacionalmente, o preço do cimento no Estado do Rio de Janeiro, só é menor do que o preço da região Norte, como verificado na Figura 3 e Tabela 7.

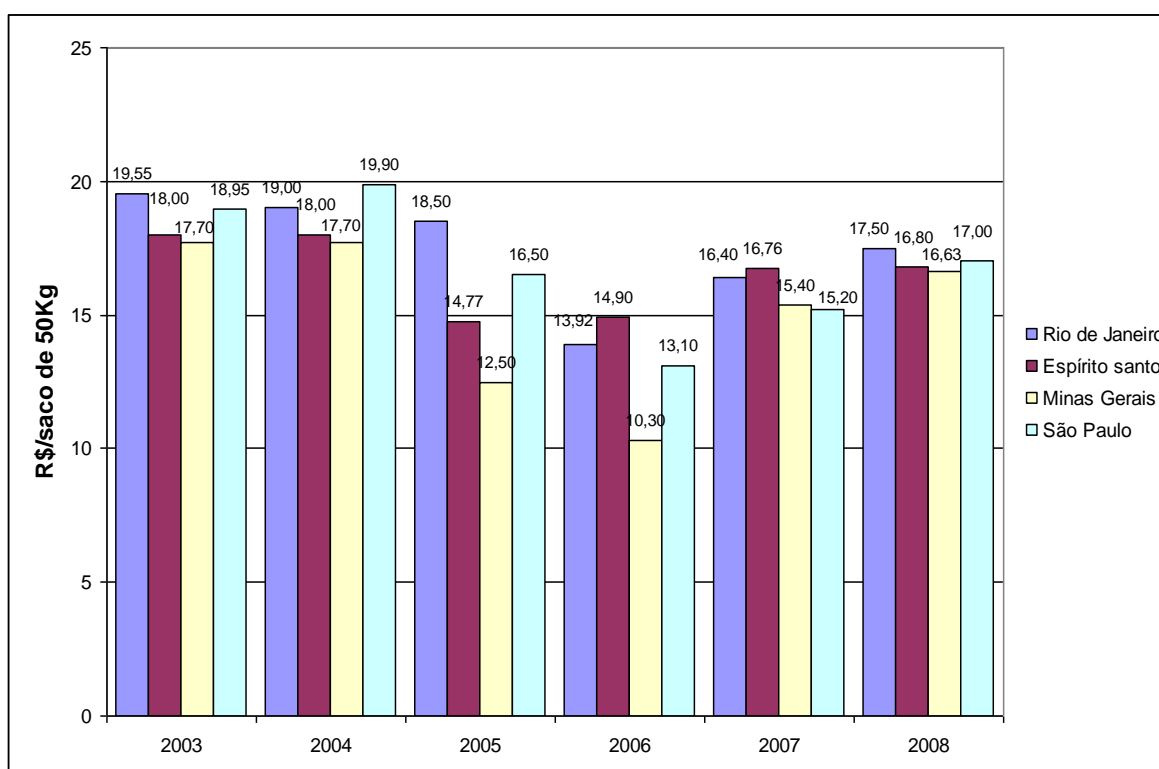


Figura 3 Preço do Cimento nos Estados da Região Sudeste do Brasil

Fonte: Valor Análise Setorial, 2008, modificado

Tabela 7
Preço do Cimento por Regiões (R\$/saco de 50kg)

| Regiões | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Norte | 21,38 | 19,83 | 19,96 | 21,64 | 25,11 | 25,37 |
| Nordeste | 19,37 | 18,33 | 17,48 | 17,88 | 18,66 | 17,86 |
| Centro-Oeste | 18,99 | 15,89 | 12,71 | 12,85 | 17,85 | 18,45 |
| Sul | 18,53 | 18,63 | 17,13 | 16,17 | 16,53 | 17,00 |
| Sudeste | 18,55 | 18,65 | 15,57 | 13,06 | 15,94 | 16,98 |

Fonte: Valor Análise Setorial, 2008, adaptado

6- CONCLUSÃO

As rochas calcárias podem ter diversas aplicações, tais como na indústria da construção civil, cimento, agregados, cal, rochas ornamentais, refratários, indústria de vidros, agentes abrasivos, entre outras. O Estado do Rio de Janeiro possui uma das maiores reservas de calcário do Brasil. As principais áreas de extração de calcário no Estado do Rio de Janeiro estão no distrito mineiro de Cordeiro, Itaocara e Italva, região NW do Estado.

