



CONTRATO Nº 48000.003155/2007-17: DESENVOLVIMENTO DE ESTUDOS PARA ELABORAÇÃO DO PLANO DUODECENAL (2010 - 2030) DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

## **MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME**

SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL-SGM

## **BANCO MUNDIAL**

BANCO INTERNACIONAL PARA A RECONSTRUÇÃO E DESENVOLVIMENTO - BIRD

### **PRODUTO 32**

**Perfil de argilas para Cerâmica Vermelha**

### **RELATÓRIO TECNICO 32**

**Perfil da Argila**

### **CONSULTOR**

**José Mário Coelho**

### **PROJETO ESTAL**

**PROJETO DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA AO SETOR DE ENERGIA**

Setembro de 2009

**SUMÁRIO**

ÍNDICE DE FIGURAS.....	3
ÍNDICE DE TABELAS.....	3
1. SUMÁRIO EXECUTIVO .....	4
2. RECOMENDAÇÕES .....	5
3. APRESENTAÇÃO .....	5
4. MINERAÇÃO DE ARGILA PARA CERÂMICA VERMELHA NO BRASIL: SUAS CARACTERÍSTICAS E EVOLUÇÃO RECENTE.....	6
4.1. LOCALIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DA MINERAÇÃO DE ARGILAS PARA CERÂMICA VERMELHA .....	6
4.2. RECURSOS E RESERVAS DE ARGILAS PARA CERÂMICA VERMELHA.....	7
4.3. ESTRUTURA EMPRESARIAL E PARQUE PRODUTIVO DA MINERAÇÃO DE ARGILAS PARA CERÂMICA VERMELHA .....	9
4.4. RECURSOS HUMANOS DA MINERAÇÃO DE ARGILAS PARA CERÂMICA VERMELHA .....	14
4.5. ASPECTOS TECNOLÓGICOS DA MINERAÇÃO DE ARGILAS PARA CERÂMICA VERMELHA .....	14
4.6. ASPECTOS AMBIENTAIS .....	17
4.7. EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO E CONSUMO DE ARGILA .....	18
4.8. EVOLUÇÃO E TENDÊNCIA DO PREÇO DE MERCADO .....	22
4.9. INVESTIMENTOS NA MINERAÇÃO DE ARGILAS PARA CERÂMICA VERMELHA .....	22
5. USOS E DESTINAÇÃO DOS PRODUTOS DA MINERAÇÃO DE ARGILAS PARA CERÂMICA VERMELHA .....	23
6. NECESSIDADES ADICIONAIS DE RESERVAS DE ARGILAS PARA CERÂMICA VERMELHA .....	25
7. PROJEÇÃO DAS NECESSIDADES DE RECURSOS HUMANOS.....	26
8. ARCABOUÇO LEGAL, TRIBUTÁRIO E DE INCENTIVOS FINANCEIROS E FISCAIS.....	26
9. CONCLUSÕES .....	28
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - DISTRIBUIÇÃO DAS PRINCIPAIS BACIAS SEDIMENTARES BRASILEIRAS, PORTADORAS DE DEPÓSITOS DE ARGILA PARA USO EM CERÂMICA VERMELHA (CABRAL JUNIOR ET AL, 2009).....	7
FIGURA 2– EVOLUÇÃO DO CRESCIMENTO DAS RESERVAS DE ARGILAS COMUNS A PARTIR DE 1996.....	8
FIGURA 3 – PRINCIPAIS RESERVAS ESTADUAIS DE ARGILAS COMUNS. ....	8
FIGURA 4 – PRINCIPAIS ARRANJOS PRODUTIVOS MÍNERO-CERÂMICOS BRASILEIROS.....	10
FIGURA 5 - FLUXOGRAMA DAS OPERAÇÕES UNITÁRIAS DA PRODUÇÃO DE ARGILA E PREPARAÇÃO DE MASSA CERÂMICA. ....	16
FIGURA 6– EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE PEÇAS CERÂMICAS E CONSUMO DE ARGILAS COMUNS. ....	19
FIGURA 7– FLUXOGRAMA DOS PROCESSOS DE FABRICAÇÃO DE BLOCOS E TELHAS. ....	24

## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1– PRODUTIVIDADE DA MINERAÇÃO DE ARGILA PARA CERÂMICA VERMELHA (ANO BASE 2008). ....	12
TABELA 2 – CONSUMO ENERGÉTICO E EMISSÕES DE CO <sub>2</sub> NA MINERAÇÃO DE ARGILA.....	13
TABELA 3 – PRODUÇÃO OFICIAL DE ARGILAS COMUNS NO PERÍODO 2003 A 2005.....	19
TABELA 4– CENÁRIOS PARA O FUTURO DA ECONOMIA BRASILEIRA – PROJEÇÕES DO PIB.....	20
TABELA 5 – PROJEÇÃO DE PRODUÇÃO E CONSUMO DE ARGILA PARA CERÂMICA VERMELHA – PERÍODO 2010 A 2030.....	21
TABELA 6 – PROJEÇÃO DE INVESTIMENTO PARA A PRODUÇÃO DE ARGILAS PARA CERÂMICA VERMELHA – PERÍODO 2010 A 2030. ....	21
TABELA 7 –. PROJEÇÃO CONSUMO DE ARGILA PARA VERMELHA VERSUS RESERVAS E CUSTOS COM PESQUISA (PERÍODO 2012 A 2030).....	25

## 1. SUMÁRIO EXECUTIVO

O estudo em pauta traça um perfil da mineração de argilas para cerâmica vermelha no Brasil, enfocando aspectos relacionados às áreas de produção, métodos de lavra, porte dos empreendimentos, reservas minerais, projeção de demanda, recursos humanos, bem como os principais gargalos tecnológicos e desafios para o crescimento sustentado do setor.

Este segmento constitui uma atividade econômica localmente vinculada à sua indústria de transformação. É composto por um grande número de unidades produtoras distribuídas em todos os estados brasileiros e caracterizadas por micro e pequenas empresas, atuando muitas vezes de maneira informal. Por se tratar de material de baixo valor agregado, as argilas são produzidas em minerações cativas que abastecem as próprias cerâmicas ou são vendidas nos mercados locais. O baixo valor agregado de seus produtos dificulta investimentos em equipamentos, tecnologia e qualificação da mão-de-obra, que são componentes fundamentais para a obtenção de um produto de maior qualidade. Dados oficiais apontam em torno de 417 minas de argila em operação no território nacional, com produção variando de 1.000 a 20.000 toneladas/mês.

Por sua vez, o segmento de Cerâmica Vermelha é formado por aproximadamente 5.500 estabelecimentos fabris, na sua grande maioria, por micro e pequenas empresas, algumas médias, geralmente de estrutura familiar que produzem anualmente cerca de 76 bilhões de peças cerâmicas e fatura em torno de R\$ 6 bilhões. Uma característica dessa indústria é a tendência para a concentração geográfica das empresas próxima às áreas de produção de matérias-primas. O desenvolvimento desse segmento está intimamente atrelado à indústria da construção civil.

O segmento de cerâmica vermelha é um grande consumidor de argilas. Pela produção estimada de peças cerâmicas em 2008, avalia-se que o consumo foi de aproximadamente 180 milhões de toneladas de argilas comuns, englobando argilas quaternárias e argilas de bacias sedimentares. Para 2030, considerando os vários cenários de crescimento do País, estima-se um consumo de argila variando de 5,2 a 8,2 bilhões de toneladas. Esses números colocam o Brasil como um dos principais produtores e consumidores mundiais desse tipo de argila.

Apesar da existência de grandes depósitos de argila para cerâmica vermelha (em torno de 3,6 bilhões de toneladas em 2005), o seu aproveitamento econômico está condicionado a alguns fatores, como distância jazida-fábrica. Além disso, conflitos da mineração com as unidades de conservação ambiental (Áreas de Proteção Permanente - APP, Áreas de Proteção Ambiental -APA, parques, reservas ecológicas, reservas indígenas, entre outras) e com outras formas de uso e ocupação do solo, vem reduzindo as áreas disponíveis, podendo colocar em risco o abastecimento futuro, mormente em regiões mais densamente ocupadas. As projeções de demanda de reservas indicam a necessidade de uma suplementação de reservas na faixa de 1,5 a 4,5 bilhões de toneladas. Os investimentos necessários para fazer frente à reposição de reservas situam-se na faixa de R\$ 21 a R\$ 44,4 bilhões.

Constata-se na maioria das minerações de argilas deficiências com relação à sua condução técnica e gerencial. Faltam profissionais qualificados para a condução das atividades extrativas e caracterização e controle das matérias-primas. A falta de profissionais especializados e baixo padrão da tecnologia utilizada nas operações de lavra constituem importante fator que prejudica a competitividade do setor mineiro-cerâmico brasileiro frente aos países líderes internacionais.

Finalizando, avalia-se que o segmento mineiro-cerâmico tem um grande potencial de desenvolvimento, levando em conta a perspectiva de crescimento sustentado da construção civil impulsionado pelos programas governamentais em curso. As expectativas de expansão desse segmento produtivo são respaldadas pelo potencial geológico de reservas de argila e pela possibilidade de modernização da base industrial e do fortalecimento dos aglomerados mineiro-cerâmicos brasileiros.

## 2. RECOMENDAÇÕES

Considerando a situação atual da mineração de argilas para cerâmica vermelha, são feitas algumas recomendações para aprimoramento do segmento mínero-cerâmico brasileiro:

- Estudos para melhoria do conhecimento geológico das atuais reservas e prospecção de novos depósitos de argilas para cerâmica vermelha para ampliação das reservas brasileiras e atender às necessidades do parque cerâmico nacional para as próximas décadas.
- Estabelecimento do ordenamento territorial geomineiro nos pólos de produção para compatibilizar a atividade extrativa com outras formas de uso do solo, de forma a garantir o suprimento de matérias-primas para as indústrias de cerâmica vermelha.
- Estudo para implantação de unidades de produção de massa cerâmica (central de massa) nos principais arranjos produtivos cerâmicos brasileiros para poder ofertar ao segmento um material com mais qualidade, em comparação ao atualmente produzido pelas mineradoras ou cerâmicas.
- Suporte governamental para regularização das atividades extrativas e na profissionalização da mão-de-obra envolvida na mineração de argilas. Esta ação pode se dar por meio de cursos de treinamento.
- Apoio governamental para estruturação e organização dos arranjos produtivos mínero-cerâmicos para melhoria de sua competitividade.
- Estabelecimento de mecanismos de apoio creditício para os micro e pequenos empreendedores para modernização do segmento mínero-cerâmico.
- Incentivo à criação de cooperativa de mineradores de argilas para atuação de forma organizada, favorecendo a regularização dos empreendimentos, minimizando custos de produção, melhorando o padrão de qualidade e a exploração mais racional da matéria-prima, além da recuperação ambiental.

## 3. APRESENTAÇÃO

O estudo em pauta traça um perfil da mineração de argilas para cerâmica vermelha no Brasil, enfocando aspectos relacionados às áreas de produção, métodos de lavra, porte dos empreendimentos, reservas minerais, projeção de demanda, recursos humanos, bem como os principais gargalos tecnológicos e desafios para o crescimento sustentado do setor.

O segmento de cerâmica vermelha brasileiro integra o ramo de produtos de minerais não-metálicos da Indústria de Transformação, fazendo parte, juntamente com outras indústrias, como as de cerâmica de revestimento, sanitários, indústria cimenteira e vidreira, do conjunto de cadeias produtivas que compõem o Complexo da Construção Civil. Tem como atividade a produção de uma grande variedade de materiais, como blocos de vedação e estruturais, telhas, tijolos maciços, lajotas e tubos, além de produtos para fins diversos como argilas piroexpandidas, objetos ornamentais e utensílios domésticos. **A diversidade de produtos é muito elevada em função das exigências do mercado consumidor que, muitas vezes, induzem uma variedade de dimensões que acabam afetando a padronização das peças.**

O parque cerâmico brasileiro é constituído por aproximadamente 5.500 unidades fabris de capital estritamente nacional, no qual coexistem pequenos empreendimentos familiares artesanais, cerâmicas de pequeno e médio porte, com deficiências de mecanização e gestão, e empreendimentos de médio a grande porte. O volume de produção anual é em torno de 76 bilhões de peças.

Este segmento é abastecido por um grande número de unidades produtivas de argilas comuns (*common clays*) distribuídas em todos os estados brasileiros, caracterizada, na sua grande maioria, por micro e pequenas empresas, geralmente de estrutura familiar, atuando muitas vezes de

maneira informal. Esse mesmo tipo de matéria-prima é consumido por outros setores, tais como: cerâmica de revestimento de base seca, cimenteiro, agregado leve, entre outros.

