



UTILIZAÇÃO DE ARGAMASSA COM AGREGADO RECICLADO DE CERÂMICA VERMELHA NA RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS¹

Claudeir de Souza Santana²
 Juzélia Santos³

Resumo

O objetivo desta pesquisa é a utilização do rejeito de cerâmica vermelha de uma indústria de tijolos como argamassa para reparo de patologia de estrutura, visando sua aplicação em substituição à areia. A argamassa produzida restaura um banco confeccionado com concreto cujo assento era de agregado de cerâmica vermelha e pernas de tijolos de solo-cimento e uma laje de cobertura de concreto armado, a qual após mais de trinta anos de existência vinha apresentando manifestações patológicas no revestimento. O rejeito de cerâmica vermelha descartado no final do processo de produção, foi moído em granulometria apropriada para simular um tipo genérico de areia. 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 micro estrutural foi utilizado difração de Raio-X. A argamassa produzida mostrou-se adequada para a restauração proposta. 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.

Palavra-Chave: Reciclagem; Agregado; Cerâmica vermelha; Restauração estrutural.

USE MORTAR WITH RECYCLED AGGREGATE FOR THE RECOVERY OF RED CERAMIC STRUCTURES

Abstract

The objective of this research is the use of tailing red ceramic the brick industry as a mortar to repair pathology structure, for their application to replace the sand. Mortar produced restores concrete made with a bank whose seat was red ceramic household and legs of soil-cement bricks and a slab of concrete, which after more than thirty years had shown the existence of pathologies in coating. The residuals of red ceramic discarded at the end of production process, has been ground into suitable particle size to simulate a generic type of sand. Milling processes were developed and outlined several granulometric curves. The pellets were characterized since the deposit until the final grinding according to the rules ABNT force, the specific area by BET, for micro analysis structure was used for X-ray diffraction. Mortar produced proved to be adequate for the proposed restoration. It was concluded that the mortar produced with recycled aggregate red ceramic can be used in structural restoration in construction in replacement of natural aggregate, with cost and environmental benefits.

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

¹ Contribuição técnica ao 66º Congresso Anual da ABM, 18 a 22 de julho de 2011, São Paulo, SP, Brasil.

² Aluna do Curso Superior em Tecnologia em Controle de Obras, IFMT, bolsista CNPq, claudeir.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.⁽¹⁾

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, 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 200 pessoas.⁽²⁾

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.

O objetivo desta pesquisa é estudar a viabilidade deste resíduo se tornar matéria prima e ser reutilizado na própria construção civil, em substituição ao agregado natural areia de rio em argamassas.

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.

A argamassa em estudo será utilizada na restauração de um banco construído no ano de 1995, por duas alunas do curso técnico de Edificações juntamente com a professora Juzélia Santos, 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.⁽⁴⁾ Já nas Figuras 2, 3, 4 e 5 podemos observar fotos do banco no ano 2009, todo deteriorado. O outro objeto de estudo desta pesquisa foi uma laje de concreto armado, sem cobertura, protegida em sua parte superior por manta asfáltica e uma camada de argamassa. Na parte inferior, a laje teve sua área rebocada e pintada com pintura látex. A laje tem área total de 160 m² com extensão de 57,30 m e 2,80 m de largura, constituindo um ambiente avarandado, destinado ao acesso de um edifício público ao qual após mais de 30 anos de existência vinha apresentando manifestações patológicas no revestimento.⁽⁵⁾ Conforme pode ser observado nas Figuras 6 e 7.



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

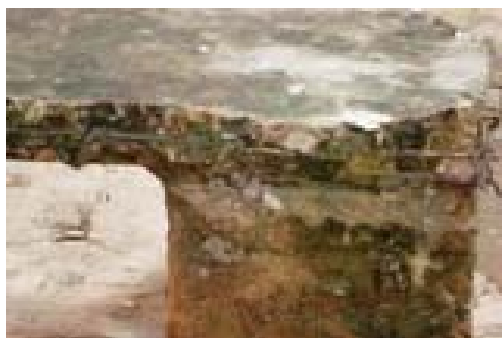


Figura 4. Foto do banco deteriorado



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 um dos objetos da recuperação em estudo.



