

## O Polo de Cerâmica Vermelha de Tambaú (SP): Caracterização do Sistema de Suprimento Mineral e Desafios Para o seu Aprimoramento

Luiz Carlos Tanno<sup>a\*</sup>, Marsis Cabral Junior<sup>a</sup>, Daniel Seabra Nogueira Alves Albarelli<sup>a</sup>, Carlos Eduardo Ornaghi<sup>b</sup>

<sup>a</sup> *Seção de Recursos Minerais e Tecnologia Cerâmica, Centro de Tecnologia de Obras de Infraestrutura, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, São Paulo, SP, Brasil*

<sup>b</sup> *Exploração, Petrobras, Rio de Janeiro, RJ, Brasil*

\*e-mail: [tanno@ipt.br](mailto:tanno@ipt.br)

### Resumo

Analisando o setor mínero-cerâmico paulista, verifica-se que a garantia do suprimento qualificado de matérias-primas é um dos principais obstáculos ao aprimoramento da competitividade das aglomerações industriais de cerâmica vermelha. Os problemas são os mais diversos, envolvendo carência de depósitos de argila, tecnologias deficientes de pesquisa, lavra e beneficiamento, e dificuldades no cumprimento das exigências legais para regularização dos empreendimentos. O presente estudo teve por objetivo a caracterização da estrutura produtiva e de mercado do sistema de suprimento mineral no polo de Tambaú, buscando identificar os principais gargalos para o seu aprimoramento. Compreendendo mais de 60 unidades fabris, o aglomerado de Tambaú constitui um dos mais importantes polos cerâmicos do Estado de São Paulo e produz predominantemente telhas, blocos, tubos e vasos. As atividades de extração de argila são realizadas em cerca de duas dezenas de empreendimentos, conduzidos pelas próprias cerâmicas e por empresas de mineração. Como resultado desse estudo, foi estabelecido um conjunto de procedimentos e orientações para modernização e aprimoramento das atividades de mineração de argila.

**Palavras-chave:** matéria-prima, cerâmica vermelha, argila, mineração.

## 1. Introdução

A indústria de cerâmica vermelha vem passando por uma série de avanços, compreendendo melhoria dos processos industriais, maior controle e padronização dos produtos, e na sua capacitação técnica e gerencial. Mesmo assim, o segmento enfrenta ainda desafios tecnológicos para o aprimoramento do seu sistema de suprimento de matérias-primas minerais.

Conforme já abordado em diagnóstico setorial<sup>1</sup>, os problemas mais comuns dos ceramistas referem-se à falta de qualidade e constância de propriedades das argilas, o que implica queda de produtividade e da padronização dos produtos comercializados, a dificuldade de regularização das lavras, e, em certas regiões, a própria escassez de reservas de argila.

No presente estudo, tendo como foco principal o suprimento mineral, foi feita uma caracterização da estrutura produtiva e de mercado do sistema de abastecimento no polo de cerâmica vermelha de Tambaú, com vistas a identificar os principais gargalos para o seu aprimoramento tecnológico, econômico e legal.

