MINEROPAR
BIBLIOTECA

MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

GOVERNO DO
PARANÁ

As Argilas e a Cerâmica Vermelha

Geólogo Luciano Cordeiro de Loyola

666.32
L923a

Curitiba
MARÇO DE 2004

Rua Máximo João Kopp, 274 – Bloco 3/M – CEP 82630-900–Curitiba-PR Fone: (41) 351-6900 e-mail: mineropar@mineropar.pr.gov.br
www.pr.gov.br/mineropar

Registro n. 1742
Biblioteca/Mineropar

MINEROPAR
BIBLIOTECA
Reg. 1742 Data 03/04

SUMÁRIO

I – ARGILA. O QUE É? **1**

II - OS PRINCIPAIS ARGILOMINERAIS **2**

III – FORMAÇÃO DE ARGILAS **3**

III.1 - A ARGILA E O CICLO DAS ROCHAS 3
III.2 - EFEITOS DO INTEMPERISMO 4

IV - TIPOS DE DEPÓSITOS ARGILOSOS **5**

V – USOS INDUSTRIAIS DAS ARGILAS **7**

VI – CARACTERÍSTICAS DAS ARGILAS **8**

VII – ONDE OCORREM ARGILAS NO PARANÁ **10**

VII.1 – PRIMEIRO COMPARTIMENTO 11
VII.2 – SEGUNDO COMPARTIMENTO 11
VII.3 - TERCEIRO COMPARTIMENTO 12

VIII - MATÉRIA – PRIMA **18**

VIII.1 - ENSAIOS 19
VIII.2 - INTERPRETANDO OS RESULTADOS 20
VIII.2.1 - Resultados de ensaios na argila crua *20*
VIII.2.2 - Resultados após secagem *22*
VIII.2.3 - Resultados após queima *23*
VIII.2.4 - Outros ensaios *24*
VIII.3 – USOS PROVÁVEIS APÓS ENSAIOS PRELIMINARES 24
VIII.3.1 – Pela cor de queima *24*
VIII.3.2 – Após ensaios físicos preliminares *26*
VIII.4 - FORMULÁRIO 28
VIII.4.1 - Abreviaturas: *28*

IX - PRODUTOS ACABADOS **29**

IX.1 - INTERPRETAÇÕES DE ALGUMAS NORMAS TÉCNICAS E TESTES 31
IX.1.1 - Características técnicas dos blocos cerâmicos *31*
IX.1.2 - Características técnicas das telhas cerâmicas *35*

X - EMBASAMENTO LEGAL PARA O APROVEITAMENTO DE SUBSTÂNCIAS MINERAIS. **39**

X.1 - CÓDIGO DE MINERAÇÃO 39
X.2 - AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA MINERAL 39
X.2.1 - Requerimento da Autorização de Pesquisa Mineral *40*
X.3 - CONCESSÃO DE LAVRA 40
X.4 - LICENCIAMENTO 41
X.4.1 - Como Obter o Licenciamento *41*
X.5 - LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E CÓDIGO FLORESTAL 44

REFERÊNCIAS **45**

AS ARGILAS E SUA IMPORTÂNCIA PARA A CERÂMICA ESTRUTURAL

I – Argila. O que é?

Argila – Caracterizada fisicamente por:

- Possuir conteúdo elevado de partículas com diâmetro inferior a 0,002mm;
- Quando pulverizada e misturada com água em quantidade adequada, torna-se plástica;
- Após secagem, torna-se consistente e rígida, adquirindo grande dureza após queima a temperatura elevada.

Além dos argilominerais, as argilas contêm geralmente outros materiais e minerais, tais como matéria orgânica, sais solúveis e partículas de quartzo, pirita, mica, calcita, dolomita e outros minerais residuais, e podem conter também minerais não-cristalinos ou amorfos.

Argilominerais – minerais constituintes e característicos das argilas, geralmente cristalinos. Quimicamente são silicatos hidratados contendo cátions, tais como Al, Mg, Fe, Ca, K e outros e que, estruturalmente, se apresentam em camadas e folhas ou ainda, mais raramente, em cadeias ou fitas.

Material argiloso – qualquer material natural de granulometria fina e de textura terrosa ou argilosa, independentemente se, na sua composição os minerais argilosos serem ou não componentes essenciais; assim, as argilas, argilitos, folhelhos e xistos argilosos são materiais argilosos; os solos podem também se considerar como materiais argilosos desde que apresentem textura argilosa e um conteúdo elevado de argila.

O termo argila não tem significado genético: é usado para os materiais que são o resultado do intemperismo, da ação hidrotermal ou que se depositaram como sedimentos fluviais, marinhos, lacustres ou eólicos.

II - Os Principais Argilominerais

Sabemos modernamente que todas as argilas são constituídas essencialmente por partículas cristalinas extremamente pequenas de um número restrito de minerais conhecidos como *argilominerais*. Uma argila qualquer pode ser composta por partículas de um argilomineral ou por uma mistura de diversos argilominerais. Quimicamente, os argilominerais, como foi assinalado acima, são compostos por silicatos hidratados de alumínio e ferro, contendo ainda, geralmente, certo teor de elementos alcalinos e alcalinoterrosos.

Argilominerais são essencialmente silicatos de alumínio hidratados, de modo que seus principais constituintes químicos são sílica (SiO_2), alumina (Al_2O_3) e água. Ocorrem também um pouco de potassa (K_2O) em argilas ilíticas, e quantidades variáveis de cal (CaO), soda (Na_2O), magnésia (MgO) e ferro (tanto como FeO e Fe_2O_3) em argilas montmoriloníticas. Quase todos estão presentes em todas as análises, mas eles vêm em parte de outros constituintes, além das argilas, tais como flocos de mica e carbonatos de cálcio e ferro.

Alguns materiais argilosos também contêm carbono (sob a forma de restos orgânicos) e enxofre (como sulfeto de ferro e sulfato de cálcio). Quartzo responde por parte do SiO_2, nas análises. A perda ao fogo representa a proporção, em peso, da amostra de argila seca que é eliminada como material volátil pelo aquecimento à temperatura de 1.000°C.

A composição química de sedimentos argilosos pode ser tão importante quanto as propriedades físicas das espécies de argilominerais presentes, quando está sendo avaliada sua adequação para finalidades diversas.

Os principais tipos de argilominerais utilizados nas massas cerâmicas são a caulinita, ilita, montmorillonita e argilas do grupo da clorita, que são argilas magnesianas.

Dos principais tipos de argilominerais, a caulinita ocupa claramente uma posição central.

Tanto a montmorillonita como a ilita têm fórmulas que incluem elementos que formam cátions solúveis (K+, Na+, Mg2+), mas a caulinita é simplesmente um silicato de alumínio hidratado. Se o processo de intemperismo continuar o tempo suficiente para que todos os cátions solúveis sejam dissolvidos ou lixiviados, então a caulinita é o produto final.

As argilas cauliníticas também são divididas em relativamente plásticos e não-plásticos. As não-plásticas são usualmente originadas de depósitos residuais, onde os

argilominerais tendem a ser maiores e mais bem cristalizados. As plásticas geralmente são caulinitas sedimentares, não tão bem cristalizadas e de granulação mais fina, e têm um índice de plasticidade mais alto: elas têm mais água de adsorção, parcialmente porque elas têm mais imperfeições estruturais e parcialmente porque as partículas menores têm área de superfície maior em relação ao seu volume.

O tipo de argilomineral produzido é determinado parcialmente pela natureza do mineral primário e parcialmente pela intensidade de intemperismo químico, que eventualmente leva àformação de caulinita. Isso, entretanto não é a história toda, pois a composição dos argilominerais pode ser alterada pelos processos em vigor no ambiente deposicional.

A estrutura das micas e dos argilominerais é baseada em folhas ou camadas de tetraedros de silicatos, daí os nomes de *filossilicatos* (silicatos em folhas) ou *silicatos em camadas* utilizados para esses minerais. Nas micas e argilominerais, o alumínio e os íons hidroxila também fazem parte das folhas ou camadas, pode-se considerá-las como folhas de silicato de alumínio hidratado. Estas são empilhadas umas sobre as outras e ligadas de maneiras diferentes para formar cada um dos tipos principais de argilominerais.

III – Formação de Argilas

III.1 - A Argila e o Ciclo das Rochas

Os minerais argilosos salvo raras exceções, ocorrem junto àsuperfície da crosta terrestre e aparecem em profundidade como conseqüência da reciclagem da matéria mineral durante o ciclo das rochas, que pode ser resumido da seguinte forma:

1) As rochas situadas em zonas profundas da crosta são trazidas àsuperfície por ação do vulcanismo ou por ação dos movimentos crustais que constroem as cadeias de montanhas.
2) As rochas expostas àsuperfície sofrem meteorização e erosão.
3) Os produtos do intemperismo e da erosão são transportados, particularmente pela água, a maior ou menor distância e depositados em bacias sedimentares.
4) Os sedimentos são cobertos e recobertos por outros acabando por se transformar em rochas sedimentares pelo processo denominado diagênese.
5) Os sedimentos sofrem efeitos de metamorfismo e de granitização, transformando-se em xisto, gnaisse e granito.

Os minerais argilosos só aparecem nas três fases intermédias do ciclo das rochas, especialmente na segunda fase, do intemperismo. Na terceira fase, isto é, na sedimentação, os minerais argilosos podem ser transformados noutros, havendo, portanto alguma diagênese. Na quarta fase, sob a ação da diagênese, os minerais argilosos recristalizam progressivamente, acabando por desaparecerem.

III.2 - Efeitos do Intemperismo

No fenômeno do intemperismo há uma interação de vários fatores: clima, geomorfologia, tectônica, vegetação, tempo geológico e natureza da rocha mãe.

A meteorização, ou intemperismo é um dos processos geológicos mais importantes para o homem porque promove a formação do solo e participa na formação de depósitos minerais economicamente importantes, tais como: caulim, laterita, bauxita, bentonita, carvão e petróleo.

O intemperismo inclui dois mecanismos principais: alteração mecânica e alteração química. A alteração mecânica consiste na fragmentação ou desintegração das rochas e dos minerais primários através de processos tais como: gelo-degelo, molhagem-secagem e cristalização de sais. A alteração química atua através de processos tais como: hidrólise, hidratação, oxidação e carbonização, sendo a hidrólise o mais importante de todos eles.

Os processos geomorfológicos, isto é, quando falamos das formas atuais dos terrenos e os fatores geológicos que ocorreram para que ficassem com suas atuais características, influenciam fortemente a meteorização porque fazem variar a razão infiltração/descarga de água, e velocidade de percolação da mesma. Nas regiões consideradas planas, a água tem escoamento dificultado, podendo ficar retida em zonas mais deprimidas durante longo tempo, concentra os produtos de lixiviação (particularmente metais alcalinos e calco-alcalinos), aumentando o pH, de modo que pode proporcionar a formação de montmorillonita e outras argilas. É o que acontece, por exemplo, com a formação dos solos negros e expansivos das regiões tropicais.

