



Revista de Gestão Ambiental e
Sustentabilidade

E-ISSN: 2316-9834

revistageas@uninove.br

Universidade Nove de Julho
Brasil

Cabral Junior, Marsis; Carvalho Gamba, Carlos Tadeu
ORDENAMENTO TERRITORIAL GEOMINEIRO (OTGM) DO POLO MÍNERO-
CERÂMICO DE SANTA GERTRUDES - SP: UM INSTRUMENTO DE PLANEJAMENTO
E GESTÃO PARA GARANTIR O SUPRIMENTO SUSTENTÁVEL DE RECURSOS
MINERAIS

Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, vol. 6, núm. 3, septiembre-diciembre,
2017, pp. 54-73

Universidade Nove de Julho
São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=471655316005>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto



ORDENAMENTO TERRITORIAL GEOMINEIRO (OTGM) DO POLO MÍNERO-CERÂMICO DE SANTA GERTRUDES - SP: UM INSTRUMENTO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO PARA GARANTIR O SUPRIMENTO SUSTENTÁVEL DE RECURSOS MINERAIS

¹Marsis Cabral Junior

²Carlos Tadeu Carvalho Gamba

RESUMO

Com o objetivo de conciliar o desenvolvimento da atividade de mineração com as demais vocações territoriais e com a preservação ambiental do Polo Mínero-Cerâmico de Santa Gertrudes, este trabalho aborda as bases conceituais, os recursos metodológicos e o modelo de zoneamento minerário elaborado para o ordenamento territorial geomineiro - OTGM dessa região. Como recurso metodológico, buscou-se efetuar uma análise transversal da disponibilidade dos recursos e da produção mineral no contexto ambiental, ocupacional e legal do polo de Santa Gertrudes, focalizada em poucos, mas significativos, parâmetros de ponderação, considerados estratégicos para o desenvolvimento da mineração em bases sustentáveis na região. Esses fatores condicionantes – FCs, como conceituados, identificam os elementos notáveis que foram considerados para o estabelecimento do zoneamento minerário, que constituiu o principal produto para o para o OTGM. Nesse contexto, a situação atual da atividade minerária e a potencialidade geológica para a ocorrência de recursos minerais foram identificadas e cotejadas com os condicionantes legais e naturais de uso e ocupação do solo, permitindo a compartimentação do território em áreas, mais ou menos apropriadas ao desenvolvimento da mineração (zonas preferenciais, controladas e bloqueadas).

Palavras-chave: Mineração; Ordenamento Territorial; Gestão; Zoneamento Minerário; Recursos Minerais; Cerâmica.

¹ Doutor em Geociências pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, São Paulo (Brasil). Pesquisador pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, São Paulo (Brasil). E-mail: marsis@ipt.br

² Doutor em Geografia Física pela Universidade de São Paulo - USP, São Paulo (Brasil). Pesquisador pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, São Paulo (Brasil). E-mail: carlosgamba@ipt.br



TERRITORIAL GEOMINING PLANNING (OTGM) OF THE MINING CERAMIC CLUSTER OF SANTA GERTRUDES – SP: A PLANNING AND MANAGEMENT TOOL TO ENSURE THE SUSTAINABLE SUPPLY OF MINERAL RESOURCES

ABSTRACT

In order to reconcile the development of mining activities with other territorial vocations and environmental preservation of the mining ceramic cluster of Santa Gertrudes, this paper approaches the conceptual aspects, methodological instruments and the mining zoning model developed for the territorial geomining planning – OTGM of this region. As a methodological instrument, we attempted to make a cross analysis of the natural resources availability and mineral production in the environmental, occupational and legal context of the Santa Gertrudes cluster territory. This analysis was centered in few, but significant, weighting parameters, considered strategic

for the development of mining on a sustainable basis. These parameters, defined as conditioning factors – FCs, identify the remarkable elements used for the establishment of mining zoning, the main product for OTGM. In this context, the current situation of the mining activity and geological potential for the occurrence of mineral resources were identified and collated with legal and natural constraints of use and land occupation, allowing the partitioning of the territory in areas more or less appropriate for mining development (preferred, controlled and blocked zones).

Keywords: Mining; Land Use Planning; Management; Zoning Mining; Mineral Resources; Ceramic.

EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL GEOMINERO (OTGM) EN EL POLO MINERO-CERÁMICO DE SANTA GERTRUDES, ESTADO DE SÃO PAULO: UNA HERRAMIENTA DE PLANEAMIENTO E GESTIÓN PARA ASEGURAR EL ABASTECIMIENTO DE LOS RECURSOS MINERALES.

RESUMEN

Con el fin de conciliar el desarrollo de la minería con otras vocaciones territoriales y con la preservación ambiental en el Polo Minero-Cerámico de Santa Gertrudes, este estudio aborda las bases conceptuales, los recursos metodológicos y el modelo de zoneamiento de la minería elaborado para el ordenamiento territorial geomineiro (OTGM) en esta región. Como recurso metodológico, fue conducido un análisis transversal de la disponibilidad de los recursos y producción mineral en el contexto ambiental, ocupacional y legal del territorio en este polo, concentrada en pocos, sin embargo significativos parámetros, definidos como estratégicos para el desarrollo de la minería en bases sustentables en la región. Estos factores condicionantes

– FCs, como conceptuados, identifican los elementos notables que fueron considerados para el establecimiento del zoneamiento de la minería, que constituyó el principal producto para el OTGM. En este contexto, la situación actual de la minería y a potencialidad geológica para la ocurrencia de recursos minerales fueron identificadas e cotejadas con los condicionantes legales y naturales del uso y ocupación de la tierra, permitiendo la compartimentación del territorio en áreas más o menos apropiadas para el desarrollo de la minería (zonas preferenciales, controladas y bloqueadas).

Palabras clave: Minería; Ordenamiento Territorial; Gestión; Zoneamiento De La Minería; Recursos Minerales; Cerámica.



INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a economia paulista sofreu um importante processo de interiorização, o que resultou no surgimento de novos polos de desenvolvimento regional. Em virtude da dinâmica da economia desses centros urbanos e industriais emergentes, tem ocorrido uma demanda crescente de insumos no Estado, entre os quais, das matérias-primas não renováveis de natureza mineral. A combinação, em certas regiões, de condicionantes geológicos favoráveis para ocorrências de jazidas minerais com o crescimento urbano e industrial, tem propiciado a nucleação da atividade de mineração em zonas específicas no Estado, promovendo a formação de polos produtores minerais ou, como também denominados em algumas situações, arranjos produtivos de base mineral (Cabral Junior, Suslick, & Suzigan, 2010). Se por um lado este processo traz benefícios como o crescimento econômico, a geração de empregos e a otimização da produção, quando observado em larga escala promove uma pressão significativa sobre o meio natural, além de potencializar conflitos entre a atividade de mineração e outras formas de uso e ocupação do solo (Nogueira, 2010).

A porção centro-leste paulista, onde se incluem as cidades de Cordeirópolis, Ipeúna, Itacemápolis, Rio Claro e Santa Gertrudes, constitui um desses casos expressivos de concentração da atividade de mineração. A região apresenta uma diversificada variedade de bens minerais, destacando-se a produção de argilas para fins cerâmicos, areias para construção e usos industriais, rochas para brita, calcário e água mineral.

Em particular, é nessa região que está localizado o principal aglomerado produtivo mínero-cerâmico do Brasil. Conhecido como Polo de Santa Gertrudes, seu parque industrial especializado na produção de pisos e revestimentos congrega mais de 30 empresas cerâmicas, sendo responsável por uma produção de 576 milhões de m² de placas cerâmicas em 2014 (Associação Paulista das Cerâmicas de Revestimento - Aspacer, 2016). Baseando-se em informações da Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimento, Louças Sanitárias e Congêneres (Anfacer, 2016), esse valor expressivo corresponde a 90% da produção paulista e a 64% do total da produção brasileira, o que lhe confere a projeção de maior polo produtor cerâmico das Américas.

Toda essa produção cerâmica demanda um grande volume de matérias-primas minerais, sendo anualmente movimentadas cerca de nove milhões de toneladas de argila (Cabral Junior, Tanno, & Albarelli, 2014). Além disso, o processo industrial altamente competitivo desenvolvido no Polo está vinculado diretamente às especificidades da qualidade do recurso mineral existente na região, que permite a obtenção de revestimentos a custos baixos de produção.

No entanto, no território desse aglomerado produtivo há outros fatores importantes 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.

Considerando o crescente acirramento da disputa na região pela apropriação dos recursos naturais e a consequente pressão nas condições de suporte do meio ambiente, este trabalho teve como objetivo a elaboração de um modelo de ordenamento territorial para o Polo de Santa Gertrudes, centrado na garantia da disponibilidade de matérias-primas minerais, daí a adoção da nomenclatura – Ordenamento Territorial Geomineiro (OTGM), de forma a conciliar o desenvolvimento da atividade de mineração com as demais vocações territoriais e com a preservação ambiental.

BASES CONCEITUAIS E ANTECEDENTES DO OTGM

Apesar do entendimento de políticas públicas envolvendo o ordenamento territorial datar da década de 1950 (Magno, 2003), com iniciativa pioneira de sua instituição no plano federativo efetuada pelo governo francês, a consideração dos recursos minerais e a indústria extrativa mineral como fatores a serem ponderados no processo de regulação do aproveitamento e ocupação racional e sustentável dos territórios é mais recente, ganhando maior espaço, sobretudo, a partir dos anos 2000.

Antes de se tratar a conceituação e a relevância do OTGM como um instrumento operacional, eminentemente de fundamentação técnico-científica, como o objetivo finalístico de embasar a inserção da atividade mineral nos planos de ocupação e desenvolvimento, cabe uma abordagem introdutória mais abrangente sobre a definição de ordenamento territorial.

Ordenamento Territorial: Fundamentação Analítica

No Brasil, os preceitos do ordenamento territorial estão refletidos de várias formas em dispositivos da Constituição Federal (especialmente em seus artigos 21, 182, 186, 225, entre outros), destacando os entes públicos como agentes determinantes e indutores da criação de instrumentos relativos à organização territorial direcionada ao pleno desenvolvimento das funções sociais nas aglomerações urbanas e rurais.

Apesar de algumas iniciativas tangentes ao tema, direcionadas especialmente na elaboração de zoneamentos ecológico-econômicos, apenas em 2004 o Governo Federal, por meio do Ministério da Integração Nacional, deu início a uma série de estudos e eventos com vistas ao estabelecimento de uma Política Nacional de Ordenamento Territorial – PNOT, cujos resultados



foram sintetizados no “Documento Base para a Definição da Política Nacional de Ordenamento Territorial - PNOT” (Brasil, 2006).

