



REPARO DE PATOLOGIA DE ESTRUTURA COM ARGAMASSA DE REJEITO DE CERÂMICA VERMELHA¹

Claudeir de Souza Santana²
Juzélia Santos³

Resumo

O objetivo desta pesquisa é a utilização do rejeito de cerâmica vermelha de uma indústria de Tijolos e Telhas da região de Cuiabá como argamassa para reparo de patologia de estrutura, visando sua aplicação em substituição à areia e pedrisco no processo. A argamassa produzida restaura um banco de jardim confeccionado com concreto cujo assento era de agregado de cerâmica vermelha e pernas de tijolos de solo-cimento. O rejeito de cerâmica vermelha utilizada é proveniente de uma indústria da região de Cuiabá/MT, descartado no final do processo de produção, moído em granulometria apropriada para simular um tipo genérico de areia e pedrisco. Foram desenvolvidos processos de moagem e traçadas várias curvas granulométricas. Os agregados produzidos foram caracterizados desde a jazida até a moagem final de acordo com as normas da ABNT vigente, a área específica através de BET, para análise microestrutural foi utilizado difração de Raio-X. Foram utilizadas normas da ABNT para a caracterização e comparações de resultados. A argamassa produzida mostrou-se adequada para a restauração proposta, mostrou-se consistente e coesa. Concluiu-se que a argamassa produzida com agregado reciclado de cerâmica vermelha pode ser utilizada em restauração estrutural na construção civil em substituição ao agregado natural, com benefícios de custo e ambiental.

Palavras-chave: Reciclagem; Agregado; Cerâmica vermelha; Restauração estrutural.

REPAIR OF PATHOLOGY OF STRUCTURE WITH MORTAR TO REJECT THE RED CERAMICS

Abstract

The aim of this research is the use of the reject of red ceramic from an industry of bricks and tiles from the region of Cuiaba as mortar for repair of structural pathology, looking for their application to replace the sand and gravel in the process. The mortar produced restores a park bench made of concrete which seat was made of red ceramic and legs of soil-cement bricks. The reject of red ceramic used is from an industry in the region of Cuiaba, discarded at the end of the production process, ground in an appropriate granulometry to simulate a generic type of sand and gravel. Grinding processes were developed and various granulometric curves were drawn. The aggregates produced were characterized from the deposit until the final grinding according to ABNT norms in force, the specific area by BET, was used for microanalysis X-ray diffraction. ABNT standards were used to characterize and compare the results. The mortar produced proved to be adequate for the proposal restoration, it was consistent and cohesive. It was concluded that the mortar produced with recycled aggregate of red ceramic can be used in structural restoration in civil construction to replace the natural aggregate, with cost and environmental benefits.

Keywords: Recycling; Aggregate; Red ceramic; Structural restoration.

¹ Contribuição técnica ao 65º Congresso Anual da ABM, 26 a 30 de julho de 2010, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

² Aluna do Curso Superior em Tecnologia em Controle de Obras, IFMT, bolsista PIBICT, clauideir.santana@gmail.com.

³ Professora Doutora, Departamento de Área de Construção Civil, IFMT, juzelia@ccivil.cefetmt.br

1 INTRODUÇÃO

O Setor de Cerâmica Vermelha ou Estrutural que fabrica materiais de argila (tijolos, telhas, blocos, manilhas, lajotas, tubos e ladrilhos vermelhos) para a construção civil, no Brasil, segundo o Anuário Brasileiro de Cerâmica, existem cerca de 11.000 indústrias de Cerâmica Vermelha, com média de 25 a 30 empregados por empresa, totalizando cerca de 250 a 300 mil empregos e um consumo de matérias-primas por volta de 60 milhões de Toneladas/ano.

No Estado de Mato Grosso, de acordo com uma pesquisa realizada pelo Laboratório de Cerâmica do SENAI/MT, conseguiu-se levantar um número de aproximadamente de 73 Indústrias de Cerâmica Vermelha, mas segundo informações do Sindicato das Indústrias Cerâmicas para a Construção Civil do Estado de Mato Grosso, esse número deverá estar por volta de 130 indústrias.⁽¹⁾

O Núcleo Setorial de Cerâmica da Grande Região de Cuiabá e Várzea Grande criado em 2004 foi composto por 15 empresas sendo dez em Várzea Grande, duas em Cuiabá, duas em Nossa Senhora do Livramento e uma em Santo Antônio de Leverger.

