



Asociación Interamericana de
Ingeniería Sanitaria y Ambiental

3º Encontro Técnico Latino-Americano

Avaliação do Uso de Agregado de Entulho em Obras de Saneamento

Maurício Izidoro
Engenheiro civil – Manutenção Estratégica da Sabesp

Marcelo Morgado
Assessor de Meio Ambiente da Presidência da Sabesp





Panorama atual - Motivação



Destinação de entulho de obras da Sabesp



**GOVERNO DO ESTADO
DE SÃO PAULO**

Demolição das antigas moradias e depósito na MM

- **Reciclagem na Ureosasco;**
- **Volume gerado: 600m³**
- **Custo recebimento de entulho (R\$11/m³)**
- **Custo de aquisição de areia, britas (R\$36,40/m³);**
- **Oportunidade de uso in situ (concha para retroescavadeira com moinho de mandíbulas),**



Instalações a serem demolidas





Separação de materiais





Demolição com retroescavadeira





Volume de Entulho Gerado



Potencial de Uso de Agregado Reciclado na SABESP





Agregados – Compras realizadas para obras próprias em 2008

- Areia lavada para concreto e alvenaria e areia bruta para envelopamento e base para calçamento: 3100 m³
- Brita (tipos # 1 e 2 e rachão): 10.600 m³

Estudo-de-caso Booster Jaguará



**GOVERNO DO ESTADO
DE SÃO PAULO**



Usina de Reciclagem de RCD – Osasco SP





Processamento





Agregados resultantes





Rachão





Eletroimã retirando material ferroso



Dados da obra

Local: Rua Antonio Ayrosa – V. Jaguará - Pirituba

- tubulação em aço Ø 900mm;
- profundidade média: 5m;
- tráfego pesado (linhas de ônibus e transportadora na rua);
- via em alicie;
- 212 m³ de agregados (70m³ de granulometria areia).





Conjunto moto-bomba





Vala onde foi aplicado RCD pela SABESP



● Compactação em camadas (15cm)





Adensamento por via úmida com água de reúso

Camadas de 30-40cm – ~ 5min de adensamento



2 caminhões – ETE Barueri – aplicação com mangueira até saturação.

● Ensaio de compactação



Figura 5.31: Cilindro tripartido e soquete Proctor utilizados



Figura 5.33: Desmoldagem do corpo-de-prova

Fonte : Leite (2007)

Ensaios de campo



Pavimento flexível

- A brita graduada de RCD pode ser empregada em combinação com o solo local...
- A qualidade do solo local precisa ser investigada....
- A combinação da brita graduada com o solo geralmente resulta em melhorias no índice de suporte do pavimento.....

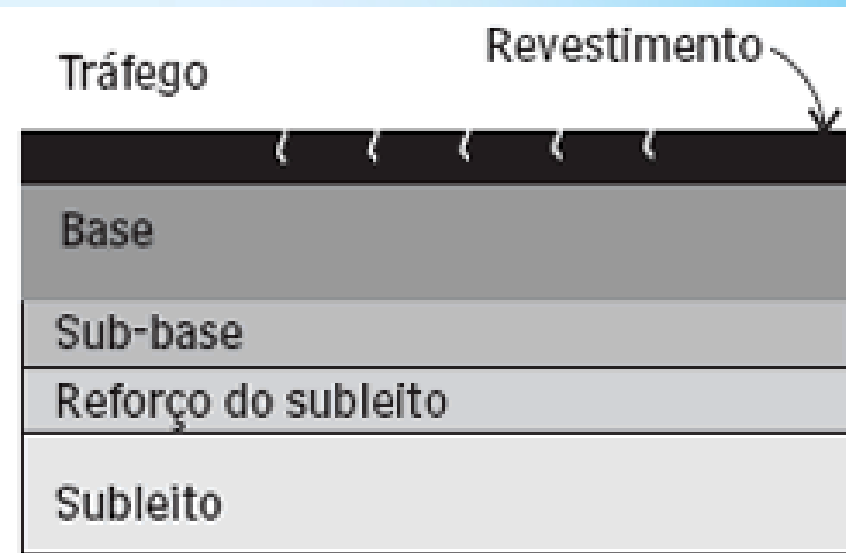


Figura 1 – Composição do pavimento flexível



Resultados

	NBR 15115/2004		Reciclado Ensaiado		DNER-ME 49/94	
Tipo de Camada	ISC (%)	Expansão (%)	ISC (%)	Expansão (%)	ISC (%)	Expansão (%)
reforço subleito	$\geq 12\%$	$\leq 1,0\%$	34,30%	0,10%	$\geq$ sub leito	$\leq 0,5\%$
sub base	$\geq 20\%$	$\leq 1,0\%$			$\geq 30\%$	$\leq 0,5\%$
base	$\geq 60\%$	$\leq 0,5\%$	N		$\geq 60\%$	$\leq 0,3\%$

