

# INFORME DE RECURSOS MINERAIS

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL

*Série Rochas e Minerais  
Industriais, nº 11*

*Insumos Minerais para a Construção Civil*



## PROJETO POLO CERÂMICO DE SANTA GERTRUDES – SP

*São Paulo – 2014*

**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**

**POLO CERÂMICO DE SANTA  
GERTRUDES**

**ESTADO DE SÃO PAULO**

**INFORME DE RECURSOS MINERAIS**  
Série Rochas e Minerais Industriais, nº 11



SÃO PAULO  
2014

**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**

**POLO CERÂMICO DE SANTA GERTRUDES**

**ESTADO DE SÃO PAULO**

**INFORME DE RECURSOS MINERAIS**

Série Rochas e Minerais Industriais, nº 11

L868p    Loreti Junior, Roberto

Polo cerâmico de Santa Gertrudes / Roberto Loreti Junior, Ruben Sardou Filho, Fabrizio Prior Caltabeloti. – São Paulo: CPRM, 2014.

67 p.: il. color – (Informe de Recursos Minerais, Série Rochas e Minerais Industriais, nº XI).

1. Geologia Econômica – São Paulo. 2. Minerais industriais – São Paulo. 3. Cerâmica – São Paulo. 4. Polo Cerâmico de Santa Gertrudes. I. Loreti Junior, Roberto. II. Título. III. Série.

ISBN 978-85-7499-220-4

CDD: 553.098161

**Índices para catálogo sistemático**

1. Geologia econômica	553
2. Minerais industriais : São Paulo	553.61
3. Cerâmica : São Paulo	553.098161

Direitos desta edição: Serviço Geológico do Brasil - CPRM

É permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte.

**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**

**POLO CERÂMICO DE SANTA GERTRUDES**

**ESTADO DE SÃO PAULO**

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**  
Edison Lobão  
*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*  
*Ruben Sardou Filho*  
*Chefe da Divisão de Minerais e Rochas Industriais*  
Patricia Durringer 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 SÃO PAULO**  
*José Carlos Garcia Ferreira*  
*Superintendente*  
*Elizete Domingues Salvador*  
*Gerente de Geologia e Recursos Minerais*  
Lauro Gracindo Pizzatto  
*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  
**POLO CERÂMICO DE SANTA GERTRUDES**  
**ESTADO DE SÃO PAULO**

---

**EQUIPE TÉCNICA**

**Coordenação Geral**  
Francisco Valdir Silveira

**Coordenação Técnica**  
Ruben Sardou Filho

**Coordenação Logística Operacional**  
Elizete Domingues Salvador  
Ruben Sardou Filho

**Execução Técnica**  
Roberto Loreti Junior – Chefe do Projeto  
Fabrizio Prior Caltabeloti  
Ruben Sardou Filho (DIMINI)

**Consultoria**  
Professor Antenor Zanardo – Universidade Estadual Paulista  
“Júlio de Mesquita Filho” (UNESP-Rio Claro)

**Sistema de Informações Georreferenciadas (SIG) e Leiaute de Mapa**  
Fabrizio Prior Caltabeloti  
Roberto Loreti Junior

**Digitalização e Editoração das Figuras**  
José da Costa Pinto

**Organização, Preparo e Controle da Editoração Final**  
Fabrizio Prior Caltabeloti  
Marina das Graças Perin

**Compatibilização e Revisão Geral**  
Luiz Antonio Chierigati  
Marcelo Januário de Sousa  
Roberto Loreti Junior  
Ruben Sardou Filho  
Elizete Domingues Salvador

**Revisão Linguística**  
Sueli Cardoso de Araújo

---

**COLABORADORES**

Felipe Brito Mapa  
Marsis Cabral Junior – Instituto de Pesquisas  
Tecnológicas de São Paulo (IPT)  
Viviane Carillo Ferrari  
Gustavo Alexandre Silva

---

Editoração para publicação  
Geride-SP

---

**EDIÇÃO DO PRODUTO IMPRESSO**

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 – Patricia Duringer Jacques – SIG/GEOBANK

# APRESENTAÇÃO

---

A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB) tem a satisfação de tornar acessível à comunidade geológica e aos empresários do setor mineral os resultados do Projeto Polo Cerâmico de Santa Gertrudes, com o qual se objetivou delimitar com maior precisão a área da principal fonte de matéria-prima para cerâmica – a unidade geológica Formação Corumbataí – como também ressaltar a potencialidade mineral da região do PCSG, que compreende os municípios de Araras, Charqueada, Cordeirópolis, Ipeúna, Iracemápolis, Limeira, Piracicaba, Rio Claro e Santa Gertrudes, situados no estado de São Paulo.

Dessa forma, o Polo Cerâmico de Santa Gertrudes (PCSG) conta com mais um instrumento para atrair investimentos na pesquisa de argilas empregadas no setor mineral, importante vetor na economia do estado de São Paulo, facilitando e direcionando o planejamento de novos empreendimentos.

Este produto é mais uma ação do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), que, por intermédio do Programa Geologia do Brasil (PGB), vem executando projetos em todas as regiões do país, com o objetivo de propiciar e difundir o conhecimento geológico do território brasileiro, gerando informações indispensáveis ao desenvolvimento sustentável, de forma a contribuir para o desenvolvimento regional e subsidiar a formulação de políticas públicas nas tomadas de decisão de investimentos.

O conjunto de informações geradas no decorrer da consecução do projeto está disponibilizado nesta edição de *Informe de Recursos Minerais* e no Mapa Geológico do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes, bem como em CD-ROM, com os dados digitais organizados em Sistema de Informações Georreferenciadas (SIG).

É importante destacar o empenho das entidades que participaram em algum momento da execução deste trabalho, tais como Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP-Rio Claro) e Associação Paulista das Cerâmicas de Revestimento (ASPACER).

MANOEL BARRETTO DA ROCHA NETO

Diretor - Presidente

Serviço Geológico do Brasil - CPRM



# RESUMO

---

O Polo Cerâmico de Santa Gertrudes (PCSG), situado no estado de São Paulo, compreende os municípios de Araras, Charqueada, Cordeirópolis, Ipeúna, Iracemápolis, Limeira, Piracicaba, Rio Claro e Santa Gertrudes, responsáveis por 60% da produção de revestimentos cerâmicos no Brasil.

No intuito de ampliar o conhecimento geológico e ressaltar a potencialidade dos bens minerais da região, em especial dos sedimentos da Formação Corumbataí, fonte da matéria-prima da indústria cerâmica, a CPRM/SGB desenvolveu o Projeto Polo Cerâmico de Santa Gertrudes. Para sua execução, utilizou o mapeamento geológico sistemático como ferramenta essencial de trabalho, com enfoque na delimitação dos contatos entre as unidades geológicas aflorantes, principalmente os que conformam a Formação Corumbataí. Os sedimentos dessa formação, ricos em ilita, possibilitam a utilização do método moagem a seco no processo fabril de revestimentos cerâmicos. Como resultado, obtém-se redução do tempo de produção e aumento da competitividade das indústrias da região perante os mercados nacional e internacional.

Ressalta-se, como um dos resultados dos trabalhos de campo, a subdivisão informal da Formação Corumbataí em duas litofácies: uma na porção basal, composta, predominantemente, por siltito argiloso, e outra na porção superior, constituída por siltito arenoso com lentes e espessas camadas de areia. A diferença de composição mineralógica das referidas litofácies implica comportamentos distintos quando os materiais nelas explorados são submetidos aos processos industriais de fabricação de revestimentos cerâmicos.



# ABSTRACT

---

The Polo Cerâmico de Santa Gertrudes (PCSG), located in the state of São Paulo, comprises the municipalities of Cordeirópolis, Ipeúna, Iracemápolis, Rio Claro, Santa Gertrudes, Charqueada, Piracicaba, Limeira and Araras. It is an important region which produces 60% of the Brazilian ceramic industry.

In order to extend the geological knowledge and highlight the potential of minerals in the region, in particular the Formação Corumbataí sediments, the source of raw material for ceramic industry, CPRM/SGB developed the Project Polo Cerâmico de Santa Gertrudes. For its implementation, was used the systematic geological mapping as an essential business tool, focusing on the delineation of the contacts between the outcropping geological units, especially those of the Formação Corumbataí. This sediment is illite-rich which is very good for efficient dry milling used to produce ceramic tile, reducing time production and improving commercial competition of this industry in the national and international market.

The field work allowed the subdivision the Formação Corumbataí into two different litofacies: in the basal part, is predominantly argillaceous siltstone and in the superior part, is composed by sandy siltstone with lenses and thick layer of sand. This division is proposed because the mineralogical composition between these litofacies is quite different which reflect in their industrial behavior.



# SUMÁRIO

---

<b>1 – INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
1.1 - ASPECTOS FÍSICOS E SOCIOECONÔMICOS .....	15
1.1.1 - Localização e acesso.....	15
1.1.2 - Aspectos socioeconômicos .....	16
1.1.3 - Relevo .....	16
1.1.4 - Hidrografia .....	17
1.1.5 - Clima .....	18
1.1.6 - Vegetação .....	18
<b>2 – CONTEXTO GEOLÓGICO .....</b>	<b>19</b>
2.1 - BACIA DO PARANÁ .....	19
2.1.1 - Unidades litoestratigráficas.....	20
<b>3 – POTENCIAL MINERAL .....</b>	<b>25</b>
3.1 - ARGILAS COMUNS .....	25
3.2 - “ARGILAS” DA FORMAÇÃO CORUMBATAÍ .....	25
3.2.1 - Caracterização química .....	26
3.2.2 - Caracterização física: ensaios cerâmicos .....	26
3.3 - AREIA E CASCALHO .....	28
3.4 - AREIA INDUSTRIAL.....	28
3.5 - ROCHA PARA BRITA E CANTARIA .....	29
3.6 - CALCÁRIO .....	29
3.7 - MATERIAIS DE EMPRÉSTIMO .....	29
<b>4 – LAVRA E BENEFICIAMENTO <i>VERSUS</i> IMPACTO AMBIENTAL .....</b>	<b>31</b>
4.1 - MÉTODO DE LAVRA .....	31
4.2 - BENEFICIAMENTO (VIA SECA) .....	32
4.2.1 - Cominuição, homogeneização e pré-secagem .....	32
4.2.2 - Moagem .....	32
4.2.3 - Prensagem e secagem .....	33
4.2.4 - Esmaltação .....	33
4.2.5 - Queima.....	33
4.3 - IMPACTOS AMBIENTAIS .....	34
4.3.1 - Ruídos e vibrações .....	34
4.3.2 - Emissão de poeira .....	34
4.3.3 - Erosão .....	34
4.3.4 - Assoreamento das drenagens.....	34
4.3.5 - Alteração do regime hídrico de subsuperfície .....	34
4.3.6 - Eliminação de flora e fauna nativas .....	35
4.3.7 - Degradação paisagística.....	35
4.4 - RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS.....	35
<b>5 – MERCADO CERÂMICO .....</b>	<b>37</b>
5.1 - PANORAMA INTERNACIONAL .....	37
5.2 - PANORAMA NACIONAL.....	38
5.3 - INDÚSTRIA NACIONAL DE CERÂMICA .....	39
<b>6 – DIREITOS MINERÁRIOS .....</b>	<b>41</b>
6.1 - PANORAMA GERAL .....	41
6.2 - DIPLOMAS LEGAIS NA ÁREA DO POLO CERÂMICO .....	41
6.3 - MARCO REGULATÓRIO DA MINERAÇÃO .....	49

<b>7 – DIRETRIZES, PROPOSIÇÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS .....</b>	<b>51</b>
7.1 - ORDENAMENTO DA OCUPAÇÃO TERRITORIAL .....	51
7.2 - DELIMITAÇÃO DE ÁREAS PARA MINERAÇÃO.....	51
7.3 - DETALHAMENTO DO ESTUDO DAS RESERVAS MINERAIS .....	51
7.4 - QUALIFICAÇÃO DE MÃO DE OBRA .....	51
7.5 - RACIONALIZAÇÃO DA EXPLORAÇÃO DOS BENS MINERAIS .....	51
7.6 - CARÊNCIA DE INVESTIMENTO EM TECNOLOGIA.....	52
7.7 - MELHORIAS NOS MEIOS DE TRANSPORTE.....	52
7.8 - ESTUDOS DETALHADOS DOS IMPACTOS AMBIENTAIS .....	52
7.9 - PERSPECTIVAS FUTURAS.....	52
<b>8 – CONCLUSÕES.....</b>	<b>53</b>
<b>9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>55</b>
<b>LISTAGEM DOS INFORMES DE RECURSOS MINERAIS.....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXO I - CARTA GEOLÓGICA .....</b>	<b>65</b>

# **POLO CERÂMICO DE SANTA GERTRUDES**

---

**ESTADO DE SÃO PAULO**



# 1 – INTRODUÇÃO

A porção centro-leste paulista, onde se situam os municípios de Araras, Charqueada, Cordeirópolis, Ipeúna, Iracemápolis, Limeira, Piracicaba, Rio Claro e Santa Gertrudes, abriga o expressivo Polo Cerâmico de Santa Gertrudes (PCSG), especializado na produção de pisos e revestimentos cerâmicos. Essa região apresenta diversificada variedade de bens minerais, destacando-se argila, areia industrial, areia para construção civil, rocha para brita, calcário e água mineral, mas é no município de Santa Gertrudes que se concentra a maior parte das indústrias e minas de extração de matéria-prima para cerâmica.

Aliando fatores tais como abundância de matéria-prima de alta qualidade, localização geográfica privilegiada e infraestrutura de qualidade, a atividade ceramista no polo surgiu na década de 1970, com a instalação da indústria de cerâmica vermelha propriamente dita, tradicional na região.

Em geral, no Brasil e em diversos países do mundo a indústria de cerâmica de revestimento utiliza misturas de diversos tipos de matéria-prima – argila, caulim, feldspato, carbonato, talco etc. – no processo produtivo denominado via úmida. Entretanto, a alta qualidade das argilas encontradas na região do PCSG possibilita a utilização de um único tipo de matéria-prima, moída a seco, dispensando a via úmida e a secagem, com redução de consumo energético, mão de obra, manutenção e, conseqüentemente, custos.

Entretanto, o desenvolvimento tecnológico do setor cerâmico, que permitiu a automação dos processos industriais desde a conformação dos corpos

até a etapa de esmaltação e queima dos ladrilhos – com redução dessa última etapa de várias horas para cerca de alguns minutos –, somente se torna efetivo quando há constância na composição da massa cerâmica utilizada para fabricação da base do ladrilho (ou biscoito). Isso implica ter conhecimento sobre a composição químico-mineralógica da matéria-prima lavrada, bem como da distribuição espacial das camadas de minério, sua geometria e dimensão.

## 1.1 - ASPECTOS FÍSICOS E SOCIOECONÔMICOS

### 1.1.1 - Localização e Acesso

O Polo Cerâmico de Santa Gertrudes (PCSG) compreende nove municípios situados no centro-leste paulista e pertencentes à Região Administrativa de Campinas, parte das sub-regiões de Piracicaba, Limeira e Rio Claro (Figura 1.1).

A área dispõe de boa infraestrutura viária, sendo atendida por diversas rodovias, como Anhanguera (SP-330), dos Bandeirantes (SP-348) e Washington Luís (SP-310), e inúmeras estradas vicinais, todas de ótimo padrão. A região é também servida por linha ferroviária da antiga Cia. Paulista de Estradas de Ferro, hoje operada por Ferrovias Bandeirantes S.A. (FERROBAN), responsável pelos serviços públicos de transporte ferroviário de cargas. A área dos municípios que integram o PCSG totaliza 3.819,3 km<sup>2</sup> (Figura 1.2).

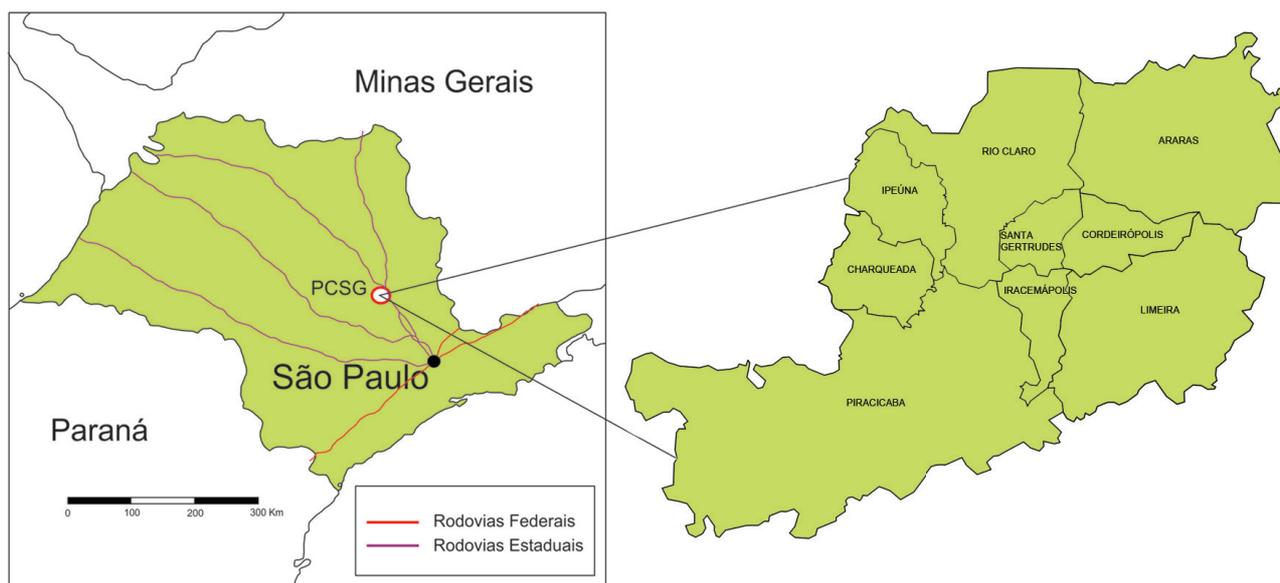


Figura 1.1 – Mapa de localização do polo cerâmico de Santa Gertrudes e vias de acesso.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2013.

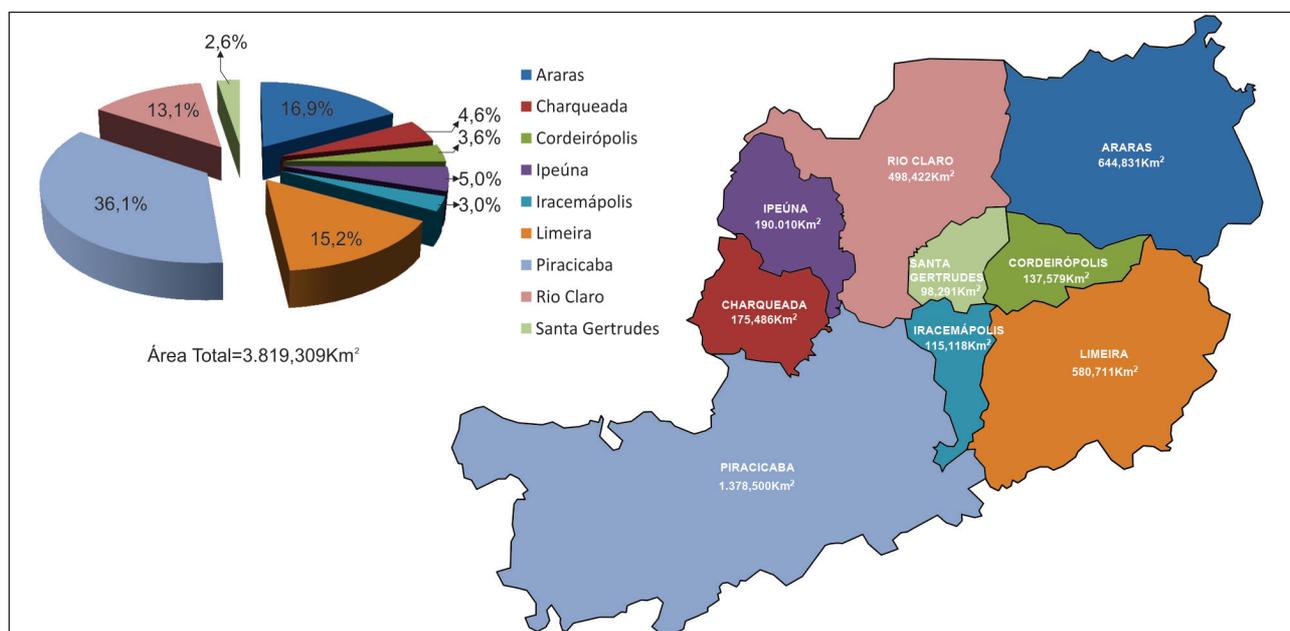


Figura 1.2 – Gráfico de setores (à esquerda), com o percentual de área ocupada por cada município do PCSG; à direita, mapa desses municípios e respectivas áreas.

Fonte: IBGE, 2010.

### 1.1.2 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

Do ponto de vista socioeconômico, trata-se de uma das regiões mais desenvolvidas do interior de São Paulo. Duas instituições de ensino superior estaduais com cursos descentralizados – Universidade de São Paulo (USP) e Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) – e diversas escolas técnicas (públicas e privadas), de nível médio e/ou superior, contribuem para aferir à região os melhores índices de desenvolvimento humano (IDH) do estado (Quadro 1.1).

A economia da região tem forte participação da agroindústria, com destaque para a sucroalcooleira, com derivados para as indústrias mecânico-metalúrgica (caldeiraria e implementos agrícolas), alimentícia e têxtil e mineração (calcário corretivo,

argila cerâmica e outros). É, contudo, o setor terciário, ou de prestação de serviços, o principal responsável pela economia local, representando mais de 58% de um Produto Interno Bruto (PIB) anual da ordem de 24 milhões de reais (Quadro 1.2).

### 1.1.3 RELEVO

A área do PCSG está inserida no contexto geomorfológico denominado Depressão Periférica da Borda Leste da Bacia do Paraná (ROSS, 1990).

No segmento oriental da região, prevalece um relevo mais suave, modelado por colinas amplas e médias. De modo menos frequente, ocorrem morrotes alongados (cotas de 700 a 800 m), sustentados por soleiras de rochas básicas.

Quadro 1.1 – Aspectos socioeconômicos dos municípios que integram o PCSG.