As reservas nacionais lavráveis de calcário chegam a 50,27 milhões de toneladas, incluindo as reservas de calcita, calcita ótica e conchas calcárias, amplamente distribuídas pelos estados brasileiros, sendo que dez estados têm mais de um milhão de toneladas dessas reservas. As maiores reservas lavráveis se encontram no Mato Grosso do Sul, com 19,82%; em Minas Gerais, com 19,54% do total; e no Paraná, com 12,24%. Juntos, esses estados detêm aproximadamente 50% das reservas brasileiras. O Estado do Rio de Janeiro ocupa a quarta posição, com 10,45% das reservas lavráveis do país, dos quais 1.997.926.229 t são de reservas medidas; 523.867.797 t de reservas indicadas e 52.860.005 t de reservas inferidas, totalizando um volume 2.094.784.156 t lavráveis.

A produção de calcário bruto está presente em quase todos os estados brasileiros, onde o Estado de Minas Gerais é o maior produtor, com 22,3% de participação na produção nacional, seguido pelo Distrito Federal, com 20,4%; Sergipe, com 13,4%; e Ceará, com 11,0, somando, no total, dois terços da produção brasileira, que no ano de 2005 atingiu cerca de 21.9 milhões de toneladas, incluindo a produção de calcita e conchas calcárias.

O calcário beneficiado também é produzido na maior parte dos estados brasileiros. Sua produção está concentrada em três estados: Minas Gerais, com 34,6% de participação na produção nacional; São Paulo com 13,6%; e Paraná com 12,6%. A soma da produção destes estados corresponde a 60% da produção brasileira, que em 2005 atingiu cerca de 66,3 milhões de toneladas, incluindo a produção de calcita e conchas calcárias.

Em 2010, a produção brasileira de cimento estimada atingiu um total de 59,1 milhões de toneladas e o consumo no mesmo período foi de 59,8 milhões de toneladas. A produção anual de cimento do Estado do Rio de Janeiro, em 2009, foi de 3.160.000 toneladas e o consumo foi de 3.285.000 toneladas, mostrando um déficit de 125.000 toneladas. No ano anterior o déficit foi de 1.163.481 toneladas.

Apesar de a região sudeste ter o menor valor por saco de cimento no Brasil, o Estado do Rio de Janeiro apresenta um dos maiores valores por saco, comparado aos outros estados da mesma região: em 2003 o valor do saco de 50 kg no estado chegou a R\$ 19,55, enquanto a média da região foi de R\$ 18,55. A explicação mais plausível para este fato é o transporte dos insumos e produtos finais, realizado exclusivamente por meio rodoviário. Com a entrada de novas fábricas no estado nos últimos anos, os preços vêm se aproximando do valor médio da região, com o saco de 50kg custando R\$ 17,00 em 2008, preço praticamente idêntico ao valor médio da região no mesmo ano, de R\$ 16,98.

O Estado do Rio de Janeiro, apesar de suas grandes reservas de calcário e dolomita, produz uma quantidade insignificante dos mesmos destinados à agricultura. A produção destes insumos agrícolas deve ser incentivada a partir de novos investimentos.

7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRACAL- Associação Brasileira dos Produtores de Calcário Agrícola *In:* <http://www.abracal.com.br/>, acessado em 11/03/2011

AMBROSIO, A. Perfil analítico do cimento, **Boletim** n° 30, (1974). DNPM, Rio de Janeiro – RJ.