Deste setor informal fazem parte também as Olarias, que apresentam as seguintes características:

- são organizadas de maneira informal;
- empregam grandes contingentes de mão-de-obra com baixa qualificação;
- desenvolvem processo de produção artesanal; e
- produzem tijolos maciços, fabricados conforme a demanda do mercado.

Trata-se de um subsetor das indústrias cerâmicas que apresenta uma grande defasagem tecnológica, a qual pode ser expressa pelo índice de peças produzidas por empregado, que é de 13.300 peças/ano no Brasil contra 200.000 peças/ano na Europa.

Em Cuiabá e Várzea Grande totalizam 23 indústrias cerâmicas, fabricando principalmente blocos cerâmicos de oito furos. E dessas cerâmicas, apenas duas empresas fabricam telhas cerâmicas. O que proporcionou a vinda de empresas de telhas de outros estados, e conseqüentemente à concorrência no mercado de telhas, provindas principalmente da região de Monte Carmelo – Minas Gerais. Há também em outras regiões do Estado onde se fabricam telhas, como em Dom Aquino e Cáceres.

A localização Industrial do Setor Ceramista é determinada basicamente por dois fatores: 1) A localização do depósito natural da Argila - devido ao grande volume de matéria-prima processada, à distância da Indústria ao jazimento mineral não pode ser grande e 2) A posição dos grandes centros consumidores – o produto acabado possui peso específico e volume de grandes proporções, dificultando assim o seu transporte para atender o mercado consumidor.

Com uma produção de 11.100.000 peças/mês, as 19 Indústrias cerâmicas localizadas na Grande Cuiabá, duas empresas produzem 3,6 milhões peça/mês, 04 (quatro) produzem acima de 500 mil peças/mês, uma produz 500 mil, e o restante delas produzem abaixo de 400 mil. Com uma Mão de Obra Direta aproximada de 600 pessoas e Mão de Obra Indireta de aproximadamente de 200 pessoas.

Dessas empresas citadas acima, quatorze estão utilizando a palha de arroz, duas pó de serragem, seis lenha e uma utilizando como elemento alternativo o sabugo de milho seco.⁽²⁾

Na Tabela 1, apresenta-se a relação de jazidas minerais de argila no Estado de Mato Grosso.

Tabela 1. Relação das jazidas minerais de argila no estado de Mato Grosso⁽¹⁾

Item	Nome da Jazida	Localização	Observação
01	Baixada Cuiabana	Cuiabá /Várzea Grande	Condicionada as planícies de inundação
02	Cáceres	Cáceres	Condicionada as áreas alagáveis do Rio Paraguai.
03	Rio Vermelho	Rondonópolis	Condicionada as áreas alagáveis do Rio Vermelho
04	Rio São Lourenço	Vale do São Lourenço (Dom Aquino, Jaciara, S ^o Pedro da Cipa, Juscimeira)	Condicionada as áreas alagáveis do Rio São Lourenço
05	Barra do Bugre	Barra do Bugre	Condicionada as áreas alagáveis do Rio Paraguai
06	Cabaçal	Lambari D'Oeste	Condicionada as áreas alagáveis do Rio Cabaçal
07	Rosário/Nobres	Rosário/Nobres	Condicionada as planícies de inundação do Rio Cuiabá.

A indústria de Cerâmica Vermelha movimenta cerca de 60 milhões de toneladas de matéria prima por ano,⁽³⁾ o que representa 54 milhões de toneladas transformadas em produtos (supondo que 10% desse material correspondam a materiais que são decompostos como matéria orgânica e carbonatos). A perda média de 3% a 5% durante o ciclo de produção é aceitável pelas indústrias, podendo gerar de 1,6 milhões a 2,7 milhões de toneladas de resíduo por ano, constituído de produtos que foram descartados por conter algum tipo de defeito, como trincas, empenamento, baixa resistência, deformações, ou qualquer outro que impeça o uso dentro dos padrões exigidos pela normalização vigente.