As argilas para cerâmica vermelha englobam uma grande variedade de substâncias minerais de natureza argilosa. Compreendem, basicamente, sedimentos pelíticos consolidados e inconsolidados, como argilas aluvionares quaternárias, argilitos, siltitos, folhelhos e ritmitos, que queimam em cores avermelhadas, a temperaturas variáveis entre 800 e 1.250 °C. Tais argilas apresentam geralmente granulometria muito fina, característica que lhes conferem, com a matéria orgânica incorporada, diferentes graus de plasticidade, quando adicionada de determinadas porcentagens de água, aspectos importantes para produção de uma grande variedade de peças cerâmicas, além da trabalhabilidade e resistência a verde, a seco e após o processo de queima.

As informações oficiais (DNPM – Anuário Mineral Brasileiro) não refletem a realidade do segmento, tanto no número de empresas atuantes quanto da quantidade produzida, estimando-se que a produção de argila seja muito maior do que os dados oficiais captados.

As peculiaridades da mineração de argilas para cerâmica vermelha, pouco estruturada formalmente, predominando como atividade subsidiária à manufatura cerâmica e com ampla distribuição no território nacional, faz com que esse segmento da mineração apresente uma grande deficiência em dados estatísticos e indicadores de desempenho, instrumentos indispensáveis para acompanhar o seu desenvolvimento e monitorar a sua competitividade. Dessa forma, parcela importante das análises efetuadas neste perfil deriva de informações obtidas a partir da indústria de cerâmica vermelha – segmento de transformação agregada à mineração de argila, de consulta a relatórios e publicações técnicas de centros de pesquisa (IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas e Cetem – Centro de Tecnologia Mineral), e de representantes empresariais e consultores que atuam diretamente com o setor mineiro-cerâmico.

No tocante à ampliação e modernização das atividades mineiro-cerâmicas, as empresas (micro, pequenas e médias) que compõem os aglomerados mais organizados poderão ter acesso mais fácil a programas de gestão empresarial e a linhas de financiamento, com vistas ao aprimoramento da competitividade do segmento. Alguns bancos estatais (BNDS e Caixa Econômica) dispõem de linhas especiais de financiamento para a compra de equipamento.

## **4. MINERAÇÃO DE ARGILA PARA CERÂMICA VERMELHA NO BRASIL: SUAS CARACTERÍSTICAS E EVOLUÇÃO RECENTE**

### **4.1. Localização e distribuição da mineração de argilas para cerâmica vermelha**

Em consequência da composição do substrato geológico brasileiro, que apresenta extensas coberturas sedimentares – bacias fanerozóicas e depósitos cenozóicos –, aliado à evolução geomorfológica, que propiciou a formação de expressivas coberturas residuais intempéricas, os depósitos de argilas para fins cerâmicos possuem ampla distribuição geográfica em todo território nacional. Segundo o contexto geológico, são distinguidos dois tipos principais de depósitos de argila: argilas quaternárias e argilas de bacias sedimentares.

As argilas quaternárias, relacionadas ao preenchimento de fundo de vales e às planícies costeiras, formam depósitos lenticulares, com espessuras de porte métrico e distribuição em áreas que podem variar de poucos hectares até quilômetros quadrados, variando de acordo com a extensão da planície de inundação.

Portentosos pacotes argilosos ocorrem nas diversas bacias sedimentares brasileiras. O adensamento de minas é comum na Bacia Sedimentar do Paraná, em vários aglomerados produtivos nos estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul. Sedimentos provenientes de bacias sedimentares são também aproveitados no Rio de Janeiro

(Graben da Guanabara), Bahia (Bacia do Recôncavo), estados do Nordeste Oriental (bacias Taquari-Vassouras e Potiguar) e estados do nordeste ocidental (Bacia do Parnaíba), como ilustra a Figura 1. As rochas de interesse cerâmico nas bacias sedimentares são os folhelhos, argilitos, siltitos, ritmitos e outras rochas de natureza pelítica, que são denominadas no jargão cerâmico, genericamente, de “taguás”.

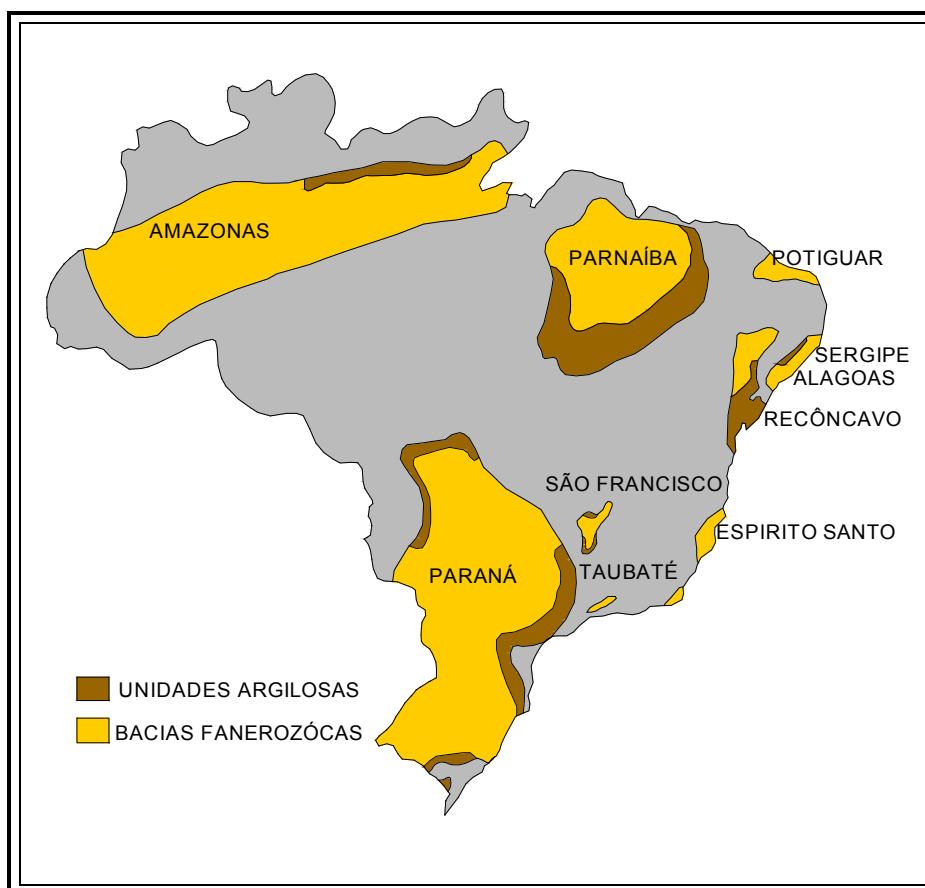
Apesar do grande potencial mineral, é difícil fazer uma estimativa mais precisa das reservas de argila para cerâmica vermelha uma vez que os depósitos e as jazidas, em geral, são mal avaliados e pouco conhecidos.

As principais jazidas brasileiras estão localizadas geralmente próximas aos pólos produtores de cerâmica vermelha e estão distribuídas em diversos estados, notadamente nas regiões sudeste e sul. Isto é decorrência das características dessas argilas que são matérias-primas de baixo valor agregado e consumidas em grandes volumes, normalmente sem beneficiamento, não comportando transporte a distâncias longas. O transporte das matérias-primas minerais entre a mina e a unidade fabril tem peso importante nos custos de produção cerâmica, o que acaba por influenciar a competitividade desse segmento industrial.

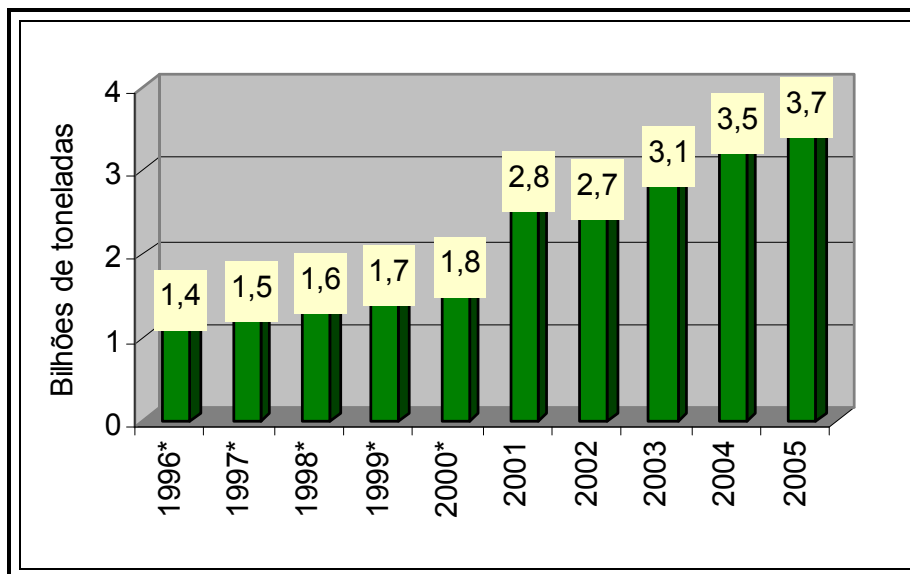
#### 4.2. Recursos e reservas de argilas para cerâmica vermelha

O Brasil possui grandes reservas de argilas para cerâmica vermelha. Analisando os dados de reservas do DNPM (Figura 2), nota-se que houve um aumento significativo nos valores a partir do ano 2000. Em 1996 as reservas medidas de argilas comuns e plásticas eram de aproximadamente 1,4 bilhões t. Já em 2001 os valores de reserva de argilas comuns chegaram a cerca de 2,2 bilhões t, e em 2005 as reservas atingiram 3,6 bilhões t.

**Figura 1: Distribuição das principais bacias sedimentares brasileiras, portadoras de depósitos de argila para uso em cerâmica vermelha (CABRAL JUNIOR et al, 2009).**



**Figura 1– Evolução do crescimento das reservas de argilas comuns a partir de 1996.**



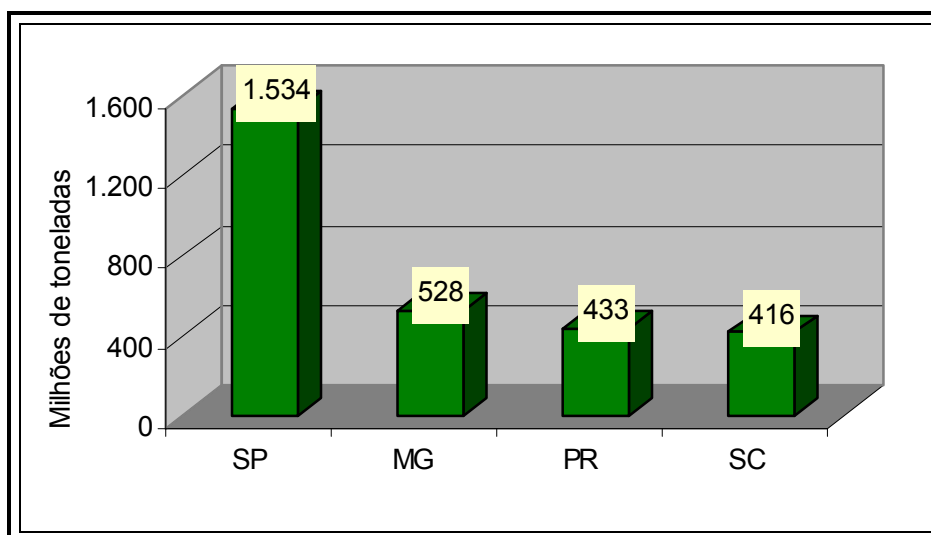
(\*) Incluem argilas comuns e plásticas.

Fonte: Série Histórica - Anuário Mineral Brasileiro (DNPM, 1997 a 2006).

Esse crescimento abrupto das reservas oficiais não está relacionado diretamente à descoberta e dimensionamento de novas jazidas, mas, sobretudo, à atuação mais efetiva dos órgãos gestores de mineração e ambiental, que obrigou o empreendedor, que atuava de maneira informal, a regularizar sua situação no DNPM.

As principais reservas medidas, mais de 70%, estão concentradas em 4 estados brasileiros, onde estão localizados os mais importantes pólos de cerâmica vermelha, conforme ilustra a Figura 3.

**Figura 2 – Principais reservas estaduais de argilas comuns.**



Fonte: AMB 2006 (DNPM, 2006).

