

**DIAGNÓSTICO QUANTITATIVO DE DEPÓSITO DE ARGILA E DETERMINAÇÃO DO PERÍODO DE SUPRIMENTO DO MINÉRIO DE ACORDO COM A DEMANDA DAS INDÚSTRIAS DE CERÂMICA VERMELHA DO MUNICÍPIO DE SÃO MANOEL DO PARANÁ (PR) COMO ESTRATÉGIA DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL**

Edilaine Valéria Destefani  
Universidade Estadual do Paraná  
evdestefani@yahoo.com.br

Leandro César Cunha  
Cerâmica Cunha Ltda  
cercunha@hotmail.com

João Tadeu Nagalli  
Assessoria Ambiental & Mineral  
nagalli@globo.com

**EIXO TEMÁTICO: GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS, BACIA HIDROGRÁFICAS, PLANEJAMENTO AMBIENTAL E TERRITORIAL**

**Resumo**

A indústria de cerâmica vermelha é umas das principais atividades econômicas desenvolvidas no município de São Manoel do Paraná (PR), sendo atividade que envolve a extração do minério argila nas jazidas encontradas em áreas da planície aluvial do médio/baixo rio Ivaí. Sendo atividade que envolve a extração de solo é também geradora de impactos ao meio ambiente. O objetivo deste trabalho é mostrar um diagnóstico qualitativo e quantitativo do minério disponível em uma jazida ainda inexplorada e determinar o seu período de suprimento para a demanda das indústrias de cerâmica vermelha e considerar o mapeamento da jazida como estratégia de se promover um planejamento ambiental. A metodologia envolve a realização de mapeamento e sondagens para reconhecimento do material sedimentar e cálculo do volume ( $m^3$ ) do minério em Reservas Medidas e Reservas Inferidas; o levantamento da quantidade de tijolos produzidos pelas indústrias por meio de entrevistas com os proprietários e do número, capacidade e ciclo dos fornos usados na queima destes produtos. Os resultados mostraram que a jazida apresenta depósito com grande homogeneidade síltico-argiloso com espessura entre 8 a 9m. A quantidade de argila disponível na jazida é de 2.192.218 $m^3$  ou 3.441.783 toneladas que correlacionadas ao consumo das cinco indústrias que é de 100.476 toneladas anuais determinou-se que a capacidade da referida reserva de argila de suprir a demanda é de 34 anos e 3 meses. Os resultados obtidos junto a análise do mapeamento mostra-se como estratégia para planejar a atividade econômica e oferece conseqüentes benefícios ao meio ambiente no que se refere ao aproveitamento total do minério na jazida, exploração de áreas menores e o direcionamento de estratégias para minimizar impactos ambientais.

**Palavras-chave:** jazida de argila, quantificação e demanda, tempo de vida útil, cerâmica vermelha, benefícios ambientais.

**Abstract**

Red ceramic industry is one of the main economic activities in Sao Manoel do Paraná (PR). It involves the extraction of clay ore from deposits found in the floodplain areas of medium/ low river Ivaí. As an activity that deals with soil extraction, it also generates environmental impacts. The aim of this study

is a quantitative and qualitative diagnosis of the ore available in an unexplored area and to determine its length of supply to satisfy the red ceramic industry demand and also consider the mapping of the deposit as a strategy to promote an environmental planning. The methodology involves mapping and surveys seeking to recognize sedimentary material and to calculate the volume (m<sup>3</sup>) of ore reserves both in Measured and Inferred Reserves; a survey of how many bricks are produced by industries through interviews with their owners, as well as the number, capacity and cycles of furnaces used to burn these products. The results have shown that the deposit has reserve of silty-clay with great homogeneity and thickness ranging from 8 to 9m. The amount of clay available in the deposit is of 2,192,218m<sup>3</sup> or 3,441,783 tons. Considering that the consumption of the five industries is 100,476 tons/year, it has been determined that this clay reserve can satisfy their demand for 34 years and 3 months. The results obtained from the mapping analysis are shown as strategy for planning the economic activity and consequent environmental benefits regarding the total utilization of the ore in the deposit, the exploitation of smaller areas and directing strategies to minimize environmental impacts.

**Keywords:** Deposit of clay; Quantification and demand; Length of useful life; Red ceramic; Environmental benefits.

## **Introdução**

A região noroeste do estado do Paraná tem como umas das principais atividades econômicas a produção de cerâmica vermelha. Essa atividade é de suma importância tendo em vista que movimenta a economia e abastece a indústria da construção civil na região noroeste e norte do estado.

Essa atividade é impulsionada pela extração da argila que é o minério existente em determinados locais nas várzeas do rio Ivaí. Esse mineral é um recurso da natureza não-renovável, ou seja, uma vez extraído da natureza pode-se dizer que o mesmo não se repõe. Portanto exaurido as reservas desse minério essa atividade econômica cessa, pois ainda não se tem uma matéria-prima que a substitua.

A extração da argila é atividade de mineração que envolve diversos impactos ambientais, pois implica a remoção do solo e, na maioria das vezes, é realizada sem um conhecimento técnico no que se refere à extração adequada do minério e organização ambiental da área de extração, como também falta conhecimento científico a respeito da qualidade e quantidade de minério existente.

