

DETERMINAÇÃO DA FORMULAÇÃO DE MASSAS ARGILOSAS PARA EMPREGO EM CERÂMICA VERMELHA, ORIUNDAS DO PÓLO OLEIRO DE IRANDUBA

J. O. S. Eleutério*, F. B. Pereira, N. Barbiero, N. S. Campelo

Núcleo de Tecnologia de Materiais – NUTEMA – Faculdade de Tecnologia da Universidade Federal do Amazonas – FT/UFAM – Av Gen. Rodrigo Otávio Ramos, 3000 – Campus Universitário – 69.077-000 – Manaus – AM.

*j.otavioserrao@hotmail.com

RESUMO

Procedeu-se à análise das misturas entre duas argilas quaternárias de várzea, oriundas do pólo oleiro do município de Iranduba, estado do Amazonas, visando à determinação, em diferentes proporções de argila vermelha e argila bege, de misturas que melhor se adequassem à fabricação de produtos de cerâmica vermelha. As massas argilosas foram submetidas à queima nas temperaturas de 110 °C, 850 °C, 950 °C e 1050 °C, através da utilização de barras de perfil retangular, de 60x20x8 mm³, moldadas sob pressão de 20 MPa. Foram analisadas as seguintes características das massas argilosas: módulo de ruptura à flexão em três pontos, taxa de absorção de água, massa específica aparente, porosidade aparente e retração linear. Os resultados encontrados permitiram concluir que todas as composições analisadas estão aptas à fabricação de tijolos furados.

Palavras-chave: cerâmica vermelha, formulação de misturas, Iranduba.

INTRODUÇÃO

O setor da construção civil da cidade de Manaus, capital do estado do Amazonas, é o principal consumidor dos produtos cerâmicos argilosos provenientes do município de Iranduba, localizado no interior do Estado. A capacidade produtiva mensal do pólo oleiro instalado neste município varia em torno de oito milhões de tijolos furados por mês ⁽¹⁾. Entretanto esta produção é responsável por apenas 75% da demanda da capital ⁽²⁾. Iranduba está situada a margem esquerda do Rio Solimões, possuindo uma área equivalente de 2215 Km² e uma população de aproximadamente 33884 pessoas⁽³⁾. Atualmente encontram-se instaladas duas empresas no pólo de Iranduba ⁽⁴⁾, atuando na fabricação de telhas, tijolos furados (geralmente de oito furos) e maciços, estes últimos sob encomenda ⁽⁵⁾. Ademais, deve-se ressaltar que este pólo é único produtor de telhas do Estado ⁽⁴⁾.

Na fabricação de tijolos e telhas utiliza-se como matéria-prima argilas plásticas, que ao ser submetida a queima, geralmente a 900 °C, adquire valor médio ou elevado da tensão de ruptura à flexão ⁽⁶⁾. As duas matérias-primas utilizadas na confecção dos produtos cerâmicos são argilas quaternárias de várzea que provêm da Formação Alter do Chão ⁽⁵⁾.

Porém, no Amazonas, durante a etapa de produção dos materiais cerâmicos, as argilas são misturadas de forma empírica, o que gera produtos cerâmicos de baixa qualidade. A falta de estudos prévios sobre a melhor mistura a ser empregada pode ser um dos fatores que levam ao alto índice de perdas, que podem ser ocasionadas por retrações excessivas, geralmente acompanhadas por trincas que levam ao enfraquecimento dos produtos, levando a um número muito alto de blocos quebrados no transporte. Vagner (2006) constatou, através de ensaios tecnológicos, que todos os tijolos provenientes deste pólo foram reprovados, estando todos fora dos padrões exigidos pela norma brasileira NBR 15270-1.

Mediante o exposto, esse trabalho tem como objetivo principal a identificação das melhores proporções entre as argilas, visando à correção de deficiências do produto final, a fim de melhorar as características da cerâmica produzida neste pólo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a formulação das massas argilosas foram utilizadas como matérias-primas duas argilas provenientes do município de Iranduba, que são utilizadas por uma indústria cerâmica local na fabricação de tijolos furados e telhas. As argilas foram denominadas argila Rio Negro Vermelha (RNV) e argila Rio Negro Bege (RNB), devido as suas respectivas colorações.