Apesar da expressividade da dotação mineral do país para recursos de argila, uma série de fatores tem dificultado, cada vez mais, o acesso às reservas. Uma primeira limitação refere-se à preocupação com a qualidade do meio ambiente, que por meio de leis restritivas e a criação de unidades de conservação (áreas de proteção ambiental, parques e reservas) interferem diretamente na disponibilidade dos recursos minerais. Adicionalmente, há um conjunto de fatores que se



apropriam de amplos espaços geográficos e competem com a mineração, tais como: a expansão urbana, o adensamento da ocupação agrícola e a demanda cada vez maior por recursos hídricos para abastecimento, irrigação e geração de energia. Tudo isto vem ocasionando a indisponibilização progressiva de reservas minerais em determinadas regiões do país.

Caso típico de escassez diz respeito às reservas de argila na região Oeste do Estado de São Paulo. Nesta região, a instalação de usinas hidrelétricas fez com que seus reservatórios inundassem áreas de grande potencialidade ou mesmo tradicionalmente produtoras de recursos minerais, situadas nas planícies aluviais dos principais rios da região (Paraná e seus afluentes Paranapanema, Tietê, Aguapeí e Peixe). Os lagos formados têm causado a esterilização precoce das jazidas, prejudicando as atividades mineiro-industriais e as próprias economias locais (CABRAL JUNIOR et al, 2008).

### **4.3. Estrutura empresarial e parque produtivo da mineração de argilas para cerâmica vermelha**

A mineração de argila para cerâmica vermelha constitui uma atividade econômica localmente vinculada à sua indústria de transformação. As matérias-primas produzidas caracterizam-se como minérios de baixo valor unitário, fazendo com que sua mineração opere de maneira cativa (trabalhando apenas para a sua própria cerâmica) ou abasteça mercados locais. Mesmo em regiões onde há comercialização dessa matéria-prima, parte significativa dos empreendimentos pertence aos próprios ceramistas que vendem o excedente de suas minas.

Já a indústria de cerâmica vermelha, segundo a ANICER (2009), é formada por cerca de 5.500 estabelecimentos fabris, considerando apenas as empresas que dispõem de equipamentos de extrusão, distribuídos amplamente por todo território nacional, mais concentrados nas regiões Sudeste e Sul. O volume de produção anual é da ordem de 76 bilhões de peças, grosso modo dividido em 85% de blocos, lajotas e pisos, e 15% de telhas, o que perfaz um faturamento anual da ordem de R\$ 6 bilhões (US\$ 2,5 bilhões).

Segundo Cabral Junior (2008), trata-se de um setor com uma estrutura empresarial bastante assimétrica, pulverizada e de capital estritamente nacional, no qual coexistem pequenos empreendimentos familiares artesanais (olarias, em grande parte não incorporadas nas estatísticas oficiais), cerâmicas de pequeno e médio porte, com deficiências de mecanização e gestão, e empreendimentos de médio a grande porte (em escala de produção) de tecnologia mais avançada (processos mais automatizados, com preparação melhor da matéria-prima, secagem forçada e fornos de queima semi-contínua ou contínua).

Aspecto importante observado é que a existência de jazidas, de maneira isolada, ou associado a outros condicionantes favoráveis, como proximidade de mercados, base com infraestrutura privilegiada e cultura empresarial, tem conduzido à polarização do setor em territórios específicos, levando à constituição de aglomerados produtivos mineiro-cerâmicos (CABRAL JUNIOR et al., 2005).

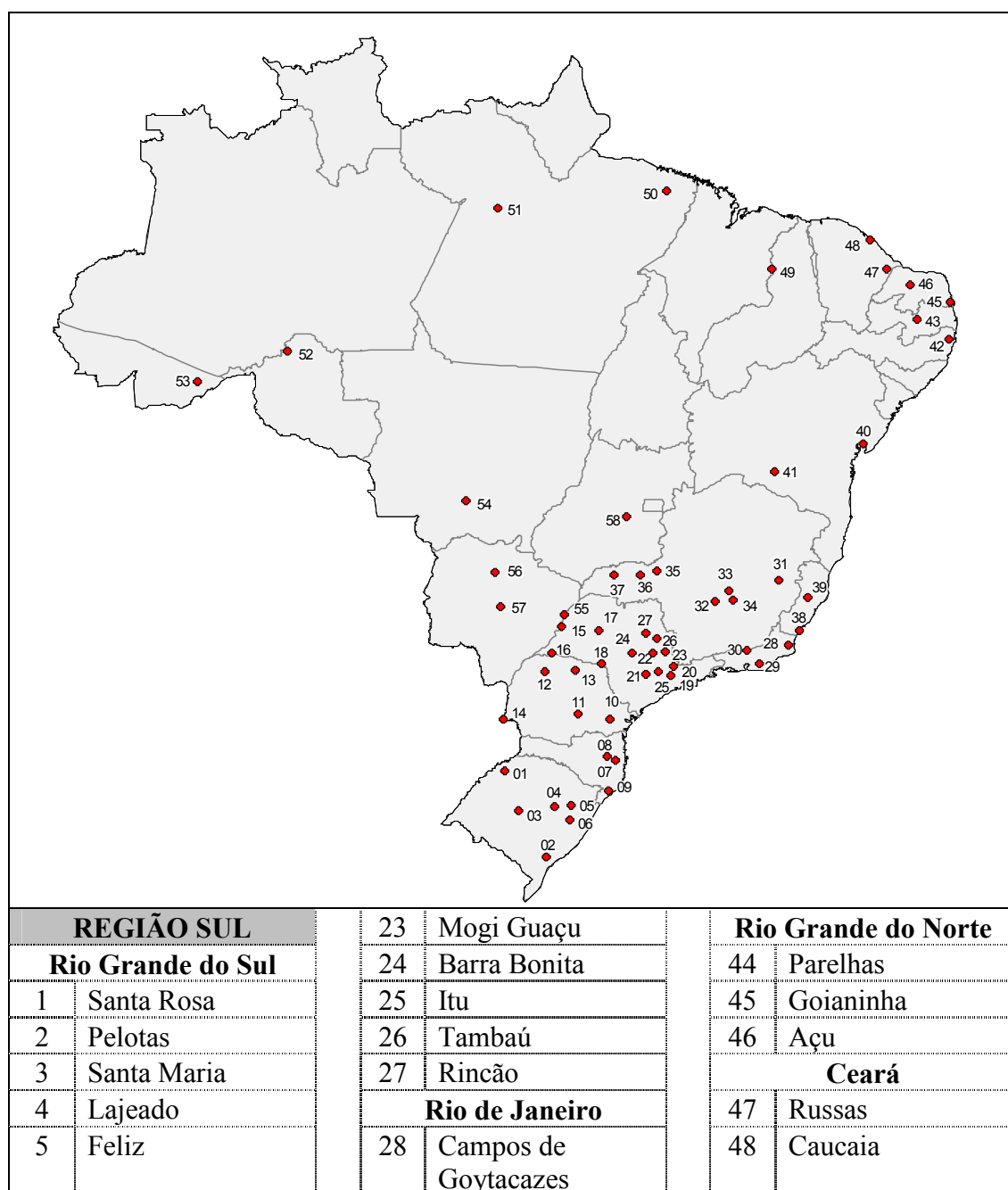
Os estudos de identificação de APLs (entre outros, META, 2002; SUZIGAN, 2006 e CABRAL JUNIOR, 2008) têm indicado que, dentre as aglomerações de base mineral, as mineiro-cerâmicas são as mais numerosas, com várias aglomerações desta cadeia produtiva estando entre os mais importantes APLs de base mineral no País. A Figura 4 relaciona os 58 principais arranjos produtivos mineiro-cerâmicos identificados no Brasil (META, 2002).

Na mineração de argila predominam empreendimentos de pequeno porte, com produções variando de 1.000 a 20.000 t/mês, em minas com escavações mecânicas à céu aberto. De modo geral, as minas carecem de investimentos em modernizações tecnológicas e gerenciais necessárias ao aprimoramento do sistema de produção envolvendo pesquisa mineral, lavra e beneficiamento,

sendo inexistentes programas de certificações quanto à qualidade e gestão ambiental. Ocorre também que parte dos empreendimentos opera de maneira informal ou em desacordo com a legislação mineral e ambiental, colocando em risco tanto o controle e a recuperação ambiental das áreas mineradas, quanto o próprio abastecimento das cerâmicas.

Os dados oficiais apontam para a existência de pelo menos 417 minas de argila em operação no país (DNPM, 2006). No entanto, certamente há um número muito maior de cavas e de empresas em operação. Esta defasagem dos números oficiais é decorrente, sobretudo, das características empresariais desse setor minero-cerâmico, cuja produção cativa de matéria-prima é muito constante, sendo tratada pelo empreendedor não como atividade individualizada, que demanda procedimentos especiais para sua operação legal (obtenção do título minerário, licenciamento ambiental, recolhimento da CFEM - Compensação Financeira pela Exploração Mineral), mas como mais uma etapa da produção cerâmica.

**Figura 3 – Principais arranjos produtivos minero-cerâmicos brasileiros.**



6	Porto Alegre	<b>29</b>	Itaboraí		<b>Maranhão</b>
	<b>Santa Catarina</b>	30	Três Rios		49
7	Canelinha		<b>Minas Gerais</b>		<b>REGIÃO NORTE</b>
8	Pouso Redondo	31	Governador Valadares		<b>Pará</b>
9	Criciúma	32	Igaratinga		50
	<b>Paraná</b>	33	Sete Lagoas		São Miguel do Guama
10	Curitiba	34	Reg. Metropolitana BH		51
11	Prudentópolis	35	Monte Carmelo		<b>Rondonia</b>
12	São Carlos do Ivaí	<b>36</b>	Uberlândia		52
13	Londrina	37	Ituiutaba		Porto Velho
14	Foz do Iguaçu		<b>Espírito Santo</b>		<b>Acre</b>
	<b>REGIÃO SUDESTE</b>	38	Itapemirim		53
	<b>São Paulo</b>	39	Colatina		<b>REGIÃO CENTRO-OESTE</b>
15	Panorama		<b>REGIÃO NORDESTE</b>		<b>Mato Grosso</b>
16	Teodoro Sampaio		<b>Bahia</b>		54
17	Penápolis	40	Recôncavo Baiano		Várzea Grande
18	Ourinhos	41	Caitité		<b>Mato Grosso do Sul</b>
19	Reg. Metropolitana SP		<b>Pernambuco</b>		55
20	Bragança Paulista	42	Pau Dalho		Três Lagoas
21	Tatuí		<b>Paraíba</b>		56
22	Rio Claro	43	Juazeirinho		Rio Verde
					57
					Campo Grande
					<b>Goiás</b>
					58
					Anápolis

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de informações do Instituto Metas (2002).

Levando em conta as dimensões globais do setor no país (número de empresas e de APLs<sup>1</sup>) e informações de levantamentos efetuados em APLs representativos do setor<sup>2</sup>, estima-se que possa existir um número significativo de empreendimentos não regularizados, extraído argila a partir de uma ou mais cavas, e que podem somar cerca de 30 a 50% ao total das minerações registradas pelo DNPM.

Quanto à produtividade da mineração de argilas, a estimativa de valores é extremamente dificultada em função das peculiaridades da sua estrutura produtiva - minas cativas e a precariedade da condução técnica e empresarial dos empreendimentos, que funcionam em parte de maneira informal.

Um primeiro cálculo pode ser efetuado, a partir dos dados oficiais do DNPM (2006): mão-de-obra – 8.517; minas – 417; e produção anual – 18.596.784 t. Deve-se considerar que essas informações correspondem às minerações de argila de maneira agregada, abrangendo outros tipos

<sup>1</sup> O Sebrae define APLs - Arranjos Produtivos Locais - como aglomerados de empresas localizadas em um mesmo território, que apresentam especialização produtiva e mantêm vínculos de articulação, interação, cooperação e aprendizagem entre si e com outros atores locais, tais como: governo, associações empresariais, instituições de crédito, ensino e pesquisa.

<sup>2</sup> Por exemplo: diagnósticos técnico-econômicos elaborados pelo IPT no Estado de São Paulo, entre outros, aglomerado informal de Socorro (2000); APL de Itu (2004) e APL de Tambaú (2006).

de argila – para revestimentos, plásticas e refratárias, bentonitas, e representam apenas parte do universo dessa mineração, já que parcela do segmento opera de maneira informal.

Com base nesses parâmetros obtém-se uma produtividade anual de 2.183,5 toneladas de argila/funcionário, com cada mina produzindo em média 44.660 toneladas de argila e operando com 20,4 funcionários. Quando se comparam esses valores obtidos, a partir dos dados apurados pelo DNPM, com a realidade da mineração de argila praticada, constata-se que há uma significativa defasagem (número de trabalhadores superestimado e volume da produção subestimado), o que mascara a produtividade real dos empreendimentos.

