

INCORPORAÇÃO DE RESÍDUO DE GRANALHA DE AÇO EM MATRIZ DE CERÂMICA VERMELHA

Alinézia Reis^{1,3}, Fábio José Esper^{1,3}, Nara Guimarães¹, Maria das Graças da Silva Valenzuela^{1,4}, Alexandre Machado², Francisco Rolando Valenzuela Díaz¹

¹Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

²CETREL

³Faculdades Metropolitanas Unidas FMU/FISP

⁴Centro Universitário Estácio Radial, São Paulo.

Resumo

O objetivo do trabalho é avaliar o potencial de uso de uma argila comum, proveniente do estado da Bahia, como matriz para incorporação de rejeito de granalha de aço, visando a obtenção de tijolos ou blocos cerâmicos “verdes” ou “ecológicos”. A argila utilizada é uma argila comum da região de Feira de Santana – BA, utilizada comercialmente na fabricação de blocos furados e telhas. O rejeito provem de granalha de aço utilizada na limpeza por jateamento de peças automotivas e se compõe principalmente de aço e óxidos de ferro. O rejeito de granalha foi caracterizado por DRX, microscopia estereoscópica e teve, após incorporado à argila, avaliada as suas propriedades cerâmicas após secagem e após queima. Foram confeccionados por prensagem corpos de prova contendo argila e 0,0% e 5,0% de granalha de aço. Os resultados mostram potencial de uso de compósitos argila comum/granalha de aço para fabricação de produtos de cerâmica vermelha.

Palavra chave: granalha de aço inox, cerâmica vermelha, incorporação de resíduo.

Introdução

Com a globalização e revolução tecnológica das últimas décadas, novas questões são pesquisadas que tem impacto no desenvolvimento sustentável que vem sendo incorporados pelas grandes indústrias. A grande vantagem

competitiva das organizações é alinhar seus processos de fabricação com a gestão ambiental, em outras palavras com responsabilidade social e ambiental. Com a série ISO 14.000¹, as normas ambientais transcendem as fronteiras nacionais. Cria-se, assim, mais um condicionante para o êxito da empresa que exporta e disputa sua posição num mercado globalizado. Conciliar as características ambientais dos produtos com os paradigmas da conservação ambiental será um requisito essencial para as empresas serem competitivas e manterem posições comerciais conquistadas.

“De acordo com a Resolução CONAMA nº 313/2002, Resíduo Sólido Industrial é todo resíduo que resulte de atividades industriais e que se encontre nos estado sólido, semi-sólido, gasoso - quando contido, e líquido – cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.”²

Uma alternativa para tratar dos impactos sociais e ambientais causados por esses resíduos oriundos dos processos industriais é a reutilização como material alternativo.

O projeto de pesquisa trata do resíduo de classe 1 a Granalha de Aço Inox. A aplicação que gera o resíduo é no momento da limpeza antes de receber o tratamento superficial para retirada/redução de micro oxido e obter maiores pontos de ancoragem antes de receber a tinta para revestimento da peça que é o processo final do tratamento superficial. Um modelo esquemático de um exemplo de um procedimento que vem sendo utilizados por algumas industrias com resíduo de granalha de aço inox está mostrado na Figura 1.

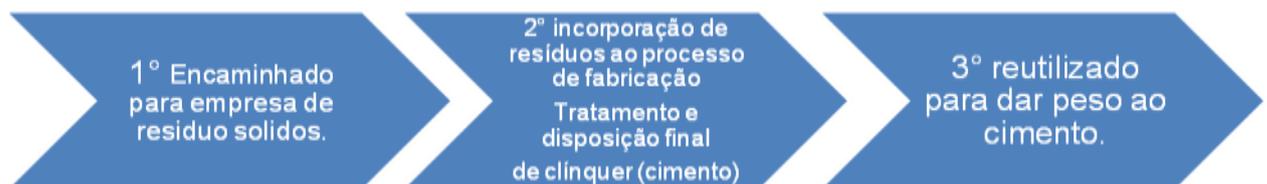


Figura 1. Exemplo de modelo esquemático do procedimento dado ao resíduo de granalha de aço inox nos dias atuais.

