



ESTUDO DO REAPROVEITAMENTO DO RESÍDUO TERRA DA SHREDDER NA FABRICAÇÃO DE PEÇAS DE CONCRETO PARA PAVIMENTAÇÃO EM SUBSTITUIÇÃO AO AGREGADO MIÚDO NATURAL

Juliana Argente Caetano¹ (juacaetano@gmail.com), Valdir Schalch¹ (vschalch@sc.usp.br), Javier Pablos Mazariegos¹ (pablos@sc.usp.br)

1 ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS - EESC/ USP

RESUMO

Esse trabalho propõe utilizar a Terra da Shredder, resíduo sólido gerado na Shredder, localizada em Iracemápolis-sp-br, em peças de concreto para pavimentação através da técnica de solidificação/estabilização (S/S) em matrizes de cimento Portland em substituição ao agregado miúdo natural. A Shredder é o equipamento para o processamento da sucata ferrosa que permite a reciclagem do aço nas siderúrgicas. A sucata é em sua maioria procedente da reciclagem de veículos de fim de vida. Por isso, o resíduo formado nesse processo de trituração é conhecido como ASR (Automotive Shredder Residue). A Terra da Shredder é a fração do ASR de pequena granulometria (<2mm) apresentando o aspecto de Terra. A investigação experimental se iniciou com realização dos ensaios de lixiviação e solubilização que classificou o resíduo como classe IIA, as substâncias que ultrapassaram os limites de solubilização foram os fenóis totais, ferro total, fluoretos, manganês, selênio, alumínio, cádmio e surfactantes. A segunda etapa consistiu na produção de matrizes compostas com cimento, agregados e água utilizando como referência o traço 1:1,2:1,8:0,37 (cimento: areia: pedrisco: água). Foram produzidos corpos-de-prova com os seguintes teores de substituição da areia pelo resíduo: 5%, 10%, 15% e 20% e em seguida foram realizados ensaios mecânicos. A matriz com o teor de substituição de 20% apresentou uma resistência compatível com a norma ABNT NBR 9781, por isso foram fabricadas peças de concreto com esse teor de substituição. As peças apresentaram bom desempenho mecânico, físico e, com exceção do alumínio e cádmio, as outras substâncias que ultrapassaram os limites de solubilização foram encapsuladas pelo cimento. Dessa forma, conclui-se que os blocos podem ser utilizados na construção civil.

Palavras-chave: Resíduos sólidos industriais; Terra da Shredder; Peças de concreto para pavimentação.

STUDY OF REUTILIZATION OF FINE FRACTION (<2MM) OF SHREDDER RESIDUE IN THE MANUFACTURE OF CONCRETE PAVING BLOCKS TO REPLACE THE NATURAL FINE AGGREGATE

ABSTRACT

This paper proposes to use the fine fraction (<2mm) of the solid waste generated in a shredder in the city of Iracemápolis-sp-us in concrete paving blocks through the technique of solidification/stabilization (S / S) in Portland cement matrix to replace the natural fine aggregate. The Shredder is the equipment for the processing of ferrous scrap which allows the recycling of steel. Scrap is in its majority coming from the recycling of end of life vehicles. Therefore, the residue formed in this grinding process is known as ASR (Automotive Shredder Residue). The fine fraction of the ASR has soil aspect so will be called Shredder's soil. The experimental research began with completion of leaching tests and solubilization for the classification of waste – class IIA, substances that exceeded solubility limits were total phenols, total iron, fluoride, manganese, selenium, aluminum, cadmium and surfactants. The second stage was the production of cement matrix that is



composed by cement, aggregates and water using as a reference the trace 1: 1.2: 1.8: 0.37 (cement, sand, gravel: water). They were produced matrices with the following replacement levels of natural sand by the waste: 5%, 10%, 15% and 20% and then were performed mechanical tests. The matrix with the 20% replacement level, showed a consistent resistance to compatible with standard NBR 9781, therefore concrete paving blocks were manufactured content this level of replacement. The blocks had good mechanical, physical and with the exception of aluminum and cadmium, other substances that exceeded solubility limits were encapsulated. Thus, it is concluded that the concrete paving blocks can be used in construction.

Keywords: Shredder Residue; Industrial Solid Waste, Concrete Paving Blocks.

