

## CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA E MINERALÓGICA DA MATÉRIA-PRIMA UTILIZADA NA FABRICAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS

N. Q. Campos; N. S. Tapajós.

Laboratório de Beneficiamento de Minérios (LABEM)  
Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, IFPA –  
Campus Belém

Rua Bernal do Couto, 901, ap3001S, Umarizal, 66055-080, Belém-PA  
[q.campos@hotmail.com](mailto:q.campos@hotmail.com)

### RESUMO

*No estado do Pará, a indústria de cerâmica vermelha possui diversos segmentos altamente geradores de empregos e forte apelo social. Com isso inúmeras empresas direcionadas a este setor produtivo surgem, porém muitas sem qualquer gestão de qualidade. Logo, este trabalho teve como objetivo a caracterização tecnológica e mineralógica da matéria-prima utilizada na fabricação de blocos cerâmicos, pela Empresa Cerâmica Vermelha, localizada no município de Inhangapí –PA. A matéria-prima foi caracterizada através das técnicas de difração de raios-X (DRX) para determinação das fases cristalinas presentes através de um procedimento preciso e eficiente, onde foi possível a identificação de picos referentes à montmorilonita, illita e caulinita para a amostra argila, e caulinita e quartzo para a amostra laterita. A laterita apresentou a fração areia em maior proporção e a argila com fração silte superior a 80% mostrou-se um material excessivamente plástico. Os resultados obtidos da resistência à compressão estiveram abaixo do exigido pela norma, o que sugere métodos de ensaio mais precisos.*

**PALAVRAS-CHAVE:** Blocos cerâmicos, caracterização, Cerâmica Vermelha.

## 1. INTRODUÇÃO

A cerâmica é, notoriamente, um produto muito reconhecido e comercializado no Brasil e também no mercado exterior. De acordo com informações do SEBRAE, o setor de não-metálicos é composto por cimento, cerâmica vermelha, cerâmica de revestimento, vidro e cal que, juntos, correspondem a mais de 90% da produção, do consumo, do faturamento e do emprego total do setor; menos de 10% está relacionado a louças sanitárias, louças de mesa, refratários, esmaltes fritas e gesso.

Entre os produtos da cerâmica vermelha encontram-se incluídos todos os produtos que apresentam cor vermelha após a queima. E os principais produtos fabricados por este setor, destinados à construção civil, são tijolos maciços, blocos de vedação e estrutural, telhas, ladrilhos de piso, manilhas e elementos vazados. Sua participação no volume de uma obra pode ultrapassar 90% e seu custo atinge raramente 10% do valor da obra (10).

Apesar de muitos anos de utilização dos produtos cerâmicos, seu processo produtivo sofreu pouca evolução tecnológica, acarretando baixa produtividade e desperdício no setor, causando problemas para a indústria da construção civil (9).

Com isso, o objetivo deste trabalho é a caracterização tecnológica e mineralógica das matérias-primas utilizadas industrialmente para a produção de blocos cerâmicos, buscando informações mais precisas nos resultados, através da mais adequada preparação de amostras do material estudado.

## 2. MATERIAS E MÉTODOS

As matérias-primas utilizadas no presente trabalho são: (A) Argila plástica que é extraída do município de Inhangapí- Pa, localizada na rodovia PA-136, Km 79, Agropecuária Verdes Mares. (B) Laterita extraída do município de Inhangapí- Pa, localizada na rodovia PA-136, Km 79, Fazenda Canindé.

A coleta da argila plástica e da laterita foram feitas diretamente no galpão de estoque da empresa Cerâmica Vermelha de forma regular e sistemática.

Devido a grande umidade das matérias-primas, um processo de secagem preliminar foi realizado.

A desagregação ocorreu apenas com a argila plástica, pois a mesma apresentava-se muito endurecida e aglomerada.

O quarteamento foi feito primeiramente por pilha, posteriormente utilizou-se quarteamento Jones, dessa forma obteve-se amostras homogêneas e capazes de fornecer informações da massa ao conjunto.

Corpos já conformados foram selecionados e retirados da esteira da extrusora da empresa para serem queimados em Laboratório, para serem utilizados nos ensaios de absorção de água, retração linear e resistência mecânica à compressão.

