Caracterização do Produto Cerâmico da Região do Apodi no Rio Grande do Norte.

Maria R. SOUSA (1), Juvenise T. C. FREIRE (1)
(1)-Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte- IFRN/Campus – Mossoró, Raimundo Firmino de Oliveira - 400 – 84-3315-2752- fax- 3315-2761- Bairro: Costa e Silva- 596268-330.- IFRN-Campus- Mossoró – rosimar.sousa@jfrn.edu.br – juvenise.costa@ifrn.edu.br

RESUMO

Devido a grande precariedade de informações sobre os produtos cerâmicos como o tijolo do estado do Rio Grande do Norte. O objetivo do presente trabalho foi analisar as características físicas e mecânicas dos tijolos cerâmicos para construção civil fabricados na região do Assu em nosso Estado. Por tanto, foram coletado amostras em cidades pertencentes a pólos ceramistas distintos. Os tijolos foram submetidos a testes visuais, ensaios absorção, sucção, resistência à compressão, dimensões, planeza e desvio em relação ao esquadro. Para alguns ensaios conforme a norma da ABNT os produtos ainda é necessário uma melhoria de qualidade no produto.

PALAVRAS-CHAVE: Cerâmica, Estrutural, Tijolos, Caracterização

1. INTRODUÇÃO

A cerâmica vermelha (estrutural), assim chamada porque possui coloração avermelhada quando queimada, devido à presença de compostos ferrosos, vem sendo empregada na construção civil (tijolos, telhas, lajes, ladrilhos, tubos cerâmicos, etc. **(**ABC, 2001**)**. A principal matéria-prima utilizada na fabricação

desses produtos é a argila, definida como material composto por partículas muito pequenas de um ou mais membros dos grupos dos argilominerais.

Os processos de confecção de produtos cerâmicos podem diferir conforme o tipo de material e peça desejada. Geralmente, eles compreendem as etapas de preparação da matéria-prima e da massa, da conformação (extrusão, prensagem ou compactação), do tratamento térmico (secagem e queima) e acabamento final dependendo do tipo de produto. Na indústria de cerâmica vermelha, as matérias-primas são encontradas na crosta terrestre. A preparação da massa envolve vários estágios, tais como: desagregação, moagem, umidificação, conforme o tipo e a granulometria desejada, e às vezes há a necessidade de se realizar um beneficiamento nas matérias-primas para que se chegue a uma formulação desejada. Normalmente, se misturam dois ou mais tipos de matérias-primas de forma que seja obtida uma boa composição para a fabricação dos produtos cerâmicos.

O Brasil, e particularmente, o Rio Grande do Norte detém reservas abundantes de matérias-primas para indústria cerâmica; sendo esta uma das maiores empregadoras de mão-de-obra do Estado, mais especificamente as das regiões do Vale do Assú, Seridó e do Alto Oeste. Assim como no âmbito nacional, a indústria cerâmica do estado do Rio Grande do Norte apresenta carência de: qualificação técnica, padronização do produto, conhecimento das propriedades dos produtos e tecnologia. Devido a isso, inúmeras medidas vêm sendo tomadas de forma a sanar esses problemas e, conseqüentemente, melhorar a qualidade do produto e racionalizar os recursos naturais (Melo-1998). Entre elas estão: a implantação, implementação e manutenção do Sistema de Gestão de Qualidade (SGQ) e do Arranjo Produtivo Local (APL), como sendo um projeto arrojado e pioneiro na região Nordeste, bem como o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade da Habitação (PBQP-H).

Neste trabalho será apresentado um estudo preliminar das propriedades e características das matérias-primas utilizadas e dos produtos da indústria cerâmica vermelha, para que, possamos agir diretamente no processo produtivo desse setor: avaliando uma maior possibilidade de uso dessas matérias-primas, principalmente no que diz respeito à produção de produtos cerâmicos de maior valor agregado, e um melhor aproveitamento tecnológico de suas características, proporcionando uma melhoria na qualidade dos produtos já produzidos. Como conseqüência terá o crescimento do setor e geração de emprego para a comunidade local. Vale ressaltar que os resultados desse trabalho serão adaptados à realidade da região produtora, adequando-se às condições sociais, econômicas e tecnológicas.