1. INTRODUÇÃO

O triturador de sucatas Shredder é o equipamento para o processamento da sucata ferrosa que permite a reciclagem do aço nas siderúrgicas. O aço é totalmente reciclável, sem perda de qualidade. A indústria siderúrgica semi-integrada utiliza a sucata para fazer um novo aço, por isso, cada usina siderúrgica pode ser considerada uma planta de reciclagem.

Na Shredder, a sucata é triturada através de martelos fixos em um rotor horizontal e reduzida a um tamanho que permita sua passagem em grelhas em torno de 150 mm. Além da trituração, a Shredder conta com esteiras e rolos magnéticos que fazem a separação dos metais ferrosos. A sucata triturada e não ferrosa é enviada por correias transportadoras, para uma outra separação no equipamento denominado de Eddy Current. O Eddy Current utiliza energia elétrica para a criação de um campo magnético que separa o material não ferroso das impurezas presentes na sucata. As impurezas separadas nesse processo constituem os resíduos da Shredder.

A sucata alimentada na Shredder é em sua maioria procedente da reciclagem de veículos de fim de vida. Por isso, o resíduo formado nesse processo de trituração é conhecido como ASR (Automotive Shredder Residue). Segundo Péra et al. (2004), na União Europeia, 3 milhões de toneladas do ASR são enviadas aos aterros todos os anos. Nos Estados Unidos, o processamento de metais obsoletos gera, anualmente 5 milhões de toneladas de resíduos. No Japão, são geradas 800.000 toneladas por ano, mas somente 1% é destinado aos aterros (BATISTA, 2014). Na América Latina, a Gerdau é a maior recicladora de sucata ferrosa. Possui, 10 Shredders e recicla por volta 2 milhões de toneladas de sucata por ano. Assim, estima-se a geração de 540.000 de toneladas de resíduos (CIUCCIO, 2004). Há diferentes abordagens de classificação desse resíduo entre os autores, assim como a composição do resíduo pode variar de acordo com a alimentação da Shredder. Se o veículo de fim de vida não receber um tratamento adequado de despoluição, compostos classificados como perigosos poderão permanecer no resíduo. Batista (2014) classifica esse resíduo em duas frações de materiais de acordo com sua aparência e granulometria: o Fluf da Shredder e a Terra da Shredder. O Fluf da Shredder inclui a fração do ASR com grande proporção de materiais leves como plástico, borracha, tecidos e espuma. São os resíduos de maior granulometria (> 2mm) com aparência de resíduo sólido urbano. A Terra da Shredder inclui uma grande proporção de vidros e materiais de pequena granulometria (<2mm), apresentando o aspecto de Terra.

Tratar, dispor adequadamente, reciclar, reutilizar, reduzir a geração dos resíduos sólidos e até mesmo não gerar esses resíduos, tem sido um desafio à sociedade brasileira.

Atualmente, no Brasil, os resíduos da Shredder são tratados como rejeitos e em sua totalidade destinados aos aterros industriais, o que contribui para a saturação dos aterros, provoca impactos ambientais, depende um alto custo de disposição, vai na contramão do que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos e assim exige alternativas para seu reaproveitamento.

Para a identificação da viabilidade de aplicações dos resíduos da Shredder, no Brasil, Reckziegel (2012) caracterizou o resíduo gerado por esse triturador de sucata proveniente de uma empresa



siderúrgica na região do Vale dos Sinos, Rio Grande do Sul. Batista (2014) caracterizou o resíduo gerado por uma empresa localizada em Iracemápolis, São Paulo.

Batista (2014) classificou a Terra da Shredder como resíduo classe IIA – não perigoso e não inerte e concluiu que o Ferro é o metal encontrado em maior concentração (14%), seguido do Cálcio (2,15%), Alumínio (1,196%) e Zinco (1,04%). Concluiu também, que a geração média mensal desses resíduos pode variar de 3697,96t a 6158,67t, deste total, 50% compõe a Terra da Shredder e 50% o Fluf da Shredder.

Reckziegel (2012) não emprega o termo Terra da Shredder e classificou as frações do resíduo em <2mm e >2mm. A fração com granulometria < 2mm, aqui chamada de Terra da Shredder, foi classificada por Reckziegel (2012) também como sendo classe IIA e concluiu, que nessa fração, predominam grãos de origem mineral e os elementos mais abundantes são: Fe (25%), Si (16%), Cu (0,2%), Cr (0,2%), Ni (0,02%), Zn (1,3%) e Pb (0,22%).