Após cuidadosa secagem, 15 blocos cerâmicos foram queimados no Laboratório de Materiais da Faculdade de Engenharia Química da UFPA em mufla, marca LINN ELEKTRO THERM (modelo KK 260 SO 1060), por cerca de 3 horas a uma temperatura de 900°C.

A argila utilizada neste trabalho foi submetida aos ensaios de limite de plasticidade (LP) (regido pela norma NBR 7180/84) e liquidez (LL) (regido pela NBR 6459/03) que compõem o índice de plasticidade (IP).

Foram realizados também os seguintes ensaios:

- Ensaio de umidade, onde se pesou cerca de 270 g e colocou-se em estufa até peso constante (eliminação completa da água).

- Granulometria. A aferição do tamanho dos grãos amostras foi realizada em um granulômetro a laser, marca FRITSCH. Cerca de 3 g de cada amostra foi utilizada para a execução da análise. Utilizou-se Pirosofato de sódio nas amostras para não ocasionar aglutinação.

- Absorção de água. Foi realizado segundo as recomendações da NBR 15270-3 (ABNT, 2005). Os corpos-de-prova foram secos a 110°C até massa constante e pesados com precisão de 0,01 g. Em seguida, os mesmos foram imersos em água, onde a água sofreu um aquecimento gradativo até entrar em ebulição, então, deixou-se os corpos por 2 horas em água fervente. Após esse procedimento, o material é novamente pesado para se obter massa saturada.

Neste ensaio, fez-se uma comparação entre os blocos cerâmicos queimados na empresa, denominados de CV, com os blocos que foram queimados no Laboratório de materiais de Engenharia Química da UFPA, denominados de CP.

- Retração linear total. Obteve-se a retração total dos blocos cerâmicos pela soma da retração na secagem mais a retração na queima. Dada pela equação:

$$\%Rt = \frac{(Ci - Cf)}{Ci} \times 100 \quad (A)$$

Onde: %Rt: Retração Linear total, ocorrida durante a secagem e queima do material; Ci: Comprimento do corpo de prova medido logo após a conformação; Cf: Comprimento final do corpo de prova medido após cozedura a temperatura T.

Neste ensaio usou-se 9 corpos-de-prova para determinação da retração linear.

- Ensaio resistência mecânica à compressão. O procedimento foi executado segundo as normas da NBR 15270-3 (ABNT, 2005).

A carga foi aplicada na direção perpendicular as suas faces, ou seja, na direção do esforço que o bloco suporta durante o seu assentamento.

Os corpos foram colocados na máquina universal AMSLER do Laboratório de Resistência dos Materiais da Faculdade de Engenharia Civil da UFPA, de modo que o centro de gravidade estivesse no eixo de carga dos pratos da prensa

Alternativamente, as faces dos blocos foram regularizadas por meio de uma chapa de aço, dispensando-se assim o capeamento.

O cálculo usado para obtenção da resistência à compressão, dada em Megapascal MPa, é feito através da divisão da carga máxima pela média das áreas brutas das duas faces de trabalho de cada bloco ( N/mm<sup>2</sup>).

- Análise de difração de raios- x. As análises foram realizadas em Difrátômetro de raios-x modelo X'PERT PRO MPD (PW3040/60), da PANalytical, com Goniometro PW3050/60 (Theta/Theta) e com tubo de raios-x cerâmico de anodo de Cu ( $K_{\alpha 1} = 1,5406 \text{ \AA}$ ), modelo PW3373/00. A aquisição de dados foi feita com o software X'Pert Data Collector. As lâminas, primeiramente, foram analisadas da forma orientada, posteriormente foi adicionado glicol e sob esta condição feita nova

difração, e em última etapa, levou-se para a mufla, marca Heraeus - MR 170E, para o aquecimento a 550°C, resfriou-se e uma nova análise foi realizada.

A identificação dos minerais foi feita através da comparação do difratograma obtido com padrões (fichas) do bando de dados do ICDD-PDF (International Center for Diffraction Data – Powder Diffraction File).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Observam-se na tabela 1 os valores dos teores de umidade, onde o material argila encontra-se com umidade superior e a laterita semi-úmida. Mesmo havendo proteção das matérias-primas no galpão coberto da empresa, as mesmas apresentaram umidade relativamente alta, o que é justificado, como já mencionado anteriormente, aos fatores climáticos da região. Por isso é de grande importância um controle permanente da umidade das materiais primas antes do início da produção.