Nesse documento síntese, o marco conceitual para o entendimento da dimensão do enfoque envolvendo o Ordenamento Territorial teve como referência a Carta Europeia de Ordenação Territorial, que o define como:

a expressão espacial da harmonização de políticas econômica, social, cultural e ambiental, micro e macrorregionais, ora ciência, ora técnica administrativa, ora política pública concebidas com enfoque interdisciplinar e global, cujo objetivo é o desenvolvimento equilibrado das regiões e a organização física do espaço, segundo uma diretriz” (CEOT/CEMAT, 1983).

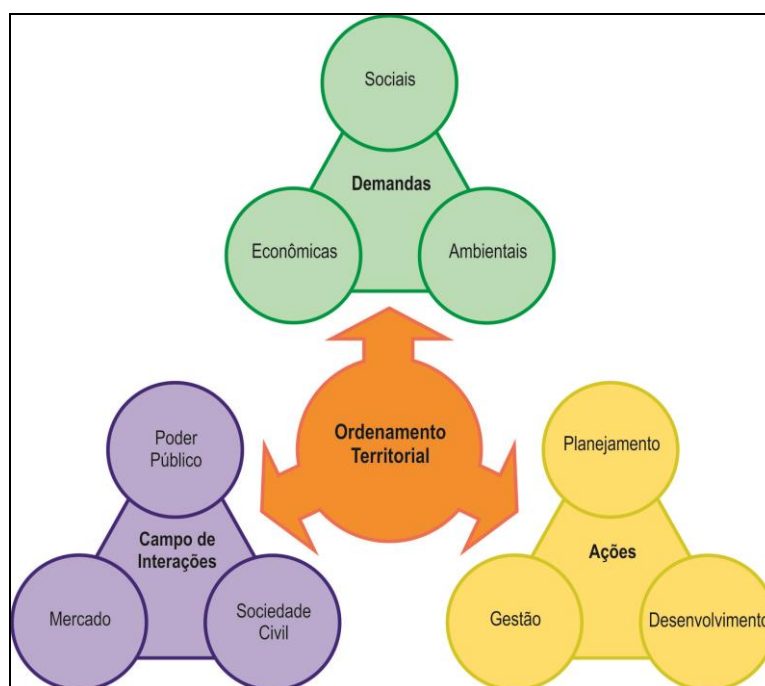
Não obstante a grande amplitude, depreende-se que a acepção do ordenamento territorial contém a noção de organizar a ocupação, uso e transformação do território com o objetivo de satisfazer as demandas econômicas, sociais e ambientais. Segundo ainda o documento gerado pelo Governo Federal, pressupõe-se também um modelo de governabilidade que possibilite a conjugação de ações do poder público com o mercado e a sociedade civil, de tal forma a existir uma capacidade de implementação e administração dos processos de

decisão incorporados nas políticas territoriais (Cabral Junior, Gamba, & Obata, 2014).

Por sua vez, a configuração territorial condiciona uma série de possibilidades de investimentos e comanda, portanto, os processos de concentração e desconcentração da economia, sendo a sua materialização fruto da articulação entre as estratégias concorrenciais do mercado, as demandas sociais da sociedade civil e a ação do Estado (CEOT/CEMAT, 1983). A Figura 1 ilustra a abrangência do conceito de ordenamento territorial em enfoques tripartites: atendimento das demandas sociais, econômicas e ambientais, por meio da interação do poder público, mercado e sociedade civil, envolvendo ações de planejamento, gestão e desenvolvimento.

Como salientado por Sintoni (2007), o arranjo e a implementação dessas três vertentes de ações, além do impositivo da concertação política, tem como um dos determinantes a compreensão do meio físico. O conhecimento das potencialidades, limitações e fragilidades dos recursos naturais - minerais, hídricos e florestais -, de determinada região ou localidade, são fundamentais para a parametrização do planejamento territorial e a promoção do desenvolvimento socioeconômico em bases ambientalmente sustentáveis.

Figura 1 – Dimensão e enfoques do ordenamento territorial.



Fonte: elaborada pelos autores.

Importância da Inserção da Mineração nos Planos de Ordenamento Territorial

Internacionalmente, uma das questões que vem ganhando foco no âmbito do ordenamento territorial

refere-se aos desafios quanto à garantia do suprimento de bens minerais às atividades econômicas e à sociedade de forma geral.

Via de regra, os planos de ocupação do território não tem contemplado as variáveis geológico-mineiras,



priorizando-se outras destinações locais como espaços de expansão urbana, alocações de outros setores econômicos e áreas prioritariamente de preservação ambiental, o que tem acarretado sérios problemas quanto à continuidade da atividade extrativa mineral, comprometendo a disponibilidade futura de insumos minerais e dificultando a compatibilização da atividade mineral de modo sustentável, com outras formas de apropriação do espaço (Calaes, Carneiro Neto, Margueron, & Amaral, 2007, 2008).

Mesmo no contexto global, constata-se que o tema mineração e ordenamento territorial tem sido incorporado, sobretudo, em proposições teóricas, carecendo de abordagens experimentais que de fato introjetem os fatores geomineiros nos planos de ocupação dos territórios. A necessidade de institucionalização e tempo para a avaliação das repercussões nos territórios são fatores que ainda inibem a documentação de estudos de casos efetivos. Outro aspecto a ser observado diz respeito às particularidades das bases legais de cada país, o que faz com que modelos de ordenamento formulados para determinada nação, não sejam passíveis de aplicação tal qual, carecendo de adequações ao aparato legal vigente no território.

No plano teórico, merecem registros os trabalhos para países ibero-americanos reunidos por Villas-Bôas, & Page (2002). Consta dessa publicação um conjunto de trabalhos que discutem, entre outros temas, metodologia, relações político-institucionais, sistemas de gestão, bem como estudos de caso de formulações de ordenamento considerando a dotação geomineira. Destaca-se, o estudo apresentado por Molina (2002) que avança metodologicamente em relação aos demais trabalhos, apresentando um modelo quantitativo para a compartimentação do território, considerando as condições de suporte do meio ambiente, parametrizado por três subsistemas – físico (geopotencial), biótico (biopotencial) e socioeconômico (sociopotencial).

Conceito de Ordenamento Territorial Geomineiro no Brasil

No Brasil, as tentativas de ordenamento espacial da mineração se iniciaram no final da década de 1970, com a elaboração do “Plano Diretor de Mineração da Região Metropolitana de São Paulo” (PDM/RMSP), por iniciativa do Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM) e da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). Na década seguinte, nos mesmos moldes do PDM/RMSP, foram desenvolvidos planos diretores de mineração para outras regiões metropolitanas e capitais de estados. Amparados na definição de depósitos minerais e reservas lavráveis, nenhum desses documentos continha uma preocupação direta com a inserção dos mesmos em instrumentos de gestão territorial, como por exemplo, as leis de parcelamento do solo ou eventuais planos de expansão urbana (Sintoni, 2007).

O entendimento dessa necessidade de inserir a mineração nos instrumentos de planejamento foi surgindo, de forma mais sistemática, em trabalhos realizados pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT no início da década de 2000 (Cabral Junior, Obata, & Sintoni, 2003; Tanno & Sintoni, 2003). À época, ficou evidente a relevância dos municípios ou arranjos municipais disporem de dispositivos legais que considerasse a coexistência da mineração com o desenvolvimento urbano, industrial, agrícola e a conservação do meio ambiente.

Dentro dessa perspectiva de uma visão integrada da mineração com as demais aptidões do território, o OTGM constitui uma modalidade especializada de Ordenamento Territorial, cujo objetivo 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, harmonizada com atributos e recursos ambientais existentes. Para a sua execução, o OTGM tem como instrumento principal o denominado **Zoneamento Minerário - ZM**, que corresponde, basicamente, a compartimentação do espaço físico em áreas com diferentes potencialidades de aptidão para receberem, ou não, atividades de extração mineral. Ainda no âmbito do OTGM, o **Plano Diretor de Mineração – PDMin** pode ser estruturado por meio da conjugação do zoneamento minerário com um conjunto de diretrizes técnicas e administrativas dirigido ao planejamento, desenvolvimento e gestão da atividade mineral.

O OTGM é um ferramental técnico que se entende como um documento determinante para o setor público e indicativo para o setor privado, podendo a sua aplicação, no caso do poder público, ser direta, mas a sua eficácia é consideravelmente aumentada se acoplado e integrado a outros planos de gestão territorial (municipal, principalmente), como os planos diretores municipais.

ABORDAGEM METODOLÓGICA PARA A FORMULAÇÃO DO OTGM DO POLO DE SANTA GERTRUDES

O método de pesquisa desenvolvido neste trabalho abrangeu um estudo de caso, fundamentado numa abordagem qualitativa multicritério que englobou um conjunto de atividades: pesquisas bibliográfica e documental; levantamentos de campo; e o tratamento de informações dentro de um Sistema de Informações Geográficas – SIG. Esta análise teve como objetivo principal, fornecer respostas a respeito de áreas, dentro do território do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes, que possam ser identificadas como mais apropriadas ao desenvolvimento da mineração.

Como já mencionado, estudos de caso similares que fundamentam a metodologia da pesquisa e os procedimentos utilizados na formulação do OTGM da região do polo de Santa Gertrudes foram desenvolvidos



de forma inovadora em outros projetos realizados pelo IPT no Estado de São Paulo, cujos fatores de ponderação – geomineiros, econômicos e socioambientais –, encontram-se detalhados por Cabral Junior, Obata, & Sintoni (2003). Essa abordagem foi sendo aprimorada sucessivamente em outros casos específicos, abrangendo municípios e arranjos municipais, como São José dos Campos (Cabral Junior, Monte, Obata, Sintoni, Sansão, Tanno, Almeida, Stefani, Braga, & Fiammetti, 2002); municípios do Vale do Ribeira (Almeida, Monte, Tanno, Modesto, Kumayama, Stefani, & Fiammetti, 2008); território do polo cerâmico do Oeste Paulista (Almeida, Cabral Junior, Obata, Fiammetti, Modesto, Stefani, 2011), entre outros.

Assim como nos trabalhos citados, os procedimentos metodológicos adotados para a elaboração deste OTGM tiveram como foco principal a análise transversal da disponibilidade dos recursos e da produção mineral frente ao contexto ambiental, ocupacional e legal do território circunscrito ao polo mínero-cerâmico de Santa Gertrudes. Esta codificação (CRESWELL, 2010), centrada em poucos, mas significativos parâmetros de ponderação, considerou as

variáveis estratégicas para o desenvolvimento da mineração em bases sustentáveis na região.

Estes parâmetros de ponderação, aqui conceituadas como **fatores condicionantes (FCs)**, constituem os temas mais importantes abordados na formulação do OTGM e identificam os elementos notáveis que, dentro do contexto deste trabalho, devem ser considerados para a estruturação de um zoneamento minerário.