Como decorrente desses fatos verifica-se que o modo de desenvolver a atividade pode gerar futuros conflitos entre os proprietários das indústrias de cerâmica vermelha que necessitam dessa matéria-prima para promover sua atividade econômica, uma vez que, o modo por vezes inadequado de gerenciar a atividade gera problemas de ordem econômica, ambiental e conseqüentemente social.

Considerando tais aspectos é necessário direcionar estratégias de gerenciamento para o desenvolvimento harmonioso da atividade e a manutenção estendida por tempo de vida útil maior da extração do minério nas jazidas. Isso só será possível quando se tem um conhecimento técnico e científico sistematizado das características qualitativas e quantitativas do minério e sua disposição espacial como também dos principais elementos físico-geográficos dispostos na extensão da jazida.

Este estudo tem por objetivo um diagnóstico das características e da quantidade de argila concentrada em uma jazida intacta da planície aluvial do médio/baixo rio Ivaí, inserida no município de São Manoel do Paraná (PR), a determinação do tempo de vida útil desse depósito mineral de acordo com a sua demanda enquanto matéria-prima para as indústrias de cerâmica vermelha e a análise espacializada da jazida e dos elementos físico-geográficos constituintes, e a partir disso, traçar uma discussão dos benefícios ambientais que este tipo de conhecimento pode oferecer sendo um instrumento de planejamento ambiental.

### **Referencial teórico e conceitual**

Segundo dados apresentados pela Minerais do Paraná (MINEROPAR) na região noroeste destacam-se os municípios de Japurá, Paraíso do Norte e São Carlos do Ivaí como importantes produtores de produtos advindos da cerâmica vermelha como tijolos, lajotas e telhas destinados à construção civil desta região e da região norte do estado (MINEROPAR, 1997).

Essa atividade econômica é mola propulsora para o desenvolvimento de muitos municípios paranaenses, influencia o setor da construção civil, é atividade que produz impactos ao meio ambiente e tem como matéria-prima um recurso da natureza não-renovável.

Uma atividade dessa natureza reforça a necessidade de estudos relacionados a própria matéria-prima e dessa atividade econômica. Em 1997 foi realizada pela MINEROPAR uma pesquisa que traçou um perfil sobre o setor de cerâmica vermelha abordando uma caracterização das áreas produtoras no estado do Paraná, os tipos de produtos produzidos, a produtividade, as jazidas e a legislação que ampara essa atividade (MINEROPAR, 1997). Outros estudos são apresentados na forma de relatórios de pesquisa mineral e plano de aproveitamento econômico realizados por particulares como um dos requisitos necessários para obtenção da concessão de lavra da área da jazida para ser explorada. Além disso, o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) é instituído como o órgão responsável pela fiscalização da atividade mineradora junto ao Ministério de Minas e Energia e que apresenta artigos disponíveis a nível Nacional.

A literatura específica é rica em trabalhos que enfocam estudos relacionados a identificação da composição mineralógica e química das argilas e a sua destinação mais adequada para fabricação de produtos na indústria de cerâmica vermelha (Dutra et al (2006), Macedo et al (2008)), entretanto é pobre na temática relacionada a quantificação de reservas desse minério para a demanda industrial como forma de direcionar o gerenciamento mais adequado desta atividade econômica e da organização da área de extração como forma de redução de impactos ao meio ambiente.

Os principais problemas ambientais provenientes da extração imprópria caracterizam-se como desmatamentos, destruição de habitats, retirada de solo com formação de cavas que podem ocasionar lagoas inadequadas para o local, erosões, carreamento de solo para os rios etc. A questão

agrava-se quando a extração do minério não é realizado de modo organizado e o espaço abrangido pela jazida apresenta valas, buracos, solo remexido e amontoado o que dificulta a execução de um Plano de Recuperação Ambiental da área principalmente se for direcionado práticas de reflorestamento.

Para controlar, monitorar e mitigar esses efeitos da mineração, cuidados devem ser tomados no início da implantação do empreendimento, desde a retirada da vegetação até a execução da extração da argila. Planejamento dos acessos para extração e controle do volume retirado também devem ser alvos de preocupação. Essas intervenções, na sua totalidade, requerem estudo para uma atividade ordenada e produtiva (MAIA e BARROS, 2010), daí a importância de se quantificar o volume de argila existente, conhecer a sua demanda e período de suprimento da produção.

As medidas sempre deverão ter no seu conceito essencial a prevenção, evitando os impactos no ecossistema local, preparando a área para um destino com outra finalidade. Sabido que, por se tratar de atividade de mudança substancial da sua origem existente, todo este cuidado tem no seu principal objetivo obedecer as Leis para reabilitar a área, já que sua total recuperação é impossível devido à grande retirada de material mineral durante a etapa de exploração, o que deve ser medido topograficamente, estabelecendo-se limite de volume extraído e de acordo com seu destino futuro.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT enfoca fase por fase a defesa desse ambiente produtiva (MAIA e BARROS, 2010). Trata a recuperação do solo como uma alteração adversa das características pré-existent, processando o manejo com condições para novos usos, aproximando-se das condições anteriores à intervenção. Objetiva a reabilitação do solo como forma de recuperação quando uma área é adequada a um uso, segundo um projeto prévio. E por último, busca a recomposição, incluindo a restauração, na tentativa de reproduzir as exatas condições originais, o máximo quanto possível.