Tabela 1: Ensaio de umidade

MATERIAL	TEOR DE UMIDADE %
ARGILA	19,25
LATERITA	14

O índice de plasticidade encontrado para a argila plástica foi de 23,11% (tabela 2), o que representa, segundo os dados da literatura, uma elevada plasticidade. Vale ressaltar que não foi possível a realização do ensaio de plasticidade com a laterita, devido ser um material não-plástico. O que justifica seu emprego na composição da massa, ou seja, o emprego deste material na massa cerâmica confere uma melhor trabalhabilidade durante o processo de conformação.

Tabela 2: Valores do limite de liquidez e plasticidade e do índice de plasticidade

ÍNDICE DE PLASTICIDADE	
LL (%)	56
LP (%)	32,89
IP (%)	$56 - 32,89 = \underline{\underline{23,11}}$

Na figura 1 abaixo se observa a curva granulométrica da laterita, onde é notório a maior presença de fração arenosa, cerca de 77,30%, o que era esperado. As frações argila e silte apresentaram 5,40% e 17,30%, respectivamente.

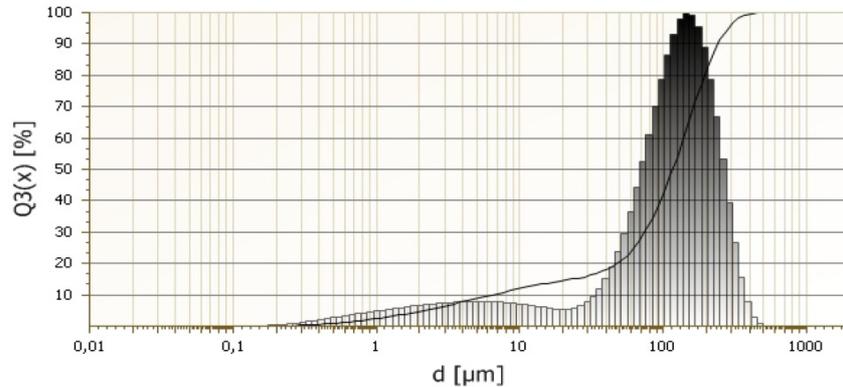


Figura 1: Análise granulométrica – laterita

Nota-se que a argila, ilustrada na figura 2, mesmo apresentando uma alta plasticidade, possui sua maior porcentagem em relação à fração silte, 81,13%. E, 10,39% de fração argila e 8,48% de fração areia.

Mesmo com índice de plasticidade elevada, a argila estudada apresentou uma grande porcentagem da fração silte. Sugere-se, então, que a plasticidade existente seja conseqüência da presença de argilominerais, podendo estes não necessariamente estarem dentro do intervalo da fração argila ( $\leq 0,002\text{mm}$ ).

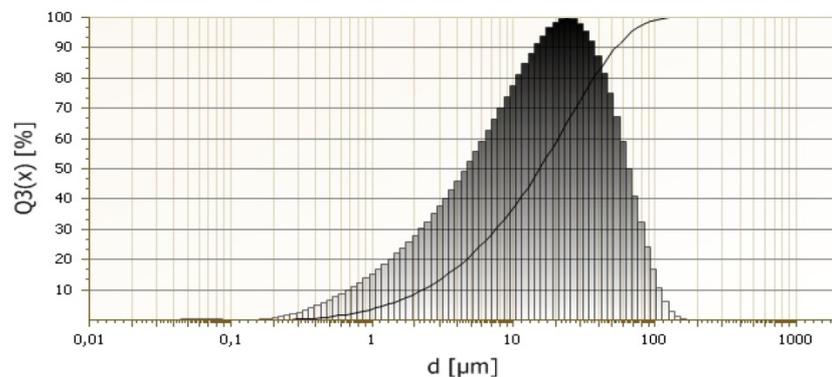


Figura 2: Análise Granulométrica – argila

Os resultados da absorção de água estão dispostos abaixo na tabela 3, onde se observa que quanto ao índice de absorção de água, as amostras CP estão de acordo com a NBR 15270-3 (ABNT, 2005b), ou seja, todas as amostras estavam dentro da variação de 8% a 25%, estabelecida por norma. No caso das amostras CV, apenas uma apresentou absorção menor que 8%.