1.1 Problema Analisado

A matéria-prima que servirá como base nesse estudo será o resíduo de cerâmica vermelha. Esse material foi coletado em uma indústria de tijolos na cidade de Cuiabá. O estudo será feito para visualização da qualidade final, em virtude da reutilização desse material na construção civil, o material substituirá o agregado miúdo em argamassa. Além disso, o estudo é a tentativa de produzir materiais ecologicamente corretos para evitar agressões à natureza, contribuir para diminuir a poluição do solo, água e ar, estimular a consciência, uma vez que produtos gerados a partir dos reciclados são comercializados em paralelo àqueles gerados a partir das matérias-primas virgens e principalmente o baixo custo que será para produzir e comercializar este produto.

O objetivo da pesquisa é conhecer as propriedades das argamassas confeccionadas com a utilização de agregados alternativos provenientes de rejeitos da indústria da construção civil, sendo esta desenvolvida de modo comparativo com argamassas convencionais (COSTA, 2006).



A argamassa em estudo será utilizada na restauração de um banco construído no ano de 1995, por 2 (duas) alunas do curso técnico de Edificações juntamente com a professora Juzélia Santos da Costa, com materiais reciclados, conforme pode ser observado na Figura 1, foto retirada alguns dias após a fabricação e cura do mesmo. As pernas foram executadas com tijolos de solo-cimento e o assento com concreto de cerâmica vermelha (COSTA et alii, 2000). Já nas Figuras 2, 3, 4 e 5 podemos observar fotos do banco no ano 2009, todo deteriorado.



Figura 1. Foto do banco confeccionado em 1995 (aluna e prof^a. Juzélia).



Figura 2 Foto do banco deteriorado



Figura 3. Foto do banco deteriorado



Figura 4 Foto do banco deteriorado



Figura 5 Foto do banco deteriorado

O banco foi deteriorado devido às duas obras que ocorreram no pavilhão e em seu entorno, cujos funcionários utilizaram o referido banco como fonte de apoio para dobragem de armadura, padiolas e todo tipo de apoio que se fizesse necessário no desenvolvimento da obra, e dessa forma ocasionando patologia que hoje é objeto da recuperação em estudo.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Aglomerantes

2.1.1 Cimento

O cimento utilizado é o Portland CII-F - 32, da marca Itaú em embalagens de 50kg, e suas características físicas e mecânicas foram estudadas realizando ensaios no laboratório de construção civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. – IFMT, e os resultados são apresentados na Tabela 2. (NBR-5732/1988).

Tabela 2. Resultados físicos e mecânicos do cimento

Características e propriedades		NBR	Unidade	Resultado
Finura (resíduo na peneira 75 µm).		11579	%	3,0
Tempo de início e fim de pega	Início de pega	11581	h	2h 35min.
	Fim de pega		h	4
Massa específica		6474	kg/dm ³	3,20
Resistência à compressão	3 dias de idade	7215	MPa	15,00
	7 dias de idade		MPa	24,00
	28 dias de idade		MPa	38,00

2.1.2 Cal

A cal utilizada foi a hidratada CH - III, da marca Itaú em embalagens de 20 kg, e suas características físicas e mecânicas foram estudadas realizando ensaios no laboratório de construção civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. – IFMT, e os resultados são apresentados na Tabela 3. (NBR- 7175).

Tabela 3. Resultados físicos e mecânicos da cal

Características e propriedades CH – III		NBR	Valor de Norma	Resultado
Massa unitária no estado solto (kg/dm ³)		7251	-	0,70
Massa específica (kg / dm ³)		NM23	-	2,67
Finura	Peneira 0,6 mm	9289	0,5%	0,35%
	Peneira 0.075 mm		15%	13%
Plasticidade		9206	110	136
Índice de retenção de água		9290	80%	87%

2.2 Agregados

2.2.1 Caracterização dos materiais

O material utilizado é o rejeito de uma indústria de cerâmica vermelha – CV(tijolo), descartado no processo de produção após a queima, de uma indústria da região de Cuiabá-MT. As peças foram fragmentadas com britador de mandíbulas, e moídas por moinho de partículas finas. O material foi separado em frações granulométricas, semelhantes ao encontrado na natureza. O agregado reciclado utilizado consistiu de

material retido na peneira de malha 4,75mm e 2,36 (gráudo) e abaixo da 2,36 retidos na peneira com abertura de malha de 0,075mm (miúdo) em ensaio realizado de acordo com NBR NM 248. O agregado fino convencional de referência foi areia natural quartzosa (areia de rio), da região da cidade de Cuiabá-MT.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Agregados

Os resultados da caracterização física dos agregados natural e reciclado em estudo podem ser observados na Tabela 4.