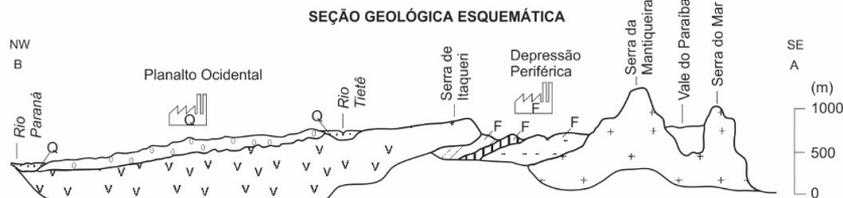
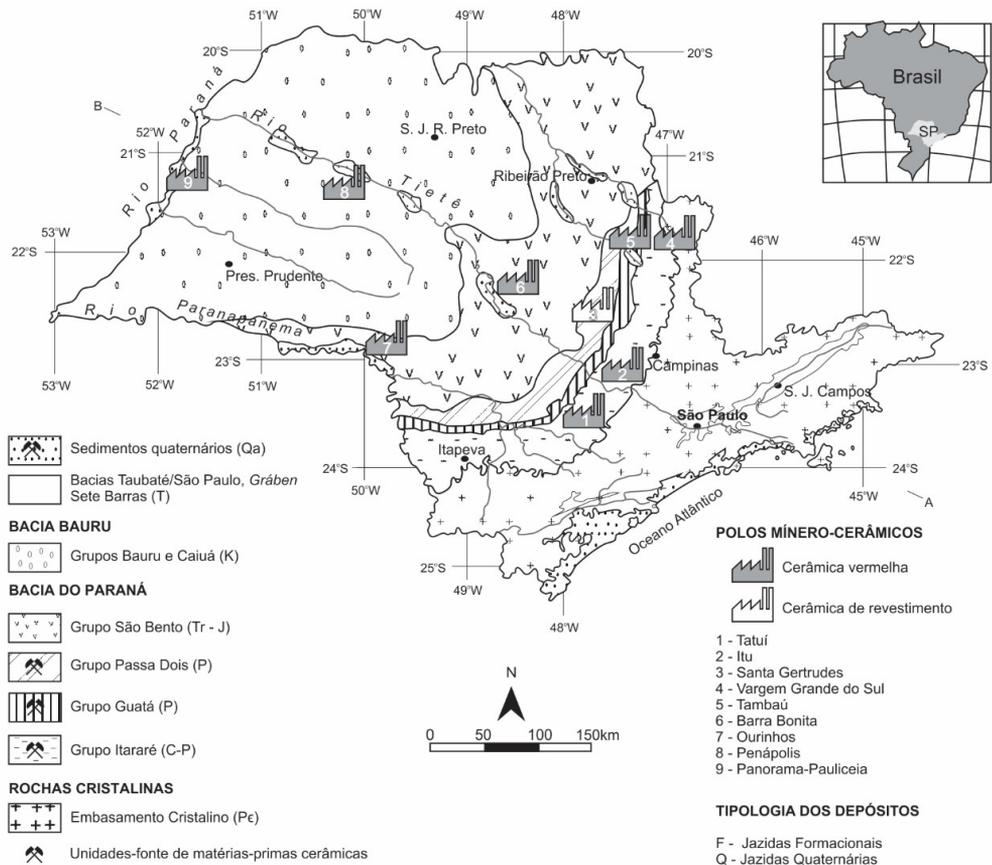
## 2. Polo Cerâmico de Tambaú

O polo de Tambaú, localizado na região leste do Estado de São Paulo (Figura 1), constitui um dos mais importantes aglomerados produtivos mínero-cerâmicos

paulista. Levantamento efetuado na Cetesb<sup>2</sup> (junho/2014) constatou a existência de 79 licenças expedidas para operações de empresas do setor cerâmico no município, compreendendo fabricantes de telhas, blocos, tubos, vasos e cerâmica de revestimentos. Quanto às minerações em operação, estão cadastrados 29 empreendimentos. Apesar dessa informação não corresponder exatamente ao número de empreendimentos ativos, serve como referência para o dimensionamento quantitativo do aglomerado cerâmico<sup>3</sup>.

O perfil dos empreendimentos é predominantemente familiar, com produção semi-automatizada, especializada principalmente na fabricação de telhas e blocos. De forma geral, o processo de fabricação desses produtos é feito com o uso dos seguintes equipamentos: caixão alimentador, destorroador/desintegrador, laminador, misturador, extrusora, prensa, secador e forno (em sua maioria intermitente - tipo abóboda, contando-se mais recentemente com instalações de fornos metálicos móveis e fornos túnel de queima contínua, com algumas variações a depender da empresa).

Algumas cerâmicas têm unidades de preparação da matéria-prima, onde o material é moído e homogeneizado e posteriormente sazornado antes de abastecer as suas unidades fabris. Dentre as cerâmicas visitadas, apenas duas possuem laboratório para análises expeditas das matérias-primas.