Figura 6. Patologia no reboco.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

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 4,75 mm e 2,36 (graúdo) e abaixo da 2,36 retidos na peneira com abertura de malha de 0,075 mm (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

3.1 Agregados

Os resultados da caracterização física dos agregados natural e reciclado em estudo podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1. Características físicas das matérias – prima

Propriedades	Areia	CV - Reciclado	Norma
Diâmetro máximo	0,6 mm	4,8 mm	NM 248 ⁽⁶⁾
Módulo de finura	1,85	3,24	NM 248 ⁽⁶⁾
Massa específica saturada	2,56	2,35	NM 53 ⁽⁷⁾
Índice de vazios	-	17,80%	NM 53 ⁽⁷⁾
Impureza orgânica	Clara	Clara	NM 49 ⁽⁸⁾
Material pulverulento	0,53%	24%	NM 46 ⁽⁹⁾
Massa unitária solta	1,56m ³	1,13 m ³	NBR 7251 ⁽¹⁰⁾
Absorção por imersão	0,33%	11,79%	NM 53 ⁽⁷⁾
Determinação de teor de Argila em terrões e materiais friáveis	12%	7,97%	NBR 7218 ⁽¹¹⁾
Massa unitária compactada	1,66 m ³	1,22 m ³	NBR 7810 ⁽¹²⁾

Na Figura 7 apresenta-se a curva granulométrica do agregado em estudo. E por meio deste obteve-se os diâmetro máximo característico de 4,8 mm e módulo de finura de 3,24. Já na Figura 8 tem-se uma foto do agregado reciclado aumentado 80X, em um microscópio ótico, em relação a tela de um computador.

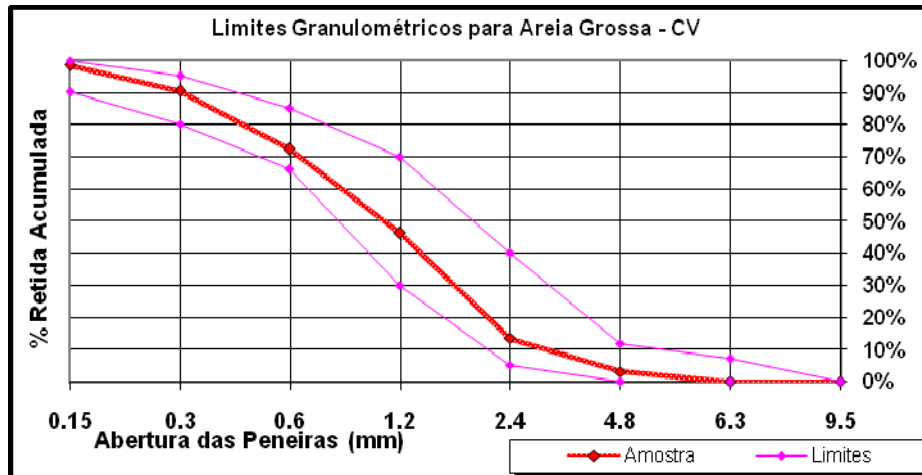


Figura 7. Curva granulométrica do agregado miúdo areia de rio – CV. NBR NM 248.⁽⁶⁾



Figura 8. 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 9, 10 e 11 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.