Município	Área (km²)	População <sup>1</sup> (hab.)	Densidade Demográfica <sup>1</sup> (hab./km²)	IDH <sup>2</sup>	PIB per capita <sup>1</sup> (R\$)
Araras	644,831	58.688	184,30	0,828	21.816,46
Charqueada	175,846	15.085	85,79	0,782	13.865,81
Cordeirópolis	137,579	21.080	153,22	0,835	82.176,10
Ipeúna	190,010	6.016	31,66	0,786	24.142,06
Iracemápolis	115,118	20.029	173,99	0,828	26.588,74
Limeira	580,711	276.022	475,08	0,814	24.319,32
Piracicaba	1.378,501	364.571	264,77	0,836	29.959,19
Rio Claro	498,422	186.253	373,47	0,825	26.856,75
Santa Gertrudes	98,291	21.634	220,74	0,782	19.142,62
<b>Total</b>	<b>3.819,309</b>	<b>969.378</b>	-	-	-

Fonte: (1) IBGE, 2010; (2) PNUD, 2000.

Quadro 1.2 – Componentes utilizados na mensuração do PIB 2010 dos municípios do PCSG.

Municípios	Agropecuária (R\$)	Indústria (R\$)	Serviços (R\$)
Araras	64.031,00	600.480,00	1.610.260,00
Charqueada	18.790,00	63.910,00	105.123,00
Cordeirópolis	25.653,00	321.049,00	1.118.644,00
Ipeúna	7.022,00	63.133,00	54.922,00
Iracemápolis	13.285,00	249,461	203.720,00
Limeira	122.475,00	2.394.662	3.296.784,00
Piracicaba	114.645,00	3.857.625,00	5.310.250
Rio Claro	52.980,00	1.956.428,00	2.347.557,00
Santa Gertrudes	6.855,00	158.171,00	172.137,00
<b>Total</b>	<b>425.736,00</b>	<b>9.415.707,00</b>	<b>14.219.397,00</b>

Fonte: IBGE, 2010.

Na parte central, prevalece o platô Rio Claro e, na ocidental, desponta relevo mais elevado, com cotas em torno de 1.000 m, marcando o início de *cuestas* basálticas (Figura 1.3).



Figura 1.3 – Aspecto do relevo da região (Rio Claro): planície; ao fundo, *cuestas* basálticas.  
Fotografia: Roberto Loreti Junior, 2013.

Segundo Pires Neto (1996), as colinas amplas, de topos sub-horizontais, e as colinas amplas, com ou sem coberturas de depósitos cenozoicos, são as remanescentes mais preservadas da superfície erosiva que outrora subnivelou a Zona do Médio Tietê, considerada de idade neogênica. As colinas pequenas, dissecadas, e os morrotes tabuliformes foram interpretados como relevos mais recentes resultantes da dissecação e destruição dessa mesma superfície. Nas *cuestas* basálticas, os morrotes de cimeira, em virtude de sua disposição altimétrica, foram considerados relevos remanescentes da superfície erosiva paleogênica.

Embora os diferentes tipos de rocha imprimam variações na morfologia do perfil das vertentes e no afeiçoamento das formas, em consequência da

diferença da resistência ao intemperismo e à erosão das rochas e/ou das camadas, eles não são suficientes para sustentar mudanças nos padrões altimétricos, de dissecação e de profundidade de entalhe (ROVERI, 2010).

#### 1.1.4 HIDROGRAFIA

O principal sistema hidrográfico da região do PCSG é constituído pelas bacias dos rios Corumbataí e Piracicaba.

A bacia hidrográfica do rio Corumbataí drena os municípios de Analândia, Corumbataí, Charqueada, Ipeúna, Itirapina, Piracicaba, Rio Claro e Santa Gertrudes.

O rio Corumbataí tem sua nascente na serra do Santana (cota de 800 m de altitude) e deságua no rio Piracicaba (cota de 470 m de altitude), após percorrer 120 km, tendo como principais afluentes os rios Cabeças e Passa Cinco e o ribeirão Claro (Figura 1.4).



Figura 1.4 – Aspecto hidrográfico da região (Rio Claro): rio Corumbataí.  
Fotografia: Roberto Loreti Junior, 2013.

A bacia hidrográfica do rio Piracicaba estende-se por uma área de 12.531 km<sup>2</sup>, situada no sudeste do estado de São Paulo e extremo sul de Minas Gerais, com nascente na junção dos rios Atibaia e Jaguari, no município de Americana. Após atravessar a cidade de Piracicaba, recebe as águas de seu principal afluente, o rio Corumbataí. O rio Piracicaba percorre 250 km da nascente até a sua foz, no rio Tietê, entre os municípios de Santa Maria da Serra e Barra Bonita.

### 1.1.5 CLIMA

A região do PCSG apresenta clima temperado úmido com inverno seco e verão quente, classificado como “Cwa”, segundo a classificação de Köppen-Geiger (PEEL; FINLAYSON; McMAHON, 2007), com temperaturas anuais variando entre a mínima de 15°C e máxima de 29°C e média em torno de 22°C.

A precipitação média anual, em torno de 1.400 mm, distribui-se em um período chuvoso entre os meses de outubro a fevereiro, enquanto o período mais seco compreende os meses de março a setembro.

No tocante à indústria cerâmica, durante o período seco é minimizada a necessidade de secagem da matéria-prima, com conseqüente redução de custo energético e aceleração do processo de beneficiamento.

### 1.1.6 VEGETAÇÃO

Na área do PCSG prevalece vegetação dos tipos Savana (Cerrado) e Floresta Estacional Semidecidual, segundo classificação de Veloso e Góes Filho (1982).

A Floresta Estacional Semidecidual, ou Floresta Tropical Subcaducifólia, ou Mata Mesófila, constitui a vegetação típica do Bioma Mata Atlântica, estando condicionada por dupla estacionalidade climática: uma tropical, com época de intensas chuvas de verão seguidas de estiagens acentuadas; uma subtropical, sem período seco, mas com seca fisiológica provocada pelo intenso frio de inverno, com temperaturas médias inferiores a 15°C, quando há perda de 20 a 50% das folhas.

Essa vegetação é constituída por fanerófitos com gemas foliares protegidas da seca por escamas (catafilos ou pelos), tendo folhas adultas esclerófilas ou membranáceas decíduais. O grau de decidualidade, ou seja, a perda das folhas, é dependente da intensidade e duração das temperaturas mínima e máxima e da deficiência do balanço hídrico.

A Savana (Cerrado) é considerada uma vegetação xeromorfa, que ocorre sob distintos tipos de clima. Reveste solos lixiviados aluminizados, apresentando sinúsias de hemicriptófitos, geófitos, caméfitos e fanerófitos oligotróficos de pequeno porte, com ocorrência em toda Zona Neotropical e no Brasil Central.

Pode-se classificar a Savana em quatro tipos diferentes, sendo o subgrupo Savana Arborizada o que ocorre na região. Esse tipo de vegetação é caracterizado como formação natural ou antrópica. Apresenta uma fisionomia nanofanerofítica rala e outra hemicriptofítica graminoide contínua, sujeita ao fogo anual. As sinúsias dominantes formam fisionomias ora mais abertas (Campo Cerrado), ora com a presença de um *scrub* adensado, Cerrado propriamente dito. A composição florística possui espécies dominantes que dependem do espaço geográfico ocupado (IBGE, 2012).

Observa-se que grande parte da vegetação primária na região foi substituída por áreas para atividades agropecuárias, principalmente com o plantio de cana-de-açúcar (Figura 1.5). São comuns, também, áreas com reflorestamento de eucalipto (Figura 1.6).



Figura 1.5 – Aspectos da vegetação da região (Araras): área de plantio de cana-de-açúcar.  
Fotografia: Roberto Loreti Junior, 2013.



Figura 1.6 – Aspectos da vegetação da região (Rio Claro): área com reflorestamento de eucalipto.  
Fotografia: Roberto Loreti Junior, 2013.

## **2 – CONTEXTO GEOLÓGICO**

### **2.1 BACIA DO PARANÁ**

A Bacia do Paraná é uma bacia intracratônica, de dimensões continentais. Ocupa uma área de aproximadamente um milhão e meio de quilômetros quadrados, abrangendo o Brasil meridional, o Paraguai oriental, o nordeste da Argentina e o norte do Uruguai. No Brasil, aflora em porções dos estados de Mato Grosso, Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. A profundidade máxima do pacote vulcanosedimentar que a compõe é estimada em aproximadamente 7.000 m, com sedimentação compreendida entre os períodos Ordoviciano e Neógeno (MILANI et al., 2007).

O preenchimento da Bacia do Paraná enfeixa seis supersequências, segundo a concepção do termo definido por Vail, Mitchum e Thompson (1977), limitadas por superfícies de discordância inter-regionais: Rio Ivaí (Ordoviciano-Siluriano); Paraná (Devoniano); Gondwana I (Carbonífero-Eotriássico); Gondwana II (Mesoneotriássico); Gondwana III (Neojurássico-Eocretáceo); Bauru (Neocretáceo) (MILANI, 1997) (Figura 2.1).

A origem da Bacia do Paraná estaria relacionada à reativação de zonas de fraqueza do embasamento pela Orogenia Oclóyica no Neo-Ordoviciano (RAMOS et al., 1986).

Nesse contexto, a deposição do Grupo Rio Ivaí, predominantemente de origem marinha, com o topo marcado por discordância erosiva regional neossiluriana, representaria um primeiro ciclo transgressivo-regressivo da sedimentação cratônica (MILANI et al., 2007).

A Supersequência Paraná, de idade devoniana e espessura máxima de 800 m, retrata um segundo ciclo transgressivo-regressivo, com a sedimentação do Grupo Paraná, representado pelas formações Furnas (continental/marinho) e Ponta Grossa (dominantemente marinho). Ao final do Devoniano e início do Carbonífero, a área sofreria amplo soerguimento regional, possivelmente relacionado à Orogenia Eo-Herciniana, evento responsável por nova discordância regional assinalada no topo do pacote (MILANI, 1997).

Entre o Neocarbonífero e o Eotriássico são depositados os sedimentos da Supersequência Gondwana I, com espessura total máxima de aproximadamente 2.500 m. Compreende uma ampla variedade de ambientes deposicionais, desde sedimentação ma-

rinha, com influência glacial no Neocarbonífero (Grupo Itararé e Formação Aquidauana), até continental árido, com domínio de campos de dunas no início do Mesozoico (grupos Guatá e Passa Dois e formações Piramboia e Sanga do Cabral) (MILANI et al., 2007).

A Supersequência Gondwana II ocorre restrita à porção gaúcha da Bacia do Paraná, representada por sedimentação fluviolacustre, mesoneotriássica, da Formação Santa Maria, provavelmente relacionada ao desenvolvimento de grabens distensivos assimétricos (MILANI et al., 2007).

O intervalo compreendido entre o Neojurássico e o Eocretáceo, correspondente à Supersequência Gondwana III (MILANI, 1997), é marcado pela instalação de amplo sistema sedimentar continental eólico (Formação Botucatu), com características compatíveis com a deposição dominante em campos de dunas e interdunas secas, localmente com retrabalhamento alúvio-fluvial. Segundo Milani et al. (2007), a desagregação do Pangeia, no Eocretáceo, estaria vinculada ao intenso vulcanismo fissural responsável pela cobertura de lavas da Formação Serra Geral, com espessura remanescente de até 2.000 m, que se intercala no topo e recobre os depósitos da Formação Botucatu, bem como pela intrincada rede de diques e soleiras intrusivos em todo o pacote sedimentar da Bacia do Paraná.

A cobertura neocretácea da Supersequência Bauru assenta-se de modo discordante e preferencialmente sobre os basaltos da Formação Serra Geral, com ampla distribuição geográfica e espessura máxima da ordem de 300 m. Acumulou-se em condições semiáridas a desérticas a partir de ambientes eólico (Grupo Caiuá) e alúvio-fluvial (Grupo Bauru), cronocorrelatos e interdigitados, localmente associados a rochas vulcânicas (Analcimitos Taiúva) (FERNANDES, 1998; MILANI et al., 2007).

#### **2.1.1 Unidades litoestratigráficas**

A região do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes (PCSG) abrange as unidades litoestratigráficas denominadas Grupo Itararé e formações Tatuí, Irati, Corumbataí, Piramboia, Botucatu, Serra Geral, Itaqueri e Rio Claro (Figura 2.2).

##### **2.1.1.1 Grupo Itararé (C2P1i)**

Na área do PCSG, o Grupo Itararé aflora nos municípios de Charqueada, Piracicaba, Iracemápolis, Limeira e Araras, essencialmente em cortes de

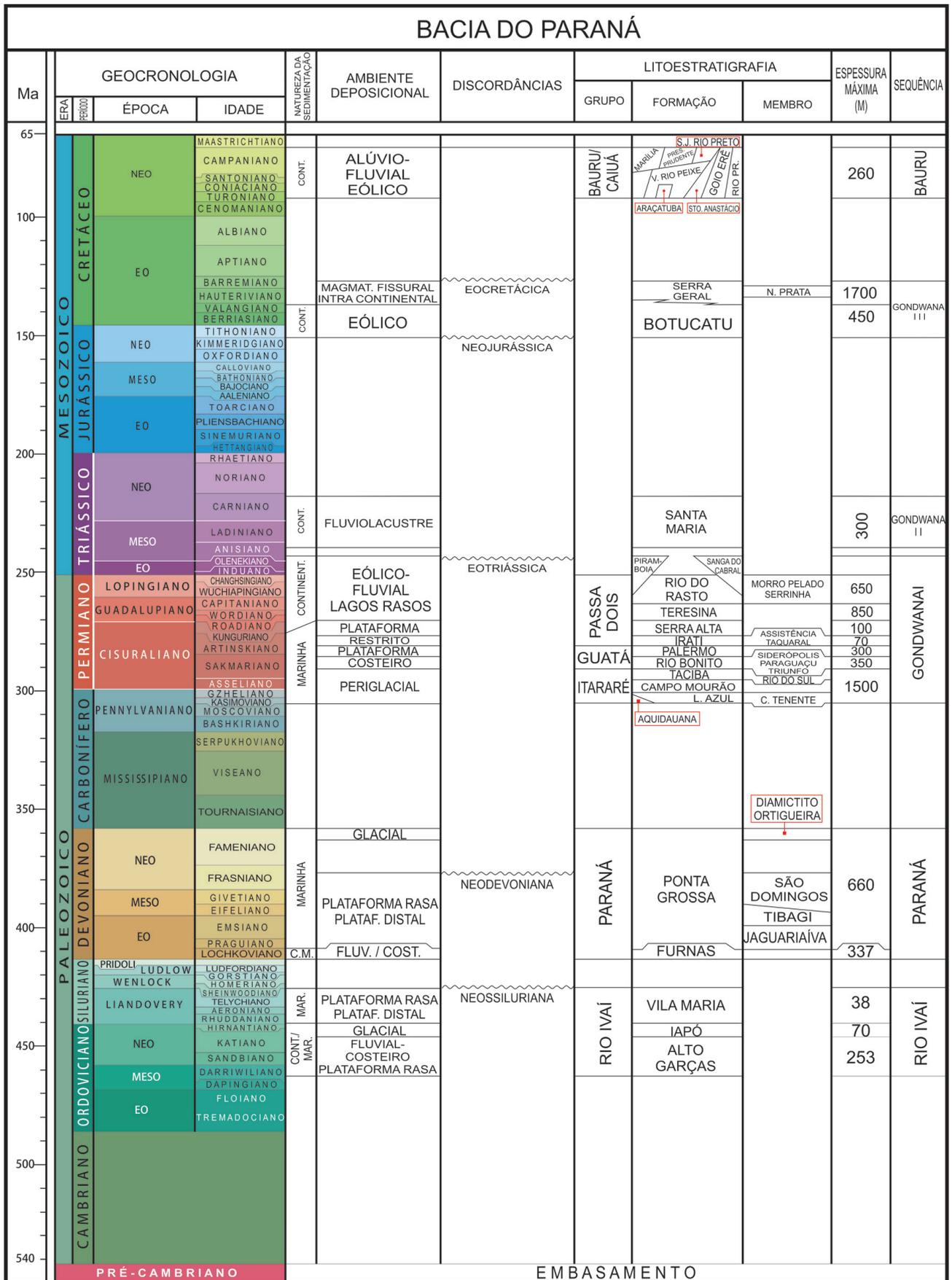


Figura 2.1 – Coluna estratigráfica da bacia do Paraná.

Fonte: MILANI et al., 2007.

Era	Períodos	Grupo	Formação	Litologia	I metros	Descrição	Ambiente de Deposição
Cenozoica	Neógeno		Rio Claro		30	Arenitos pouco consolidados com lentes de argila e níveis conglomeráticos na base.	Continental: planície aluvial e lacustre, coluviões.
	Paleógeno		Itaqueri		100	Arenitos conglomeráticos e arenitos silicificados/ferricretes.	Continental: leques aluviais.
Mesozoica	Cretáceo	São Bento	Serra Geral		100	Derrames de basalto com lentes de arenito na base, diques e soleiras de diabásio.	Magmatismo fissural.
			Botucatu		100	Arenitos bem selecionados com grãos bem arredondados e esféricos, pouca argila.	Continental: desértico.
			Pirambaia		150	Arenitos arredondados e esféricos, diversos níveis de lamitos.	Continental: fluvial e desértico.
			Corumbataí Topo		100	Siltitos contendo lentes de arenito fino, arenitos, siltitos, arenitos finos, níveis de calcários dolomíticos e coquinas.	Continental: lacustre e planície de maré.
Paleozoica	Permiano	Passa Dois	Corumbataí Base		100	Siltitos contendo lentes de arenito fino, arenitos, siltitos, arenitos finos, níveis de calcários dolomíticos e coquinas.	Continental: lacustre e planície de maré.
			Irati		40	Folhelhos, siltitos, folhelhos pirobetuminosos e calcários dolomíticos.	Laguna e plataforma.
		Guatá	Tatuí		50	Siltitos e siltitos arenosos.	Planície costeira e plataforma.
			Itararé	«Indiviso»		900	Arenitos, siltitos, varvitos e diamictitos.
		Pré-Cambriano		Embasamento			Granitos, migmatitos, gnaisses, xistos e quartzitos.

Figura 2.2 – Coluna estratigráfica das unidades geológicas presentes na área do PCSG.

Fonte: Adaptado de ROVERI, 2010.

estradas não pavimentadas. São comuns tanto arenitos médios, de tons amarelados e/ou castanho-avermelhados, como diamictitos.

Esse grupo marca a influência do período glacial, com a deposição de sedimentos associados à fase de degelo dos grandes glaciares mississipianos (Neocarbonífero a Eopermiano).

Schneider et al. (1974) propuseram a subdivisão do Grupo Itararé, nos estados de Santa Catarina e Paraná, em quatro formações: Campo Tenente, Aquidauana, Mafra e Rio do Sul. No estado de São Paulo, apesar de citações em trabalhos, o Grupo Itararé permanece indiviso.

Soares e Landim (1976) definiram três pacotes superpostos na região do médio Tietê: inferior, com folhelhos rítmicos, ritmitos, diamictitos, arenitos, arenitos conglomerados e conglomerados; médio, com silito, ritmito e diamictito; superior, essencialmente constituído de arenito, ocorrendo, também, diamictito. Considerando tais pacotes como membros, os autores citados os denominaram, respectivamente, Itu, Capivari e Tietê, até que novos dados permitissem seu mapeamento e consequente elevação à categoria de formação (PETRI; PIRES, 1992).

### 2.1.1.2 Formação Tatuí (P1tt)

A Formação Tatuí aflora em todos os municípios do PCSG, exceto em Araras. Como sedimentos típicos dessa formação, ocorrem siltitos, siltitos argilosos e arenitos finos de cores bege e cinza, encontrados em cortes de estradas não pavimentadas.

Essa unidade corresponde, no estado de São Paulo, ao mesmo intervalo deposicional das formações Rio Bonito e Palermo mapeadas em Santa Catarina e Paraná, com discreta variação regional de fácies. Essa correspondência lateral posiciona a Formação Tatuí no limite Kunguriano/Kazaniano (ALMEIDA; MELO, 1981).

A Formação Tatuí marca um período pós-glacial, sendo constituída, predominantemente, por espessas camadas de siltitos argilosos, intercalados, de forma subordinada, por camadas de arenitos, calcários, folhelhos e sílex. Os arenitos são encontrados em toda a extensão dessa formação, distribuindo-se desde a borda atual até porções mais centrais da bacia no estado de São Paulo.

Estudos petrográficos desenvolvidos por Barbosa-Gimenez (1996) e Barbosa-Gimenez, Caetano-Chang e Wu (1998) classificam esses arenitos como subarcóseos e, subordinadamente, como sublitarenitos, quartzarenitos e arcóseos.

Fúlfaro et al. (1984) e Stevaux et al. (1986) relacionam a sedimentação da Formação Tatuí a movimentos verticais ocorridos na borda norte da bacia (Flexura de Goiânia), que teriam provocado o desenvolvimento de complexos deltaicos, que, por sua vez, foram encobertos por evento marinho transgressivo.

Para Stevaux et al. (1986), os arenitos dessa formação foram depositados, principalmente, em ambiente costeiro, em barras litorâneas e plataformas de sistemas fluviodeltaicos, e em cunhas clásticas do tipo *fan-deltas*. No final da sedimentação, já em ambiente de plataforma, ocorreu o ápice da invasão marinha na Bacia do Paraná (NORTHFLEET; MEDEIROS; MÜHLMANN, 1969).

### 2.1.1.3 Formação Irati (P2i)

A Formação Irati aflora nos municípios de Piracicaba, Ipeúna, Rio Claro e Cordeirópolis. Os afloramentos mais expressivos ocorrem em Ipeúna, expostos em corte de estradas não pavimentadas, onde foram descritos folhelhos pirobetuminosos e carbonatos. Apresenta espessura média de 40 m, podendo atingir 70 m em algumas localidades (HACHIRO, 1997).

Essa unidade integra o Grupo Passa Dois e foi originalmente descrita por White (1908). Estudos em palinomorfos realizados por Daemon e Quadros (1970) indicaram idade permiana superior para os sedimentos da formação.

Schneider et al. (1974) dividiram essa formação em dois membros: Taquaral e Assistência. O Membro Taquaral é formado por argilitos e folhelhos cinza-escuro a cinza-claro, com laminação plano-paralela (BARBOSA; ALMEIDA, 1949), interpretados como depositados em ambiente marinho de águas calmas, abaixo do nível da ação das ondas. O Membro Assistência, com sedimentação sugestiva de ambiente de deposição marinho de águas rasas, compreende folhelho cinza-escuro e folhelho preto pirobetuminoso, com laminação plano-paralela, associados a calcário com marcas de ondas, laminação cruzada e convoluta, oólitos, brechas intraformacionais e laminação algálica, por vezes de composição dolomítica.