2. Fundamentação teórica

Cerâmica compreende todos os materiais inorgânicos, não metálicos, obtidos geralmente após tratamento térmico em temperaturas elevadas. O setor cerâmico é amplo e heterogêneo o que induz a dividi-lo em segmentos em função de diversos fatores como matérias-primas, propriedades e áreas de utilização. Dessa forma, esse setor é dividido em: cerâmica vermelha; materiais de revestimento; cerâmica branca; materiais refratários; isolantes térmicos; fritas e corantes; abrasivos; vidro, cimento e cal; cerâmica de alta tecnologia (ABC, 2001). Esses materiais, de uma forma geral, apresentam alta dureza,

são frágeis, apresentam alto ponto de fusão; são isolantes térmicos e elétricos resistentes a ataques químicos, duráveis e inoxidáveis.

Os materiais cerâmicos apresentam algumas propriedades específicas:

Plasticidade: É a propriedade que um corpo possui de conservar a deformação originada pela ação de uma força quando esta é cessada. O estado plástico é um estado intermediário entre o estado sólido e o líquido, conferindo ao material propriedade dos dois estados simultaneamente.

Retração: É a propriedade que um corpo possui de variar seu volume conforme o teor de umidade. A retração ocorre de forma diretamente proporcional à saída de água, ou seja, quanto maior a redução da umidade (saída de água), maior a redução do volume, sendo a recíproca verdadeira. Nos materiais cerâmicos, isso ocorre porque a água ocupa um volume considerável no interior desses materiais e, com a sua saída,

esses espaços são preenchidos pela massa, tornando o conjunto mais denso e, conseqüentemente, diminuindo seu volume.

Porosidade: É a relação entre o volume de vazios e o volume aparente total de uma peça cerâmica. Implicando de forma diretamente proporcional na absorção de água de uma peça e de forma inversamente proporcional em características como: resistência mecânica, densidade, condutibilidade térmica e condutibilidade elétrica; tornando-se assim uma propriedade bastante relevante.

As propriedades anteriormente citadas sofrem forte influência da temperatura e do teor de impurezas existente na composição do material. Juntamente com as matérias-primas utilizadas, ambos atuam de forma decisiva na determinação das propriedades finais do produto cerâmico.

As matérias-primas naturais empregadas na fabricação dos produtos cerâmicos são encontradas de forma abundante na litosfera e apresentam facilidade de extração. Podem ser naturais ou sintéticas. As naturais classificam-se em dois tipos: plásticas, que compreendem a matéria ativa (substâncias argilosas: argila em cerâmica vermelha, caulim em cerâmica branca e talcos especiais, por exemplo), e desengordurantes, que atuam reduzindo a retração e diminuindo a plasticidade (areia e carvão vegetal, por exemplo).

Aprofundaremos-nos essencialmente no setor de cerâmica vermelha, já que este é nosso objeto de estudo. O setor de cerâmica vermelha compreende todos os produtos cerâmicos que possuem uma coloração avermelhada e são empregados largamente na construção civil, entre eles: tijolos, blocos, telhas, elementos vazados, lajes, tubos cerâmicos e argilas expandidas. A coloração avermelhada desses produtos é proveniente da queima de compostos de ferro presentes na massa durante o processo de produção. A principal matéria-prima empregada na fabricação desses produtos é a argila.

A argila formou-se na crosta terrestre pela desintegração de rochas ígneas, principalmente as feldspáticas, sob a ação de agentes atmosféricos e pelo contato com outros minerais durante seu transporte e sedimentação. Somando-se os efeitos de temperatura e pressão a esse processo de formação, surgiu

uma grande variedade de argilas, com toda uma gama de coloração, plasticidade, composição química, etc. A argila é um conjunto de minerais, compostos principalmente de silicatos de alumínio hidratados, que ao entrarem em contato com a água formam uma pasta plástica moldável. Essa forma moldada é conservada, até que sua consolidação ocorra após o endurecimento, provocada pela perda de água, seguido da solidificação definitiva com o calor. Podem ser classificadas segundo a sua estrutura, segundo o seu emprego e segundo a sua plasticidade. Segundo a sua estrutura, classificam-se em: laminares ou foliáceas (caulinitas, montmorilonitas, micáceas) e fibrosas. Segundo o seu emprego, classificam-se em: infusíveis, refratárias e fusíveis. Segundo a propriedade plasticidade, classificam-se em: moles, médias, rijas e duras.

