

CARACTERIZAÇÃO DE MINERAIS DE PEGMATITO DO TIPO CAULIM, FELDSPATO E QUARTZO DA REGIÃO SERIDÓ – RN PARA USO EM CERÂMICA BRANCA

G. C. Luna da Silveira¹; W. Acchar¹; U. U. Gomes¹; M. R. de Sousa²; R.V. Luna da Silveira³

¹UFRN/CCET/PPGCEM – Av. Senador Salgado Filho, 3000, Lagoa Nova – Natal – RN. 59.078-970.

²IFRN – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte | Natal – Central endereço: Avenida Senador Salgado Filho, 1559, Tirol. Natal - RN | CEP 59015-000.

³UFRN/CT/PPgEEC – Av. Senador Salgado Filho, 3000, Lagoa Nova – Natal – RN. 59.078-970.

glebacoelli@hotmail.com

RESUMO

No Brasil, os principais depósitos de pegmatitos localizam-se nos estados da Paraíba, Rio Grande do Norte e no norte de Minas Gerais. O caulim é um material argiloso com baixo teor de ferro, cor branca ou quase branca e fina granulometria. Denomina-se feldspato os minerais constituídos de aluminossilicatos de potássio, sódio e cálcio, e o quartzo podendo ser de origem primária (quartzitos) ou secundária (areias e arenitos) usados em cerâmica. As argilas, devido sua plasticidade, influenciam na resistência mecânica das amostras quando estas passam de verde para seco. Na indústria de cerâmica branca e de revestimento são usadas várias formulações contendo matérias-primas para obtenção de produtos como porcelanatos, louças sanitárias, azulejos, ladrilhos, pastilhas e pisos cerâmicos. Neste trabalho as matérias-primas caulim, feldspato e quartzo foram analisados através das técnicas de FRX, DRX, MEV e análise granulométrica, tendo o resultado das análises, fornecido percentuais apreciados pelas normas técnicas em cerâmica branca.

Palavras-chaves: caracterização, pegmatito, cerâmica branca, região Seridó/RN, Indústria cerâmica.

1 INTRODUÇÃO

O pegmatito é uma variedade de rocha granítica na qual ocorre similaridade com a composição mineralógica, mas diferindo nos tamanhos dos minerais constituintes, que no pegmatito se apresenta anormalmente grande (POPP, 1995)⁽¹⁾. O caulim é um produto que resulta da transformação em profundidade de minerais

do tipo alumino silicatos, podendo ser estes feldspatos, plagioclásios e feldspatóides, que se apresentam contidos em rochas. Para que essa transformação ocorra, acontece uma hidrólise dos silicatos com solubilização dos íons alcalinos e alcalino-terrosos sob a forma de carbonatos, permanecendo insolúveis os silicatos hidratados de alumínio que se cristalizam, devido a elevadas temperatura e pressão (BIFFI, 2002)⁽²⁾. O mineral caulinita, cuja fórmula é $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$, é o principal componente do caulim. O caulim se apresenta em uma massa compacta, terrosa, microcristalina, de dureza 1,0 Mohr, peso específico $2,6 \text{ g/cm}^3$ e baixo brilho de madrepérola (LUZ; DAMASCENO, 1993; BIFFI, 2002)⁽³⁾.

Os resíduos gerados e descartados pelas indústrias de beneficiamento de caulim localizadas nos municípios produtores entre os estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba afetam toda a comunidade que vive ali perto. Quase sempre estes resíduos são retirados e colocados de forma clandestina em terrenos baldios, nas margens dos rios e nas ruas dos bairros das periferias das cidades (CONAMA nº 307, 2002, In. SOUZA, 2007)⁽⁴⁾. Os maiores mercados consumidores se encontram nas indústrias de vidro e cerâmica, pois demandam especificações físicas e químicas e certo grau de uniformidade no suprimento do produto. Atualmente no Brasil, as rochas pegmatíticas são as principais fontes de feldspato para uso comercial. (LUZ; COELHO, 2005, In. LUNA DA SILVEIRA, 2010)⁽⁵⁾.