A exploração mais apropriada das jazidas é alicerçada pelo Código de Minas de 1934 que deixa claro que, para a exploração mineral, são necessários a obtenção do direito minerário com o pedido de requerimento da área (BRASIL, 1934). O direito de concessão e o Licenciamento Ambiental exigem um Plano de Recuperação Ambiental. O que se percebe é que em geral os mineradores não realizam a exploração com concessão do direito minerário e nem executam recuperação da área. O que se verifica é que os próprios ceramistas desconhecem as leis ambientais e os procedimentos necessários para realizarem a exploração legalizada da jazida. Junto a isso, ainda se tem a insuficiente fiscalização por parte dos órgãos ambientais.

Fica claro a necessidade de planejamento ambiental diante de atividade geradora de significativos impactos ambientais, por isso a importância de ampliação dos estudos, com investimentos públicos e privados, campanhas de conscientização específicas à atividade mineira com foco ambiental, bem como uma fiscalização pelos órgãos competentes, mais abrangente e eficaz.

## **Metodologia**

A pesquisa foi aplicada em uma jazida inexplorada com área de 49,50 hectares de planície aluvial. Para caracterizar qualitativamente o depósito sedimentar e estimar a quantidade de argila foram realizadas oito sondagens. A determinação da quantidade e a espacialização das sondagens obedeceram alguns critérios: as diferenças litológicas representadas pela diferenças de coloração, granulometria e plasticidade do material, presença de afloramentos rochosos e depósitos arenosos presentes em aluviões de depósitos de canais fluviais secundários que inviabilizam a extração do minério, áreas de APPs e banhados e as características topográficas da planície. Desse modo, após reconhecimento geológico da área por meio de mapas geológicos, estudos anteriores na região e observação de campo, realizou-se um levantamento topográfico plani-altimétrico da jazida e a partir disso, foi elaborado uma malha na extensão da área da jazida com 100m de distância entre os pontos, locados em campo com o auxílio do GPS e, em planta ao longo de linhas paralelas ao eixo rio Ivaí. Tal disposição das informações coletadas auxiliaram a compreensão das variações faciológicas do depósito aluvionar correlacionado diretamente com o corpo hídrico agente de sedimentação.

As sondagens foram então direcionadas para os depósitos siltico-argilosos e nos locais onde ocorreram depósitos arenosos em aluviões de canais secundários de pequeno porte (NAGALLI, 2008), foram descartados para realização das sondagens, já que a areia dependendo da proporção inviabiliza a produção da cerâmica vermelha.

A partir disso, procedeu-se a realização das sondagens com trado mecânico de 10 polegadas com capacidade de perfuração de 17m. Nas áreas em que a topografia e áreas de banhado dificultaram a entrada da sonda mecânica já que esta é acoplada a um caminhão foi utilizado o trado manual de 5 e 2 polegadas com 13m de capacidade de perfuração.

Para determinar a quantidade de argila existente no depósito, a área da jazida de 49,50ha foi definida como uma poligonal de forma geométrica tabular de modo a facilitar o cálculo na determinação da quantidade do material em metros cúbicos (m<sup>3</sup>) e toneladas (t). Além disso, MARANHÃO (1985) define que os depósitos minerais podem ser reunidos em função do tamanho dos corpos mineralizados, que no estudo em questão, seriam os depósitos sedimentares com disposição horizontal. Como a forma é praticamente a tabular, o depósito de argila, ou seja, a reserva mineral (R) é igual ao produto da espessura média do material a ser removido (E<sub>M</sub>) pela superfície minerada (S). Assim fica definido a Equação 1:

$$R=S.E_M \quad (1)$$

Considerou-se também na determinação da quantificação do volume a classificação das reservas minerais definidas de acordo com o Artigo 26 do Regulamento do Código de Mineração em **Reservas Medidas e Reservas Inferidas** (BRASIL, 1967). Nas Reservas Medidas o erro máximo aceito é de 20%, utilizando-se graus de confiabilidade de 95% para minérios regulares ou de 90% em jazidas com espessuras irregulares. Para as Reservas Inferidas podem ser tabuladas as Anunciadas (previstas) a partir de sondagens com erro estatístico acima de 40% ou as presumidas, resultado de deduções e extrapolações de dados externos.

Para o conhecimento da demanda atual de argila pelas cinco indústrias locais denominadas neste estudo como Cerâmica A, B, C, D e E, foi necessário realizar uma pesquisa in loco com os empresários ceramistas. Tal levantamento se deu através de entrevista com os proprietários e também através de estimativas e correlações, levando em conta informações repassadas pelos próprios ceramistas. A quantidade de produtos produzidos e quantidade de argila utilizada para essa produção teve como referência o tijolo 6 furos (9x14x19)cm e o número de fornos e ciclo de queima de cada um.