Quanto às propriedades específicas:

Plasticidade: Essa propriedade das argilas varia de acordo com a quantidade de água, por exemplo, a argila seca tem plasticidade nula, ao se acrescentar água ela vai ganhando plasticidade até um limite máximo. Acima disso as lâminas se separam, a argila perde a plasticidade e se torna um líquido viscoso.

Retração: As argilas necessitam de água para obterem a plasticidade suficiente para moldagem, inevitavelmente sofrendo retração durante os processos de secagem e queima. No entanto, a retração não ocorre de maneira uniforme em toda a peça, podendo deformar os objetos moldados, então, quanto menor a quantidade de água, melhor o produto final. Por esse motivo, essa propriedade deve ser levada em conta durante a obtenção de um produto acabado de melhor qualidade.

Porosidade: Essa propriedade depende essencialmente da composição do sistema. Por exemplo, num sistema que apresenta grande quantidade de materiais que causem a vitrificação da massa com a queima (como por exemplo, a cal) essa propriedade será bastante reduzida. Já num sistema composto majoritariamente por: materiais que desaparecem durante a queima (serragem, pedaços de carvão); materiais porosos como as argilas e a vermiculita ou materiais que criem fase gasosa durante as reações químicas na queima, essa propriedade será bem mais acentuada. Ou seja, um determinado composto sofre variação considerável nessa propriedade caso ocorra uma variação considerável na proporção de seus componentes.

A fabricação de produtos cerâmicos compreende desde processos mais simples, como a produção de tijolos e telhas, até processos mais sofisticados como a produção de azulejos, pisos e louças sanitárias. Esses processos apresentam algumas etapas em comum. Em geral, pode-se identificar diversos processos durante a fabricação de produtos cerâmicos, entre eles:

Exploração das jazidas:

As jazidas devem ser analisadas antes da exploração, de forma que possa ser identificada a viabilidade técnica e econômica da mesma. Entre os fatores de análise, estão: qualidade da argila; volume total disponível de argila na jazida; acesso para veículos pesados; logística de distribuição ao consumidor; necessidade de RIMA (relatório de impacto no meio ambiente).

Preparação da matéria-prima e da massa:

Após a exploração das jazidas e obtenção da matéria-prima, são realizados, nesses materiais, tratamentos prévios à fabricação dos produtos cerâmicos. De uma forma geral podemos destacar: depuração (eliminação de impurezas; tais como grãos duros, nódulos de cal e sais solúveis; que podem dar origem a uma secagem anormal do produto, prejudicando a qualidade final deste), trituração (quando as argilas são reduzidas a pequenos fragmentos e os desengordurantes a pó, de forma a possibilitar uma melhor homogeneização), homogeneização (mistura da argila com o desengordurante, formando a massa) e umidificação (mistura da massa com uma quantidade de água precisa, de forma que o processo de homogeneização seja mais eficiente e a massa adquira a plasticidade necessária para a fase seguinte).

Moldagem:

É o processo onde a pasta adquire sua forma definitiva. Os tipos de moldagem estão ligados à plasticidade e à quantidade de água adicionada, ou seja, à consistência da pasta. Ocorre através dos processos de: prensagem (a seco), extrusão (com pastas consistentes) e barbotina (Com pasta fluida).

Secagem:

Após a moldagem, as peças ainda têm de 7% a 30% de umidade, então o processo de secagem é responsável por retirar esta umidade, visando uma posterior queima. Um processo de secagem mal realizado e não uniforme pode provocar retração excessiva e descontínua da peça, com posterior fissuração. A retração excessiva é causada por uma evaporação violenta, originando fendas e deformações. Para se evitar estes defeitos de secagem, é necessário não se produzir um gradiente de temperatura muito elevado.