A empresa geradora do resíduo tem a demanda no seu processo produtivo de 300 toneladas de peças ao mês, que produz 300 kg do resíduo de granalha de aço inox em forma de pó. O mesmo é armazenado em tambor de aço de 200

litros (conforme especificado pela empresa que coleta esse material) o resíduo fica lacrado, e para segurança e não propagação de chamas coloca-se água no mesmo até ficar úmido.

A granalha de aço inox é um material cujo pós-uso é muito pouco incentivado, sendo desta forma geralmente destinada aos aterros sanitários. Pela nova lei nacional de destino correto dos resíduos sólidos, decidiu-se estudar uma proposta sustentável de alternativa de aplicação a este material.

A alternativa é a incorporação desse resíduo a matrizes cerâmicas com objetivo de diminuir essas substâncias perigosas ao meio ambiente. Esse processo de fixação de contaminantes pode permitir uma disposição adequada para os resíduos, agregar valor econômico aos mesmos e reduzir passivos ambientais.

A indústria da construção civil tem o grande potencial para absorver resíduos industriais reciclados, seja como matéria-prima seja como insumo para a fabricação de materiais alternativos.

Materiais e Métodos

A argila empregada é do tipo comum para Cerâmica Vermelha coletada na região de Feira de Santana Bahia – BA, utilizada comercialmente na fabricação de telhas e tijolos³.

O pó de granalha de aço inox é resíduo classe 1 proveniente da empresa Mult. Tempera Coat Tecnologia em Tratamento Térmico e Revestimentos Superficiais Ltda. localizada em Diadema - São Paulo, usado para pré-tratamento superficial e limpeza superficial de peças automotivas.

Os compósitos particulados podem ser classificados como sendo um material contendo duas fases principais, a fase reforçadora composta por partículas/agregados e a fase matriz, contínua e responsável pela adesão do mesmo.

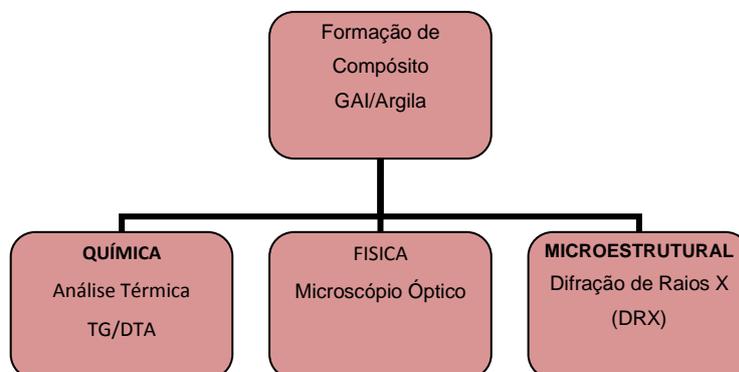
A fase que compõe o enchimento, isto é a granalha de aço inox, são partículas de Hematita (Fe_2O_3), Ferro (Fe), Si (Silício). A argila comum para cerâmica vermelha e o resíduo de granalha de aço (pó), mostraram um efeito homogêneo quando passados pelo misturador no processo de produção do compósito.

Determinou-se a umidade após secagem da argila a 110°C e a seguir foi submetida à secagem à temperatura ambiente. No procedimento de secagem, a argila foi espalhada (em forma de círculo) em um pátio para secagem ao ar até que os torrões pudessem ser desagregados manualmente, mediu-se a umidade após secagem a 110°C, do material seco e a argila foi britada até obter fragmentos com diâmetro máximo aproximado de 10 mm. Na etapa final do processo de preparação da argila foi à moagem no moinho de bolas, a seco, até obter-se uma granulometria passante na peneira ABNT nº 80 (abertura 0,18mm) e determinada, mais uma vez a umidade de argila.