A depender da intensidade da atividade mineral, o potencial de impactos no meio ambiente, das externalidades geradas e de suas relações com outras formas de ocupação e vocações econômicas do território compreendem desdobramentos e interações de natureza complexa. Apesar do relativo reducionismo, o estabelecimento e a caracterização dos condicionantes mais relevantes dessas inter-relações tem o intuito de possibilitar uma análise mais focada para efeitos do OTGM. Para tanto, os FCs foram subdivididos em dois grupos diferenciados: **fatores intervenientes e fatores críticos**.

Os fatores intervenientes congregam os condicionantes gerais que regulam a disponibilidade dos recursos minerais em um determinado território (Quadro 1).

Quadro 1 – Fatores intervenientes na disponibilidade de recursos minerais.

Fatores Intervenientes		Características
1.	Dotação mineral	▪ Atributo inerente à natureza do substrato geológico, a dotação mineral corresponde à aptidão do território em portar jazidas minerais, abarcando as reservas conhecidas e recursos potenciais não descobertos.
2.	Desempenho do setor produtivo mineral	▪ A performance setorial constitui um fator direto dinamizador da produção mineral, envolvendo: ♦ Mercado produtor: define as condições técnicas, econômicas e ambientais da oferta dos bens minerais e inserção do setor mineral na economia do território. ♦ Mercado consumidor: estabelece a pressão de demanda sobre os insumos minerais, no caso do Polo de Santa Gertrudes, a aglomeração da indústria cerâmica gera um fluxo convergente e localizado da produção de argilas no território.
3.	Processo para obtenção da titulação minerária	Envolve procedimentos técnico-legais que determinam o acesso às reservas minerais.
4.	Outras formas de uso do solo	▪ Com natureza concorrente e/ou restritiva, corresponde a outras formas e vocações socioeconômicas de uso e ocupação do solo, existentes ou potenciais, sendo destacados os componentes seguintes: ♦ Cena atual da ocupação: corresponde a configuração estabelecida para a ocupação do território, configurando o cenário sobre o qual serão enfocadas as demandas de planejamento e gestão para a atividade mineral. ♦ Zoneamento institucional: planos de ordenamento municipais e unidades de conservação, legalmente instituídos, incidentes no território. ♦ Recursos naturais: remanescentes expressivos de vegetação, paisagens e monumentos naturais notáveis.

Fonte: elaborado pelos autores.

Já os fatores considerados como críticos, quando existentes, são específicos de cada território, e correspondem às interferências conflitantes da mineração com o meio ambiente e com as demais

aptidões locais. O estabelecimento desses fatores teve como ponto de partida as peculiaridades técnicas da atividade extrativa mineral no território do Polo de Santa Gertrudes. Como acontece em outras regiões do



Ordenamento Territorial Geomineiro (OTGM) do Polo Mínero-Cerâmico de Santa Gertrudes - SP: Um Instrumento de Planejamento e Gestão para Garantir o Suprimento Sustentável de Recursos Minerais

Estado de São Paulo, a mineração na região restringe-se a lavra e beneficiamento de materiais rochosos e sedimentos inconsolidados. Fruto das características operacionais da forma de aproveitamento dessas substâncias minerais tem-se que as possíveis alterações ambientais causadas pela mineração são essencialmente decorrentes de processos envolvendo a movimentação de massa.

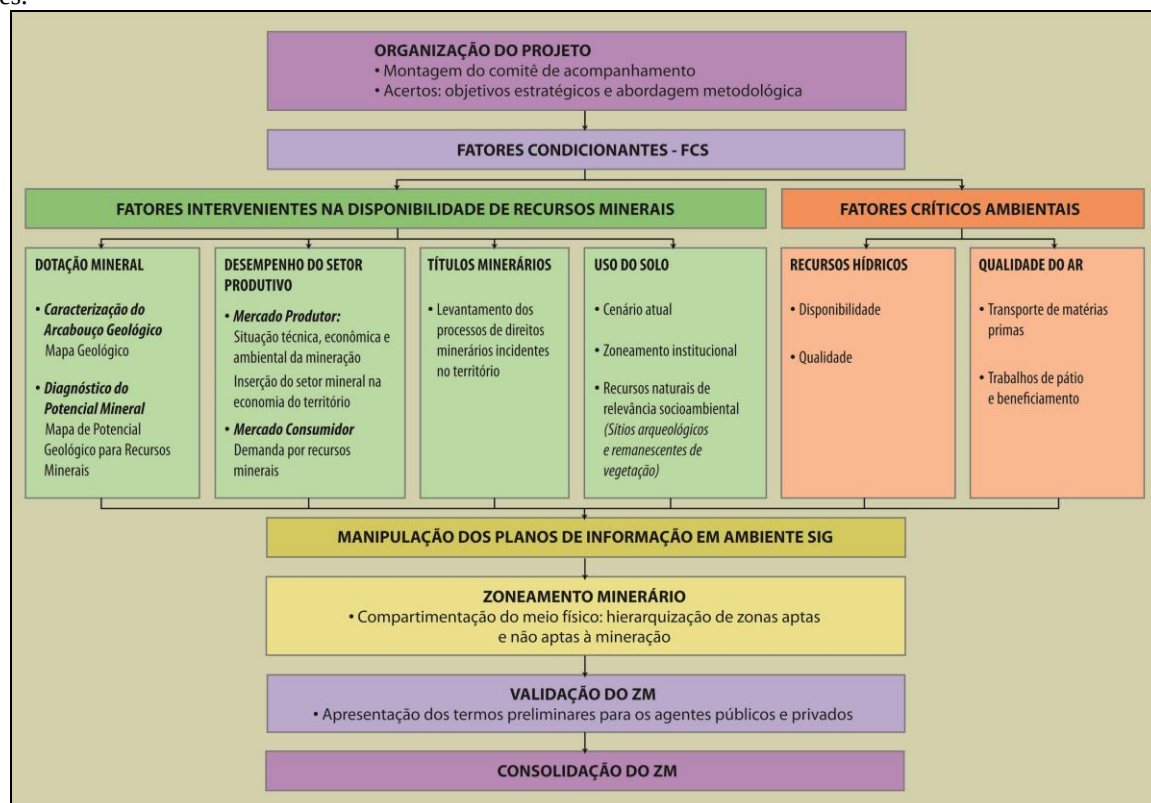
Levando em conta os dois principais estágios produtivos das minerações instaladas no Polo - frentes de lavra e áreas de beneficiamento (sobretudo pátios de homogeneização e secagem de argila) e o sistema de transporte das matérias-primas minerais, admitiu-se que os fatores críticos ambientais de interferência direta da mineração resumem-se aos seguintes recursos naturais:

- (i) **recursos hídricos:** as operações para a produção de substâncias minerais têm como consequência intrínseca a interferência na dinâmica dos recursos hídricos. Trata-se de impactos negativos que ocorrem nas áreas de lavra e beneficiamento dos minérios, e que podem se manifestar na disponibilidade hídrica (superficial e subterrânea) pela formação de cavas e na qualidade das águas (aumento da turbidez pela presença de materiais particulados).
- (ii) **qualidade do ar:** interferência pela emissão de particulados em decorrência das

operações de lavra e movimentação dos minérios – especialmente nos trabalhos de pátios de beneficiamento de argila (secagem e homogeneização a céu aberto) e no transporte das matérias-primas até as unidades de consumo (cerâmicas). O delineamento do zoneamento envolveu a espacialização das informações obtidas pela análise dos FCs em mapas temáticos. Cada um desses produtos foi compartimentado em áreas específicas, para as quais foram definidos atributos qualitativos quanto a maior ou menor favorabilidade ou restrição para o desenvolvimento da mineração. Tais mapas temáticos constituíram um conjunto de planos de informação, que foi integrado e ponderado espacialmente por meio de um Sistema de Informação Geográfica (SIG), gerando como produto síntese o zoneamento minerário.

O processo de finalização do zoneamento incluiu uma etapa de validação, por meio da discussão dos principais resultados com os agentes públicos e privados que interagem territorialmente no setor mínero-cerâmico (prefeituras municipais, DNPM, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - Cetesb, representações empresariais, entre outros). A Figura 2 sintetiza o roteiro, as principais etapas de construção e os componentes tratados na formulação do OTGM do Polo de Santa Gertrudes.

Figura 2 – Roteiro metodológico adotado na formulação do OTGM para o Polo Mínero-Cerâmico de Santa Gertrudes.



Fonte: modificada de Cabral Junior, Obata, & Sintoni (2003).



Formulação do Zoneamento Minerário

Na estruturação do modelo de zoneamento minerário, empregou-se, de forma sequencial, o procedimento seguinte:

♦ **1º passo:** apreciação das unidades consideradas em cada produto temático anteriormente gerado, quanto ao grau de restrição ou de vocação para a atividade minerária – preferencial, controlada ou bloqueada. A apreciação das unidades/áreas quanto à adequabilidade para a atividade mineral foi orientada no sentido de maximizar a disponibilidade dos recursos minerais, respeitando as vulnerabilidades ambientais e restrições consolidadas pela legislação vigente. A valoração de cada plano de informação foi de caráter qualitativo, adotando-se, de forma similar à compartimentação do zoneamento minerário, três escalas de graduação quanto à pertinência da mineração – preferencial, controlada e bloqueada (Quadro 2).

♦ **2º passo:** espacialização dessa categorização quanto à pertinência ao desenvolvimento da mineração em cada carta temática, por meio da utilização dos recursos de SIG – Sistema Geográfico de Informação.

♦ **3º passo:** integração dos planos de informação gerados, a partir da manipulação dos dados em ambiente SIG, criando polígonos de interseção, classificados de acordo com a compatibilidade para a mineração, e gerando um terceiro produto cartográfico que se traduz no zoneamento minerário. No processo de cruzamento e integração das informações espacializadas, em situações em que houve uma sobreposição de diferentes qualificações para a mineração, adotou-se a categoria mais restritiva como critério para classificação final dos polígonos do zoneamento minerário.

Quadro 2 – Modalidades de áreas estabelecidas no zoneamento minerário.

Modalidade	Adequabilidade para a atividade mineral
Zona Preferencial para Mineração (ZPM)	Áreas mais indicadas ao desenvolvimento da mineração e praticamente sem restrições ambientais e ocupacionais.
Zona Controlada para Mineração (ZCM)	Áreas com alguma restrição relevante ou com suscetibilidade acentuada do meio físico e biótico, que impõe alguma limitação à produção mineral, carecendo de maior controle.
Zona Bloqueada para Mineração (ZBM)	Áreas onde não é permitida a mineração em decorrência de impedimentos legais, ambientais ou de ocupação local.