Em Ipeúna e outras localidades, como Limeira, os carbonatos são explorados para uso como corretivo de solo.

### 2.1.1.4 Formação Corumbataí (P3T1c)

Principal fonte da matéria-prima cerâmica do PCSG, a Formação Corumbataí tem ocorrência expressiva na região, principalmente nos municípios de

Rio Claro, Santa Gertrudes, Cordeirópolis e Piracicaba. Essa unidade aflora em diversas situações, como em cortes de estradas e rodovias, no leito de estradas não pavimentadas, sendo as melhores exposições as aflorantes em frentes de lavra. A espessura dessa unidade na região não ultrapassa 100 m.

A Formação Corumbataí, de idade neopermiana a eotriássica, integrante do Grupo Passa Dois, ocorre, no estado de São Paulo, sobreposta à Formação Irati e sotoposta à Formação Piramboia.

Segundo Mezzalira et al. (1981), a Formação Corumbataí é composta, em sua seção inferior, por um pacote de argilitos, folhelhos e siltitos pretos e cinza-escuro, com fraturas conchoidais e concreções calcíferas, e um conjunto de argilitos e folhelhos cinza-escuro, de aspecto rítmico, com ocasionais leitões de calcário silicificados, oolíticos em parte, além de níveis coquinoides. Na seção superior, ocorre uma sequência de argilitos e arenitos finos, argilosos, regular a bem classificados, esverdeados, arroxeados e avermelhados. Foram descritas estratificações plano-paralelas, laminações *flaser* e cruzada, marcas de ondas; em corpos arenosos, são comuns as estratificações cruzadas.

Schneider et al. (1974) destacam a ocorrência de fendas de ressecamento, estruturas estromatólíticas associadas a calcários oolíticos e laminação ondulada descontínua nos corpos arenosos. Esses autores interpretam o pacote como originado a partir de deposição em águas marinhas gradativamente mais rasas e redutoras, sendo a porção superior relacionada à deposição em águas rasas oxidantes, com influência de marés e avanços progracionais de sedimentação litorânea.

Zanardo et al. (2004), com base em estudos petrográficos, relacionam a ocorrência de sais à exposição subaérea de depósitos de planícies de maré em clima árido e destacam a ocorrência de processo diagenético, principalmente albitização, responsável por tornar a matéria-prima para cerâmica mais fundente.

Apesar da heterogeneidade litológica dos sedimentos da Formação Corumbataí, estudos de campo realizados durante a execução do Projeto Polo Cerâmico de Santa Gertrudes permitiram a subdivisão informal e a cartografia da unidade em duas litofácies, com características que influenciam no produto cerâmico. Na porção inferior, ou basal, predominam siltitos argilosos, compactados, de granulação fina, com coloração variando de vermelha a marrom, com ocorrência local de níveis arenosos. Na porção superior, ou de topo, predominam siltitos arenosos, intercalados com areias finas e cores vermelha e laranja.

Os filossilicatos são o principal grupo mineral constituinte dos siltitos pertencentes à Formação Corumbataí, ocorrendo na forma de illita, mica (muscovita e biotita), clorita, montmorilonita, caulinita e interestratificados. A illita é encontrada em toda a formação, mas se concentra, principalmente,

próximo à base. A caulinita e a montmorilonita são resultantes da ação intempérica. O restante dos filossilicatos está disperso por toda a formação. Outros minerais importantes identificados são: quartzo e feldspato potássico detrítico e, secundariamente, plagioclásio, carbonato, restos de fósseis e hematita.

No que se refere à composição química dos sedimentos, os principais componentes são  $\text{SiO}_2$  e  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , com porcentagens que podem variar segundo os graus de alteração supérgena e hidrotermal. Há outros óxidos importantes que caracterizam o grau de alteração, como  $\text{CaO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$  e  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Alterações supérgenas e hidrotermais têm grande importância na composição mineralógico-química da matéria-prima, com conseqüente diversidade nas propriedades físicas do material cerâmico, quando este é submetido ao processo fabril de queima.

### 2.1.1.5 Formação Piramboia (P3T1p)

A Formação Piramboia aflora na região do PCSG com espessura aproximada da ordem de 250 m. Integrante do Grupo São Bento, essa unidade se sobrepõe à Formação Corumbataí em contato discordante. O contato superior com a Formação Botucatu é considerado pela maioria dos autores como concordante.

Lavina e Lopes (1986), com base em correlação de poços e afloramentos e na idade da Formação Sanga do Cabral, sobreposta, sugerem idade no intervalo Neopermiano (Tartariano)-Eotriássico (Schytiano) para a deposição da Formação Piramboia.

Essa unidade é litologicamente composta por arenitos finos a grossos, moderadamente selecionados, amarelados, por vezes avermelhados, com geometria lenticular bem desenvolvida e estratificações cruzadas de grande porte. Os sedimentos teriam se depositado, segundo a interpretação de Caetano-Chang e Wu (1993), em ambiente de lençóis de dunas eólicas com interdunas úmidas, localmente intercalados com depósitos fluviais.

A Formação Piramboia é fonte de areias quartzosas para uso industrial. Suas camadas de arenito são partes constituintes do Aquífero Guarani (CPRM, 2006).

### 2.1.1.6 Formação Botucatu (J3K1bt)

A Formação Botucatu aflora na região do PCSG restrita a pequenas porções nos municípios de Ipeúna e Charqueada. Com espessura variável de 1 até 70 m e idade entre o Neojurássico e o Eocretáceo, essa unidade se sobrepõe à Formação Piramboia por meio de contatos considerados gradacionais pela maioria dos autores, tendo sido descritos contatos discordantes localmente (CAETANO-CHANG; WU, 1993). É recoberta por derrames e cortada por diques basálticos da Formação Serra Geral.

Os sedimentos dessa unidade são constituídos, essencialmente, por arenitos de granulação fina a grossa, bimodais, com cores variando entre branco e bege e tons avermelhados; os grãos são bem selecionados, arredondados e de alta esfericidade. Possui estratificação cruzada tabular e tangencial na base, de médio e grande porte, como assinatura faciológica característica (MILANI et al., 2007).

Os depósitos da Formação Botucatu têm sido interpretados como residuais de dunas eólicas crescentes e lineares, acumuladas em extenso mar de areia (*sand sea*). A ausência de depósitos de interdunas úmidas permite inferir um sistema eólico seco (SCHERER, 1998).

Essa unidade é fonte de areias quartzosas para uso industrial, sendo explorada para obtenção de lajes, utilizadas como piso ou revestimento, e blocos de alicerce para a construção civil.

Os arenitos da Formação Botucatu constituem-se em excelentes aquíferos, explotados em diversos estados brasileiros. Suas camadas de arenitos são partes constituintes do Aquífero Guarani (CPRM, 2006).

### 2.1.1.7 Formação Serra Geral (K1Bsg)

A primeira menção às rochas vulcânicas da Formação Serra Geral deve-se a White (1906), referindo-se à cobertura de lavas, com até 2.000 m de espessura, remanescente e de ampla extensão, associada a uma rede de diques e múltiplos níveis de soleiras (MILANI, 2004; MILANI et al., 2007). Essa unidade está assentada sobre os arenitos da Formação Botucatu, com a qual integra o Grupo São Bento, sendo recoberta parcialmente por sedimentos dos grupos Bauru e Caiuá.

Essa formação constitui-se, principalmente, de rochas vulcânicas e intrusivas (diques e soleiras), predominando basaltos toleíticos e andesitos basálticos, subordinadamente andesitos toleíticos, riolitos e riodacitos (CORDANI; VANDOROS, 1967; MARQUES; ERNESTO, 2004; MELFI; PICCIRILLO; NARDY, 1988; PEATE; HAWKESWORTH; MANTOVANI, 1992).

As rochas basálticas são compostas por fenocristais de augita, plagioclásio, pigeonita, alguma titanomagnetita e rara olivina, em matriz de mesma composição. As rochas intermediárias contêm fenocristais de augita, plagioclásio, pigeonita e titanomagnetita em matriz de plagioclásio, augita, pigeonita, titanomagnetita, ilmenita e quartzo. As rochas ácidas apresentam fenocristais de plagioclásio, que podem perfazer até 30% do volume da rocha, além de augita, pigeonita e titanomagnetita em matriz de quartzo, feldspato alcalino, plagioclásio, piroxênios, titanomagnetita e ilmenita (PICCIRILLO; MELFI, 1988). Dados geoquímicos indicam a proveniência de magma de dois tipos de reservatórios distintos: um de alto e outro de baixo  $\text{TiO}_2$  (PEATE; HAWKESWORTH; MANTOVANI, 1992).

Na região do PCSG, as rochas da Formação Serra Geral ocorrem, exclusivamente, como intrusões, na forma de soleiras e diques, especialmente nas formações Irati e Itararé. São basicamente compostas pelos equivalentes intrusivos das rochas vulcânicas, geralmente diabásio, podendo ocorrer dioritos e microdioritos pórfiros, andesitos, monzonitos pórfiros e traquiandesitos (MARQUES; ERNESTO, 2004; MELFI; PICCIRILLO; NARDY, 1988).

#### **2.1.1.8 Formação Itaqueri (K2Eit)**

A Formação Itaqueri, de idade estimada entre o Cretáceo Superior e o Paleógeno, com espessura de até 125 m, foi definida por Almeida e Barbosa (1953).

Essa unidade é constituída pela alternância de arenitos de matriz argilosa, folhelhos, conglomerados e níveis de arenito intensamente silicificado. Os arenitos são predominantes, sendo os demais termos litológicos de extensão limitada, formando, geralmente, corpos lenticulares alongados. Camadas de conglomerado, com até 5 m de espessura, ocorrem na maior parte da formação. Os seixos são bem arredondados, com até 30 cm de diâmetro, e constituídos, predominantemente, por basalto, podendo ocorrer quartzo, calcedônia, quartzito, filito, pegmatito, sílex e folhelho da Formação Corumbataí. Os arenitos apresentam granulação variável, desde termos de textura muito

fina, passando a siltitos, até arenitos grosseiros de granulação heterogênea, por vezes arcoseanos (ALMEIDA; BARBOSA, 1953; PONÇANO, 1981).

Ponçano (1981) sugere, para a deposição da formação, um ambiente fluvial com sedimentação em meio de alta energia, sujeito a bruscas mudanças de velocidade de transporte.

#### **2.1.1.9 Formação Rio Claro (ENrc)**

A Formação Rio Claro, de idade cenozoica, foi originalmente descrita por Bjornberg e Landim (1966). Essa unidade ocorre em contatos erosivos, normalmente recobrimdo a Formação Corumbataí, por vezes as formações Piramboia, Irati e Tatuí, ou diretamente sobre o embasamento cristalino, não ultrapassando 40 m de espessura.

Interpretada por Melo (1995) como representante de um sistema fluvial meandrante em clima úmido, a Formação Rio Claro é constituída por arenitos malselecionados, amarelos e avermelhados, por vezes com estratificações cruzadas e níveis conglomeráticos. Fragmentos limonitizados e níveis centímetros a decimétricos de argilitos são abundantes. Na base da unidade ocorrem grandes quantidades de seixos, principalmente de quartzo e quartzito.

Algo característico é a presença atual de lagoas desenvolvidas sobre os depósitos da Formação Rio Claro, além de extensas voçorocas (ROVERI, 2010).

## 3 – POTENCIAL MINERAL

Os recursos minerais considerados como potenciais na região do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes (PCSG) serão abordados com relação à sua aplicação e unidade geológica produtora (Quadro 3.1).

### 3.1 ARGILAS COMUNS

O termo “argila” não designa propriamente um mineral, mas um grupo de minerais com características muito próximas, como capacidade de absorção de água e de sinterização, plasticidade e dimensão das partículas, geralmente menores do que 0,02 mm. As argilas comuns são encontradas na natureza, como sedimentos aluvionares relativamente pouco consolidados, ou em pacotes de grande expressão geográfica, associados a determinada unidade estratigráfica; nesse caso, costumam ser mais compactas (argilas formacionais).

As argilas formacionais, a rigor, devem ser consideradas rocha (argilito), sendo compostas, comumente, por uma mistura de argilominerais e quantidades variadas de quartzo, feldspato e micas.

Uma das principais características das argilas é sua capacidade de sinterização a temperaturas relativamente baixas – a partir de 800°C –, o que lhes confere utilidade na fabricação de tijolos, telhas, blocos cerâmicos, manilhas e revestimentos.

Normalmente, as argilas aluvionares são mais ricas em matéria orgânica e em óxido de ferro; por isso, são utilizadas em produtos de menor valor agregado, como telhas e tijolos furados, enquanto a produção de ladrilhos esmaltados (pisos e revestimentos) tem como matéria-prima principal as argilas formacionais.

As argilas para uso no PCSG são exploradas tanto na Formação Corumbataí quanto em outras unidades geológicas da região, como Formação Tatuí e Grupo Itararé. Entretanto, aquelas exploradas nesses últimos locais são utilizadas, preferencialmente, para cerâmica estrutural (telhas e tijolos).

### 3.2 “ARGILAS” DA FORMAÇÃO CORUMBATAÍ

No contexto do PCSG, a principal unidade produtora de argila é a Formação Corumbataí. Apesar da heterogeneidade litológica, a CPRM/SGB dividiu a unidade em duas porções. A basal, em geral, apresenta-se mais homogênea e muito compactada, sendo de composição predominantemente ílítica. Essa porção é considerada a melhor matéria-prima para as indústrias da região. Já a porção do topo é bastante heterogênea, dada a presença de bancos arenosos, a ocorrência de carbonato e de alterações diagenéticas e hidrotermais mais ou menos pronunciadas, o que leva à formação de outros tipos de

Quadro 3.1 – Potencial mineral da região do PCSG.

Substância Mineral	Aplicação	Terrenos Geológicos
Argilas Comuns: Rochas e Sedimentos Argilosos	Cerâmica de revestimento Cerâmica vermelha	Formação Corumbataí Depósitos Aluvionares (principais drenagens) Formação Tatuí Grupo Itararé
Areia e Cascalho	Agregados para construção civil: concreto e argamassa	Depósitos Aluvionares (principais drenagens) Formação Rio Claro Formação Piramboia
Areia Industrial	Vidro, fundição, cerâmica, refratários, cimento, plásticos, tintas etc.	Depósitos Aluvionares Formação Rio Claro Formação Piramboia
Rocha para Brita e Cantaria	Produtos pétreos para construção civil: agregados e cantaria	Rochas Ígneas Básicas – Formação Serra Geral e Intrusivas Associadas
Calcário	Agrícola: corretivo de solo	Formação Irati
Materiais de Empréstimo	Pavimentação e aterro	Rochas Ígneas Básicas – Formação Serra Geral e Intrusivas Associadas Coberturas Colúvio-Aluvionares Terraços Elevados

Fonte: IPT, 2012.

argilas. Como os carbonatos influem na sinterização, é necessário um controle mais rigoroso da matéria-prima nas etapas de formulação da mistura cerâmica.

A porção superficial da Formação Corumbataí, como um todo, sofre alterações intempéricas, principalmente quando coberta pela Formação Rio Claro, aquífero de águas com características ácidas, sendo comum a dissolução de carbonatos e modificações na composição mineralógica nessa porção. A mudança mais comum é a transformação da illita em montmorilonita ou em caulinita, quando a ação intempérica é mais intensa. Os produtos gerados a partir dessa matéria-prima são mais refratários, o que faz com que muitos produtores, motivados pelas exigências dos fabricantes de revestimento cerâmico, dispensem esse material.

Para cálculo do volume de “argila” disponível na Formação Corumbataí foi utilizado o *software* ArcGIS Desktop 10.0. Os dados de elevação foram obtidos do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), corrigidos e projetados para o *Datum* WGS-84. Com esses dados, foi possível estimar a variação de espessura das porções basal e superficial da Formação Corumbataí. As reservas de argila nessa unidade foram calculadas, aproximadamente, em 26,42 bilhões de toneladas, sendo 15,46 bilhões de toneladas na porção de topo e 10,96 bilhões de toneladas em sua porção basal.

### 3.2.1 Caracterização química

A porção basal da Formação Corumbataí está caracteristicamente representada pela amostra KG-E (Quadro 3.2), na qual altos teores de fósforo ( $P_2O_5$ ) e de cálcio (CaO) indicam a presença de fosfato de cálcio.

Amostras com altos teores de potássio ( $K_2O$ ) e alumina ( $Al_2O_3$ ) sugerem a presença de illita; já aquelas pobres em teores de potássio, cálcio e sódio ( $Na_2O$ ) e alto teor em alumina indicam a presença de caulinita. Baixos teores de alumina e teores relativamente altos de cálcio e/ou sódio são sugestivos da presença de montmorilonita.

Teores elevados de cálcio, juntamente com teores relativamente baixos de sílica, sugerem tanto a presença de carbonatos como o empobrecimento de argilominerais da família da illita, como acontece com a amostra TB3 (ROVERI, 2010) (Quadro 3.3).

### 3.2.2 Caracterização física: ensaios cerâmicos

A caracterização física das argilas se dá por meio de uma série de ensaios padronizados (Ensaio Cerâmicos), para verificar se elas se enquadram nos padrões aceitáveis para comercialização do produto, conforme disposto na ABNT NBR 13818:1997 – Placas cerâmicas para revestimento – Especificação e métodos de ensaios.

Quadro 3.2 – Dados geoquímicos de elementos maiores dos sedimentos da formação Corumbataí na litofácies “Base”.

Amostra	SiO <sub>2</sub> (%)	TiO <sub>2</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	MnO(%)	MgO(%)	CaO(%)	Na <sub>2</sub> O(%)	K <sub>2</sub> O(%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	P.F.(%)
KG-G	66,31	0,56	12,33	3,54	0,09	2,9	3,53	3,51	2,03	0,11	5,11
KG-F	59,26	0,23	5,51	2,66	0,33	4,63	10,62	1,69	1,08	0,05	14,02
KG-E	55,32	0,49	11,98	6,96	0,21	1,85	8,8	2,24	2,89	5,61	3,67
KG-D	68,84	0,62	13,8	5,11	0,04	1,95	0,63	2,38	3,5	0,21	2,95
KG-B	59,43	0,24	12,96	16,73	0,09	0,39	1,28	7,39	0,19	0,04	1,27
KG-C	68,62	0,66	13,9	4,98	0,03	1,8	0,95	2,89	3,19	0,47	2,53
KG-A	68,4	0,39	8,57	2,88	0,11	1,06	7,65	2,83	1,17	4,44	2,24

Fonte: Adaptado de FERRARI et al., 2003.

Quadro 3.3 – Dados geoquímicos de elementos maiores dos sedimentos da formação Corumbataí na litofácies “Topo”.

Amostra	SiO <sub>2</sub> (%)	TiO <sub>2</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	MnO(%)	MgO(%)	CaO(%)	Na <sub>2</sub> O(%)	K <sub>2</sub> O(%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	P.F.(%)
TB1	61,44	0,58	14,46	5,19	0,09	3,6	2,68	2,39	4,16	0,17	5,23
TB2	61,96	0,54	12,6	4,63	0,08	3,05	4,57	2,86	3,37	0,22	6,13
TB3	60,05	0,39	10,82	3,01	0,09	2,66	8,81	2,52	2	0,17	9,5
TB4	66,87	0,48	11,85	4,12	0,06	3,47	2,58	2,36	2,68	0,15	5,39
TPátio	63,68	0,48	11,48	3,84	0,09	2,84	5,2	2,99	2,71	0,28	6,43

Fonte: Adaptado de ROVERI, 2010.

Os dados e demais informações apresentados a seguir (Quadros 3.4 a 3.6) fazem parte do banco de dados do grupo de pesquisa “Qualidade em Cerâmica”, desenvolvido na UNESP-Rio Claro, e apresentados na tese de doutorado de Roveri (2010). Nesse estudo, estabeleceu-se como referência: umidade para granulação na preparação da amostra: 9%; pressão de prensagem: 250 kgf/cm<sup>2</sup>; temperatura de queima: 1070°C e 1120°C.

Os parâmetros físicos Massa Específica Aparente (MEA) (g/cm<sup>3</sup>) e Módulo de Resistência à Flexão (MRF) (kgf/cm<sup>2</sup>) foram determinados também para material *in natura* (a verde) e após secagem a 110°C.

### 3.2.2.1 Massa específica aparente (MEA)

No ensaio de massa específica aparente, após prensagem, as diferenças granulométricas se refletem diretamente nos resultados. Quanto mais fino o grão da amostra, maior é sua plasticidade e, conseqüentemente, maior a sua compactação (ROVERI, 2010).

A densidade aparente pode refletir na estabilidade dimensional do produto (revestimento). O processo de prensagem da massa cerâmica antes da queima é fundamental, tendo como objetivo eliminar ou minimizar espaços vazios (poros). Quando a peça é submetida à queima, há tendência de poros ainda existentes pós-prensagem serem fechados ou eliminados, devido à fusão parcial da peça, o que transforma parte da peça em um líquido viscoso, responsável pelo fechamento ou eliminação dos poros. Caso haja apenas fechamento dos poros, não ocorrerá, necessariamente, redução do tamanho da peça. Entretanto, se houver eliminação dos poros, a tendência é que essa redução ocorra (MELCHIADES et al., 2001).

A massa específica aparente, após secagem em estufa (110°C), mostra resultados semelhantes aos da massa específica a verde. Já no caso da queima, a massa específica aparente aumenta, à medida que aumenta a temperatura. A aproximadamente 1080°C inicia a fase líquida, com ocupação dos es-

paços vazios e conseqüente interação entre os grãos presentes e formação de novas fases (ROVERI, 2010) (Quadro 3.4).

### 3.2.2.2 Módulo de resistência à flexão (MRF)

O módulo de resistência à flexão está diretamente relacionado à absorção de água: quanto menor a absorção de água, isto é, menos espaços vazios ou menor porosidade, maior será a resistência. O ensaio tem por finalidade avaliar a capacidade de a peça cerâmica suportar determinada carga (peso).

Valores elevados do módulo de resistência mecânica indicam granulometria fina, íltica, e grãos com maior possibilidade de compactação que o normalmente observado, exceto quando há orientação dos filossilicatos durante a compactação (ROVERI, 2010).