## Resultados e discussão

A jazida inexplorada tomada para estudo compreende uma porção da planície aluvial da margem direita do rio Ivaí, numa extensão de 1,6km em 49,50ha, com largura variando de dezenas de metros até pouco mais de 500m, inserida no município de São Manoel do Paraná, estado do Paraná (Figura 1). A escolha da área de estudo se deve a diversos fatores: facilidade de acesso para realização da pesquisa de campo, existência de informações geológicas do depósito de argila e a necessidade de conhecer novas jazidas para exploração mineraria para direcionar o planejamento desta atividade econômica e ambiental.



Figura 1: Localização da área de estudo.

Considerando aspectos físico-geográficos regionais o depósito da jazida encontra-se desenvolvido geomorfologicamente na calha do rio Ivaí constituindo área de planície aluvial com

topografia suavemente ondulada entre 250m de altitude. Essa região apresenta-se como uma área de transição de duas seqüências geológicas importantes na região noroeste do estado, de acordo com Maack (1981) os derrames basálticos da Formação Serra Geral (JK), os arenitos da Formação Caiuá (K) e sedimentos aluvionares da planície (PARANÁ, 1982).

Os sedimentos que compõem a jazida foram conhecidos por meio das sondagens e correlacionam muito bem com o perfil típico dos depósitos aluvionares do vale do rio Ivaí (Figura 2) elaborado a partir de estudos anteriores desenvolvidos por Nagalli (2008).

As sondagens atuais realizadas para esta pesquisa indicaram que o depósito apresenta grande homogeneidade síltico-argiloso o que já é tido como ponto favorável para o seu uso para produção de produtos cerâmicos que necessitam de matéria-prima com determinada plasticidade oferecida pelos sedimentos de composição argilosa.

Além disso, ocorrem camadas de sedimentos pelíticos (de grande composição argilosa) úteis variando entre 8 a 9m de profundidade nas bordas da planície mostrando que foram depositados pela ação do rio Ivaí sobre conglomerados basais, solos e paleossolos das rochas básicas da Formação Serra Geral desenvolvido em sistema fluvial variando entre encaixado a pouco meandrante.

De um modo geral, o depósito apresenta composição predominante síltico-argilo-arenoso de origem fluvial por apresentar diferentes proporções de areia, silte e argila, sendo que em muitas situações é o sedimento de fração argilosa que predomina. Esta composição de granulometria mista é benéfica para a indústria de cerâmica vermelha, pois, torna desnecessária muitas misturas para a composição de diferentes minérios. Depoimento verbal de proprietário com grande experiência na indústria de cerâmica vermelha ressalta que dependendo do tipo de produto cerâmico o conteúdo altamente argiloso e plástico também inviabiliza a confecção do mesmo por interferir no processo de queima e retração do produto, inviabilizando a produção do mesmo.

Intercalações de camadas arenosas de granulometria fina a média de poucas dezenas de centímetros podem ocorrer em estreitos horizontes individualizados resultado do retrabalhamento do rio Ivaí sobre os sedimentos aluvionares que contém sedimentos do Arenito Caiuá. Embora as sondagens revelaram a presença desse conteúdo arenoso isso não inviabiliza sua extração e destinação para a produção de cerâmica vermelha devido a baixa proporção.

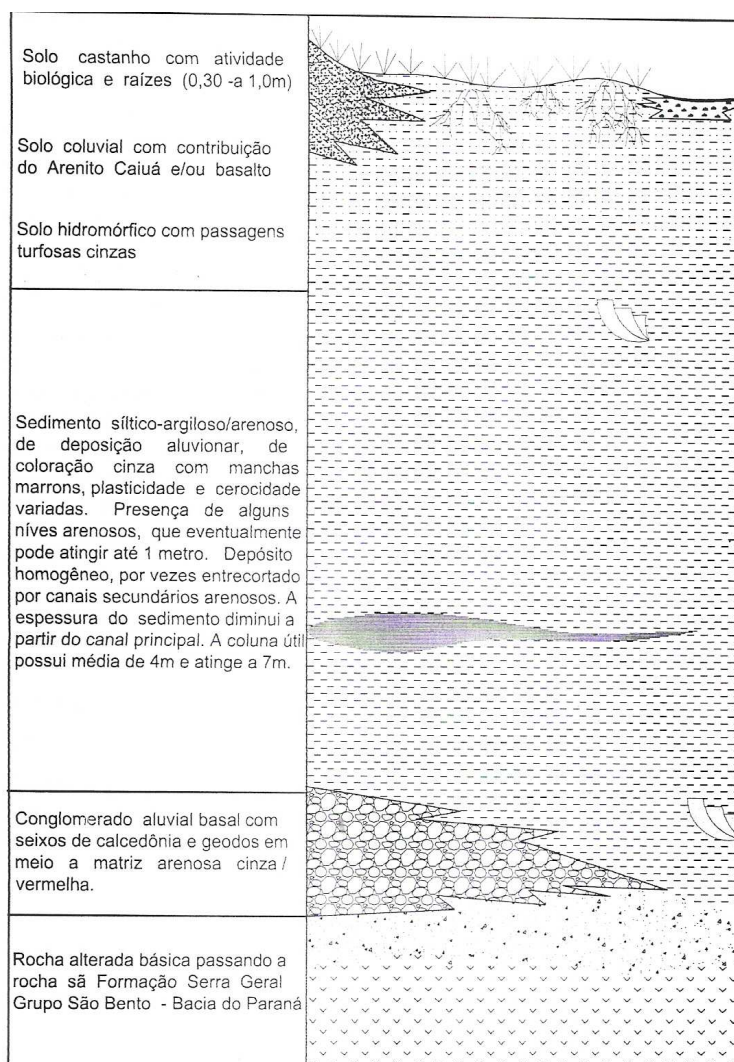


Figura 2: Perfil típico das jazidas aluvionares do vale do rio Ivaí.  
Fonte: NAGALLI (2008).