O feldspato usado como fluxante na indústria de cerâmica, seja ela de revestimento, de piso, louça sanitária, porcelana elétrica, fritas, vidrados e esmaltes, tem como função a formação de uma fase vítrea no corpo cerâmico promovendo a vitrificação e o transluzimento. Os feldspatos são usados no vidro vitrificado como fonte de álcalis e alumínio, e tanto nos vidros quanto nas cerâmicas, o feldspato contribui na forma de SiO_2 . Para o beneficiamento do feldspato se usa a flotação e separação magnética que remove os outros minerais presentes como, por exemplo, a mica, granada, ilmenita e quartzo.

Já em depósitos de pegmatitos e de areia feldspática, o quartzo está presente como co-produto. A presença de sílica tem vantagens em algumas aplicações, porém em outras requer um feldspato bastante puro e moído. Nos depósitos silicosos secundários, em geral, encontramos mais impurezas não quartzosas do que nos depósitos primários, e estas são do tipo micas, feldspatos, óxidos e hidróxidos de ferro, materiais argilosos e vegetais.

Quando falamos em quartzitos nos referimos a depósitos de quartzo do tipo sedimentar que são muito puros, sendo que estes têm como operação principal a moagem dos fragmentos seguida de uma classificação granulométrica. Já no que se trata das areias, ao serem empregadas na indústria cerâmica, passam por um processo de purificação e classificação compreendendo processos de lavagem, atrição, separação magnética, moagem, flotação e lixiviação.

Diante dos danos causados ao meio ambiente, e como consequência disso prejuízos econômicos e sociais, trazendo problemas de saúde às pessoas que ali vivem, é necessário que se desenvolvam critérios e procedimentos para a gestão dos mesmos, e também buscar a implantação de diretrizes públicas para acelerar o processo de redução dos impactos ambientais. Deve-se buscar uma aplicação para os resíduos provenientes do caulim explorado e beneficiado nos estados do RN/PB, para uso na indústria de cerâmica branca, pois só assim se dará um destino adequado a este material e como consequência será diminuído o impacto que o mesmo causa no ambiente e nos seres vivos que lá habitam (SOUSA, 2007)⁽⁶⁾. Na indústria de cerâmica branca e de revestimento são usadas várias formulações de misturas de matérias-primas para que se obtenham produtos finais do tipo porcelanatos, louças sanitárias, azulejos, ladrilhos, pastilhas e pisos cerâmicos.

Nas matérias-primas cerâmicas básicas que constituem as massas – também chamada massa triaxial, verifica-se a predominância de argila caulinítica, quartzo e feldspato (NESI; CARVALHO, 1999, In. LUNA DA SILVEIRA, 2010)⁽⁷⁾. No que se referem às cerâmicas brancas, estas são produtos obtidos através do uso de argilas com pequeníssimo percentual de óxido de ferro. Em geral, elas apresentam, quando queimadas nas temperaturas de 950°C a 1250°C, cores que variam do branco, rósea ou creme claro. Elas são as responsáveis pela produção de louças porosas (15% a 20% de AA), como no caso dos azulejos e as louças sanitárias, e pela produção de louças de grês (1% a 2% de AA), sendo mais usuais para pisos, revestimentos, ou porcelanas, nas modernas indústrias cerâmicas (SOUSA, 2007)⁽⁸⁾.

Segundo, (GUSMÃO et al, In SOUSA, 2007)⁽⁹⁾, existem depósitos de argilas plásticas para cerâmica branca em toda a faixa costeira do nordeste brasileiro, indo desde o estado de Alagoas até o sul do estado da Paraíba, como também as argilas de Oeiras, no estado do Piauí. Ainda podemos destacar as argilas do município de Alhambra, no estado da Paraíba, cujas matérias-primas são bastante utilizadas nas indústrias cerâmicas do Recife, no estado de Pernambuco, em Natal, no estado do

Rio Grande do Norte, e em Campina Grande, no estado da Paraíba, sendo ainda hoje exploradas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

As matérias-primas brasileiras foram coletadas nos municípios norte-riograndense de Parelhas e Equador (Figuras 01, 02 e 03). Em Parelhas, na empresa Mineradora Armil do Nordeste foram obtidos o quartzo, o feldspato, e na empresa CAULISE – Caulim do Seridó Ltda coletamos o caulim utilizado nas análises descritas abaixo.



