

UTILIZAÇÃO DE REJEITO DA INDÚSTRIA DE PISO CERÂMICO PARA A CONFECCÃO DE ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO

Éder Sousa de Almeida¹

Juzélia Santos da Costa²

RESUMO: Este artigo apresenta dados de uma pesquisa que objetiva conhecer as características do agregado de piso cerâmico para a produção de argamassa de revestimento. Os pisos cerâmicos foram cominuídos até granulometria similar à da areia de rio, sendo esse material avaliado física e quimicamente conforme normas da ABNT e da ASTM. A argamassa foi ensaiada em estado fresco e endurecida, realizando-se ensaios de caracterização física e mecânica. Os resultados de caracterização da argamassa e do agregado mostraram que ele tem predisposição para a utilização na construção civil, pois as características apresentadas, os ganhos em custos, além do gerenciamento ambiental, tornam viável a reciclagem dos rejeitos cerâmicos.

PALAVRAS-CHAVE: Reciclagem, piso cerâmico e argamassa.

ABSTRACT: This paper presents the data from a research aimed at identifying the characteristics of the ceramic floor aggregate for the production of sand and cement mortar. The ceramic floors were reduced until to face the granulometry size similar to the sand river and the material evaluated physically and chemically based on the standards of ABNT and ASTM. The mortar was tested in a fresh and hard environment, characterization tests of physical and mechanical was also done. The results of characterization of the sand and cement mortar revealed that, it is predisposed for being used in construction, because of the characteristics

1 Graduando do Curso Superior de Tecnologia em Controle de Obras do Cefet-MT. E-mail: 17.eder@gmail.com.

2 Doutora em Engenharia de Materiais, pela Universidade Federal de São Carlos-SP (UFSCar); professora do Depto de Construção Civil do Cefet-MT. E-mail: juzelia@ccivil.cefetmt.br.

presented, the gains in costs, in addition to environmental management, make viable the recycling of ceramic rejects.

KEYWORDS: Recycling, ceramic floor, mortar.

INTRODUÇÃO

O setor da construção produz volume de rejeitos elevados, sendo necessário encontrar soluções para diminuir a agressão ao meio ambiente através dos rejeitos que são jogados em lugares inapropriados. “As indústrias ceramistas produzem, aproximadamente, cerca de 600 milhões de metros quadrados de material por ano. Um pólo com produção anual de 200 milhões de metros quadrados (cerca de 40% da produção nacional), e perda anual de 1,5 por cento, terá cerca de 45 mil toneladas de material descartados por ano” (ANFACER, 2007). “A moagem desse material para a obtenção de agregado miúdo pode fornecer cerca de 35 mil metros cúbicos anuais de material descartado” (JUNIOR, 1997, p. 696-699).

“A reciclagem de resíduos industriais na indústria da construção civil é uma opção viável, pois esse segmento consome grandes volumes de matérias-primas e se distribui em todas as regiões do país” (TANNO, MOTTA e CABRAL, 1994, p. 378-383). Os benefícios gerais da reciclagem já foram muito discutidos, como a preservação e o prolongamento da vida útil de recursos naturais; e a Lei 9.605, de 12/02/98, referente à ISO 14000 contempla esses aspectos, pois determina que as empresas geradoras de resíduos devem buscar alternativas de controle da poluição ambiental.

Muitos estudos com agregados reciclados já foram desenvolvidos com sucesso e, apesar da natureza diferente do agregado proveniente dos rejeitos da indústria de Cerâmica Vermelha (composição, porosidade, resistência mecânica), as propriedades e desempenho das argamassas constituídas podem não diferir significativamente das argamassas convencionais, como observado em outros casos.

Desta forma, estudos estão sendo realizados com o intuito de se reaproveitar rejeitos de materiais provenientes das indústrias ceramistas como

matéria-prima na construção civil. Um dos materiais componentes da construção que passa por estudos é o revestimento cerâmico, onde a possibilidade de uso como agregado artificial em argamassas para o uso na indústria da construção civil, através da preparação granulométrica adequada, pode ser um método eficiente para reduzir o volume disposto no meio ambiente e contribuir para que agregados naturais não sejam retirados através de mineração. A redução de custos de componentes contendo o agregado obtido dos descartes também é possível, influenciando toda a cadeia da indústria da construção civil.

Desta forma, esta pesquisa visa: estudar o rejeito de piso cerâmico, conhecendo suas propriedades físicas, químicas e mecânicas através da produção da argamassa para revestimento; conhecer as probabilidades e predisposições do material para ser utilizado como componente da construção civil em substituição ao agregado natural (areia de rio).

CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS

CIMENTO

O cimento utilizado na realização do estudo foi o da marca Itaú, sendo a embalagem de 50 kg e o tipo CP II F 32. As principais características analisadas em laboratório e os valores estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Características físicas e mecânicas do cimento CP II F 32.

Características e Propriedades		Norma	Unidade	Resultado
Finura (resíduo na peneira 75 μm)		NBR 11579	%	3,00
Área de Blaine		NBR NM 76	m^2/kg	360,00
Tempo de início e fim de pega	Início de pega	NBR 11581	h	2h 35min.
	Fim de pega		h	4,00
Perda ao fogo		NBR 5743	%	0,47
Massa específica		NBR NM 23	kg/dm^3	3,20
Expansividade a frio e a quente	frio	NBR 11582	mm	2,30
	quente		mm	3,60
Resistência à compressão	3 dias	NBR 7215	MPa	15,00
	7 dias		MPa	24,00
	28 dias		MPa	38,00

CAL

A cal usada durante a realização desse estudo foi do tipo calcítica CH III, de embalagem de 20 kg. Esta teve sua caracterização feita em laboratório, estando esses valores apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Características da cal calcítica CH III.

Características e Propriedades CH III		Norma	Valor de Norma	Resultado
Estabilidade		NBR9205	Sem defeito	Sim
Área de Blaine (m^2/kg)		NBR NM76	-	883
Massa unitária no estado solto (kg/dm^3)		NBR 7251	-	0,70
Massa específica (kg/dm^3)		NBR NM23	-	2,67
Finura	Peneira ABNT 0,6 mm	NBR 9289	0,5%	0,35%
	Peneira ABNT 0.075 mm		15%	13%
Plasticidade		NBR 9206	110	136
Incorporação de areia (kg)		NBR 9207	2,2	2,7
Índice de retenção de água		NBR 9290	80%	87%

AGREGADO

O agregado foi produzido por moagem e classificado granulometricamente pelo ensaio de granulometria regido pela NBR NM 248, que determina o diâmetro máximo característico, o módulo de finura e os limites granulométricos. A Tabela 3 apresenta os valores da caracterização física dos agregados naturais e reciclados, sendo todos os ensaios executados com base em normas técnicas. As Figuras 1 e 2 apresentam as curvas granulométricas dos agregados.

Tabela 3. Resultados dos ensaios de caracterização física dos agregados.

Propriedades	Piso Cerâmico	Areia de Rio	Norma
Diâmetro máximo (mm)	2,4	2,4	NBR 7217
Módulo de finura	1.66	2.56	NBR 7217
Massa específica (g/cm³)	2,48	2.56	NM 52
Impureza orgânica	clara	clara	NM 49
Material pulverulento (%)	23,6	0,53	NM 46
Massa unitária solta (kg/dm³)	1,30	1.56	NBR 7251
Massa unitária compactada (kg/dm³)	1,50	1,66	NBR 7810
Inchamento (kg/dm³)	2	3	NBR 6467
Absorção (%)	6	0,33	NM 30
Materiais friáveis (%)	15	12	NBR 7218

Figura 1. Curva granulométrica do agregado reciclado piso cerâmico vidrado miúdo.

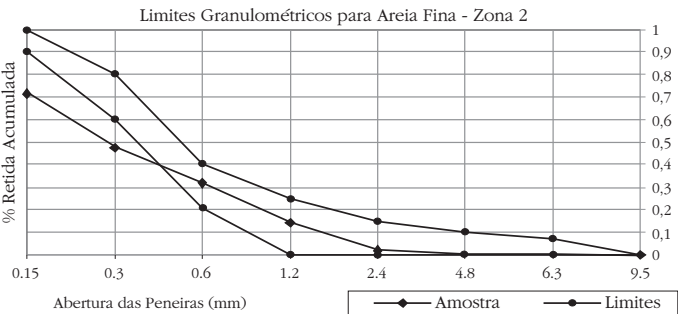
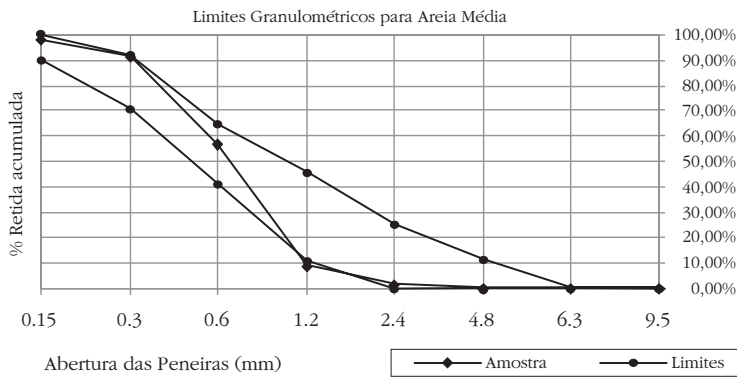


Figura 2. Curva granulométrica da areia de rio.