Recobrimo o depósito da jazida tem-se a camada de solo contendo material orgânico e conglomerados com uma espessura que varia entre 0,20 a 1,00m de profundidade. Esse material é descartado para uso na indústria da cerâmica vermelha porque é material com muitas impurezas inviabilizando-o enquanto matéria-prima.

Os trabalhos de pesquisa permitiram medir as reservas referentes a jazida, onde o solo orgânico apresenta uma espessura máxima de 1,00m e a camada siltico-argilosa apresentou uma espessura variando de 4,0 a 8,0m na área, garantindo uma boa economicidade para a lavra. As Reservas Medidas, são assim definidas em função da constância do minério em termos de continuidade lateral e qualidade, dos furos à trado e aos afloramentos na área pesquisada, fato que permitiu definir com segurança cotas máximas e mínimas para efeito de cálculo do volume de argila em  $m^3$  que pode ser explorada. Deve ser destacado que para a quantificação da argila considerou-se o mapa topográfico (Figura 3) que apresenta detalhes da área da jazida e que a análise detalhada deste



DIAGNÓSTICO QUANTITATIVO DE DEPÓSITO DE ARGILA E DETERMINAÇÃO DO PERÍODO DE SUPRIMENTO DO MINÉRIO DE ACORDO COM A DEMANDA DAS INDÚSTRIAS DE CERÂMICA VERMELHA DO MUNICÍPIO DE SÃO MANOEL DO PARANÁ (PR) COMO ESTRATÉGIA DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL

mapeamento permitiu uma facilidade das áreas a serem consideradas no cálculo do volume do minério, pois algumas áreas foram excluídas como as áreas de banhado, áreas de APPs, de matas ciliares que margeiam os rios, estradas para tráfego dos veículos etc. Este critério utilizado permite inferir a importância do mapeamento junto as sondagens como um meio de facilitar as medições.

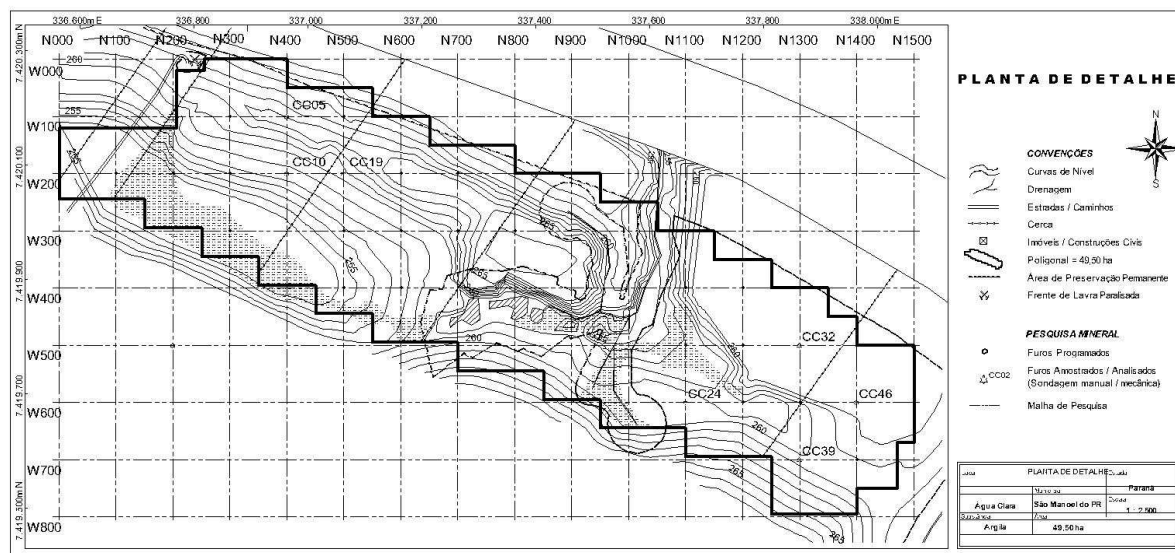


Figura 3: Mapeamento da jazida de argila com forma poligonal para efeito de cálculo do volume do minério e detalhe dos elementos físico-geográficos (topografia, delimitação das áreas de matas ciliares e APP e banhados).

A Tabela 1 apresenta os resultados da quantidade de argila existente na jazida. As Reservas Medidas *in situ*, úteis para a argila correspondem a 1.470.004m<sup>3</sup>, ou seja, 2.307.906t de sedimento siltico-argiloso, segundo o padrão de densidade aparente adotado nas estatísticas da MINEROPAR, que é de 1,57g/cm<sup>3</sup>. Já as Reservas Inferidas são de 722.214m<sup>3</sup> ou 1.133.877t (Tabela 2).