A vegetação afeta o movimento da água superficial e subsuperficial e torna a água mais ácida facilitando as dissoluções químicas.

A natureza da rocha mãe, através da composição mineral e da textura, também influi nos processos e nos produtos da meteorização. A montmorillonita desenvolve-se bem nos produtos de meteorização de rochas básicas, caso dos basaltos, doleritos, anortositos e gabros, e em locais de fraca pluviosidade e drenagem deficiente para que os produtos da meteorização se enriqueçam em sílica e em metais alcalinos e calco-

MINEROPAR
BIBLIOTECA

alcalinos. A caulinita forma-se mais facilmente nos produtos da meteorização de rochas ácidas, caso de granitos, granodioritos e gnaisses e em locais de grande pluviosidade e boa drenagem para que os produtos de meteorização empobreçam em sílica e em metais alcalinos e calco-alcalinos e enriqueçam em alumínio.

A hidrólise proporciona a reação lenta dos minerais com a água dando lugar à formação de novos minerais. Os produtos da meteorização são principalmente: minerais argilosos, óxidos e hidróxidos de Fe e de Al.

Nas regiões tropicais com estações seca e úmida alternadas, a hidrólise é acentuada e os minerais primários liberam determinados elementos químicos como K, Na, Ca, Mg, Fe, Al, Si com mobilidades diferenciadas, que em certas circunstâncias podem formar minerais argilosos casos da caulinita e da montmorillonita.

Nas regiões tropicais e equatoriais, quentes e muito úmidas, a hidrólise é predominante e dois casos podem acontecer. Em locais com boa drenagem a sílica e os cátions solúveis das rochas são removidos e os produtos de meteorização são enriquecidos em alumínio, o que favorece a formação de caulinita. Nos locais em que a drenagem é ainda melhor ou onde o processo de meteorização é mais prolongado, mais sílica pode ser removida e mais alumínio pode ser concentrado produzindo gibsita.

IV - Tipos de Depósitos Argilosos

A figura 1 resume a formação de argilas e seu movimento através da parte superior do ciclo das rochas. Os três tipos de depósitos de argilas identificados correlacionam-se de modo geral com os três tipos de argilominerais.

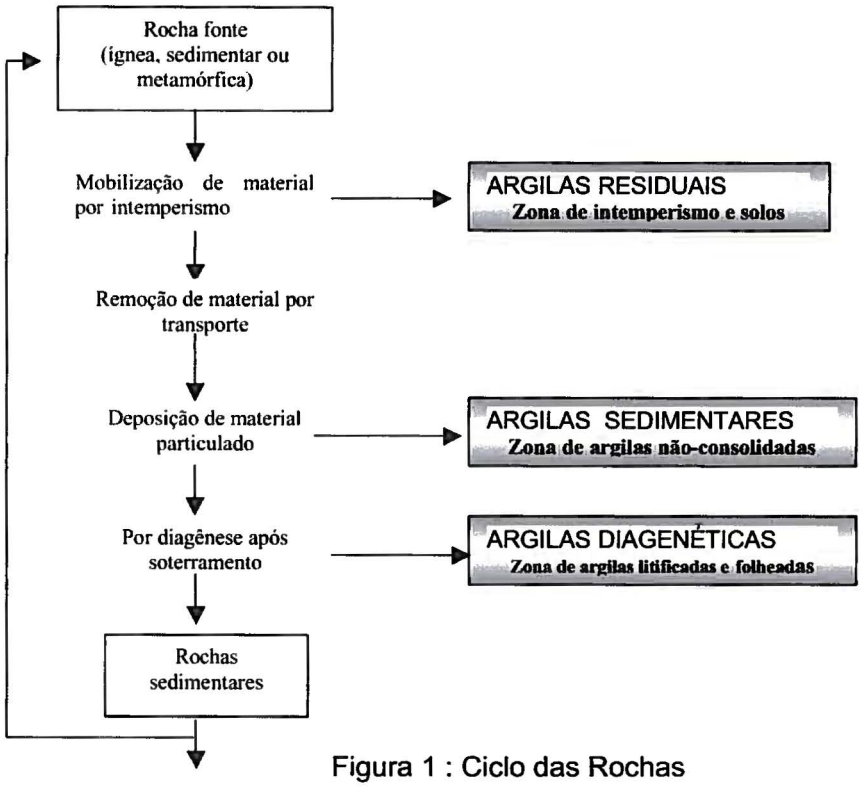


Figura 1 : Ciclo das Rochas

Argilas residuais. Permanecem no sítio de intemperismo, como o nome implica. Elas se acumulam onde ocorre intemperismo químico intenso. Os produtos solúveis são lixiviados para dentro do solo e há relativamente pouco transporte de produtos sólidos. Regiões úmidas e quentes e relevo baixo favorecem a formação de argilas residuais. A vegetação ajuda a prevenir volumes significativos de torrentes que carregariam os minerais de argila.

Argilas sedimentares. Estas são removidas do sítio de intemperismo, e acumulam-se em outros lugares. Elas são transportadas em água de rio como diminutas partículas *coloidais*, sofrendo pouca ou nenhuma alteração química durante o transporte em rios ou na deposição em lagos.

Argilas diagenéticas. Estas requerem uma palavra inicial de explicação. O termo *diagênese* refere-se às alterações químicas e mineralógicas que os sedimentos sofrem à medida que são soterrados em profundidade cada vez maiores sob o pacote sedimentar e tornam-se compactados e litificados. A diagênese pode levar, no caso das argilas, a

formação de ilita a partir da caulinita e da montmorillonita. Explicando o porquê que nas rochas sedimentares argilosas do Paraná, a ilita aparece na composição mineralógica predominante.

V – Usos Industriais das Argilas

As argilas têm diversas aplicações industriais, podendo ser citadas as seguintes: cerâmica, cimento, abrasivos, isolantes elétricos, térmicos e acústicos, siderurgia, indústria de madeira, tintas e vernizes, produtos asfálticos, defensivos agrícolas, lubrificantes, perfumaria, sabões, velas e sabonetes, minas para lápis, construção civil, ornamentação, entre outros. Seus usos para fins diversos condicionam-se às características que apresentam, tais como: composição química e mineralógica, granulometria, textura, forma das partículas, presença de íons trocáveis, cor de queima em diversas temperaturas, dentre outras.

Os romanos foram os introdutores de tijolos na Inglaterra. Na Idade Média os tijolos foram inicialmente usados para construções eclesiásticas, depois para as residências dos nobres e mais tarde para as habitações das classes médias emergentes. O Grande Incêndio de Londres (1665) foi determinante para transformar a cidade de madeira em uma cidade de tijolos. Um importante fator para o crescente uso de tijolos foi a superexplotação das florestas: após a Revolução Industrial os tijolos tornaram-se o principal material estrutural. Eles ainda são largamente utilizados para a construção de casas, mas desde a década de 1950 o concreto veio a concorrer na indústria de construção.

Há três variedades básicas de tijolos: os *tijolos comuns* maciços ou furados são adequados para finalidades construtivas gerais; os *tijolos aparentes (tijolo* à vista) são feitos especialmente para ter aparência atraente, que é conseguida por variações na cor e textura superficial; e os *blocos estruturais,* furados, que têm que ser suficientemente fortes e compactos para fornecer capacidade de suporte em grandes estruturas. Todos os tijolos devem ser do mesmo tamanho e forma para simplificar o assentamento e seguir as normas técnicas quanto a dimensões e estrutura. Com efeito, a reprodutibilidade é essencial na fabricação de tijolos: a argila deve ser capaz de tomar uma boa forma e retê-la quando os tijolos são secos e queimados, sem encolhimento indesejável, empenamento ou trincamento.

VI – Características das Argilas

Durante a queima de um produto cerâmico, ocorre uma série de reações que vão dar origem ao produto desejado. Deve-se lembrar que todas essas reações ocorrem no estado sólido, ou seja, os componentes usados não estão dissolvidos, mas são partículas distintas e sólidas que durante o processo reagem entre si dando novos compostos.

Desta forma, a argila moldada, inicialmente um complexo de argilominerais de forma cristalina definida, após a transformação por queima, torna-se uma massa amorfa (sem forma) e com textura vítrea.

Uma propriedade que todas as argilas têm em comum é a coesão, que lhes confere plasticidade, propriedade de ser conformada e moldada quando misturada com água. Todas as argilas contêm água, mas ela é mantida de duas maneiras complementares, e é importante distingui-las, existe a água que compõem o argilomineral e a água do envoltório. O leve desbalanceamento das cargas nas partículas de argilominerais, causados por imperfeições e distorções estruturais, atrai não somente cátions, mas também moléculas de água. Portanto, cada partícula de argilomineral é envolvida e separada de suas vizinhas por um envoltório aquoso. Em geral, quanto maior for a capacidade de troca catiônica do argilomineral, mais largo o envoltório de água e mais plástica a argila.

Essa água mantida frouxamente é chamada *água de adsorção*. Ela é removida por aquecimento a 105-110°C, e sua remoção destrói a plasticidade da argila. Esta transformação é reversível, e a plasticidade pode ser restaurada simplesmente pela adição de água. *Água de constituição* é estruturalmente parte das camadas de silicato de alumínio hidratado e aparece como grupos (OH) na fórmula química dos minerais. Ela não é removida por secagem, mas começa a ser eliminada a cerca de 400°C. Essa é uma transformação química irreversível, e os argilominerais são transformados em aluminosilicatos anidros quando aquecidos a essas temperaturas. Isso é o que acontece durante a queima em fornos. A água de constituição não tem nada a ver com a plasticidade, a qual é controlada inteiramente pelo conteúdo de água de adsorção.

Normalmente, o conteúdo de água de adsorção é cerca de 20% em peso da argila. Com muito pouca água a argila não é suficientemente plástica para ser trabalhada, com muita água os tijolos ainda *verdes* perdem sua forma.

O grau de plasticidade de argila pode ser definido em termos de dois limites: o *limite de plasticidade que* é definido como o teor de umidade mínimo que permite que a

argila seja moldada com os dedos em filetes de 3mm de espessura sem desagregar; e o *limite de liquidez* que é o teor de umidade com o qual a argila começa a fluir entre os dedos. *Ambos os limites são expressos como percentagem em peso da argila seca a 110°C.* Quando o teor de umidade está entre os dois limites, a argila está em estado plástico. A diferença *aritmética* entre os dois limites (isto é, o limite de liquidez menos o limite de plasticidade) é conhecida como índice *de* plasticidade *que é* a medida da faixa de variação da umidade dentro da qual a argila se comportará plasticamente.