Uma estimativa mais realista pode ser efetuada levando-se em conta padrões produtivos compatíveis à mineração efetivamente praticada. A Tabela 1 apresenta uma avaliação elaborada para duas faixas de produção abrangendo um empreendimento cativo típico e uma mineração de pequeno a médio porte – PM

**Tabela 1 – Produtividade da mineração de argila para cerâmica vermelha (ano base 2008).**

<b>Tipo de Mineração</b>	<b>Escala de Produção Toneladas/Ano</b>	<b>Unidade Cerâmica de Referência Milhões de Peças/Ano</b>	<b>Número de Funcionários</b>	<b>Produtividade Toneladas de Argila/Funcionário</b>
<b>Mina cativa</b>	8.640 a 28.800	3,6 a 12,0	2*	4.320 a 14.400
<b>PM Mineração</b>	120.000 a 240.000	200 a 400	6**	20.000 a 40.000

(\*) 1 operador de escavadeira-pá carregadeira e 1 motorista – caminhão; (\*\*) 1 - operador de escavadeira, 1 - operador de pá carregadeira, 3 - motoristas/mecânico – caminhão, trator para secagem, e 1 administrativo/gerente.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para as referências padrões assumidas, a produtividade aumenta substancialmente em relação aos valores depreendidos dos dados oficiais, e ganha maiores proporções com o aumento da escala de produção. Dentro desses novos parâmetros, a produtividade varia de 4.000 a 15.000 toneladas de argila/funcionário para lavras cativas e de 20.000 a 40.000 toneladas/funcionário para as minerações mais estruturadas.

Quando se compara a produtividade brasileira com as operações dos países líderes em tecnologia cerâmica, como Itália e Espanha, os padrões da mineração internacional relativizam com o desempenho produtivo da PM mineração nacional. Não há diferenças substantivas em termos de supremacia produtiva. O diferencial positivo para a mineração européia está no conhecimento dimensional da jazida, na qualificação das reservas e nos cuidados no planejamento e controle técnico das operações de lavra.

Para a estimativa do dispêndio de energia da mineração de argila, foram consideradas as operações referentes à extração do minério (escavação mecânica), transporte dentro da mina e estocagem, com o consumo, basicamente, de óleo diesel. A Tabela 2 apresenta as principais referências de consumo energético e correspondentes emissões de CO<sub>2</sub> para produções cativas em micro-escalas e para minas de pequeno e médio porte.

O consumo de diesel nas minas cativas, que abastecem basicamente a uma unidade fabril situa-se na faixa de 6.900 a 23.000 litros/ano, respectivamente as produções mínimas e máximas consideradas, correspondendo ao rendimento de 0,8 l/t argila. Nas PM minerações o consumo estimado para a faixa de produção média varia de 48.000 a 96.0000 litros/ano, com um rendimento de 0,4 l/t argila, o que representa metade do consumo de combustível por tonelada produzida,

consequência da economia de escala. A mesma proporção de valores se mantém para as emissões de CO<sub>2</sub>, estimada em 2,2 kg/t para as minas cativas e 1,1 kg/t para as PM mineração.

**Tabela 2 – Consumo energético e emissões de CO<sub>2</sub> na mineração de argila.**

Tipo de Mineração	Escala de Produção t/ano	Equipamentos t/ano	Consumo Energético = Consumo Diesel				Emissões	
			litro/ano*	litro/t argila	kcal/t argila	tep/t argila	kg de CO <sub>2</sub> /ano	kg de CO <sub>2</sub> /t Argila
<b>Mina cativa</b>	8.640 a 28.800	1 escavadeira-carregadeira e 1 caminhão	6.900 a 23.000	0,8	7.314	0,00069	19.320 a 64.400	2,2
<b>PM Mineração</b>	120.000 a 240.000	1 retro-escavadeira, 1 pá-carregadeira, 2 caminhões, 1 trator	48.000 a 96.000	0,4	3.655	0,00034	134.400 a 268.000	1,1

Fatores de conversão utilizados: 1 litro diesel = 9.143 kcal (Poder Calorífico Superior – PCS); 1 litro diesel = 0,0008585 tep; 2,8 kg de emissões de CO<sub>2</sub> / litro de diesel.

\*Obs. A estimativa de consumo de diesel considerou um valor médio de produtividade para cada tipo de mineração de argila.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Essas informações de consumo energético indicam os ganhos de produtividade que se admite alcançar a partir de PM minerações mais estruturadas em detrimento aos empreendimentos cativos, cujos rendimentos são prejudicados pelo baixo volume de argila lavrada.

Mais uma vez, o diferencial competitivo entre a PM mineração nacional e as similares internacionais, não se dá exatamente em função do rendimento das minas, mas, sobretudo, com relação à qualidade das matérias-primas ofertadas, na qual homogeneidade e constância das especificações das argilas constituem propriedades fundamentais para os ganhos de produtividade da manufatura cerâmica.

Na mineração de argila, não há emprego de água nas operações de lavra, que são baseadas em procedimentos de escavação mecânica a seco. O seu uso restringe-se às minerações mais estruturadas na umidificação das vias não-pavimentadas situadas no interior e nos acessos do empreendimento, para abatimento de partículas em suspensão (poeira). Um valor de referência para o consumo de água para aspersão nos acessos da mina situa-se na faixa de 36.000 m<sup>3</sup>/ano<sup>3</sup>, o equivale a uma utilização de água da faixa de 0,75 a 0,37 m<sup>3</sup>/t pela PM mineração de argila lavrada.

O segmento de cerâmica vermelha utiliza como combustível, principalmente, a lenha (de reflorestamento e nativa) e resíduos de madeira (cavacos, serragem, entre outros). As principais emissões do processo de queima referem-se aos efluentes gasosos (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O) e aos particulados (fuligem/cinzas).

Com relação à emissão de CO<sub>2</sub>, a SGM (2008), com base em dados da Anicer fez uma estimativa para esse segmento utilizando como referência o consumo específico de 485 mil kcal/t,

<sup>3</sup> Base de cálculo para o consumo de água: 10 mm/dia, 180 dias, área de cobertura – 40.000m<sup>2</sup>.

obtendo o valor de 185 kg CO<sub>2</sub>/t de peças (370 kg CO<sub>2</sub>/mil peças). Salienta-se que o combustível, sendo predominantemente biomassa, a absorção de CO<sub>2</sub> pelas plantas pode neutralizar ou superar a emissão *in situ*.

#### **4.4. Recursos humanos da mineração de argilas para cerâmica vermelha**

O DNPM (2006) indicava que a mineração de argilas comuns possuía, em 2005, um total de 8.515 trabalhadores. No entanto, essas informações oficiais são fornecidas de forma agregada, incluindo segmentos produtores de outros tipos de argila (argilas fundentes para revestimentos, argilas plásticas de queima clara) mais estruturados que a mineração de argilas para cerâmica vermelha.

Por outro lado, esses dados agregados são subestimados em função da informalidade e das características da estrutura empresarial da cadeia produtiva da indústria de cerâmica vermelha. Nesta indústria o elo mineral é incipientemente desenvolvido, predominando minas cativas gerenciadas pelos próprios ceramistas, que comercializam excedentes de produção, o quadro de profissionais que atuam na lavra de argila, muitas vezes, fazem parte do quadro de trabalhadores da própria cerâmica.

Considerando um índice de informalidade entre 30% a 50% sobre o número de empreendimentos registrados no DNPM e a média de postos de trabalho aqui indicada, pode-se estimar que a mineração de argila para cerâmica vermelha conta com 3.500 a 4.000 funcionários.

Nessas minerações, números de referência de mão-de-obra empregada variam de 2 funcionários (minas cativas e pequenas) a 6 funcionários, com as seguintes especializações: um operador de escavadeira, um operador de pá carregadeira (nível básico), dois motoristas de caminhão (nível básico) para transporte interno da matéria-prima, um tratorista (nível básico) para secagem da argila (opcional) e um gerente administrativo (nível médio). Nas minas de maior porte e mais estruturadas pode contar com engenheiro (civil ou de minas) ou geólogo.

De qualquer forma, parcela importante dessas minerações é deficiente com relação à sua condução técnica e gerencial. Faltam profissionais qualificados para a execução das operações da mina e caracterização e controle das matérias-primas (técnicos de mineração e de cerâmica).

#### **4.5. Aspectos tecnológicos da mineração de argilas para cerâmica vermelha**

As operações mineiras praticamente restringem-se à extração de argilas, com as matérias-primas sendo comercializadas *in natura*, com o carregamento e expedição feitos diretamente na frente de lavra ou a partir de pilhas de estocagem. Geralmente, os processos de homogeneização, sazonalidade e composição de misturas de matérias-primas são realizados no pátio das cerâmicas. Eventualmente, algumas mineradoras podem agregar etapa de beneficiamento como secagem, homogeneização e cominuição de argilas. Isto ocorre em APLs mais estruturados, aonde já vem tendo a participação mais efetiva de empreendedores especializados, como mineradores e fornecedores de argila. Trata-se de uma tendência recente, sendo que se inicia também um processo, ainda incipiente, de lavras cooperativadas de ceramistas - “mineradoras comuns” (p.ex. Cuiabá – MT, Socorro e Panorama-Paulicéia – SP).

Nas minerações mais bem estruturadas, as operações de lavra costumam ser condicionadas a fatores como: situação topográfica do depósito, distribuição espacial das camadas de argila, características físicas do material, escala de produção, nível de investimento necessário e tipos de cuidados ambientais. As categorias de equipamentos mais utilizados são mostradas a seguir conforme o tipo de depósito:



- Depósitos minerais localizados nas encostas dos morros (jazidas de bacias sedimentares): são lavrados principalmente por escavadeiras hidráulicas sobre esteiras e, em alguns casos, por carregadeiras sobre rodas, podendo ainda ser auxiliadas por carregadeiras de esteiras e tratores sobre rodas. Estes equipamentos são amplamente empregados para produções de pequeno a médio porte.
- Depósitos minerais formados por camadas horizontais de pequena profundidade em subsuperfície (jazidas de argilas quaternárias): são lavrados por escavadeiras hidráulicas e podem contar com carregadeiras nos serviços de apoio, nas produções de pequeno a médio porte. O avanço das lavras em encosta ou com aprofundamento em cava pode atingir desníveis de escavação de até 20 m. Na maior parte das minerações, as máquinas que realizam a escavação mecânica também são responsáveis pela operação de carregamento das unidades de transporte do material escavado. No transporte, são usualmente empregados caminhões basculantes convencionais.

Há situações em que o minério e seu capeamento apresentam-se compactados (a exemplo dos argilitos e siltitos, conhecidos regionalmente como taguás) para escavação direta. Nestes casos, pode ser necessário o desmonte com explosivos para fragmentar o material para, em seguida, proceder o seu carregamento e transporte. A Figura 5 apresenta o fluxograma simplificado das operações unitárias da produção de argila e preparação de massa, envolvendo o sistema minacênica.