Considerando-se a média das duas amostras, observa-se que os corpos não possuem quantidade elevada de poros o que, provavelmente, se deve em decorrência de uma boa sinterização.

Tabela 3: Resultados da absorção de água dos blocos CP e CV

Corpo	Massa seca (ms)	Massa úmida (mu)	Absorção de Água (AA)	Corpos	Massa seca (ms)	Massa úmida (mu)	Absorção de Água (AA)
Nº	(g)		(%)	Nº	(g)		(%)
CP 01	1605,61	1839,36	14,55	CV01	1507,06	1625,65	7,86
CP02	1615,49	1832,75	13,44	CV02	1534,84	1761,71	14,78
CP03	1606,42	1833,58	14,14	CV03	1572,24	1800,58	14,52
CP04	1602,44	1825,99	13,95	CV04	1526,81	1742,01	14,09
CP05	1597,12	1825,99	14,33	CV05	1548,49	1791,21	15,67
CP06	1607,98	1843,48	14,64	CV 06	1602,98	1841,09	14,85
<b>Média</b>	<b>1605,41</b>	<b>1831,53</b>	<b>14,17</b>	<b>Média</b>	<b>1537,88</b>	<b>1744,32</b>	<b>13,62</b>

Os resultados da retração linear, mostrados na tabela 4 a seguir, mostraram-se abaixo de 10% , com exceção da amostra CP08. Este índice representa o bom controle da velocidade de secagem e da temperatura de queima executado durante o processo.

Tabela 4: Resultado da Retração Linear das amostras CP

Corpo	Comprimento inicial (Ci)	Comprimento Final (Cf)	Retração Linear Total
Nº	(cm)		(%)
CP01	20	19	5,2
CP02	20	18,7	6,9
CP03	20	19	5,2
CP04	19	18,5	2,7
CP05	20	18,7	6,9

CP06	19,8	19	4,2
CP07	21	19,5	7,6
CP08	22	18,8	17
CP09	20	18,8	6,3
<b>Média</b>	<b>20,2</b>	<b>18,8</b>	<b>6,8</b>

Os resultados de resistências à compressão para cada bloco estão apresentados nas Tabelas 5. Quanto ao ensaio de resistência mecânica à compressão observaram-se resultados bem distintos, fora de uma faixa regular. Acredita-se que, para estes resultados abaixo do esperado, deve-se ao método empregado no ensaio. Com ausência do capeamento e uso de uma chapa de aço, os blocos, provavelmente não distribuiu de forma adequada a carga exercida. Segundo a literatura, as superfícies onde se aplicam as cargas devem ser mais planas, paralelas e lisas possíveis, de modo que o carregamento seja uniforme.

Tabela 5: Resultados das resistências à compressão

<b>Corpo</b>	<b>Resistência à compressão</b>
(Nº)	(MPa)
CP01	0,74
CP02	0,82
CP03	0,85
CP04	1,14
CP05	0,72
CP06	1,16
CP07	1,18
CP08	1,17
CP09	0,89
CP10	0,94
CP11	1,19
<b>Média</b>	<b>0,98</b>

De acordo com o difratograma da argila, apresentado na figura 3, pode-se notar picos referentes à montmorilonita a, ilita e caulinita.

A caulinita pode ser identificada após o aquecimento a 550°C, pois a esta temperatura seus picos desaparecem, pois se torna amorfo. Podemos observar que o pico mais intenso desaparece quando a amostra é aquecida a 550°C, o que confirma a sua presença.

Comparando-se as lâminas foi possível identificar a presença de montmorilonita, visto que este argilomineral, pertencente ao grupo das esmectitas, tem a tendência de deslocar seu pico na presença do glicol, ou seja, quando saturadas com glicol à distância interplanar da montmorilonita expande-se, comprovando assim sua existência na amostra.

O grupo da illita caracteriza-se por picos que permanecem inalterados pela solvatação em glicol e aquecimento a 550°C, o que é apresentado no difratograma abaixo, comprovando assim, sua presença.