2. OBJETIVO

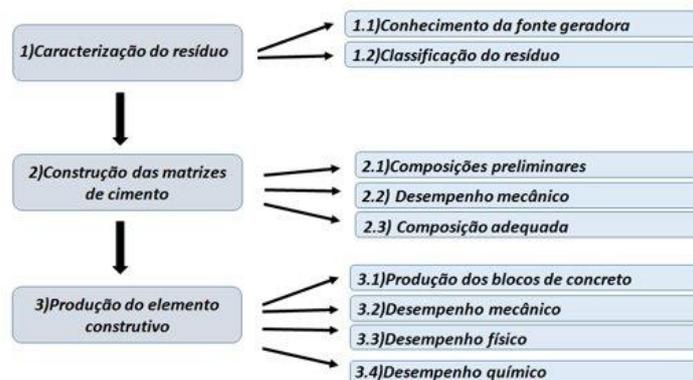
2.1 Objetivo geral

Estudo sobre a viabilidade técnica do reaproveitamento do resíduo Terra da Shredder no setor da construção civil, através da técnica de estabilização por solidificação em matrizes de cimento Portland em substituição ao agregado miúdo natural em peças de concreto para pavimentação.

3. METODOLOGIA

A estrutura metodológica da pesquisa é constituída por 3 etapas principais e experimentais, como indicado na figura 1:

Figura 1. Estrutura Metodológica



4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Conhecimento da fonte geradora e classificação do resíduo

O resíduo sólido industrial utilizado na pesquisa é a Terra da Shredder (Figura 2), gerada na Shredder localizada na Rodovia Laércio Corte, SP 147 (Piracicaba – Limeira), KM 127, no município de Iracemápolis, em São Paulo.

O equipamento em questão é alimentado com sucatas provenientes de diversas fontes: a) sucata de geração interna (aço sucateado na própria usina); b) sucata gerada em indústrias transformadoras de produtos siderúrgicos; c) sucatas de bens de consumo já obsoletos pelo uso, como automóveis e eletrodomésticos e d) sucatas de bens de capital (sucatas originadas da demolição de unidades industriais e/ou da obsolescência de máquinas e equipamentos). Sendo que



a maior parte das sucatas processadas na Shredder são provenientes de Veículos em Fim de Vida (VfV).

Figura 2. Resíduo Sólido Industrial Terra da Shredder



Fonte: Batista, 2014.

Os ensaios para classificação do resíduo Terra da Shredder foram realizados no Laboratório de Saneamento do Departamento de Hidráulica e Saneamento – EESC- USP e no Laboratório de Química Ambiental do Departamento de Química e Física Molecular do Instituto de Química de São Carlos – IQS- USP. Nos resultados da análise do extrato lixiviado do resíduo em estudo, todos os elementos identificados ficaram dentro dos limites exigidos pela norma NBR 10004/2004, atendendo então ao anexo F da mesma. Sendo assim, é possível afirmar que o resíduo é classificado como Classe II, não perigoso. Já na análise do extrato solubilizado do resíduo, foram detectados alguns elementos que ultrapassaram os limites permitidos pelo anexo G da NBR 10004/2004. Os elementos alumínio, cádmio, fenóis totais, ferro total, fluoretos, manganês, selênio e surfactantes, ultrapassaram os limites dados pela norma como pode ser observado na Tabela 1, abaixo. Por esse motivo, o resíduo é classificado como Classe II A, não perigosos e não inerte.

Tabela 1. Resultados solubilização Terra da Shredder

PARÂMETRO	LIMITE MÁXIMO NO EXTRATO SOLUBILIZADO mg/L	RESULTADO mg/L	LIMITE DE DETECÇÃO mg/L
ALUMÍNIO	0,2	0,82	0,01
CÁDMIO	0,005	0,011	0,0006
FENÓIS TOTAIS	0,01	0,274	0,001
FERRO TOTAL	0,3	1,033	0,005
FLUORETOS	1,5	1,88	0,01
MANGANÊS	0,1	0,139	0,003
SELÊNIO	0,01	0,92	0,001
SURFACTANTES	0,5	1,38	0,1