AMORIM, Aline Cardoso de. **A indústria do Cimento no Estado do Rio de Janeiro**. 2009. il., 34 f. Monografia (Projeto Final de Curso) -- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Geologia, 2009.

ANEPAC - Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para a Construção Civil- *In:* <http://www.anepac.com> , acessado em 16/03/2011

Almeida, F. F. M. 1976. The system of Continental Rift bordering the Santos Basin, Brazil. **An. Acad. Bras. Cienc.** 48 (supl.), p. 15-26.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Estado do Rio de Janeiro**, Brasília 2001 p. 2-92, p.235-261.

Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM) .**Anuário Mineral Brasileiro 2006** – *In:*

<http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriaDocumento/AMB2006/substancia%20a-e.pdf>.
acessado em 14/10/2010.

———. **Cadastro Mineiro**, 2009. *In:* www.dnpm.gov.br . acessado em 20/10/2010

———. **Sumário Mineral Brasileiro 2008**. *In:* www.dnpm.gov.br , acessado em 21/10/2010.

———. Calcário Agrícola. *In:* **Economia Mineral do Brasil**. Brasília. DNPM/Cidade Gráfica e Editora Ltda. 2009 p. 536-545.

———. Calcário, Gipsita e Cimento. *In:* **Economia Mineral do Brasil**. Brasília. DNPM/Cidade Gráfica e Editora Ltda. 2009 p 636- 654.

DRM – Departamento Recursos Minerais. **Recursos Minerais do Estado do Rio de Janeiro**. In: www.drm.rj.gov.br . acessado em 22/10/2010.

Ludka, I.P., **Geoquímica do magmatismo básico na porção central do Cinturão Móvel Costeiro e regiões adjacentes aplicada ao estudo da composição do manto (SE Brasil)**. PhD Thesis (unpublished), Department of Geology, Federal University of Rio de Janeiro, 1997. 240 pp.

Luz, A. B. **Estudo de Oxidação e Redução de Ferro Contido em Caulins**. Tese de Doutorado em Engenharia Mineral, 1998. EPUSP.

Marques, C. C. S.; Mello, C. L. & Ramos, R. R. C.. Análise Multiescalar de Atributos Sedimentares em Depósitos Fluviais Paleogênicos na Bacia de Volta Redonda, RJ. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, v. 29, p. 168-198. 2006

MME- Ministério de Minas e Energia. **Anuário Estatístico**. In: http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/noticias/ANUXRIO_DA_TRANSFO_MAxO_DOS_NxO_METxLICOS_-_2010.pdf, acessado em 13/03/2011

Ramos, R. R. C.; Mello, C. L. & Sanson, M. S. R. 2006. Revisão Estratigráfica da Bacia de Resende, *Rift* Continental de Sudeste do Brasil, Estado do Rio de Janeiro. São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 25, n. 1, p. 59-69