Fonte: critérios concebidos a partir de Cabral Junior, Obata, & Sintoni (2003).

Panorâmica do Estudo de Caso: Polo Mínero-Cerâmico de Santa Gertrudes

O surgimento do polo mínero-cerâmico de Santa Gertrudes, na década de 1970, deu-se a partir da indústria de cerâmica vermelha, tradicional na região. Fatores como abundância de matéria-prima altamente qualificada, boa infraestrutura, proximidade do mercado e capacitação prévia de trabalhadores e empresários em segmento correlato, constituíram as vantagens competitivas que propiciaram a origem e o desenvolvimento inicial do polo (Machado, 2003).

No entanto, foi a trajetória tecnológica adotada por Santa Gertrudes que o diferenciou dos demais aglomerados produtivos congêneres, como o brasileiro de Criciúma (SC) e os dois principais *clusters* de revestimentos cerâmicos europeus - Sassuolo (Itália) e Castellon (Espanha) -, tornando-se a aglomeração ocidental que mais cresceu nos últimos 30 anos. A sua grande vantagem competitiva é resultado do

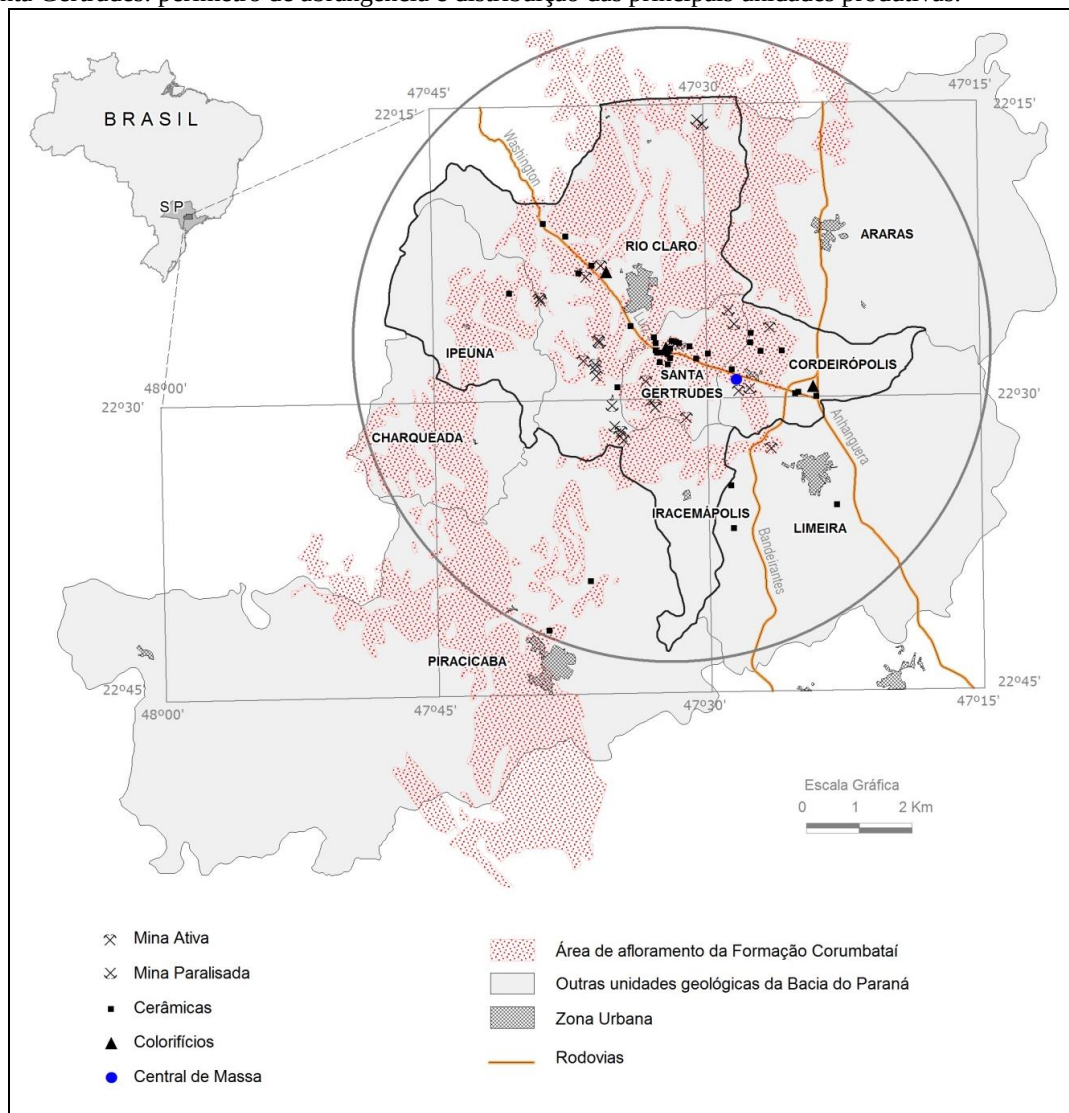
desenvolvimento de um processo industrial inovador - fabricação via seca -, muito mais vantajosa economicamente do que a via úmida (processo tradicional utilizado mundialmente). Isto se deve ao fato dessa rota consumir apenas um tipo de matéria-prima (gastos menores na produção e transporte das substâncias minerais) e fazer uso de um processo industrial mais simples e menos dispendioso em consumo de energia térmica e elétrica. Os baixos custos permitiram que a aglomeração seguisse com larga vantagem uma estratégia competitiva por preços, e favorecida pela expansão da base da pirâmide de consumo no mercado brasileiro a partir de meados da década de 1990, obtivesse um crescimento vertiginoso por meio da venda de produtos populares, consolidando-se nos últimos anos como o principal polo produtor do hemisfério ocidental, suplantado apenas pela imensa indústria chinesa (Cabral Junior, Gamba, Tanno, Almeida, & Cruz, 2013).



mundial (Zanardo, Moreno, Roveri, Prado, Masson, Motta, & Ibrahim, 2006; Cabral Junior, Gamba, Tanno, Almeida, & Cruz, 2013).

Os estudos para a elaboração do OTGM abrangeram os cinco municípios que concentram as atividades mínero-cerâmicas na região – Santa Gertrudes, Rio Claro, Cordeirópolis, Ipeúna e Iracemápolis, que em conjunto perfazem uma área total de 1.040 km² (Figura 1). A partir desse sítio central, essas atividades econômicas estendem-se a mais quatro municípios circunvizinhos – Araras, Charqueada, Limeira e Piracicaba, que também contam com unidades fabris ou mineradoras de argila (Figura 3).

Figura 3 – Polo de Santa Gertrudes: perímetro de abrangência e distribuição das principais unidades produtivas.



Fonte: Modificada de Cabral Junior, Gamba, Tanno, Almeida, & Cruz (2013).

RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO

Categorização dos Planos de Informação Ante a Atividade Mineral

Quanto à aptidão mineral, foram qualificados quatro planos de informação: Potencial Mineral, Processos de Direitos Minerários, Uso e Ocupação



das Terras e Zoneamento Institucional, cuja integração consubstanciou o Zoneamento Minerário.

Potencial mineral e processos de direitos minerários

Os planos de informação envolvendo o potencial mineral e os títulos minerários permitiram identificar áreas com vocação para a atividade de mineração.

O primeiro representa a dotação mineral original do território e confere a qualificação geológica de áreas para a mineração, constituindo o pano de fundo para a intersecção dos demais planos de informação, que podem restringir em maior, ou menor grau, o desenvolvimento da mineração, interferindo na disponibilidade final dos recursos minerais.

Os títulos minerários incidentes no território, em suas diferentes fases de andamento, traduzem o interesse do setor produtivo no desenvolvimento da atividade extrativa, reforçando a vocação mineral da região. Parte dos polígonos definidos pelos títulos minerários contém, hipoteticamente, as áreas em condições de produção (concessões de lavra e licenciamento).

Tendo como substrato geológico unidades paleozoicas e mesozoicas da Bacia do Paraná e coberturas sedimentares cenozoicas, constatou-se que o potencial do território compreende, fundamentalmente, as seguintes substâncias minerais: (i) argilas comuns (rochas e sedimentos inconsolidados argilosos) para fins cerâmicos, (ii) areia para construção civil e fins industriais, (iii) rochas para brita e cantaria, (iv) calcário para uso como corretivo da acidez do solo, (v) e materiais de empréstimo (Tabela 1 e Figura 4).

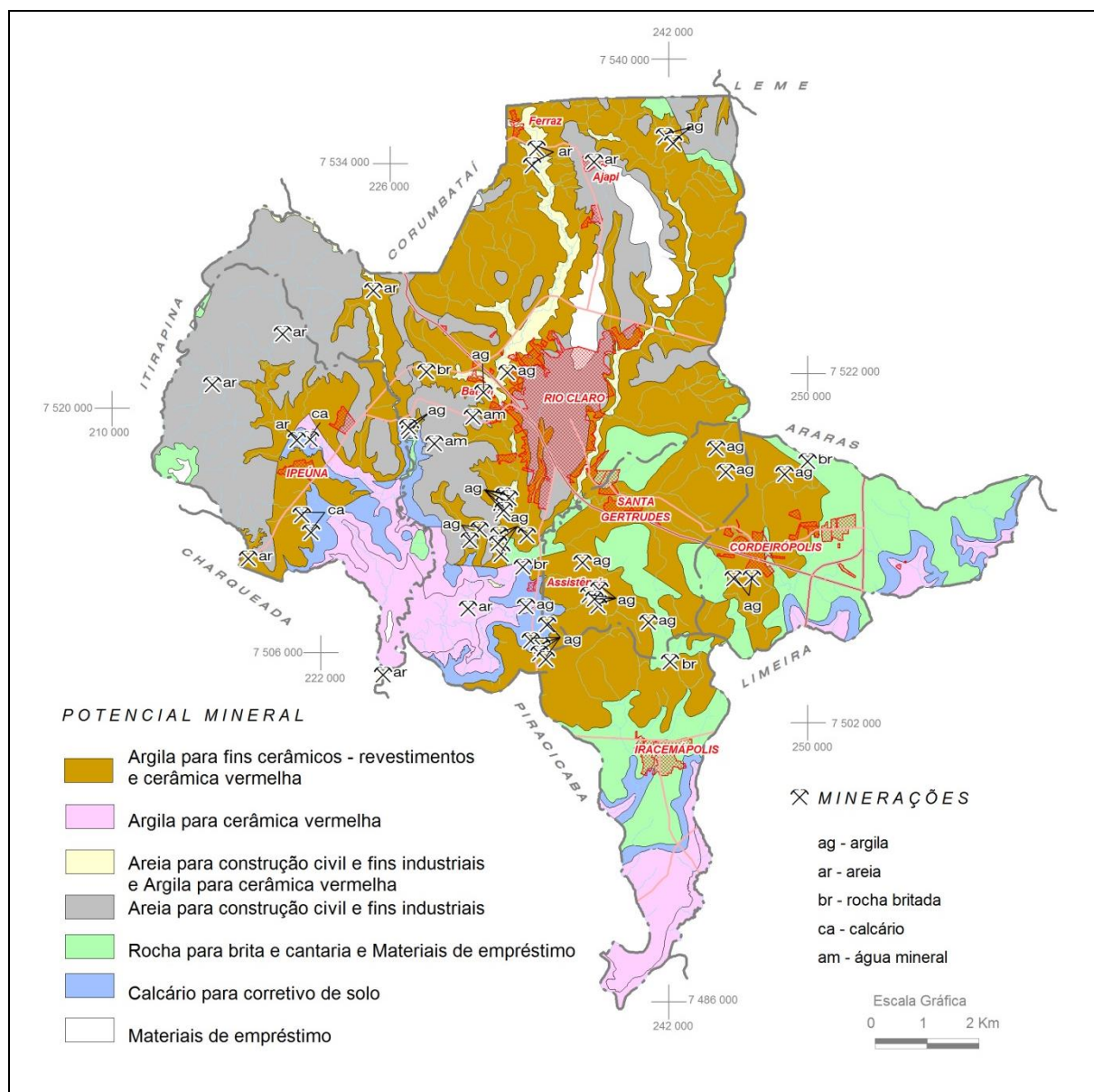
Tabela 1 – Potencial mineral da área do OTGM: recursos, segmentos de aplicação e contexto geológico.