4.2 Composições preliminares, desempenho mecânico e composição adequada

A resistência característica à compressão das peças de concreto para pavimentação deve ser de no mínimo 35MPa para áreas de tráfego de pedestres, veículos leves e veículos comerciais, e de no mínimo 50MPa para áreas de tráfego de veículos especiais e solicitações capazes de produzir efeitos de abrasão acentuados. Dessa forma, foi estabelecido um traço de referência (em peso) que apresentasse uma resistência maior que 50MPa. O traço utilizado como referência foi o traço 1:1,2:1,8:0,37 (cimento, areia, pedrisco, água) que alcançou no ensaio de resistência à compressão o valor de 64,5 MPa na idade de 28 dias. Esse traço foi determinado de maneira empírica. Estabelecido o traço de referência, parte da areia natural foi substituída, em massa, pelo resíduo em porcentagens de 5%, 10%, 15% e 20%. Para o traço de referência utilizou-se corpos de prova cilíndricos de dimensões 10x20cm. Para os demais traços, como forma de evitar um consumo excessivo de material, optou-se pela realização das substituições em corpos de prova cilíndricos de dimensões 5x10cm. O ensaio de resistência à compressão foi realizado seguindo os parâmetros na norma NBR 5739 (2007). Os resultados estão expressos na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados – resistência à compressão – matriz com resíduo

TEOR DE SUBSTITUIÇÃO	CORPO DE PROVA	Carga (TF) 28 dias	MPa
0%	P1	49,28	62,7
	P2	53,06	67,6
	P3	50,38	64,1
	P4	49,92	63,6
Média = 64,5		s_e=2,38	cv_e= 0,036
5%	P1	12,12	61,7
	P2	11,58	59
	P3	11,88	60,5
	P4	11,40	58,1
Média = 59,82		s_e = 1,75	cv_e = 0,029
10%	P1	10,70	54,5
	P2	8,62	43,9
	P3	11,52	58,7
	P4	10,66	54,3
Média = 52,85		s_e = 7,18	cv_e=0,136
15%	P1	9,74	49,6
	P2	8,52	48,5
	P3	9,70	49,4
	P4	8,44	43
Média = 47,62		s_e = 3,20	cv_e = 0,067
20%	P1	8,18	41,7
	P2	8,74	49,6



P3	7,36	37,5
P4	8,84	45
Média = 43,45	$s_e = 5,87$	$cv_e = 0,135$

S_e = desvio padrão cv_e = coeficiente de variação

Como visto na Tabela 2, o corpo de prova com 20% de substituição, em massa, da areia natural pelo resíduo apresentou uma resistência à compressão característica maior do que o limite mínimo de 35MPa estabelecido pela NBR 9781 (2013) para áreas de tráfego de pedestres, veículos leves e veículos comerciais. Sendo assim, esse traço foi escolhido para a produção das peças de concreto para pavimentação.

O resíduo possui massa específica de $2,71 \text{ g/cm}^3$, o que o classifica como agregado, pois esses variam entre 2 e 3 g/cm^3 . O módulo de finura obtido pela granulometria do resíduo foi de 1,87, possuindo característica de areia muito fina. A areia natural utilizada tem característica de areia média com módulo de finura de 2,52 para um melhor empacotamento dos agregados.

4.3 Produção dos blocos de concreto, ensaios mecânicos, físicos e químicos

As peças de concreto para pavimentação foram confeccionadas em uma fábrica que produz peças de concreto para pavimentação, artigos de cimento e gesso no município de São Carlos, São Paulo. A proporção dos materiais utilizados nessa etapa do experimento, seguiu o estabelecido pelo traço referência com exceção da quantidade de água. A água foi adicionada aos poucos enquanto os materiais estavam no misturador mecânico da fábrica de blocos, o teste feito para verificar a umidade é manual, identificando quando o concreto atinge a consistência seca, ou seja, não solta água quando pressionado na palma da mão, mas tem umidade suficiente para ser moldado. Dessa forma, o traço estabelecido foi de 1:1,2:1,8:0,12 (cimento: areia + resíduo 20%: pedrisco: água) e foi utilizado 50kg de cimento, 48kg de areia, 12kg de resíduo e 6kg de água.