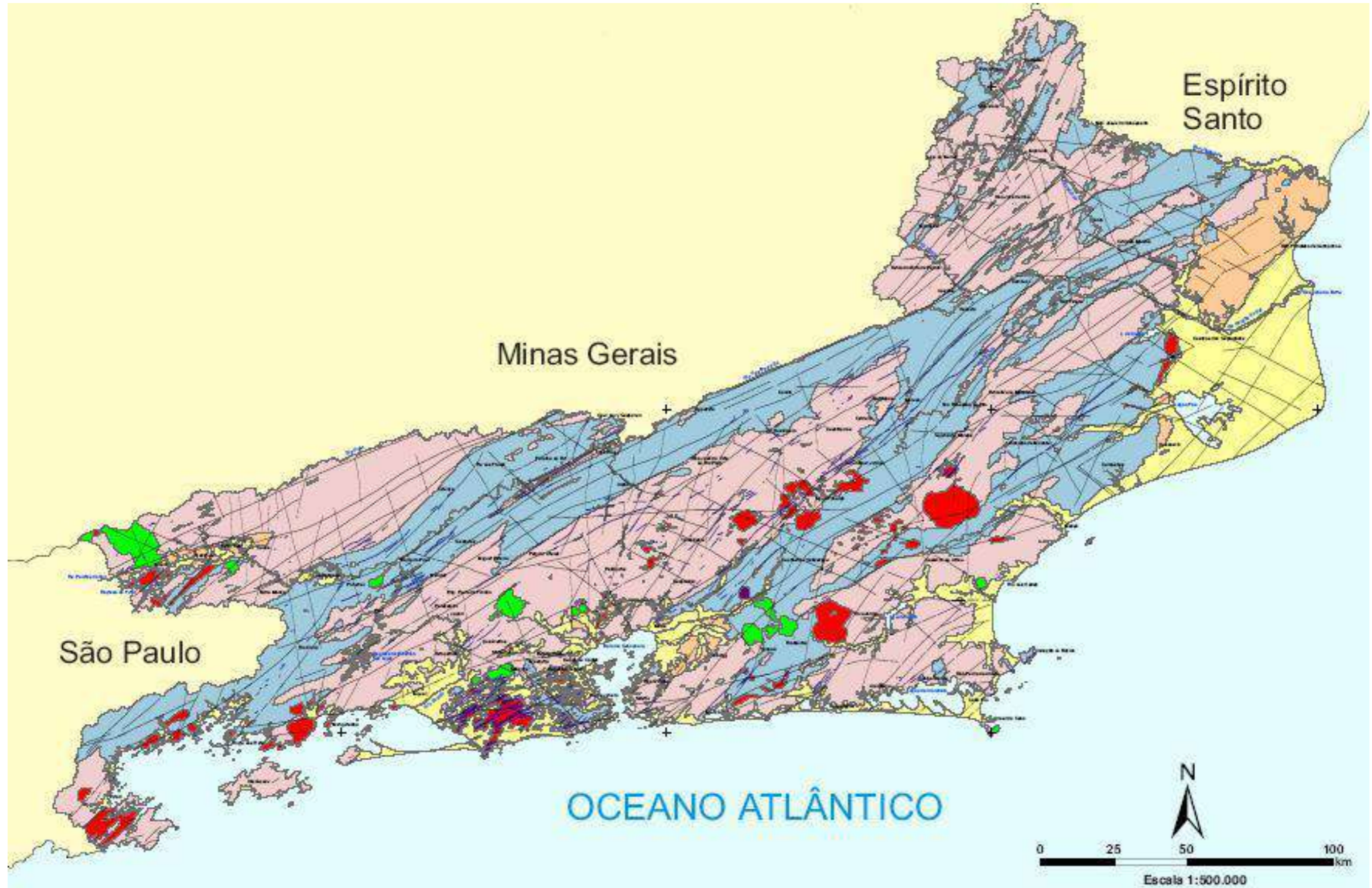
Sampaio, J.S. & Almeida, S.L.M. 2008. **Calcário e Dolomito**. In: LUZ, A.B.; LINS, F.F. 2008. Rochas & Minerais Industriais: Usos e Especificações. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral - CETEM, 2008, p.363-387.

Silva, L.C. & Cunha, H.C.S. 2001. **Geologia do Estado do Rio de Janeiro: texto explicativo do mapa geológico do Estado do Rio de Janeiro**. Brasília: CPRM/DRM, 2001. 88 p.

USGS- United States Geological Survey. **Minerals Information** *In:*
<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/lime/>, acessado em
14/03/2011

Valladares, C. S.; Heilbron, M. ; Figueiredo, M. C. H. & Teixeira, W. 1997.
Geochemistry and Geochronology of Paleoproterozoic Gneissic Rocks of the Paraíba
do Sul Complex (Quiring Unit), Barra Mansa region, Rio de Janeiro, Brazil. **Revista
Brasileira de Geociências**, 27(1):111-120.