SUBSTÂNCIA MINERAL	APLICAÇÃO	TERRENOS GEOLÓGICOS
Argilas Comuns: Rochas e Sedimentos Argilosos	Cerâmica de revestimentos Cerâmica vermelha	☐ Formação Corumbataí ☐ Depósitos Aluvionares (principais drenagens) ☐ Formação Tatuí ☐ Grupo Itararé
Areia e Cascalho	Agregados para construção civil: concreto, argamassa	☐ Depósitos Aluvionares (principais drenagens) ☐ Formação Rio Claro ☐ Formação Piramboia
Areia Industrial	Vidro, fundição, cerâmica, refratários, cimento, plásticos, tintas, entre outros	☐ Formação Rio Claro ☐ Formação Piramboia ☐ Depósitos Aluvionares
Rocha para Brita e Cantaria	Produtos pétreos para construção civil: agregados e cantaria	☐ Rochas Ígneas Básicas - Formação Serra Geral e Intrusivas Associadas
Calcário	Agrícola: corretivo de solo	☐ Formação Irati
Materiais de Empréstimo	Pavimentação, aterros	☐ Rochas Ígneas Básicas - Formação Serra Geral e Intrusivas Associadas ☐ Coberturas Colúvio-Aluvionares ☐ Terraços Elevados
	Obs.: em decorrência da profusão de áreas potenciais para extração de materiais de empréstimo, foram sinalizados em mapa apenas os terrenos relacionados às coberturas colúvio-aluvionares.	

Fonte: elaborada a partir de Cabral Junior, Gamba, Almeida, Fiammetti, Tanno, Monte, & Meloni (2012).



Figura 4 – Mapa de potencial mineral e minerações no Polo de Santa Gertrudes. Fonte: elaborado pelos autores.



Fonte: elaborada a partir de Cabral Junior, Gamba, Almeida, Fiammetti, Tanno, Monte, & Meloni (2012).

A associação dessas premissas e informações permite estabelecer que todos os domínios geológicos na região são portadores de potencial mineral. Isto indica que, segundo a dotação mineral, a totalidade do território pode ser qualificada como área preferencial para mineração.

No biênio 2012-2013, estavam em atividade cerca de 40 minerações, tendo-se adicionalmente mais uma dezena de empreendimentos paralisados por questões técnico-legais, ou em fase de pré-operação. Com 26 minas ativas, o maior destaque é a produção intensiva e em larga escala de argila para o abastecimento do parque industrial de revestimentos cerâmicos. Nesse período, a produção de argila contava

também com 41 pátios de beneficiamento de argila, como unidades independentes ou consorciadas com frentes de lavra.

Das demais 14 minas em atividade, oito produzem rocha britada, nove areia, preponderantemente como agregado fino para construção civil, tendo-se mais duas lavras de calcário e duas produtoras de água mineral. Além dos empreendimentos em operação, o interesse do setor produtivo na dotação mineral do território do Polo de Santa Gertrudes é evidenciado pelo número significativo de títulos minerários requeridos. Os dados oficiais do DNPM registram mais de 400 processos de



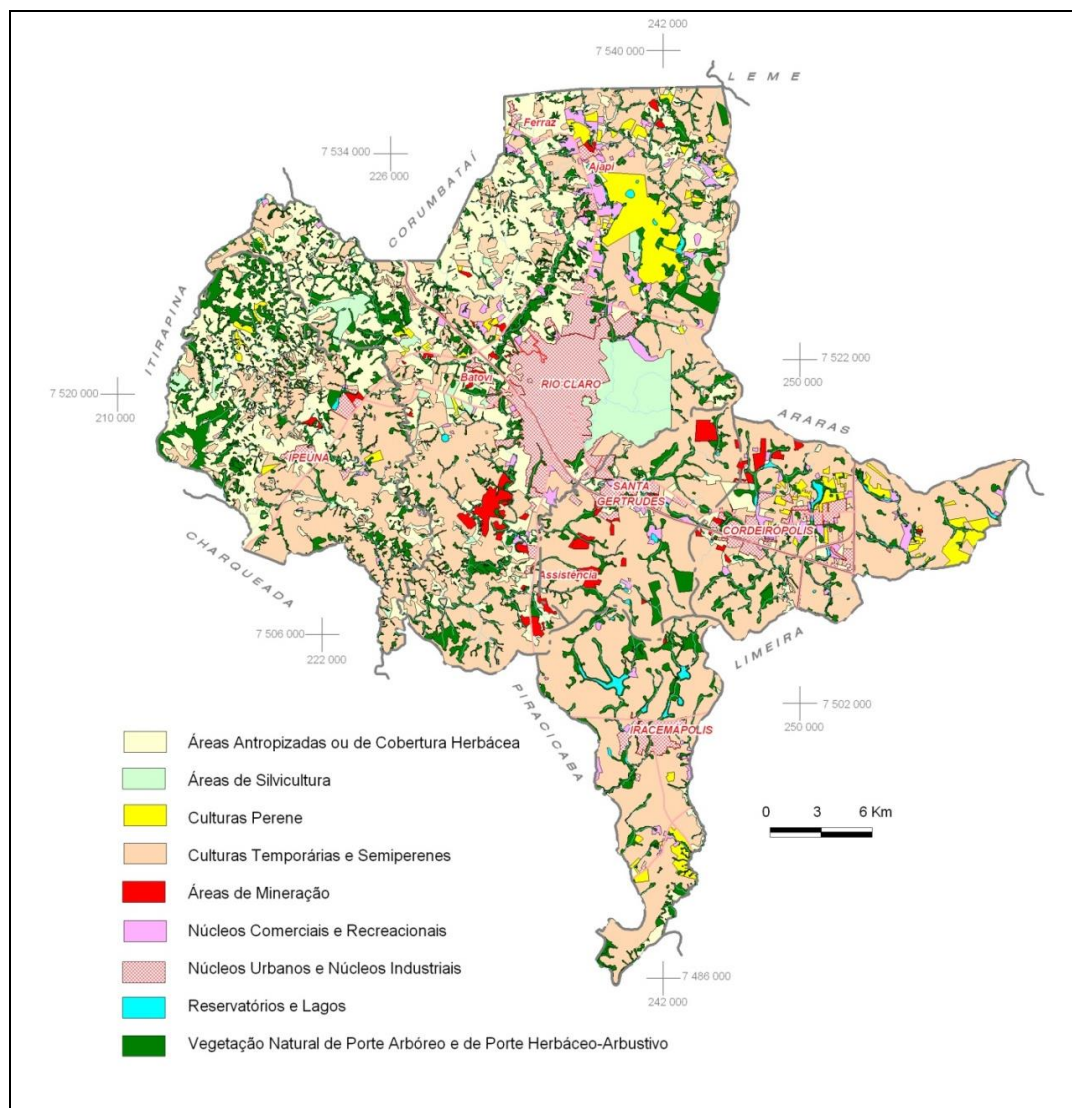
direitos minerários onerando os cinco municípios da área do OTGM (DNPM, 2012).

Condicionantes da mineração relativas ao uso e ocupação das terras

O estudo do uso e ocupação das terras engloba o mapeamento e a qualificação de todas as coberturas, naturais e antrópicas, existentes em

determinada região, considerando o conhecimento da utilização da terra pelo homem e a presença de vegetação natural, alterada ou não. A carta de uso e ocupação das terras foi elaborada a partir da interpretação visual de imagens obtidas por sensoriamento remoto - fusão do mosaico de imagens do satélite LANDSAT TM 5 com um conjunto de 9 cenas da câmera HRC do satélite CBERS 2 B (Figura 5).

Figura 5 – Mapa de uso e ocupação das terras do Polo de Santa Gertrudes. Fonte: elaborado pelos autores.



Fonte: elaborada pelos autores.

Nesta carta é possível observar que grande parte da área de estudo encontra-se coberta por usos agrícolas, sendo que a mineração ocupa uma parcela pouco representativa da totalidade do território. Os remanescentes florestais encontram-se em sua

maioria associados aos topos e aos principais cursos d'água.

A categorização da aptidão mineral assumida para as unidades definidas nos planos de informação do uso e ocupação das terras encontra-se indicada na Tabela 2.



Tabela 2 – Classificao das diferentes formas de uso e ocupao das terras ante a atividade de minerao.

Classes de uso	U	U	U	Condicionante	rea ha	rea %
Reservatórios e lagos				Restrioes parciais impostas pela legislao ambiental e suscetibilidade ambiental.	572,34	0,52
Núcleos industriais				Restrio total imposta por edificaoes e ocupao urbana.	1.472,56	1,42
reas de minerao				áreas abertas ocupadas por empreendimentos de minerao.	1.570,94	1,48
Núcleos comerciais e recreacionais				Restrio total imposta por edificaoes e ocupao urbana.	2.474,52	2,39
Culturas permanentes				áreas sem impedimentos de ocupao e ambiental.	3.483,17	3,36
reas de silvicultura				áreas sem impedimentos de ocupao e ambiental.	3.503,96	3,38
Vegetao natural de porte herbáceo-arbustivo				Restrioes específicas parciais impostas pela legislao ambiental.	5.184,80	5,01
Núcleos urbanos				Restrio total imposta pela ocupao urbana.	5.888,65	5,68
Vegetao natural de porte arbóreo				Restrioes específicas impostas pela legislao ambiental.	10.276,24	9,88
reas antropizadas ou de cobertura herbácea				áreas sem impedimentos de ocupao e ambiental.	21.889,33	21,11
Culturas temporárias				áreas sem impedimentos de ocupao e ambiental.	47.544,95	45,77

Fonte: elaborada pelos autores.