As matérias-primas foram submetidas à secagem ao ar livre a fim de se eliminar a umidade higroscópica e facilitar o processo de redução granulométrica. Após a secagem e destorroamento, as argilas foram moídas em moinho de bolas por um período de duas horas e, em seguida, peneiradas na peneira de 80 *mesh*. O material obtido após a peneiramento foi seco em estufa a 110 °C por 24 horas e depois, separado nas devidas proporções, em massa, para as misturas nos teores mostrados na tabela 1.

Tabela 1 - Composições das massas argilosas.

Massa argilosa	RNV (%)	RNB (%)	Total (%)
RNV	100	-	100
RNB	-	100	100
Mistura 1 (M1)	90	10	100
Mistura 2 (M2)	70	30	100
Mistura 3 (M3)	50	50	100
Mistura 4 (M4)	30	70	100
Mistura 5 (M5)	10	90	100

As massas foram homogeneizadas manualmente com o teor de 7 % de umidade. Para a eliminação de torrões gerados nesta fase, as amostras foram passadas na peneira de 40 *mesh* e, em seguida, acondicionadas em sacos plásticos por um período mínimo de três dias para que houvesse uma melhor uniformidade da umidade em toda a amostra. Os corpos-de-prova foram compactados por prensagem uniaxial em molde de aço com dimensões de 60x20 mm². A pressão de compactação foi de 20 MPa e o tratamento térmico foi realizado em estufa a 110 °C e posteriormente em forno mufla nas temperaturas de 850 °C, 950 °C e 1050 °C.

Realizou-se a queima utilizando dois patamares, o primeiro na temperatura de 500 °C por um período de uma hora e o segundo na temperatura estudada (850 °C, 950 °C ou 1050 °C) por um período de duas horas.

As propriedades tecnológicas analisadas das massas argilosas após a queima foram: retração linear, absorção de água, porosidade aparente, massa específica aparente e módulo de resistência à flexão em três pontos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2 e 3 são apresentados os resultados dos índices físicos das argilas *in natura*. A argila RNV apresentou índice de plasticidade (IP) inferior ao da argila RNB, isso pode ser explicado, em uma primeira análise, pela quantidade de areia e finos (argila e silte) presente em cada amostra, uma maior quantidade de areia e uma menor quantidade de finos fazem com que a superfície específica da mostra diminua, com isso, ocorre uma diminuição do seu índice de plasticidade. As argilas RNV e RNB foram classificadas, seguindo o Sistema Unificado de Classificação dos Solos – SUCS, como argilas silto-arenosas inorgânicas de baixa plasticidade.

Tabela 2 - Análise granulométrica das argilas *in natura*

Amostra	Pedregulho (%)	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	SUCS
RNV	0,0	22,27	38,60	39,13	CL
RNB	0,0	13,06	42,11	44,83	CL

Tabela 3 - Índices físicos das argilas *in natura*

Amostra	LL (%)	LP (%)	IP (%)	ρ_s (g/cm ³)
RNV	45,00	24,80	20,20	2,708
RNB	47,50	21,08	26,42	2,669

Com o ensaio de difração de raios X observou-se que as duas argilas utilizadas nas composições das massas argilosas são constituídas basicamente dos mesmos minerais, diferindo-se apenas na cristalinidade de cada mineral. Os minerais

identificados foram: caulinita, quartzo e ilita, e os difratogramas de raios X de cada amostra estão dispostos nas figuras 1 e 2. Estes resultados estão de acordo com a pesquisa realizada por Rebelo (2006), onde foram estudadas as características de massas cerâmicas utilizando argilas do município de Iranduba.

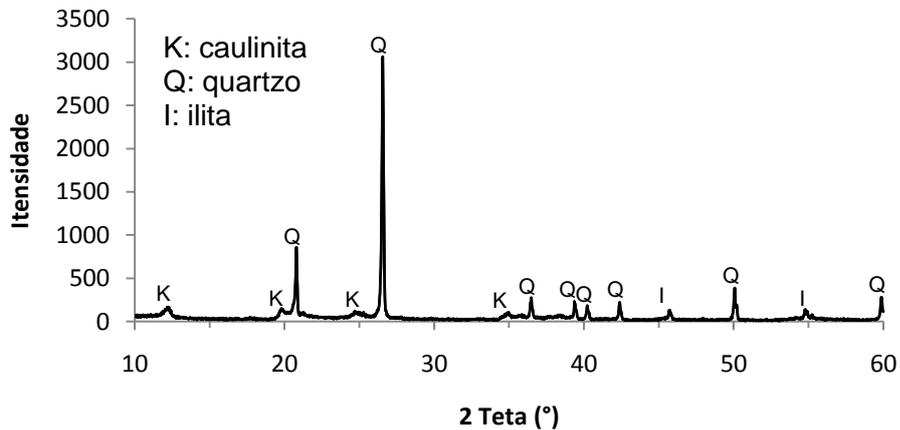


Figura 1 - Difratograma de raios X da amostra RNB.