POLOS MÍNERO-CERÂMICOS	TIPO (GÊNESE)	CARACTERÍSTICAS DOS DEPÓSITOS		MATÉRIAS PRIMAS	
		CONTEXTO GEOLÓGICO	FORMA E DIMENSÃO	COMPOSIÇÃO	PROPRIEDADES CERÂMICAS
<b>Tatuí</b>	Formacional (Sedimentar e de Alteração Intempérica)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rochas pelíticas associadas à Bacia do Paraná, correspondendo a sedimentos depositados em amplos ambientes marinhos (costeiros e platformais) e lacustres.</li> <li>Camadas mais superficiais sujeitas à alteração intempérica (lixiviação de álcalis e caulinitização).</li> <li>Ocorrências em níveis planálticos diversos, na forma de colinas e morrotes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Forma: Tabular.</li> <li>Espessura: 4 a 50 m.</li> <li>Reservas: grande porte – milhões a dezenas de milhões de m<sup>3</sup>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Taguás - rochas pelíticas fundentes com alteração variável: argilitos, ritmitos, siltitos e fôlhosos (mais de 80% &lt; 325 #).</li> <li>Fração argila: predominância de illita, com contribuição de esmectita e camadas mistas (I-E); conteúdo de caulinita aumentando com o grau de alteração das rochas.</li> <li>Álcalis: 2 a 7% e Ferro: 5 a 10%.</li> <li>Matéria orgânica: ausente ou em pequenas proporções.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Granulometria fina e teores elevados de óxidos fundentes propiciam elevada resistência mecânica e baixa absorção de água.</li> </ul>
<b>Itu</b>					
<b>Santa Gertrudes</b>					
<b>Varg. Grande do Sul</b>					
<b>Tambaú</b>	Quaternário (Sedimentar Detritivo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Depósitos de preenchimento de fundo de vales, associado às áreas de transbordamento das planícies aluviais atuais (várzeas e canais abandonados) e em terraços sobrelevados (paleoplanícies).</li> <li>Pequenas depressões lacustres continentais.</li> <li>Idade – depósitos recentes a plioleptocenos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Forma: bolsões lenticulares.</li> <li>Espessura: 1 a 8 m.</li> <li>Reservas: porte variável – 0,02 a 5 milhões de m<sup>3</sup>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Argilas inconsolidadas com contribuição variável de silte e areia (70 a 90% &lt; 325 #).</li> <li>Fração argila: composta de caulinita, com teores variáveis de illita e esmectita.</li> <li>Álcalis: 1 a 2% e Ferro: 4 a 8%.</li> <li>Matéria orgânica: conteúdo apreciável.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elevada plasticidade facilita a extrusão das peças.</li> <li>Relativa refratariedade e conteúdo de matéria orgânica tendem a limitar o emprego em produtos que exigem maior resistência mecânica e baixa absorção de água.</li> </ul>
<b>Barra Bonita</b>					
<b>Ourinhos</b>					
<b>Penápolis</b>					
<b>Panorama-Pauliceia</b>					

Figura 1. Principais polos cerâmicos do Estado de São Paulo. O polo de Tambaú está representado pelo número 5<sup>4</sup>.

Quanto à dimensão, as indústrias podem ser situadas como de pequeno a médio porte com produção da ordem de 500 a 700 mil peças/mês. São poucas as unidades com maior escala de produção, com volume acima de um milhão peças/mês.

Com relação aos produtos, o perfil caracterizado pela concentração da produção em telhas está fundamentalmente associado às características peculiares da matéria-prima disponível na região (argilas plásticas com boa fundência) muito apropriada à fabricação de telhas, tubos e vasos.

### 2.1. Contexto geológico e características tecnológicas das matérias-primas

Os terrenos geológicos que abrangem o polo de Tambaú estão representados por diversas unidades sedimentares pertencentes à Bacia do Paraná e por rochas intrusivas básicas. Dessas formações geológicas, destacam-se a Formação Corumbataí (Pc) e os sedimentos quaternários (Qa) como as fontes geológicas de argila para a indústria de cerâmica vermelha, as quais tipificam os dois modelos clássicos de jazidas de argila para fins cerâmicos<sup>5</sup>: argilas formacionais ou de bacias sedimentares e argilas quaternárias ou aluvionares.

A Formação Corumbataí constitui uma formação sedimentar do Permiano Superior (230 a 251 milhões de anos), que aflora na faixa centro-leste do Estado de São Paulo, desde as proximidades da região de Piracicaba, adelgando-se para norte, até se extinguir próxima a divisa com Minas Gerais. Esse conjunto sedimentar, que chega a alcançar 100 m de espessura, caracteriza-se pela sucessão de camadas argilosas, com intercalações de níveis arenosos, carbonáticos e silexíticos. Apesar de comportar variações texturais e mineralógicas, praticamente toda a sua coluna litológica pode ser utilizada na fabricação de produtos cerâmicos, sendo minerada nas regiões de Rio Claro, Santa Gertrudes e Leme, onde abastecem outros importantes polos cerâmicos de São Paulo.

O município de Tambaú conta com uma extensa área de afloramento da Formação Corumbataí, sendo essa unidade responsável pelo suprimento de 80% da matéria-prima empregada em suas cerâmicas (Figura 2).

Nas áreas de lavra visitadas, a Formação Corumbataí é constituída predominantemente por siltitos e argilitos, com tonalidades diversas (avermelhada, amarelada e arroxeada), com níveis de arenito fino e camadas de rocha calcária. Os sedimentos argilosos apresentam espessuras de dezenas de metros, muito compactados e com alta