Figura 01: Quartzo da Mineradora Armil do Nordeste



Figura 02: Feldespato da Mineradora Armil do Nordeste



Figura 03: Caulim da CAULISE – Caulim do Seridó Ltda.

2.2 Métodos

A caracterização química da matéria-prima foi feita através da técnica analítica de Fluorescência de Raios-X (FRX), cujas amostras foram analisadas no Laboratório de Geoquímica do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Os minerais também foram analisados pelo Difratorômetro de Raios X, (Marca RIGAKU), com radiação de Cu K α , $\lambda = 1,54056 \text{ \AA}$, filtro de Ni e monocromador de grafite, do Departamento de Cerâmica e do Vidro da Universidade de Aveiro, Aveiro – Portugal.

As imagens das matérias-primas foram obtidas através do Microscópio Eletrônico de Varredura do Departamento de Engenharia Cerâmica e do Vidro da Universidade de Aveiro, Aveiro – Portugal. O equipamento utilizado foi o Microscópio Eletrônico de Varredura HITACHI, SU – 70, cujos valores padrões são 15000 volts e 42 μm .

As análises granulométricas das matérias-primas foram realizadas através da técnica de classificação de partículas por difração à laser. As matérias-primas utilizadas foram moídas em moinho de bolas de alumina durante 24 horas. O equipamento utilizado foi o Granulômetro à Laser modelo 920L, Cilas – faixa de detecção: 0.30 μm – 400 μm /30 classes, pertencente ao Laboratório de Cerâmica e de Metais Especiais da UFRN.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização da matéria-prima foi feita através da análise química por fluorescência de raios-X, e pode ser visualizada através dos percentuais de óxidos encontrados no feldspato, caulim e quartzo contidos nas rochas pegmatíticas oriundos da região do Seridó, no estado do Rio Grande do Norte, como nos mostra a tabela abaixo.

Tabela 01: Minerais de Pegmatito da Região de Parelhas e Equador (RN/Brasil)

Minerais de Pegmatitos												
% de Óxidos	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	Na ₂ O	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	MnO	TiO ₂	CaO	K ₂ O	Total	PF*
Feldspato	62,99	18,72	0,02	2,28	0,01	0,07	0,00	0,01	0,1	13,15	97,344	2,656
Caulim	45,23	37,39	0,03	n.d.	0,23	0,3	0,01	0,02	0,03	0,09	83,206	16,794
Quartzo	96,40	1,76	0,08	0,21	0,00	0,02	0,00	0,01	0,04	n.d.	98,514	1,486

*Perda ao Fogo

3.1 Caracterização do feldspato

No DRX do feldspato (Figura 04) foram detectados os minerais: quartzo, microclínio, albita.

Na Figura 05, tem-se a análise granulométrica da amostra de feldspato e os vários diâmetros de suas partículas. A análise mostrou que o mesmo possui 10% de suas partículas com diâmetro inferior a 0,83 μm , 50% com diâmetro inferior a 2,41 μm , sendo 40% destes com diâmetro variando entre 0,83 μm e 2,41 μm . Ainda, 90% das partículas apresentaram diâmetro inferior a 7,12 μm , sendo que destes 40% se encontraram na faixa de 2,41 μm a 7,12 μm . Os outros 10% das partículas medidas apresentaram diâmetro variando entre 7,12 μm a 12,00 μm . O diâmetro médio das partículas de feldspato foi de 3,34 μm .

Na Figura 06 temos a micrografia do feldspato com uma ampliação de 5000x. A amostra foi analisada na forma de pó. O diâmetro das partículas se encontra em torno de 1 a 3 μm . As partículas pequenas estão agregadas à superfície das partículas maiores. Em toda a amostra os diâmetros das partículas são semelhantes e a amostra em si se apresenta bastante homogênea.