O pó de granalha de aço inox não sofreu nenhum pré-tratamento para a sua utilização nas misturas experimentais, dado possuir granulométrica adequada à mistura com a argila.

Caracterização da Matéria-Prima

As matérias-primas foram caracterizadas como descrito em itens a seguir e como mostrado na Figura 2.



Preparação das amostras

Foram estudadas as seguintes misturas: com 0% de adição do resíduo e com 5% do peso do resíduo incorporado ao matriz. Os corpos de prova foram conformados em corpos de prova prismáticos de aproximadamente (2,0cm x 6,0cm x 0,5cm). Foram conformados por prensagem uniaxial em molde de aço com pressão de 4 toneladas numa prensa modelo Forney Testing Equipment Model QC – 200 DR. Foram confeccionados 24 corpos-de-prova, 12 apenas

com a argila vermelha e 12 o compósito, sendo que 20 foram utilizados no processo.

Corpos de prova prismáticos secos a 110°C.

Na tabela 1 mostra o processo para os corpos de prova prismáticos:

Identificação	Peso	Comprimento	Largura	Espessura
Cerâmica Vermelha 110°C	g	mm	mm	mm
1	7,527	60,1	20,25	2,23
8	7,683	60,05	20,23	3,61
9	7,837	60,03	20,25	3,25
10	7,611	60,15	20,25	3,21
12	7,566	60,09	20,23	3,26
Identificação	Peso	Comprimento	Largura	Espessura
Compósito 110°C	g	mm	mm	mm
2	7,516	60,04	20,21	3,11
5	7,829	60,03	20,23	3,25
8	7,455	60,04	20,28	3,17
10	7,432	60,06	20,22	3,11
12	7,502	60,23	20,22	3,12

Corpos de prova prismáticos queimados a 950°C

Na tabela 2 mostra o processo para corpos de prova prismáticos:

Identificação	Peso	Comprimento	Largura	Espessura
Cerâmica Vermelha 950°C	g	mm	mm	mm
2	7,348	59,1	19,94	3,32
4	7,264	59,18	19,96	3,52
5	7,156	59,27	20,02	3,45
6	7,159	59,11	19,93	3,45
7	6,877	59,13	20,37	3,38
11	7,096	59,18	19,98	3,22
Identificação	Peso	Comprimento	Largura	Espessura
Compósito 950°C	g	mm	mm	mm
3	7,161	59,18	19,97	3,1
4	7,152	59,13	19,94	3,06
6	7,079	59,29	20,01	3,08
9	7,157	59,14	19,96	3,13
11	7,203	59,15	19,97	3,07

No primeiro momento os corpos de prova preparados foram colocados diretamente em estufa a 110°C para secar. Após a metade deles foi queima a

950°C. Esses corpos-de-prova queimados foram usados para verificação absorção de água, absorção de água, massa específica aparente e, tensão de ruptura à flexão.



(a)



(b)

Figura 3. Preparação das amostras para a queima. (a) corpo de prova após a queima de 950°C; (b) amostra dos corpos de prova prismáticos após serem prensadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Difração de raios X (DRX) do resíduo de granalha de aço inox