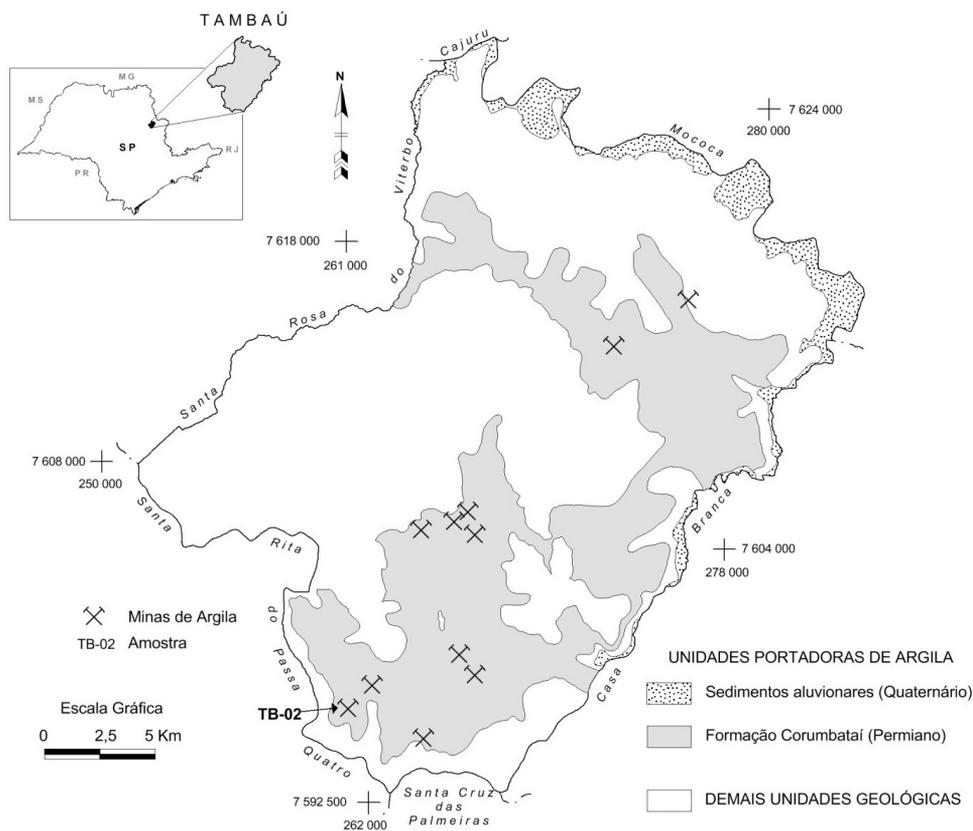


Figura 2. Mapa geológico simplificado da região do Polo Cerâmico de Tambaú<sup>3</sup>.

rigidez, nos horizontes mais inferiores, e mais alterados e incoesos mais próximos à superfície.

Em termos gerais, a composição dos argilominerais dessa unidade geológica inclui principalmente ilita, associada a proporções variáveis de esmectita, e caulinita. Enquanto a presença dos três primeiros está vinculada aos processos de sedimentação e diagênese do pacote pelítico, a participação significativa da caulinita está relacionada à ação de processos intempéricos lixiviantes, formando-se a partir da degradação da ilita, esmectita e de feldspato detrítico<sup>4</sup>.

As características mineralógicas, químicas e tecnológicas dos horizontes argilosos da Formação Corumbataí na região de Tambaú podem ser visualizadas a partir dos resultados apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3, referentes a análises e ensaios realizados em duas amostras coletadas em uma

mesma frente de lavra, representativas dos horizontes basais (TB-2-B) e superiores (TB-2-F)<sup>6</sup>.

Constata-se que o elevado teor de álcalis, associado ao conteúdo potássico das ilitas contido nas rochas frescas dos horizontes situados em maior profundidade (TB0-2-B), proporcionam desempenho cerâmico destacado, apresentando valores relativamente elevados de resistência mecânica e baixa absorção de água após queima em temperaturas na faixa de 800 °C a 950 °C. Já a alteração intempérica dos horizontes mais superficiais (TB-02-F), que provoca a remoção parcial dos óxidos fundentes e o incremento da refratariedade, propicia a desagregação dos materiais e aumento da plasticidade, o que facilita o processo de conformação das massas cerâmicas. No entanto, a perda de álcalis provoca o decréscimo da resistência mecânica e aumento da absorção de água.

**Tabela 1.** Análises mineralógicas da fração argila e da fração total de amostras selecionadas.

AMOSTRA	FRAÇÃO ARGILA (%)	FRAÇÃO TOTAL
TB-02-B Horizonte Basal	Grupo da ilita (90-95) e da esmectita (5-10)	Quartzo, calcita, feldspato (alcalino e plagioclásio) e mica
TB-02-F Horizonte Basal	Grupo da caulinita (75-80) e da ilita (20-25)	Quartzo, caulinita, hematita e mica

**Tabela 2.** Análises químicas de amostras selecionadas.

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	PF
TB-02-B Horizonte Basal	62	10,4	0,62	6,28	3,05	1,69	5,72	0,56	0,04	0,05	6,5
TB-02-F Horizonte Superior	71,7	11,4	0,05	1,08	0,14	0,29	3,35	0,49	0,03	0,05	6,49