As mudanças que quaisquer produtos baseados em argila sofrem na queima podem ser vistas como uma forma de metamorfismo artificial. A transformação mais importante é o rearranjo dos constituintes dos argilominerais em novos compostos, de acordo com reações tais como:

$$AI_2Si_2O_5S(OH)_4 = Al_2O_3\text{-}2SiO_2 + 2H_2O$$

Esta equação altamente simplificada pretende apenas mostrar que as estruturas hidratadas dos argilominerais são transformadas em compostos aluminossilicatados anidros, que dão qualidades de dureza e impermeabilidade aos tijolos e outros produtos cerâmicas. Essas transformações internas ocorrem a temperaturas de cerca de 900°C e não envolvem qualquer mudança maior na composição geral bruta do material.

Além dos principais argilominerais já citados, as argilas cerâmicas podem conter outros constituintes minerais, tais como: hidróxidos de ferro (limonita, hematita, etc.) e alumínio (gibsita, por exemplo); sulfetos; carbonatos; sulfatos; minerais residuais (sílica) e matéria orgânica.

Cada um destes componentes pode participar no processo de queima da peça cerâmica, que essencialmente envolve reações nas quais os argilominerais se quebram, sinterizam e fundem formando um "cimento" que agrega outros minerais e fragmentos de rocha juntos. Embora a resistência e a aparência da peça possam depender mais da presença de outros minerais do que da própria argila, o comportamento da assembléia de argilominerais é importante para a conformação da peça cerâmica.

A decomposição térmica de argilas é crítica no processo de queima, e os diferentes minerais variam individualmente no seu comportamento. Além disso, a proporção e a natureza dos diferentes argilominerais varia de uma argila para outra, dependendo da história deposicional da rocha de interesse. Esta variabilidade aumenta a variação do comportamento de queima de diferentes matérias primas.

Muitas argilas contêm CaO, MgO, K_2O e Na_2O em suas análises químicas. Esses constituintes são conhecidos como fluxos ou fundentes, porque nos estágios iniciais da

queima eles combinam com a sílica e a alumina das argilas para formar minerais com pontos de fusão relativamente baixos. Durante o estágio de queima, em torno de 1.000°C, esses minerais fundem e revestem as partículas sólidas, unindo-as na medida em que resfriam e os líquidos solidificam como vidro. A quantidade de material que funde é muito pequena, e o tijolo em si permanece sólido.

Em termos de análise química, argilas cerâmicas são dominadas por sílica e alumínio, com uma quantidade muito variável de ferro, magnésio, álcalis e óxido de cálcio. Alguns elementos podem estar presentes em mais de um mineral. Por causa das possíveis conseqüências posteriores, precisa-se ter cuidado para verificar se os seguintes constituintes minerais estão presentes:

- Carbonatos: afetam a cor da peça. Se presentes em grandes fragmentos, podem ocasionar problemas na queima, quando hidratam no resfriamento/aquecimento, expandindo e pipocando a superfície da peça.
- Gipsita: desidrata para formar bassanita, e depois reidrata quando exposta para formar gipsita, expandindo no processo e resultando numa camada na superfície da peça. A gipsita é um sulfeto de cálcio, não confundir com gibsita que é um hidróxido de alumínio.
- Pirita: oxida na queima para produzir sulfato. Este reage com CaO resultando em gipsita. Se a reação for apenas moderada, causa eflorescência (uma incrustação superficial branca de sais solúveis, principalmente sulfatos) na superfície das peças. Se a reação for mais forte, a geração do gás dióxido de enxofre derivado da pirita causa um inchamento da peça, contribuindo para a saída do gás.

VII – Onde Ocorrem Argilas No Paraná

Na geologia costuma-se classificar as rochas de uma região, de acordo com sua idade, tipo de rochas e como foram formadas, colocando-as como pertencentes a uma formação geológica. O nome dado a uma formação, normalmente faz referencia à uma localidade, onde esta unidade geológica foi descrita pela primeira vez, como por exemplo, a Formação Irati.

O estado do Paraná pode ter a sua geologia dividida genericamente em três grandes compartimentos. O primeiro, que se estende do litoral até a escarpa do Segundo

Planalto (São Luiz do Purunã), inclui sedimentos recentes no litoral e rochas cristalinas, muito antigas, principalmente granitos, gnaisses, xistos, quartzitos, mármores e filitos, com idade desde 2 bilhões de anos até 600 milhões de anos. Essas formam a Serra do Mar e todo o relevo acidentado do Vale do Ribeira até o limite Sul do Estado, constituindo o Primeiro Planalto.

No segundo compartimento limitado por Antônio Olinto ao sul e Jacarezinho ao norte, que corresponde ao Segundo Planalto (da Serra de São Luiz do Purunã até a Serra da Esperança), predominam as rochas sedimentares, com idades entre 400 a 140 milhões de anos. São arenitos, siltitos e folhelhos.

No terceiro compartimento, que coincide com o Terceiro Planalto (da Serra da Esperança até o Rio Paraná) é constituído predominantemente de lavas de composição basáltica, cuja decomposição origina as *terras roxas* , com exceção da parte Noroeste do Estado, ocupada pelos arenitos da Formação Caiuá. Este compartimento tem menos de 150 milhões de anos de idade.

VII.1 – Primeiro Compartimento

O Primeiro Planalto Paranaense é onde se localiza o maior número de olarias do Estado. A maior parte utiliza argilas provenientes das várzeas do rio Iguaçu, na Região Metropolitana de Curitiba.

Existem muitas olarias que utilizam argilas provenientes da alteração de rochas graníticas ou assemelhadas. Estas lavras em áreas planas tem uma porção superior de solos argilosos com muita matéria orgânica e, na seqüência do perfil argilas cauliníticas com muito óxido de ferro presente.

Este compartimento contém, ainda, várias ocorrências de filitos, rochas metamórficas assemelhadas aos folhelhos.

VII.2 – Segundo Compartimento

As rochas do segundo compartimento são em sua maioria sedimentares, rochas com idade entre 400 e 140 milhões de anos.

O ciclo das rochas, descrito anteriormente, também ocorre no Paraná, onde rochas mais antigas sofreram desgaste e suas partículas foram sendo depositadas em diversos tipos de ambientes.

Nesta região geográfica, e por que não dizer geológica, foram sendo depositados, alternadamente, sedimentos de origem marinha, glaciais, fluviais e desérticos.

Esta variedade de ambientes deu condições para que existam rochas arenosas, siltosas e argilosas, além de camadas de carvão e calcário.

Nas camadas argilosas, os principais argilominerais presentes são a ilita e a clorita, aparecendo também a montmorillonita e, em alguns casos a caulinita.

Conforme a posição que estas rochas afloram, ou seja, aparecem na superfície, muitas argilas podem se transformar, pela perda de elementos carreados pela percolação das águas, em argilas cauliníticas. É o que ocorre, por exemplo, em Rio Azul, onde se explora argila caulinítica, apropriada para fabricação de porcelanas.

A mesma formação geológica, na região de Prudentópolis, é explorada por muitas das olarias daquele município, porém suas características naquela região são apropriadas apenas para o uso em cerâmica estrutural.

Em outro exemplo a ser citado, foi feita uma experiência em rochas argilosas na cidade de Campo do Tenente. Coletou-se amostra do folhelho que ocorre naquela região em uma encosta de morro, como seria uma *argila de barranco*. Os testes cerâmicos executados mostraram que aquela argila queimada a 950°C adquiriu resistência mecânica acima dos 400Kgf/cm^2 e porosidade próxima a 0%. Para outra amostra coletada em terreno mais plano, com o lençol freático quase aflorante, os resultados foram diferentes, baixa resistência mecânica e alta porosidade.

A explicação é que no segundo caso, os elementos fundentes, que eram K_2O e Na_2O, tinham sido carreados (lixiviados), as outras características externas permaneceram as mesmas. Provavelmente o argilomineral predominante passou a ser a caulinita, que tem sua temperatura de sinterização muito superior aos 950°C.

Estes exemplos servem para ilustrar o fato de que não existe uma regra geral, de onde possa se afirmar que em uma determinada região todas as argilas são ou não apropriadas para determinado uso em cerâmica.

VII.3 - Terceiro Compartimento

No Oeste Paranaense, onde ocorrem as rochas vulcânicas da formação Serra Geral, a concentração de argilas para uso em cerâmica vermelha se dá de três maneiras: a) depósitos de argilas transportadas; b) os solos roxos; c) argilas residuais.

Os depósitos de argilas transportadas, encontradas ao longo das margens de lagos, rios ou várzeas, formaram-se pela ação das águas. Ricas em ferro, elas têm granulometria extremamente fina, com elevada plasticidade e teores apreciáveis de matéria orgânica, fatores responsáveis pelas suas cores escuras, em tons de cinza e

preto. Elas eram as mais utilizadas na produção de tijolos e telhas. Com a formação do lago de Itaipu, muitos depósitos deste tipo ficaram submersos.

O solo roxo, ou vermelho, típico da região, é utilizado por algumas cerâmicas da região Oeste do Paraná como a "argila magra", ou "solo" da mistura das olarias. Não pode ser considerada tecnicamente uma argila, apesar de conter elevados teores de caulinita. A presença de hidróxido de ferro faz com que surjam trincas e fissuras em algumas peças após a queima, quando esta não é bem controlada.

Argilas residuais ou primárias são aquelas que permanecem no local em que se formaram, devido as condições adequadas de intemperismo, topografia e natureza da rocha matriz. Elas são o resultado da ação do intemperismo físico e químico, em que atua a água, oxigênio, anidrido carbônico e ácido orgânicos, fornecidos em quantidades variáveis a depender do clima e vegetação, além do tempo geológico em que atuaram estes processos.

A maneira como ocorrem estas argilas segue alguns padrões. Encontra-se principalmente em áreas planas próximas a cursos de água. Não são típicos depósitos de várzea, pois tem muito pouca influência da deposição de materiais transportados de áreas topograficamente mais elevadas. Estas argilas alteradas são também observáveis nas encostas dos morros, abaixo do solo de coloração avermelhada.

O perfil de alteração mais comumente encontrado mostra no topo um material conhecido pelos ceramistas como "areia", e pode ser classificado como tal em uma classificação granulométrica, pois é uma areia fina, bem selecionada, constituída por sílica e outros minerais resistentes originados da decomposição das rochas subjacentes.

Abaixo desta areia, vem a argila "gorda" ou plástica que, boa parte do ano fica encharcada, abaixo do lençol freático. Trata-se de uma argila caulinítica, de granulometria muito fina. O grau de umidade e a granulometria da mesma lhe conferem uma plasticidade bastante elevada. Os solos destes locais são chamados de "terra branca" pelos moradores locais.

Logo abaixo, diretamente sobre a rocha matriz, tem a "piçarra", material inconsistente, muito úmido, com pedaços da rocha subjacente, de coloração amarela a cinza ou avermelhada.

Quando a camada superior deste perfil de solo contém muita matéria orgânica, a argila apresenta também uma coloração escura, preta a cinza escuro.

Como existe uma passagem gradual do material arenoso para a argila plástica e, desta para a piçarra, estes perfis podem apresentar maior ou menor espessura deste ou daquele material.