A fôrma utilizada para a prensagem das peças é do Tipo I com faces laterais curvilíneas e com 8 cm de altura. Foram fabricados um total de 44 peças de concreto para pavimentação (Figura 3). Esses blocos foram levados para a cura inicial na câmara úmida da fábrica, onde permaneceram por 7 dias até terem sido transportados para o Laboratório de Construção Civil, do Instituto de Arquitetura da USP. Os blocos tiveram sua superfície regularizadas por capeamento e no nono dia o ensaio de resistência à compressão foi realizado. Foi realizado outro ensaio de resistência à compressão depois de 28 dias de fabricação dos blocos.



Figura 3. Peças de concreto para pavimentação fabricada com o resíduo industrial



O ensaio de resistência à compressão foi realizado de acordo com os procedimentos do Anexo A da norma ABNT NBR 9781 (2013) – Peças de concreto para pavimentação, especificação e métodos de ensaio. Foram realizados ensaios nas idades de 9 dias e 28 dias. Os resultados estão expressos na Tabela 3 e Tabela 4.

Tabela 3. Resultado resistência à compressão – 9 dias

Corpo de Prova	Altura (mm)	Massa (g)	Fator (p)	Carga(ton.f)	Resistência (MPa)	
P1	70,77	3884,6	0,877	20,74	35,0	
P2	76,55	4124,0	0,991	19,66	33,7	
P3	73,40	3970,8	0,984	21,20	36,0	
P4	76,33	40151,8	0,991	18,74	32,1	
P5	75,87	4048,4	0,990	15,82	27,1	
P6	75,75	4099,3	0,989	19,20	32,8	
					Fp (MPa)	32,8
					s (MPa)	3,1
					Fpk(MPa)	29,9

Nota-se, pela tabela, que o fator Fpk para a idade de 9 dias foi de 29,9MPa, o que corresponde à 85% do Fpk de 35MPa estabelecido pela NBR 9781 (2013) para tráfego de pedestres, veículos leves e veículos comerciais de linha na idade de 28 dias. Segundo essa especificação, as peças de concreto com idade inferior a 28 dias devem apresentar no mínimo 80% do Fpk de 35MPa, dessa forma, o resultado desse ensaio superou o parâmetro da norma.



Tabela 4. Resultado resistência à compressão – 28 dias

Corpo de Prova	Altura (mm)	Massa (g)	Fator (p)	Carga(ton.f)	Resistência (Mpa)
P1	72,72	3848,2	0,982	18,94	32,1
P2	75,65	3974,6	0,989	21,14	36,1
P3	75,63	4217,9	0,989	24,40	41,7
P4	75,97	4177,3	0,990	21,04	36,0
P5	75,59	4033,9	0,989	23,36	39,9
P6	76,00	4103,8	0,990	21,94	37,5
Fp (Mpa)					37,2
s (Mpa)					3,4
Fpk(Mpa)					34,1

Para essa idade, o fator Fpk (Mpa) não atendeu os requisitos da norma, mas com uma alteração sutil de apenas 0,9 MPa, considerando satisfatória a resistência mecânica obtida no ensaio.

O ensaio de absorção de água seguiu os procedimentos do Anexo B da NBR 9781 (2003) – Peças de concreto para pavimentação, especificação e métodos de ensaio. A amostra de peças de concreto deve apresentar absorção de água com valor médio menor ou igual a 6%, não sendo admitido nenhum valor individual maior do que 7%. O resultado de absorção médio encontrado foi de 5,88% e os valores individuais foram de 5,67; 6,07 e 5,92, dessa forma o resultado apresentou índice que atende à norma.

Por fim, as peças de concreto para pavimentação foram submetidas ao ensaio de solubilização para verificar se o potencial poluidor encontrado no resíduo foi encapsulado pelo cimento. A análise do extrato solubilizado é realizada conforme o estabelecido pela 22ª edição da Standard Methods SW 846, de 2012. Os resultados estão expressos na Tabela 5, abaixo.