**Tabela 3.** Propriedades cerâmicas de amostras selecionadas.

	T °C	AA (%)	PA (%)	TRF (kgf/cm <sup>2</sup> )	CLS (%)	CLQ (%)	CLT (%)	PF (%)	MEA (g/cm <sup>3</sup> )	LP (%)	U (%)	Cor após queima
TB-02-B Horizonte Basal	110	-	-	49	6,6	-	-	-	-	28,1	22,6	Cinza
	800	17,1	30,4	136	-	0,3	6,8	4	1,78	-	-	Laranja claro
	850	16,2	29,2	210	-	1,1	7,4	3,8	1,8	-	-	Laranja claro
	900	15	27,7	231	-	1,6	7,8	3,8	1,84	-	-	Laranja claro
	950	12,9	24,5	258	-	2,5	8,7	3,9	1,9	-	-	Laranja
TB-02-F Horizonte Superior	110	-	-	25	8,5	-	-	-	-	32,6	27,2	Cinza
	800	21,6	36,3	97	-	0,5	8,6	5,3	1,68	-	-	Rosa claro
	850	22,2	37,3	107	-	0,9	8,9	5,4	1,68	-	-	Rosa claro
	900	22,3	37,5	106	-	0,8	8,6	5,3	1,68	-	-	Rosa claro
	950	21,4	36,4	114	-	1,2	8,9	5,3	1,7	-	-	Rosa claro

Siglas: T – temperatura de queima; AA – absorção de água; PA – porosidade aparente; TRF – tensão de ruptura à flexão; CLS – contração linear a seco; CLQ – contração linear de queima; CLT – contração linear total; PF – perda ao fogo; MEA – massa específica aparente; LP – limite de plasticidade; U – Umidade.

As argilas aluvionares quaternárias ocorrem em depósitos associados ao preenchimento de fundo de vales, formando camadas mais delgadas, de espessura métrica. A granulometria relativamente fina e a frequente associação com matéria orgânica conferem elevada plasticidade a essas argilas, sendo usadas na composição de massas para produtos mais exigentes dessa propriedade para sua conformação por extrusão ou moldagem, caso, por exemplo, de tubos e vasos.

## 2.2. Processo produtivo da argila

Em decorrência da dotação mineral, que confere ao território uma ampla disponibilidade de matérias-primas para uso na indústria cerâmica, a produção de argila é uma atividade intensa no polo de Tambaú, sendo potencializada pela elevada demanda do seu parque industrial.

As lavras de mineração são conduzidas por empresas especializadas de mineração e pelos próprios ceramistas que, eventualmente, podem comercializar excedentes de produção. De uma forma geral, as minerações pouco investem em estudos geológicos de suas jazidas e de caracterização tecnológicas das matérias-primas. Sem um conhecimento adequado das propriedades cerâmicas e da distribuição espacial das camadas de argila, os mineradores tendem, de forma empírica, utilizar prioritariamente os minérios de melhor qualidade. Essa prática dificulta o aproveitamento racional das jazidas e, como consequência, reduz a sua vida útil.

Na maioria das lavras na Formação Corumbataí, a operação é feita por escavação mecânica com avanço em meia encosta e formação de uma ou duas bancadas com altura variável de 7 a 12 m. Nessas operações são utilizadas escavadeiras hidráulicas sobre esteiras e pás-carregadeiras sobre pneus, ambas de médio porte, que carregam o material escavado para pilhas intermediárias de estocagem para posterior homogeneização, havendo também situações que o material é diretamente carregado em caminhões. O avanço da lavra é regular, com recortes bem definidos, promovendo, desta forma, um reaquecimento local com abatimento da cota de superfície original para o piso atual do pátio formado, facilitando assim a estabilização e a reabilitação da área após o encerramento da lavra.

A dosagem entre os diferentes tipos de argila para compor as massas cerâmicas e posterior homogeneização é realizada por pás-carregadeiras, sendo comum a prática de período de sazonalidade (dias a meses), para a lixiviação de sais solúveis (ver Tabelas 1 e 2) e melhorar a trabalhabilidade das matérias-primas.

Nas jazidas em planícies aluvionares, as frentes de lavra são desenvolvidas por escavação mecânica utilizando escavadeiras hidráulicas sobre esteiras que operam na retirada do material e no carregamento dos caminhões de transporte. Após a escavação, são formadas pilhas intermediárias para promover uma secagem natural. Na sequência, o material é espalhado e submetido a uma operação de desagregação utilizando um trator do tipo agrícola, ao qual é acoplada uma grade que submete o material a uma espécie de “destorroamento” da argila, sendo então novamente empilhada, e posteriormente

transportada diretamente para as indústrias cerâmicas (onde há formação de novas pilhas de estocagem), ou para serem beneficiadas antes da utilização industrial.