Amostras com valores acima do valor médio para os ensaios de módulo de resistência à flexão apresentam maior densidade aparente, portanto, melhor distribuição granulométrica (ROVERI, 2010). Observa-se que, após a queima, os valores dos ensaios de módulo de resistência à flexão aumentam significativamente em relação aos valores dos ensaios a verde (Quadro 3.5).

### 3.2.2.3 Absorção de água (%) e porosidade aparente (%)

A absorção de água está intimamente relacionada à porosidade: quanto maior a absorção de água, maior será a porosidade. Considerando que durante o processo de queima ocorre fusão parcial da massa cerâmica, acarretando preenchimento dos poros, quanto maior for a fusão, maior será o preenchimento dos poros e, conseqüentemente, menor será a absorção de água. A presença de minerais fundentes na massa cerâmica acarreta diminuição da temperatura necessária para a fusão. No caso da Formação Corumbataí, os minerais fundentes de maior importância são ilita e albita (feldspato).

Quadro 3.4 – Argila da formação Corumbataí: massa específica aparente (g/cm<sup>3</sup>).

Valor	A Verde*	Após Secagem	Após Queima	
	Temperatura			
	Ambiente	110°C	1070°C	1120°C
Máximo	~ 2.03	~ 2.02	~ 2.28	~ 2.65
Mínimo	~ 1.68	~ 1.71	~ 1.72	~ 1.69
Médio	~ 1.71	~ 1.79	~ 1.93	~ 2.05

Fonte: Adaptado de ROVERI, 2010.

(\*) Ensaio a verde significa que os corpos de prova ou as amostras ainda não passaram pelo processo de sinterização (queima).

Quadro 3.5 – Argila da formação Corumbataí: módulo de resistência à flexão (kgf/cm<sup>2</sup>).

Valor	A Verde*	Após Secagem	Após Queima	
	Temperatura			
	Ambiente	110°C	1070°C	1120°C
Máximo	~ 28.5	~ 31.5	~ 295	~ 490
Mínimo	~ 1.0	~ 2.5	~ 5	~ 20
Médio	~ 13.0	~ 14.0	~ 130	~ 230

Fonte: Adaptado de ROVERI, 2010.

(\*) Ensaio a verde significa que os corpos de prova ou as amostras ainda não passaram pelo processo de sinterização (queima).

### 3.2.2.4 Retração linear de queima (%)

Os ensaios de retração linear de queima mostram que o aumento da temperatura se reflete em maior retração linear quando há ocupação dos vazios pela fase líquida e, conseqüentemente, diminuição do volume. Entretanto, o aumento contínuo da temperatura depois de atingido um limite específico, diferente para cada amostra, pode acarretar efeito contrário, causado pelo surgimento de bolhas.

No Quadro 3.6 são apresentadas as determinações dos parâmetros absorção de água, porosidade aparente e retração linear de queima para as temperaturas 1070°C e 1120°C.

Os valores de absorção de água acima de 5%, quando submetidas à queima a 1070°C, indicam que, possivelmente, essas amostras se apresentam alteradas ou com baixa quantidade de illita, o que as torna mais refratárias. No entanto, amostras que apresentam valores abaixo de 2,5%, quando submetidas à queima em temperatura de 1120°C, são fundentes, características comuns às amostras ricas em illita e/ou feldspatos (albita), típicas da base da Formação Corumbataí.

### 3.3 AREIA E CASCALHO

Na região do PCSG, a areia ocorre na forma inconsolidada, em depósitos aluvionares, nas principais calhas das drenagens da região, em especial nos rios Passa Cinco, Corumbataí e Cabeça e no ribeirão Claro. Quando de origem formacional, a areia está relacionada às formações Rio Claro e Piramboia.

O cascalho é formado por agregados naturais que variam em tamanho entre 4,0 mm a 276 mm. Na região, ocorrem em calhas de drenagens com grande volume de água ou como subproduto da extração de areia da Formação Rio Claro (IPT, 2012).

A areia e o cascalho explorados na área são destinados ao uso como agregados para a construção civil (concreto, argamassa etc.) e blocos para pavimentação.

### 3.4 AREIA INDUSTRIAL

A areia industrial tem como principal característica um alto teor de sílica, na forma de quartzo. É largamente utilizada em diversos segmentos indus-

Quadro 3.6 – Argila da formação Corumbataí: absorção de água, porosidade aparente e retração linear de queima.

Valor	Parâmetro					
	Absorção de Água (%)		Porosidade Aparente (%)		Retração Linear de Queima (%)	
	Temperatura					
	1070°C	1120°C	1070°C	1120°C	1070°C	1120°C
Máximo	~ 31.5	~ 23.5	~ 46	~ 39	~ 10.8	~ 12.3
Mínimo	~ 2.5	~ 0.5	~ 3	~ -1	~ 4.6	~ 6.2
Médio	~ 15.0	~ 9.0	~ 27.5	~ 14	~ -0.6	~ 9.0

Fonte: Adaptado de ROVERI, 2010.

triais, tais como: fabricação de vidros e indústria de fundição (seus principais usos); indústria cerâmica (fabricação de refratários e de cimento); indústria química (fabricação de ácidos e de fertilizantes); fraturamento hidráulico (recuperação secundária de petróleo e gás); como carga e extensores em tintas e plásticos etc. (LUZ; LINS, 2005).

A sílica pode ser encontrada nas formas amorfa ou cristalina. A amorfa tem origem a partir do acúmulo de sílica em carapaças de algas diatomáceas que se fossilizaram ao longo do tempo. Já a cristalina pode ocorrer na forma de areia não consolidada, arenito, cristal de rocha, veio de quartzo, quartzito etc.

Devido às suas especificações técnicas, a areia industrial possui maior valor agregado quando comparada à areia para construção civil.

Na região, a areia industrial é encontrada em depósitos aluvionares e nas formações Piramboia e Rio Claro, as mesmas fontes de onde é possível se extrair areia para construção civil. A Formação Piramboia destaca-se em relação a essa substância mineral pelas características granulométricas e mineralógicas típicas da formação (IPT, 2012).

### 3.5 ROCHA PARA BRITA E CANTARIA

A brita ou pedra britada é o produto de cominuição de diversos tipos de rocha. São fragmentos de rocha dura que passaram pelo processo de britagem (fragmentação) e posterior peneiramento, atingindo tamanhos e formas específicas. As rochas mais comuns para britagem são granitos, gnaisses, basaltos e calcários. Utilizada como lastro de ferrovias, base de pavimentos e enrocamentos (muros de arrimo, aterros viários e barragens), a brita é também empregada com substância ligante para gerar argamassa e concreto. A principal unidade produto-

ra de rocha para britagem na região é a Formação Serra Geral (diabásios).

Rochas para cantaria são aquelas que recebem tratamento artesanal (talhamento), em que são fabricados paralelepípedos, paralelos, folhetas, lajes, mourões e guias. Com essa finalidade, na região do PCSG são explorados os diabásios da Formação Serra Geral (IPT, 2012).

### 3.6 CALCÁRIO

De origem química, orgânica ou clástica, as rochas calcárias são compostas, predominantemente, por carbonato de cálcio, tendo como principal mineral a calcita, podendo, entretanto, conter porcentagens de magnésio e outras impurezas. São utilizados na fabricação de cimento e cal, como matéria-prima para a construção civil, corretivos de solos ácidos, nas indústrias de papel, plásticos, química, siderúrgica, vidros etc.

Na região, o calcário explorado tem composição dolomítica (com magnésio) e provém da Formação Irati, onde ocorre na forma de bancos tabulares com aproximadamente 3 m de espessura, cuja produção é totalmente voltada para uso como corretivo de solo.

### 3.7 MATERIAIS DE EMPRÉSTIMO

Considera-se material de empréstimo o solo e a rocha retirados, normalmente, pela terraplanagem, em locais próximos à área de execução de obras, tais como empreendimentos habitacionais, construção de leitos de estrada, aterros etc.

Na região, os materiais de empréstimo são extraídos de zonas do manto de alteração (solo) de rochas básicas (diabásio), bem como de coberturas cenozoicas e colúvio-aluvionares.



# 4 – LAVRA E BENEFICIAMENTO VERSUS IMPACTO AMBIENTAL

## 4.1 MÉTODO DE LAVRA

De maneira geral, a fase de pesquisa para exploração de argila na região do PCSG se restringe a alguns furos de trado, a escavações mecanizadas e à observação de afloramentos naturais. Entretanto, esses procedimentos não são suficientes para uma perfeita avaliação do jazimento. Já a adoção de estudos sistemáticos, visando ao conhecimento da jazida, proporcionaria uma melhora significativa na precisão da viabilidade técnico-econômica da lavra.

Inicia-se a lavra com a remoção da cobertura vegetal e de uma primeira camada de solo. Nessa etapa, os órgãos ambientais exercem fiscalização intensa, especialmente quando se trata de mata nativa. No caso do decapeamento sobre material argiloso, essa cobertura varia de poucos centímetros de espessura até vários metros. O material retirado é utilizado, posteriormente, na recuperação da área lavrada e em obras de infraestrutura.

O método de lavra é a céu aberto, com bancadas, em geral, de 10 m (Figura 4.1). Para o desmonte, utilizam-se escavadeiras hidráulicas e tratores de esteiras. Em caso de minérios mais compactados, faz-se uso de explosivos (Figura 4.2).

A lavra se desenvolve de forma seletiva e empírica, sendo deixada por conta da “experiência” do operador de máquina a escolha do material a ser lavrado. Os diversos tipos de materiais encontrados permitem a execução de *blenders*, os quais são estocados na própria mina ou enviados diretamente para o pátio das indústrias, onde se dá início às diversas fases do processo produtivo (Figura 4.3).



Figura 4.1 – Vista panorâmica de mineração de argila no PCSG.  
Fotografia: ASPACER, 2013.



Figura 4.2 – Desmonte mecânico com escavadeira, transporte por meio de caminhões e área de estocagem ao ar livre em mina de argila no PCSG.  
Fotografia: Roberto Loreti Junior, 2013.

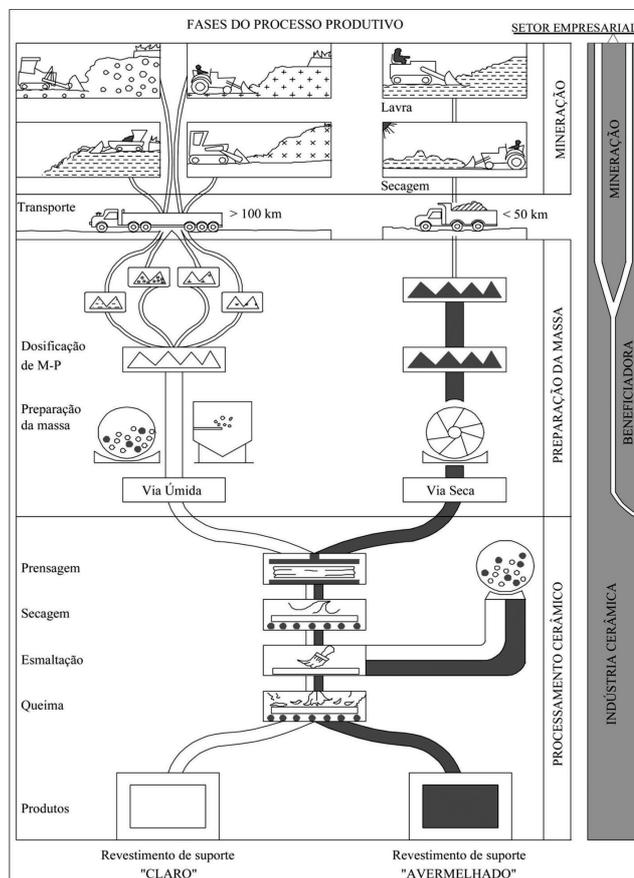


Figura 4.3 – Fases do processo produtivo de revestimentos cerâmicos.  
Fonte: IPT, 2002.

## 4.2 BENEFICIAMENTO (VIA SECA)

O beneficiamento da matéria-prima se constitui em uma das fases mais importantes do processo de produção, sendo caracterizado por diversas operações, conforme descrito a seguir.

### 4.2.1 Cominuição, homogeneização e pré-secagem

Posteriormente à extração, a matéria-prima é carregada em caminhões basculantes até a área dos pátios das indústrias, para secagem a céu aberto e fragmentação, utilizando-se tratores de grades e rolos. Existem casos em que há necessidade da cominuição de torrões em britadores tipos martelo ou rolo.

Em seguida, o material é conduzido a galpões cobertos para homogeneização e direcionado para estocagem da matéria-prima contendo aproximadamente 5% de água (Figura 4.4).



Figura 4.4 – Galpão destinado à homogeneização da matéria-prima.

Fotografia: ASPACER, 2013.

### 4.2.2 Moagem

Nessa etapa, o material é conduzido ao secador rotativo, até atingir umidade inferior a 5%, e, depois, aos moinhos, que podem ser dos tipos martelo e pendular (Figuras 4.5 e 4.6) ou rolo compressivo. Esse procedimento, conhecido como “moagem a seco”, oferece diversas vantagens em relação ao processo por via úmida, dentre as quais se destacam: menor custo energético; menor custo de manutenção; minimização de impactos ambientais (LOLLI; NASSETTI; MARINO, 2000); eliminação de custos com floculantes e aditivos. No final, o produto é submetido a peneiramento em malha igual ou superior a 35#.

O pó seco sofre umidificação e granulação – processo de formação de grânulos para a prensa-



Figura 4.5 – Moinho tipo martelo.  
Fotografia: ASPACER, 2013.



Figura 4.6 – Moinho tipo pendular.  
Fotografia: ASPACER, 2013.

gem. A partir desse ponto (massa pronta), o material é armazenado em silos nas linhas de produção (Figura 4.7).



Figura 4.7 – Silo para armazenamento de argila moída.  
Fotografia: ASPACER, 2013.

#### 4.2.3 Prensagem e secagem

A etapa de prensagem ou de conformação destina-se a compactar a massa cerâmica, utilizando-se, para isso, prensas pneumáticas que chegam a atingir 250 kg/cm<sup>2</sup> (Figura 4.8).



Figura 4.8 – Prensas pneumáticas.  
Fotografia: ASPACER, 2013.

Posteriormente, as peças cerâmicas são levadas para secadores dos tipos túnel ou vertical, que atingem temperaturas de 150°C, a fim de que a água remanescente contida nos poros seja extraída (Figura 4.9).

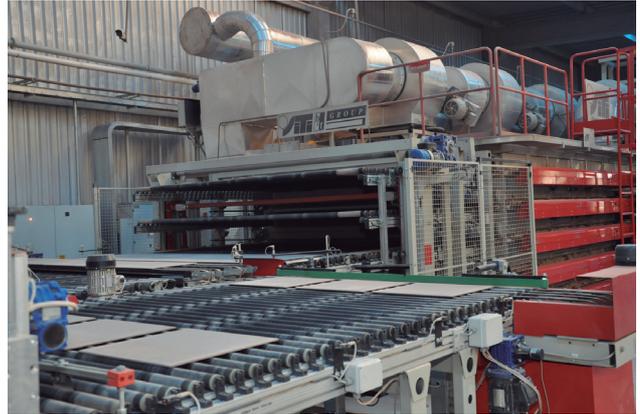


Figura 4.9 – Entrada de peça cerâmica no secador.  
Fotografia: ASPACER, 2013.

#### 4.2.4 Esmaltação

A esmaltação tem como principais funções impermeabilizar e aumentar a propriedade de isolamento elétrico, além de conferir à peça visual decorativo atraente e acabamentos superficiais diferenciados (rústico, fosco, brilhante etc.). Trata-se de uma mistura de vidros, caulins e pigmentos que se fundem na superfície e aderem à peça cerâmica (Figura 4.10).



Figura 4.10 – Linha de produção: processo de esmaltação.  
Fotografia: ASPACER, 2013.

#### 4.2.5 Queima

Em fornos do tipo túnel, as peças cerâmicas são submetidas a temperaturas em torno de 1080°C a 1150°C, em ciclos que podem variar de 20 até 45 minutos. Talvez esta seja a etapa mais importante no processo de fabricação de revestimento cerâmico.

co, em que são geradas as principais propriedades físicas no material, como redução ou eliminação total de poros, contração, aumento da massa específica e ligação dos cristais entre si. Durante esse tratamento, pode ocorrer a vitrificação ou a sinterização; a primeira se dá quando há formação de vidro, devido à fusão parcial das matérias-primas; na segunda, ocorre somente a soldagem dos grãos por fusão superficial (Figura 4.11).



Figura 4.11 – Entrada de peça cerâmica- no forno.  
Fotografia: ASPACER, 2013.

## 4.3 IMPACTOS AMBIENTAIS

Os principais impactos ambientais decorrentes da atividade minerária em geral e, de modo particular, da mineração de argila, são: ruídos e vibrações; emissão de poeira; erosão; assoreamento de drenagens; alteração do regime hídrico de subsuperfície; eliminação de flora e fauna nativas; degradação paisagística.

### 4.3.1 Ruídos e vibrações

Esse tipo de impacto inicia-se já nas fases preliminares da lavra, com os trabalhos de sondagem e abertura de poços e trincheiras, e perdura por toda a vida útil da jazida, com tráfego de veículos pesados, operação de unidades de britagem, moagem e outras, além de eventuais detonações. Embora não possa ser eliminado, é um impacto que pode ser conduzido a níveis aceitáveis, por meio de monitoramento sistemático e ajustes a procedimentos técnicos e equipamentos.

### 4.3.2 Emissão de poeira

Esse tipo de impacto também está presente nas várias fases do empreendimento, tanto nos trabalhos de perfuração como nas etapas subsequentes de detonação, carregamento, transporte, estoca-

gem e beneficiamento. Os efeitos mais acentuados, tanto no homem como nos animais, são as complicações respiratórias. Além destes, o efeito nocivo de certos tipos de partículas provoca a queima das folhas dos vegetais e sua consequente morte.

As fases de perfuração, desmonte (com ou sem detonação), carregamento e transporte são responsáveis pelos maiores índices de emissão de partículas no ar, seguidas pelas de formação de estoque e pilhas de rejeito ao ar livre.

De modo geral, a medida mitigadora para esse tipo de impacto é a implantação de um cinturão verde com malha adensada – eucalipto é uma boa opção –, que sirva de anteparo entre a fonte emissora (mina, usina, acessos etc.) e os núcleos urbanos mais próximos.

A condução de trabalhos por técnico legalmente habilitado deverá orientar a exploração das frentes de lavra, de forma que o material particulado em suspensão não se disperse na direção de áreas urbanizadas.

### 4.3.3 Erosão

A remoção da cobertura vegetal e da camada de solo superficial expõe a área a ser minerada a processos erosivos que podem ser mais ou menos acentuados, de acordo com a natureza do material explorado e do método de lavra utilizado.

No caso do PCSG, considerando-se a natureza argilosa do sedimento e o método de lavra – em bancadas verticais –, os efeitos da erosão podem ser minimizados, mas, ao se atingir níveis mais arenosos e que permaneçam expostos às intempéries, pode-se dar início a processos erosivos mais enérgicos e marcantes. A erosão pode, nesses casos, extrapolar os limites da área em lavra e atingir estradas e núcleos habitacionais, bem como solapar redes de saneamento e de abastecimento d'água.

### 4.3.4 Assoreamento das drenagens

O assoreamento das drenagens é uma consequência direta da erosão. Por conta da remoção da vegetação e do solo, a erosão é aumentada e, conseqüentemente, eleva-se a quantidade de sedimentos transportados em direção a drenagens locais e cursos de maior porte. Também associado a esse processo pode haver comprometimento da qualidade das águas pelo aporte de resíduos industriais e de material contaminante do ambiente da mina.

### 4.3.5 Alteração do regime hídrico de subsuperfície

Esse tipo de impacto ocorre por conta do seccionamento de um aquífero durante a abertura de uma cava. A porção de terreno situada à jusante da

cava fica privada do fluxo de água subterrâneo, por vezes com ressecamento das porções superiores do solo.

#### 4.3.6 Eliminação de flora e fauna nativas

A remoção da camada orgânica do solo impacta tanto o meio físico (solo) como o biológico (flora e fauna). O desmatamento provoca a redução ou mesmo a extinção do banco de sementes nativas, tanto no próprio *pit* 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 da cobertura vegetal nativa tem como consequência imediata a redução da fauna local por migração das espécies ou simples extinção pela eliminação do habitat.

Em empreendimentos de grande porte, as empresas mineradoras costumam formar reservas biológicas para preservação de espécies locais da flora e da fauna, para posterior repovoamento por ocasião da recuperação da área.

#### 4.3.7 Degradação paisagística

A degradação paisagística pode ser entendida como resultado dos impactos anteriormente descritos tomados em conjunto: cicatrizes no relevo, erosão, desmoronamento, poluição do ar; poluição sonora, ressecamento local da paisagem, poluição de aquíferos e outras.

O desmatamento e a consequente esterilização do solo gerada pela mistura de solo orgânico com material estéril são impactos que podem ser mitigados durante e após a atividade extrativa, se adotados procedimentos tais como:

- Remoção da camada de solo vegetal de forma seletiva, visando à sua posterior utilização, de modo a preservar a fertilidade das áreas residuais ou recuperadas e a diversidade da flora, por meio de “banco” natural de sementes.
- Recobrimento da área com a camada de solo orgânico previamente reservado, com seu “banco” de sementes nativas, de modo a que ocorra, naturalmente, a revegetação do terreno lavrado.
- Suavização dos taludes remanescentes, de forma a mitigar os efeitos causados pela operação de lavra: após a retirada do material, a área normalmente apresenta uma morfologia que favorece a erosão e os desmoronamentos e, no seu conjunto, a formação de cicatrizes na paisagem.
- Execução de um sistema de controle e fixação de rejeitos e materiais inconsolidados,

para que estes não cheguem à bacia de drenagem. Isso pode ser feito de modo bastante eficiente, com o plantio de árvores e revegetação rasteira.

#### 4.4 RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

A recuperação de áreas degradadas pelas atividades de mineração é um imperativo decorrente de interesses públicos e sociais, sujeitos ainda a questões de ordem econômica, de direito privado e de preservação ambiental. Na literatura geológica, é frequente o uso da expressão reabilitação de áreas degradadas, que pode ser entendida em um contexto mais amplo de “possibilitar um novo uso” à área minerada, ao invés de puramente recompor a paisagem original, nem sempre possível.