Tabela 1: Quantificação da argila na jazida em Reservas Medidas.

RESERVAS MINERAIS MEDIDAS (m <sup>3</sup> <i>in situ</i> )								
N <sup>o</sup>	BLOCO	ÁREA DO BLOCO M <sup>2</sup>	Estéril Solo Orgânico			Reservas medidas		
			H	Volume		H	Minério - argila	
				m <sup>3</sup>	t		m <sup>3</sup>	t
1	B3	7.300	0,50	3.650	5.731	7,00	51.100	80.227
2	C2	9.912	0,50	4.956	7.781	6,00	59.472	93.371
3	C3	9.753	0,50	4.877	7.656	5,00	48.765	76.561
4	C4	2.277	0,50	1.139	1.787	5,00	11.385	17.874
5	D1	8.958	0,50	4.479	7.032	8,00	71.664	112.512
6	D2	10.000	0,50	5.000	7.850	8,00	80.000	125.600
7	D3	10.000	0,50	5.000	7.850	6,00	60.000	94.200
8	D4	7.030	0,50	3.515	5.519	4,00	28.120	44.148
9	E1	4.545	0,50	2.273	3.568	8,00	36.360	57.085
10	E2	10.000	0,50	5.000	7.850	8,00	80.000	125.600
11	E3	10.000	0,50	5.000	7.850	6,00	60.000	94.200
12	E4	9.753	0,50	4.877	7.656	4,00	39.012	61.246
13	E5	2.277	0,50	1.139	1.787	4,00	9.108	14.300
14	F1	1.558	0,50	779	1.223	8,00	12.464	19.568

**DIAGNÓSTICO QUANTITATIVO DE DEPÓSITO DE ARGILA E DETERMINAÇÃO DO PERÍODO DE SUPRIMENTO DO MINÉRIO DE ACORDO COM A DEMANDA DAS INDÚSTRIAS DE CERÂMICA VERMELHA DO MUNICÍPIO DE SÃO MANOEL DO PARANÁ (PR) COMO ESTRATÉGIA DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL**

15	F2	10.000	0,50	5.000	7.850	6,00	60.000	94.200
16	F3	10.000	0,50	5.000	7.850	4,00	40.000	62.800
17	F4	10.000	0,50	5.000	7.850	4,00	40.000	62.800
18	F5	7.030	0,50	3.515	5.519	4,00	28.120	44.148
19	G2	6.878	0,50	3.439	5.399	8,00	55.024	86.388
20	G3	10.000	0,50	5.000	7.850	8,00	80.000	125.600
21	H2	4.147	0,50	2.074	3.255	8,00	33.176	52.086
22	L6	10.000	0,50	5.000	7.850	7,00	70.000	109.900
23	L7	9.500	0,50	4.750	7.458	6,00	57.000	89.490
24	M5	10.000	0,50	5.000	7.850	8,00	80.000	125.600
25	M6	10.000	0,50	5.000	7.850	6,00	60.000	94.200
26	M7	9.753	0,50	4.877	7.656	4,00	39.012	61.246
27	M8	4.807	0,50	2.404	3.773	4,00	19.228	30.188
28	N5	7.293	0,50	3.647	5.725	8,00	58.344	91.600
29	N6	10.000	0,50	5.000	7.850	6,00	60.000	94.200
30	N7	10.000	0,50	5.000	7.850	4,00	40.000	62.800
31	N8	9.500	0,50	4.750	7.458	4,00	38.000	59.660
32	O6	9.918	0,50	4.959	7.786	6,00	59.508	93.428
33	O7	9.100	0,50	4.550	7.144	6,00	54.600	85.722
34	O8	3.469	0,50	1.735	2.723	4,00	13.876	21.785
Subtotal				137.379m <sup>3</sup>	215.685t	1.633.338m <sup>3</sup>		2.564.340t
Estéril (solo) (f = 0,9) = fator de segurança de 10%						137.379m <sup>3</sup> x 0,9 = 123.641m <sup>3</sup> 215.685 t x 0,9 = 194.116t		
Minério (argila) (f = 0,9) = fator de segurança de 10%						1.633.338m <sup>3</sup> x 0,9 = 1.470.004m <sup>3</sup> 2.564.340t x 0,9 = 2.307.906t		
<b>Reservas Medidas</b>						<b>1.470.004m<sup>3</sup></b>		<b>2.307.906t</b>

Tabela 2: Quantificação da argila na jazida em Reservas Inferidas.