Tabela 4 – Características físicas das matérias – prima agregado miúdo

Propriedades	Areia de rio	Reciclado cerâmica vermelha miúdo	Norma
Diâmetro máximo mm	0.6	4.8	NBR 7217
Módulo de finura	1.85	3.24	NBR 7217
Massa específica saturada	2.56	2.35	NM 53
Índice de vazios	-	17.80%	NM 53
Coeficiente de inchamento	3%	1.10%	NM 53
Impureza orgânica	Clara	Clara	NM 49
Material pulverulento	0.53%	24%	NM 46
Massa unitária solta	1.56m ³	1.13m ³	NBR 7251
Absorção por imersão	0.33%	11.79%	NM 53
Determinação de teor de Argila em torrões e materiais friáveis	12%	7.97%	NBR 7218
Massa unitária compactada	1.66m ³	1.22m ³	NBR 7810
Área específica BET (m ² /g)	CV sem classificação – 19,87 Areia de rio – 10,75		
Área específica BET (m ² /g)	Material da jazida – 27,30		
Área específica BET (m ² /g)	Tijolo queimado – 16,91		

Na Figura 6 apresenta-se a curva granulométrica do agregado em estudo e por meio desta podem – se observar seus diâmetro máximo característico de 4,8mm e módulo de finura de 3,24 e na figura 7 uma foto do agregado miúdo reciclado de cerâmica vermelha retirada no microscópio óptico Leica, numa magnitude de 80X em relação à tela do computador, realizada no CMMC (Centro Multidisciplinar de Materiais Cerâmicos), do departamento de Química da UFSCar- SP.

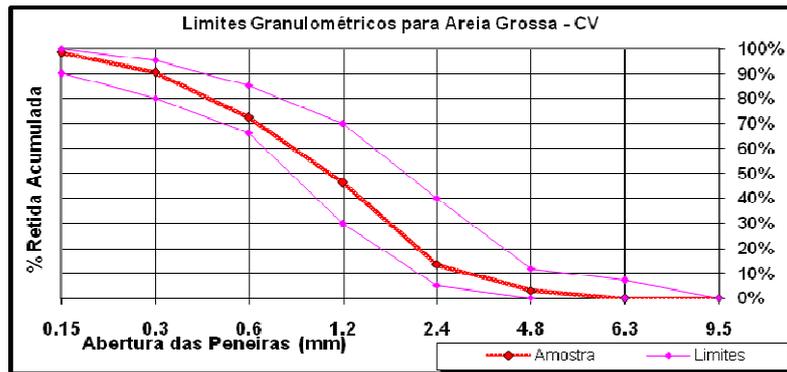


Figura 6. Curva granulométrica do agregado miúdo areia de rio – CV. NBR NM 248.



Figura 7 – Microscopia óptica do agregado miúdo cerâmica vermelha Mag. 80X (em relação à tela do computador).

3.1.1 Micro-análise do agregado em estudo/ difração de raios-X

Pelas Figuras 8, 9 e 10 podem-se observar que os agregados em estudo apresentam a mesma estrutura formadora do esqueleto, independente de ser o agregado reciclado de cerâmica vermelha ou de areia natural quartzosa as fases mineralógicas são as mesmas.