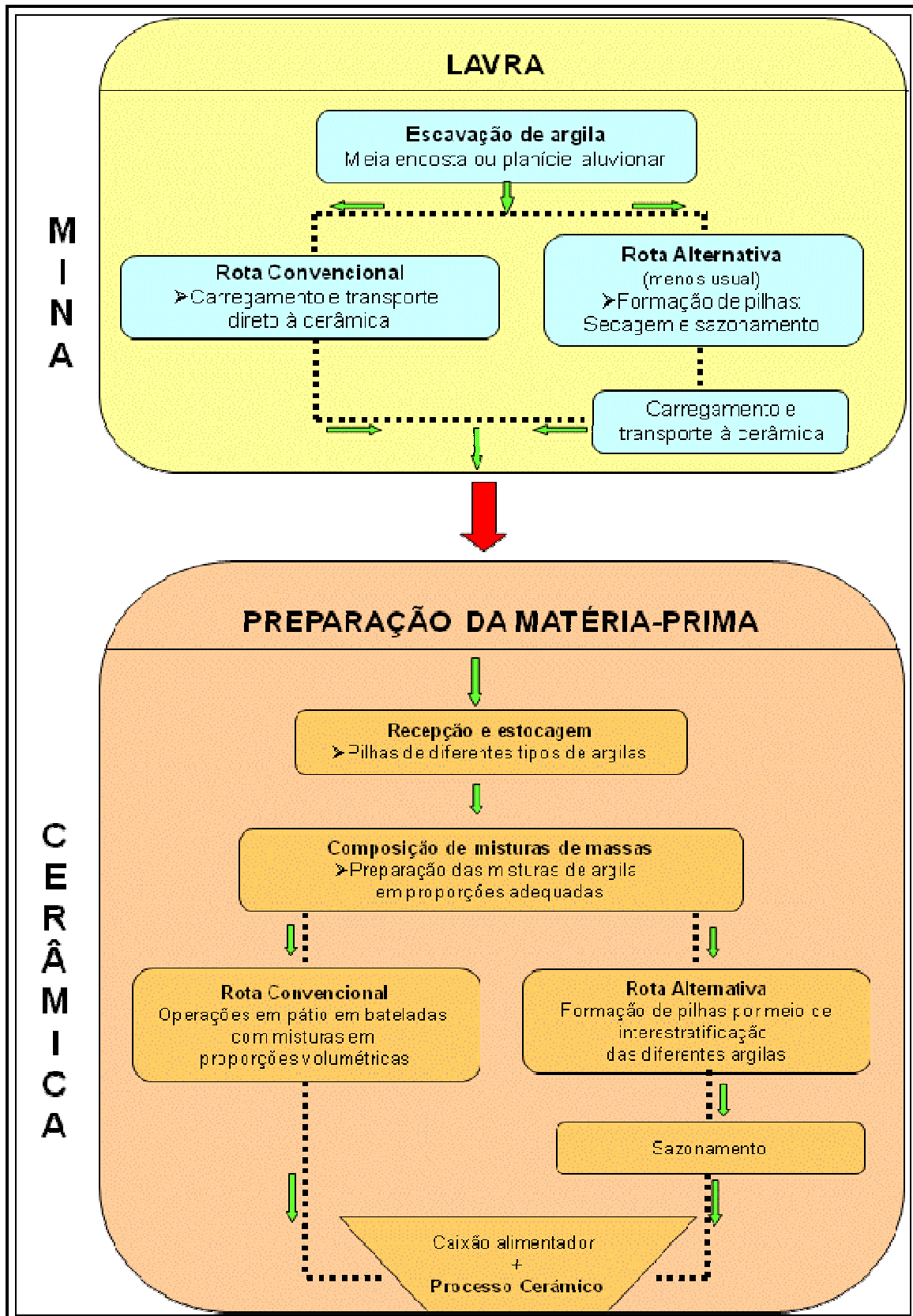
Um avanço incremental importante que agregaria tecnologia e valor ao produto mineral corresponderia à complementação das práticas rotineira de lavra com etapas de beneficiamento e composição de misturas das argilas, o que tradicionalmente é realizado dentro das cerâmicas. Além disso, um outro procedimento a ser adotado é o sazonalização das argilas, envolvendo a permanência da pilha de argila ao relento por um período de alguns meses, o que melhora a trabalhabilidade da massa cerâmica. Outras operações podem incluir estágios de cominuição, associados à classificação granulométrica, secagem ao ar livre, formação de pilhas de estocagem e blendagem para composição de massa cerâmica. A cominuição pode exigir operações de britagem e moagem, como é o caso do aproveitamento de rochas mais compactadas. Tais operações são intercaladas com sistemas de peneiramento para classificação das frações de argila obtidas no processo.

Investimentos em P,D&I mais arrojados na mineração e beneficiamento de argila realizados diretamente pelo setor produtivo são praticamente inexistentes. No entanto, iniciativas recentes vêm ganhando expressão com apoio de centros de pesquisa e instituições de suporte empresarial, como o Sebrae - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas.

Como destacado por Cabral Junior (2008), um salto tecnológico importante para modernização do elo mineral do setor mínero-cerâmico poderá ser dado por dois desenvolvimentos: implantação de mineradoras comuns e centrais de massa cerâmica.

A mineradora comum é uma saída para solucionar a produção em maior escala de matéria-prima, com melhor controle de qualidade, e facilitar a regularização das jazidas. Podendo ser gerida por cooperativa de mineradores e ceramistas, uma condução da mineração em melhores bases profissional e tecnológica deve propiciar ganhos econômicos (melhor aproveitamento das jazidas, menores custos de produção e diminuição de perdas no processo cerâmico) e ambientais (minimização de impactos pelo maior controle das operações de lavra e beneficiamento, e diminuição da proliferação caótica de cavas).

Figura 4 - Fluxograma das operações unitárias da produção de argila e preparação de massa cerâmica.



Fonte: elaborado pelo autor.



Entre as experiências pioneiras na produção consorciada de matéria-prima, há uma mineradora comum na região de Cuiabá (MT), organizada por uma cooperativa que conta com cerca de 20 ceramistas. No Estado de São Paulo, projetos similares estão se iniciando nos APLs de Socorro e de Dracena (CABRAL JUNIOR, op.cit.).

As centrais de massa correspondem a um *up grade* na estrutura de produção de matérias-primas. As centrais avançam nas etapas de preparação de misturas balanceadas para os diferentes processos e produtos cerâmicos. Entre os benefícios estão a melhoria e maior controle da qualidade das matérias-primas e a simplificação e especialização das plantas industriais das cerâmicas, visto que algumas das etapas de preparação de massa, que tradicionalmente são feitas dentro das próprias cerâmicas, passariam a ser assumidas pelas centrais (CABRAL JUNIOR, op.cit.).

Projeto conceitual de central de massa elaborado para os APLs de Tambaú e Vargem Grande do Sul, região centro-leste do Estado de São Paulo, estimou valores de investimentos entre 7,4 e 10,8 milhões, respectivamente para a capacidade mínima de 450.000 t/ano e máxima de 1.350.000 t/ano de massa cerâmica processada (IPT, 2009).

Com relação ao fornecimento de bens de capital (máquinas e equipamentos) e serviços (P&D, consultoria e engenharia) para esse segmento, o mercado brasileiro encontra-se plenamente capacitado para atender às demandas internas. No tocante a máquinas e equipamentos, existem várias empresas, inclusive multinacionais, concentradas na região sudeste, que atendem o mercado doméstico e também exportam. Quanto aos serviços, a capacitação está mais disseminada e pode ser encontrada em diversas regiões do País, ligadas a instituições de pesquisas, universidade e empresas de consultoria.

#### **4.6. Aspectos ambientais**

Na mineração de argila constata-se pouca geração de resíduos resultantes, geralmente, da remoção do capeamento superficial (solo) e, mais subordinadamente, da retirada de camadas estéreis intercaladas ao pacote de minério argiloso.

O volume de resíduos gerado está condicionado às relações de mineração (estéril/minério). Em decorrência do baixo valor do minério argiloso, são lavradas jazidas com baixa relação estéril/minério, geralmente com valores inferiores 0,25, isto é, para cada tonelada de argila são removidos menos de 0,25 tonelada de materiais estéreis.

Os materiais descartados na frente de lavra são constituídos por sedimentos de natureza mais ou menos arenosa. Quando utilizados, destinam-se à pavimentação de acessos internos na mina e ao reapeamento do relevo das áreas impactadas pela mineração, em trabalhos de estabilização e preenchimentos de cavas já lavradas. Materiais arenosos mais puros podem, eventualmente, ser aproveitados como agregado miúdo na construção (argamassas e concreto) e fins industriais (fundição), como ocorre, por exemplo, em mina na região de Itu no Estado de São Paulo. Nesta mina, onde são mineradas rochas argilosas (taguás) da Bacia do Paraná, parte dos sedimentos não aproveitados pela cerâmica, são beneficiados para purificação da fração arenosa (hidrociclonagem) e comercializados como co-produto da jazida. A mineração de argila por ser praticada em empreendimentos de pequeno porte e envolver, basicamente, processos de remoção de materiais sólidos provoca, de forma geral, impactos ambientais restritos.

As práticas mais comuns utilizadas no controle das áreas impactadas pela mineração envolvem medidas de mitigação convencionais, a saber:

- restrição da remoção da vegetação ao mínimo necessário e, sempre que possível, revegetação das áreas impactadas.
- instalação de sistema de drenagem das águas pluviais nas frentes de lavra e nos pátios de estocagem de forma a conduzi-las para tanques de decantação antes da liberação para o meio externo.

- para o controle de poeira, instalação de barreira vegetal nos entornos da cava e do pátio de estocagem, e aspersão de água sobre os acessos não-pavimentados situados no interior e no acesso ao empreendimento.

Dependendo da situação topográfica, as medidas usuais de recuperação de cavas de argila envolvem:

- preenchimento de cavas com materiais estéreis, e outros materiais disponíveis como resíduos de construção, terraplenagem para reafeiçoamento do relevo com a finalidade de atenuar o impacto visual, reduzir a possibilidade de erosões, permitindo a revegetação e, em certos casos, conversão das áreas para um novo uso.
- no caso de lagos remanescentes, estabilização de taludes marginais por meio de suavização dos cortes, seguido de revegetação.

No entanto, parcela importante das minerações ainda carece de práticas mais adequadas de controle e recuperação ambiental. Se as cavas individuais configuram degradações restritas, a aglomeração de empreendimentos em certas regiões tem provocado um impacto acumulativo considerável, sobressaindo, entre outros, processos de desmatamento, assoreamento de drenagem, formação de pequenos lagos, pilhas abandonadas de argila e de material estéril, e taludes expostos sujeitos à erosão. Em alguns APLs embrionários, a precariedade técnica e a ilegalidade das atividades de lavra colocam em permanente risco a sustentabilidade da atividade minero-cerâmica. Uma solução estruturante possível, e que, como visto, já está sendo colocada em prática em alguns APLs, é a implantação de uma mineradora comum. Essa forma de condução empresarial da atividade mineral permite a concentração da produção de argila em poucas áreas e contribui para uma produção otimizada (ganho de escala), propiciando o controle e a recuperação das áreas mineradas e facilitando o processo de legalização das minas.

#### **4.7. Evolução da produção e consumo de argila**

O sistema de suprimento mineral da indústria de cerâmica vermelha no país caracteriza-se pelo encadeamento existente entre a produção e o consumo de argila, sendo composto de minas cativas dos próprios ceramistas que, eventualmente, comercializam excedentes e de pequenos mineradores.

Como acontece também internacionalmente, os custos de transação relativamente elevados (insumo específico de baixo valor unitário frente aos custos elevados para a consolidação de um mercado produtor) induzem a produção verticalizada de argila pela indústria cerâmica, não havendo, praticamente, estoques ou mesmo um mercado estabelecido ofertante de matérias-primas, o que implica na equivalência entre a produção e o consumo de argila.

Por se tratar de mercados de alcance restrito, sempre regionalizados, as informações quantitativas disponíveis dos países são, de modo geral, escassas. Fatores como a dimensão do mercado e as características do setor construtivo brasileiro, no qual predomina a construção em alvenaria cerâmica, faz com que a produção de argila no país somente possa ser superada por países como China e Índia. A comparação entre os valores oficiais de produção de argila, na faixa entre 13 e 20 milhões de toneladas/ano no triênio 2003-2005 (Tabela 3) e as estimativas da produção cerâmica feitas pela Anicer (Figura 6), evidenciam a acentuada defasagem das informações computadas pelo DNPM, o que invalida a análise de uma série histórica evolutiva desse mercado a partir desta fonte.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Os dados mais recentes do AMB 2007 e 2008 trazem informações discrepantes sobre a produção de argila: 142,5 milhões de toneladas em 2006 e 50,6 milhões de toneladas em 2007 (dados agregados incluindo, além das argilas para cerâmica vermelha, outros tipos e aplicações).