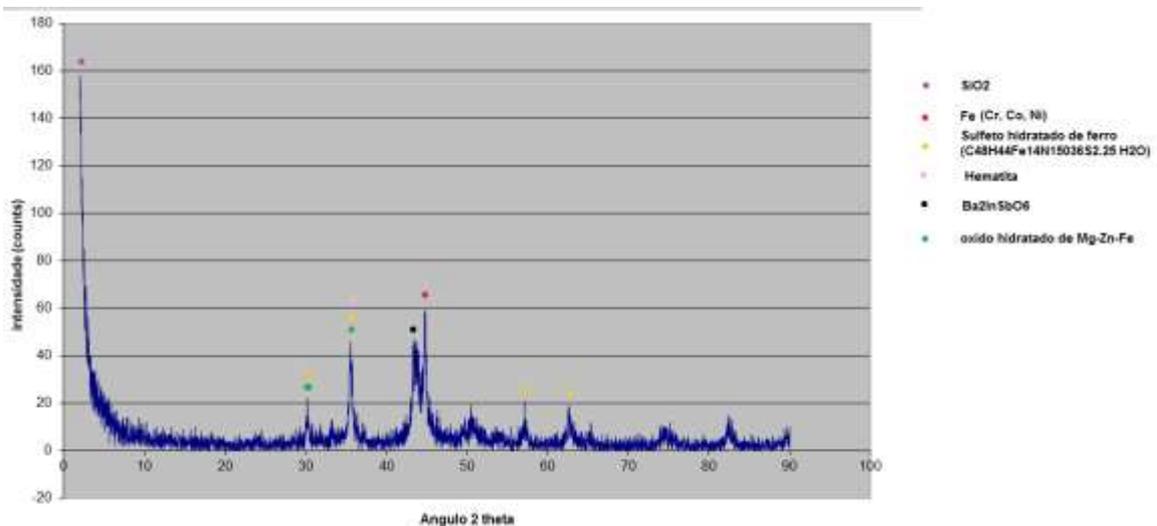


Fig. 4 Difração de raios X

Pela análise de difração de raios-X (fig. 4) é possível observam-se picos característicos do Ferro, com possível solução sólida substitucional de cromo, cobalto e níquel, e também picos característicos de hematita e outros óxidos ou sulfetos de ferro. Corroborando os resultados de DRX, a granalha apresenta características magnéticas.

Microscopia estereoscópica do resíduo de granalha de aço inox

A microscopia realizada nas partículas do resíduo de granalha de aço inox foi realizada com a amostra como recebida e após a mesma ser submetida a queima a 950°C.

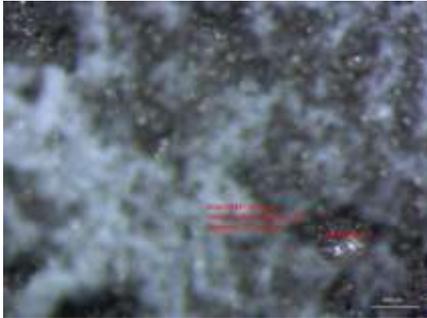


Fig. 7. Barra 200 micrometros



Fig. 8. Barra 100 micrometros.

Observam-se na amostra como recebida (Fig. 7 e 8) partículas micrométricas, estando algumas na forma de aglomerados. Na iluminação utilizada na micrografia de Fig. 7 observa-se o brilho metálico das partículas. Observam-se também impurezas com diâmetros da ordem de 100 a 200 micrometros.

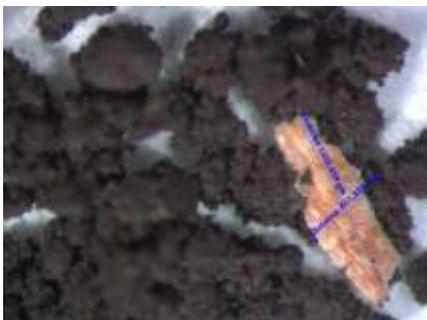


Fig.5. Impureza com comprimento de 1,35mm.



Fig. 6. Barra 100 micrometros.

Na análise microscopia da matéria-prima queimada a 950°C o aumento da temperatura provocou a perda de brilho metálico, conforme se observa nas figuras 5 e 6. Quando aquecida à amostra pode sofrer uma reação química que favorece a oxidação do ferro proporcionando óxidos que ao se decompor, quando da queima dos compósitos granalha/argila, proporcionam alta absorção de água e porosidade a esses compósitos como será visto a seguir. As micrografias serão complementadas com microscopias eletrônica de varredura com EDS e com análises de DRX da granalha queimada a 950°C.