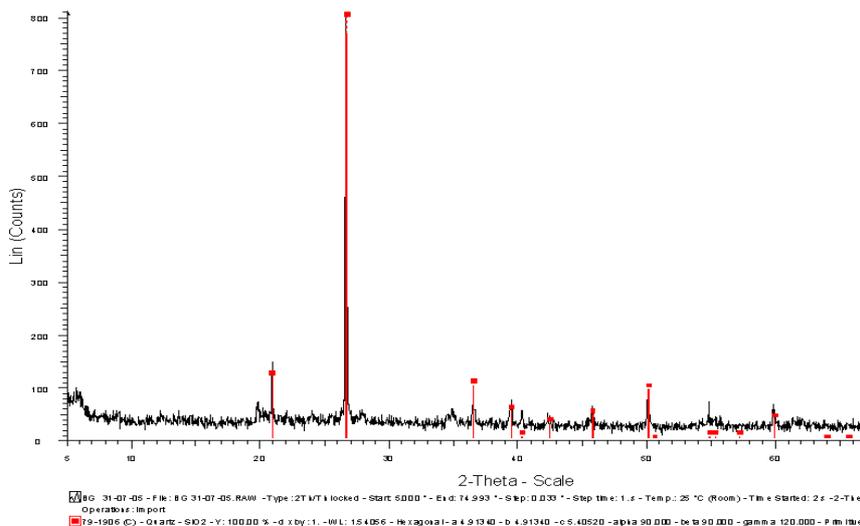


Figura 8 - Raio-x da amostra da jazida de extração da matéria prima. Por meio dele podemos observar a estrutura do esqueleto formador do material, realizado em aparelho da marca Siemens modelo D5005, no Depto. Engenharia de Materiais – DEMA - da Univ. Federal de São Carlos – SP.

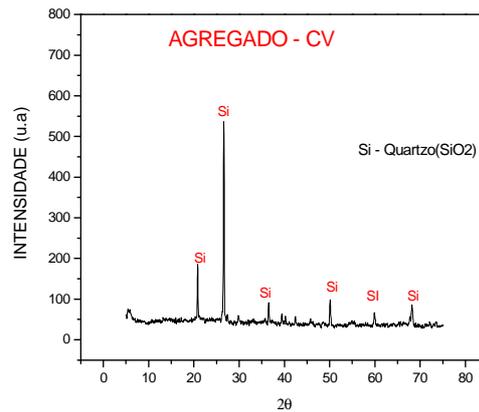


Figura 9– Difratoograma de Raio - x do agregado de cerâmica vermelha -CV.

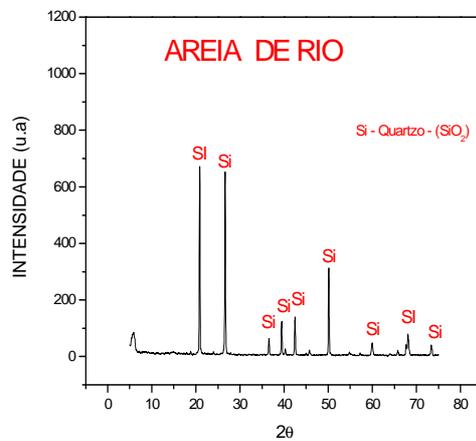


Figura 10 – Difratoograma de Raio - x do agregado natural areia de rio-P.

3.2 Argamassa

Para restauração do banco foram desenvolvidas argamassas de traço volumétrico 1:2:9 CV9; 1:3:12 CVA12, (cimento:cal: agregado miúdo reciclado de cerâmica vermelha), cujas similaridades utilizou-se argamassas de referência de cimento, cal e agregado miúdo areia de rio com traço volumétrico 1:2:9 P9 e 1:3:12 PA12. Na restauração do banco utilizou-se a argamassa cujo traço em massa é de 1: 0,91: 3,71, denominado de CVD (Cerâmica Vermelha Danilo - 2005).

3.2.1 Propriedades físicas das argamassas

As propriedades físicas das argamassas em estudo podem ser observadas na Tabela 5.

Tabela 5. Propriedades físicas das argamassas

Traço	Consistência NBR 13276	Densidade de massa (g/cm ³) NBR 13278	Fator água/cimento	Massa unitária NBR 7251
CV9	250	1,84	3,31	1,13
CVA12	251	1,84	4,56	1,13
P9	261	1,96	2,63	1,56
PA12	259	1,96	3,43	1,56
CVD	247,5	1,83	1,81	1,13

3.2.2 Resistência à compressão axial

Os resultados de resistência à compressão realizados no estado endurecido nas diversas argamassas e diferentes dias estão mostrados na Tabela 6 (NBR 13279). A Figura 11 é a foto tirada da argamassa logo após ser rompida. E pode ser observado na Figura 12 o gráfico de resistência das argamassas em estudo.

Tabela 6 – Resistência à compressão axial das argamassas

TRAÇO	7 dias	14 dias	28 dias
	MPa	MPa	MPa
CV9	2,87	4,01	4,08
CVA12	4,54	5,02	5,09
P9	2,97	3,14	3,73
PA12	2,44	2,90	2,96
CVD	3,60	3,71	3,80


Figura 11 – Mostra do corpo de prova após rompimento.