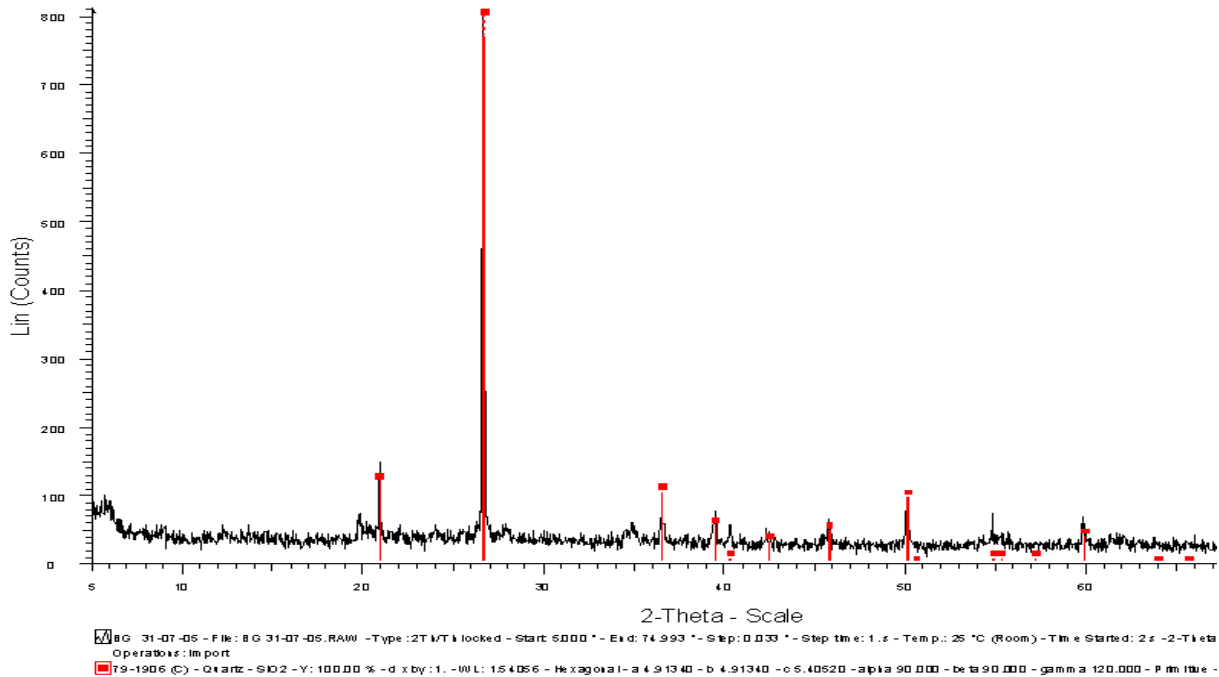


Figura 9 - Raio-x da amostra da jazida de extração da matéria prima. Por meio dele podemos observar a estrutura do esqueleto formador do material, realizado em aparelho da marca Siemens modelo D5005, no Departamento de Engenharia de Materiais – DEMA - da Universidade Federal de São Carlos – SP.

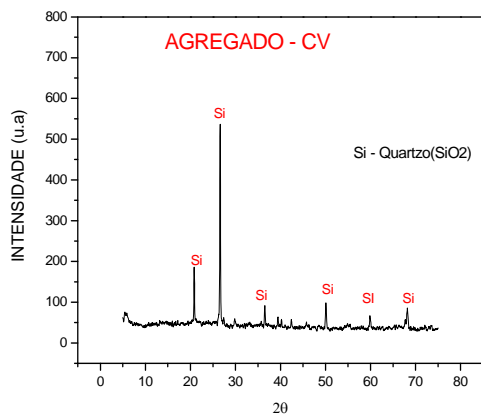


Figura 10 – Difratoograma de Raio-x do agregado cerâmica vermelha -CV.

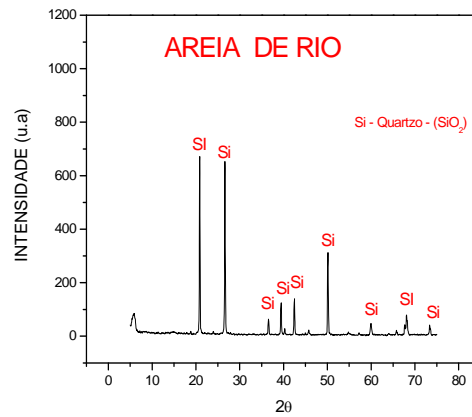


Figura 11 – Difratoograma de Raio-x do de agregado natural areia de rio-P.

3.2 Argamassa

Durante o estudo foram desenvolvidas argamassas de traço volumétrico denominadas de CV9 (1:2:9) e CVA12 (1:3:12) (cimento: cal: agregado miúdo de cerâmica vermelha), cujas similaridades utilizou-se argamassas de referência de cimento, cal e agregado miúdo areia de rio com traço volumétrico denominadas P9 (1:2:9) e PA12 (1:3:12).

Na restaurações dos objetos utilizou-se a argamassa cujo traço em massa é de 1: 0,91:3,71, denominado se CVD (Cerâmica Vermelha Danilo).⁽¹³⁾

3.2.1 Propriedades físicas das argamassas

As propriedades físicas das argamassas em estudo podem ser observadas na Tabela 2.

Tabela 2. Propriedades físicas das argamassas

Traço	Consistência NBR 13276 ⁽¹⁴⁾	Densidade de massa (g/cm ³) NBR 13278 ⁽¹⁵⁾	Fator água/cimento	Massa unitária NBR 7251 ⁽¹⁰⁾
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 axial estão apresentadas na Figura 12, um gráfico para melhor visualização dos resultados. Na Figura 13 temos um CP após o rompimento.

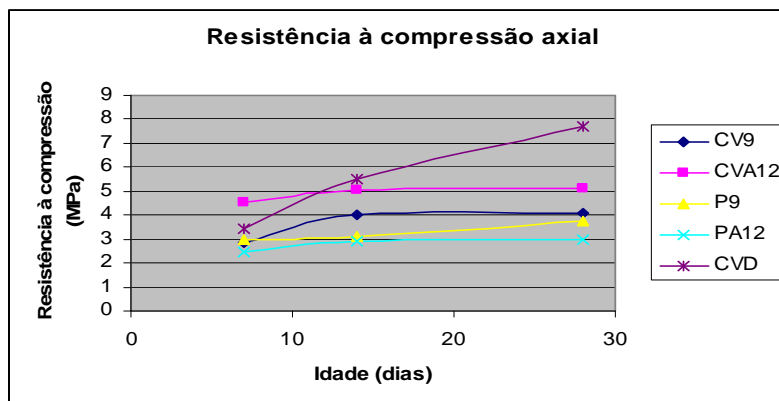


Figura 12 – Gráfico de resistência à compressão axial.