Ensaio Cerâmicos

Corpos de prova de argila queimados a 950°C.

Umidade	Absorção de Água	Porosidade	Massa Específica aparente
(%)	(%)	(%)	g/cm ³
2,24	1,38	5,48	2,85

Corpos de prova do compósito, cerâmica vermelha mais granalha de aço inox queimados a 950°C.

Umidade	Absorção de água	Porosidade	Massa Específica aparente
(%)	(%)	(%)	g/cm ³
2,76	19,46	36,31	2,02

Resistência à flexão dos corpos de prova.

Identificação	Módulo de Ruptura (MPa)
Argila seca a 110°C	1,2
Argila queimada a 950°C	3,8
Compósito seco a 110°C	0,9
Compósito queimado a 950°C	4,1

Os corpos de prova do compósito secos a 110°C apresentaram resistência à flexão 25% inferior à dos corpos de prova da argila pura secos a 110°C, mas o valor obtido ainda se encontra dentro da faixa apresentada pelas argilas padrões brasileiras⁴.

Os corpos de prova do compósito queimados a 950°C apresentaram resistência à flexão 8% superior à dos corpos de prova da argila pura queimados a 950°C, estando ambos os valores dentro da faixa apresentada pelas argilas padrões brasileiras queimadas a 950°C⁴. Ao contrário do esperado a absorção de água e a porosidade dos compósitos queimados a 950°C apresentaram um forte aumento com relação aos valores dos corpos de prova da argila pura, fato ocasionado, possivelmente, pela evolução de gases devida à decomposição de óxidos perante a queima. Acompanhando o aumento dos valores de absorção de água e porosidade aparente a massa específica aparente do compósito queimado apresentou diminuição com

relação à argila queimada. Os valores apresentados de absorção de água, porosidade aparente e massa específica aparente se encontram dentro da faixa apresentada pelas argilas padrões brasileiras usadas em cerâmica vermelha denotando o seu potencial de uso nessa área.

Conclusões

Ao contrário do esperado os compósitos argila comum/granalha de aço queimados a 950°C, apresentaram com relação com corpos de prova de argila queimada nessa temperatura, maiores valores de porosidade e de absorção de água e menores valores de massa específica aparente. Esse fato pode ser explicado pela evolução de gases provenientes da granalha de aço durante a queima. Essa queima proporcionou ao compósito uma maior resistência mecânica que a dos corpos de prova contendo só argila. Os compósitos granalha de aço/argila comum apresentam potencial de uso em cerâmica vermelha.

Referências

1. REIS, M. J. L. (1996); "ISO 14.000: gerenciamento ambiental: um novo desafio para a sua competitividade". Rio de Janeiro - Qualitymark Ed.
2. Plano nacional de resíduos sólidos. Brasília, fevereiro de 2012.
3. Alexandre Machado (2005); Estudo da Incorporação e estabilização do Pó de Aciaria elétrica em matrizes de cerâmica vermelha. Tese de Doutorado apresentado ao Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
4. Souza Santos, P. Tecnologia de Argilas, Edgard Buchler, 2ª ed., vol. 1. 1992.

INCORPORATION OF WASTE STEEL GRITS IN STRUCTURAL CERAMICS

The objective is to evaluate the potential use of a common clay, from the state of Bahia, in the incorporation of waste steel grits, aiming to obtain "green" or "environmentally friendly" structural ceramics. The clay used is a common clay of the region of Feira de Santana - BA, used commercially in the manufacture of tiles and bricks. The waste comes from steel grit used in blast cleaning of automotive parts and consists mainly of steel and iron oxides. The waste grit was characterized by XRD and stereoscopic microscopy. A 5% waste containing composite had assessed its ceramic properties after drying and after firing. The results show the potential use of common clay/steel grit composites for producing structural ceramics.