Tabela 5. Resultado ensaio de solubilização – peças de concreto para pavimentação

PARÂMETRO	LIMITE MÁXIMO NO	RESULTADO	RESULTADO	LIMITE DE
	EXTRATO SOLUBILIZADO	RESÍDUO	ENCAPSULAMENTO	DETECÇÃO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
ALUMÍNIO	0,2	0,82	0,30	0,01
CÁDMIO	0,005	0,011	0,013	0,0006
FENÓIS TOTAIS	0,01	0,274	0,026	0,001
FERRO TOTAL	0,3	1,033	0,147	0,005
FLUORETOS	1,5	1,88	0,64	0,01
MANGANÊS	0,1	0,139	0,021	0,003
SELÊNIO	0,01	0,92	<LD	0,001
SURFACTANTES	0,5	1,38	<LD	0,1
CHUMBO	0,01	<LD	0,21	0,01
BÁRIO	0,7	<LD	0,72	0,001



Nota-se pela Tabela 5, que quase todas as substâncias que apresentaram uma concentração maior do que a exigida pelo anexo G da NBR 10004/2004 no ensaio realizado com o resíduo para o extrato solubilizado (fenóis totais, ferro total, fluoretos, manganês, selênio e surfactantes), foram encapsuladas nas peças de concreto e apresentaram concentrações abaixo da norma. As exceções foram os elementos alumínio e cádmio. Para o cádmio, a concentração permaneceu praticamente a mesma, porém, para o alumínio, apesar de ainda não ter atingido a concentração exigida pela norma, diminuiu a sua concentração de 0,82 mg/L para 0,30 mg/L. Devido à análise do extrato solubilizado aparecer elementos que não estavam presentes no resíduo – chumbo e bário, foi realizado o ensaio de solubilização com a peças de concreto confeccionadas pela fábrica que utilizam apenas materiais convencionais. Os elementos bário, cádmio e chumbo ultrapassaram o limite máximo exigidos pela norma, suas concentrações foram de 1,98 mg/L, 0,010 mg/L, 0,18 mg/L, respectivamente. Esse resultado mostra que os materiais convencionais estão contribuindo para o aumento de elementos nocivos presentes nos blocos de concreto para pavimentação.

5. CONCLUSÃO

As peças de concreto para pavimentação fabricadas com 20% do resíduo industrial Terra da Shredder apresentaram uma boa resistência mecânica no ensaio de compressão, assim como um índice de absorção de água dentro dos parâmetros exigidos pela norma NBR 9781 (2003). As substâncias que ultrapassaram os limites de solubilização -fenóis totais, ferro total, fluoretos, manganês, selênio e surfactantes- foram encapsuladas pelo cimento, com exceção do alumínio e do cádmio. Dessa forma, os blocos apresentaram bom desempenho mecânico, físico e químico, concluindo que os blocos de concreto para pavimentação confeccionados com resíduo industrial, podem ser utilizados na construção civil.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 5739. Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. 2007.

_____. NBR 9781. Peças de concreto para pavimentação — Especificação e métodos de ensaio. 2013.

_____. NBR 10004. Resíduos sólidos – classificação. 2004.

_____. NBR 10005. Procedimentos para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos. 2004.

_____. NBR 10006. Procedimentos para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. 2004.

BATISTA, C.D. Classificação e caracterização dos resíduos do beneficiamento da sucata de ferro e aço utilizada no processo siderúrgico para identificação de viabilidade de aplicações. 2014. 115 f. Dissertação Mestrado (Engenharia Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

CIUCCIO, M.T.P. Estudo de tendências e oportunidades no desenvolvimento sustentável para reciclagem de veículos e seus materiais. 2004. 191 f. Dissertação Mestrado (Engenharia de Materiais) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade de São Carlos, 2004.

HOFFMAN. et al. Method and composition for use in recycling metal containing furnace dust. United States Patent 5,186,742. February 16. 1993.

RESÍDUOS SÓLIDOS E MUDANÇAS CLIMÁTICAS



15 a 17
junho de 2016
Porto Alegre, RS



PÉRA, J. et al. Valorization of automotive shredder residue in building materials. Cement and Concrete Research. France.p.557-562.2003.

RECKZIEGEL, V.N. Caracterização para aproveitamento do resíduo de um triturador de sucata em uma usina siderúrgica.2012.80f. Dissertação Mestrado (Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre,2012.

Apoio acadêmico

ESCOLA
POLITÉCNICA
UNISINOS

UNISINOS

Universidade de Brasília

ilacis | Lab. de Ambiente Construído
Inclusão e Sustentabilidade
FAU | CDS | FGA | UnB

BIMTECH
BIRLA INSTITUTE
OF MANAGEMENT TECHNOLOGY