O uso futuro das áreas degradadas dependerá de sua localização e da conformação final do terreno. Dificilmente consegue-se uma recomposição plena dessas áreas, porém, muitas vezes, o ambiente restante ao final das operações pode ser convenientemente tratado, as cavidades preenchidas com material estéril e recobertas com solo orgânico previamente separado, gerando ambientes que, em longo prazo, poderão se tornar ecologicamente relevantes. Outra opção é a formação de lagos artificiais em cavas já exauridas, os quais poderiam ser destinados à piscicultura e ao lazer.

O plano de recuperação das áreas deverá ser previsto já na fase de elaboração do projeto de mineração. Nesse caso, o seu caráter é preventivo, oferecendo maior flexibilidade para execução durante as operações, estendendo-se até a exaustão da mina. Entretanto, o que se verifica, na prática, é o abandono dessas áreas, sem qualquer conscientização dos empresários quanto à necessidade premente de sua recuperação, fazendo com que essas medidas sejam de caráter essencialmente corretivo.

Os critérios a serem adotados no processo de recuperação envolvem o conhecimento das várias etapas em que se desenvolve a mineração (pesquisa, lavra e beneficiamento), da forma e grau de interferência de cada etapa com o meio ambiente e das características topográficas, climáticas, litológicas, edáficas, geomorfológicas, da fauna e flora locais. No caso de a atividade se desenvolver nas proximidades de áreas urbanas, deve-se considerar o tipo de ocupação futura em acordo com o zoneamento urbano local.

Grande parte dos problemas provenientes da mineração é, na realidade, oriunda de atividades informais, cujos responsáveis, por se sentirem “livres” de obrigações perante os órgãos regulamentadores e fiscalizadores, promovem lavra predatória, sem critérios técnicos, com graves consequências para o meio ambiente e a sociedade, face à exaustão prematura dos recursos minerais e exposição da atividade mineira a uma justa crítica social.

É importante ressaltar a questão da segurança dessas áreas durante todas as etapas de ocupação – lavra e pós-lavra –, devendo tais etapas estar adequadamente sinalizadas quanto a locais de risco e zonas de segurança e de amortecimento a áreas impactadas, além de contínuo monitoramento, de modo a se minimizar as possibilidades de acidentes pessoais.

# 5 – MERCADO CERÂMICO

## 5.1 PANORAMA INTERNACIONAL

O revestimento cerâmico faz parte da complexa cadeia produtiva da construção civil, setor que apresentou forte oscilação nos últimos anos, em função da crise econômica mundial de 2008. Em que pese esses aspectos, observou-se um crescimento no setor, principalmente e de forma sintomática nos países que compõem o BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul).

A China é o maior produtor mundial de placas cerâmicas. Ela representa 72% desse mercado, com uma produção anual média de 5.760,75 milhões de metros quadrados no período de 2009 a 2012. Em segundo lugar, encontra-se o Brasil, com uma produção média de 790,15 milhões de metros quadrados no mesmo período, quantidade 7,2 vezes menor do que a produção chinesa. Nas terceira, quarta e quinta posições estão Índia, Irã e Itália, respectivamente, com produções nos mesmos patamares que o Bra-

sil, segundo a Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres (ANFACER) (Figura 5.1).

Com a exclusão dos dados de produção da China, obtém-se uma visualização mais objetiva da posição dos demais países líderes desse mercado (Figura 5.2). Observa-se que apenas a Itália não retomou totalmente o crescimento, o que se justifica pelo fato de esse país se encontrar na Zona do Euro, uma região econômica ainda em crise devido ao alto endividamento de seus países-membros.

Ao se analisar o consumo médio nesse período, observa-se que os quatro maiores produtores são também os maiores consumidores, na mesma sequência e ordem de grandeza, o que significa que o mercado de cerâmica é tipicamente interno. A relação entre produção e consumo desses países apresenta uma correlação linear positiva de 0,999 (Figura 5.3), com excedentes de produção variando de -1,2% (Índia) a 15,7% (China).

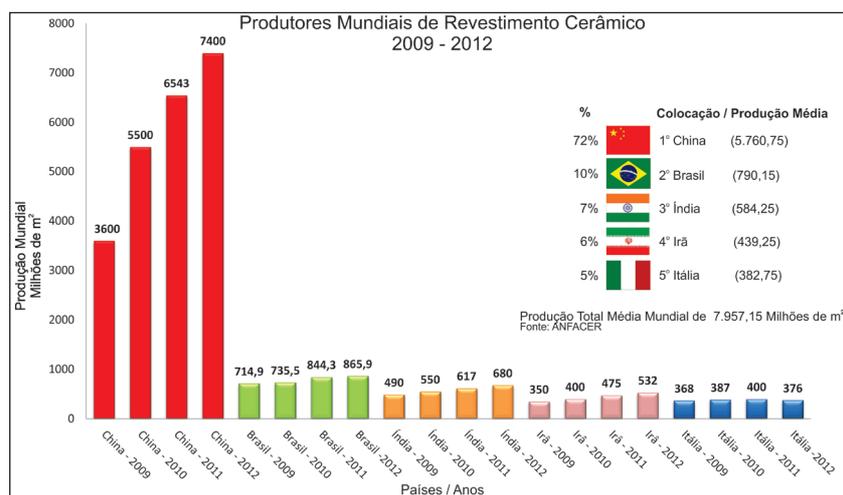


Figura 5.1 – Maiores produtores mundiais de revestimento cerâmico no período 2009-2012.  
Fonte: ANFACER, 2013.

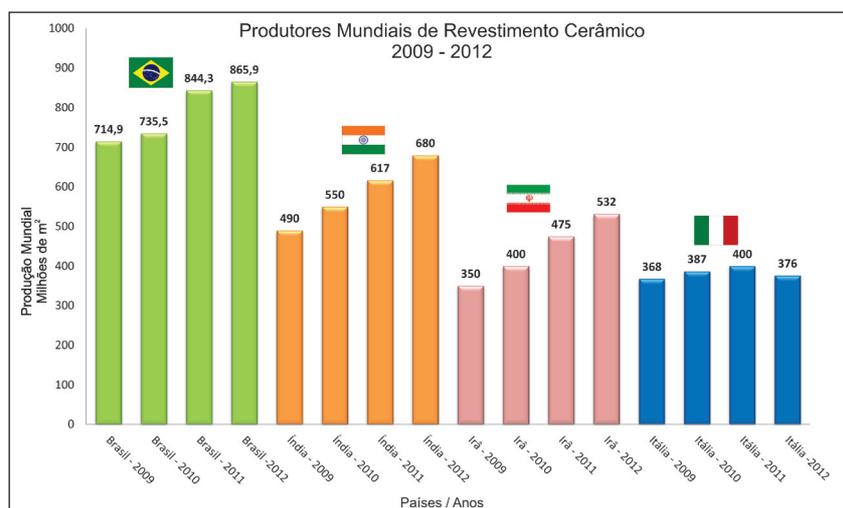


Figura 5.2 – Maiores produtores mundiais de revestimento cerâmico, exceto China, no período 2009-2012.  
Fonte: ANFACER, 2013.

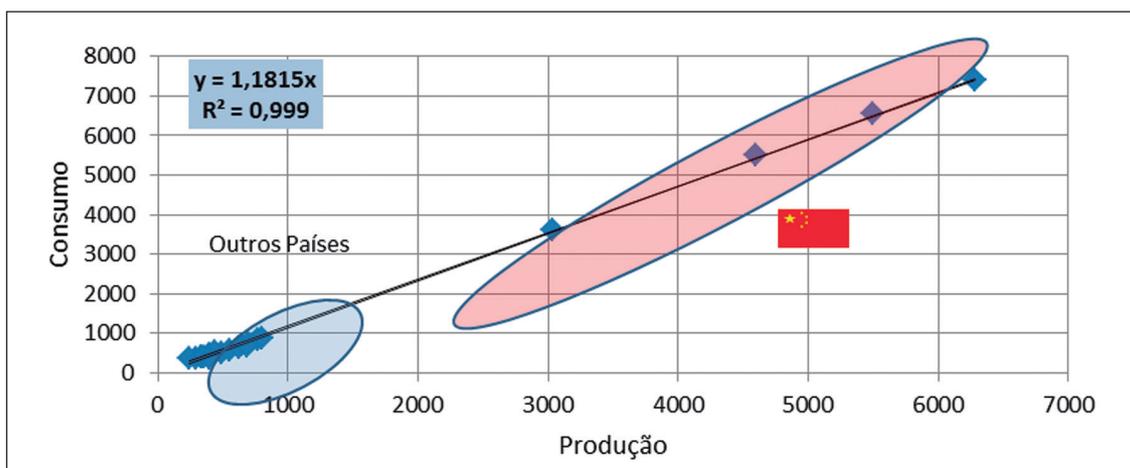


Figura 5.3 – Correlação linear positiva de 0,999 entre os valores de consumo e produção mundiais (China, Brasil, Índia e Irã) no período 2009-2012.  
Fonte: ANFACER, 2013.

O Brasil, com consumo médio anual de 730,5 milhões de metros quadrados, apresenta um excedente de produção de 7,6% ou 60 milhões de metros quadrados, teoricamente destinados à exportação. Situação interessante é a do Vietnã, que, em consumo, ocupa a quinta posição no mundo sem ser um grande produtor, ou seja, é o maior importador de revestimento cerâmico do mundo. De forma similar, a Índia apresenta consumo médio de 591,00 milhões de metros quadrados, 1,2% superior aos 584,25 milhões de metros quadrados produzidos, sendo, portanto, outro importador de produtos cerâmicos (Figura 5.4). Essas informações servem como indicadores econômicos de expansão da construção civil.

O “ajuste” entre produção e consumo dos principais produtores mundiais de revestimento cerâmico é ilustrado na Figura 5.5.

No que se refere às exportações, a China, com excedente de produção superior a 900 milhões de metros quadrados, continua liderando o *ranking* do setor, com 57% do mercado mundial. As posições seguintes, contudo, apresentam uma inversão significativa em relação aos dados anteriormente apresentados. As-

sim, a Itália, que ocupa a quinta posição entre os produtores de cerâmica, passa para a segunda posição entre os exportadores, seguida por Espanha, Turquia e Brasil, este na quinta posição, com um pouco mais de 59 milhões de metros quadrados exportados no período de 2009 a 2012 (Figura 5.6).

Nesse contexto, o Brasil se destaca como principal produtor, consumidor e exportador da América do Sul.

## 5.2 Panorama Nacional

O setor cerâmico no Brasil carece de estatísticas e indicadores de desempenho. No caso de seu principal insumo mineral, a argila, os dados do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) são amplos e respondem por toda a gama de utilização dessa matéria-prima, envolvendo indústrias químicas, cimenteiras e de abrasivos, entre outras. Assim, para a questão dos pisos esmaltados, os dados estatísticos têm como base as matérias-primas agregadas à cerâmica de revestimento, tais como caulim, feldspato, micas e zircônio.

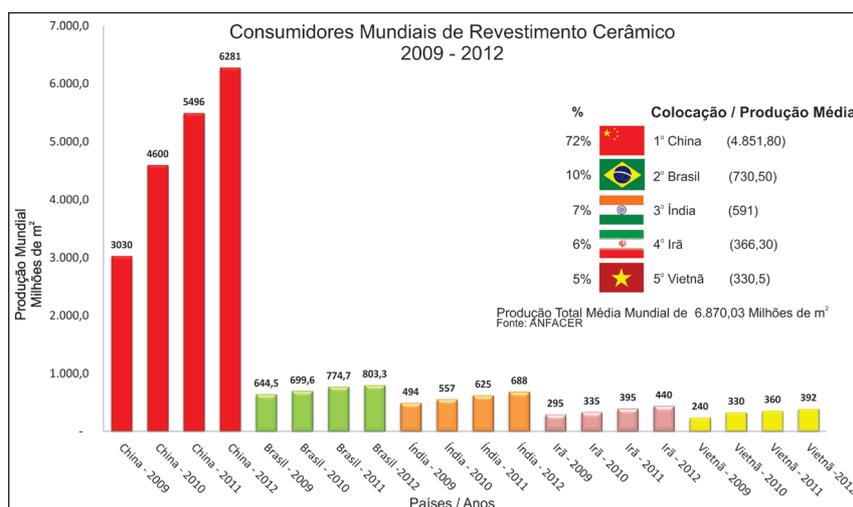


Figura 5.4 – Principais consumidores mundiais de revestimento cerâmico no período 2009-2012.  
Fonte: ANFACER, 2013.

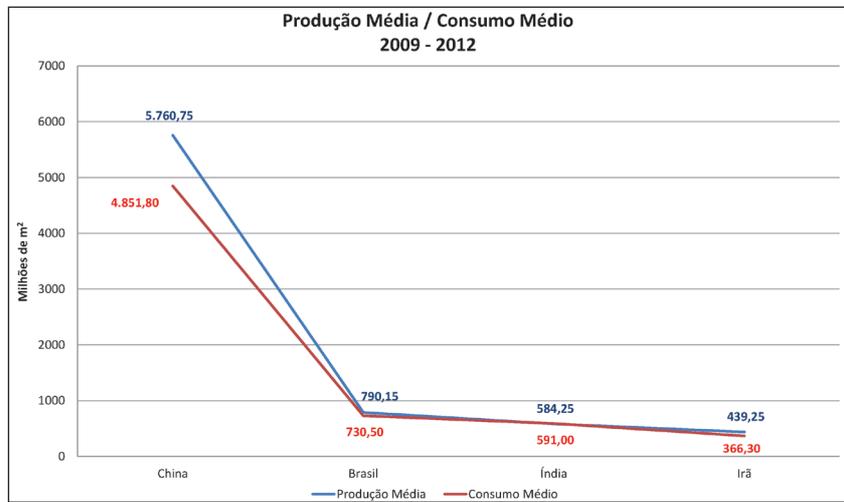


Figura 5.5 – Produção média versus consumo médio mundial para revestimento cerâmico no período 2009-2012. Fonte: ANFACER, 2013.

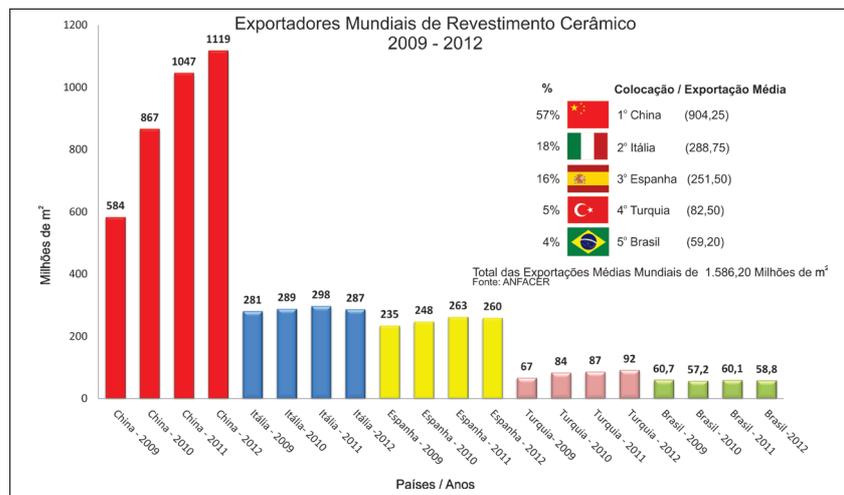


Figura 5.6 – Maiores exportadores mundiais de revestimento cerâmico no período 2009-2012. Fonte: ANFACER, 2013.

Por outro lado, a compilação de informações referentes às cerâmicas de revestimento é de responsabilidade das associações nacionais, tais como: Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres (ANFACER), Sindicato das Indústrias de Cerâmica – Criciúma – SC (SINDICERAM) e Associação Brasileira de Cerâmica (ABCERAM), além de associações locais, que perfazem 26 no território nacional.

Nesse contexto, merece destaque a Associação Paulista das Cerâmicas de Revestimento (ASPACER), organizada no âmbito do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes, fonte de parte das informações apresentadas neste Informe.

### 5.3 INDÚSTRIA NACIONAL DE CERÂMICA

O setor cerâmico no Brasil é amplo e heterogêneo quanto à estrutura produtiva, à tecnologia de transformação e ao mercado consumidor. Considerando-se a ampla e variada disponibilidade de matéria-prima em todo o território nacional e por ser um bem de consumo básico da construção civil, a indústria cerâmica encontra-se representada em

praticamente todas as regiões de maior densidade populacional do país.

No que se refere à cerâmica de revestimento, entretanto, bem como à de louças sanitárias e congêneres, observa-se uma setorização mais definida. Nesse quesito, a Região Sudeste responde por 78% da produção nacional, com destaque para os polos cerâmicos de Santa Gertrudes (PCSG) e de Criciúma (PCCR). Outros polos produtores, principalmente no Nordeste, respondem por 21% da produção nacional (Figura 5.7).

Nos últimos anos, tem-se observado o surgimento de novos centros produtores, bem como o crescimento de produtores menos tradicionais, em função de aumento da demanda interna decorrente de programas habitacionais (por exemplo, “Minha Casa, Minha Vida”) e sociais (aumento da renda familiar) do Governo. No período de 2006 a 2012, a produção desse segmento cresceu 65%, sendo acompanhada de perto pelas vendas no mercado interno, que cresceram 56,8% (Figura 5.8).

Além da disponibilidade de matéria-prima mineral, a concentração das indústrias cerâmicas em alguns polos deve-se a questões de infraestrut

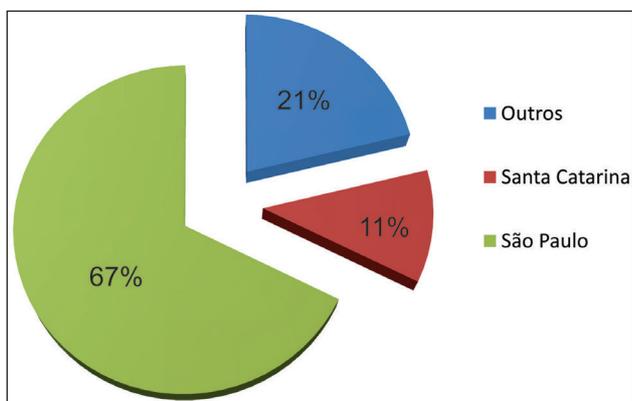


Figura 5.7 – Distribuição da produção nacional de revestimento cerâmico no período 2006-2012.

Fonte: ANFACER, 2013; SINDICERAM, 2013.

tura viária e energética. No caso do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes (PCSG), a oferta de gás natural oriundo da Bolívia a preços competitivos tem sido um relevante indutor de crescimento desse setor. Em termos concretos, a produção do PCSG saltou de 388 milhões de metros quadrados em 2006 para 615,02 milhões de metros quadrados em 2012, representando um aumento de 59%.

O mesmo não se verificou, contudo, na região ceramista de Santa Catarina, porquanto o Polo Cerâmico de Criciúma (PCCR) produziu, em 2012, cerca

de 87,5 milhões de metros quadrados contra 81,3 milhões de metros quadrados em 2006, o que representa um aumento de apenas 8% (Figura 5.9).

Os principais produtores cerâmicos possuem um mercado essencialmente doméstico, sendo apenas o excedente destinado à exportação. Refletindo o crescimento do mercado interno brasileiro, nosso excedente de produção vem apresentando uma queda contínua nos últimos anos, tendo variado de 18,5% em 2006 a 7,3% em 2012 (Figura 5.10).

Observa-se, no gráfico da Figura 5.10, um dado interessante: o crescimento contínuo da demanda e, conseqüentemente, da produção, entre 2006 e 2012, apesar das crises econômicas ocorridas no período. O excesso de produção, mesmo com percentuais decrescentes, reflete maior volume de exportações.

Nesse contexto, um fato notável é que Santa Catarina, com apenas 11% da produção nacional, detém 23% das exportações (Figura 5.11).

Os setores ceramistas de São Paulo e de Santa Catarina estão representados por cerca de 6.900 empresas de porte variado. Ao longo dos anos, essas empresas desenvolveram-se e adotaram novas tecnologias, tanto em processos – por exemplo, moagem a seco e queima em fornos contínuos – como em produtos – por exemplo, os porcelanatos.

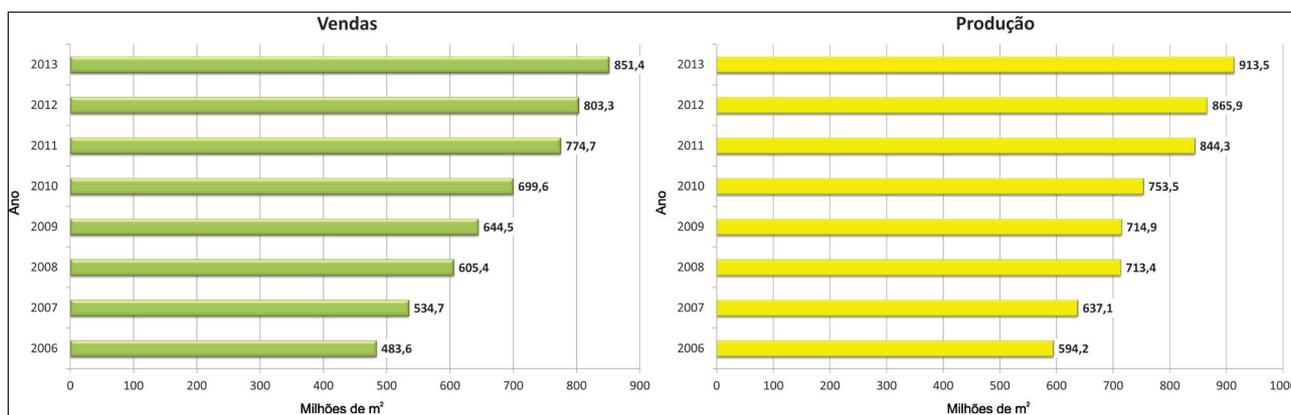


Figura 5.8 – Evolução das vendas e produções brasileiras de revestimento cerâmico no período 2006-2012.

Fonte: ANFACER, 2013; SINDICERAM, 2013.