Os depósitos de argila localizados nas porções centrais dos derrames tendem a ter argilas mais escuras. São os preferidos pelos ceramistas, pois as argilas têm teores de ferro menores, dando uma coloração mais clara ao produto queimado. Além disso, o perfil destas argilas escuras tem um padrão de espessura da areia de cerca de 50 cm, o que propicia uma mistura adequada com a argila "gorda", que é lavrada até no máximo 1,5 m. Neste intervalo aparecem os blocos de rocha, que atrapalham e interrompem a lavra.

Nos depósitos de topo de derrame, as argilas costumam ser mais claras, marrom, rosa, creme pintalgado de vermelho ou marrom e inteiramente cremes. Não apresentam diferenças significativas de qualidade se comparadas com as argilas escuras. Porém a diferença visual, aliada ao costume e tradição das cerâmicas faz com que os ceramistas não experimentem usar este tipo de material na fabricação de tijolos e telhas.

Os fatores principais que regem a formação destas argilas são o tipo de rocha, clima, relevo, vegetação e tempo geológico. Pode-se questionar porque numa determinada região ou local ocorrem argilas e não em outros. Na região do Terceiro Planalto esta dúvida é normal, já que o tipo de rocha é assemelhado, o clima é o mesmo, assim como a vegetação e também o tempo de formação dos solos. O que difere aí é essencialmente o relevo, que controla a declividade, a posição do depósito em relação ao derrame basáltico e ao tamanho da rede de drenagem, entre outros fatores.

As argilas encontradas nesta pesquisa são residuais ou primárias, todas oriundas da alteração das rochas subjacentes. São argilas plásticas, de coloração cinza escuro, cinza claro, creme, marrom e avermelhadas.

A argila da região Oeste/Sudoeste do Paraná é caulinítica com teores elevados de Al_2O_3, é normalmente plástica devido à pequena granulometria das partículas constituintes. Tem sílica livre presente na forma de areia com granulometria igualmente fina. A pequena granulometria dos argilominerais, diferencia esta argila das argilas encontradas em rochas sedimentares e, a granulometria da areia presente a diferencia das argilas de várzea, que tem argilominerais com granulometria variável e a areia presente é mais grosseira, fruto da sedimentação por transporte pelas águas.

As areias formadas in situ, oriundas também da alteração das rochas subjacentes, são encontradas normalmente na porção superior dos perfis de solo, tem granulometria mais grosseira do que a areia presente na argila propriamente dita, é uma granulometria próxima a do açúcar. As espessuras destas camadas giram em torno de 50 cm.

MINEROPAR
BIBLIOTECA

As olarias costumam fazer a mistura das argilas ditas gordas, ou plásticas, com argilas magras e com esta areia. Isto facilita a secagem do produto marombado e diminui o trincamento e empenamento das peças.

Para a fabricação de tijolos maciços a massa tem cerca de seis partes de areia fina para 4 de argila plástica. Para os tijolos comuns esta proporção é de cerca de 4:6 e para o fabrico de telha 3:7.

Deve-se observar com cuidado as ocorrências de argila. Percebe-se que ocorrem sempre ao longo de pequenos rios ou nascentes, com pouca declividade e onde o lençol freático aflora próximo à superfície. Nestes pontos o terreno é pouco acidentado, sem sulcos erosivos. A conclusão é que nesses locais havia condições para que se desenvolvessem argilas, em vez dos espessos pacotes de terra roxa.

Tipos de Ocorrências de Argilas Encontradas no Oeste/Sudoeste do PR

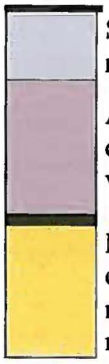
Tipo **01**

0,25 m — Solo castanho.

Argila cinza clara plástica

1,50 m — Material argiloso amarelado, com óxido de ferro e fragmentos de rocha.

Tipo **2**

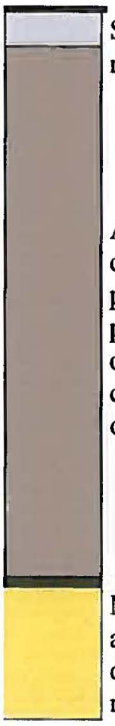


0,50 m — Solo cinza, arenoso muito fino.

Argila cinza c/ intercalações de argila avermelhada e às vezes, fragmentos de rocha.

1,50 m — Material argiloso, com óxido de ferro e muitos fragmentos de rocha.

Tipo **3**



0,25 m — Solo cinza, arenoso muito fino.

Argila cinza clara a cinza amarronada, plástica, contendo pequenos nódulos de óxido de ferro. Pacote com 1,50m até 5,00m de espessura.

3,50 m — Material argiloso amarelado, com óxido de ferro e fragmentos de rocha.

Tipo **4**

0,25 m — Solo marrom escuro.

Argila marrom escuro

3,00 m

Tipo
05

0,25 m — Solo de coloração cinza, arenoso fino,.

Areia fina, cinza, com pequenos nódulos de óxido de ferro.

1,50 m — Material argiloso, cinza amarelado, com muito óxido de ferro e fragmentos de rocha.

Tipo
6

0,25 m — Solo marrom, arenoso muito fino.

Argila cinza plástica.

2,00 m

Argila cinza amarronada plástica

4,50 m

Tipo
7

0,25 m — solo cinza claro, arenoso muito fino.

Argila cinza clara a preta

1,50 m — Material argiloso, com óxido de ferro e fragmentos de rocha.

VIII - Matéria – Prima

As argilas podem ser classificadas para uso industrial em três grupos principais: cerâmica vermelha (tijolos, blocos, telhas, agregado leve, ladrilhos de piso e manilhas); cerâmica branca (louça de mesa, porcelana técnica, pisos, azulejos, porcelana doméstica e material sanitário) e; materiais refratários (materiais sílico-aluminosos, aluminosos e refratários especiais). O primeiro grupo com temperatura de queima em torno de 950°C, o segundo em 1250°C e o terceiro em 1450°C.

Especificamente, com relação àqualidade das argilas para os diversos segmentos da cerâmica vermelha, o prof. Pérsio de Souza Santos, em seu livro Ciência e Tecnologia de Argilas, de 1989, descreve as qualidades desejáveis:

"**Argilas para a fabricação de tijolos** devem ser moldadas facilmente. Ter valor médio ou elevado para tensão ou módulo de ruptura àflexão antes e depois de queimar; costumam apresentar cor vermelha após queima em baixas temperaturas (geralmente 950°C, que é a temperatura usual de queima para esse tipo de produto), com um mínimo de trincas e empenamentos. Elevados teores de ferro bivalente, elementos alcalinos e alcalino terrosos são prejudiciais pelo fato de causarem uma excessiva retração, reduzirem a faixa de vitrificação e causarem colorações indesejáveis."

"**Argilas para a fabricação de telhas** devem possuir plasticidade adequada para a moldagem, tensão ou módulo de ruptura àflexão elevado quando secas, para permitir o manuseio durante a fabricação e após secagem, porosidade aparente e absorção d'água baixas para não permitir a permeação d'água e não devem apresentar trincas e empenamentos após secagem e queima. Costumam apresentar cor vermelha após queima à 950°C, uma tensão de ruptura elevada e uma larga faixa de vitrificação, e retração uniforme para proporcionar um bom controle das dimensões finais do produto acabado."

"**Argilas para a fabricação de ladrilhos** de pisos devem ser plásticas, de fácil moldagem, com elevados teores de ferro e de metais alcalinos, que vitrificam a temperaturas relativamente baixas, sem tendência a empenamento. A cor vermelho-viva, sem manchas escuras, após queimar entre 1.000°C e 1.100°C, que é a faixa de temperatura de queima usual, é uma característica desejável, além dos valores baixos de absorção d'água e porosidade aparente, geralmente abaixo de 5%, devido ao elevado grau de vitrificação necessário, o qual dá origem a uma elevada resistência a abrasão. A

faixa de vitrificação deve ser a maior possível (maior que 50°C) para assegurar a uniformidade de dimensões dos ladrilhos de piso".

VIII.1 - Ensaios

São variados os ensaios usados para caracterizar as massas e os produtos para cerâmica vermelha e estrutural. De acordo com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo S/A (IPT), os seguintes testes e ensaios de caracterização são recomendados:

1) **Na matéria-prima:**

a) análise granulométrica em peneiras
b) identificação do resíduo nas peneiras
c) determinação da umidade natural
d) determinação da umidade após moagem em moinho de disco
e) determinação do limite de plasticidade

2) **Em corpos de prova 20,0 x 2,0 x 1,0 cm, moldados por extrusão:**

a) caracterização dos corpos de prova secados a 110°C:
i) água de amassamento (%)
ii) retração linear de secagem (%)
iii) tensão ou módulo de ruptura àflexão (kgf/cm²)
iv) cor

b) caracterização cerâmica dos corpos de prova após queima a 950°C 1050°C, 1150°C e 1250°C:
i) retração linear (%)
ii) tensão de ruptura (kgf/cm²)
iii) absorção d'água (%)
iv) porosidade aparente (%)
v) massa específica aparente (g/cm³)
vi) cor

3) **Em corpos de prova de 20,0 x 2,0 x 10,0 cm moldados manualmente.** Procede-se aos mesmos testes realizados para os corpos de prova moldados por extrusão.

4) **Em corpos de prova de 6,0 x 2,0 x 0,5 cm moldados por prensagem sob pressão de 200kgf/cm²:**

a) caracterização dos corpos de prova secados a 110° C

i) umidade natural de secagem ao ar (%)

ii) umidade de prensagem (%)

iii) retração linear de secagem (%)

iv) tensão ou módulo de ruptura àflexão (kgf/cm²)

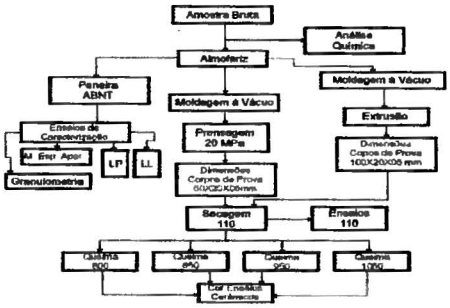
v) cor

b) caracterização dos corpos de prova após queima a 950° C, 1150° C e 1250° C.

Mesmos testes para os corpos de prova moldados por extrusão.

A professora Lia Maria Herzer Quintana et alii desenvolveram o fluxograma abaixo que mostra a seqüência de uma argila para análise. Neste fluxograma não constam os

FLUXOGRAMA ENSAIOS DE ARGILAS PARA FINS CERÂMICOS



ensaios de corpos de prova moldados manualmente.

VIII.2 - Interpretando Os Resultados

VIII.2.1 - Resultados de ensaios na argila crua

Plasticidade

Entende-se a plasticidade como sendo a propriedade que um corpo sólido tem quando sofre uma deformação por aplicação de uma carga qualquer, permanecendo deformado mesmo após a retirada de carga.