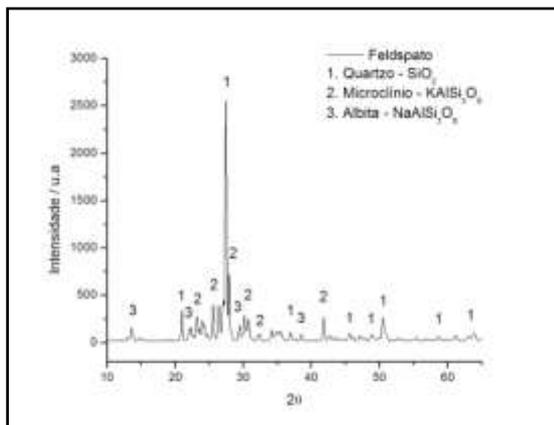


Figura 04: Análise de DRX do Feldspato

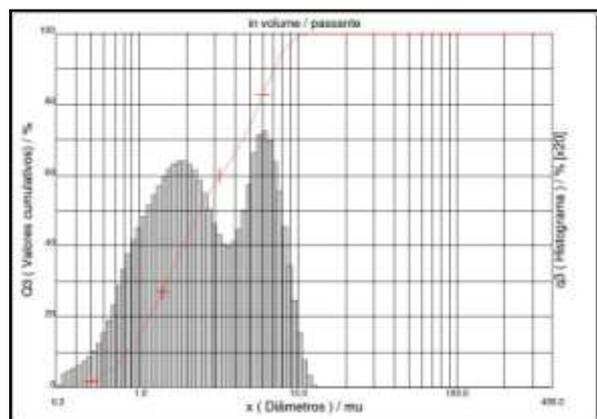


Figura 05: Distribuição Granulométrica do Feldspato

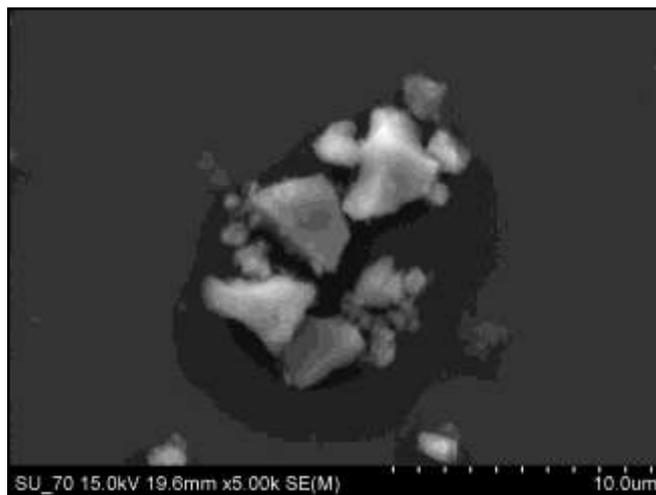


Figura 06: Micrografia Obtida por MEV – Feldspato.

3.2 Caracterização do caulim

No DRX do caulim (Figura 07) foram detectados os minerais: quartzo, caulinita e illita.

Na figura 08, temos a análise granulométrica da amostra de caulim e os vários diâmetros de suas partículas. O resultado mostrou que o mesmo possui 10% de suas partículas com diâmetro inferior a $0,73 \mu\text{m}$, 50% com diâmetro inferior a $2,21 \mu\text{m}$, sendo 40% destes com diâmetro variando entre $0,73 \mu\text{m}$ e $2,21 \mu\text{m}$. Ainda, 90% das partículas apresentaram diâmetro inferior a $7,55 \mu\text{m}$, sendo que destes 40% se encontraram na faixa de $2,21 \mu\text{m}$ a $7,55 \mu\text{m}$. Os outros 10% das partículas medidas apresentaram diâmetro variando entre $7,55 \mu\text{m}$ e $12,00 \mu\text{m}$. O diâmetro médio das partículas de caulim foi de $3,31 \mu\text{m}$.

Na figura 09 a seguir, temos a micrografia do caulim com uma ampliação de 5000x. A amostra foi analisada na forma de pó. As partículas escuras são devido ao fato das mesmas não refletirem bem os elétrons e serem mais finas. Apresentam uma forma mais lamelar e hexagonal e são identificadas placas de caulinita, umas sobre as outras com forma hexagonal.