Quanto às questões de logística, a proximidade das minas (5 a 20 km) facilita o abastecimento do parque cerâmico, minimizando custos relativos ao transporte e estocagem, pois parcela considerável das minas cativas opera de acordo com a própria demanda de matéria-prima da sua unidade fabril.

No caso das mineradoras, o transporte das argilas é realizado por caminhão basculante de aproximadamente 12 m<sup>3</sup>, sendo comercializado com valores médios na faixa R\$ 15/ m<sup>3</sup> (FOB) e R\$ 20/m<sup>3</sup> (CIF), podendo atingir até R\$ 30/ m<sup>3</sup> quanto melhor a homogeneização e o sazonalidade das matérias-primas.

## 2.3. Reservas e demandas por argila

No cenário de potencialidade de argila estabelecido para o polo de Tambaú, as informações quantitativas sobre a dotação mineral são obtidas por meio das reservas oficiais computadas pelo DNPM. Trata-se de dados consolidados anualmente, a partir dos Relatórios Finais de Pesquisa e Relatórios de Reavaliação de Reservas aprovados pelo DNPM, sendo subtraídas as produções ocorridas no respectivo período. Os dados do DNPM não incluem os recursos minerais lavrados sob os atos autorizativos de Registro de Licença (Licenciamento).

A Tabela 4 relaciona as reservas minerais relacionadas à Tambaú e municípios vizinhos, tendo como base o Anuário Mineral Estadual São Paulo – 2015<sup>7</sup>.

O consumo de matéria-prima pode ser estabelecido a partir da produção de peças cerâmicas. No Quadro 1 estão relacionados os parâmetros considerados para a estimativa de demanda de argila. Trata-se de valores médios baseados em informações da Associação Industrial e Comercial de Tambaú (AICT) e dos próprios ceramistas.

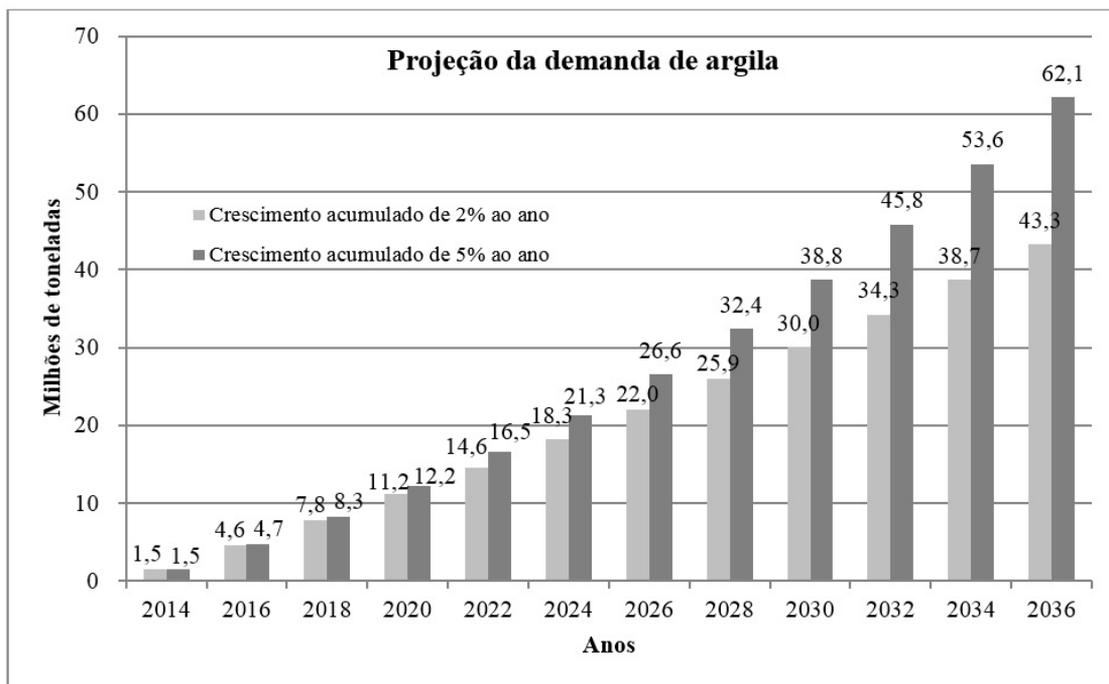
Levando-se em conta que a produção média mensal por cerâmica é de cerca de 600 mil peças e o correspondente consumo de matéria-prima estimado em 2.000 toneladas, chega-se a um consumo anual em torno de 1,5 milhão de