RESERVAS MINERAIS INFERIDAS (m <sup>3</sup> <i>in situ</i> )								
Nº	BLOCO	ÁREA DO BLOCO M <sup>2</sup>	Estéril Solo Orgânico			Reservas medidas		
			H	Volume		H	Minério - argila	
				m <sup>3</sup>	t		m <sup>3</sup>	t
1	A2	8.000	0,50	4.000	6.280	7,00	56.000	87.920
2	A3	4.513	0,50	2.257	3.543	7,00	31.591	49.598
3	B2	8.000	0,50	4.000	6.280	7,00	56.000	87.920
4	C1	8.560	0,50	4.280	6.720	8,00	68.480	107.514
5	G4	9.528	0,50	4.764	7.479	6,00	57.168	89.754
6	G5	2.835	0,50	1.418	2.225	4,00	11.340	17.804
7	H3	10.000	0,50	5.000	7.850	8,00	80.000	125.600
8	H4	6.880	0,50	3.440	5.401	6,00	41.280	64.810
9	I3	5.856	0,50	2.928	4.597	8,00	46.848	73.551
10	I4	7.213	0,50	3.607	5.662	6,00	43.278	67.946
11	K4	2.244	0,50	1.122	1.762	8,00	17.952	28.185
12	K5	6.062	0,50	3.031	4.759	8,00	48.496	76.139
13	K6	9.143	0,50	4.572	7.177	8,00	73.144	114.836
14	K7	1.946	0,50	973	1.528	6,00	11.676	18.331
15	L4	7.450	0,50	3.725	5.858	8,00	59.600	93.572
16	L5	10.000	0,50	5.000	7.850	8,00	80.000	125.600
17	M4	2.451	0,50	1.226	1.924	8,00	19.608	30.785
Subtotal				55.341m <sup>3</sup>	86.885t	802.461m <sup>3</sup>		1.259.864t

*DIAGNÓSTICO QUANTITATIVO DE DEPÓSITO DE ARGILA E DETERMINAÇÃO DO PERÍODO DE SUPRIMENTO DO MINÉRIO DE ACORDO COM A DEMANDA DAS INDÚSTRIAS DE CERÂMICA VERMELHA DO MUNICÍPIO DE SÃO MANOEL DO PARANÁ (PR) COMO ESTRATÉGIA DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL*

Estéril (solo) (f = 0,9) = fator de segurança de 10%	$55.341\text{m}^3 \times 0,9 = 49.806\text{m}^3$ $86.885\text{t} \times 0,9 = 78.196\text{t}$
Minério (argila) (f = 0,9) = fator de segurança de 10%	$802.461\text{m}^3 \times 0,9 = 722.214\text{m}^3$ $1.259.864\text{t} \times 0,9 = 1.133.877\text{t}$
<b>Reservas Inferidas</b>	<b>722.214m<sup>3</sup></b> <b>1.133.877t</b>

No que se refere a quantidade de argila consumida, ou seja, demandada pelas indústrias de cerâmica vermelha, verificou-se que uma das características mais importantes para o levantamento da produção de uma indústria cerâmica, e por conseguinte o seu consumo de argila, segundo os próprios ceramistas, é a quantidade e a capacidade de seus fornos, bem como o ciclo de queima de cada forno, visto que o principal limitador de produção são os fornos, haja visto que diante dos avanços tecnológicos as máquinas para produção (extrusoras) superaram em muito a capacidade produtiva (secagem e queima). O produto considerado como base de cálculo da demanda de argila foi o tijolo 6 furos (9x14x19)cm, que é o principal produto produzido pelas indústrias locais, e o principal referencial descrito por eles, ou seja, todos os parâmetros de produção e consumos são referenciados pelo tijolo 6 furos pelo fato de ser o produto mais consumido pela construção civil local, e também o mais fácil de ser fabricado, devido sua geometria e tamanho, além do mais, a maioria das cerâmicas produzem somente este tipo de produto. A Tabela 3 mostra os valores do consumo de argila para as cinco cerâmicas do município apresentados de acordo com a quantidade e capacidade média dos fornos, ciclo de queima de cada forno, capacidade de produção mensal, consumo médio de argila por tijolo e o consumo médio mensal de argila em toneladas. Em relação a este último item, o consumo de argila pelas três maiores cerâmicas (A, B e C) é em média 2275 toneladas ao mês e para as outras duas de menor capacidade de produção (D e E) o consumo é em média de 774 toneladas mensais.

Tabela 3: Valores referentes ao consumo de argila nas cinco indústrias de cerâmica vermelha do município de São Manoel do Paraná – PR.

	CERÂMICA A	CERÂMICA B	CERÂMICA C	CERÂMICA D	CERÂMICA E
Quantidade de Fornos Instalados e em operação	5	5	6	2	2
Capacidade Média dos fornos (ref. tijolo 6 furos)	41.900	36500	33667	32000	36500
Ciclo de Queima de cada forno (encher + queimar + esvaziar)	7	7	8	8	7
Capacidade Produção Mensal Total (ref. tijolo 6 furos)	897857	782143	757500	240000	312857
Consumo médio de argila por tijolo (ref. tijolo 6 furos)	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
Consumo mensal médio de argila (em tonelada)	2514,0	2190,0	2121	672	876,0

Obs: Referência padrão para fins de cálculo – tijolo 6 furos (9x14x19)cm

Tendo como base o consumo atual de argila das indústrias cerâmicas instaladas no município, que hoje é de 100.476t anuais, conforme levantado na pesquisa, e as reservas de argila medidas e inferidas referenciadas neste trabalho são de 3.441.783t, verifica-se que a capacidade da referida reserva de argila (jazida) referência do estudo de suprir a demanda destas indústrias é de 34 anos e 3 meses.

