

Relatório Descritivo da Patente de Invenção do "PROCESSO PARA FABRICAÇÃO DE PRODUTO CERÂMICO DE BAIXA DENSIDADE - PLACAS LEVES".

5 Refere-se o presente invento a um processo para fabricação de placas leves utilizando como matéria-prima o rejeito de retortagem (pirólise) do xisto oleífero da Formação Irati ou materiais argilosos em geral. O rejeito da industrialização do xisto a que se refere esta invenção é constituído por argilominerais dos grupos de camadas 2:1 e de camada mista e do grupo de caulinita, minerais do grupo das micas, quartzo, feldspato, pirita, gipsita e dolomita, tendo
10 as ditas matérias-primas a seguinte composição química: SiO_2 - 45% a 65%; Al_2O_3 - 5% a 20%; Fe_2O_3 - 3% a 15%; TiO_2 - 0,1% a 5%; P_2O_5 - 0,1% a 3%; Na_2O - 1% a 9%; K_2O - 1% a 9%; CaO - 1% a 9%; MgO - 1% a 9%, perda ao fogo 5% a 25%.

15 O invento refere-se ao setor técnico da área de cerâmica já que envolve processamentos de cominuição granulométrica, conformação e queima da matéria-prima visando a produção de placas leves artificiais.

As placas leves são utilizadas em aplicações, quando as
20 principais características desejadas do produto final são a leveza, a resistência à compressão, o isolamento térmico e acústico, a imputrescibilidade e a resistência à corrosão. Dependendo das matérias-primas e do processo de produção adotado, as placas leves podem diferir enormemente em suas propriedades, o que irá
25 determinar a aplicabilidade nos sistemas construtivos aos quais forem empregadas. A densidade e a resistência à compressão da placa leve são as principais propriedades que irão definir a sua aplicabilidade.

De uma maneira geral, as placas leves podem ser classificadas, de acordo com os materiais utilizados em sua produção, dentro dos seguintes grupos a exemplo do que ocorre com os materiais cerâmicos leves já produzidos:

- 5 1. Materiais de ocorrência natural tais como tufo vulcânico, pumicito e calcários porosos;
2. Materiais de ocorrência natural que necessitem, para utilização, de um processamento adequado, tais como argilas, xistos e outros materiais como perlita e vermiculita;
- 10 3. Sub-produtos industriais tais como cinzas volantes sinterizadas e escórias de alto forno.

A fabricação de placas leves artificiais a partir de materiais naturais envolve uma série de processamentos que irão depender fundamentalmente da natureza da matéria-prima utilizada e das
15 características do produto a ser obtido.

Na presente invenção, o xisto pirolisado ou retornado, rejeito do processamento industrial para obtenção de combustíveis a partir do xisto oleífero da Formação Irati, é submetido a uma seqüência de operações de britagem, cominuição, classificação e separação
20 granulométrica, umidificação, conformação e queima visando obter suas melhores condições de piroexpansão (expansão pirolástica) para a produção de placas leves. Essas placas leves são caracterizadas como a extensão do conceito de agregado leve, uma vez que o processo de conformação empregado, prensagem ou
25 extrusão, representa a produção de uma placa monolítica de agregado leve com área superficial de até 6 m².

A produção de materiais leves é bem conhecida e documentada pela literatura em Tecnologia de Argilas - Pêrsio de Souza Santos/1975 e Information Circular nº 8233 - U.S. Bureau of Mines/1964 envolvendo basicamente a conformação adequada da matéria-prima e sua queima. São dois os principais processos de queima utilizados para a fabricação de materiais leves cerâmicos. O primeiro baseia-se na propriedade piroexpansiva de certas argilas, folhelhos e materiais argilosos e ardósias quando aquecidas à temperatura de fusão incipiente. Nesse processo a queima é realizada em fornos rotativos, cujos cálculos para dimensionamento são descritos por SHARMA em Chemical Era/novembro 1975. Nesse processo são obtidos materiais cerâmicos leves de forma aproximadamente esférica, recobertos com uma película protetora impermeável, de natureza vítrea, que lhes confere uma boa resistência mecânica e uma baixa absorção d'água. O segundo processo consiste na sinterização da matéria-prima em estado granular. Nesse processo, a matéria-prima não necessita possuir propriedades piroexpansivas já que a baixa massa específica do agregado leve produzido advém da sinterização do material granular. Um exemplo de utilização de matéria-prima não piroexpansiva para produção de materiais cerâmicos leves sinterizados é apresentado por CHOPRA & LAU, no Indian Concrete Journal/maio 1961, que utilizaram várias cinzas volantes de carvão de termelétricas. A sinterização da matéria-prima em estado granular é feita em forno de grelha e a camada ou leito sinterizado produzido é britado e separado em frações granulométricas adequadas. Os materiais cerâmicos leves produzidos por esse processo apresentam uma estrutura sólida