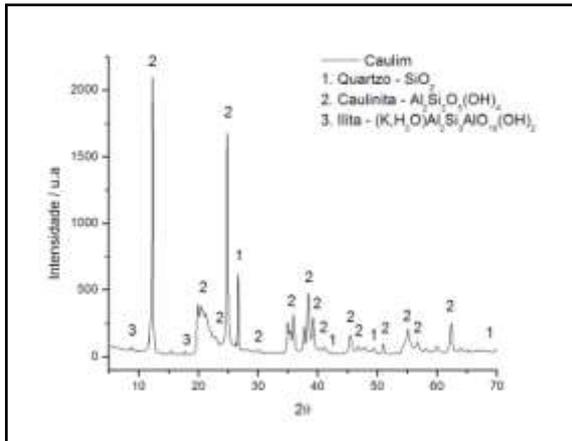


Figura 07: Análise de DRX do Caolim

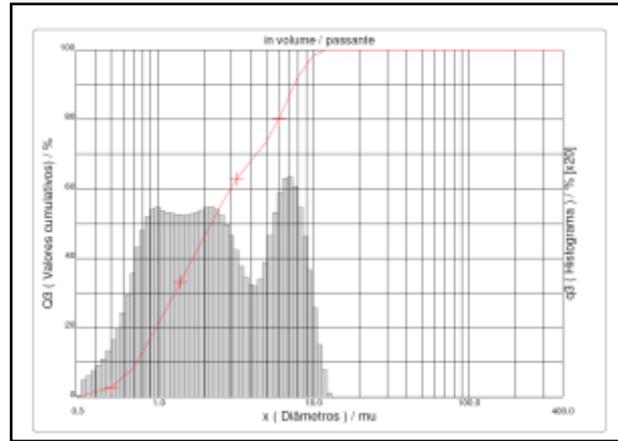


Figura 08: Distribuição Granulométrica do Caolim

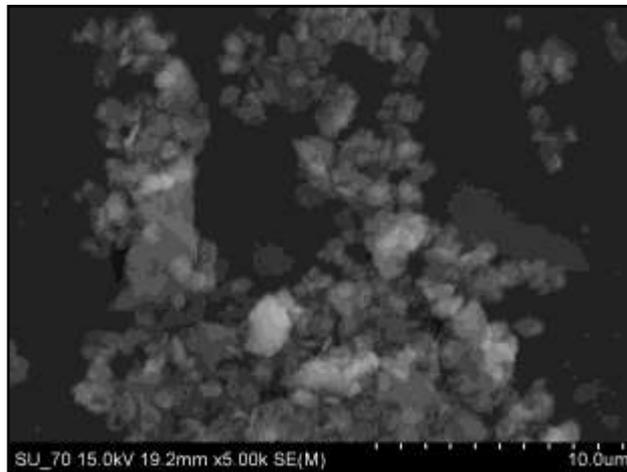


Figura 09: Micrografia Obtida por MEV – Caolim

3.3 Caracterização do quartzo

No DRX do quartzo (figura 10) foi detectada apenas a presença do mineral quartzo.

Na figura 11, tem-se a análise granulométrica da amostra de quartzo e os vários diâmetros de suas partículas. A análise mostrou que 10% das partículas apresentaram diâmetro inferior a 1,13 μm e 50% tiveram diâmetro inferior a 2,31 μm, sendo 40% destes com diâmetro variando entre 1,13 μm e 2,31 μm. Ainda, 90% das partículas apresentaram diâmetro inferior a 4,95 μm, sendo que destes, 40% se encontraram na faixa de 2,31 μm a 4,95 μm. Os outros 10% das partículas medidas

apresentaram diâmetro variando entre 4,95 μm e 8,00 μm . O diâmetro médio das partículas de quartzo foi de 2,77 μm .