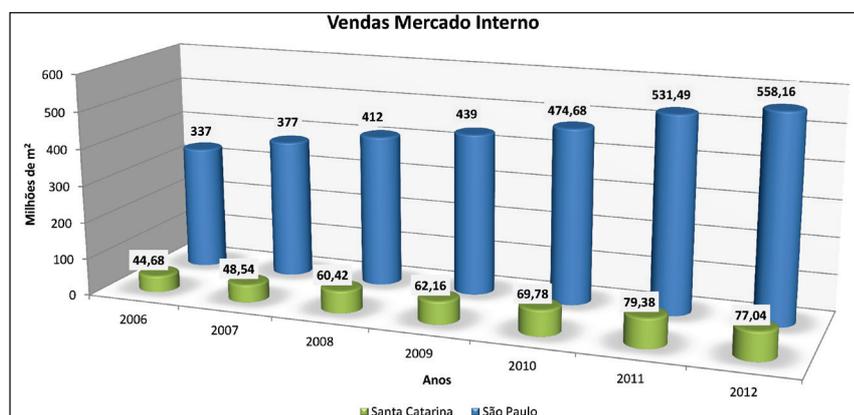


Figura 5.9 – Produção de revestimento cerâmico nos estados de Santa Catarina e São Paulo no período 2006-2012.

Fonte: ANFACER, 2013; SINDICERAM, 2013.

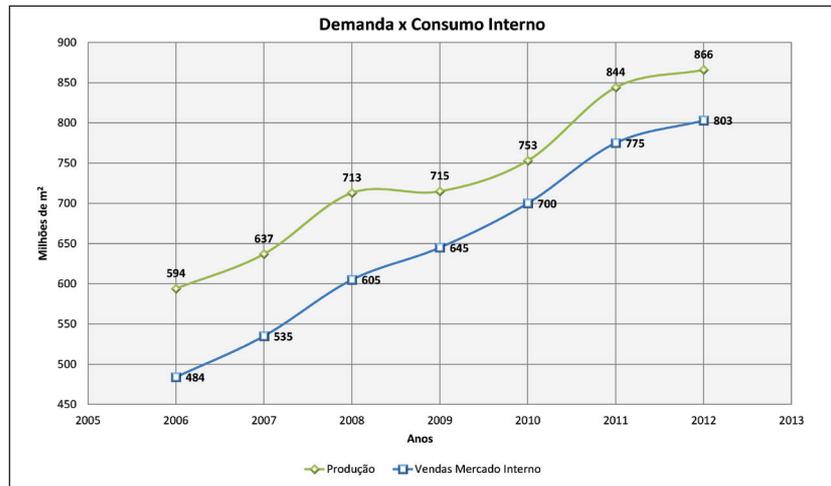


Figura 5.10 – Produção e consumo interno de revestimento cerâmico no Brasil no período 2006-2012.  
Fonte: ANFACER, 2013; SINDICERAM, 2013

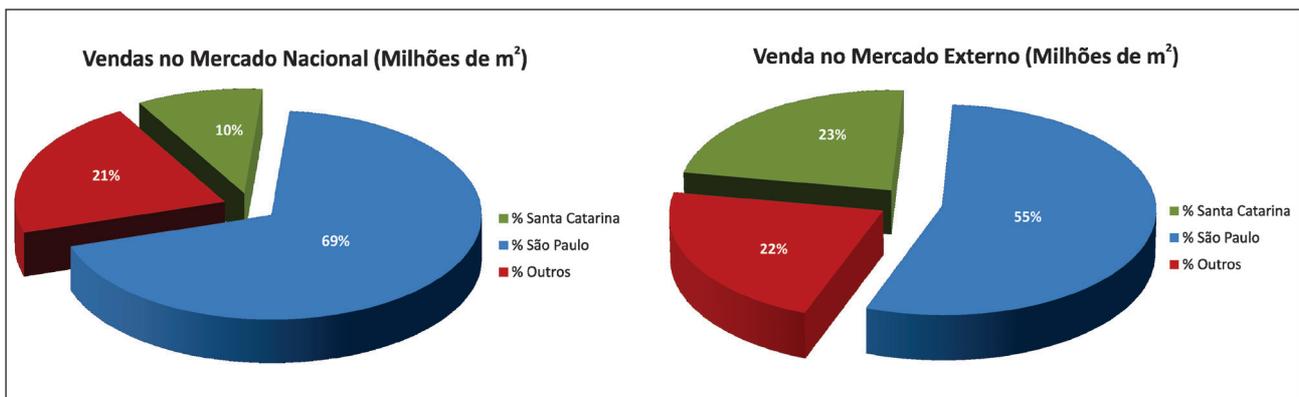


Figura 5.11 – Vendas de revestimento cerâmico nos mercados interno e externo no período 2006-2012.  
Fonte: ANFACER, 2013; SINDICERAM, 2013.

Nesse contexto, observa-se uma especialização da indústria cerâmica do sul do país, resultando no que tem sido chamado de “bipolaridade da indústria ceramista brasileira”. Essas empresas adquiriram *expertise* e conquistaram também o mercado externo, firmando-se como principais produtoras nacionais e sul-americanas, além de se manterem na segunda posição de produção mundial.

No Brasil, as poucas empresas com expressão mundial englobam 22% do faturamento do setor (BNDES, 2013), estando concentradas no estado de Santa Catarina (PCCR). As empresas de maior porte, responsáveis pelas marcas conhecidas nacionalmente, concentram 10% da produção nacional. Elas focam em produtos de melhor qualidade e, conseqüentemente, de maior valor agregado, o que as beneficia no frete marítimo. Voltados para as classes A e B, que privilegiam o *design*, esses produtos tentam se aproximar de padrões europeus, notadamente os adotados por Itália e Espanha. O foco na qualidade fez com que seus preços (m²) fossem o dobro do valor cobrado em 2010 e saltassem para o triplo em 2012 em relação aos preços praticados no mercado nacional.

Na outra ponta do setor têm-se as empresas de pequeno e médio porte com capital privado

nacional, fechado e de origem familiar, concentradas no Polo Cerâmico de Santa Gertrudes. Responsáveis por 62% da produção nacional, essas empresas se especializaram em produtos voltados ao consumidor de menor poder aquisitivo (classes B e C), porém representando um mercado francamente maior. Sua linha de produção está voltada para azulejos, pisos, porcelanatos, pastilhas e lajotas, entre outros, caracterizados de modo geral como revestimentos. Graças ao desenvolvimento tecnológico dos processos de formatação e queima dos ladrilhos, os preços finais foram sensivelmente reduzidos, chegando a valer um terço dos preços praticados no PCCR.

Com base na produção anual (m²) e considerando que para cada metro quadrado produzido são necessários 13 kg de argila contida, pode-se estimar as necessidades de matéria-prima para cada um dos polos produtores, sem esquecer que:

- as argilas se apresentam naturalmente com 12 a 15% de umidade;
- durante o processo de queima ocorre 5% de perda ao fogo;
- para a massa final pode ser assumida uma densidade de 1 g/cm³.

No caso do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes (PCSG), considerando-se a produção de 535,79 milhões de metros quadrados em 2012, chega-se a 6,97 milhões de toneladas métricas.

Uma estimativa de demanda de matéria-prima dos principais polos cerâmicos do país é apresentada no Quadro 5.1.

O setor ceramista brasileiro tem grandes oportunidades de crescimento, haja vista a escalada crescente de empreendimentos cerâmicos em outras regiões brasileiras. O Nordeste destaca-se como

uma região que vem atraindo investimentos, pois tem disponibilidade de mão de obra, posição geográfica favorável às exportações e estímulos fiscais por parte dos governos estadual e federal.

Desafios não faltam ao setor ceramista nacional. Dentre eles, destaca-se a descoberta de novas jazidas com teores e tonelagens adequadas para aumento da demanda, além de pesquisas geológicas detalhadas nos depósitos já conhecidos, com o objetivo de maximizar o aproveitamento da lavra e o barateamento dos custos gerais dos processos de produção.

Quadro 5.1 – Volume de produção médio de matérias-primas para as indústrias de revestimento cerâmico brasileiras no período 2006-2012.

Polo Produtor	Produção Média			Caminhões/ Dia (27 t)
	Anual (Mt)*	Mensal (mt)**	Diária (mt)**	
São Paulo (PCSG)	7,70	641,30	21,38	791,73
Santa Catarina (PCCR)	1,27	105,97	3,53	130,83
Nordeste	2,45	203,95	6,80	251,79
Total	11,42	951,22	31,71	1.174,35

Fonte: ANFACER, 2013; SINDICERAM, 2013.

Nota: Para o cálculo de produção diária, foram utilizados 30 dias de trabalho/mês; para a capacidade do caminhão, considerou-se o menor caminhão off-road utilizado em minas brasileiras.

\*(Mt) - milhões de toneladas

\*\* (mt) - milhares de toneladas

## **6 – DIREITOS MINERÁRIOS**

### **6.1 PANORAMA GERAL**

Há diversos tipos de regime de aproveitamento das substâncias utilizadas como matéria-prima no fabrico de revestimentos cerâmicos na região do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes (PCSG), todos previstos no Código de Mineração, de acordo com o constante em “Legislação Mineral: Guia do Minerador”, disponível no portal do DNPM/Superintendência em Pernambuco ([http://www.dnpm-pe.gov.br/Legisla/Guia/Guia\\_1.htm](http://www.dnpm-pe.gov.br/Legisla/Guia/Guia_1.htm)).

Os recursos minerais, por princípio constitucional, são propriedade distinta do solo e pertencem à União (Artigo 176 da Constituição Federal). Daí derivam-se todas as modalidades legais ou regimes de aproveitamento, os procedimentos necessários para tal, e a existência de um órgão, o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), encarregado de normatizar e fiscalizar esses procedimentos.

O direito ao aproveitamento será prioridade daquele interessado cujo requerimento tenha por objeto área considerada livre, para a finalidade pretendida, à data da protocolização do pedido junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), atendidos os demais requisitos cabíveis (Alínea “a” do Artigo 11 do Código de Mineração).

A diversidade de substâncias minerais, o grau de dificuldade de seu aproveitamento, o destino da produção obtida, além de aspectos de caráter social deram ensejo a que fossem disponibilizadas no Brasil as modalidades legais ou regimes de aproveitamento dos recursos minerais a seguir relacionados:

- Regimes de Autorizações e Concessões – previstos para todas as substâncias minerais (Artigo 2º do Código de Mineração);
- Regime de Licenciamento – alternativo para substâncias de emprego imediato na construção civil, argila vermelha e calcário para corretivo de solos; e facultado exclusivamente ao proprietário do solo ou a quem dele obtiver expressa autorização (Artigo 2º do Código de Mineração);
- Regime de Permissão de Lavra Garimpeira – aplicado ao aproveitamento das substâncias minerais garimpáveis (Artigo 2º do Código de Mineração);
- Regime de Extração – restrito a substâncias de emprego imediato na construção civil, por órgãos da administração direta ou autárquica da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios, para uso exclusivo em obras públicas por eles executadas diretamente (Parágrafo Único do Artigo 2º do Código de Mineração).

Em todos esses regimes, o objetivo é a obtenção de um título que credencie seu detentor ao aproveitamento do recurso mineral, documento este emitido, no caso do primeiro regime, na esfera do Ministério de Minas e Energia (MME), e, nos demais casos, no próprio DNPM.

Os regimes de Extração e de Permissão de Lavra Garimpeira atendem a públicos bastante específicos: órgãos governamentais e garimpeiros, respectivamente. Outros usuários, como aqueles interessados em substâncias minerais metálicas, substâncias destinadas à industrialização e em água mineral, têm obrigatoriamente de utilizar o Regime de Autorização e Concessão.

No caso das substâncias de emprego imediato na construção civil, da argila vermelha, e do calcário para corretivo de solos, em que existe a possibilidade de opção entre o Regime de Licenciamento e o Regime de Autorização e Concessão, antes de se entrar em detalhes, pode-se adiantar que, no primeiro regime a obtenção do título tem uma tramitação bem mais rápida, já que não exige a realização de trabalhos de pesquisa e todos os trâmites ocorrem localmente. Por outro lado, o Licenciamento depende da vontade das prefeituras e dos proprietários do solo. Em todo caso, é facultada a transformação do Regime de Autorizações e Concessões para o Regime de Licenciamento e vice-versa (Item 5 da Instrução Normativa DG DNPM n. 04/97).

### **6.2 DIPLOMAS LEGAIS NA ÁREA DO POLO CERÂMICO**

De acordo com dados obtidos no Cadastro Mineiro (DNPM, 2013), existem 849 processos de direitos minerários na região do PCSG, distribuídos da seguinte forma: 143 requerimentos de pesquisa, 368 autorizações de pesquisa, 143 requerimentos de lavra, 109 concessões de lavra, 34 licenciamentos e 52 áreas em disponibilidade (Figura 6.1).

Do total de 849 processos de direitos minerários na região, 297 são destinados às matérias-primas minerais que eventualmente podem alimentar o PCSG. A contribuição percentual desses títulos minerários por município integrante do PCSG é ilustrada na Figura 6.2.

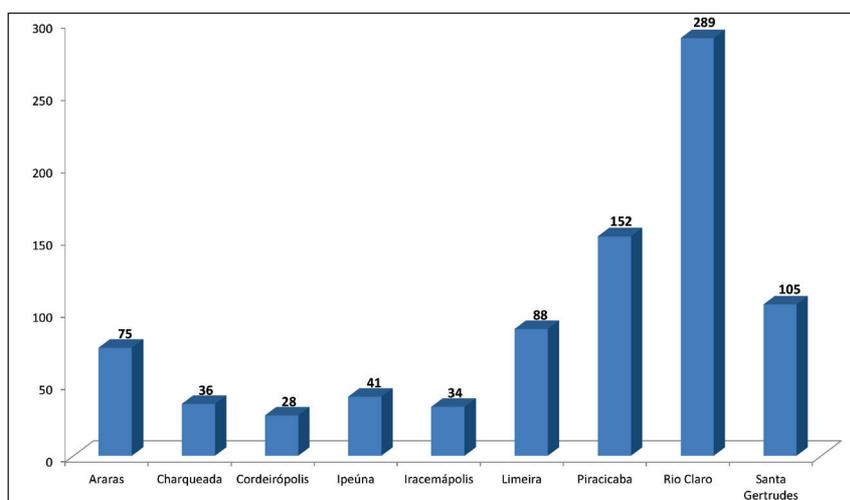


Figura 6.1 – Distribuição dos processos de direitos minerários por municípios da região do PCSG.  
Fonte: DNPM, 2013.

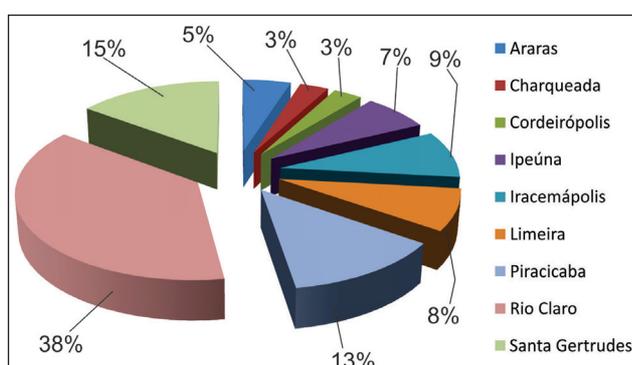


Figura 6.2 – Contribuição percentual de títulos minerários destinados à obtenção de matérias-primas minerais de uso no PCSG.

Fonte: DNPM, 2013.

Nota: Na contribuição percentual de números de títulos minerários estão inclusas as fases de requerimento de pesquisa, autorização de pesquisa, requerimento de lavra, concessão de lavra, licenciamento e disponibilidade.

O município de Araras apresenta 73 diplomas legais (Figura 6.1), sendo nove requerimentos de pesquisa, 42 autorizações de pesquisa, 10 requerimentos de lavra, cinco concessões de lavra e sete áreas em disponibilidade.

Especificamente no que concerne às matérias-primas minerais que, eventualmente, possam alimentar o PCSG, verifica-se que, de acordo com a classificação por uso do Cadastro Mineiro (DNPM, 2013), existem quatro requerimentos de pesquisa, nove autorizações de pesquisa, um requerimento de lavra e uma área em disponibilidade para argila de uso industrial. Para siltito de uso industrial há uma autorização de pesquisa (Quadro 6.1).

No município de Charqueada, observa-se a existência de 36 diplomas legais (Figura 6.1), sendo dois requerimentos de pesquisa, 15 autorizações de pesquisa, nove requerimentos de lavra, cinco con-

Quadro 6.1 – Processos de direitos minerários localizados no município de Araras.

Substância	A	B	C	D	E	F	Uso
Água Mineral		1					Engarrafamento
Água Mineral			1	1			Não Informado
Areia	3	15	1				Construção Civil
Areia				1			Não Informado
Argila		3	2	1			Cerâmica Vermelha
Argila	4	8				1	Industrial
Argila		1	4	1			Não Informado
Argila Refratária		1					Cerâmica Vermelha
Argila Refratária		1	1				Industrial
Argila Refratária		3		1			Não Informado
Argilito			1				Cerâmica Vermelha
Argilito							Industrial
Basalto	1	1					Brita
Basalto		1					Não Informado
Não Cadastrado						6	
Diabásio	1	5					Brita
Siltito		1					Cerâmica Vermelha
Siltito		1					Industrial
Total	9	42	10	5		7	

Fonte: DNPM, 2013.

Legenda: A = Requerimento de Pesquisa; B = Autorização de Pesquisa; C = Requerimento de Lavra; D = Concessão de Lavra; E = Licenciamento; F = Disponibilidade.

cessões de lavra, quatro registros de licenciamento e uma área em disponibilidade.

No que tange às matérias-primas minerais que, eventualmente, possam alimentar o PCSG, verifica-se que, de acordo com a classificação por uso do Cadastro Mineiro (DNPM, 2013), há nove autorizações de pesquisa e um requerimento de lavra para argila de uso industrial (Quadro 6.2).

No município de Cordeirópolis são contabilizados 28 diplomas legais (Figura 6.1), sendo sete requerimentos de pesquisa, oito autorizações de pesquisa, 13 requerimentos de lavra e três áreas em disponibilidade.

A respeito das matérias-primas minerais que, eventualmente, possam alimentar o PCSG, verifica-se que, de acordo com a classificação por uso do Cadastro Mineiro (DNPM, 2013), existem quatro

requerimentos de pesquisa, seis autorizações de pesquisa e uma área em disponibilidade para argila de uso industrial. Para argilito de uso industrial, há um requerimento de pesquisa e uma autorização de pesquisa (Quadro 6.3).

O município de Ipeúna apresenta 41 diplomas legais (Figura 6.1), sendo quatro requerimentos de pesquisa, 29 autorizações de pesquisa, dois requerimentos de lavra, quatro concessões de lavra e duas áreas em disponibilidade.

Especificamente no que concerne às matérias-primas minerais que, eventualmente, possam alimentar o PCSG, verifica-se que, de acordo com a classificação por uso do Cadastro Mineiro (DNPM, 2013), existem três requerimentos de pesquisa, 22 autorizações de pesquisa e um requerimento de lavra para argila de uso industrial (Quadro 6.4).

Quadro 6.2 – Processos de direitos minerários localizados no município de Charqueada.

Substância	A	B	C	D	E	F	Uso
Areia	2	4	1		3		Construção Civil
Areia			2	2			Não Informado
Argila		1	1				Cerâmica Vermelha
Argila		<b>7</b>	<b>1</b>				<b>Industrial</b>
Argila		1	2	3	1		Não Informado
Argila para Cerâmica Vermelha			1				Cerâmica Vermelha
Argila Refratária		<b>2</b>					<b>Industrial</b>
Argila Refratária			1				Não Informado
Não Cadastrado						1	
Total	2	15	9	5	4	1	

Fonte: DNPM, 2013.

Legenda: A = Requerimento de Pesquisa; B = Autorização de Pesquisa; C = Requerimento de Lavra; D = Concessão de Lavra; E = Licenciamento; F = Disponibilidade.

Quadro 6.3 – Processos de direitos minerários localizados no município de Cordeirópolis.

Substância	A	B	C	D	E	F	Uso
Água Mineral	1						Engarrafamento
Areia							Construção Civil
Areia							Não Informado
Argila							Cerâmica Vermelha
Argila	<b>3</b>	<b>3</b>				<b>1</b>	<b>Industrial</b>
Argila			2			1	Não Informado
Argila para Cerâmica Vermelha						1	Não Informado
Argila Refratária		<b>2</b>					<b>Industrial</b>
Argila Refratária		1					Não Informado
Argilito	<b>1</b>	<b>1</b>					<b>Industrial</b>
Argilito			6				Não Informado
Basalto					1		Não Informado
Basalto para Brita	1						Não Informado
Diabásio	1	1	1				Brita
Folhelho			1				Não Informado
Siltito			3				Não Informado
Total	7	8	13			3	

Fonte: DNPM, 2013.

Legenda: A = Requerimento de Pesquisa; B = Autorização de Pesquisa; C = Requerimento de Lavra; D = Concessão de Lavra; E = Licenciamento; F = Disponibilidade.

Quadro 6.4 – Processos de direitos minerários localizados no município de Ipeúna.

Substância	A	B	C	D	E	F	Uso
Água Mineral		1					Engarrafamento
Água Potável de Mesa		1					Não Informado
Areia						1	Não Informado
Argila		3					Cerâmica Vermelha
Argila	2	18	1				Industrial
Argila		1	1	1			Não Informado
Argila Refratária	1	3					Industrial
Argila Refratária		1					Revestimento
Calcário Dolomítico				1			Não Informado
Não Cadastrado						1	
Dolomito	1						Corretivo de Solo
Dolomito		1		2			Não Informado
Total	4	29	2	4		2	

Fonte: DNPM, 2013.

Legenda: A = Requerimento de Pesquisa; B = Autorização de Pesquisa; C = Requerimento de Lavra; D = Concessão de Lavra; E = Licenciamento; F = Disponibilidade.

No município de Iracemápolis, há 34 diplomas legais (Figura 6.1), sendo quatro requerimentos de pesquisa, 22 autorizações de pesquisa, quatro requerimentos de lavra, uma concessão de lavra, dois registros de licenciamento e uma área em disponibilidade.

No que tange às matérias-primas minerais que, eventualmente, possam alimentar o PCSG, verifica-se que, de acordo com a classificação por uso do Cadastro Mineiro (DNPM, 2013), existem quatro requerimentos de pesquisa e 22 autorizações de pesquisa para argila de uso industrial. Para argilite de uso industrial, há três requerimentos de lavra (Quadro 6.5).

No município de Limeira, são contabilizados 88 diplomas legais (Figura 6.1), sendo 13 requerimentos de pesquisa, 41 autorizações de pesquisa, 10 requerimentos de lavra, 14 concessões de lavra, um registro de licenciamento e nove áreas em disponibilidade.