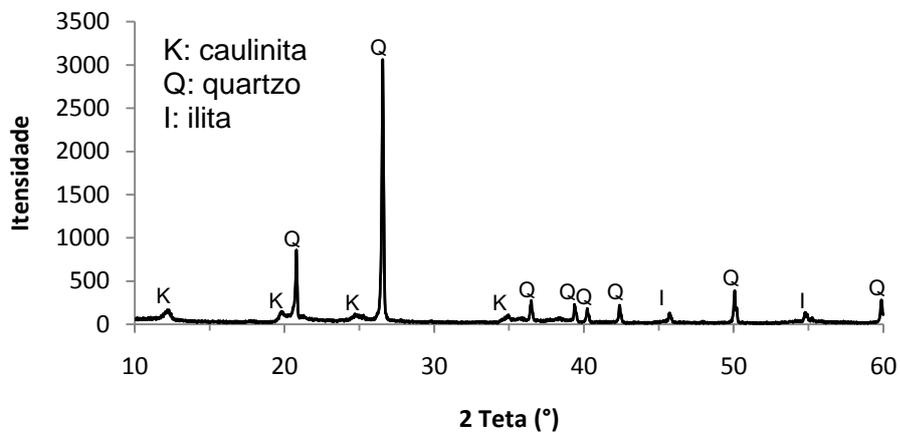


Figura 2 - Difratograma de raios X da amostra RNV.

O módulo de ruptura à flexão em três pontos foi determinado para as massas padrões, massa argilosa RNB e massa argilosa RNV, e para as demais misturas, sob o tratamento térmico nas temperaturas de 110 °C, 850 °C, 950 °C e 1050 °C. Os resultados foram obtidos a partir da média aritmética de no mínimo três resultados que não diferissem mais do que 5% dessa média. Esses resultados estão dispostos na tabela 4.

Observa-se um aumento, para todas as massas argilosas, no módulo de resistência à flexão à medida que se aumenta a temperatura de queima das amostras.

Tabela 4 – Valores dos módulos de resistência à flexão (MPa).

Massa argilosa	110 °C	850 °C	950 °C	1050 °C
RNV	3,23	6,42	7,90	8,26
RNB	2,89	7,06	9,35	12,80
M1	3,41	6,71	8,08	8,56
M2	3,28	6,66	7,85	9,84
M3	3,02	6,10	7,04	8,94
M4	3,00	6,35	8,06	9,91
M5	2,84	6,71	8,10	10,23

Na figura 4 são apresentados os valores dos módulos de resistência à flexão das amostras, juntamente com as faixas mínimas de resistência para determinados produtos cerâmicos. Todas as amostras analisadas ficaram acima do mínimo estabelecido pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, para a fabricação de tijolos furados. Para a fabricação de telhas apenas as amostras RNV, M3 e M4 ficaram abaixo do limite mínimo de resistência para a fabricação de telhas.