O limite de plasticidade é definido como a quantidade mínima de água, onde a massa plástica perde sua plasticidade tornando-se esfarelada, ou, em outras palavras, é a quantidade mínima de água necessária para que a argila adquira plasticidade para ser moldada. O procedimento de ensaio é normatizado pela NBR 7180-84.

Em termos práticos, quando se consegue moldar uma "bolota" de argila na mão, sem que essa grude na mesma, ficando com a superfície homogênea e sem trincas, significa que atingiu o *Limite de Plasticidade*. Quando a massa começa a perder a forma e "escorrer" por entre os dedos, tem umidade em demasia, ou seja, atingiu o *Limite de Liquidez*. Idealmente, a argila, ou massa cerâmica, quando entra no processo de fabricação da olaria, deveria ter seu teor de umidade compreendido entre esse limites.

Para que uma argila possa ser extrudada, o limite de plasticidade normalmente deve estar entre 26 e 32%. Valores superiores indicam excesso de matéria orgânica ou presença de argilominerais, tais como esmectita, montmorillonita ou uma argila que seja essencialmente ilítica.

Em ensaios realizados com argilas da Região Metropolitana de Curitiba pelo laboratório da Mineropar, constatou-se que existe um relacionamento do limite de plasticidade com o teor de material argiloso e a granulometria da areia. Entretanto não é apenas isto que define o limite. Também contam: os constituintes minerais, a presença de matéria orgânica, a facilidade das partículas na absorção de água, a granulometria, entre outros fatores.

Os objetivos de se realizar este tipo de ensaio são:

a) Verificar se as argilas são suficientemente plásticas para serem usadas na fabricação de produtos pelo processo de extrusão;

b) Verificar se as argilas são suficientemente plásticas para serem usadas na confecção de barbotinas utilizadas na confecção de produtos cerâmicos pelo processo de colagem;

c) Comparar os resultados com os de uma argila padrão.

No rigor científico, esta análise deveria ser acompanhada pela análise de sedimentação, onde poderiam se comparar os resultados do limite de plasticidade com os teores de partículas na fração argila, na fração silte e na fração areia.

Este último objetivo pode ser considerado como o mais importante, por ser um ensaio simples para analisar uma argila ou mistura considerada boa ou padrão e, posteriormente, compará-la com os resultados analíticos de novas argilas pesquisadas.

Granulometria

Para a fabricação de produtos de cerâmica vermelha é muito importante saber da necessidade de se conhecer a distribuição granulométrica de uma argila ou massa cerâmica.

Chama-se de granulometria o resultado do ensaio que mede a variação dos tamanhos de grãos e verifica a quantidade de partículas de cada um. O método de ensaio é normalizado pela NBR 7181.

Em tese, uma argila que possua 60% de partículas na fração argila, 20% na fração silte e 20% na fração areia, terá alta plasticidade e boa resistência à flexão após secagem. Uma outra que possua 60% na fração areia, 20% na fração silte e 20% na fração argila, terá baixa plasticidade e baixa resistência à flexão após secagem. Uma terceira argila, com 60% de partículas na fração silte, 20% na fração argila e 20% na fração areia, terá uma boa plasticidade e uma resistência à flexão após secagem baixa.

VIII.2.2 - Resultados após secagem

Umidade de conformação

O conhecimento da umidade de conformação é importante para que se tenha uma indicação da quantidade de água a ser incorporada no processo de fabricação, para prever que tipo de processo de secagem deve ser utilizado para evaporar uma determinada quantidade de água, bem como para evitar trincas e lascamentos das peças cerâmicas cruas. A argila deve ser moldada com o mínimo possível de água.

A umidade de conformação depende diretamente do tamanho e tipo de partícula mineral. Por tipo entende-se composição química, morfologia e estrutura da partícula, partículas do mesmo tamanho podem reter quantidades diferentes de água ao seu redor.

Não se deve confundir a umidade de conformação com a água de amassamento ou umidade de prensagem. No caso de telhas e tijolos, a água de amassamento por extrusão seria normalmente menor que a umidade de conformação, isto ocorre principalmente devido a pressão e vácuo da maromba. Um resultado de 25% em laboratório pode cair para menos de 21% na argila que passa na maromba.

Retração nas argilas

A retração de secagem da argila varia em função de sua plasticidade. A retração de secagem não deve ser muito elevada (acima de 6%) para não apresentar dificuldades no processo de fabricação.

Pela secagem é que o tijolo, por exemplo, sofre uma retração que, sendo excessiva, torna-se necessário o emprego de um material antiplástico, intimamente incorporado à massa. Este material deve ser cuidadosamente escolhido e adicionado em proporções adequadas para não alterar grandemente a plasticidade. Isto permite a utilização de argilas que, por si só, seriam inadequadas para a fabricação, devido à elevada retração. Pode-se usar também o rejeito de fabricação após a queima, devidamente moído, com grandes vantagens.

Resistência à flexão após secagem

As argilas devem apresentar uma boa resistência mecânica após secagem, pois devem suportar o manuseio e o transporte nas linhas de produção.

A resistência da argila no estado seco está intimamente ligada à composição granulométrica. A mais adequada é aquela que tem em torno de 60% de substâncias argilosas, estando o restante do material dividido igualmente em silte, areia fina e areia média. Esse método de ensaio para caracterizar a granulometria é normatizado pela NBR 7181-84.

VIII.2.3 - Resultados após queima

Retração após queima

A retração é a tendência que a argila tem em diminuir de volume pela perda de umidade por secagem e queima. Se uma massa cerâmica retrai 8% após secagem e queima, pode-se calcular o tamanho que a peça deve ser moldada e cortada para que o produto final atinja o tamanho adequado para venda.

No total, a retração linear (secagem e queima) não deve exceder a 12%, sob o risco de aparecimento de deformações ou trincas no produto final. Seria apropriado utilizar um material de baixa retração, desde que as características exigidas fossem atingidas.

Absorção e porosidade

Estes ensaios são bons indicadores da qualidade final do produto cerâmico. Medem o grau de vitrificação obtido na temperatura em que este foi queimado, visto que para uma mesma massa, à medida que aumenta a temperatura de queima, diminui firmemente a porosidade, melhora grandemente a resistência mecânica e outras

características como, por exemplo, resistência à abrasão e ao choque. Quanto maior o grau de vitrificação na peça, menor a porosidade e maior a resistência à flexão.

Estes dados são válidos para peças com comportamento normal no processo, isto é, que não tenham sofrido nem na secagem e nem na queima, trincas internas, o que afetaria os resultados de maneira significativa.

Neste trabalho é possível comparar os resultados com os de retração após secagem, verificando a influência da plasticidade no resultado.

Resistência à flexão após queima

O conhecimento da resistência mecânica após queima é importante para verificar se o produto final atenderá as especificações requeridas e também a temperatura de queima ideal.

VIII.2.4 - Outros ensaios

Dependendo da necessidade da indústria, são ainda realizadas para as argilas análises químicas, análise termodiferencial (ATD), análise termogravimétrica (ATG), raios-X (para identificação mineralógica), capacidade de troca de cátions e tantos outros ensaios complexos.

Para produtos cerâmicos fabricados com o uso de barbotina, que é a massa cerâmica utilizada para preencher moldes de gesso, uma série de ensaios realizados dizem respeito à reologia das argilas, que em *lato sensu* significa o estudo da fluência e deformação da matéria. O modo como o sistema argila/água flui sob pressão de uma força tem muita influência para este tipo de indústria. Logo, a indústria precisa saber se a barbotina feita com aquela argila fluirá bem, escorrendo o suficiente, na velocidade desejada para dentro dos moldes. Também, se a barbotina perderá água, formando a película seca junto à parede dos moldes no tempo adequado.

VIII.3 – Usos Prováveis Após Ensaios Preliminares

VIII.3.1 – Pela cor de queima

Geralmente, os laboratórios que executam ensaios para classificar os possíveis usos de uma argila cerâmica, iniciam o processo realizando um ensaio preliminar, que consiste na queima de corpos de prova para verificar a cor de queima. Dependendo do

resultado, a argila é classificada no grupo da cerâmica vermelha, cerâmica branca ou de refratários.

No método aplicado pelo IPT, os corpos de prova de 6,0 x 2,0 x 0,5 cm de perfil retangular moldados sob pressão de 200 kgf/cm², são preparados, secos e queimados seguindo uma metodologia preestabelecida, o que permite comparar resultados com qualquer laboratório que siga esta mesma tecnologia. As queimas são realizadas à 950°C, 1250°C e também a 1450°C quando se deseja avaliar materiais com características refratárias.

Tab. 01 - Classificação preliminar de argilas para uso cerâmico com base nas cores apresentadas a seco e após queima

GRUPO CERÂMICO	CORES DOS CORPOS DE PROVA			
	110°C	950°C	1.250°C	1.450°C
CERÂMICA VERMELHA	vermelha, marrom, violácea, creme, cinza, outras cores, exceto branca, vermelho-alaranjada, marrom-avermelhada, preta, cinza-avermelhada.	Vermelha com diversas tonalidades, amarela, marrom-clara.	Creme amarelada, vermelha, vermelho-escuro, marrom-escuro, marrom-clara e preta. (S.Q)[1]	marrom-escura, preta, com ou sem perda de forma, cinza-esverdeada (S.Q) cinza-escura, marrom-escura, preta, com fusão
CERÂMICA BRANCA	Branca, creme-clara, creme-escura, rosa-clara, rosa-escura, amarelo-clara, cinza-clara, cinza-escura, preta	|Branca, creme-clara, rosa-clara, rosa-escura, amarelo-clara	Branca, creme-clara, creme-escura, cinza-clara, cinza-escura, marrom ,amarela	Branca, creme-clara (S.Q.), cinza-clara (S.Q.), cinza-esverdeada (S.Q.), cinza-escuro, cinza
PRODUTOS REFRATÁRIOS	Branca, creme-clara, cinza, cinza-clara, cinza-escura, preta	Branca, rosa, creme-clara, marrom-clara, branca-cremosa, branca-rosada	Amarela-clara, creme-clara, cinza-clara	Branca, cinza-clara, creme-clara, cinza-escura, marrom-escura sem perda de forma

Fonte: Pérsio de Souza Santos – Ciência e Tecnologia de Argilas. Vol. 1 - 1989

[1] Super queima

Quando os resultados em uma temperatura mais baixa não são adequados (trincamento e super queima, por exemplo), não são feitas as queimas e caracterizações em temperaturas subseqüentes.

Atualmente, a fabricação de pisos e azulejos já não exige mais que a base da peça queime em cores claras. Além disso, a temperatura de queima atualmente utilizada é de aproximadamente 1150°C, o que implica em queima de corpos de prova à essa temperatura.

VIII.3.2 – Após ensaios físicos preliminares

Na tabela seguinte são mostrados alguns parâmetros desejáveis para as argilas com uso na cerâmica vermelha. Dependendo de seu possível uso, os ensaios de laboratório são feitos em corpos de prova moldados manualmente (tijolos maciços), extrudados (blocos e telhas) e prensados (pisos e lajotas).