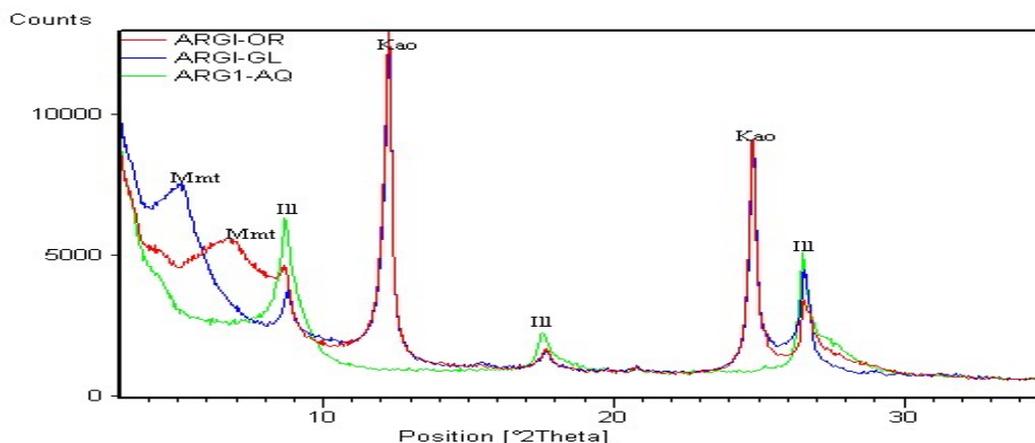


Figura 3: Difratograma da argila

O difratograma da laterita, figura 4, apresenta picos referentes à caulinita e ao quartzo, o que era esperado para esta amostra. Percebe-se o desaparecimento da caulinita com o aquecimento a 550°C. Provavelmente devido ao início da transformação da caulinita em metacaulinita, pois segundo dados da literatura pesquisada, esta é obtida a partir da calcinação da caulinita acima de 550 ° C.

O quartzo é característico deste tipo de solo e mostra-se inalterado tanto na glicolagem, pois se caracteriza por ser uma material não expansível, quanto no aquecimento, em decorrência de sua alta temperatura de transformação.

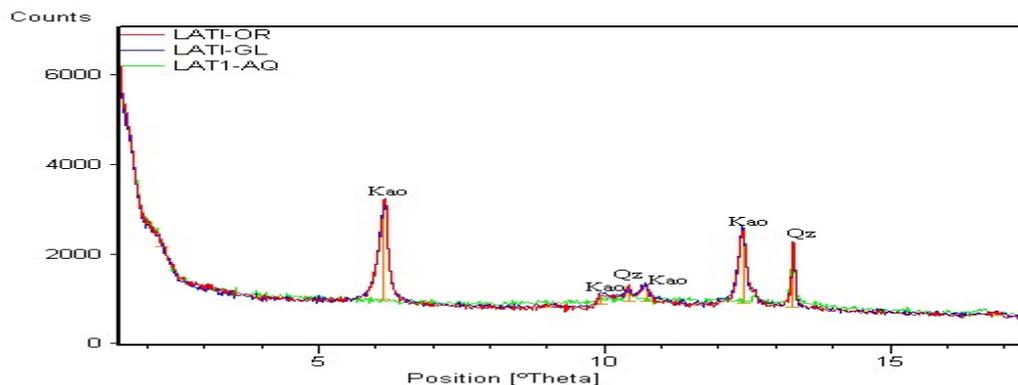


Figura 4: Difratoograma da laterita

#### 4. CONCLUSÕES

As caracterizações tecnológicas e mineralógicas realizadas mostraram dados importantes e eficazes na busca de qualidade tanto das matérias-primas quanto do seu produto final. Quanto às caracterizações tecnológicas executadas, pode-se concluir que as matérias-primas possuem umidade relativamente alta (19,25 % para argila e 14 % para laterita), porém, isto varia de acordo com o período climático. O que demonstra a importância do sazonalidade e de um controle de umidade no processo de produção.

A argila apresentou elevada plasticidade, 23,11%, sendo classificada como uma argila expansiva através dos difratogramas analisados. O que nos mostra a real necessidade e coerência da mistura desta argila com a laterita, um solo que caracteriza-se como não-plástico e não expansivo, características estas, confirmadas pela difração de raios-x.