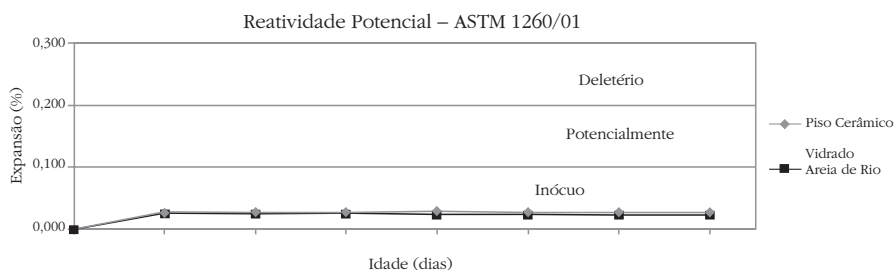


A análise química dos agregados, visando avaliar a existência de materiais potencialmente reativos que possam vir a interferir na qualidade do material, foi executada por três métodos regidos por normas técnicas da ABNT e ASTM, em que se avaliou a determinação de sais, cloretos e sulfatos solúveis. Verificou-se também a reatividade potencial do agregado e foi feita a análise *potential alkali reactivity of aggregates*. Os resultados dos ensaios químicos são mostrados na Tabela 4, e os resultados do ensaio de expansão estão representados na Figura 3.

Tabela 4. Ensaios de caracterização química.

Ensaio		Resultados		Norma
		Agregados		
		Areia de Rio (AR)	Piso Cerâmico (PC)	
Sais solúveis (%)		49,40	76,75	NM 50
Cloretos solúveis		38,00	10,40	NM 50
Sulfatos solúveis(%)		3,21	1,03	NM 50
Sílica dissolvida		7,77	4,66	NM 28
Redução de alcalinidade		26,53	35,90	NM 28
Reatividade potencial cimento-agregado (%)	16 dias	0,023	0,029	ASTM C 1260
	28 dias	0,023	0,028	

Figura 3. Curva de expansão referente ao agregado natural e reciclado.



Observando a Tabela 4 e a Figura 3, tendo por base estudos e limites prescritos pelas normas que regem os ensaios químicos de agregado, vê-se que ambos os agregados têm características semelhantes, de natureza inócua; desta forma, a probabilidade de ocorrerem reações alcalinas é praticamente nula.

METODOLOGIA

DOSAGEM E MISTURA

A argamassa foi produzida com o material miúdo do piso cerâmico misturado com os dois aglomerantes, cimento e cal. Foi utilizado o traço unitário de 1:2:9, tendo como base para a determinação da quantidade de materiais a densidade de cada um. Sua mistura foi feita de maneira manual, sendo produzida uma argamassa intermediária, misturando a cal, o agregado e parte da água, deixando essa mistura em repouso por, no mínimo, 24 horas. Depois, foi acrescentado o cimento e a quantidade de água que restava obtendo, desta forma, a argamassa final.

MOLDAGEM E CURA DOS CORPOS-DE-PROVA

Os corpos-de-prova de argamassa foram moldados manualmente, em moldes de 50 mm de diâmetro por 100 mm de altura, de acordo

com a NBR 5738. O adensamento foi feito com uma haste de compactação, sendo feita em três camadas, 30 golpes cada. A cura foi feita ao ar livre. Os ensaios de resistência à compressão axial e diametral foram executados em prensa elétrica, sendo realizados nas idades de 7, 14 e 28 dias. O ensaio de absorção por imersão também foi realizado em cada idade.

RESULTADOS

PROPRIEDADES FÍSICAS DA ARGAMASSA

A argamassa, tratando-se de um produto de revestimento, deve apresentar propriedades que proporcionem bom acabamento, segurança e qualidade para a obra. Desta forma, propriedades como resistência à compressão axial, aderência, absorção e a capacidade de retenção de água são essenciais para a qualidade do produto. De acordo com isso, visando avaliar a qualidade e melhor conhecimento das diversas propriedades do material, foram realizados ensaios de laboratório para a verificação das propriedades físicas em comparação com a argamassa produzida com areia de rio, sendo os resultados apresentados na Tabela 5. Já a Tabela 6 mostra dados do ensaio de absorção por imersão realizada com os agregados reciclado e natural, representados graficamente na Figura 4.