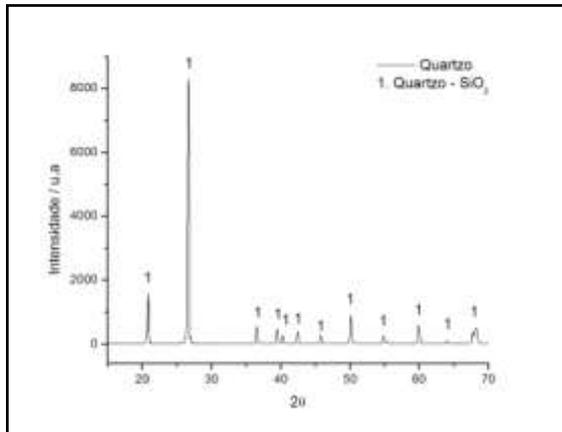


Figura 10: Análise de DRX do Quartzo

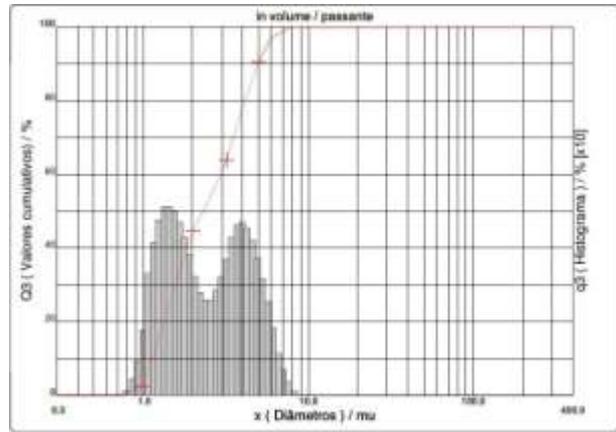


Figura 11: Distribuição Granulométria do Quartzo

4 CONCLUSÕES

As análises químicas, mineralógicas, granulométricas e microscópicas de varredura das matérias-primas são compatíveis com outras análises obtidas por outros estudos da área;

A caracterização mineralógica por difração de raios-X apresenta no difratograma do feldspato (quartzo, microclínio e albita); no do caulim (quartzo, caulinita e mica) e no quartzo, apenas este mineral, indicando elevado grau de pureza.

Através da caracterização microestrutural por microscopia eletrônica de varredura foram observadas as formas dos minerais, evidenciando a forma do mineral de feldspato e a forma hexagonal do mineral caulinita que forma o caulim.

O mineral presente em todos os difratogramas foi o quartzo; O mineral caulinita e illita foi encontrado apenas no caulim; a albita (feldspato sódico) e o microclínio (feldspato potássico), pertencentes a família do feldspato, favorecem a nucleação e a formação da mulita, mineral encontrado em determinado tipo de cerâmica.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao Governo Federal do Brasil pelo apoio a pesquisa desenvolvida e fomentada por bolsa de doutorado/doutorado Sandwich, no Brasil e em Portugal. (CAPES/GRICES). Ao Programa de Pós-graduação em Ciências e Engenharia de Materiais da UFRN, na pessoa do profº Dr. Wilson Acchar, em Natal/RN. Agradecimentos aos técnicos de nível superior do Departamento de Engenharia Cerâmica e do Vidro da Universidade de Aveiro, Portugal, engenheiras Maria Conceição Pereira da Costa e Ana Margarida Batista Silva pelas análises de DRX e MEV, respectivamente.

REFERÊNCIAS

ACCHAR, W., SILVEIRA., G. C. L., MELLO-CASTANHO, S. R. H., SEGADÃES, A. M. Improving the properties of low temperature sintered alumina bodies with granite reject additions. *Advances in Science and Technology*, v. 45, p. 2212-2217, 2006.

Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimento (ANFACER)
<http://www.anfacer.org.br/> Acesso em 04.03.2010

Associação Brasileira de Novas Térmicas. NBR 13818:1997 – Placas Cerâmicas para Revestimento – especificação e métodos de ensaio.

Associação Brasileira de Novas Térmicas. NBR 15463:2007 – Placas Cerâmicas para Revestimento – Porcelanato.

BERNARDES, L. J. L. *A granulação de materiais. Cerâmica Industrial*, v. 11, n. 3, p. 17-22, 2006.

BIFFI, G. *O grés porcelanato – manual de fabricação e técnicas de emprego*. ed. Edgard Blücher Ltda, 1975.

COSTA, J. B., *Estudo e classificação das rochas por exame macroscópico*. 10ª edição. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, Portugal, 2001.

DEER, W. A., HOWIE, R. A., ZUSSMAN, J. *Minerais constituintes das rochas – uma introdução*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, Portugal.

FONSECA, A. T. *Tecnologia do processamento cerâmico*. Universidade Aberta, 2000.

FORD, R. W., *Ceramics Drying*. Pergamon Press, 1ª edition. Oxford, Great Britain, 1986.

GOMES, C. *Argilas – Aplicações na indústria*. Aveiro, Portugal, 2002.

GOMES, U. U. *Tecnologia dos pós – Fundamentos e aplicações*. Editora UFRN, Natal, RN, 1995.