Anexo 1 – Mapa Geológico do Estado do Rio de Janeiro





Fonte: DRM, 2009.


Legenda Comentada:

Rochas sedimentares:


 **Sedimentos Quaternários** (recentes): representados por lamas, turfa, areias, cascalhos e conglomerados depositados entre o presente e 2 milhões de anos atrás. Esses sedimentos se concentram principalmente próximo ao litoral, nos vales dos rios, nas bordas das lagoas e nos brejos.


 **Sedimentos Terciários:** foram depositados entre 65 e 2 milhões de anos. São rochas sedimentares ou sedimentos inconsolidados, depositados por processos fluviais e marinhos. No Estado são representados principalmente pela Formação Barreiras e pelas bacias sedimentares de Campos, Resende e Itaboraí. Esta última se destaca por ser a única do Estado com ocorrência de fósseis de animais e vegetais. Uma bacia sedimentar é uma depressão do terreno onde os sedimentos se acumulam.

 **Rochas alcalinas:** São rochas magmáticas caracterizadas por serem ricas nos elementos Sódio e Potássio. A rocha alcalina mais comum do nosso estado é o Sienito (rocha predominante no maciço do Itatiaia, por exemplo). Dentre as rochas ígneas do Estado, as alcalinas são as mais novas, tendo se formado entre 70 e 40 milhões de anos.

 **Diques de Diabásio:** são rochas magmáticas com a presença de minerais ricos em ferro e magnésio. Conhecida popularmente como "pedra-ferro". Sua composição é semelhante a das lavas do fundo dos oceanos e sua origem está ligada a abertura do oceano Atlântico, quando o continente sul-americano se separou do africano, há cerca de 130 milhões de anos.


A idade dos granitos homogêneos e das rochas básicas é de cerca de 500 milhões de anos.


 **Granitos homogêneos:** Dentre as rochas ígneas que não sofreram metamorfismo no Estado, os granitos são as mais comuns. São constituídos basicamente pelos minerais, quartzo, feldspato e biotita, que podem ocorrer em proporções variadas.


 **Rochas básicas:** devido à escala do mapa, somente um único corpo rochoso com esta composição pode ser representado: o Complexo Gleba Ribeira. Tem composição bastante diferente dos granitos, sendo mais semelhante à dos diques de diabásio.

Rochas metamórficas

As rochas metamórficas são as mais abundantes do Estado, representando mais de 80% do seu território. Possuem idades desde 500 milhões de anos até superiores 2 bilhões de anos.

 **Rochas ortoderivadas:** Formadas a partir do metamorfismo sobre rochas ígneas. As rochas ortoderivadas mais comuns no Estado são os chamados ortognaisses, que possuem uma composição semelhante ao granito, mas que mostram uma estrutura planar bem desenvolvida que os geólogos chamam de foliação.

 **Rochas paraderivadas:** Formadas a partir do metamorfismo das rochas sedimentares, podendo ser também chamadas de metassedimentares. As mais comuns no Estado do Rio de Janeiro são os paragnaisses, que possuem minerais típicos de metamorfismo sobre sedimentos, como a sillimanita e a granada (mineral vermelho ou rosa, com brilho de vidro). Os mármore de Cantagalo e Italva são rochas metassedimentares que indicam ter havido um grande depósito de corais num mar existente na região há cerca de 1 bilhão de anos atrás.

 **Falhas, Fraturas e Dobras:** estruturas de reação das rochas a esforços por ela sofridos. Dependendo das condições de pressão e temperatura, uma rocha pode ser dobrada (deformação dúctil = flexível). Por vezes, o esforço sobre as rochas geram fraturas (deformação rúptil = que quebra). Quando, numa fratura, um bloco de rocha se movimenta em relação ao outro, a estrutura resultante é denominada falha.