Tab. 02 - Parâmetros físicos mínimos exigidos para alguns produtos do grupo de cerâmica vermelha ou estrutural.

Massa Cerâmica (manual, estruturada prensada)	Tijolos	Blocos	Telha	Ladrilhos de pisos vermelhos e pisos
Tensão de ruptura da massa seca a 110°C (mínima)	15kgf/m^2	25 kgf/cm^2	30 kgf/cm^2	-
Tensão de ruptura da massa após queima de 950°C (mínima)	20kgf/m^2	55 kgf/cm^2	30 kgf/cm^2	-
Absorção de água da massa após a queima 950°C (máxima)	-	25,0 %	20,0%	abaixo de 1,0%

Fonte: Pérsio de Souza Santos – Ciência e Tecnologia de Argilas. Vol. 1 - 1989

Devido à elevada variedade de argilas existentes e de métodos de preparação, as qualidades da matéria-prima a empregar podem ser modificadas amplamente mediante várias combinações e misturas.

A escolha de uma argila para a fabricação de produtos de cerâmica vermelha depende de algumas características, tais como: plasticidade, capacidade de aglomeração, água de amassamento, retração linear na secagem e na queima, módulo de ruptura, absorção de água comportamento na secagem e na queima.

O método de fabricação dos produtos cerâmicos por extrusão, também conhecido como injeção, trabalha com o teor de umidade da massa entre 18 e 25%. Para uma boa aglomeração e deslizamento no interior da extrusora, a massa deverá conter uma

MINEROPAR
BIBLIOTECA

proporção maior de partículas na granulometria de argila do que no processo de prensagem a seco.

O processo por prensagem permite trabalhar com massa de baixa plasticidade (magra) o que não é possível no processo de extrusão. Este necessita de massa mais plástica (gorda), para que ocorra desligamento nas partes internas da extrusora e uma boa aglomeração da massa.

No processo por extrusão com massa plástica consegue-se produtos mais resistentes no estado cru do que aqueles obtidos pelo processo por prensagem com massa seca. O único inconveniente é o teor mais elevado de umidade que requer um processo de secagem cuidadoso.

Ao se fabricar com uma mesma argila um produto extrudado e outro prensado, os resultados não serão idênticos. Os resultados das análises realizadas por extrusão, são bem mais elevados que aqueles feitos por prensagem, principalmente para tijolos furados. As características físicas necessárias podem ser atingidas no primeiro, o que pode não acontecer no segundo, devido a influência do teor de água.

Trabalhando com uma massa com 25% de água no processo de extrusão, há uma união interna de todas as partículas, enquanto que na massa de 6% há unicamente a união física entre as suas superfícies de contado. Considerando que a união entre as partículas de uma massa úmida é mais forte que a de uma massa seca, o corpo de prova cerâmico extrudado e queimado em iguais condições, apresenta resultados mais elevados dos ensaios físicos.

O método de fabricação por prensagem a seco pode trabalhar com massa mais magra e com baixo teor de água, ao redor de 6%, o que facilita o processo de secagem. Para se conseguir produtos de baixa porosidade é importante a eliminação do ar interposto na peça o que, em muitos casos prejudica as características finais dos produtos. Para a obtenção de produtos uniformes em características, se faz necessário uma boa homogeneização da massa. A pressão final aplicada depende da compactação pretendida.

As análises feitas por prensagem dão resultados convenientemente bons, porém, quando se trata de baixo módulo de ruptura, pode-se suspeitar que, devido à baixa quantidade de água na massa, a mesma tende a trincar e assim, conduzir à baixa resistência. O método de ensaio por prensagem é insubstituível porém para análises de materiais para fabricação de pisos e azulejos.

VIII.4 - Formulário

$$UC\% = \frac{PP - PS}{PS} \times 100$$ UC = Umidade de conformação

$$R\% = \frac{Lo - Li}{Lo} \times 100$$ R = Retração linear

$$PF\% = \frac{PS - PC}{PS} \times 100$$ PF = Perda ao fogo

$$AA\% = \frac{PU - PC}{PC} \times 100$$ AA = Absorção de água

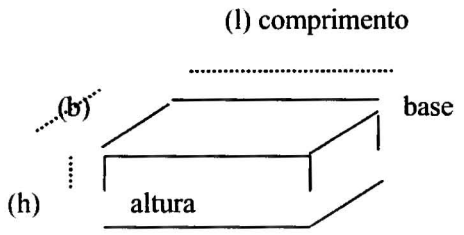
$$PA\% = \frac{PU - PC}{PU - Pi} \times 100$$ PA = Porosidade aparente

$$DA = \frac{PS}{V} \text{ ou } \frac{PA}{AA} \text{ ou } \frac{PS}{PU - Pi}$$ DA = Densidade aparente (kg/cm^3)

$$MR = \frac{3 . P . L}{b.h^2}$$ MR = Módulo de ruptura à flexão (kgf/cm^2)

VIII.4.1 - Abreviaturas:

PP = peso do corpo de prova úmido (cp) na prensagem ou extrusão (g)
PS = peso do cp a 110°C (g)
Lo = comprimento inicial do cp (cm)
Li = comprimento após secagem e queima (cm)
PC = peso do cp calcinado e seco (g)
PU = peso do cp úmido (g)
V = volume aparente do cp seco (cm^3)
P = carga de ruptura do cp (kgf)
b = base do cp (cm)
h = altura do cp (cm)
L = distância entre os cutelos de apoio do cp (cm)
Pi = massa do cp imerso em água (peso hidrostático) (g)
Obs.: A unidade para carga de ruptura de acordo com a norma ISO deve ser: MPa
$kgf/cm^2 \times 0{,}098 = Mpa$



IX - Produtos Acabados

As características da qualidade são os itens que permitem avaliar se um produto cerâmico atende às especificações das normas NBR, emitidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. As características da qualidade podem ser de dois tipos:

Características técnicas

- Identificação do produto
- Dimensões
- Planeza
- Esquadro
- Absorção d'água
- Resistência àcompressão
- Resistência àflexão
- Peso
- Sonoridade
- Cor de queima
- Impermeabilidade

Características desejáveis

- Preço
- Durabilidade
- Facilidade de instalação e manutenção
- Facilidade de identificar o produtor
- Facilidade de substituir peças e fazer reformas na obra
- Integridade das peças recebidas na obra

As características técnicas são válidas para todos os tipos de produtos cerâmicos, mas as normas NBR especificam apenas as mais importantes para a avaliação da qualidade de cada tipo. Assim, por exemplo, o peso e a sonoridade são considerados requisitos da qualidade apenas para as telhas, enquanto a resistência à compressão é exigida apenas para os blocos cerâmicos.

Principais índices de qualidade para blocos cerâmicos:

Os blocos cerâmicos devem trazer, gravado em alto ou baixo relevo, o nome do fabricante, a cidade de origem e as suas dimensões, além de apresentarem:

- Regularidade de formas e dimensões
- Arestas vivas e cantos resistentes
- Inexistência de trincas, fendas, cavidades, etc.
- Cozimento uniforme (produzir som metálico quando percutido)
- Facilidade de corte (grãos finos e cor uniforme)

Além dos itens de qualidade acima citados, os blocos devem estar em conformidade com as normas vigentes no que diz respeito a forma e dimensão, resistência mínima a compressão, etc.

Normas vigentes relativas a blocos cerâmicos:

NBR7171 – (1992) – Bloco cerâmico para alvenaria – Especificação

NBR8042 – (1992) – Bloco cerâmico para alvenaria – Formas e dimensões

NBR8043 - (1993) – Bloco cerâmico portante para alvenaria – Determinação da área líquida

NBR6461 – (1983) – Bloco cerâmico para alvenaria – Verificação da resistência a compressão.

Principais índices de qualidade para telhas:

- Inicialmente a telha deve trazer, gravado em alto ou baixo relevo, o nome do fabricante, a cidade de origem e a quantidade de peças por metro quadrado
- Cozimento uniforme, indicado pelo som metálico quando percutidas
- Superfícies lisas, para facilitar o escoamento das águas
- Inexistência de fissuras, microfissuras, esfoliações, quebras, rebarbas ou deformações que prejudiquem o perfeito encaixe entre os componentes.

Normas vigentes relativas a telhas:

NBR6462 (1986) – Telha cerâmica tipo francesa – determinação da carga de ruptura àflexão

NBR7172 (1986) - Telha cerâmica tipo francesa – Especificação

NBR8038 (1986) – Telha cerâmica tipo francesa – Forma e dimensões

NBR8947 (1985) – Telha cerâmica – Determinação da massa e absorção de água

NBR8948 (1985) – Telha cerâmica – Verificação da impermeabilidade

NBR9598 (1986) – Telha cerâmica de capa e canal tipo paulista – dimensões

NBR9599 (1986) – Telha cerâmica de capa e canal tipo plana – dimensões

NBR9600 (1986) – Telha cerâmica de capa e canal tipo colonial – dimensões

NBR9601 (1986) – Telha cerâmica de capa e canal – especificação

NBR9602 (1986) – Telha cerâmica de capa e canal – determinação de carga de ruptura àflexão

NBR13582 (1996) – Telha cerâmica tipo romana.

IX.1 - Interpretações De Algumas Normas Técnicas E Testes

IX.1.1 - Características técnicas dos blocos cerâmicos

Identificação do produto

Os blocos cerâmicos devem trazer, gravado em baixo ou alto relevo, o nome do fabricante, a cidade de origem e as suas dimensões.

- *São separadas ao acaso 20 peças do lote desejado.*
- *Verifica-se nas faces de cada bloco amostrado se existe o selo do fabricante, gravado em baixo relevo.*
- *A identificação não precisa estar presente em todas as peças, mas em apenas 20% do lote, isto é, em pelo menos 4 peças da amostra inspecionada.*

Dimensões

Embora existam padrões de medidas para os diversos tipos de blocos cerâmicos, de acordo com a norma NBR 8042/82, o que interessa ao mercado consumidor é que as dimensões médias das peças correspondam às gravadas no selo de identificação do fabricante. Aceita-se uma tolerância de 3 mm para cada medida (largura, altura e comprimento, nesta ordem). As paredes externas dos blocos devem ter pelo menos 7 mm de espessura. Os tipos mais comuns no mercado são os seguintes:

Tipo comercial	Largura	Altura	Comprimento
10x20x30	9	19	29
15x20x20	14	19	19
15x20x30	14	19	29

Largura: medida da menor aresta perpendicular aos furos do bloco cerâmico.
Altura: medida da maior aresta perpendicular aos furos do bloco.
Comprimento: medida da aresta paralela aos furos do bloco.