Dessa forma este conhecimento em relação a disposição dos sedimentos em perfil determinado pelas sondagens, do volume de argila e o período que esta jazida poderá suprir a demanda de produção torna-se uma estratégia de se planejar quantitativamente e ordenadamente a exploração do minério, isso porque tem sido verificado que algumas jazidas foram mal aproveitadas sendo abandonadas antes do minério ser totalmente exaurido e com isso uma nova jazida é aberta à extração. Isso ocorre porque ao se realizar a extração do minério camadas de sedimentos (conglomerados e areias) podem ser encontrados e como interferem negativamente na qualidade da massa para a produção da cerâmica vermelha, é uma característica da jazida que pode promover o abandono da área, entretanto essas camadas de sedimentos podem apresentar várias espessuras podendo ser camadas pouco espessas que podem ser consideradas na massa ou facilmente removidas dando continuidade à extração. Desse modo a extração permaneceria por mais tempo em uma determinada jazida e com isso menos jazidas poderiam ser exploradas e, conseqüentemente, menos impactos seriam gerados ao meio ambiente.

O mapeamento previamente elaborado à atividade de extração da argila também é um meio de orientar um planejamento da retirada do minério com minimização de danos ao meio ambiente. A Figura 3 correspondente a extensão da jazida em estudo e mostra as áreas de mata ciliares e APPs já delimitadas de acordo com a disposição das nascentes, córregos e rios, definição das estradas para tráfego dos veículos que irão realizar a extração e transporte do material e áreas de banhado. Com isso, obtem-se uma visão espacializada da disposição dos elementos contidos na área da jazida facilitando a quantificação do minério em áreas aproveitáveis, tendo a partir disso, uma primeira aproximação da viabilidade de exploração da mesma, permitindo um esquema de organização do trabalho efetivamente realizado para a extração com maior produtividade e rentabilidade em termos de ganho de tempo, como também promove a introdução de estratégias para minimizar impactos ambientais facilitando a recuperação da área degradada.

### **Considerações finais**

A jazida considerada neste estudo apresenta o minério argila com características sedimentares predominantes siltico-argilosos mostrando-se adequado para a produção dos produtos da cerâmica vermelha. A disposição e conformação dos sedimentos em perfil revela que o depósito apresenta em torno de 8 a 9m de profundidade numa área de 49,50ha. O depósito mineral que

apresenta 3.441.783 toneladas de argila disponíveis somados a necessidade da demanda das indústrias do município permite um suprimento de aproximadamente 34 anos.

Essas informações aliado ao mapeamento da área da jazida podem ser levados a efeito de redução de impactos ambientais, uma vez que permite conhecer a conformação do minério em subsolo e o potencial de fornecimento promovendo o aproveitamento total da jazida. Nesse sentido, extrair o minério até seu exaurimento é um benefício ao meio ambiente, pois menos jazidas podem ser abertas à exploração e, portanto, menos áreas serão impactadas, ou seja, os danos ambientais podem ser restringidos em áreas menores. Do mesmo modo, a espacialização dos principais elementos físico-geográficos é instrumento de planejamento ambiental porque oferece uma visão panorâmica das áreas prioritárias à preservação colaborando para uma adequada organização da atividade extrativa com menos prejuízos ambientais. Ressalta-se que os ganhos ambientais discutidos neste trabalho podem ser potencializados quando são somados ao cumprimento das diretrizes estabelecidas na legislação ambiental.

Conclui-se este trabalho destacando que de tudo que foi discutido objetivou-se também mostrar que uma extração minerária consciente e adequada é procedimento que contribui para o meio ambiente.

### **Referências bibliográficas**

BRASIL, Decreto 24.642, de 10 de julho de 1934, **Decreta o Código de Minas**. Congresso Nacional, 113º da Independência e 46º da Republica, Rio de Janeiro, RJ, 10 jul. 1934.

BRASIL, Decreto 227, de 28 de fevereiro de 1967, **Decreta o Código de Mineração**. 1967.

DUTRA, R. P. S. **Avaliação da Potencialidade de Argilas do Rio Grande do Norte – Brasil**. Cerâmica Industrial, 11 (2) Março/Abril, 2006.

MAACK, R. **Geologia física do estado do Paraná**. Curitiba, BADEP/UFOR/IBPT, 1968. 350p.

MACEDO, R. S., et al. **Estudo de argilas usadas em cerâmica vermelha**. Cerâmica, vol. 54, 2008. p. p. 411-417.

MAIA, A. S. C; BARROS, A. B. **Plano de controle ambiental, sustentabilidade na extração de jazida e sua aplicabilidade**. Caminhos de Geografia Uberlândia v. 8, n. 23 Edição Especial p. 140 – 146. In: <http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>. Acesso em 10/09/2010.

MARANHÃO, R. J. L. **Introdução a Pesquisa Mineral**. Banco do Nordeste do Brasil. 1982.

MINEROPAR – Minerais do Paraná S. A. **O setor da Cerâmica Vermelha no Paraná**. MTb/SEFOR/CODEFAT/SERT-PR, IPARDES, Curitiba, 1997.

**NAGALLI, J. T. Relatório de Pesquisa Mineral, 826511/2004 – Argilaje Indústria e Comércio de Lajes, São Manoel do Paraná, PR - Rel. DNPM/MME, 2008.**

**PARANÁ. Secretaria dos Transportes. Estudos geológicos relacionados a projetos de navegabilidade do rio Ivaí. [S. l.], 1982.**