A respeito das matérias-primas minerais que, eventualmente, possam alimentar o PCSG, verifica-se que, de acordo com a classificação por uso do Cadastro Mineiro (DNPM, 2013), existem 22 autorizações de pesquisa para argila de uso industrial. Para argilite de uso industrial, há dois requerimentos de pesquisa (Quadro 6.6).

O município de Piracicaba apresenta 152 diplomas legais (Figura 6.1), sendo 50 requerimentos de pesquisa, 54 autorizações de pesquisa, 10 requerimentos de lavra, nove concessões de lavra, 14 registros de licenciamento e 15 áreas em disponibilidade.

Especificamente no que concerne às matérias-primas minerais que, eventualmente, possam alimentar o PCSG, verifica-se que, de acordo com a classificação por uso do Cadastro Mineiro (DNPM, 2013), existem 12 requerimentos de pesquisa, 28 autorizações de pesquisa, um registro de licenciamento e uma área em disponibilidade para argila de uso industrial. Para argilite de uso industrial, há duas autorizações de pesquisa (Quadro 6.7).

Quadro 6.5 – Processos de direitos minerários localizados no município de Iracemápolis.

Substância	A	B	C	D	E	F	Uso
Argila	4	20					Industrial
Argila				1			Não Informado
Argila Refratária		2	1				Industrial
Argila Refratária			1				Não Informado
Argilite			2				Industrial
Argilite					1		Não Informado
Basalto						1	Não Informado
Não Cadastrado					1		
Total	4	22	4	1	2	1	
Calcário Dolomítico				1			Não Informado
Não Cadastrado						1	
Dolomito	1						Corretivo de Solo
Dolomito		1		2			Não Informado
Total	4	29	2	4		2	

Fonte: DNPM, 2013.

Legenda: A = Requerimento de Pesquisa; B = Autorização de Pesquisa; C = Requerimento de Lavra; D = Concessão de Lavra; E = Licenciamento; F = Disponibilidade.

Quadro 6.6 – Processos de direitos minerários localizados no município de Limeira.

Substância	A	B	C	D	E	F	Uso
Água Mineral		3					Engarrafamento
Água Mineral				1			Não Informado
Areia	7	6	3		1	2	Construção Civil
Areia			1	1			Não Informado
Argila		22					<b>Industrial</b>
Argila			2	6		2	Não Informado
Argila Refratária	1						<b>Industrial</b>
Argila Refratária			1	1			Não Informado
Argilito	1						<b>Industrial</b>
Argilito			1			1	Não Informado
Basalto	1	1					Brita
Basalto				2			Não Informado
Basalto		1					Revestimento
Calcário Dolomítico				2			Não Informado
Não Cadastrado						3	
Diabásio	1	6					Brita
Diabásio						1	Não Informado
Diabásio	1						Revestimento
Diabásio para Brita			1	1			
Dolomito	1						Não Informado
Saibro		1	1				Construção Civil
Turfa		1					Insumo Agrícola
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>41</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	

Fonte: DNPM, 2013.

Legenda: A = Requerimento de Pesquisa; B = Autorização de Pesquisa; C = Requerimento de Lavra; D = Concessão de Lavra; E = Licenciamento; F = Disponibilidade.

Quadro 6.7 – Processos de direitos minerários localizados no município de Piracicaba.

Substância	A	B	C	D	E	F	Uso
Água Mineral	1	1	1				Engarrafamento
Água Mineral				1			Não Informado
Água Potável de Mesa						1	Não Informado
Areia	18	12	2	1	6		Construção Civil
Areia	11						<b>Industrial</b>
Areia		2	4	4	2	7	Não Informado
Areia de Fundação			1				Não Informado
Areia Quartzosa		1					Não Informado
Arenito Betuminoso			1				Revestimento
Argila							Cerâmica Vermelha
Argila					1		Construção Civil
Argila	12	22			1	1	<b>Industrial</b>
Argila				1			Não Informado
Argila Refratária		3					<b>Industrial</b>
Argila Vermelha					1		
Argilito		2					<b>Industrial</b>
Argilito		1					Revestimento
Basalto		1				1	Construção Civil
Basalto			1	1			Não Informado
Basalto		4					Revestimento
Basalto p. Brita		1					Não Informado
Cascalho					1		Construção Civil
Não Cadastrado						4	
Diabásio		2					Brita
Diabásio	7						Revestimento
Diabásio p. Brita				1			
Fosfato	1	2				1	Fertilizantes
Saibro					1		Construção Civil
Saibro					1		<b>Industrial</b>
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>54</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	

Fonte: DNPM, 2013.

Legenda: A = Requerimento de Pesquisa; B = Autorização de Pesquisa; C = Requerimento de Lavra; D = Concessão de Lavra; E = Licenciamento; F = Disponibilidade.

No município de Rio Claro observa-se a existência de 289 diplomas legais (Figura 6.1), sendo 38 requerimentos de pesquisa, 125 autorizações de pesquisa, 61 requerimentos de lavra, 47 concessões de lavra, quatro registros de licenciamento e 14 áreas em disponibilidade.

No que tange às matérias-primas minerais que, eventualmente, possam alimentar o PCSG, verifica-se que, de acordo com a classificação por uso do Cadastro Mineiro (DNPM, 2013), existem 28 requerimentos de pesquisa, 81 autorizações de pesquisa, 21 requerimentos de lavra e quatro concessões de lavra para argila de uso industrial. Para argilito de uso industrial, há um requerimento de pesquisa, um requerimento de lavra e duas áreas em disponibilidade (Quadro 6.8).

No município de Santa Gertrudes são contabilizados 105 diplomas legais (Figura 6.1), sendo 16 requerimentos de pesquisa, 32 autorizações de pesquisa, 24 requerimentos de lavra, 24 concessões de lavra e nove registros de licenciamento.

A respeito das matérias-primas minerais que, eventualmente, possam alimentar o PCSG, verifica-se que, de acordo com a classificação por uso do Cadastro Mineiro (DNPM, 2013), existem 12 requerimentos de pesquisa, 24 autorizações de pesquisa, 16 requerimentos de lavra e três registros de licenciamento para argila de uso industrial. Para argilito de uso industrial, há duas autorizações de pesquisa e dois requerimentos de lavra, enquanto que, para siltito de uso industrial, uma autorização de pesquisa (Quadro 6.9).

Quadro 6.8 – Processos de direitos minerários localizados no município de Rio Claro.

Substância	A	B	C	D	E	F	Uso
Água Mineral	1	4	1			1	Engarrafamento
Água Mineral			1	1			Não Informado
Água Potável de Mesa				1			Não Informado
Areia	6	11	2				Construção Civil
Areia		2	1	1			<b>Industrial</b>
Areia			2	4			Não Informado
Areia de Fundição				1			Não Informado
Areia para Vidro			1	1			Não Informado
Areia Quartzosa			1				Não Informado
Argila	1	16	4	9	4		Cerâmica Vermelha
Argila	1						Construção Civil
Argila	24	65	16	4			<b>Industrial</b>
Argila		2	15	12		4	Não Informado
Argila		3					Revestimento
Argila para Cerâmica Vermelha		1		1			Não Informado
Argila Refratária		1	3				Cerâmica Vermelha
Argila Refratária	3	13	3			1	<b>Industrial</b>
Argila Refratária		2	2	3			Não Informado
Argila Refratária		2	2				Revestimento
Argilito	1		1				<b>Industrial</b>
Argilito			1				Não Informado
Argilito			1				Revestimento
Basalto			1				Construção Civil
Basalto		1					Não Informado
Calcário				2			Não Informado
Calcário Dolomítico	1						Fabricação de Cal
Calcário Dolomítico			1				<b>Industrial</b>
Calcário Dolomítico			1	4			Não Informado
Não Cadastrado						7	
Diabásio		1	1				Brita
Diabásio para Brita				3			Não Informado
Folhelho Argiloso		1					Fertilizantes
Siltito						1	<b>Industrial</b>
Total	38	125	61	47	4	14	

Fonte: DNPM, 2013.

Legenda: A = Requerimento de Pesquisa; B = Autorização de Pesquisa; C = Requerimento de Lavra; D = Concessão de Lavra; E = Licenciamento; F = Disponibilidade.

Quadro 6.9 – Processos de direitos minerários localizados no município de Santa Gertrudes.

Substância	A	B	C	D	E	F	Uso
Areia	2						Construção Civil
Argila	1	1	1				Cerâmica Vermelha
Argila	11	21	6		3		Industrial
Argila		3	5	20	2		Não Informado
Argila Refratária	1						Cerâmica Vermelha
Argila Refratária	1		8				Industrial
Argilito		2	2				Industrial
Argilito			2	3			Não Informado
Basalto		1					Construção Civil
Basalto para Brita		3					Construção Civil
Calcário Dolomítico				1			Não Informado
Não Cadastrado					4		
Siltito		1					Industrial
Total	16	32	24	24	9		

Fonte: DNPM, 2013.

Legenda: A = Requerimento de Pesquisa; B = Autorização de Pesquisa; C = Requerimento de Lavra; D = Concessão de Lavra; E = Licenciamento; F = Disponibilidade.

### 6.3 MARCO REGULATÓRIO DA MINERAÇÃO

A indústria de mineração brasileira vem passando por um período marcante nos últimos anos, com um crescimento acelerado que deu origem a novos questionamentos e pressões que o Código de Mineração vigente, datado de 1967, não está apto a responder.

Sensível a tais questões, o Governo brasileiro, nos últimos três anos, tem envidado esforços para rever essa regulamentação e atualizá-la, de modo a construir uma ferramenta que auxilie no crescimento da mineração no país.

Nesse sentido, o novo Marco Regulatório da Mineração (Projeto de Lei nº 5807/2013), deverá possibilitar um melhor planejamento do setor, bem como permitir ao Estado garantir o uso racional dos recursos minerais para o desenvolvimento sustentável do Brasil.

A seguir, são apresentadas as principais mudanças que se pretendem implementar, de acordo com a Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral (DGM) do Ministério de Minas e Energia (MME) (BRASIL, 2013).

#### MUDANÇAS PROPOSTAS:

##### — Criação do Conselho Nacional de Política Mineral

- Órgão de assessoramento da Presidência da República na formulação de políticas para o setor mineral.

##### — Criação da Agência Nacional de Mineração

- Órgão responsável pela regulação, gestão das informações e fiscalização do setor mineral.
- Autarquia Especial dotada de autonomia administrativa e financeira vinculada ao Ministério de Minas e Energia.

- Extinção do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM.
- A agência garantirá o equilíbrio do mercado, coibindo práticas que possam comprometer o funcionamento do setor mineral.

#### PROPOSTAS PARA NOVOS REGIMES DE APROVEITAMENTO MINERAL:

Os direitos minerários somente poderão ser concedidos ou autorizados a sociedades constituídas segundo as leis brasileiras, organizadas na forma empresarial ou em cooperativas, com sede e administração no país.

##### — Contrato de Concessão para Pesquisa e Lavra

- As concessões serão precedidas de licitação ou chamada pública;
- Título único para pesquisa e lavra;
- Prazo de 40 anos renováveis por 20 anos, sucessivamente;
- Critérios de habilitação técnicos e econômico-financeiros;
- Exigência de conteúdo local;
- Previsão de uma fase de pesquisa com prazo definido.

##### — Licitações

- Rodadas de licitação em áreas definidas pelo Conselho Nacional;
- Os critérios poderão incluir: Bônus de Assinatura; Bônus de Descoberta; Participação no Resultado da Lavra e programa exploratório mínimo.

##### — Chamadas Públicas

- A chamada pública tem por finalidade identificar eventuais interessados na ob-

tenção de uma concessão em áreas não classificadas pelo Conselho Nacional como de Licitação Obrigatória;

- Processo de seleção simplificado.

#### — **Autorização de Exploração de Recursos Minerais**

- Dispensa de licitação para exploração de minérios destinados à construção civil; argilas para fabricação de tijolos, telhas e afins; rochas ornamentais; água mineral e minérios empregados como corretivo de solo na agricultura.
- Prazo de 10 anos, prorrogável sucessivamente.

#### **COMPENSAÇÃO FINANCEIRA PELA EXPLORAÇÃO DE RECURSOS MINERAIS (CFEM)**

##### — **Nova Base de Cálculo**

- Receita bruta da venda deduzidos os tributos efetivamente pagos incidentes sobre a comercialização do bem mineral.

##### — **Alíquotas**

- Valor máximo definido em lei (até 4%).
- Alíquotas específicas para cada bem mineral definidas em regulamento.

##### — **Critério de Distribuição**

- A regra permanece a mesma. A distribuição da CFEM será feita da seguinte forma:
  - ▶ 65% para os municípios;
  - ▶ 23% para os estados;
  - ▶ 12% para a União.

# **7 – DIRETRIZES, PROPOSIÇÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS**

## **7.1 ORDENAMENTO DA OCUPAÇÃO TERRITORIAL**

O elevado crescimento demográfico dos municípios que compõem o PCSG (alguns com população acima de 500 mil habitantes), a intensa produtividade agrícola (sucroalcooleira) e o contínuo desenvolvimento do setor industrial, em especial das empresas do ramo de revestimento cerâmico, são fatores que agravam os problemas causados pela falta de planejamento urbano. Um que se destaca, devido à vocação natural da região, é a inutilização de áreas com potencial para exploração dos recursos minerais disponíveis nessas localidades.

Com o “Plano Diretor de Mineração dos Municípios de Santa Gertrudes, Cordeirópolis, Ipeúna, Iracemápolis e Rio Claro” (IPT, 2012), vislumbrou-se um avanço significativo no entendimento dos principais problemas relacionados à ocupação urbana nessas localidades, com diversas proposições pertinentes para que tal ocupação ocorra de forma racional e ordenada.

Entretanto, uma complementação desse estudo deveria ser considerada pelos administradores de Araras, Charqueada, Limeira e Piracicaba, de modo a que tais municípios também possam contribuir para o ordenamento territorial da região.

## **7.2 DELIMITAÇÃO DE ÁREAS PARA MINERAÇÃO**

A delimitação de áreas específicas para a mineração, considerando as de maior interesse mineral e aquelas com maior potencial exploratório, contribuiria de forma significativa para melhor aproveitamento dos recursos frente à necessidade de ocupação urbana na região do PCSG.

## **7.3 DETALHAMENTO DO ESTUDO DAS RESERVAS MINERAIS**

No decorrer da execução do Projeto Polo Cerâmico de Santa Gertrudes, procurou-se detalhar consideravelmente as informações geológicas de superfície. Entretanto, é notável a necessidade de se ampliar o conhecimento em subsuperfície. As frentes de lavra e grandes cortes de estradas, apesar de fundamentais fontes de informação para o detalhamento geológico, não são suficientes para estabelecimento de volumes precisos e caracterização dos bens minerais, já que fornecem apenas uma estima-

tiva do potencial que possibilitará a favorabilidade geológica. Isso se deve, principalmente, à heterogeneidade nas características das unidades geológicas, tais como diferenças de fácies litológicas, contextos estruturais complexos, variação de espessura, entre outras.

Levando-se em conta essas questões, seria interessante o estabelecimento de parcerias entre setores público e privado, visando à obtenção de informações de subsuperfície por meio de sondagens, incluindo ensaios tecnológicos e análises químicas, o que possibilitaria o estabelecimento de graus de importância dos recursos observados.

## **7.4 QUALIFICAÇÃO DE MÃO DE OBRA**

Na região do PCSG, é comum a mão de obra sem qualificação, tanto no ambiente de mina quanto no da indústria, especificamente no setor de revestimento cerâmico. A maioria dos trabalhadores detém apenas conhecimento prático – sem dúvida bastante importante, mas não suficiente –, tornando imperativo um aprimoramento técnico para melhor aproveitamento da matéria-prima, principalmente nas fases de extração de material (lavra) e preparação da massa cerâmica.

Escolas técnicas capacitadas à formação de mão de obra especializada em manejo de lavra e indústria cerâmica, instaladas em locais próximos à região do PCSG, poderiam suprir esse tipo de demanda. O estabelecimento de parcerias entre o setor produtivo em apreço e essas instituições de ensino permitiria a adequação e o aperfeiçoamento técnico e tecnológico necessário.

## **7.5 RACIONALIZAÇÃO DA EXPLORAÇÃO DOS BENS MINERAIS**

O detalhamento do conhecimento geológico e a definição das áreas de atividade mineira tornam possível o planejamento de extração das argilas e demais bens minerais associados.

A preparação de uma massa cerâmica uniforme utilizada por todo o setor industrial do PCSG permitiria a extração de maior volume de argila, resultando em maior volume de massa cerâmica homogênea, com maior qualidade e menor custo. Esse procedimento seria viável por meio da formação de cooperativa responsável pela extração da argila e preparação da massa cerâmica.

## **7.6 CARÊNCIA DE INVESTIMENTO EM TECNOLOGIA**

Nos tempos atuais, em todos os setores produtivos, há necessidade premente de aumentar o poder de competitividade de uma empresa, independentemente de seu porte. Um dos princípios de fundamental importância para que isso ocorra é o investimento em tecnologia, que tem como reflexo direto o aumento da produtividade, que se traduz em aumento da quantidade produzida de determinado produto, elevação de sua qualidade e redução do tempo de duração do processo fabril, tornando a empresa mais eficiente.

As informações obtidas na região do PCSG, por meio de visitas técnicas a mineradoras e indústrias ceramistas, mostram que o investimento em tecnologia, com exceção minoritária, desde as fases de pesquisa mineral, lavra e transporte do recurso, passando pelos processos industriais, até chegar ao produto final, ainda é reduzido e não suficiente.

## **7.7 MELHORIAS NOS MEIOS DE TRANSPORTE**

A participação dos municípios e do estado é fundamental quando se trata de transporte de cargas. Considerando que na região do PCSG é utilizado, exclusivamente, o sistema rodoviário para tal fim, tanto a ampliação quanto a melhoria da malha viária são de fundamental importância para viabilizar o escoamento da matéria-prima e do produto final.

A adoção de tais medidas, a despeito de quaisquer outros ganhos, eliminaria ou reduziria em muito a emissão de material particulado no ar, que ocorre, em parte, devido ao tráfego de caminhões de grande porte em estradas não pavimentadas.

## **7.8 ESTUDOS DETALHADOS DOS IMPACTOS AMBIENTAIS**

No que se refere a impactos ambientais relacionados à atividade mineira da região, os principais fatores a serem considerados são os materiais particulados em suspensão e a contaminação e redução da disponibilidade de recursos hídricos.

Um aprofundamento nos estudos dos impactos ambientais nas áreas onde ocorrem as atividades mineiras possibilitaria a quantificação e a qualifica-

ção mais efetiva dos prejuízos acarretados ao meio ambiente e, conseqüentemente, dos reflexos causados ao bem-estar social.

## **7.9 PERSPECTIVAS FUTURAS**

O setor cerâmico, incontestavelmente, passa por momento marcante de desenvolvimento tecnológico, com as empresas se adaptando a novas tecnologias de produção, como a impressão digital para o segmento, que possibilita a impressão em alto e baixo relevo em alta definição. Em futuro próximo, a evolução de equipamentos como este será fundamental na reprodução de produtos marmorizados com altíssima definição.

Entretanto, para que os projetos de investimentos no setor cerâmico, com vistas ao desenvolvimento do PCSG, possam se realizar de forma plena e eficaz, são necessárias melhorias no que tange à gestão das empresas. É fundamental a busca constante por maior produtividade e menores custos, bem como de solução para questões tais como: melhoria da infraestrutura viária, redução de impostos e encargos, além de redução de custo do gás natural, o principal combustível utilizado pelas empresas no processo fabril.

São indispensáveis iniciativas para consolidação de arranjos produtivos locais (APL) de cerâmica de revestimentos, que, entre outras ações, promoverão o fortalecimento da estrutura de governança e o fomento à prática de ações cooperadas, de programas de capacitação de mão de obra, de estudos mercadológicos e de ordenamento da atividade mineral. Essa dinâmica do segmento de manufatura cerâmica deve gerar oportunidades para outros elos da cadeia produtiva, podendo alavancar novos investimentos na mineração e na oferta de insumos e serviços associados a esse setor.

Os diversos aspectos técnicos, econômicos e legais levantados por meio do Projeto Polo Cerâmico de Santa Gertrudes, executado pela CPRM/SGB, aliados ao Plano Diretor de Mineração, instrumento fundamental para o planejamento público elaborado pelo IPT (2012), deverão propiciar o desenvolvimento integrado dos municípios na área de abrangência do PCSG.

## **8 – CONCLUSÃO**

O objetivo principal da CPRM/SGB com o Projeto Polo Cerâmico de Santa Gertrudes foi delimitar com maior precisão o contato geológico entre a Formação Corumbataí, fonte da principal matéria-prima (argila) utilizada na indústria de revestimento cerâmico do PCSG, e as unidades geológicas adjacentes. Espera-se que o resultado, consubstanciado neste *Informe* e no Mapa Geológico do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes (escala 1:100.000), contribua na tomada de decisão para empreendimentos na área.

O projeto possibilitou a subdivisão informal da Formação Corumbataí em duas litofácies, com características distintas no que se refere à composição mineralógica, fator essencial para a qualidade da cerâmica produzida. A litofácies “de base” representa a porção inferior da formação e é caracterizada por uma composição mineralógica fundamentalmente íltica, que corresponde a excelentes resultados quando submetida ao processo de moagem via seca para fabricação de revestimentos cerâmicos. Não obstante, a porção de topo da formação, com composição mais arenosa, também pode ser utilizada com sucesso, desde que blendada em proporções adequadas ao siltito da base.

Um melhor aproveitamento do siltito como matéria-prima seria possível com a produção de uma única massa cerâmica para todo o polo, utilizando-se racionalmente o siltito das porções basal e de topo

da Formação Corumbataí. Esse procedimento garantiria maior longevidade da reserva mineral, melhores planejamentos de extração e, como consequência, redução no impacto ambiental. Para a indústria de revestimento cerâmico, possibilitaria o estabelecimento de padrões de qualidade nos produtos do PCSG. Criar-se-ia uma “marca registrada”, um “selo de qualidade”, possibilitando a prospecção de novos mercados internos e externos, que exigem rigorosos padrões de qualidade.