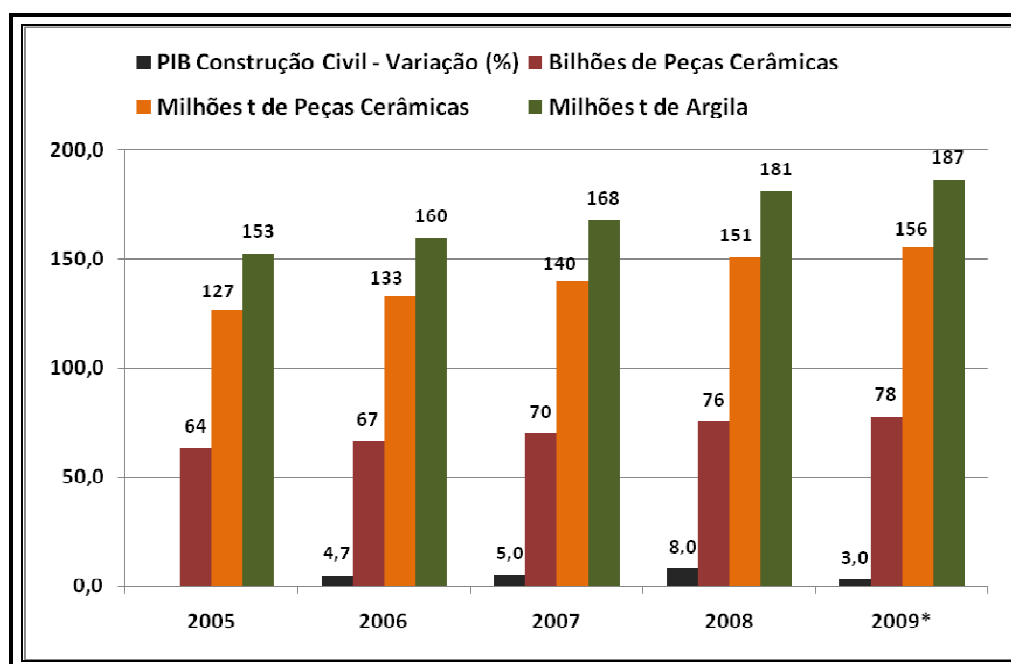
**Tabela 3 – Produção oficial de argilas comuns no período 2003 a 2005.**

ANO	2003	2004	2005
<b>Produção</b>	13.910.327 t	12.676.137 t	18.596.784 t

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro – AMB, DNPM (2004, 2005, 2006).

As projeções de produção e consumo de argila no país podem ser delineadas a partir da evolução da indústria cerâmica e do setor da construção civil nacional. Isto se dá em função da produção de argila corresponder a uma demanda derivada da indústria cerâmica, cuja evolução, por sua vez, está totalmente vinculada ao desempenho da indústria da construção civil.

**Figura 5 – Evolução da produção de peças cerâmicas e consumo de argilas comuns.**



Fonte: Elaborado pelo autor com base em Anicer (2009), IBGE (2009) e Sinduscon (2009).

Adotando-se as mesmas bases de cálculo do Anuário Estatístico da Indústria de Transformação Mineral (SGM, 2008) isto é, partindo-se das quantidades anuais de peças cerâmicas produzidas constata-se que a produção e o consumo brasileiro de argila ultrapassaram, a partir de 2005, o patamar de 150 milhões de toneladas/ano, alcançando 187 milhões de toneladas em 2008 (Figura 6)<sup>5</sup>.

A produção da indústria de cerâmica vermelha e de matérias-primas minerais associadas revela-se extremamente significativa quando se comparada a países desenvolvidos como a Espanha, um dos maiores produtores de cerâmica vermelha da Europa, com cerca de 30 milhões de toneladas/ano de argila ([www.igme.es](http://www.igme.es)), e os EUA, com 20 milhões de toneladas/ano ([www.usgs.gov](http://www.usgs.gov)). Isto decorre do perfil construtivo e da dimensão do mercado brasileiro de construção civil, que colocam o consumo e a produção de argila para fins cerâmicos como um dos maiores do mundo.

<sup>5</sup> Base da estimativa do consumo de argila:

- a partir da produção de peças cerâmica de 2005 (fornecida pela Anicer – [www.anicer.com.br](http://www.anicer.com.br)), cálculo da tonelagem de peças queimadas (2kg/peça) e do consumo de argila (1,2/1 - argila/peça);
- para os anos subsequentes, a evolução da produção cerâmica e do consumo de argila são estimados com base na variação do PIB - Produto Interno Bruto da construção civil; e
- \*PIB da construção civil em 2009 - estimado crescimento de 3,0% (expectativas do setor produtivo – Sinduscon – SP).

A despeito do comportamento da indústria da construção civil ser fortemente influenciado por políticas públicas, uma estimativa de sua evolução e conseqüentemente dos mercados produtor e consumidor de argila, pode ser efetuada a partir do comportamento do PIB global brasileiro. Levando-se em conta os fundamentos atuais da economia brasileira e as perspectivas de estabilização e retomada moderada do crescimento mundial a médio prazo, são estabelecidos três cenários para a projeção da economia no horizonte 2010 a 2030 – frágil, vigoroso e inovador, sumarizados na Tabela 4. A Tabela 5 faz uma projeção de produção e consumo de argila para vermelha para o período de 2010 a 2030 e a Tabela 6 traz uma projeção de investimento para a produção de argilas para o mesmo período.

**Tabela 4 – Cenários para o futuro da economia brasileira – projeções do PIB.**

Cenário	Caracterização	Projeção do Crescimento do PIB – Produto Interno Bruto (% a.a.)	
		Médio - Período 2010 a 2030	
1 - Frágil	<b>Instabilidade e Retrocesso:</b> Considera uma possível reversão dos atuais condicionamentos sócio-políticos e a desestabilização do atual contexto fiscal e monetário. O país deverá regredir no processo de estabilização de sua economia, concomitantemente a retrocessos no plano externo, com deterioração do atual contexto de integração competitiva à economia internacional.	Médio - Período 2010 a 2030	2,3
		Período 2010 a 2015	2,8
		Período 2015 a 2020	2,5
		Período 2020 a 2030	2,0
2 - Vigoroso	<b>Estabilidade e Reformas:</b> Pressupõe a manutenção e o aperfeiçoamento das atuais condições de estabilidade e de aprofundamento das reformas político-institucionais, especialmente nos campo da gestão pública (reforma administrativa), fiscal (reforma tributária), e da previdência social (reforma previdenciária), além das concessões de serviços de infra-estrutura (saneamento, energia, portos e transporte rodoviário, fluvial e marítimo).	Médio - Período 2010 a 2030	4,6
		Período 2010 a 2015	4,0
		Período 2015 a 2020	4,5
		Período 2020 a 2030	5,0
3 - Inovador	<b>Estabilidade, Reformas e Inovação</b> Admite um condicionamento ainda mais virtuoso, no qual – além da aperfeiçoamento da estabilização e do aprofundamento das reformas institucionais - o país empreende uma vigorosa mobilização nacional pela inovação, contando com uma ampla participação de instituições públicas, entidades não governamentais, empresas e da sociedade como um todo. Admite-se que tal processo de mobilização seja focado em planos e programas direcionados para uma ampla geração e difusão de informação, conhecimento e aprendizado, como estímulo a projetos específicos de pesquisa, desenvolvimento e inovação.	Médio - Período 2010 a 2030	6,9
		Período 2010 a 2015	5,0
		Período 2015 a 2020	6,5
		Período 2020 a 2030	8,0

**Tabela 5 – Projeção de produção e consumo de argila para cerâmica vermelha – período 2010 a 2030.**

Ano	Projeção da Produção e Consumo de Argila		
	Cenários		
	Frágil	Vigoroso	Otimista
	PIB – 2,3 % a.a. Milhões t	PIB – 4,6 % a.a. Milhões t	PIB – 6,9 % a.a. Milhões t
2010	192	194	196
2012	203	210	216
2016	226	247	266
2020	249	294	343
2024	270	358	466
2028	292	435	634
2030	304	479	740

**Tabela 6 – Projeção de investimento para a produção de argilas para cerâmica vermelha – período 2010 a 2030.**

Ano	Projeção de Investimentos (*)		
	Cenários		
	Frágil Milhões R\$	Vigoroso Milhões R\$	Otimista Milhões R\$
2010	25	35	45
2012	55	80	100
2016	115	185	250
2020	115	235	385
2024	105	320	615
2028	110	385	840
2030	60	220	530
2010 a 2030	585	1.460	2.765

(\*) A estimativa de aumento da capacidade de produção foi baseada em novas unidades com escala de produção de 240.000 toneladas (ver Tabela 2) e investimentos da ordem de R\$ 1.2000.000,00.

Quanto às possibilidades de substituição das argilas por outros minerais, avalia-se que são muito remotas a médio e longo prazo. Pelas suas propriedades e abundância, não existem materiais naturais substitutos às argilas nos processos cerâmicos industriais. No entanto, tendência tecnológica importante verificada nos últimos anos é a incorporação de resíduos nas massas de cerâmica vermelha. O sucesso desse processo de agregação de resíduos pode resultar em ganhos, tanto de natureza ambiental, possibilitando o uso de materiais com problemas de destinação, como também econômicos, para os fornecedores de resíduos e a indústria cerâmica consumidora.

Há uma série de resíduos minerais com possibilidades de serem agregados às massas cerâmicas, como por exemplo os rejeitos de serragem de rochas para revestimento e os finos de mineração (brita e areia para construção civil). De maneira geral, são materiais inertes e podem ser incorporados em quantidades definidas por parâmetros tecnológicos. Outros resíduos com aplicação

em desenvolvimento correspondem aos detritos de natureza essencialmente orgânica, como os sólidos finos derivados de biomassa (palha de arroz, casca e caroço de oleaginosas), borras de óleo mineral e finos de carvão vegetal e mineral, cujos ganhos estão relacionados, mormente, à economia do combustível principal. Dependendo da composição mineralógica e química, essas substâncias são misturadas às argilas em determinadas proporções (5 a 20%, por exemplo), de forma que não haja prejuízos no processo cerâmico e na qualidade dos produtos (CABRAL JUNIOR et al., 2009).

#### **4.8. Evolução e tendência do preço de mercado**

Como abordado anteriormente, a mineração de argila para cerâmica vermelha constitui uma atividade econômica localmente atrelada à sua indústria de transformação. Por se tratar de substâncias minerais de baixo valor unitário, baixa densidade tecnológica e envolver grandes volumes de produção, tais matérias-primas, não comportam transporte a grandes distâncias, condicionando a instalação das cerâmicas o mais próximo possível das jazidas. A produção ocorre quase sempre de forma cativa, havendo, freqüentemente, comercialização de excedentes de argila por produtores ceramistas. Tendência mais recente observada nos APLs mais desenvolvidos é o crescimento da participação no mercado de pequenos mineradores especializados na produção de argila.

Os preços praticados pelos mercados estão na faixa de R\$ 5,00 a R\$ 20,00/t (FOB) de argila comercializada *in natura*, dependendo do tipo de matéria-prima e a da finalidade de uso. De forma geral, as argilas plásticas, em virtude de suas características de trabalhabilidade e importância na formulação de diversas massas, obtêm os preços mais elevados.

Um comparativo com dados internacionais indicam patamares de preços similares, com valores de comercialização no mercado norte-americano, por exemplo, de US\$ 10,50/t (Mineral Yearbook - 2007, [www.usgs.gov](http://www.usgs.gov)).

Considerando a tendência de aprimoramento competitivo da mineração de argila no país, com ganhos de escala e na qualidade das matérias-primas ofertadas, e a necessária incorporação dos custos ambientais, pode-se estimar que os preços a médio e longo prazo das argilas comercializadas *in natura* devem acompanhar os valores internacionais, situando-se na faixa entre R\$ 10,00/t e R\$ 20,00/t. Já para as matérias-primas beneficiadas, por meio da composição de misturas de argilas, uma referência de projeção de preços pode ser indicada a partir das massas empregadas na produção de revestimentos cerâmicos no APL de Santa Gertrudes (SP), comercializadas em torno de R\$ 30,00/t a R\$ 35,00/t.

#### **4.9. Investimentos na mineração de argilas para cerâmica vermelha**

Na prática, os investimentos em pesquisa mineral de argila para cerâmica vermelha são realizados, basicamente, para atender às exigências do processo de legalização dos empreendimentos pelo DNPM.

Os custos efetivos para o dimensionamento de um depósito e caracterização tecnológica do minério argiloso situam-se na faixa de R\$ 0,02 por toneladas de reserva de argila.<sup>6</sup> Constata-se que o investimento na pesquisa mineral efetuada dentro de critérios técnicos é muito pouco relevante frente aos preços de comercialização da matéria-prima (menos de 1%).

---

<sup>6</sup> Para a estimativa do custo de investimento em pesquisa mineral foram considerados os seguintes parâmetros:  
- depósito com área de 50 ha (referência unitária máxima para obtenção do direito minerário no DNPM), espessura média da argila – 2 m, malha de sondagem com espaçamento de 200 x 200 m;  
- serviços de sondagens a trado e topografia, amostragens, ensaios e análises e cálculo de reservas e emissão de relatório de pesquisa.

Os custos com investimento na mineração de argilas referem-se à aquisição de equipamentos móveis e instalações para as atividades extrativas e de transporte interno da mina. Considerando uma mineração de pequeno a médio porte (ver Tabela 2) os custos de investimentos para novas unidades (*greenfield projects*) situam-se na faixa de R\$ 1.200.000,00, correspondendo em torno de R\$ 12,50 a R\$ 25,00 por tonelada de argila (capacidade produtiva anual), dependendo da escala de produção.