celular com vazios intersticiais e poros abertos, de tal forma que apresentam, geralmente, menor resistência mecânica e maior absorção d'água que os materiais equivalentes produzidos pelo processo de forno rotativo. Uma variedade significativamente maior
5 de matérias-primas pode ser utilizada para fabricação de materiais cerâmicos leves pelo processo de sinterização em forno grelha, já que não necessitam, obrigatoriamente, possuir propriedades piroexpansivas, porém, os materiais cerâmicos leves produzidos pelo processo do forno rotativo são de melhor qualidade. A produção de
10 placas leves a partir da adesão desses materiais cerâmicos leves pode ser obtida a partir do uso de formas refratárias. Essas formas refratárias, contendo um certo volume do material cerâmico leve são submetidas a um rápido aquecimento até temperaturas pouco abaixo daquela característica da piroexpansão do material, sendo em
15 seguida resfriadas lentamente até a temperatura ambiente

Já a obtenção de placas leves produzidas a partir da conformação por prensagem ou extrusão das matérias-primas cominuídas, umidificadas e misturadas envolve o controle da piroexpansão das peças durante o ciclo de queima empregado no
20 forno, de modo a alcançar as dimensões finais desejadas na placa leve.

O processo de piroexpansão consiste na formação de uma fase vítrea em alta temperatura concomitantemente à geração de gases no seio do material, de tal forma que, possuindo elevada
25 viscosidade, a fase vítrea impeça a saída desses gases do interior da placa provocando sua expansão com a formação de uma estrutura celular, com micro poros distribuídos uniformemente por todo o

volume. A utilização de uma determinada matéria-prima para produção de placas leves depende de suas características piroexpansivas e principalmente da faixa de temperaturas em que essas ocorrem. A correlação entre as composições química e mineralógica de argilas com suas propriedades piroexpansivas é citada por RILEY, no Journal of the American Ceramic Society/vol.34, nº 4, 1951, da mesma forma que a pesquisa de uma série de argilas visando determinar suas faixas de temperatura características de piroexpansão para produção de materiais cerâmicos leves é mencionada no Report Investigation nº 5202-U.S. Bureau of Mines/1956, no Information Circular nº 8228-U.S. Bureau of Mines/1962, no Informations Circular nº 8228-U.S. Bureau of Mines/1964 e em Tecnologia de Argilas / Persio de Souza Santos/1975.

O grande interesse na caracterização das propriedades piroexpansivas das argilas reside no fato de que nem todas apresentam tais propriedades e aquelas que apresentam, nem sempre se desenvolvem numa faixa de temperaturas adequadas para sua utilização industrial. A melhoria das propriedades piroexpansivas de algumas matérias-primas pela adição e mistura de outros materiais tem sido objeto de patentes. T. A. KLINEFELTER, em U.S. nº 2.493.763- jan.1950, descreve um método para produção de materiais cerâmicos leves de argila expandida que consiste no tratamento em temperaturas elevadas de uma mistura íntima de argilas com ao menos uma substância de enxofre termicamente instável. L. J. MINNICK, em U.S. Pat. nº 2.987.411- junho, 1961, descreve um processo para fabricação de materiais cerâmicos leves

preparados pela queima em atmosfera não-oxidante de uma mistura íntima de cinzas-volantes de carvão e um material pertencente ao grupo das argilas, xisto ou uma mistura desses. Segundo SOUZA SANTOS, em Tecnologia de Argilas/1975, nos Estados Unidos os materiais cerâmicos leves feitos pela expansão pirolástica de argilas e folhelhos argilosos são comercializados pelos nomes de Haydite, Rocklite, Gravelite, Cel-Seal e outros. Na Europa o nome LECA (*light expanded clay aggregate*) está associado à argila expandida. No Brasil, agregados leves são produzidos pela empresa CINASITA (São Paulo) e pela CINEXPAN (São Paulo).

A presente invenção trata da utilização do rejeito de retortagem ou pirólise do xisto da Formação Irati ou materiais argilosos em geral, como matérias-primas para fabricação de placas leves e do processo desenvolvido para tal objetivo.