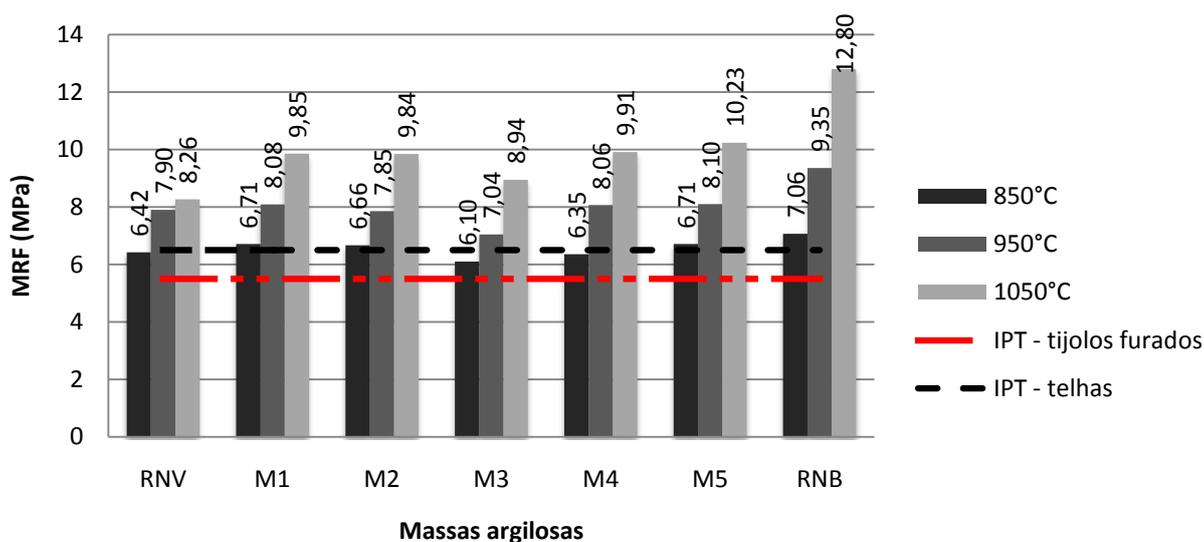


Figura 4 - Gráfico do módulo de resistência à flexão

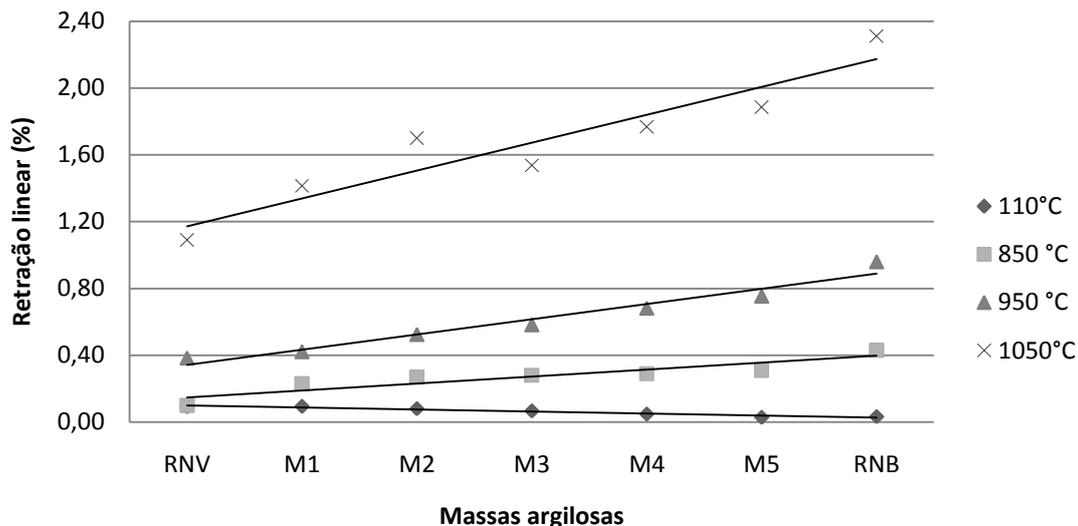


Figura 5 - Gráfico das retrações lineares.

Os resultados e os comportamentos das retrações lineares das amostras queimadas nas temperaturas de 110 °C, 850 °C, 950 °C e 1050 °C são apresentados na tabela e figura 5 respectivamente. A argila RNV apresentou a menor taxa de retração linear, nas temperaturas de queima acima de 110 °C, em relação à argila RNB, com isso, à medida que se aumenta os teores de argila RNB presente na massa argilosa a taxa de retração linear aumenta, apresentando comportamento típico a de um comportamento linear. Todas as amostras estudadas ficaram abaixo do limite recomendado pelo Laboratório de Cerâmica Vermelha ITU/SP, que é de 12 % para a retração linear total.

Tabela 5 - Valores das retrações lineares (%).

Massa argilosa	110 °C	850 °C	950 °C	1050 °C
RNV	0,09	0,10	0,38	1,09
RNB	0,03	0,43	0,96	2,31
M1	0,09	0,23	0,42	1,41
M2	0,08	0,27	0,53	1,70
M3	0,07	0,28	0,58	1,54
M4	0,05	0,29	0,68	1,77
M5	0,03	0,31	0,76	1,89

Para os ensaios de absorção de água, porosidade aparente e massa específica aparente foram utilizados três corpos-de-prova, e os resultados obtidos são referente aos valores médios das amostras ensaiadas. Os resultados dos índices de absorção em água das amostras queimadas encontram-se na figura 6.