- *Separa-se ao acaso 24 peças do lote que está à venda.*
- *As peças são colocadas enfileiradas pelo comprimento sobre uma tábua e medido o comprimento da fileira com uma trena metálica.*
- *Divide-se o resultado por 24 para obter o comprimento médio.*
- *Repete-se o procedimento alinhando-as pela altura e pela largura.*
- *Para qualquer resultado, o valor obtido pode variar em 3 mm para mais ou para menos, em relação aos valores gravados nas peças do lote.*
- *Se as médias calculadas excederem a margem de erro, estarão fora das normas.*

Cor

A cor de um produto cerâmico não é suficiente para se avaliar a sua qualidade. Embora normalmente as peças mais claras sejam resultantes de uma queima mais completa, isto depende também da matéria-prima utilizada. Por isto, uma peça escura de uma olaria pode ter uma qualidade equivalente ou melhor do que a clara de outra. A qualidade da queima pode ser mais bem avaliada a partir da sonoridade, da absorção d'água e da resistência mecânica.

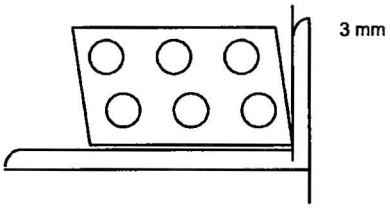
Sonoridade

Quando suspenso por uma extremidade e percutido, o bloco cerâmico bem queimado apresenta um som metálico.

- *Segura-se um bloco por uma ponta e bate-se com outro bloco na outra extremidade.*
- *Não é preciso bater com muita força, apenas o suficiente para dar o som desejado.*
- *O som deve ser semelhante ao produzido por uma barra de metal, ainda que menos estridente.*
- *Se o som for abafado, o bloco está mal queimado e pode até quebrar durante o teste.*
- *Repete-se o teste com várias peças, principalmente de cores diferentes.*
- *É possível que as mais escuras tenham um som mais fraco do que as mais claras.*

Esquadro

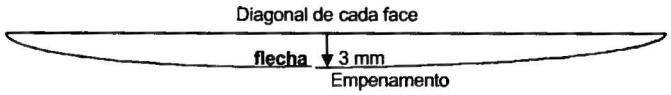
Os ângulos entre as faces de assentamento e revestimento devem ser retos, com tolerância de até 3 mm para os desvios do esquadro.



- *Separa-se ao acaso 32 blocos do lote em exposição.*
- *Encaixa-se um esquadro nos ângulos formados pelas faces maior e menor dos blocos cerâmicos amostrados.*
- *Apoia-se uma régua sobre a face oposta à base do esquadro e é medido o desvio, se existir.*
- *Medido desta forma, o desvio não pode ser maior do que 3 mm.*
- *Não estarão dentro das normas os produtos cujos lotes tenham 9 ou mais peças excedendo este desvio.*

Planeza das faces

Todas as faces devem ser planas, admitindo-se um desvio de até 3 mm para a flecha, que é a perpendicular à diagonal usada para medida, no ponto de maior deformação da peça.



- *Separa-se ao acaso 32 blocos do lote para realização dos testes.*
- *Apoia-se a aresta de uma régua sobre a diagonal de cada face dos blocos e, com outra régua, é medida a distância máxima entre ela e a face, se esta estiver empenada.*
- *Se a deformação da face dificultar a própria medida, rejeita-se o lote.*
- *Não se aconselha o consumidor a comprar produtos se 9 ou mais peças de um lote excederem a tolerância de 3 mm para a flecha da curvatura.*

Absorção d'água

O bloco cerâmico deve absorver de 8% a 25% do seu peso em água. Assim, um bloco de 2 kg deve absorver de 160 (mais ou menos três xícaras de cafezinho) a 500 ml (meio litro) de água.

- *Este ensaio deve ser feito em laboratório, com equipamento aferido pelo INMETRO.*

Resistência à compressão

Os blocos de vedação devem ter uma resistência à compressão equivalente a pelo menos 1 MPa (mega-Pascal por área), enquanto os blocos estruturais são classificados em categorias que variam de 1,5 a 10 MPa.

- *Este ensaio deve ser feito em laboratório, com equipamento aferido pelo INMETRO.*

IX.1.2 - Características técnicas das telhas cerâmicas

Identificação do produto

A telha deve trazer, gravado em alto ou baixo relevo, o nome do fabricante, a cidade de origem e a quantidade de peças por metro quadrado.

- *Examina-se o lote que está em exposição.*
- *A identificação não precisa estar presente em todas as peças, mas em apenas 20% do lote, o que corresponde a 4 peças a cada 20 telhas examinadas.*

Dimensões

Na tabela abaixo se encontram as dimensões, em centímetros, especificadas para as telhas mais comuns.

Tipos	Compr.	Larg maior	Larg. menor	Alt. maior	Alt. menor
Colonial	46	180	140	75	55
Paulista capa	46	160	120	70	70
Paulista canal	46	180	140	70	55
Plana capa	46	180	120	60	60
Plana canal	46	160	140	45	45

As normas NBR 7172/87 e NBR 9601/86 estabelecem as seguintes tolerâncias para as medidas, não importando o tipo de telha:

Dimensões	Tolerância
Comprimento	9 mm
Largura	2%
Espessura	2 mm
Distância entre ripas (galga)	8 mm

- *Separa-se ao acaso 20 telhas do lote em exposição.*
- *É medido comprimento, largura maior, largura menor, altura maior e altura menor nas peças amostradas.*
- *Calcula-se a média de cada dimensão, somando os seus respectivos valores e dividindo por 20.*
- *Rejeita-se o lote cujas dimensões médias excederem os limites de tolerância da tabela acima.*

Peso

Abaixo estão listados os pesos máximos recomendados pela norma NBR para os diversos tipos de telhas, sem tolerância para os pesos que excederem estes valores:

- Coloniais - 2.700 g
- Paulistas - 2.650 g
- Planas - 2.750 g

- *Separa-se ao acaso 20 telhas do lote em exposição.*
- *Pesa-se as peças e é calcula-se a média, dividindo a soma dos valores por 20.*
- *Rejeita-se o lote cuja média exceder os valores máximos estabelecidos pela norma.*

Sonoridade

Quando suspensa por uma extremidade e percutida, a telha bem queimada apresenta um som metálico.

- *Segura-se uma telha por uma ponta e bate com outra telha na outra ponta.*
- *Não é preciso bater com muita força, apenas o suficiente para dar o som desejado.*
- *O som deve ser semelhante ao produzido por uma barra de metal, ainda que menos estridente.*
- *Se o som for abafado, a telha está mal queimada e pode até quebrar durante o teste.*
- *Repete-se o teste com várias peças, principalmente de cores diferentes.*
- *É possível que as mais claras tenham um som mais fraco do que as telhas mais escuras.*

Aspecto visual

A telha não pode apresentar fissuras, esfoliações, rebarbas, quebras, rebarbas ou quaisquer outros defeitos que comprometam a sua resistência e impermeabilidade.

- *Separa-se ao acaso 20 telhas do lote desejado que são examinadas cuidadosamente, em ambas as faces.*
- *Bate-se umas contra as outras para verificar se as eventuais rachaduras e defeitos não as tornam frágeis.*

Cor

A cor de um produto cerâmico não é suficiente para se avaliar a sua qualidade. Embora normalmente as peças mais escuras sejam resultantes de uma queima mais completa, isto depende também da matéria-prima utilizada. Por isto, uma peça clara de uma olaria pode ter uma qualidade equivalente ou melhor do que a escura de outra. A qualidade da queima pode ser mais bem avaliada a partir da sonoridade, da absorção d'água e da resistência mecânica.

Planeza

Apoiada sobre uma superfície plana, uma telha deve ter as suas arestas longitudinais totalmente apoiadas sobre a superfície. A deformação desta planeza é denominada empenamento e pode ser de dois tipos:

Deflexão é a curvatura das arestas longitudinais. **Torção** é a curvatura das arestas transversais.

A norma NBR 9601/86 admite um limite de 5 mm para o empenamento de qualquer tipo.

- *Separa-se ao acaso 6 telhas de capa e 6 de canal do lote em exposição.*
- *Se a telha for francesa, basta uma amostra de 6 peças.*
- *Apoia-se cada uma delas sobre uma superfície plana e mede-se o maior afastamento que aparecer entre ela e as arestas longitudinais.*
- *Para as telhas francesas, apoia-se invertidas em relação à posição normal de instalação, de modo que o empenamento seja verificado nas suas arestas superiores.*
- *Aprova-se o lote se uma peça, das 12 medidas, exceder os 5 mm de empenamento aceitável, e rejeita-se se 3 ou mais peças excederem este limite.*
- *Se o número de peças defeituosas estiver entre 1 e 3, repete-se a amostragem e a medição.*
- *Na segunda medição, aceita-se o lote se o mesmo acusar até 3 peças com empenamento maior do que 5 mm e rejeita-se se 4 ou mais peças excederem este limite.*

Impermeabilidade

Submetida ao ensaio descrito na norma NBR 8948/85, a telha não pode apresentar vazamentos ou gotas na face inferior, tolerando-se apenas a formação de manchas de umidade.

- *Este ensaio deve ser realizado em laboratório, com equipamento adequado.*

Absorção d'água

De acordo com a norma NBR 8947/85, a telha cerâmica não pode absorver mais do que 20% do seu peso em água. Assim, uma telha de 2.500 g não deve absorver mais do que 50 ml de água, equivalente a uma xícara de cafezinho.

- *Este ensaio deve ser realizado em laboratório, com equipamento adequado.*

Resistência à flexão

De acordo com a norma NBR 9602/86, a telha cerâmica de capa e canal deve resistir a pelo menos 100 kgf (quilogramas força) e as de encaixe, a pelo menos 70 kgf.

- *Este ensaio deve ser realizado em laboratório, com equipamento adequado.*

X - Embasamento Legal Para O Aproveitamento De Substâncias Minerais.

Para o aproveitamento de substâncias minerais em território nacional, o interessado deverá seguir as legislações pertinentes. Além das leis próprias exigidas para exercer uma atividade econômica, as legislações mineral e ambiental deverão ser cumpridas.

De acordo com a Constituição Federal, o subsolo pertence à União. Devido a isso a liberação de uma atividade mineral deverá ser autorizada pelo Ministério de Minas e Energia via Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM).

X.1 - Código de Mineração

A Portaria-DNPM - 40/2000 estabelece o tamanho máximo das áreas máximas requeridas. O Código de Mineração e legislações posteriores determinam quais os regimes de exploração e aproveitamento de substâncias minerais.

Os bens minerais comumente pesquisados e explorados no Paraná são as de emprego imediato na construção civil e às substâncias minerais industriais não incluídas na categoria daquelas que podem ser exploradas pelo regime de Licenciamento.

O tamanho máximo das áreas para as substâncias minerais enquadradas nestas situações é de 50 hectares e 1.000 hectares respectivamente.

Os regimes de exploração e aproveitamento das substâncias minerais são os seguintes: de autorização; de concessão; de licenciamento, de permissão de lavra garimpeira, de extração e de monopólio.