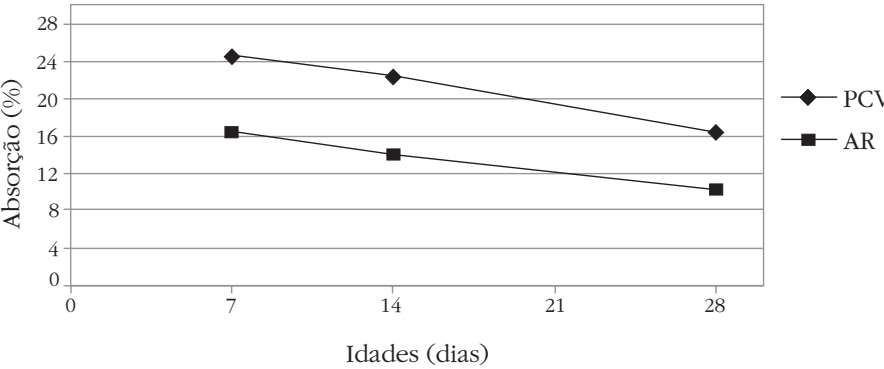
Tabela 5. Características físicas da argamassa.

Tipo de Argamassa/Traço	Densidade de Massa (g/cm³)	Fator Água/Cimento (a/c)	Consistência em Mesa de Abatimento (mm)	Retenção de Água (%)
Piso Cerâmico 1:2:9	1,87	3,65	245	99,3
Areia de Rio 1:2:9	1,96	2,63	261	99,6
Norma	NBR 13278	-	NBR 7215	NBR 13277

Tabela 6. Absorção por imersão da argamassa.

Absorção por Imersão (%) – NBR 9778					
Piso Cerâmico			Areia de Rio		
7 dias	14 dias	28 dias	7 dias	14 dias	28 dias
25	22	16	16	14	10

Figura 4. Gráfico referente ao ensaio de absorção por imersão dos agregados natural e reciclado, nas idades de 7, 14 e 28 dias.

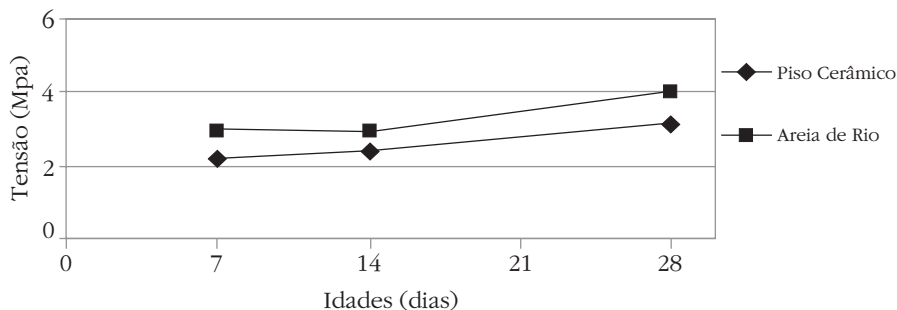


As propriedades mecânicas da argamassa reciclada também foram verificadas através do ensaio de resistência à compressão simples, nas idades estabelecidas para estudo, sendo os dados de ensaio apresentados na Tabela 7 e representados graficamente na Figura 5.

Tabela 7. Resistência à compressão axial.

Resistência à Compressão Axial (MPa) – NBR 5739					
Piso Cerâmico			Areia de Rio		
7 dias	14 dias	28 dias	7 dias	14 dias	28 dias
2	2	3	3	3	4

Figura 5. Gráfico referente ao ensaio de compressão axial dos agregados natural e reciclado, nas idades de 7, 14 e 28 dias.



Diante dos resultados da caracterização mecânica das argamassas reciclada e natural, vê-se que ambas têm propriedades semelhantes. A resistência à compressão axial da argamassa reciclada ficou abaixo da resistência da argamassa natural, mas satisfatória. Já em relação à absorção das argamassas, vê-se que o material reciclado tem maior absorção. Isso pode decorrer do fato de que este material tem uma taxa de absorção maior, o que aumenta a porosidade do revestimento; mesmo assim, com os valores apresentados, tem-se mais um ponto positivo no que diz respeito à utilização de reciclados na construção civil.