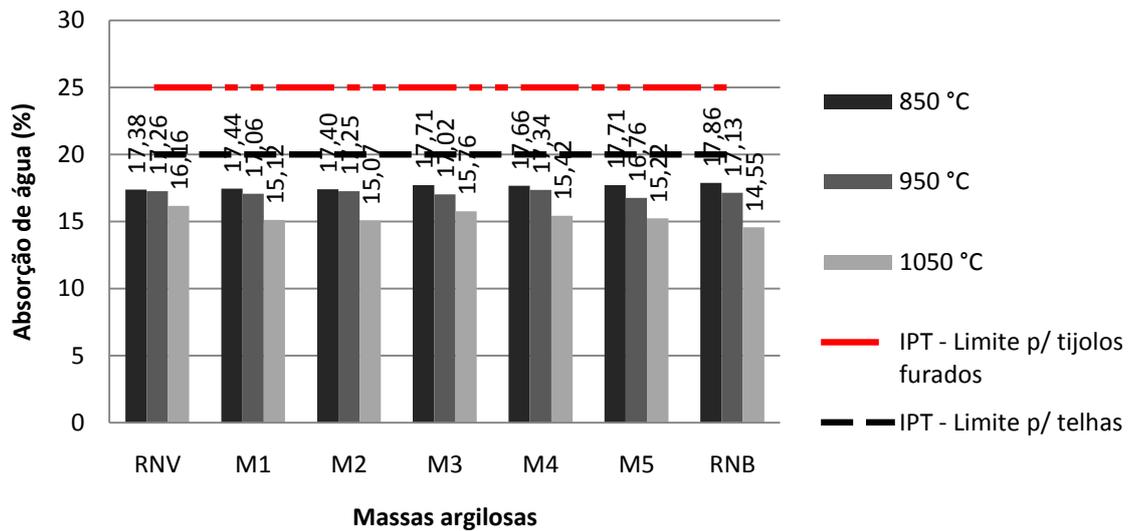


Figura 6 - Gráfico da absorção de água

Percebe-se uma pequena diminuição do índice de absorção das amostras submetidas à queima na temperatura de 950 °C em relação às amostras queimadas a 850 °C. Uma diminuição significativa da absorção só ocorre nas amostras submetidas à queima na temperatura de 1050 °C. Todas as amostras ficaram abaixo do limite máximo, recomendado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, de absorção para tijolos furados e telhas.

Em relação à porosidade aparente das massas argilosas ocorre uma diminuição pouco expressiva nas massas queimadas a 950 °C em relação às massas queimadas a 850 °C. Diminuição mais acentuada ocorre apenas nas massas queimadas a 1050 °C. O resultado das porosidades aparente das massas é apresentado na tabela 6.

Na tabela 7 são apresentados os resultados das massas específicas das massas argilosas nas temperaturas estudadas, e na figura 7 é apresentado o

comportamento da massa específica aparente de cada amostra analisada nas temperaturas de queima.

Tabela 6 - Valores da porosidade aparente

Massa argilosa	110 °C	850 °C	950 °C	1050 °C
RNV	-	32,32	32,12	30,62
RNB	-	32,34	31,81	28,27
M1	-	32,34	32,08	29,75
M2	-	32,13	30,49	29,27
M3	-	32,56	31,53	30,20
M4	-	32,43	32,15	29,52
M5	-	31,65	31,22	29,30

Tabela 7 - Valores da massa específica aparente

Massa argilosa	110 °C	850 °C	950 °C	1050 °C
RNV	-	1,855	1,856	1,912
RNB	-	1,855	1,874	1,955
M1	-	1,849	1,880	1,943
M2	-	1,836	1,860	1,913
M3	-	1,836	1,850	1,922
M4	-	1,837	1,863	1,926
M5	-	1,837	1,884	1,938