Finalização do aterro



Próximos passos

- Desenvolvimento de novos fornecedores;
- Aplicação em obras de diferentes tipologias;
- Introdução de uso preferencial nos editais via alteração da cláusula 10 dos contratos padrão Sabesp;
- Estudo da logística de aquisição dos materiais (frete representa $\sim 2/3$ do valor dos agregados);
- Redução de volume pela moagem dos rejeitos;
- Estudo de agregado obtido apenas por peneiramento, sem moagem (menor custo e possibilidade de uso in situ);
- Estudo de propriedades do agregado e suas aplicações;
- Criação de NTS com base nas NBRs vigentes.

Equipamentos de britagem e separação dos agregados



**GOVERNO DO ESTADO
DE SÃO PAULO**



Obra da W. Torre – Arena Palestra



Central de moagem com
eletroimã (fabte: Terex
Pergson)- 120t/dia

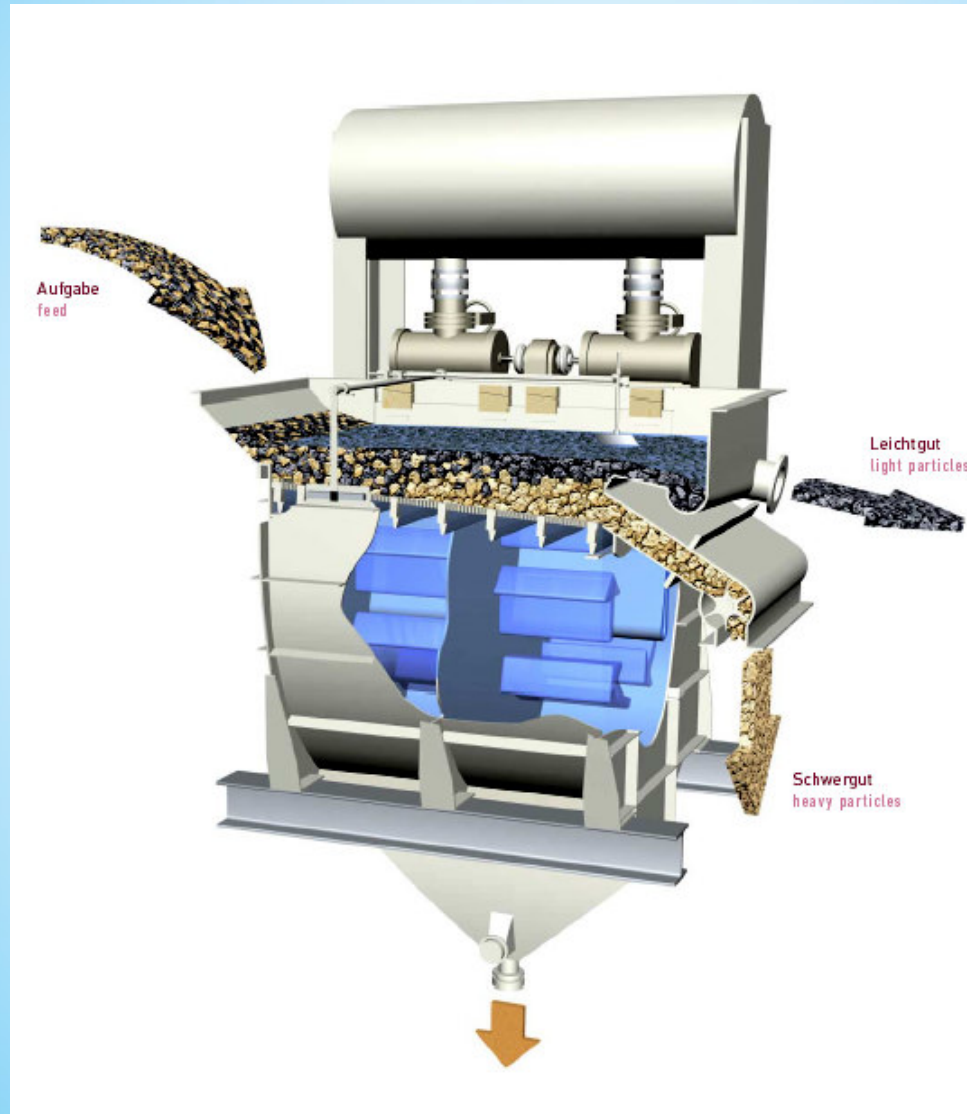
***Peneiramento, deslocamento
sobre esteiras e possibilidade
de transporte em caminhão***