A secagem pode ser feita ao ar, com as peças protegidas do vento e dos raios solares, ou aproveitando o calor dos fornos de queima, para melhor aproveitamento de energia.

Queima:

Durante o processo da queima, toda a água é eliminada e ocorre uma mudança na estrutura da argila. Uma queima mais rápida é mais econômica, porém uma queima mais lenta gera produtos de melhor qualidade, por isso, o processo de aquecimento e resfriamento das peças deve ser controlado. A queima ocorre por fases, de acordo com o aumento de temperatura, são elas: desidratação (150°C a 600°C, complementando a secagem), oxidação (600°C a 950°C, quando ocorre a queima da matéria orgânica e a eliminação do carvão e do enxofre) e a vitrificação (950°C a 1200°C, ocorre a fusão da sílica, formando pequenas quantidades de vidro que aglutina os demais elementos e fecha os poros). O processo de queima é realizado em fornos, que podem ser intermitentes (rudimentares e pouco usados atualmente) e contínuos (série de câmaras que as peças atravessam e passam por todas as etapas da queima).

Após esse processo, determinados produtos cerâmicos têm como destino a construção civil, com destaque para os materiais de cerâmica vermelha, mais especificamente os tijolos e as telhas. Os tijolos são produtos da indústria de cerâmica vermelha que possuem uma gama de aplicações na construção civil, possuindo formato paralelepipédico, apresentando corpo maciço ou furado e moldados por prensagem ou extrusão. Suas características devem seguir as normas regulamentadoras: NBR-6460, NBR-7170 e NBR-8041. Porém, em

geral, os produtos presentes no mercado não se encontram em conformidade com as normas regulamentadoras acima citadas. Isso ocorre, principalmente, devido ao caráter ainda artesanal do produto, que dificulta a normatização, bem como a especificação do produto fabricado. Durante a análise da ocorrência dessas características em tijolos cerâmicos devemos verificar, basicamente, o formato (regular ou não), dimensões (médias e desvios), resistência (observar o número de peças quebradas por lote), entre outras propriedades que podem ser avaliadas a partir de um exame da massa e da queima do produto. Segundo a sua função na construção civil, podemos classificar os tijolos cerâmicos em: tijolos de vedação (furados para redução de peso), tijolos estruturais (utilizados para suportar alguma parcela de carga estrutural, não somente o peso próprio), tijolos de acabamento (apresentam bom acabamento externo, para alvenarias sem revestimento) e tijolos especiais (utilizados em pisos, lajes pré-moldadas, etc).

As telhas cerâmicas são materiais utilizados na cobertura, por esse motivo, é bastante importante para a qualidade desses produtos a diminuição dos efeitos de retração durante a secagem, de forma que sejam reduzidos os problemas de porosidade e tolerância nas dimensões. Para isso, usam-se argilas mais secas, mais finas e homogêneas como matéria-prima para esses produtos, de forma a obter uma secagem mais lenta, acarretando uma diminuição na deformação. Esses produtos são geralmente fabricados por prensagem e apresentam dimensões bem definidas. São classificadas, conforme seu formato, em: telhas cerâmicas de encaixe (apresentam saliências e reentrâncias em suas bordas, de forma que seja permitido o encaixe entre elas. Exemplos: francesa, romana e termoplana) e telhas cerâmicas de capa e canal (apresentam formato de meia cana, sendo caracterizadas por peças côncavas (canais), que se apóiam sobre as ripas do telhado, e peças convexas (capas) que se apóiam nos canais. Exemplos: colonial (ou portuguesa), paulista e plana).

3. Metodologia

A idéia principal deste trabalho foi caracterizar as matérias-primas, o produto final, massa cerâmica; seguindo as proporções utilizadas nas empresas cerâmicas. Então, estudaram-se algumas composições de argila; variando-se a percentagem em peso tanto de argila plástica (A) e não plástica (B), com o intuito de se avaliar quais melhorias poderíamos obter a partir desse estudo realizado. Logo, as composições estudadas estão elencadas na Tabela 1.