Resistência à Compressão Axial

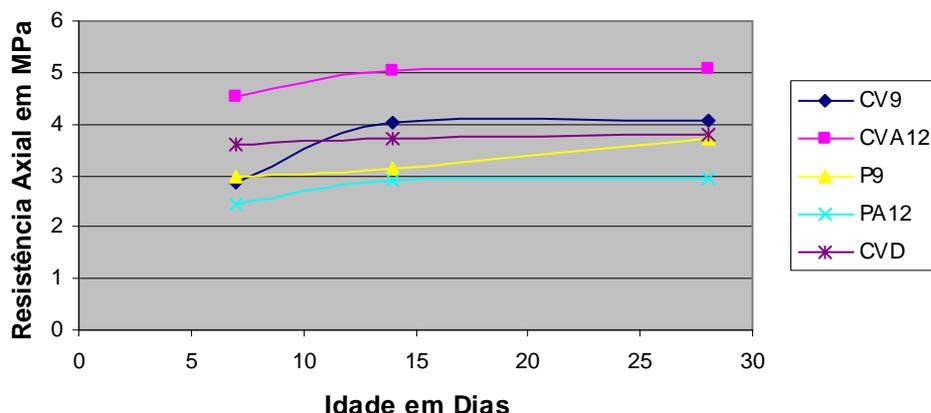


Figura 12 – Gráfico da resistência à compressão axial da argamassa em estudo.

Por meio dos ensaios no estado endurecido podemos perceber, que as argamassas contendo agregado reciclado apresentam melhores resultados que as argamassas convencionais. Fica evidente que a utilização da argamassa reciclada de cerâmica vermelha propicia a obtenção de argamassas de propriedades extremamente otimizadas.

4 PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DA ESTRUTURA

No processo de restauração do banco após o empacotamento e definição do traço (CVD) através do processo de densidade real, foi aplicado removedor de ferrugem conforme as Figuras 13 e 14, após 24h aplicou-se um chapisco de traço 1:3 (cimento: agregado proveniente de cerâmica vermelha). O chapisco em questão foi curado através de processo de molhagem durante sete dias.

Após sete dias de cura aplicou-se então a argamassa produzida e o resultado do banco após sua recuperação pode ser observado nas Figuras 15 à 18.



Figura 13 Removedor de Ferrugem



Figura 14 Removedor de ferrugem aplicado nas ferragens



Figura 15 Banco recuperado



Figura 16 Banco recuperado



Figura 17 Banco recuperado



Figura 18 Banco recuperado

5 CONCLUSÃO

A argamassa para a restauração do banco foi executada com sucesso, atendeu a expectativa de projeto sendo feito o empacotamento dos grãos para argamassa de restauração do referido banco. Na aplicação da argamassa o pedreiro não encontrou dificuldade, pois foi executado com método convencional, fez-se uma forma de madeira e foram usados materiais próprios da construção civil como colher de pedreiro e desempenadeira de madeira. Os resultados indicam até o presente momento que a argamassa em estudo está de acordo com o mínimo exigido pelas Normas Brasileiras.

REFERÊNCIAS

- 1 MAIA, E. C.; Apostila Tópicos Gerais sobre Cerâmica Vermelha, Centro de Educação e Tecnologia, SENAI/FIEMTEC. 2005.
- 2 MAIA, E. C. Monografia, SENAI/FIEMTEC. Centro de Educação e Tecnologia. 2006.
- 3 GASPAR JÚNIOR, L.A. et all. Panorama atual do pólo cerâmico de Santa Gertrudes em função de novos estudos mineralógicos e texturais da matéria-prima utilizada na indústria de revestimentos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 41.1997, São Paulo, SP. Anais... São Paulo: ABC, 1997. P. 696-699.
- 4 COSTA, J. S. da; CONCIANI, W.; FONSECA, J. B. B.; Brick of Cement-Soil with Material of Cuiabana Region, CEFET-MT, 2000.
- 5 COSTA, J. S. "Agregados alternativos para argamassa e concreto produzidos a partir da reciclagem de rejeitos virgens da indústria de cerâmica tradicional. **TESE** de Doutorado, DEMa, Universidade Federal de São Carlos, dezembro de 2006, 208P.