LUZ, A. B., DAMASCENO, E. C. *Caulim: um mineral industrial importante*. Tecnologia Mineral. CETEM, 1993

LUZ, A. B., CAMPOS, A. R., CARVALHO, E. A., BERTOLINO, L.C. Caulim. In LUZ, A. B., LINS, F. *Rochas e minerais industriais – usos e especificações*. CETEM/MCT, 231-262. Rio de Janeiro, RJ, 2005.

LUZ, A. B., COELHO, J. M. Feldspato. In LUZ, A. B., LINS, F. *Rochas e minerais industriais – usos e especificações*. CETEM/MCT, 413-429. Rio de Janeiro, RJ, 2005.

LUZ, A., LINS, F. *Rochas e minerais industriais – usos e especificações*. CETEM/MCT, Rio de Janeiro, RJ, 2005.

MENEZES, R. R.; NEVES, G. A.; FERREIRA, H. C. *O estado da arte sobre o uso de resíduos como matérias-primas cerâmicas alternativas*. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 6, n. 2, p. 303-313, 2002.

NESI, J., CARVALHO, V. *Minerais industriais do estado do rio grande do norte*. CPRM, Recife, PE, 1999.

POPP, J. H., *Geologia Geral*. 4ª Ed. Livros técnicos e científicos editora, Rio de Janeiro RJ, 1995.

Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002. Fonte: Ambiente Brasil, 03/10/2005.

SACMI. *Gres fine porcellanato*. Immagine e pubblicità Sacmi. Imola, Itália. 2000.

SAMPAIO, V. G.; PINHEIRO, B. C. A.; HOLANDA, J. N. F. *Granulação e caracterização de uma massa cerâmica para um porcelanato*. 17º CBECIMAT, Foz de Iguaçu, PR, Brasil, 2006.

SOUZA, L. L. *Aproveitamento de Resíduo de Caulim em Cerâmica Branca*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica/UFRN. Natal, 2007.

SOUZA SANTOS, P. *Tecnologia de argilas aplicada às argilas brasileiras. Volume 1 – Fundamentos*. ed. Edgard Blücher Ltda, 1975.

_____, *Tecnologia de argilas aplicada às argilas brasileiras. Volume 2 – Fundamentos*. ed. Edgard Blücher Ltda, 1975.

VECCHI, G., *Glossário cerâmico*. Faenza Editrice

VELDE, B. *Introduction to Clay minerals – Chemistry, origins, uses and environmental significance*. Chapman and Hall. 1ª edition, London, UK, 1992.

CHARACTERIZATION OF MINERAL TYPE KAOLIN, PEGMATITE, FELDSPAR AND QUARTZ OF SERIDÓ – RN FOR USE IN WHITE CERAMIC

G. C. Luna da Silveira¹; W. Acchar¹; U. U. Gomes¹; M. R. de Sousa²; R.V. Luna da Silveira³

¹UFRN/CCET/PPGCEM – Av. Senador Salgado Filho, 3000, Lagoa Nova – Natal – RN. 59.078-970.

²IFRN – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte | Natal – Central endereço: Avenida Senador Salgado Filho, 1559, Tirol. Natal - RN | CEP 59015-000.

³UFRN/CT/PPgEEC – Av. Senador Salgado Filho, 3000, Lagoa Nova – Natal – RN. 59.078-970.

glebacoelli@hotmail.com

ABSTRACT

In Brazil, the main pegmatite deposits are located in the states of Paraíba and Rio Grande do Norte in the north of Minas Gerais. Kaolin is a clay material with low iron content, white or nearly white and fine grain. Called feldspar minerals consisting of aluminum silicates of potassium, sodium and calcium, and quartz can be primary (quartzites) or secondary (sands and sandstones) used in ceramics. Clays, due to its plasticity, influence the mechanical strength of the samples when they turn from green to dry. Industry white ceramic and coating are used various formulations containing raw materials for production of products like porcelain tiles, sanitary ware, tiles, bricks and ceramic floors. In this work the raw kaolin, feldspar and quartz were analyzed by XRF techniques, XRD, SEM and particle size analysis, and the test results, provided percentage assessed by the technical standards in white ceramic.

Key-Words: characterization, pegmatite, white ceramic, Seridó/RN, ceramic Industry