Tabela 1- Formulação das Composições

Composições	Matérias Primas	
	A (%)	**B (%)**
C1	50	50
C2	60	40

C3	40	60

3.1- Materiais

As matérias-primas utilizadas neste trabalho foram fornecidas T melo empresa do Estado Rio Grande Norte, localizada no município de Apodi-RN. A indústria de cerâmica vermelha caracteriza-se por processar grandes volumes de matérias primas e produzir grande quantidade de produtos. Quanto menor for o custo no processamento destes produtos mais garantia se terá de preço competitivo**.**

As matérias-primas foram secadas ao ar livre e em seguida foram colocadas em uma estufa da marca FANEM do **Laboratório de Materiais Cerâmicos e Metais Especiais** - UFRN, a uma temperatura de 110ºC durante 24 horas. Posteriormente, foram moídas em moinho de bolas, onde, tanto seu revestimento interno, quanto as bolas utilizadas para a realização da cominuição das partículas eram de alumina. Por fim, foram armazenadas em sacos plásticos, evitando contaminação.

3.2- METODOS

As matérias-primas passaram por processos de caracterizações mineralógica, física, química, e térmica, como podemos descrever abaixo

DISTRIBUIÇÃO DE TAMANHOS DE PARTÍCULAS

Para a realização da medida de distribuição de tamanhos de partículas utilizou-se um analisador de tamanho de partícula CILAS modelo 920L com “software” CILAS versão 2.56 do **Laboratório de Materiais Cerâmicos e Metais Especiais - UFRN**. O resultado, normalmente, é fornecido em termos de massa acumulada (em percentagens) versus diâmetro esférico equivalente das partículas ou da distribuição modal de tamanhos de partículas.

ESPECTROSCOPIA DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X (EDX)

As argilas plásticas e não plásticas foram passadas em peneira #200 (Mesh - ABTN), foram submetidas aos ensaios de EDX, realizados em um Espectrômetro de Fluorescência de Raios-X, marca *Philips*, modelo PW 2400-00, com tubo Rh, e seus resultados apresentados em porcentagem de óxidos presentes. Os ensaios foram realizados no Laboratório de Ensaios de Materiais/CTGÁS.

DIFRAÇÃO DE RAIOS -X (DRX)

Para a identificação da estrutura cristalina, as amostras moídas, passadas em peneira nº #200 (Mesh - ABTN), foram submetidas ao método do pó, utilizando Difratômetro Miniflex-Riga Ku operando com radiação de cobre k-α, com tensão acelerada 40KV e corrente de 20mA, com varredura de 5º a 45º para

2θ. As análises foram realizadas no Laboratório de DRX/Departamento de Química da UFRN.

ENSAIOS DE RESÍDUOS

Os ensaios de resíduos foram realizados em peneira de #325 (Mesh - ABNT). Onde pesou-se 100g da amostra que foi colocado por 24 horas em 600 ml de solução diluída de HCl e depois passado com água corrente em peneira de #325 (Mesh - ABNT), o retido foi secado naturalmente e pesado, obtendo-se o resíduo em percentual.

4- Análise e interpretação dos dados

Nas Figuras 1 e 2 são mostradas as distribuições de tamanho de partículas das argilas analisadas. Os resultados mostram: argila A (Figura 1) apresenta tamanho médio de partícula abaixo de 9,46μm; e a argila B (Figura 2) apresenta tamanho médio de partícula abaixo de 25,75μm. Na Tabela 1 estão apresentados os valores acumulativos para as matérias-primas. Esses resultados demonstram a grande diferença na distribuição granulométrica das matérias-primas; denotando a distinção das mesmas.

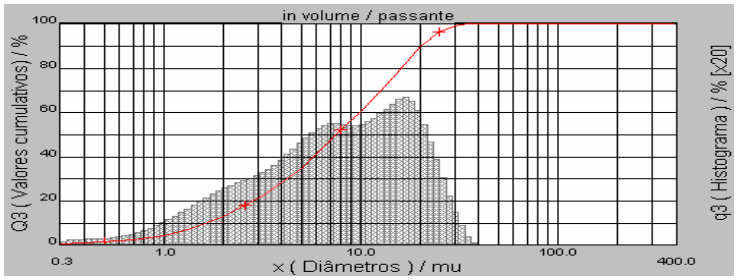

Figura.1 - Granulometria da argila A.