O xisto pirolisado ou retortado da Formação Irati apresenta uma estrutura compacta, não desagregável em água, de tal forma que, para a obtenção desse material em granulacão fina, são necessárias operações de britagem e cominuição. No presente processo, o xisto pirolisado ou retortado de Formação Irati, com uma umidade não superior a 10% em peso, é britado em um britador de mandíbulas e o material britado é classificado em um sistema de peneiras. O xisto pirolisado britado é submetido a uma operação de cominuição a seco em moinho de bolas para a obtenção de um material de granulacão fina. A operação de cominuição a seco em moinho de bolas é processada com exaustão permanente de ar, mantida por um sistema de aspiracão, de tal forma que o xisto pirolisado cominuído é transportado pneumaticamente até um

classificador granulométrico, do tipo ciclone, onde são separadas duas frações: uma de diâmetro médio equivalente superior a 0,250mm (equivalente à peneira de número 60), que é retornada ao moinho de bolas para ser novamente cominuída, e a fração de diâmetro médio equivalente, inferior a 0,250mm (equivalente à peneira de número 60) que é recolhida em um sistema de filtragem do tipo filtro de mangas. O xisto pirolisado cominuído retido no filtro de mangas é então admitido em uma umidificadora, do tipo misturadora, onde é misturado com água numa proporção de 10% a 30% em peso até que seja obtido um material com características adequadas à sua conformação, por prensagem ou extrusão. Para tal, é necessário que o xisto retornado ou pirolisado cominuído a uma granulação inferior ao diâmetro médio equivalente a 0,250 mm, apresente uma faixa de distribuição granulométrica bem ampla, com um teor elevado de partículas com diâmetro médio equivalente abaixo de 60 microns.

A mistura xisto retornado ou pirolisado cominuído ou materiais argilosos em geral e água em condições adequadas, é adicionada a: (a) uma prensa equipada com formas constituídas por blocos metálicos que compõem o molde capazes de conformar um volume de até $2,0 \times 3,0 \times 0,20m^3$; a etapa de prensagem utiliza pressões de até 100 kgf/cm^2 em função da área total da placa leve produzida, de forma a assegurar manuseabilidade adequada ao corpo a verde, durante o processamento de queima; ou (b) uma extrusora constituída por uma câmara de pré-prensagem, para homogeneização da massa, uma câmara a vácuo para desaeração da massa e uma câmara de prensagem e extrusão onde a massa é

forçada a passar por bocal de extrusão, cuja matriz apresenta furos circulares. Os cilindros extrusados podem ser produzidos em diâmetros que variam de 0,5cm a 2,0cm. Os cilindros extrusados produzidos apresentam baixo grau de adesão e uma resistência mecânica adequada à sua calandragem posterior gerando placas com área de até 6m².

A queima das placas de xisto retornado ou pirolisado cominuído, umidificadas e prensadas ou extrusadas é realizada em um forno túnel ou estático. O tempo de residência das placas prensadas de xisto pirolisado no interior do forno é de até 24 horas, incluindo aquecimento e resfriamento, utilizando uma temperatura máxima compreendida entre 1000°C e 1300°C. A alimentação ao forno das placas de xisto pirolisado ou retornado, ou materiais argilosos em geral, umidificadas e prensadas ou extrusadas, é feita em vagonetes equipados com mobília refratária capaz de suportar temperaturas de até 1300°C sem deformação, pela extremidade oposta à zona de maior temperatura, e portanto, na região de menor temperatura do forno – caso forno túnel – ou com o forno frio – caso forno estático. A fase inicial do ciclo de queima consiste na secagem das placas prensadas ou extrusadas que tem que ser feita lentamente para se evitar a saída brusca de água e a ruptura ou explosão das peças. A secagem ocorre na faixa de temperatura de 100°C a 200°C. A fase seguinte envolve a eliminação da água residual, combustão do carbono e enxofre residuais e início da desidratação dos argilominerais presentes. Esta fase se processa na faixa de 200°C a 600°C e também deve ser efetuada lentamente para que se evite a saída brusca dos gases e a ruptura das peças. A partir de 600°C a

taxa de aquecimento é aumentada e passam a ocorrer a desestruturação dos argilominerais, a formação de fase vítrea e a ocorrência de reações geradoras de gases que irão determinar a piroexpansão do material. A temperatura superior de queima, nos
5 últimos seguimentos do forno túnel ou a temperatura máxima de queima no forno estático é mantida na faixa de 1000°C a 1300°C por até 2 horas, seguindo-se uma etapa de resfriamento lento.