Para a expansão da capacidade produtiva (*brownfield projects*), levando em conta a transformação de uma mina cativa (produção anual até 23.000 t) para uma PM mineração, os investimentos estão em torno de R\$ 600.000,00, o que equivale ao aporte de R\$ 6,25 a R\$ 12,50 por tonelada de argila.

## **5. USOS E DESTINAÇÃO DOS PRODUTOS DA MINERAÇÃO DE ARGILAS PARA CERÂMICA VERMELHA**

Além dos usos tradicionais das argilas na indústria cerâmica estrutural, servindo de matéria-prima para uma grande variedade de produtos, como blocos, tijolos maciços, telhas, tubos e lajotas, esses materiais possuem outras aplicações, como na fabricação de vasos ornamentais, utensílios domésticos, cimento, agregado leve e revestimentos.

O setor de cerâmica vermelha utiliza a chamada massa monocomponente, composta, basicamente, por argilas, isto é, não envolve a mistura de outras substâncias minerais. A formulação da massa é geralmente feita de forma empírica pelo ceramista, envolvendo a mistura de uma argila “gorda”, caracterizada pela alta plasticidade, granulometria fina e composição essencialmente de argilominerais, com uma argila “magra”, rica em quartzo e menos plástica, que pode ser caracterizada como um material redutor de plasticidade e que permite a drenagem adequada das peças nos processos de secagem e queima.

Busca-se por meio dessa mistura, a composição de uma massa que tenha algumas funções tecnológicas essenciais, tais como:

- plasticidade: propiciar a moldagem das peças;
- resistência mecânica à massa verde e crua: conferir coesão e solidez às peças moldadas, permitindo a sua trabalhabilidade na fase pré-queima;
- fusibilidade: favorecer a sinterização e, conseqüentemente, a resistência mecânica e a diminuição da porosidade;
- drenagem: facilitar a retirada de água e a passagem de gases durante a secagem e queima, evitando trincas e dando rapidez ao processo;
- coloração das peças: atribuir cores às cerâmicas por meio da presença de corantes naturais (óxidos de ferro e manganês).

No processo de fabricação, a massa é umidificada acima do limite de plasticidade (geralmente com mais de 20% de umidade), e processada em misturadores e homogeneizadores rústicos, sendo conformadas a seguir em extrusoras (marombas), quando adquirem as suas formas finais (blocos, lajes, lajotas, tubos) ou seguem para prensagem (telhas) ou tornearia (vasos). A Figura 7 ilustra os fluxogramas dos processos de fabricação de blocos e telhas.

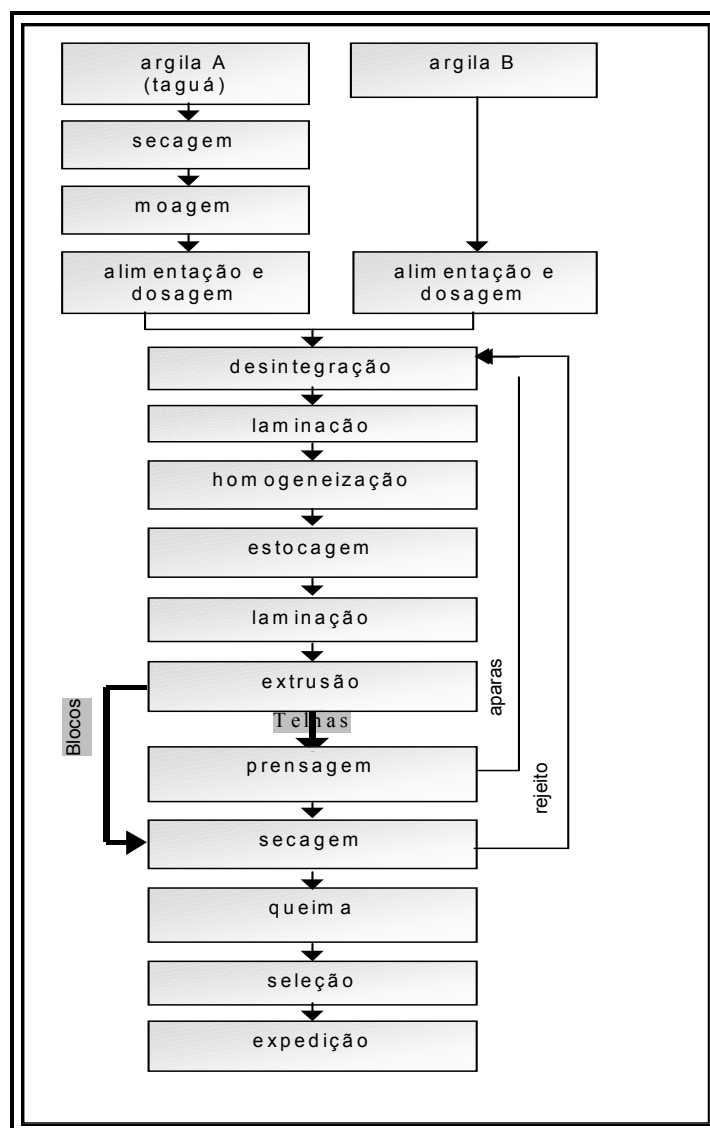
Processo diferente é utilizado na obtenção de agregado leve cerâmico, em que o material argiloso – com teores adequados de fundentes (álcalis) e de substâncias formadoras de gases (hidróxidos de ferro, matéria orgânica e carbonatos) – é queimado em fornos rotativos, com altas temperaturas (1.100 a 1.200°C), propiciando a formação de grande quantidade de fase vítrea, que retém os gases gerados na queima, provocando a expansão do material cerâmico. Acrescenta-se, que os agregados leves, diferentemente do que ocorre em países europeus, tem espaço limitado na

construção civil brasileira, constituindo em uma alternativa para o suprimento dos mercados brasileiros com carência de agregados naturais, como é o caso de vários centros de consumo da região amazônica.

A maioria dos produtos de cerâmica vermelha apresenta alta porosidade aberta, com pouca fase vítrea, decorrente da baixa temperatura de queima (800 a 900°C). A exigência técnica dos produtos de cerâmica vermelha é mais rigorosa para telhas e blocos estruturais, requerendo maior sinterização das peças. Nesses materiais, as argilas devem ser mais ilíticas ou conter a mistura destas ou de outros fundentes como filitos, como já vem sendo experimentado em algumas regiões do País, como por exemplo em Monte Carmelo, MG.

A composição mineralógica, química e física das argilas é importante para a confecção de peças cerâmicas, pois, isoladamente ou combinada, essas propriedades conferem as características de trabalhabilidade no preparo e conformação das peças e a sinterização no processamento térmico, dando a resistência mecânica necessária. Para a caracterização e indicação de uma argila para um determinado uso cerâmico, utilizam-se ensaios experimentais padronizados, ou composição das massas feitas de forma empírica, com base na experiência do técnico ou do oficial prático cerâmico. Neste último caso, o processo pode ser variável de local para local e dificulta a padronização de formulações e, conseqüentemente, de especificações de matérias-primas para os diferentes usos industriais.

**Figura 6– Fluxograma dos processos de fabricação de blocos e telhas.**



Fonte: CABRAL JUNIOR et al, 2009



Para a fabricação de tijolos, as argilas devem ser moldadas facilmente, apresentar valores de tensão de ruptura de médio a elevados, cor vermelha após a queima, poucas trincas e empenamentos. Para fabricação de telhas, as argilas devem ter plasticidade adequada para a moldagem, tensão de ruptura à flexão elevada quando secas, de forma a permitir o manuseio durante o processo de fabricação. Após a queima deve apresentar baixa porosidade aparente e baixa absorção de água e não apresentar trincas e empenamentos após secagem e queima. A cor, após a queima, dever ser vermelha, visto que a tradição do mercado brasileiro é pelas cores vivas, variando de alaranjado ao vermelho. Por outro lado, argilas com baixo teor de ferro resultam em telhas de cores claras, com características cerâmicas também adequadas para fabricação de telhas e tijolos. Ressalta-se que, em relação à cor, atualmente há uma aceitação crescente, sobretudo nas regiões costeiras, com destaque no Nordeste, de telhas brancas ou claras.

## 6. NECESSIDADES ADICIONAIS DE RESERVAS DE ARGILAS PARA CERÂMICA VERMELHA

Conforme já enfocado anteriormente, o Brasil dispõe de grandes reservas de argilas para cerâmica vermelha. O Anuário Mineral Brasileiro de 2006 (DNPM, 2009) indica reservas medidas da ordem de 3,7 bilhões de toneladas. Se forem consideradas também as reservas indicadas e inferidas os valores atingem cifras em torno de 5 bilhões de toneladas. Apesar disso, restrições ambientais e conflitos com outras formas de uso do solo podem comprometer as atividades extrativas de argilas e conseqüentemente prejudicar o suprimento de matérias-primas ao setor cerâmico. A Tabela 7 apresenta, a partir da projeção do consumo de matérias-primas argilosas, as necessidades adicionais de reserva, bem como dos investimentos em pesquisa mineral para sua ampliação.

**Tabela 7 – Projeção consumo de argila para vermelha versus reservas e custos com pesquisa (período 2012 a 2030).**

Projeção da Produção e Consumo de Argila									
Ano	Cenários								
	Frágil			Vigoroso			Otimista		
	Consumo Milhões t	Reserva Milhões t	Pesquisa Milhões R\$	Consumo Milhões t	Reserva Milhões t	Pesquisa Milhões R\$	Consumo Milhões t	Reserva Milhões t	Pesquisa Milhões R\$
2010	192	2.660		194	2.657		196	2.650	
2012	203	2.259		210	2.245		216	2.228	
2016	226	1.391		247	1.317		266	1.246	
2020	249	429	3,6	294	213	8,8	343	-3,6	7,6
2024	270	-	5,4	358	-	7,1	466		9,3
2028	292	-	5,8	435	-	8,7	634		12,7
2030	304	-	6,1	479	-	9,5	740		14,8
<b>Total</b>			<b>20,9</b>			<b>34,1</b>			<b>44,4</b>

As estimativas para o abastecimento do mercado brasileiro indicam uma demanda de argila, em direção ao cenário mais otimista, variando de 5,2 a 8,2 bilhões de toneladas. Os investimentos necessários para fazer frente à reposição de reservas situam-se na faixa de R\$ 21 a R\$ 44,4 bilhões.

Os investimentos para essa atividade devem vir, em parte, de órgãos e empresas públicos (secretarias de estado, empresas estatais ligadas ao setor mineral, entre outras) e do setor privado (mineração e cerâmica, e órgãos de apoio a micro e pequenas empresas).

## **7. PROJEÇÃO DAS NECESSIDADES DE RECURSOS HUMANOS**

A grande maioria das empresas do segmento mínero-cerâmico é constituída por micro e pequenos empreendimentos e não dispõem de quadro técnico especializado. De modo geral, acredita-se que para as próximas décadas deve ocorrer o fortalecimento dos principais aglomerados produtivos mínero-cerâmicos mapeados. Para tanto, e considerando os cenários de crescimento estabelecidos na Tabela 6 e a situação atual da maioria das minerações haverá a necessidade de pelo menos 116 profissionais de nível superior, compreendendo geólogos e engenheiros de minas. Para os profissionais de níveis básico e médio, e considerando também os mesmos cenários serão necessários de 6.000 a 16.000 funcionários.

Supõe-se que esse número de profissionais seja razoável para atender as demandas crescentes desse segmento até o final da década de 2020. Para o quadro atual, devido ao baixo nível de escolaridade e especialidade dos funcionários que atuam nas atividades de lavra, serão necessários cursos para capacitação e treinamento.

## **8. ARCABOUÇO LEGAL, TRIBUTÁRIO E DE INCENTIVOS FINANCEIROS E FISCAIS**

O setor mínero-cerâmico enfrenta diversos desafios para manutenção e aprimoramento competitivo de seu parque industrial. Um dos problemas detectados relaciona-se à legislação ambiental, que por meio da Resolução Conama nº 369 (de 28 de março de 2006) impõe restrições às atividades extrativas em Área de Preservação Permanente – APP. A depender da aplicação rigorosa dessa resolução, fica comprometida a mineração de argila nessas áreas, o que pode prejudicar o fornecimento de matérias-primas ao segmento de cerâmica vermelha.

Além disso, outro gargalo verificado refere-se à falta de garantia de suprimento qualificado de matérias-primas. Os problemas vão da carência de depósitos de argila, tecnologias deficientes de pesquisa, lavra e beneficiamento, e dificuldades no cumprimento das exigências legais para regularização dos empreendimentos.