Na cena atual, todas as paisagens antropizadas foram avaliadas como áreas sem impedimentos ou preferências para a minerao (ZPM). As áreas cobertas por culturas perenes, semiperenes e temporárias, e de silvicultura implantadas em zonas rurais, não caracterizam, em geral, áreas de potencial conflito com a minerao. Nessa situao, a concorrência pelo uso do solo se d apenas em termos econmicos, o que permite harmonizar plenamente a atividade de minerao com as demais formas de ocupao rural.

As zonas urbanizadas, caracterizadas pela edificao contínua e a existência de equipamentos sociais destinados às funoes urbanas básicas, como habitao, trabalho, recreao e circulao, foram consideradas como inadequadas ou bloqueadas para a minerao (ZBM). Nesse caso, apesar de não haver impedimento de acesso aos recursos minerais em área urbana nos dispositivos das legislaoes mineral e ambiental, as peculiaridades locais da minerao (lavra e beneficiamento), caracterizadas pelo forte adensamento e intenso movimento de massa (com emissoes de particulados), associado  intensa conurbao dos principais aglomerados urbanos e industriais, sugerem que deva ser privilegiado o conforto, a qualidade ambiental e

outros interesses da coletividade, em detrimento da atividade mineral, precavendo-se de questoes conflituosas. Ademais, apenas Itacempolis não dispo de lei sobre parcelamento do uso do solo, tratando do disciplinamento da ocupao do seu território, em especial da área urbanizada. Os demais municípios dispom de proibioes legais explícitas para a produo mineral no perímetro urbano.

As paisagens com vegetao natural (porte arbóreo e porte herbáceo-arbustivo), reservatórios e lagos naturais constituem áreas em que minerao pode ser permitida, mas por comporem, respectivamente, remanescentes florestais em diversos estágios de regenerao e zonas suscetíveis ambientalmente, receberam o atributo de controlada para minerao (ZCM).

Condicionantes da atividade mineral relativas ao zoneamento institucional

O Zoneamento Institucional trata do conjunto de disposioes legais que definem áreas cujo acesso, uso e ocupao do solo estão sujeitos a controles específicos ou, até mesmo, vedados. A sua elaborao compreendeu o inventário da legislao

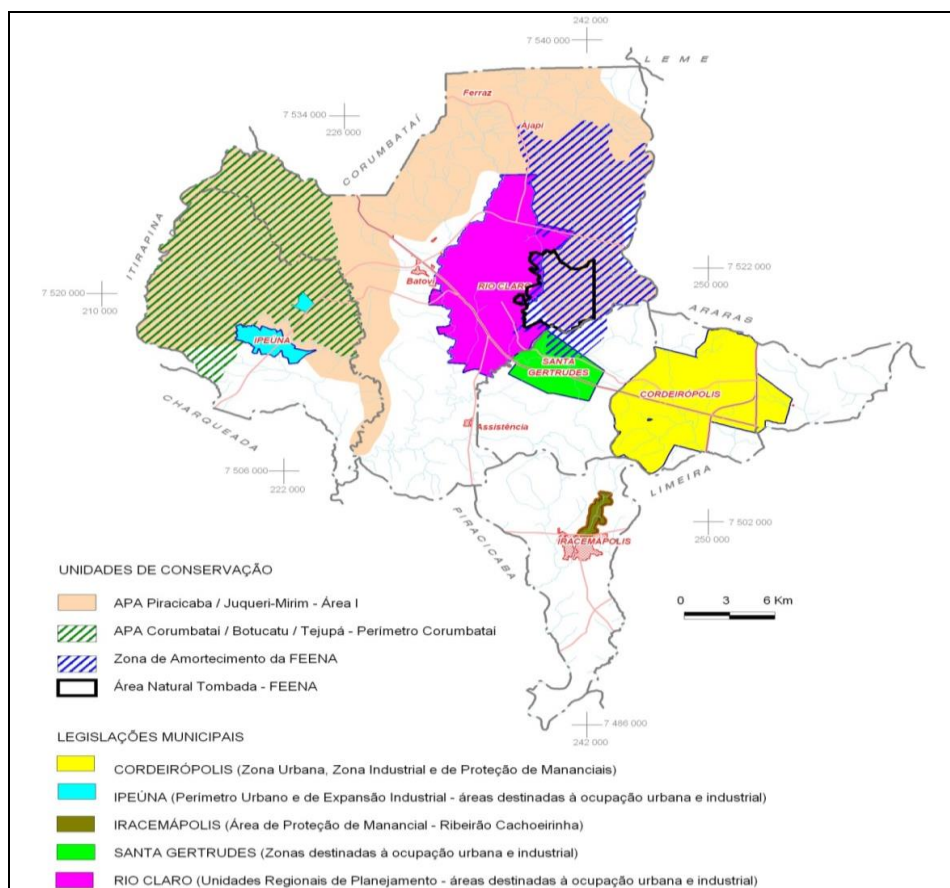


Ordenamento Territorial Geomineiro (OTGM) do Polo Mínero-Cerâmico de Santa Gertrudes - SP: Um Instrumento de Planejamento e Gestão para Garantir o Suprimento Sustentável de Recursos Minerais

ambiental pertinente, englobando Unidades de Conservação (UCs), Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Áreas Especiais de Proteção incidentes no território, e os instrumentos legais que versam sobre o uso da terra nos cinco municípios da

área do OTGM – planos diretores, leis de zoneamento e outros dispositivos que disciplinam a ocupação e podem interferir na atividade de mineração (Figura 6).

Figura 6 - Zoneamento Institucional do Polo de Santa Gertrudes: áreas com restrições à atividade mineral.



Fonte: elaborada pelos autores.

Pela legislação ambiental vigente, nas unidades de conservação - APA Corumbataí – Botucatu – Tejupá (Perímetro Corumbataí) e APA Piracicaba / Juqueri-Mirim (Área I), por constituírem UCs de Uso Sustentável, as atividades econômicas podem incidir em seus domínios, caso da mineração, respeitando-se a fragilidade e a importância de seus atributos naturais. Dessa forma, para essas duas APAs entende-se que a atividade de mineração é permitida de forma controlada (ZCM), isto é, condicionada pela suscetibilidade do ambiente local e de suas vocações conservacionistas.

A Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade – FEENA, como área tombada, é vedada para a atividade mineral (ZBM). Sua zona de amortecimento, cujo traçado busca proteger, em especial, os recursos hídricos da bacia do ribeirão Claro a montante da FEENA, pode comportar, a princípio, atividades econômicas, desde que

assegurada a sustentabilidade destes recursos naturais. Isto faz com que a mineração seja considerada como praticável nessa área, mas de forma controlada (ZCM). as APPs, como admitido no novo Código Florestal, a atividade de mineração está condicionada pela suscetibilidade local ou conservacionista destas unidades, caracterizando zonas controladas (ZCM).

Quanto às leis que disciplinam a ocupação nos territórios municipais, são feitas menções impeditivas à atividade mineral em zonas urbanas industriais (consolidadas e de expansão) e de proteção de mananciais (ZBM). A mineração é permitida nas áreas estabelecidas como de domínio rural, excetuando em faixas delimitadas legalmente como de proteção de mananciais, casos dos municípios de Cordeirópolis e Iracemápolis. A Tabela 3 sintetiza a qualificação das áreas cobertas por legislações ambientais e de parcelamento do uso do solo.



Tabela 3 - Classificao das áreas cobertas por legislaes ambientais e de parcelamento do uso do solo ante a atividade de minerao.

Legislao Ambiental e de Uso e Ocupao do Solo			ZP M	Z C M	ZB M	Observaes Adequabilidade da Minerao
reas Protegidas pela Legislao Ambiental	rea Tombada - Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade (D. E. 46.819 / 2002)	FEENA			X	rea tombada, bloqueada  minerao.
		FEENA - rea de Amortecimento		X		A atividade de minerao  permitida de forma controlada, isto , condicionada pela suscetibilidade do ambiente local ou vocao conservacionista, no caso a proteo dos recursos hídricos da bacia do ribeirão Claro.
	UCs	APA Corumbataí – Botucatu – Tejup Perímetro Corumbataí (D. E. 26.882/87, Lei 7.438/91)		X		A APA não dispõe de plano de manejo. Entende-se que a atividade de minerao  permitida de forma controlada, isto , condicionada pela suscetibilidade do ambiente local ou vocao conservacionista, no caso a proteo de seus importantes atributos ambientais e paisagísticos constituídos pelo relevo de Cuestas Basálticas, remanescentes significativos de flora e fauna nativas, áreas de afloramento do Aquífero Guarani e ocorrência de patrimnio arqueológico.
		APA Piracicaba / Juqueri-Mirim – rea I (D. E. 20.960/83)		X		A APA não dispõe de plano de manejo. Entende-se que a atividade de minerao  permitida de forma controlada, isto , condicionada pela suscetibilidade do ambiente local ou vocao conservacionista, no caso a proteo de mananciais e sub-bacias pertencentes ao rio Piracicaba, e de remanescentes de Mata Atlântica da região.
	APPs	áreas de Proteo Permanente (Código Florestal - Lei 12.651/2012)		X		De acordo com o Código Florestal, a atividade de minerao  permitida de forma condicionada pela suscetibilidade local ou conservacionista destas unidades, caracterizando zonas controladas.
Legislaes Municipais	Cordeirópolis (Leis complementares n. 177/2011 - Plano Diretor e n. 178/2011 – Zoneam. Municipal)	Zona Urbana, Industrial e de Prot. de Mananciais			X	A minerao não  permitida no Perímetro Urbano, Zonas de Expansão Urbana e bacia do córrego do Cascalho (inclusive nascentes da bacia do córrego gua Branca), e bacia do córrego Ibicaba. nica exceo refere-se a um polígono de 5,4 ha (parte do sítio Jequitibá).
		Zona Rural	X			Permitida a minerao na Macrozona Rural (exceto bacias do córregos do Cascalho e Ibicaba).
	Ipeuna (Lei n. 943/2011 – delimitao do perímetro urbano e Lei n. 486/1998 – distrito industrial)	Zona Urbana e Industrial			X	Perímetro Urbano e Zona de Expansão Industrial, bloqueadas  minerao.
		Zona Rural	X			rea rural, sem dispositivo impeditivo  minerao.
	Iracemápolis (Lei 1.126/1999 - Código de Defesa Ambiental)	Bacia do ribeirão Cachoeirinha			X	Restrio total  minerao imposta pelo Código de Defesa Ambiental (proteo de manancial).
		reas Urbana e Rural	X			Não há lei disciplinando, portanto, segundo as legislaes ambientais e minerais, a atividade de minerao  passível de ocorrer. No entanto, segundo o plano de informao de uso e ocupao foi considerada como zona impeditiva.
	Rio Claro (Lei n. 3.806/2007 – Plano Diretor) Em fase de revisão (07/2015)	Zonas Urbana e Industrial			X	Compartimentada em zonas regionais de planejamento onde a minerao  bloqueada.
		Zona Rural	X			rea rural remanescente onde a minerao  permitida.
	Santa Gertrudes (Lei 1.883/2002 – Zoneamento Municipal)	Zona Urbana e Industrial			X	Conjunto de zonas envolvendo o planejamento da ocupao urbana e industrial, bloqueadas  minerao.
		Zona Rural	X			rea rural remanescente onde a minerao  permitida.