Caçamba britadora (fabte:
Meccanica Breganese) –
blocos de até 300 X 400mm
***Oportunidade de reciclagem
e redução de custo de frete
do entulho***



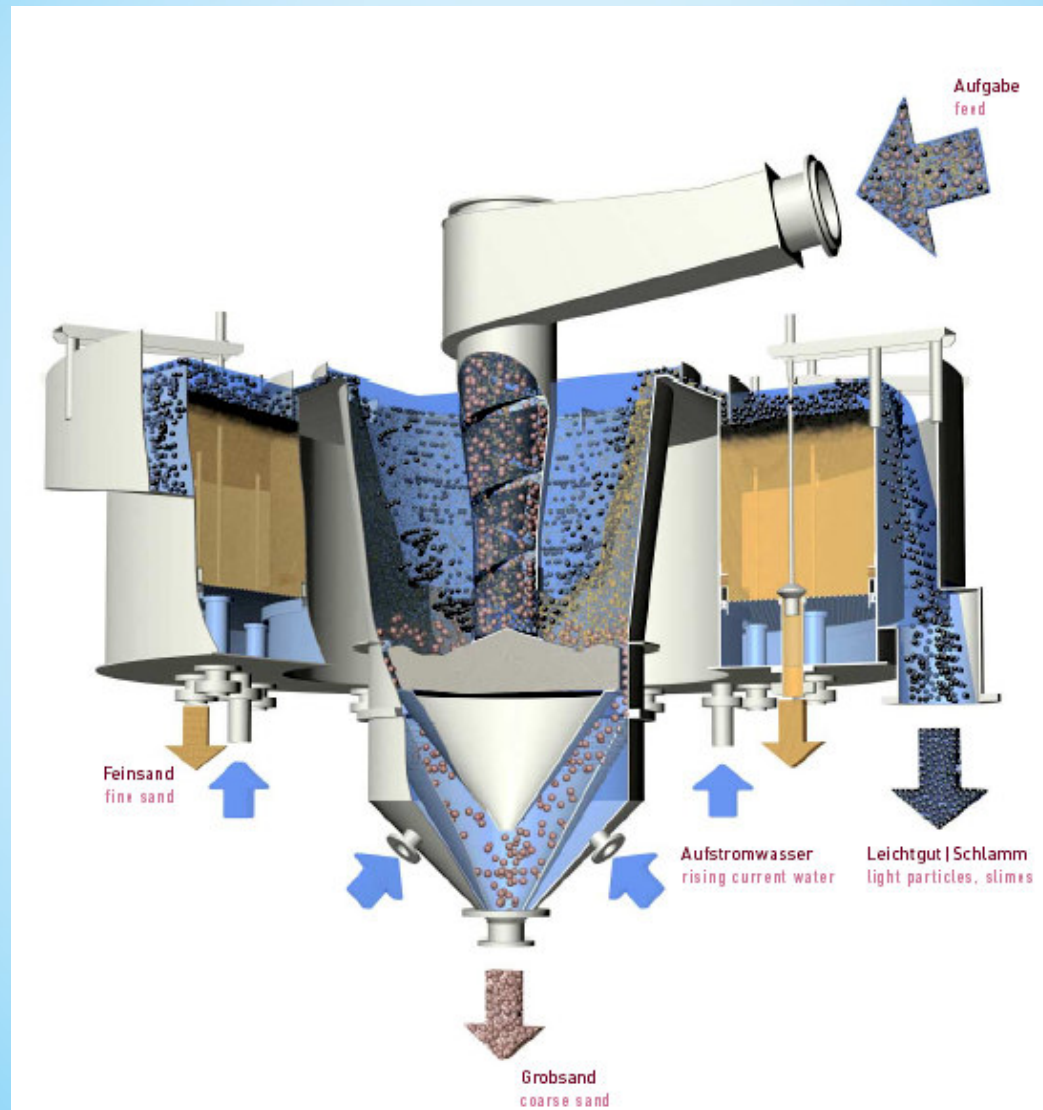


Alljig ® - separação por densidade



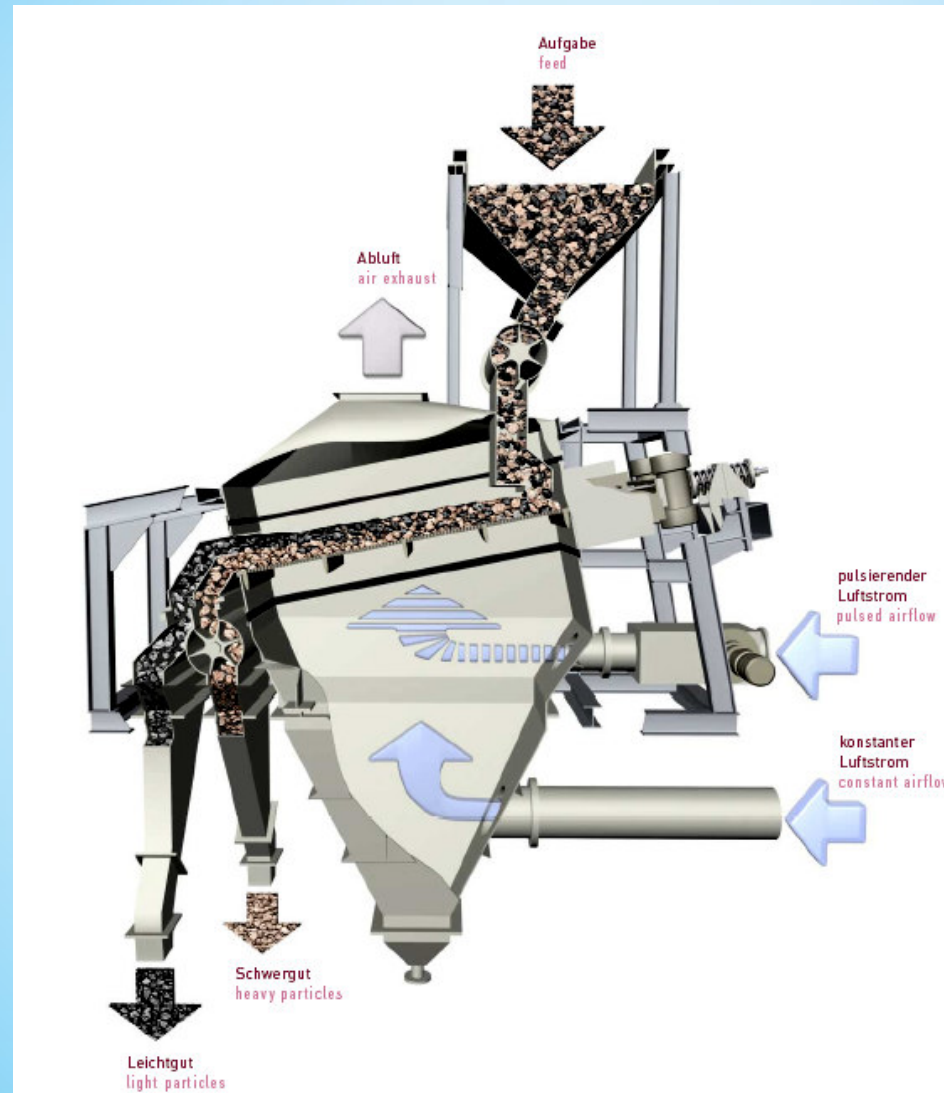


Allflux ® - separação de particulado





Allair ® - separação por fluxo de ar





Separação por densidade



1ª camada



2ª camada



3ª camada



4ª camada



Fonte : Angulo S.C.

Exemplos de uso do RCD



**GOVERNO DO ESTADO
DE SÃO PAULO**

Aeroporto Cleveland Hopkins - EUA



Ponte em South Jordan - Utah



Gabião usado como barreira sonora - Inglaterra



Legislação e normas técnicas



**GOVERNO DO ESTADO
DE SÃO PAULO**



Legislação e normas técnicas para agregados

Resolução Conama nº 307 – Gestão dos Resíduos da Construção Civil, de 5 de julho de 2002

NBR 15112:2004 – Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação

NBR 15113:2004 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação

NBR 15114:2004 – Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação

NBR 15115:2004 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos

NBR 15116:2004 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos

Muito obrigado!

Marcelo Morgado
Assessor de Meio Ambiente da Presidência
mmorgado@sabesp.com.br
11-33888954

Mauricio Izidoro
Engenheiro da Manutenção Estratégica
mizidoro@sabesp.com.br
11-56833284

www.sabesp.com.br – twitter: @ciasabesp
Flicker: www.flickr.com/sabesp
Youtube: www.youtube.com/SaneamentoSabesp
Blog da Sabesp: www.blogdasabesp.com.br



**GOVERNO DO ESTADO
DE SÃO PAULO**