Os encaminhamentos para o aprimoramento do processo de suprimento mineral, principalmente nos maiores pólos produtores, passam por três desenvolvimentos: implantação de mineradoras comuns, centrais de massa e laboratórios de caracterização tecnológica. A viabilização dessa estrutura produtiva e laboratorial pode se tornar um referencial para práticas cooperativas nessas aglomerações, visto que os investimentos elevados e o próprio modelo de implantação pressupõem operações consorciadas (CABRAL JUNIOR, 2008).

Estudos realizados pelo IPT (2009) nos APLs de Tambaú e Vargem Grande do Sul, localizados na porção centro-leste do Estado de São Paulo, focalizam especificamente a vertente do aprimoramento do suprimento mineral por meio da implantação de uma central de massa. A montagem de uma central de massa deve-se traduzir em um grande avanço na estrutura de produção de matéria-prima para a cerâmica vermelha na região. Esta estrutura pode oferecer ao segmento um material de melhor qualidade, em comparação ao atualmente produzido pelas mineradoras ou cerâmicas. Os benefícios vão desde melhoria do controle de qualidade da matéria-prima e,

conseqüentemente, melhoria da qualidade dos produtos cerâmicos, a possibilidade de simplificação e especialização de unidades industriais, até a diminuição do número de cavas, tendo como conseqüência a minimização dos impactos ambientais. Este modelo pode ser replicado para outras regiões com arranjos produtivos mais consolidados.

Outra questão importante refere-se a necessidade de desburocratização dos órgãos públicos para facilitar a legalização das atividades minerárias, de modo a propiciar mais rapidez e menores custos em todas as etapas de desenvolvimento dos projetos de mineração. Um dos maiores entraves no contexto atual é a mudança na forma de atuação dos órgãos ambientais que estão passando por um processo de reestruturação. Cabe destacar também que empréstimos a juros menores e com maior tempo de carência alavancariam pequenos e médios mineradores.

Por fim, a questão da carga tributária, considerada elevada, é um dos fatores do "custo Brasil" que afeta a competitividade do segmento de minerais industriais de uso social, como é caso da argila para cerâmica vermelha. Há um consenso sobre a necessidade na redução do valor dos impostos e diminuição do número deles através da reforma tributária. No entanto, não há concordância sobre quais impostos deverão ser eliminados ou reduzidos e quem vai pagar menos ou mais impostos. Uma proposta tributária adequada à atividade de mineração deve considerar o porte dos investimentos com retorno de longo prazo e as dificuldades com as quais tal atividade convive, sob todos os aspectos (rigidez locacional, riscos das pesquisas geológicas e longo prazo de maturação dos investimentos), de modo que a tributação não seja fator impeditivo para a competitividade do segmento.

## 9. CONCLUSÕES

Com base nas informações levantadas e analisadas nos itens anteriores pode-se fazer algumas considerações sobre a situação atual e futura do setor minero-cerâmico brasileiro.

- **Segmento de mineração de argila para cerâmica vermelha:** Este segmento constitui uma atividade econômica localmente vinculada à sua indústria de transformação. É composto por um grande número de unidades produtoras distribuídas em todos os estados brasileiros e caracterizada por micro e pequenas empresas, atuando geralmente de maneira informal. Por se tratar de material de baixo valor agregado, as argilas são produzidas em minerações cativas que abastecem as próprias cerâmicas ou são vendidas nos mercados locais. O baixo valor agregado de seus produtos dificulta investimentos em equipamentos, tecnologia e qualificação da mão-de-obra, que são componentes fundamentais para a obtenção de um produto de maior qualidade. Dados oficiais apontam em torno de 417 minas de argila em operação no território nacional, com produção variando de 1.000 a 20.000 t/mês.
- **Segmento de cerâmica vermelha:** É formado por aproximadamente por 5.500 estabelecimentos fabris, na sua grande maioria, por micro e pequenas empresas, algumas médias, geralmente de estrutura familiar que produzem anualmente cerca de 76 bilhões de peças cerâmicas e fatura em torno de R\$ 6 bilhões. Uma característica dessa indústria é a tendência para a concentração geográfica das empresas próxima às áreas de produção de matérias-primas. O desenvolvimento desse segmento está intimamente atrelado à indústria da construção civil.
- **Setor de construção civil:** O segmento cerâmico tem papel fundamental como fornecedor de insumos para a indústria da construção civil. Este setor vem apresentando nos últimos anos um ritmo intenso de crescimento, impulsionado principalmente pelos programas governamentais de habitação popular. O atual crescimento favorece grandes demandas de produtos cerâmicos e isso faz com que as empresas invistam na melhoria de seus produtos, por meio da introdução de novas tecnologias de processo e maior aproveitamento dos seus insumos (matéria-prima e energia).
- **Consumo de argilas para cerâmica vermelha:** O segmento de cerâmica vermelha é um grande consumidor de argilas. Pela produção estimada de peças cerâmicas em 2007, avalia-se que o consumo foi de aproximadamente 180 milhões de toneladas de argilas comuns, englobando argilas quaternárias e argilas de bacias sedimentares. Para 2030, considerando os vários cenários de crescimento do País, estima-se um consumo de argila variando de 5,2 a 8,2 bilhões de toneladas. Esses números colocam o Brasil como um dos principais produtores e consumidores mundiais desse tipo de argila.
- **Disponibilidade de jazidas:** Apesar da existência de grandes depósitos de argila para cerâmica vermelha (em torno de 3,6 bilhões de toneladas em 2005), o seu aproveitamento econômico está condicionado a alguns fatores, como distância jazida-fábrica. Além disso, conflitos da mineração com áreas de preservação ambiental (áreas de APA, parques, reserva) e com outras formas de uso e ocupação do solo, vêm reduzindo as áreas disponíveis, podendo colocar em risco o abastecimento futuro, mormente em regiões mais densamente ocupadas. As projeções de demanda de reservas indicam a necessidade de uma suplementação de reservas na faixa de 1,5 a 4,5 bilhões de toneladas. Os investimentos necessários para fazer frente à reposição de reservas situam-se na faixa de R\$ 21 a R\$ 44,4 bilhões.
- **Mão-de-obra na mineração:** Constata-se na maioria das minerações de argilas deficiências com relação à sua condução técnica e gerencial. Faltam profissionais qualificados para a condução das atividades extrativas e caracterização e controle das matérias-primas. A falta

de profissionais especializados e baixo padrão da tecnologia utilizada nas operações de lavra constituem um importante fator que prejudica a competitividade do setor minero-cerâmico brasileiro frente aos países líderes internacionais.

Em função do exposto, são feitas algumas sugestões para melhoria do segmento de argilas para cerâmica vermelha com vistas à exploração sustentável dos recursos minerais e à qualidade das matérias-primas para suprimento e manutenção do parque cerâmico brasileiro:

- **Reservas de argilas:** Há necessidade de melhoria do conhecimento geológico das atuais reservas e novos estudos prospectivos para definição de outras áreas potenciais de argilas, com vistas a ampliar as reservas atuais e poder atender a demanda crescente do mercado consumidor para os próximos 20 anos.
- **Manutenção do suprimento de argilas para o setor cerâmico:** É importante o estabelecimento do ordenamento territorial geomineiro nos pólos de produção para poder compatibilizar a atividade extrativa com outras vocações econômicas do território e com a preservação ambiental, de forma a garantir para as próximas décadas o suprimento de matérias-primas para as indústrias de cerâmica vermelha.
- **Formalização da atividade extrativa:** É fundamental a formalização das atividades de extração de argilas, uma vez que parte dos empreendimentos opera de maneira informal ou em desacordo com a legislação mineral e ambiental, colocando em risco tanto o controle e a recuperação ambiental das áreas mineradas, quanto o próprio abastecimento das cerâmicas.
- **Inovação na produção das matérias-primas:** A implantação de uma central de massa é um avanço significativo na estrutura de produção de matérias-primas para o segmento de cerâmica vermelha. Essa estrutura deve vir acompanhada da instalação de um laboratório de caracterização tecnológica para poder ofertar ao segmento um material mais qualificado, em comparação ao atualmente produzido pelas mineradoras ou cerâmicas. Haverá uma melhoria da qualidade das matérias-primas e dos produtos cerâmicos, fator este que pode aumentar a competitividade da indústria cerâmica.
- **Associativismo e Ações Cooperadas:** Uma ação fundamental é o incentivo ao associativismo, destacando-se a importância da cooperação e interação dos empreendedores em busca de soluções comuns para resolução de entraves e desenvolvimento das atividades. Entre as ações cooperadas possíveis, inclui-se a criação de uma cooperativa de mineradores de argila para poder atuar de forma organizada, favorecendo a regularização dos empreendimentos, minimizando custos de produção por meio da conjugação de equipamentos, melhorando o padrão de qualidade e a exploração mais racional da matéria-prima, além da recuperação ambiental.
- **Mão-de-obra:** Fator relevante para o aprimoramento da competitividade do setor minero-cerâmico é a melhoria da capacitação dos profissionais e proprietários dos empreendimentos. A expectativa é da realização de um programa de treinamento nas áreas gerencial e de tecnologia, tendo suporte de instituições com capacitação em formação e treinamento (por ex. IPT, Sebrae, Senai, entre outras).

Finalizando, avalia-se que o segmento minero-cerâmico tem um grande potencial de desenvolvimento, levando em conta a perspectiva de crescimento sustentado da construção civil impulsionado pelos programas governamentais em curso. As expectativas de expansão desse segmento produtivo são respaldadas pelo potencial geológico de reservas de argila e pela possibilidade de modernização da base industrial e do fortalecimento dos aglomerados minero-cerâmicos brasileiros.

## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA CERÂMICA – ANICER. Dados do Setor. Disponível em: <http://www.anicer.com.br>, 2009.
- CABRAL JUNIOR, M. **O setor de cerâmica vermelha e a pequena empresa: desafios ao desenvolvimento em bases sustentáveis.** In: SEMINÁRIO SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL E MERCADO DE CARBONO PARA A INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA, 2006, São Paulo. São Paulo: Sebrae, 2006. (Palestra apresentada).
- CABRAL JUNIOR, M.; SERRA, N. (Coord.) **Bases para implantação de um Pólo Mínero-Cerâmico no Estado da Bahia.** Salvador: CBPM, 2006. 132 p.
- CABRAL JUNIOR, M. **Caracterização dos Arranjos Produtivos Locais (APLs) de Base Mineral no Estado de São Paulo: Subsídios à Mineração Paulista.** 2008. 281f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de Campinas, Campinas, 2008.
- CABRAL JUNIOR, M.; SUSLICK, S.; OBATA, O. R.; SINTONI, A. A mineração no Estado de São Paulo: situação atual, perspectivas e desafios para o aproveitamento dos recursos minerais. **Geociências** (São Paulo. Online), v. 27, p. 171-192, 2008.
- CABRAL JUNIOR, M.; MOTTA, J. F. M.; ALMEIDA, A. dos S. ; TANNO, L. C. **Argilas para Cerâmica Vermelha.** In: Luz, A. B.; Freitas; Lins, F. A. F.. (Org.). Rochas & Minerais Industriais: usos e especificações. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2009, v. 1, p. 747-770.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. – DNPM. **Anuário Mineral Brasileiro, 1997 a 2006.** Brasília. Disponível em: <<http://dnpm.gov.br/amb>. 2009.
- DUAILIBI FILHO, J.; CARVALHO, O. O. Os números da cerâmica vermelha. **Mundo Cerâmico**, p. 34-38, jun/jul 2002.
- DUAILIBI FILHO, J. **A indústria de cerâmica vermelha no Brasil: situação atual e perspectivas.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 51, 2007, Salvador. São Paulo: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA, 2007. (Palestra apresentada)
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. 2009. **Estudo para implantação de uma central de massa para os arranjos produtivos mínero-cerâmicos de Tambaú e Vargem Grande do Sul.** Relatório Técnico N° 108 706-205, São Paulo, 2009.
- INSTITUTO META. **Identificação, caracterização e classificação de arranjos produtivos de base mineral e de demanda mineral significativa no Brasil.** Brasília: MCT, 2002. 5v.
- SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL – SGM. **Anuário Estatístico.** MME, Brasília, 2006, 2007 e 2008.
- SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS –SEBRAE. **Cerâmica vermelha para construção: telhas, tijolos e tubos.** Sumário Executivo. Set. 2008.
- SUZIGAN. W. (Coord.). **Identificação, mapeamento e caracterização estrutural de arranjos produtivos locais no Brasil.** Brasília: IPEA/DISET, 2006. 56 p. (Relatório Consolidado).