**Tabela 4.** Reservas de argilas dimensionadas oficialmente no município de Tambaú<sup>7</sup>.

	RESERVAS (toneladas)		
	Medida	Indicada	Inferida
<b>Tambaú</b>	62.701.615	19.932.104	3.352.750

**Quadro 1.** Parâmetros empregados na estimativa do consumo de argila no Polo de Tambaú.

▪ Cerâmicas (telhas, blocos) no APL Tambaú	63
▪ Produção média mensal por cerâmica	600 mil peças
▪ Consumo média mensal de matéria-prima por cerâmica; valores considerados: umidade – 12 a 15%, perda ao fogo – 5%, equivalendo a um valor total de redução em massa da ordem de 20%.	2.000 t



**Figura 3.** Projeção da demanda de argila em Tambaú em dois cenários de crescimento: conservador de 2% ao ano e otimista de 5% ao ano.

toneladas de argila para o conjunto das unidades fabris no ano de 2014. Com base nesse consumo anual, foi feita uma projeção da demanda de argila, simulando-se dois cenários de expansão do setor: um conservador e outro otimista, com taxas de crescimento da produção de cerâmica vermelha de 2% e 5% respectivamente (Figura 3). Para ambos os cenários, a demanda estimada até o ano de 2036 em 43,3 milhões (conservador) e 62,1 milhões (otimista) permanece inferior às reservas medidas (62,7 milhões – Tabela 4). Dessa maneira, até um prazo de vinte anos a partir de 2016, as reservas medidas de argila na região de Tambaú garantiriam o suprimento de matérias-primas para os empreendimentos cerâmicos locais.

No entanto, deve-se considerar que as reservas medidas oficiais dizem respeito a reservas geológicas, isto é, quantidades totais de argilas dimensionadas in situ. No aproveitamento dos depósitos minerais, as reservas efetivamente lavráveis poderão ser sensivelmente reduzidas em função de fatores, entre outros, técnicos (processo de lavra) e ambientais (restrições no processo de licenciamento ambiental). Outra situação que pode interferir na disponibilidade das reservas geológicas refere-se a fatores mercadológicos, caso, por exemplo, de ceramistas detentores de parcela significativa das reservas de argila, concentrada em processos de direitos minerário de minas cativas, e que não têm interesse na comercialização dessas substâncias minerais.

No município de Tambaú, há ainda áreas expressivas para a ampliação das reservas de argila, sendo que parcela considerável já se encontra onerada por títulos minerários

em tramitação no DNPM. Além desse município com reservas oficialmente quantificadas, as fronteiras de expansão das reservas estendem-se aos territórios de Porto Ferreira e Casa Branca.

### 3. Avaliação dos Resultados: Diretrizes para a Melhoria e Modernização do Sistema do Suprimento de Matérias-primas

Avaliando o desempenho do setor minero-cerâmico do polo de Tambaú, constata-se que as condições do suprimento mineral ao seu parque industrial devem ser melhoradas para permitir a produção de matérias-primas mais qualificadas, fator fundamental para a otimização do processo industrial cerâmico, e obtenção de produtos de qualidade.

De modo geral, predominam empreendimentos de mineração de pequeno porte, com produções variando de 1.000 a 10.000 t/mês, em minas com escavações mecânicas a céu aberto. As minas carecem de investimentos em modernizações tecnológicas e gerenciais necessárias ao aprimoramento do sistema de produção (pesquisa mineral, lavra e beneficiamento), sendo praticamente inexistentes programas de certificações quanto à qualidade e gestão ambiental.

São indicados, a seguir, alguns procedimentos e ações básicas no contexto dos empreendimentos e do aglomerado cerâmico para melhoria do sistema de produção das matérias-primas minerais.

#### a) Orientações específicas para o empreendimento

##### ▪ **Melhoria do conhecimento dos depósitos - pesquisa mineral**

Investigações por meio de mapeamento geológico e sondagens para quantificação de reservas e amostragens – modelagem da jazida com o zoneamento dos diferentes tipos de argila.

##### ▪ **Caracterização Tecnológica da Matéria-Prima**

Qualificação das características cerâmicas e controle de qualidade das matérias-primas por meio de ensaios rotineiros simples e expeditos, tais como: resíduo em peneira (# 325); retração linear de secagem; resistência mecânica. Esses ensaios podem ser realizados dentro das cerâmicas, a partir de infraestrutura simples e de baixo custo.

- **Implementação de etapa específica de mistura e homogeneização das argilas:** por meio de pilhas de estocagem e sazonalidade, pelo método tradicional da formação de *sanduíche*, sobretudo para misturas envolvendo argilas moles, e, em cerâmicas mais estruturadas, por processo automatizado de formação de pilhas (*stacker*).