CONCLUSÕES

O estudo aqui desenvolvido oportunizou um maior conhecimento das características do agregado produzido a partir do piso cerâmico, conhecendo-se as espécies químicas presentes no material que podem vir a interferir na qualidade da argamassa. Desta forma, concluiu-se que os materiais não têm capacidade reativamente potencial que possa intervir na durabilidade e demais propriedades da argamassa de revestimento. Além disso, este estudo vem confirmar que o piso cerâmico vidrado tem predisposição para ser utilizado em substituição ao agregado natural na produção de aglomerados de revestimento, com menor custo e ainda colaborando para diminuir a degradação do meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. *ASTM 1260 C*: standard test method for potential alkali reactivity of aggregates. [s.l.], 2001.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO (ANFACER). *Desempenho*. Disponível em: <<http://www.anfacer.org.br>>. Acesso em: 27 jul. 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 7810*: agregado em estado compactado e seco: determinação da massa unitária. Rio de Janeiro, 1983.

_____. *NBR 7218*: agregados: determinação do teor de argila em torrões e materiais friáveis. Rio de Janeiro, 1987.

_____. *NBR 11579*: cimento Portland: determinação da finura. Rio de Janeiro, 1991.

_____. *NBR 11581*: cimento Portland: determinação do tempo de início e fim de pega. Rio de Janeiro, 1991.

_____. *NBR 11582*: cimento Portland: determinação da expansibilidade. Rio de Janeiro, 1991.

_____. *NBR 5738*: moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos de concreto. Rio de Janeiro, 1994.

_____. *NBR 5739*. Concreto: ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 1994.

_____. *NBR 5743*: cimento Portland: determinação da perda ao fogo. Rio de Janeiro, 1994.

_____. *NBR 7251*: agregado no estado solto: determinação da massa unitária. Rio de Janeiro, 1995.

_____. *NBR 7215*: cimento Portland: determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1996.

_____. *NBR 9290*: cal hidratada para argamassas: determinação de retenção de água. Rio de Janeiro, 1996.

_____. *NBR 9207*: cal hidratada para argamassas: determinação da capacidade de incorporação de areia no plastômero de Voss. Rio de Janeiro, 2000.

_____. *NBR 9289*: cal hidratada para argamassas: determinação da finura. Rio de Janeiro, 2000.

_____. *NBR 9205*: cal hidratada para argamassas: determinação da estabilidade. Rio de Janeiro, 2001.

_____. *NBR 9206*: cal hidratada para argamassas: determinação da plasticidade. Rio de Janeiro, 2003.

- _____. *NBR 7211*: agregados para concreto: especificação. Rio de Janeiro, 2005.
- _____. *NBR 9778*: argamassa e concreto endurecidos: determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro, 2005.
- _____. *NBR 13277*: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos: determinação da retenção de água. Rio de Janeiro, 2005.
- _____. *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, 2005.
- _____. *NBR 6467*: agregados: determinação do inchamento de agregado miúdo: método de ensaio. Rio de Janeiro, 2006.
- _____. *NBR NM 28*: verificação da reatividade potencial pelo método químico. Rio de Janeiro, 1994.
- _____. *NBR NM 50*: determinação de sais, cloretos e sulfatos solúveis. Rio de Janeiro, 1996.
- _____. *NBR NM 76*: cimento Portland: determinação da área superficial de Blaine. Rio de Janeiro, 1998.
- _____. *NBR NM 23*: cimento Portland e outros materiais em pó: determinação de massa específica. Rio de Janeiro, 2001.
- _____. *NBR NM 30*: agregado miúdo: determinação da absorção de água. Rio de Janeiro, 2001.
- _____. *NBR NM 49*: agregado fino: determinação de impurezas orgânicas. Rio de Janeiro, 2001.
- _____. *NBR NM 46*: agregados: determinação do material fino que passa através da peneira 75 micrômetro, por lavagem. Rio de Janeiro, 2003.
- _____. *NBR NM 52*: agregado miúdo: determinação de massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2003.
- _____. *NBR NM 248*: agregados: determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.
- BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. *ISSO 14000*, [s.l.], 1998.
- GASPAR JR., 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. *Anais...* São Paulo: ABC, 1997. p. 696-699.
- TANNO, L. C.; MOTTA, J. F. M.; CABRAL JR., M. Pólos de cerâmica vermelha no Estado de São Paulo: aspectos geológicos e econômicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 38., 1994, Blumenau. *Anais...* Curitiba: ABC, 1994. p. 378-383.