Fonte: elaborada pelos autores.

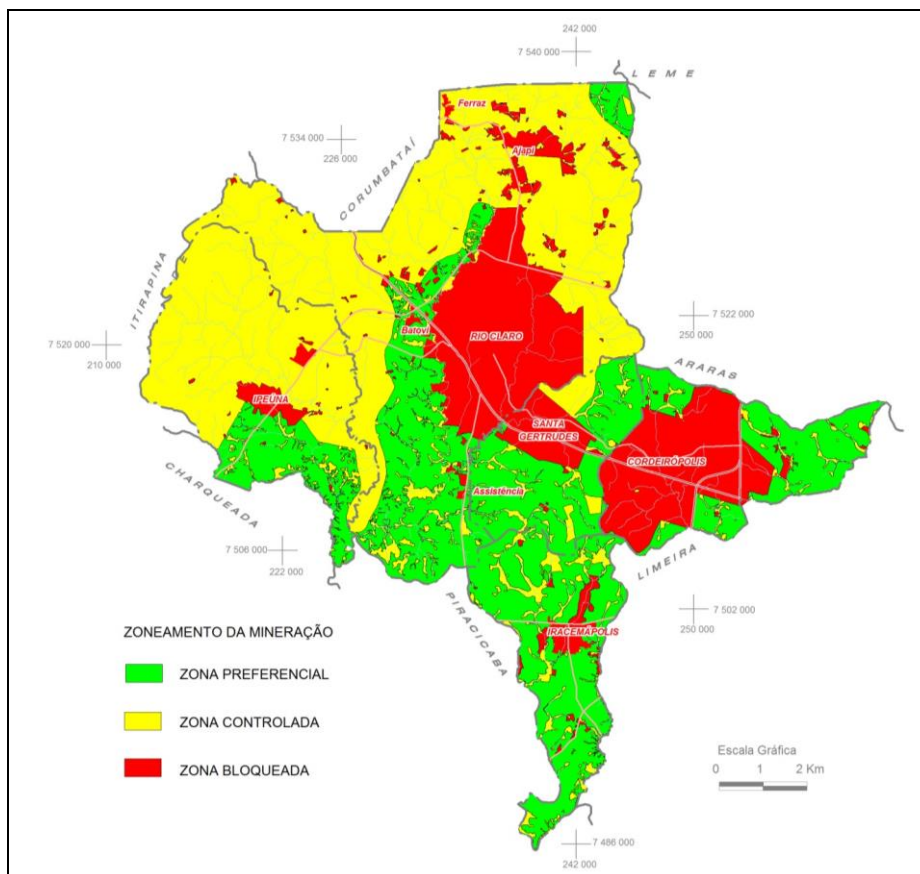


Nesse caso é possível observar que do ponto de vista ambiental há apenas uma área com restrição total para a implantação de empreendimentos minerários. Isso não significa que restrições não possam existir naquelas áreas definidas com controladas para a mineração.

Modelo de Zoneamento Minerário

A integração dos planos de informação, com seus respectivos fatores de atribuição ante a adequabilidade da atividade mineral, via tecnologia de sistema de informação geográfica (SIG), conduziu à configuração do modelo do zoneamento para o território do Polo de Santa Gertrudes (Figura 7 e Tabela 4).

Figura 7 – Modelo de Zoneamento Minerário – Polo mínero-cerâmico de Santa Gertrudes.



Fonte: elaborada pelos autores.



Tabela 4 – Distribuio da área geográfica e da dotao mineral do território dentro do modelo de zoneamento minerário.

		rea Total	POTENCIAL MINERAL				
			Argila Revest. e Cer. Vermelha	Argila Cer. Vermelha	Areia Construo e Industrial	Brita e Cantaria	Calcário Corretivo de Solo
Território (5 municípios)	Km ²	1040,20	437,66	127,19	270,305	153,43	56,01
ZPM Preferencial	Km ²	336,53	135,76	65,65	31,26	71,5	34,43
	% ZPM / rea de Pot. Mineral	32	31	52	12	47	61
ZCM Controlada	Km ²	463,52	189,62	48,50	184,07	23,69	17,08
	% ZCM / rea de Pot. Mineral	45	44	38	68	15	30
ZBM Bloqueada	Km ²	240,30	109,39	13,04	54,98	58,38	4,49
	% ZBM / rea de Pot. Mineral	23	25	10	20	38	8

Fonte: elaborada pelos autores.

Zona Preferencial para Minerao – ZPM

A ZPM abrange 336,53 km² ou cerca de 32% do território total dos cinco municípios do Polo de Santa Gertrudes. Com dotao mineral diversificada, abriga terrenos potenciais para todas as classes de substâncias minerais identificadas na região (ver Tabela 4).

Compreende os terrenos mais aptos ao desenvolvimento da minerao, com potencial geológico identificado e destituídos de restrioes ambientais e quanto  ocupao territorial, consolidadas ou não por legislao instituída.

As ZPMs envolvem áreas rurais antropizadas, ocupadas por atividades agropastoris e silvicultura. Nas relaoes atuais de uso do solo, a competio se dá somente em termos econmicos, o que permite conciliar plenamente a minerao com as demais formas de ocupao rural, devendo, em tese, prevalecer a de maior importância socioeconmica.

A atividade mineral pode vir a ser desenvolvida normalmente, cumpridas as exigências do Código de Minerao, conjugado com a legislao correlativa. Complementarmente, no processo de licenciamento ambiental, os empreendimentos deverão respeitar a legislao específica em vigor, dentre elas, a Resoluo SMA n. 51, de 12 de dezembro de 2006, que disciplina o licenciamento ambiental das atividades minerárias no Estado de São Paulo.

Podem ocorrer no interior da ZPM áreas de preservao permanente, não indicadas no mapa de zoneamento minerário, que devem ser objeto de identificao e análise na escala dos empreendimentos por ocasião dos respectivos licenciamentos ambientais, incluindo as áreas de proteo nas margens dos rios, os topos de morros e áreas de alta declividade.

Zona Controlada para Minerao – ZCM

A ZCM ocupa 463,52 km², ou cerca de 45% do território total dos cinco municípios do Polo de Santa Gertrudes. Conta com dotao mineral diversificada e abriga terrenos potenciais para todas as classes de substâncias minerais identificadas na região (ver Tabela 4).

Contm áreas onde a minerao deve ser admitida, mas que apresentam restrioes ao seu desenvolvimento. A orientao básica na ZCM  permitir o aproveitamento dos recursos minerais, condicionado ao comprometimento do empreendedor a procedimentos técnicos mais detalhados e rigorosos de planejamento e controle da atividade, que contornem os riscos ambientais inerentes. Consequentemente, deve exigir uma maior complexidade no plano de aproveitamento econmico da jazida apresentado ao DNPM e na avaliao do processo de licenciamento ambiental.



A ZCM é constituída de vários polígonos com restrições à mineração de ordem ambiental ou quanto à ocupação territorial, consolidadas ou não por legislação instituída. Inclui áreas de proteção ambiental (APAs), zona de amortecimento de floresta estadual, áreas de preservação permanente, remanescentes de vegetação nativa, lagos e reservatórios. Como na ZPM, no mapa do Modelo de Zoneamento Minerário não foram delimitadas as zonas de preservação permanente. Estas áreas devem ser avaliadas na escala do empreendimento.

A ZCM contém a maior parte dos terrenos geológicos da Formação Piramboia, unidade com elevado potencial para ocorrência de depósitos de areia para construção civil e fins industriais. A grande mancha de afloramento desses sedimentos arenosos, situada no flanco oeste do território (municípios de Ipeúna e Rio Claro), constitui zona de recarga do Aquífero Guarani, estando sob o domínio das APAs Corumbataí – Botucatu – Tejuapá (Perímetro Corumbataí) e Piracicaba / Juqueri-Mirim (Área I). Outro polígono representativo da ZCM corresponde a Área de Amortecimento da Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade. Dentro dessa área, encontram-se reservas importantes de argila da Formação Corumbataí.

Como uma diretriz importante, sugere-se que nas microbacias envolvendo mananciais de interesse para o abastecimento público, a viabilização dos empreendimentos deverá depender do cumprimento de requisitos técnicos para que seja avaliado de forma minuciosa o impacto do empreendimento na disponibilidade hídrica (superficial e subterrânea) e tomadas as correspondentes medidas de controle, mitigação e/ou compensatórias.

Zona Bloqueada para Mineração (ZBM)

A ZBM envolve uma área de 240,30 km², ou cerca de 23% do território total dos cinco municípios do Polo de Santa Gertrudes. Em seu domínio, foram registrados 154 processos de direitos minerários (120 da substância argila), em diversas fases de tramitação no DNPM, sendo cadastradas duas áreas de mineração, uma desativada e outra em operação.

Engloba os terrenos onde a mineração não deve ser permitida. Essencialmente referem-se às áreas com impedimento explicitado em legislações ambientais ou nos dispositivos legais que versam sobre o disciplinamento do uso do solo nos municípios, além de núcleos urbanizados, mesmo em situações em que não incida lei municipal restritiva.