Foi possível concluir que apesar da alta plasticidade, a argila estudada apresentou a maior parte de sua composição granulométrica de silte, superior a 80%, porém como já mencionado anteriormente, este fato não anula a propriedade plástica e expansiva da mesma, pois foi comprovada a presença de argilominerais que conferem plasticidade.

Com a média do índice de absorção de água dos corpos calcinados em laboratório, 14,17%, confirma-se a boa calcinação que foi adquirida com o controle de temperatura. Os corpos ensaiados da empresa também apresentaram bons resultados médios de absorção de água quando comparados com os blocos calcinados em laboratório (13,62%).

A retração linear total, com valor médio de 6,8%, mostrou a importância de uma secagem e queima gradual e controlada para a obtenção de corpos livres de defeitos e, conseqüentemente, redução de perdas.

Quanto aos valores de resistência à compressão, média de 0,98 MPa, atribui-se a técnica adotada em laboratório e geração das discrepâncias entre os valores obtidos nos ensaios e recomendados pela norma da ABNT sendo recomendado novos ensaios com a aplicação de pasta de cimento (ou argamassa) no recobrimento dos corpos a serem ensaiados, de forma a regularizar ao máximo as superfícies das faces submetidas ao esforço.

## REFERÊNCIAS

1. A ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7180: Solo – Determinação de limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 1984. 3p.
2. \_\_\_\_\_. **NBR 6459**: Solos – Determinação do limite de liquidez: Metodo de ensaio. Rio de Janeiro, 1984. 6p.
3. \_\_\_\_\_. **NBR 6457**: Amostra de solos – Preparação para ensaio de compactação e ensaio de caracterização: Método de ensaio. 1986. 9p.
4. \_\_\_\_\_. **NBR 15270-1**: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005. 11p.
5. \_\_\_\_\_. **NBR 15270-3**: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – Métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 2005. 27p.
6. ALBERS, A.P.F., Melchades, F.G., Machado, R., Baldo, J.B., Boschi, A.O. “**Um método simples de caracterização de argilominerais por difração de Raios-X**”. In: Anais do 45º Congresso Brasileiro de Cerâmica, p. 2200201-2200211, Florianópolis-SC, 2001.
7. SANTOS, P. S. **Ciências e Tecnologias de Argilas**. São Paulo: Edgar Blücher, 1989.
8. SEBRAE - **Estudos de mercado sebrae / ESPM**. Ano: 2008. Disponível em [http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/BDS.nsf/C5B4284E12896289832574C1004E55DA/\\$File/NT00038DAA.pdf](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/BDS.nsf/C5B4284E12896289832574C1004E55DA/$File/NT00038DAA.pdf). Acesso em: 21 ago. 2010.

9. SILVA, A.M.; COSTA, C.G. **Alvenaria estrutural com Bloco Cerâmico**. 2007, 69p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL, Tubarão.

10. VILLAR, V.S. **Perfil e Perspectiva da indústria de cerâmica vermelha do sul de Santa Catarina**. 1988. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

## **MINERALOGICAL AND TECHNOLOGY CHARACTERIZATION OF RAW MATERIALS OF CLAY USED FOR CERAMIC BLOCKS FABRICATION**

### **ABSTRACT**

In the state of Pará, the red ceramic industry has several segments highly generators of jobs and a strong social appeal. With so many companies focused on this productive sector emerge, but many without any administration quality. Therefore, this study focused the technological and mineralogical characterization of the raw material used in the manufacture of ceramic blocks, by Cerâmica Vermelha Company, located in the district of Inhangapí-PA. The raw material was obtained by the techniques of X-ray diffraction (XRD) to determine the present crystalline phases through an accurate and efficient procedure, where it was possible to identify the peaks relating to montmorillonite, illite and kaolinite clay in the sample, and kaolinite and quartz in the sample laterite. Another important result was the absorption of water, with average satisfactory according to the standards. According to a sieve analysis, the laterite the sand fraction showed a greater extent compared to the other, while the clay silt exceeding 80% was found to be too plastic material. The resistance to compression, the results were below the required by the standard, suggesting more accurate test methods.

**KEY-WORDS: Ceramic blocks, Characterization, Red Ceramic.**