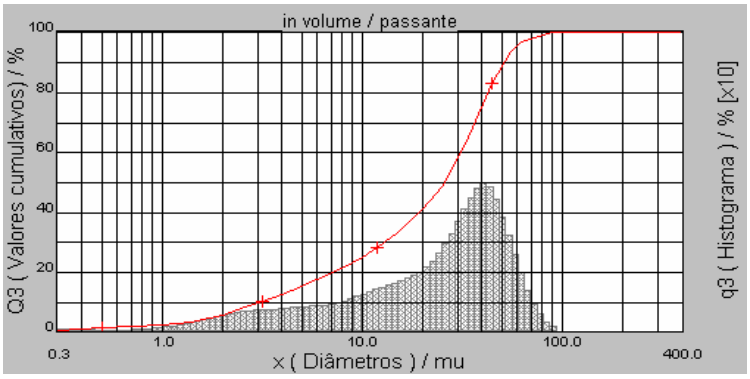

Figura 2 - Granulometria da argila magra

Na Tabela 2 estão mostrados os resultados da análise química para os valores percentuais dos óxidos presentes na argila plástica e não plástica. Quanto à contribuição na coloração avermelhada, dentre as argilas analisadas pode-se dizer que a argila gorda é a que tem maior contribuição, visto que apresenta o maior percentual em óxido de ferro, embora possa desviar um pouco a cor avermelha para o alaranjado devido a quantidade significativa do rutilo (TiO_2). O óxido de sílica presente em maior quantidade na amostra argila B requer um maior controle de queima, principalmente no resfriamento em temperaturas próximas a 573°C, devido à inversão do quartzo.

Tabela 2 – Composição química das argilas (% em peso)

Argilas	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	TiO_2	PF
A	47,38	30,83	6,58	0,15	0,28	0,08	0,54	1,21	13
B	50,67	26,78	7,81	0,13	0,59	0,39	1,33	1,37	11,5

PF: Perda ao fogo (1000°C)

Nas Figuras 3 e 4 estão apresentados os difratogramas das argilas A e B, os quais evidenciam os principais elementos necessários para uma composição de massa de produtos cerâmicos, que são: minerais responsáveis pela formação de estrutura do produto (quartzo), minerais responsável pela plasticidade, acabamento superficial e resistência a verde e seco (os argilominerais) e os fundentes, responsável pela resistência após queima (feldspato e/ou as micas). A presença do Rutilo (minério de Titânio) registrado nas argilas é comprovada na Análise Química com mais de 1% desse óxido, onde de certa forma pode contribui para o desvio da cor vermelha para o alaranjado quando utilizado essa argila em grandes proporções na composição das massas.

Porém, o processo de interpretação dos dados da análise granulométrica está em fase de andamento, por esse motivo ainda não é possível formarmos conclusões acerca dessa propriedade.