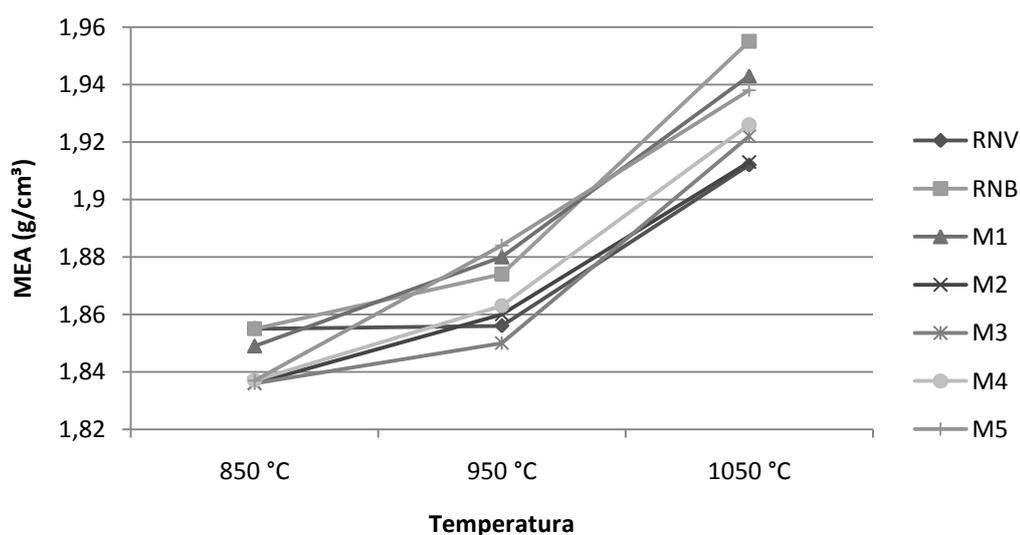


Figura 7 - Gráfico da massa específica aparente após queima

CONCLUSÃO

Com base na metodologia utilizada para este estudo conclui-se que para a fabricação de tijolos furados todas as amostras estão de acordo com os requisitos mínimos recomendados pelo Instituto de Pesquisa Tecnológica – IPT. Enquanto que para a fabricação de telhas recomenda-se apenas as amostras M1e M2 com base nos resultados obtidos.

Este estudo evidencia a importância das indústrias cerâmicas do pólo oleiro de Iranduba realizarem ensaios tecnológicos (físico-químicos) preliminares para que se obtenha um material cerâmico de boa qualidade.

REFERÊNCIAS

1. REBELO, E. P. Reciclagem de resíduo cerâmico (“chamote”), no reaproveitamento em massas cerâmicas. Manaus: **Congresso de iniciação científica da UFAM**, 2006.
2. SILVA, W. Q. Diagnóstico de qualidade de tijolo cerâmico comum para construção de alvenaria de vedação, utilizado na construção civil de Manaus. Manaus: **Congresso de iniciação científica da UFAM**, 2006.
3. **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**: banco de dados. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 8 de abril de 2010.
4. **PLANO DE DESENVOLVIMENTO PRELIMINAR**. APL de base mineral cerâmico – oleiro da cidade de Iranduba, abril de 2009.
5. CAMPELO, N. S.; MORAIS, M. R.; ARAGÃO, A. E.; CABRAL, E. M.; REBELO, E. P.; PINHEIRO, S. C.; PAIVA, O. A. Estudo da utilização de resíduo cerâmico queimado (“chamote”) oriundo do pólo oleiro de Iranduba – Am, como aditivo na fabricação de telhas. **Revista Cerâmica Industrial**, v.11, n.1, p.44, 2006.
6. SANTOS, P. S. **Ciência e tecnologia de Argilas**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda., v. 1, 2. ed. Revisada e ampliada, 1992.
7. CAMPOS, A. M. L. S. **O efeito da temperatura de queima do agregado sintético de argila calcinada, aplicado em concreto asfáltico**. 2008. 159p. Dissertação (Mestrado em engenharia civil) – Faculdade de Tecnologia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2008.

DETERMINING THE CLAY MASSES OF FORMULATION FOR USE IN RED POTTERY, FROM THE POLE POTTER IRANDUBA

ABSTRACT

Proceeded to the analysis of mixtures between two quaternary floodplain clays, derived from the pottery pole of Iranduba town, Amazonas state, to determine in different proportions of red clay and beige clay, mixtures what fits in best with manufacturing red ceramic products. The clays masses were subject to calcined at 110 °C, 850 °C, 950 °C and 1050 °C, using bars of rectangular profile of 60x20x8 mm³, molded under pressure of 20 MPa. We analyzed the following characteristics of clays masses: modulus of rupture at three points, water absorption rate, bulk density, apparent porosity and linear shrinkage. The results obtained let concluded that all compositions analyzed were able to manufacture bricks.

Key-words: red pottery, pole potter, Iranduba.