#### b) Diretrizes para o aprimoramento do polo

Como já abordado em trabalhos anteriores<sup>1</sup>, o aprimoramento do sistema de suprimento poderá ser impulsionado a partir dos seguintes desenvolvimentos:

- **Mineradora comum** – constitui uma alternativa para solucionar a produção em maior escala de matéria-prima, com melhor controle de qualidade, e facilitar a regularização das jazidas. Esta unidade de produção poderá ser gerida por cooperativa de mineradores e ceramistas, propiciando ganhos econômicos e ambientais (minimização de impactos pelo maior controle das operações de lavra e beneficiamento, e diminuição da proliferação caótica de cavas).
- **Centrais de massa** - compreende um conjunto de operações englobando estocagem, sazonalidade, cominuição, homogeneização, mistura de diferentes tipos de argilas (composição de massas) e formação de lotes de matérias-primas. Os principais benefícios seriam a melhoria e maior controle da qualidade das matérias-primas e a possibilidade de simplificação e especialização das plantas industriais das cerâmicas.
- **Laboratório** - esta unidade deverá operar como uma infraestrutura de suporte ao sistema produtivo de matérias-primas minerais (mineração e central de massa) e às manufaturas cerâmicas, caracterizando, essencialmente, propriedades (físico-químicas

e tecnológicas) das argilas, massas e produtos cerâmicos.

- **Ordenamento Territorial Geomineiro – OTGM** - tem como eixo central possibilitar o planejamento e a gestão da disponibilidade desse recurso natural, de modo compatível com outras formas e prioridades de uso e ocupação existentes ou programadas para esse espaço físico. O seu principal instrumento é o Zoneamento Minerário que compreende, basicamente, a compartimentação do espaço físico de determinada região em áreas com diferentes potencialidades de aptidão para receberem, ou não, atividades de extração mineral.

## 4. Considerações Finais

Os trabalhos desenvolvidos permitiram fazer um diagnóstico sobre o segmento mineiro-cerâmico da região do polo de Tambaú e estabelecer um conjunto de procedimentos e orientações para modernização e aprimoramento das atividades de mineração de argila para suprimento do seu parque industrial.

Apesar do engajamento de parte significativa do setor empresarial de Tambaú em um processo de modernização e aprimoramento competitivo, muito se tem por fazer para o desenvolvimento da atividade de mineração em bases sustentáveis e na produção de matérias-primas qualificadas.

Um passo importante para modernização do elo mineral no polo cerâmico poderá ser impulsionado com base em três fatores de desenvolvimento: implantação de mineradoras comuns, centrais de massa e laboratórios de caracterização tecnológica.

Por outro lado, outra ação importante a ser destacada, é o papel do poder público do município no tocante ao ordenamento territorial, de forma a compatibilizar a atividade de mineração com outras vocações econômicas do seu território e com a preservação ambiental, e que poderá ser institucionalizado no Plano Diretor Municipal.

## Referências

1. CABRAL JUNIOR, M; TANNO, L.C.; SINTONI, A.; MOTTA, J.F.M; COELHO, J.M. A indústria de cerâmica vermelha e o suprimento mineral no Brasil: desafios para o aprimoramento da competitividade. *Cerâmica Industrial* (impresso), v.17, p. 36-42, 2012.
2. CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relação de empresas cerâmicas e minerações. São Paulo, junho, 2014.
3. TANNO, L.C.; CABRAL JUNIOR, M.; ALBARELLI, D.S.N.A.; CRUZ, T.T.; ALMEIDA, A.S. Caracterização do sistema de suprimento mineral dos APLs cerâmicos de Tambaú e Tatuí. IPT (Relatório Técnico N° 139 198-205), 2014.
4. CABRAL JUNIOR, M.; TANNO, L. C. ; ALBARELLI, D. S. N. A. . Caracterização geológica e tecnológica dos polos cerâmicos do Estado de São Paulo, Brasil. *Comunicações Geológicas*, v. 101, p. 757-760, 2014.
5. MOTTA, J.F.M.; ZANARDO, A.; CABRAL JUNIOR, M.; TANNO, L.C.; CUCHIERATO, G. As matérias-primas

- plásticas para a cerâmica tradicional: argilas e caulins. *Cerâmica Industrial*, v.9, p. 33-46, 2004.
6. ORNAGHI, C. E. Caracterização geológica e tecnológica para fins cerâmicos da Formação Corumbataí na região de Tambaú – SP. Monografia de trabalho de formatura (Graduação em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
  7. DNPM – DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. Anuário Mineral Estadual São Paulo – 2015. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br>>. Acesso em: outubro 2016.