Figura 13 – Mostra do corpo de prova após rompimento.

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. Quando observamos o salto de valor que a mesma experimenta quando formulada com o traço especial D (Danilo), mostra que o efeito do empacotamento é crítico.

4 PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DAS ESTRUTURAS

4.1 Banco

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 14 e 15, 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 16 à 19.

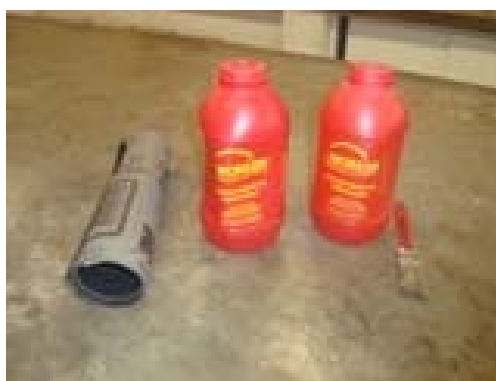


Figura 14. Removedor de ferrugem.



Figura 15. Removedor de ferrugem aplicado nas ferragens.



Figura 16. Banco recuperado.



Figura 17. Banco recuperado.



Figura 18. Banco recuperado.



Figura 19. Banco recuperado.

4.2 LAJE

O processo de restauração da laje deu-se início com o destacamento do reboco que estava fofo tentando requadrar ao máximo como pode ser observado na Figura 19, foi aplicada uma pasta de cimento, constituída por aglomerante do tipo cimento Portland CII Z 32, aditivos poliméricos com função de impermeabilização (Aditivo Imperplast) e água, de traço unitário 1:0,3 de solução (água/aditivo)⁽¹⁶⁾ conforme Figura 20, aguardou-se 7 dias, aplicou-se um chapisco de traço 1:2 (cimento; agregado natural) aguardou-se mais 7 dias para a cura do chapisco com processo de molhagem, e por fim deu-se a aplicação da argamassa com agregado reciclado, curando a argamassa com molhagem durante 7 dias. O resultado pode ser observado nas Figuras 20 a 23.



Figura 20. Destacamento do reboco.



Figura 21. Pasta de cimento.



Figura 22. Argamassa aplicada.



Figura 23. Argamassa aplicada.

5 CONCLUSÃO

Os resultados indicam até o presente momento que a argamassa em estudo está de acordo com o mínimo exigido pelas Normas Brasileiras.

Certamente, o uso de areia reciclada em argamassas é viável em muitas cidades. Entretanto, há desafios tecnológicos e comerciais a serem vencidos para que o produto possa gradativamente conquistar o mercado consumidor, como uma opção ambientalmente correta, tanto do ponto de vista da reciclagem quanto da durabilidade das edificações.

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 al. 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 SIQUEIRA, W. G. DE; LIMA, DR^a S. M. DE,. Manifestações patológicas em laje de cobertura: estudo de caso. ANAIS. VI CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE PATOLOGIA Y RECUPERACIÓN DE ESTRUCTURAS. 2010.
- 6 ___NBR NM 248 – Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro. 2003
- 7 ___NBR NM 53 – Agregado graúdo – Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água. Rio de Janeiro. 2003
- 8 ___NBR NM 49 – Determinação de impurezas orgânicas. Rio de Janeiro. 2001
- 9 ___NBR NM 46 – Determinação do material fino que passa através da peneira 75 µm, por lavagem. Rio de Janeiro. 2001
- 10 ___NBR 7251 – Agregado em estado solto – Determinação da massa unitária. Rio de Janeiro. 1982
- 11 ___NBR 7218 – Agregados – Determinação do teor de argila em torrões e materiais friáveis. Rio de Janeiro. 1987
- 12 ___NBR 7810 – Agregados no estado compactado – Determinação da massa unitária. Rio de Janeiro. 1982
- 13 BONFIM, D. e BALDO, J.B.; Um novo método para a dosagem de concretos estruturais de cimento Portland. **Dissertação**. DEMa-UFSCar, São Carlos, 2005. 92p.
- 14 ___NBR 13276 - Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro. 2002
- 15 ___NBR 13278 - Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro. 2001
- 16 TATSUNO, R. T. M.; AMORIM, E. F.; LIMA, Dr^a S. M. de,. Recuperação estrutural de um reservatório enterrado: um estudo de caso. ANAIS. 5º Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estrutura. 2009.
- 17 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.