As placas leves produzidas pela queima das placas de xisto retornado ou pirolisado cominuído, ou materiais argilosos em geral,
10 apresentam forma geométrica regular, superfície plana rugosa, estrutura celular homogênea com micro poros e um encapado superficial formado por uma fase vítrea que confere ao produto uma baixa absorção d'água.

REIVINDICAÇÕES

1 - "PROCESSO PARA FABRICAÇÃO DE PRODUTO CERÂMICO DE BAIXA DENSIDADE - PLACAS LEVES", caracterizado pela utilização do rejeito de retortagem do xisto como matéria-prima, que é composta por argilominerais dos grupos de camadas 2:1 e de camada mista e do grupo de caulinita, minerais do grupo das micas, quartzo, feldspato, pirita, gipsita e dolomita, tendo a dita matéria-prima a seguinte composição química: SiO_2 - 45% a 65%; Al_2O_3 - 5% a 20%; Fe_2O_3 - 3% a 15%; TiO_2 - 0,1% a 5%; P_2O_5 - 0,1% a 3%; Na_2O - 1% a 9%; K_2O - 1% a 9%; CaO - 1% a 9%; MgO - 1% a 9%, perda ao fogo 5% a 25%, envolvendo as operações de britagem e cominuição abaixo de 0,250 mm, umidificação com água entre 10% a 30% em peso, ou argilas e folhelhos argilosos ricos em illita, illita-montmorilonita, vermiculitas, cloritas, paligorsquitas e sepiolitas, conformação por prensagem ou extrusão do material composto pelas ditas matérias-primas britadas e cominuídas abaixo de 0,250 mm, umidificadas com 10% a 30% em peso de água, sendo, em seguida, submetidas às etapas de secagem, eliminação de água residual, combustão do carbono e do enxofre, desidroxilação de argilominerais, piroexpansão e resfriamento com recuperação do ar aquecido, durante a operação de queima na faixa de 1000°C a 1300°C.

2 - "PRODUTO CERÂMICO DE BAIXA DENSIDADE - PLACAS LEVES", com aplicação como isolante acústico, isolante térmico, material de revestimento, pisos elevados, divisórias, forros, base para pavimentação, paredes, piso e cobertura de casas, dentre outras aplicações, caracterizado pela utilização do rejeito de retortagem do

xisto (xisto retortado ou pirolizado) como matéria-prima, que é composta por argilominerais dos grupos de camadas 2:1 e de camada mista e do grupo de caulinita, minerais do grupo das micas, quartzo, feldspato, pirita, gipsita e dolomita, tendo a dita matéria-prima a seguinte composição química: SiO_2 - 45% a 65%; Al_2O_3 - 5% a 20%; Fe_2O_3 - 3% a 15%; TiO_2 - 0,1% a 5%; P_2O_5 - 0,1% a 3%; Na_2O - 1% a 9%; K_2O - 1% a 9%; CaO - 1% a 9%; MgO - 1% a 9%, perda ao fogo 5% a 25% envolvendo as operações de britagem e cominuição abaixo de 0,250 mm, umidificação com água entre 10% a 20% em peso, ou argilas e folhelhos argilosos ricos em ilita, ilita-montmorilonita, vermiculitas, cloritas, paligorsquitas e sepiolitas, prensagem ou extrusão do material composto pelas ditas matérias-primas britadas e cominuídas abaixo de 0,250 mm, umidificadas com 10% a 30% em peso de água, sendo, em seguida, submetidas às etapas de secagem, eliminação de água residual, combustão do carbono e do enxofre, desidroxilação de argilominerais, piroexpansão e resfriamento com recuperação do ar aquecido, durante a operação de queima na faixa de 1000°C a 1300°C, gerando produto com as seguintes características: absorção de água = máx. 6 a 12%; resistência à compressão = acima de 100kgf/cm²; espessura: min. = 10 mm; máx. = ilimitada, considerando a possibilidade de autoadesão de placas; peso por m² para espessuras de 20 mm = até 20 kg/m²; suporta temperaturas de até 950 °C; condutibilidade térmica máxima = 0,1 kcal/m.h.°C; densidade máxima = 0,9; massa específica aparente = 0,80 a 0,90 toneladas/m³ ; propriedades do compósito com cimento *Portland*: $\gamma = 1440$ a 1900kg/m³; fck = 200 a 400 kg/cm²