As informações organizadas neste Informe reiteram o enorme potencial do PCSG, que, apesar de ter atingido números consideráveis de produtividade, pode superá-los, na medida em que ainda há espaço a ser ocupado no mercado consumidor de revestimentos cerâmicos. O fator volume de matéria-prima é favorável a esse desenvolvimento, sendo essencial, porém, o devido comprometimento da administração pública na implementação de melhorias na infraestrutura viária, maior agilidade nos processos minerários e viabilização de estudos de impactos ambientais em parceria com o setor privado. No que se refere ao setor empresarial, é imprescindível o incremento nos investimentos em tecnologia de lavra e na produção dos revestimentos, a qualificação da mão de obra e o estabelecimento de padrões técnicos para o PCSG.



## 9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M.; BARBOSA, O. **Geologia das quadriculas de Piracicaba e Rio Claro, estado de São Paulo**. Rio de Janeiro: DNPM/DGM, 1953. (Boletim, 143).
- ALMEIDA, F.F.M. de; MELO, M.S.A. A bacia do Paraná e o vulcanismo mesozoico. In: IPT. **Mapa geológico do estado de São Paulo**. Escala 1:500.000. São Paulo: IPT, 1981. p. 46-81. v. 1.
- ANFACER. **Números do setor**. 2013. Disponível em: <<http://www.anfacer.org.br/site/>>. Acesso em: 04 dez. 2013.
- ASPACER. **Estatística**. 2013. Disponível em: <<http://www.aspacer.com.br>>. Acesso em: 15 jul. 2013.
- BARBOSA, O.; ALMEIDA, F.F.M. de. A série Tubarão na bacia do rio Tietê, estado de São Paulo. **B. Div. Fom. Dep. Nac. Prod. Min.**, Rio de Janeiro, v. 48, 1949. 16 p.
- BARBOSA-GIMENEZ, N.L. **Estudo petrológico dos arenitos da formação Tatuí no estado de São Paulo**. 1996. 174 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 1996.
- BARBOSA-GIMENEZ, N.L.; CAETANO-CHANG, M.R.; WU, F.T. Estudo petrográfico dos arenitos da formação Tatuí no estado de São Paulo. **Geociências**, Rio Claro, v. 17, n. 1, p. 81-107, 1998.
- BJORNBERG, A.J.S.; LANDIM, P.M.B. Contribuição ao estudo da formação Rio Claro (Neocenoico). **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, São Paulo, v. 15, n. 4, p. 43-68, 1966.
- BNDES. Área industrial: panorama do setor de revestimentos cerâmicos no Brasil. **Informe Setorial**, n. 26, nov. 2013. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/setorial/Informe\\_26.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/setorial/Informe_26.pdf)>. Acesso em: 05 dez. 2013.
- BRASIL. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Ministério de Minas e Energia. **Marco regulatório da mineração**. 18 jun. 2013. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/sgm/menu/Novo\\_Marco\\_da\\_Mineracao.html](http://www.mme.gov.br/sgm/menu/Novo_Marco_da_Mineracao.html)>. Acesso em: 27 maio 2014.
- CAETANO-CHANG, M.R.; WU, F.T. A composição faciológica das formações Piramboia e Botucatu no centro-leste paulista e a delimitação do contato entre as unidades. In: SIMPÓSIO SOBRE CRONOESTRATIGRAFIA DA BACIA DO PARANÁ, 1., 1993, Rio Claro. **Boletim de Resumos Expandidos...** Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 1993. p. 93.
- CORDANI, U.G.; VANDOROS, F. Basaltic rocks of the Paraná basin. In: BIGARELLA, J.J.; BECKER, G.D.; PINTO, I.D. (Ed.). **Problems in Brazilian Gondwana geology**. Curitiba: MacRoesner, 1967. p. 207-231.
- CPRM. **Mapa geodiversidade do Brasil**. Brasília, DF: CPRM, 2006. Legenda expandida. Escala 1:2.500.000. 68 p.
- DAEMON, R.F.; QUADROS, L.P. Bioestratigrafia do Neopaleozoico da bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 24., 1970, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: SBG, 1970. p. 355-412.
- DNPM. **Cadastro mineiro**. 2013. Disponível em: <<https://sistemas.dnpm.gov.br/SCM/extra/site/admin/Default.aspx>>. Acesso em: 13 ago. 2013.
- FERNANDES, L.A. **Estratigrafia e evolução geológica da parte oriental da bacia de Bauru (Ks, Brasil)**. 1998. 216 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.
- FERRARI, K.R.; FIGUEIREDO FILHO, P.M.; ALMEIDA, E.B.; DEL ROVERI, C.; CARVALHO, S.G.; BOSCHI, A.O.; ALMEIDA, M.; FRADE, P.; SOUSA CORREA, A.M.; ZANARDO, A. Determinação das emissões de fluoreto durante a queima de amostras de massas cerâmicas. **Cerâmica Industrial**, v. 8, n. 5/6, set./dez. 2003.
- FÚLFARO, V.J.; STEVAUX, J.C.; SOUZA FILHO, E.E.; BARCELOS, J.H. A formação Tatuí (P) no estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., 1984, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBG, 1984. v. 2, p. 711-724.
- HACHIRO, J. **O subgrupo Irati (Neopermiano) da bacia do Paraná**. 1997. 196 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
- IBGE. **Cidades: censo demográfico 2010**. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/resultados>>. Acesso em: 13 ago. 2013.
- IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 271 p.
- IPT. **Bases técnicas para o desenvolvimento da indústria mineral do polo cerâmico de Santa Gertrudes – SP**. São Paulo: IPT/SCTDEC, 2002. 92 p. (Relatório IPT 64.402).
- IPT. **Plano diretor de mineração dos municípios de Santa Gertrudes, Cordeirópolis, Ipeúna, Iracemápolis e Rio Claro**. São Paulo: IPT, 2012. 252 p. (Relatório IPT 129.345-205).
- LAVINA, E.L.; LOPES, R.C. A transgressão marinha do permiano inferior e a evolução paleogeográfica do supergrupo Tubarão no estado do Rio Grande do Sul. **Paula Coutiana**, Porto Alegre, n. 1, p. 51-103, 1986.
- LOLLI, L.; NASSETTI, G.; MARINO, L.F.B. A preparação a seco de massas cerâmicas. **Cerâmica Industrial**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 30-38, mar./abr. 2000.

- LUZ, A.B. da; LINS, F.A.F. Areia industrial. In: LUZ, A.B. da; LINS, F.A.F. (Ed.). **Rochas & minerais industriais: usos e especificações**. Rio de Janeiro: CETEM-MCT, 2005. p. 107-126.
- MARQUES, L.S.; ERNESTO, M. O magmatismo toleítico da bacia do Paraná. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C.D.R.; BRITO-NEVES, B.B. de. (Org.). **Geologia do continente sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Beca, 2004. p. 245-263.
- MELCHIADES, F.G.; ROVERI, C.D.; SOTÉRIO, J.; SILVA, L.L.; BOSCHI, A.O. Controle dimensional e do formato de revestimentos cerâmicos. Parte 1: Dimensões. **Cerâmica Industrial**, São Paulo, v. 6, n. 5, set./out. 2001.
- MELFI, A.J.; PICCIRILLO, E.M.; NARDY, A.J.R. Geological and magmatic aspects of the Parana basin: an introduction. In: PICCIRILLO, E.M.; MELFI, A.J. (Ed.). **The mesozoic flood volcanism of the Parana basin: petrogenetic and geophysical aspects**. São Paulo: USP, 1988. p. 1-14.
- MELO, M.S. **A formação Rio Claro e depósitos associados: sedimentação neocenoica na depressão periférica paulista**. 1995. 144 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.
- MEZZALIRA, S.; AZEVEDO, A.A.B.; TOMINAGA, L.K.; PRESSINOTI, M.M.N.; MASSOLI, M. **Léxico estratigráfico do estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto Geológico, 1981. 161 p. (Boletim, n. 5).
- MILANI, E.J. Comentários sobre a origem e a evolução tectônica da bacia do Paraná. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C.D.R.; BRITO-NEVES, B.B. de. (Org.). **Geologia do continente sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Beca, 2004. p. 265-291.
- MILANI, E.J. **Evolução tecnoestratigráfica da bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozoica do Gondwana sul-ocidental**. 1997. 255 f. Tese (Doutorado em Geologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.
- MILANI, E.J.; MELO, J.H.G. de; SOUZA, P.A.; FERNANDES, L.A.; FRANÇA, A.B. Bacia do Paraná. In: MILANI, E.J.; RANGEL, H.D.; BUENO, G.V.; STICA, J.M.; WINTER, W.R.; CAIXETA, J.M.; PESSOA NETO, O.C. (Ed.). **Bacias sedimentares brasileiras: cartas estratigráficas**. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 265-287, 2007.
- NORTHFLEET, A.A.; MEDEIROS, R.A.; MÜHLMANN, H. Reavaliação dos dados geológicos da bacia do Paraná. **Boletim Técnico da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 3, p. 291-346, jul./set. 1969.
- PEATE, D.W.; HAWKESWORTH, C.J.; MANTOVANI, M.S.M. Chemical stratigraphy of the Paraná lavas (South America): classification of magma types and their spatial distribution. **Bulletin of Volcanology**, v. 55, p. 119-139, 1992.
- PEEL, M.C.; FINLAYSON, B.L.; McMAHON, T.A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, Discuss., 4, p. 439-473, 2007.
- PETRI, S.; PIRES, F.A. O subgrupo Itararé (Permiano-Carbonífero) na região do médio Tietê, estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, Curitiba, v. 22, n. 3, p. 1-310, 1992.
- PICCIRILLO, E.M.; MELFI, A.J. **The mesozoic flood volcanism of the Paraná basin petrogenetic and geophysical aspects**. São Paulo: IAG-USP, 1988. 600 p.
- PIRES NETO, A.G. **Estudo morfotectônico das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari, Jundiá e áreas adjacentes no planalto Atlântico e depressão periférica**. 1996. 71 f. Relatório (Pós-Doutorado em Geociências) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 1996.
- PONÇANO, W.L. As coberturas cenozoicas. In: IPT. **Mapa geológico do estado de São Paulo**. Escala 1:500.000. São Paulo: IPT, 1981. p. 82-126. v. 1.
- PNUD. **Ranking IDHM municípios 2000**. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/>>. Acesso em: 13 ago. 2013.
- RAMOS, V.A.; JORDAN, T.E.; ALLMENDINGER, R.W.; MPODOZIS, C.; KAY, S.M.; CORTÉS, J.M.; PALMA, M. Paleozoic terranes of the central Argentine-Chilean Andes. **Tectonics**, v. 5, n. 6, p. 855-880, 1986.
- ROSS, J.L.S. **Geomorfologia, ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990. 88 p.
- ROVERI, C.D. **Petrologia aplicada da formação Corumbataí (região de Rio Claro – SP) e produtos cerâmicos**. 2010. 200 f. Tese (Doutorado em Geologia Regional) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2010.
- SCHERER, C.M.S. **Análise estratigráfica e litofaciológica da formação Botucatu (Cretáceo inferior da bacia do Paraná) no Rio Grande do Sul**. 1998. 202 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.
- SCHNEIDER, R.L. et al. Revisão estratigráfica da bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., Porto Alegre, 1974. **Anais...** Porto Alegre: SBG, 1974. p. 41-65. v. 1.
- SINDICERAM. **Dados de produção**. 2013. Disponível em: <[http://www.sindiceram.com.br/conteudo.php?int=canal&codigo\\_can=4](http://www.sindiceram.com.br/conteudo.php?int=canal&codigo_can=4)>. Acesso em: 04 dez. 2013.
- SOARES, P.C.; LANDIM, P.M.B. Comparison between the tectonic evolution on the intracratonic and marginal basins in south Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Geologia**, Rio de Janeiro, 48 (supl.), p. 313-324, 1976.
- STEVANUX, J.C. et al. Trato deposicional da formação Tatuí (P) na área aflorante do NE da bacia do Paraná,

- estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34., Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBG, 1986. v. 1, p. 219-228.
- VAIL, P.R.; MITCHUM, R.M.; THOMPSON, S. Seismic stratigraphy and global changes of sea level. Part 3: Relative changes of sea level from coastal onlap. In: PAYTON, C.E. (Ed.). **Seismic stratigraphy: applications to hydrocarbon exploration**. Tulsa: American Association of Petroleum Geologists, Memoir 26, p. 63-81, 1977.
- VELOSO, H.P.; GÓES-FILHO, L. **Fitogeografia brasileira: classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical**. Salvador: Projeto RadamBrasil, 1982. 86 p. (Boletim técnico. Vegetação, n. 1).
- WHITE, I.C. Relatório sobre as *coal measures* e rochas associadas do sul do Brasil. In: **Relatório final da comissão de estudos de minas de carvão de pedra do Brasil**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1908. Parte 1. 300 p.
- ZANARDO, A.; ROVERI, C.D.; MORENO, M.M.T.; MASSON, M.R.; BERNARDES, E.S. Petrografia da formação Corumbataí na região de Rio Claro-SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 42., 2004, Araxá, MG. **Anais...** Araxá: SBG, 2004.



# **LISTAGEM DOS INFORMES DE RECURSOS MINERAIS**

---



### **SÉRIE METAIS DO GRUPO DA PLATINA E ASSOCIADOS**

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

### **SÉRIE MAPAS TEMÁTICOS DE OURO - ESCALA 1:250.000**

- Nº 01 - Área GO-09 Aurilândia/Anicuns - Goiás, 1995.  
Nº 02 - Área RS-01 Lavras do Sul/Caçapava do Sul - Rio Grande do Sul, 1995.  
Nº 03 - Área RO-01 Presidente Médici - Rondônia, 1996.  
Nº 04 - Área SP-01 Vale do Ribeira - São Paulo, 1996.  
Nº 05 - Área PA-15 Inajá - Pará, 1996.  
Nº 06 - Área GO-05 Luziânia - Goiás, 1997.  
Nº 07 - Área PA-01 Paru - Pará, 1997.  
Nº 08 - Área AP-05 Serra do Navio/Cupixi - Amapá, 1997.  
Nº 09 - Área BA-15 Caripará - Bahia, 1997.  
Nº 10 - Área GO-01 Crixás/Pilar - Goiás, 1997.  
Nº 11 - Área GO-02 Porangatu/Mara Rosa - Goiás, 1997.  
Nº 12 - Área GO-03 Niquelândia - Goiás, 1997.  
Nº 13 - Área MT-01 Peixoto de Azevedo/Vila Guarita - Mato Grosso, 1997.  
Nº 14 - Área MT-06 Ilha 24 de Maio - Mato Grosso, 1997.  
Nº 15 - Área MT-08 São João da Barra - Mato Grosso/Pará, 1997.  
Nº 16 - Área RO-02 Jenipapo/Serra Sem Calça - Rondônia, 1997.  
Nº 17 - Área RO-06 Guaporé/Madeira - Rondônia, 1997.  
Nº 18 - Área RO-07 Rio Madeira - Rondônia, 1997.  
Nº 19 - Área RR-01 Uaricaá - 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/Çaçapava 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/Çaçapava do Sul, Subárea Ibaré – Rio Grande do Sul, 2000.
- Nº 09 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Çaçapava 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/Çaçapava 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/Çaçapava 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/Çaçapava do Sul, Subárea Cambaizinho - Rio Grande do Sul, 2001.
- Nº 14 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Çaçapava 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/Çaçapava 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 Minerações 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.

### **SÉRIE OPORTUNIDADES MINERAIS**

- 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 Quartzito 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.

### **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 – Rio de Janeiro, 2011.

# **ANEXO I**

---

**POLO CERÂMICO DE SANTA GERTRUDES**

**CARTA GEOLÓGICA**

ÉON	ERA	PERÍODO	ÉPOCA	Idade (Ma)	RELAÇÕES CRONOESTRATIGRÁFICAS	
FANEROZOICO	CENOZOICO	QUATERNÁRIO	Holoceno	0,1	Q2a Depósitos aluvionares	
			Pleistoceno		Qce Depósitos colúvio-eluvionares	
		NEOGENO	Plioceno	23,1	ENrc Formação Rio Claro	
			Mioceno			
			Oligoceno			
		PALEOGENO	Eoceno	65,5	K2Eit Formação Itaqueri	
			Paleoceno			
		MESOZOICO	CRETACEO	Superior	100,5	Grupo São Bento
				Inferior		K1βsg K1δsg Formação Serra Geral
			JURASSICO	Superior	145	J3K1bt Formação Botucatu
	Médio					
	Inferior					
	TRIASSICO		Superior	200,1	Grupo Passa Dois	
			Médio			
			Inferior			
	PALEOZOICO		PERMIANO	Lopingiano	251	P3T1p Formação Pirambóia
				Guadalupiano		P3T1care Formação Corumbataí, siltito arenoso (are)
		Cisuraliano		P3T1carg Formação Corumbataí, siltito argiloso (arg)		
		CARBONÍFERO	Pennsylvaniano	270	P2i Formação Irati	
			Mississippiano			
		DEVONIANO	299	299	Grupo Guatá	
					P1tt Formação Tatuí	
					Grupo Itararé	
					C2P1i Grupo Itararé indiviso	
	SILURIANO	323				
	ORDOVICIANO					
	CAMBRIANO					
	360					
			542			

## Unidades Litoestratigráficas

### Cenozoico

Q2a Qce Depósitos aluvionares (a) e Depósitos colúvio-eluvionares (ce): areia, conglomerado, cascalho e argila

### Cenozoico - Mesozoico

ENrc Formação Rio Claro: cascalho, areia, argila e lamito

K2Eit Formação Itaqueri: arenito, arenito conglomerático com lentes de folhelho, siltito e conglomerado

### Mesozoico

#### Grupo São Bento

K1βsg Formação Serra Geral: Derrame basáltico e basalto-andesito de filiação tholeítica. Intercalações camada de arenito, litoarenito e arenito vulcânico

K1δsg Formação Serra Geral: Sills e diques de basalto, basalto-andesito de filiação tholeítica e diabásio.

J3K1bt Formação Botucatu: arenito fino a grosso de coloração avermelhada, grãos bem arredondados e com alta esfericidade, dispostos em sets e/ou cosets de estratificação cruzada de grande porte

#### Grupo Passa Dois

P3T1p Formação Pirambóia: predomina arenito fino a médio, grãos bem arredondados e com alta esfericidade

#### Formação Corumbataí (P3T1c)

P3T1care Formação Corumbataí, siltito arenoso (are): predomina siltito arenoso, cor vermelho rosado e esbranquiçada, estrutura hummocky e acamamento ondulado. Presença de diversas intercalações centimétricas a métricas de arenito médio e calcarenito

P3T1carg Formação Corumbataí, siltito argiloso (arg): predomina siltito argiloso, cor arroxeada, laminação incipiente ou estratificação plano paralelo com muitas intercalações milimétricas a centimétricas de bone-beds e raras de arenito fino carbonático

P2i Formação Irati: folhelho, siltito e argilito cinza escuro, calcário, silexito, marga, folhelho betuminoso, portador de reptéis mesossaurídeos.

#### Grupo Guatá

P1tt Formação Tatuí: siltito e siltito arenoso de cor cinza, arenito fino quartzoso, arenito cinza esverdeado médio a grosso e imaturo, calcário e silexito, ocasionais fragmentos e níveis de carvão assim como nódulos de pirita

#### Grupo Itararé

C2P1i Grupo Itararé indiviso: arenito, tilito, siltito, folhelho, ritmito, conglomerado e raras camadas de carvão





# INFORME DE RECURSOS MINERAIS

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL

## *Série Rochas e Minerais Industriais, nº 11*

*Insumos Minerais para a Construção Civil*

### PROJETO POLO CERÂMICO DE SANTA GERTRUDES

A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB) tem a satisfação de tornar acessível à comunidade geológica e aos empresários do setor mineral os resultados do Projeto Polo Cerâmico de Santa Gertrudes, com o qual se objetivou delimitar com maior precisão a área da principal fonte de matéria-prima para cerâmica – a unidade geológica Formação Corumbataí – como também ressaltar a potencialidade mineral da região do PCSG, que compreende os municípios de Araras, Charqueada, Cordeirópolis, Ipeúna, Iracemápolis, Limeira, Piracicaba, Rio Claro e Santa Gertrudes, situados no estado de São Paulo.

Dessa forma, o Polo Cerâmico de Santa Gertrudes (PCSG) conta com mais um instrumento para atrair investimentos na pesquisa de argilas empregadas no setor mineral, importante vetor na economia do estado de São Paulo, facilitando e direcionando o planejamento de novos empreendimentos.

Este produto é mais uma ação do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), que, por intermédio do Programa Geologia do Brasil (PGB), vem executando projetos em todas as regiões do país, com o objetivo de propiciar e difundir o conhecimento geológico do território brasileiro, gerando informações indispensáveis ao desenvolvimento sustentável, de forma a contribuir para o desenvolvimento regional e subsidiar a formulação de políticas públicas nas tomadas de decisão de investimentos.

O conjunto de informações geradas no decorrer da consecução do projeto está disponibilizado nesta edição de Informe de Recursos Minerais e no Mapa Geológico do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes, bem como em CD-ROM, com os dados digitais organizados em Sistema de Informações Georreferenciadas (SIG). É importante destacar o empenho das entidades que participaram em algum momento da execução deste trabalho, tais como Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP/Rio Claro) e Associação Paulista das Cerâmicas de Revestimento (ASPACER).

#### 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: 61 2192-8269 - Fax: 61 3225-3985

#### Diretoria de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Tel: 21 2295-5837 - 61 3223-1059  
Fax: 21 2295-5947 - 61 3323-6600

#### Superintendência Regional de São Paulo

Rua Costa, 55 - Cerqueira César  
São Paulo - SP - CEP: 01304-010  
Tel.: (11) 3775-5101  
Fax: (11) 3775-5165

#### Assessoria de Comunicação

Tel: 61 3321-2949 - Fax: 61 3321-2949  
E-mail: [asscomdf@cprm.gov.br](mailto:asscomdf@cprm.gov.br)

#### Divisão de Marketing e Divulgação

Tel: 31 3878-0372 - Fax: 31 3878-0382  
E-mail: [marketing@cprm.gov.br](mailto:marketing@cprm.gov.br)

#### Ouvidoria

Tel: 21 2295-4697 - Fax: 21 2295-0495  
E-mail: [ouvidoria@cprm.gov.br](mailto:ouvidoria@cprm.gov.br)

#### Serviço de Atendimento ao Usuário – SEUS

Tel: 21 2295-5997 - Fax: 21 2295-5897  
E-mail: [seus@cprm.gov.br](mailto:seus@cprm.gov.br)

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