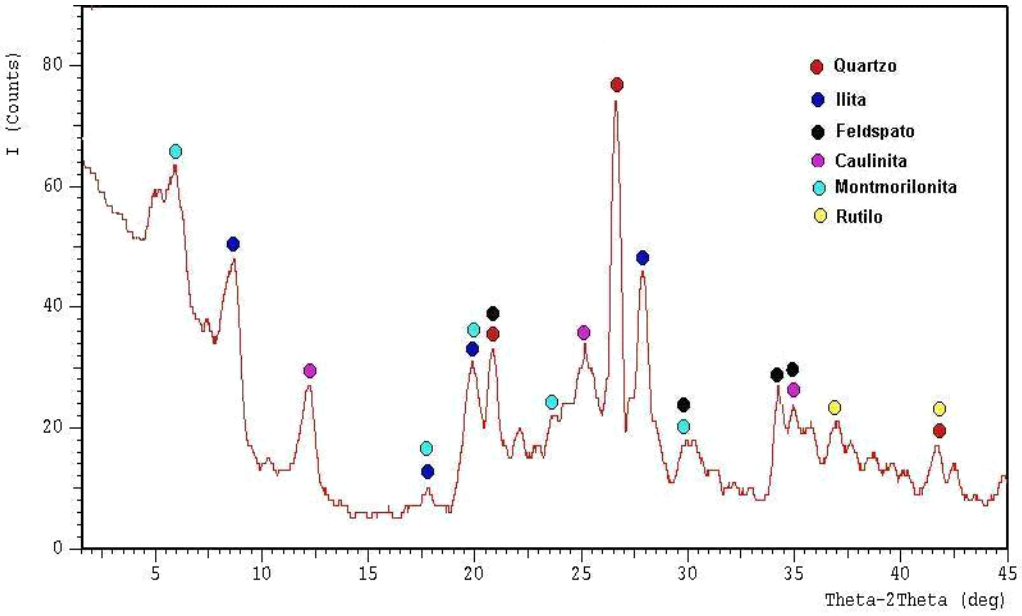

Figura 3- Difração de raios-X argila A

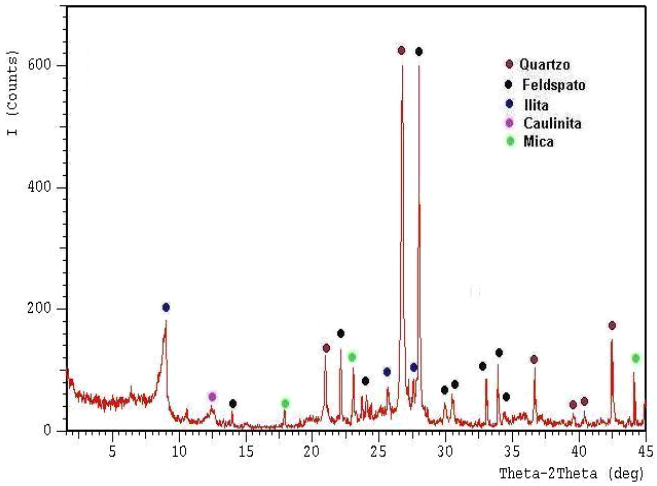

Figura 4- Difração de raios-X argila B

5. Considerações finais

O trabalho está na sua fase inicial, onde foram realizados somente os ensaios de composição química, granulometria. Devido o isso, é impossível a formação de uma conclusão acerca do nosso trabalho, porém, a partir dessas análises realizadas, pode-se preliminarmente afirmar que essa matéria-prima está de acordo com as especificações de composição química e granulometria para matérias-primas utilizadas na indústria de cerâmica vermelha.

A análise granulométrica revelou que os pós das argilas A e B, apresentaram diâmetro médio das partículas de 9,46μm, 25,75μm e 7,24μm, respectivamente. Caracterizando a diferença da granulometria dos constituintes das matérias-primas

A análise de difração de raios-X evidenciou os picos característicos dos argilominerais constituintes das argilas, constatando-se que a argila A é constituída por ilita, montmorilonita e caulita; logo a mesma apresenta características intermediárias desses argilominerais. E que a argila B é constituída por ilita e caulita, além do quartzo, caracterizando a sua baixa plasticidade;

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA. Anuário Brasileiro de Cerâmica - Panorama Setorial. **Anais...** São Paulo, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS. **Coletâneas de Normas Cerâmicas**, Rio de Janeiro, ABNT, 1988

MELO, M. A. F. **Caracterização de algumas Matérias Primas cerâmicas do RN, para uso em Cerâmica Branca**, FIERN/SENAI/UFRN/FUNPEC, Natal, 1998.

DUTRA, R. P. S.; PONTES, L. R. A. **Estudo das propriedades físico-mecânicas de produtos cerâmicos em função da porosidade**. João Pessoa, 2002.

SANTOS, P. S. **Ciência e Tecnologia de Argilas**, Vol. I, São Paulo, Edgard Blücher, 1989.