X.2 - Autorização de Pesquisa Mineral

Quando o interessado ou a empresa desconhece o local exato onde ocorre a substância mineral a ser pesquisada, poderá requerer a Autorização de Pesquisa Mineral junto ao DNPM. Esta autorização independe do consentimento prévio do proprietário do terreno e da prefeitura (ou prefeituras) onde está localizada a área a ser pesquisada.

Entende-se por pesquisa mineral a execução dos trabalhos necessários à definição da jazida, sua avaliação e determinação da exeqüibilidade de seu aproveitamento econômico.

Ao término do período liberado pela Autorização de Pesquisa, poderá ser requerida a Concessão de Lavra.

X.2.1 - Requerimento da Autorização de Pesquisa Mineral

O primeiro passo será o interessado, de posse da localização correta da área de interesse preferencialmente plotada em mapa na escala 1:50.000 dirigir-se à Seção de Controle de Áreas do DNPM para verificar se existe algum requerimento em vigor na área pretendida.

No caso da área encontrar-se livre, deverá o interessado contratar um geólogo ou engenheiro de minas para requerer a AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA MINERAL, que deverá ser protocolizado no DNPM.

Deverá contemplar uma área máxima definida pela legislação para a substância mineral pretendida.

Todo processo iniciado no DNPM dá origem a um registro numerado, que deverá ser citado em qualquer documento a ser anexado ao mesmo para facilitar sua localização.

A partir da protocolização é realizada a análise da documentação apresentada e coletado os dados do memorial descritivo, que posteriormente são plotados em mapas (overlays) para estudo de prioridade da Autorização.

O Alvará de Pesquisa terá o prazo de 02 anos, renovável por mais 01 ano, e será publicado no Diário Oficial da União, autorizando o requerente a efetuar os trabalhos de pesquisa mineral programados. Durante este prazo o detentor do Alvará, no caso de necessitar explorar a jazida, deverá solicitar ao DNPM a Guia de Utilização, devendo apresentar a Licença Ambiental de Operação, anuência dos superficiários e Relatório Parcial de Pesquisa Mineral.

Dentro do prazo de vigência do Alvará de Pesquisa, o detentor deverá apresentar um Relatório conclusivo, pela existência ou não de uma jazida economicamente explotável. No caso da existência de jazida economicamente explotável o titular, no prazo máximo de 01 ano após a publicação da aprovação do Relatório Final de Pesquisa, deverá apresentar o Plano de Aproveitamento Econômico ou Plano de Lavra da jazida, que depois de analisado pelo DNPM e estando anexado ao Processo a Licença Ambiental de Instalação vigente, será encaminhado para Brasília para a outorga da Portaria de Lavra (Concessão) pelo Ministro de Minas e Energia.

X.3 - Concessão de Lavra

Entende-se por lavra o conjunto de operações coordenadas, objetivando o aproveitamento industrial da jazida a começar da extração das substâncias minerais úteis que contiver até o seu beneficiamento. Na outorga da lavra serão observadas as

seguintes condições: a jazida deverá estar pesquisada; e a área de lavra será adequada a condução técnico-econômica dos trabalhos de extração e beneficiamento, respeitados os limites da área de pesquisa.

X.4 - Licenciamento

O regime de Licenciamento será liberado exclusivamente para substâncias minerais de emprego imediato na construção civil. Tem por princípio que é conhecida a existência da substância mineral naquela área requerida. Não necessitando de um período destinado a pesquisa mineral. O Requerimento pode ser feito por pessoa física, mas o Registro só é outorgado a pessoa jurídica, considerando que a pessoa física não pode comercializar.

As substâncias minerais que podem ser aproveitadas tanto pelo regime de licenciamento como pelo de autorização e concessão, limitados à área máxima de 50 (cinqüenta) hectares. São os seguintes bens minerais enquadrados nesta situação:

- Areias, cascalhos e saibros para utilização imediata na construção civil, no preparo de agregados e argamassas, desde que não sejam submetidos a processo industrial de beneficiamento, nem se destinem como matéria-prima àindústria de transformação.
- Rochas e outras substâncias minerais, quando aparelhadas para paralelepípedos, guias, sarjetas, moirões e afins.
- Argilas usadas no fabrico de cerâmica vermelha.
- Rochas, quando britadas para o uso imediato na construção civil e os calcários empregados como corretivos de solo na agricultura.

Incluem-se entre os produtos da cerâmica vermelha os tijolos, telhas, lajotas para pisos e lajes pré-moldadas, manilhas, peças vazadas, etc.

Como o requerimento é encaminhado àPrefeitura sem um memorial descritivo da área, o controle do limite de 50 hectares fica a cargo do DNPM, por ocasião do registro de licença naquele órgão do Ministério de Minas e Energia.

X.4.1 - Como Obter o Licenciamento

O primeiro passo para se habilitar ao Licenciamento Mineral a empresa ou pessoa física deve ser proprietária do solo onde se encontra a jazida ou ter a devida autorização de todos os proprietários.

Satisfazendo a (empresa) este quesito, deverá requerer àPrefeitura do local onde se situa a jazida Licença específica para exploração mineral. No caso da jazida situar-se em mais de um Município, deverá obter a Licença de todas as Prefeituras.

O próximo passo deverá ser a contratação pela empresa de profissional habilitado (geólogo, engenheiro de minas, etc) para a elaboração do Requerimento De Registro De Licença.

O Requerimento De Registro De Licença deverá ser protocolizado no DNPM em 02 (duas) vias contendo obrigatoriamente:

a) Formulários de 01 a 04 devidamente preenchidos e assinados;

b) Planta de detalhe da área;

c) Planta de situação da área;

d) Memorial descritivo da área;

e) Licença municipal;

f) Prova do visto do CREA estadual e anotação de responsabilidade técnica (art) do profissional que assina o memorial descritivo;

g) Declaração de ser o requerente proprietário do solo ou autorização do(s) proprietário(s);

h) Prova de recolhimento de emolumentos no valor de R$48,60 junto ao Banco do Brasil em guia própria do DNPM;

i) Cópia do cadastro nacional de pessoas jurídicas – CNPJ geral de contribuintes – CGC;

j) Comprovação do número de Registro da sociedade no órgão de Registro de Comércio de sua sede.

Este Requerimento De Registro De Licença deverá contemplar uma área máxima de 50 (cinqüenta) hectares, e quando protocolizado no DNPM dá origem a um processo que recebe uma numeração do tipo 826.XXX/ANO, que servirá para a sua localização e deverá ser citado em qualquer documento a ser anexado a ele.

A partir da protocolização é realizada a análise da documentação apresentada e coletado os dados do memorial descritivo, que posteriormente são plotados em mapas (overlays) para estudo de prioridade do Requerimento.

A análise da documentação e o estudo da prioridade do Requerimento podem levar as seguintes conclusões:

a) Indeferimento Liminar Do Requerimento - No caso de não apresentação de algum documento essencial ou preenchimento incorreto dos formulários.

b) Indeferimento Por Interferência Total - No caso de a área requerida já estar totalmente onerada por algum processo anterior que esteja vigente na data de protocolização.

c) Interferência Parcial - No caso de a área requerida estar parcialmente ocupada por algum processo anterior que esteja vigente na data de protocolização do Requerimento. Nesta situação, é realizado pelo DNPM a retirada da interferência , com a área remanescente ficando passível de obter o REGISTRO.

d) Área Livre - No caso de não haver nenhum processo vigente na data de protocolização do Requerimento abrangendo a área requerida, ficando esta passível de obter o REGISTRO.

Nas situações de área parcial ou totalmente livre, o Registro do Licenciamento é efetivado, se no processo já estiver anexada Licença Ambiental de Instalação, expedida pelo IAP. Com o titular sendo obrigado a anexar ao Processo no prazo máximo de 180 dias a Licença Ambiental de Operação, sob pena de cancelamento do Registro.

A Licença Municipal deve ser expedida por um prazo determinado, não especificando a regulamentação da lei qual seria este prazo. Assim, a prefeitura municipal poderá emitir tal licença com prazo de validade que melhor lhe convier, devendo ser levado em consideração que um empreendimento minerário possui um prazo de implantação e amortização dos investimentos relativamente longos, dependendo da situação superior a cinco anos, sendo necessário que o período de vigência da licença seja compatível com tal peculiaridade.

A emissão da Licença Municipal não dá direito ao requerente de iniciar os trabalhos de lavra. Tal atividade somente poderá iniciar-se após a publicação em Diário Oficial, pelo DNPM, do competente título e emissão pelo órgão ambiental das devidas licenças.

O aproveitamento de substâncias minerais englobadas no Regime de Licenciamento, também pode ser realizado através do regime de autorização e concessão.

X.5 - Legislação Ambiental e Código Florestal

O Código Florestal estabelece áreas consideradas de preservação permanente. São áreas onde a atividade mineral não pode ser exercida. Dela se obtém as distâncias, por exemplo, dos cursos de água onde não se pode exercer a mineração.

A Resolução 303 de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.

A observância do cumprimento de dispositivos legais estabelecidos para o Setor Mineral, no âmbito do território paranaense, é atribuição dos órgãos ambientais nas áreas de suas competências (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e recursos Naturais Renováveis – IBAMA, IAP e Promotoria Pública).

MINEROPAR
BIBLIOTECA

Referências

BROWN, Geoff et al. **Os recursos físicos da terra (5238) – Bloco 2 – materiais de construção e outras matérias brutas.** Campinas : UNICAMP/The Open University, 1995.

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. **Avaliação regional do setor mineral do Paraná.** Curitiba : MINEROPAR/DNPM, 1994.

GOMES, C. F. **Argilas o que são e para que servem.** Lisboa : Fundação Calouste Gulbenkian, 1988.

LOYOLA, L. C. de. **Avaliação do potencial mineral e consultoria técnica no município de Paraíso do Norte.** Curitiba : MINEROPAR, 2003. 52 p. , anexos.

____. **Cerâmica vermelha:** ensaios tecnológicos. Curitiba : MINEROPAR, 2000. 24 p.

____. **Programa de capacitação de recursos humanos na indústria cerâmica do estado Paraná:** As argilas e sua importância para a cerâmica estrutural. Curitiba : MINEROPAR/SERT, 1998. não paginada.

LOYOLA, L. C. et al. **Programa de treinamento para produtores de cerâmica vermelha do oeste paranaense.** Curitiba : SEBRAE/MINEROPAR, 1992.

MANNING, D. A. C. **Introduction to industrial minerals.** London : Chapman & Hall, 1995. 276 p.

RODRIGUES, R.; QUADROS, L. P. Mineralogia das argilas e teor de boro das formações paleozóicas da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA (29 : 1976 : Ouro Preto). **Anais...** Ouro Preto : SBG, 1976. v.1. p. 351-379.

SANTOS, P. S. **Ciência e tecnologia de argilas.** 2. ed. rev. ampl. São Paulo : Editora Edgard Blücher Ltda., 1989. v. 1.

Registro n. 1742
Biblioteca/Mineropar