Enquadramento excepcional é indicado para as áreas de processos de direitos minerários com títulos autorizativos de lavra instituídos pelo DNPM (Concessão de Lavra e Licenciamento) situadas dentro da ZBM. Nesses casos, entende-se que deva prevalecer o princípio da anterioridade. Como situações especiais e em caráter transitório, as áreas tituladas anteriormente à regulamentação de unidades territoriais com restrições

legais impeditivas à mineração deverão, a priori, ser consideradas como pertencentes à ZCM. Essas áreas poderão estar sujeitas a uma regulamentação específica para o processo de licenciamento ambiental, podendo ser estabelecidas, a critério dos agentes envolvidos (Cetesb e prefeituras), restrições das poligonais e da duração do período de funcionamento da mineração, sempre observando a garantia da viabilidade técnico-econômica do empreendimento. Uma vez cessada as atividades produtivas, pela exaustão das reservas ou em decorrência da nulidade ou caducidade do direito minerário, essas áreas seriam automaticamente incorporadas à ZBM.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A região do Polo de Santa de Gertrudes conta com uma produção mineral relativamente diversificada, incluindo argila para fins cerâmicos, rocha para brita, areia para construção civil e fins industriais, calcário agrícola e água mineral. O território adquire maior relevância em virtude de abrigar um dos aglomerados produtivos de base mineral mais exuberante do País. A magnitude da estrutura produtiva do polo mínero-cerâmico de Santa Gertrudes confere-lhe *status* de vetor de desenvolvimento setorial e regional, sendo responsável por 90% da produção de revestimentos cerâmicos do Estado e 64% do País.

Na base dessa cadeia produtiva, o segmento mineral movimenta anualmente cerca de nove milhões de toneladas de matéria-prima, produzidas e consumidas endogenamente no *cluster* mínero-cerâmico. Pode-se assegurar que as características especiais do seu recurso mineral constitui um dos principais diferenciais competitivos da indústria local. Isto faz com que a sustentabilidade do parque cerâmico dependa diretamente da garantia da disponibilidade futura das matérias-primas minerais.

O modelo de zoneamento minerário gerado constitui um referencial técnico para subsidiar a inserção da atividade minerária na legislação de uso e ocupação territorial. A proposta utilizada comprova que a ponderação de critérios considerados estratégicos para o desenvolvimento da mineração permite identificar áreas mais ou menos aptas à implantação desta atividade. Tais informações torna possível assegurar, especialmente para os municípios, o acesso aos recursos minerais de forma harmonizada com as demais atividades e vocações econômicas. Ainda que, no âmbito deste trabalho, não tenha sido feita uma análise detalhada das fragilidades do meio físico, tanto as características mais gerais como aquelas definidas por instrumentos legais aqui mapeadas são capazes de garantir o imperativo da preservação ambiental.

Por sua vez, a compartimentação do território em zonas mais ou menos favoráveis à atividade de mineração, bem como o levantamento das informações do meio físico e sobre os instrumentos legais que



interferem diretamente no desenvolvimento desta atividade, vai ao encontro com as proposições de Calaes, Carneiro Neto, Margueron, & Amaral (2007, 2008) e Nogueira (2010), pois além de proporcionar ao poder público a possibilidade de estabelecer políticas de acesso aos recursos minerais, também ensina a identificação de possíveis conflitos que a atividade de mineração possa vir a causar.

A utilização de bases para a formulação do ordenamento territorial da mineração – OTGM, fundamentadas em duas modalidades de condicionantes – interveniente e crítico –, se mostrou satisfatória. O primeiro regula, basicamente, a disponibilidade dos recursos minerais em um determinado território e o segundo busca retratar os fatores mais sensíveis de interferência da atividade mineral no meio. Enquanto os primeiros parâmetros podem ser considerados similares para qualquer região, os fatores críticos são mais específicos e dependem da interação do tipo de atividade mineral e o contexto socioeconômico e ambiental.

A aplicação da metodologia apresentada neste trabalho em outros polos minerários deverá ser efetuada com ajustes em relação, sobretudo, aos fatores críticos, o que também deverá contribuir para o seu aperfeiçoamento como uma abordagem sistemática de promoção do ordenamento da mineração e uso sustentável dos recursos minerais.

Como desdobramento dos estudos, um aprimoramento metodológico para a estruturação do zoneamento minerário a ser buscado deverá consistir na ponderação quantitativa dos planos de informação, por meio do estabelecimento de pesos em função da maior, ou menor, aptidão para a atividade de mineração.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao suporte do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT e aos parceiros da Seção de Recursos Minerais e Tecnologia Cerâmica do IPT, em especial aos profissionais Luiz Carlos Tanno e Vitor Amâncio Borges Ferreira pela leitura crítica do manuscrito, Isabel C. Carvalho Fiammetti pela elaboração das ilustrações e Daniel Seabra Nogueira Alves Albarelli pelo o apoio na elaboração do abstract e do resumo em espanhol.

REFERÊNCIAS

Almeida, A. S.; Sintoni, A., Monte, E. D., Tanno, L. C., Modesto, A. A., Kumayama, D. M., & Fiammetti. (2008). *Bases técnicas, legais e modelo de zoneamento minerário para garantia do suprimento de matérias-primas minerais no APL de cerâmica vermelha do Oeste Paulista*. São Paulo ((Rel. IPT n. 15 643-301).

Almeida, A. S.; Cabral Junior, M.; Obata, O. R.; Fiammetti, I. C. C.; Modesto, A. A. L.; Stefani, F. L. (2011) *Bases técnicas, legais e modelo de zoneamento minerário para garantia do suprimento de matérias-primas minerais no APL de cerâmica vermelha do Oeste Paulista*. São Paulo (Rel. IPT n. 121295-205).

Anfacer – Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimento, Louças Sanitárias e Congêneres. *Informações do setor*. Disponível em: <<http://www.anfacer.com.br>>. Acesso em: 10 set. 2016.

Aspacer – Associação Paulista das Cerâmicas de Revestimentos. (2016). *Informações gerais estatísticas do setor*. Disponível em: <<http://www.aspacer.com.br>>. Acesso em: 10 set. 2016.

Brasil. (2006). *Documento base para a definição da Política Nacional de Ordenamento Territorial - PNOT* (Versão preliminar). Brasília: Ministério da Integração, 260 p.

Cabral Junior, M.; Monte, E. D.; Obata, O. R.; Sintoni, A.; Sansão, A. M. M.; Tanno, L. C.; Almeida, A. S.; Stefani, F. L.; Braga, T. O.; Fiammetti, I. C. C. (2002). *Subsídios técnicos para estabelecimento do zoneamento minerário do município de São José dos Campos*. São Paulo (Rel. IPT n. 64 374).

Cabral Junior, M., Obata, O. R., & Sintoni, A. Diretrizes para Gestão Municipal. In: Tanno, L. C. & Sintoni, A. (Coord.). (2003). *Mineração e Município: Bases para planejamento e gestão dos recursos minerais*. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, p. 37-58.

Cabral Junior, M., Suslick, S. B., & Suzigan, W. (2010). Caracterização dos arranjos produtivos locais de base mineral no Estado de São Paulo: subsídio à mineração paulista. *Geociências*, vol.29, p. 81-89.

Cabral Junior, M.; Gamba, T. de C.; Almeida, A. S.; Fiammetti, I. C. C.; Tanno, L. C.; Monte, E. D.; Meloni, R. E. (2012) . *Formulação do Plano Diretor de Mineração dos municípios de Cordeirópolis, Ipeúna, Iracemápolis, Rio Claro e Santa Gertrudes*. São Paulo (Rel. IPT n. 129345-205).

Cabral Junior, M., Gamba, T. de C., Tanno, L. C., Almeida, A. S., & Cruz, T. T. (2013). Potencial das reservas de argila para o suprimento do polo cerâmico de Santa Gertrudes - SP: onde o recurso mineral faz a diferença. *Cerâmica Industrial*, v. 18, p. 10-16.

Cabral Junior, M.; Tanno, L. C.; Albarelli, D. S. N. A. (2014). Caracterização geológica e tecnológica dos polos cerâmicos do Estado de São Paulo, Brasil. *Comunicações Geológicas*, v. 101, p. 757-760.



- Cabral Junior, M., Gamba, T. de C., & Obata, O. R. (2014). Ordenamento Territorial Geomineiro do Litoral Norte do Estado de São Paulo. *Brasil Mineral*, v. 341, p. 46-51.
- Calaes, G.D.; Carneiro Neto, B.P.; Margueron, C.; Amaral, J.A.G. (2007). Bases para o desenvolvimento sustentável e competitivo da indústria de agregados nas regiões metropolitanas do país - Parte 1. *Revista Escola de Minas*, v. 60, n. 4, p. 675-685, 2007.
- Calaes, G.D.; Carneiro Neto, B.P.; Margueron, C.; Amaral, J.A.G. (2008). Bases para o desenvolvimento sustentável e competitivo da indústria de agregados nas regiões metropolitanas do país - Parte 2. *Revista Escola de Minas*, v. 61, n. 1, p. 47-56.
- CEOT/CEMAT. *A Regional / Spatial Charter for Europe*. (1983). Estrasburgo: Conselho de França.
- Creswell, J. W. (2010). *Projeto de Pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*. 3ª Ed. Porto Alegre: Artmed, p. 127-237.
- DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral. (2012). *Sistema Cadastro Mineiro do DNPM e Sistema de Informação Geográfica da Mineração – SIGMine do DNPM*. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br>>. Acesso em: 25 mai.
- Machado, S. A. (2003). *Dinâmica dos arranjos produtivos locais: um estudo de caso em Santa Gertrudes, a nova capital da cerâmica brasileira*. São Paulo. 139 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- Magno, C. E. F. (2002). O sistema de gestão territorial e os recursos geológicos. In: Villas Bôas, R. C., & Page, R. (Ed.) *La minería en el contexto de la ordenación del territorio*. Rio de Janeiro: CNPq/CYTED, p. 379-397.
- Molina, J. M. (2002). Los recursos minerales y la minería como componentes del medio físico en la planificación territorial en Colombia. In: Villas Bôas, R. C., & Page, R. (Ed.) *La minería en el contexto de la ordenación del territorio*. Rio de Janeiro: CNPq/CYTED, p. 171-195.
- Nogueira, S. A. A. (2010). A questão do ordenamento territorial e sua relação com as reservas minerais em São Paulo. *Geociências*, vol.29, n. 2, p. 201-210.
- Sintoni, A. (2007). Ordenamento territorial da mineração de agregados. *Areia e Brita*, n.40, p. 26-30.
- Tanno, L. C., & Sintoni, A. (Coord). (2003). *Mineração e Município: base para planejamento e gestão dos recursos minerais*. São Paulo: IPT, 177 p.
- Villas Bôas, R. C., & Page R. (2002). *La minería en el contexto de la Ordenación del Territorio*. Rio de Janeiro: CNPq/CYTED, 416p.
- Zanardo, A., Moreno, M. M. T., Del Roveri, C., Prado, A. C. A., Masson, M. R., Motta, J. F. M., & Ibrahim, L. (2006). Mineralogical and Textural Characteristics of the Raw Material Used in Dry Milling in the Ceramic Pole of Santa Gertrudes - Brazil. In: *IX World Congress on Ceramic Tile Quality - Qualicer 2006*, Castellón – Spain. v. 3. p. 181-184.