

<b>Título do Projeto</b>	Uso de mesa concentradora visando à valorização de areias recicladas
<b>Coordenador</b>	Régis Sebben Paranhos
<b>E-mail institucional do coordenador</b>	regisparanhos@unipampa.edu.br
<b>Palavras-chave</b> (Informe de três a seis palavras-chave, separadas por vírgula)	Areia reciclada, separação gravítica, abrasão, liberação, valorização.
<b>Projeto apresenta caráter inovador</b>	( ) Sim (X) Não <i>Em caso afirmativo, explicitar o potencial de inovação de produtos, processos ou serviços no item “Outras informações relevantes”.</i>
<b>Projeto requer avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), Comissão de Ética no uso de Animais (CEUA) ou Comissão Interna de Biossegurança (CIBio)</b>	( ) Sim (X) Não <i>O coordenador do projeto responsabiliza-se a submeter o projeto às comissões pertinentes. É de responsabilidade única e exclusiva do coordenador do projeto informar a necessidade ou não de avaliação do projeto pelos referidos Comitês.</i>
<b>Geração de resíduos</b>	( ) Sim (X) Não <i>Em caso de resposta afirmativa, informações adicionais devem ser inseridas no arquivo “Geração de resíduos” que está disponível no sítio da PROPI e no SIPPEE</i>

- O projeto pode ter no máximo 10 páginas, considerando fonte Times New Roman, tamanho 12 e espaçamento simples.

- Para submissão do projeto no SIPPEE será necessário inserir os dados da equipe executora (nome, e-mail e CPF) e a carga horária semanal dedicada ao projeto.

**Resumo**(somente texto até 3.000 caracteres)

Este projeto de pesquisa pretende aplicar técnicas de processamento mineral na área da reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição (RCD), em especial às Areias Recicladas (AR).

Uma mesa concentradora será utilizada, através do controle e da manipulação da densidade das partículas, em função quantidade de argamassa de cimento aderida em sua superfície.

Esta técnica tem potencial de aumentar as recuperações na produção de agregados reciclados, além de produzir matérias-primas secundárias com qualidades diferenciadas em termos de porosidade e densidades conhecidas, sem impurezas, visando aplicação direta em concreto nobre para a construção civil, com função estrutural.

Por fim, cabe salientar que este projeto encontra-se inserido na grande área da “mineração urbana”, tendo sido concebido de forma integrada e multidisciplinar com diversas áreas da indústria extrativa e de transformação.

## Introdução e Justificativa

Utilizar técnicas de processamento mineral inovadoras faz parte do desafio da indústria moderna de beneficiamento de minérios. Um dos maiores exemplos é a escolha atual por processos de beneficiamento a seco, os quais economizam água para realizarem a separação e a concentração de minérios e agregados minerais. A economia de energia é outro fator da atualidade. Processos inovadores sustentáveis necessariamente devem consumir pouca energia.

Neste contexto, salientamos a importância da separação gravítica através de mesas concentradoras em processamento mineral. Trata-se do equipamento mais preciso de todo o beneficiamento de minérios [19].

As frações mais finas dos RCD podem ser separadas/concentradas, visando eliminar impurezas e, o mais importante, classificadas em função de sua densidade e, conseqüentemente, de sua porosidade. A porosidade é uma característica fundamental quanto ao quesito qualidade e utilização de agregados na construção civil, devendo ser compatível com os agregados virgens para uso em estruturas em concreto armado.

O uso de técnicas de processamento mineral em reciclagem de resíduos foi objeto do projeto de pesquisa CAPES/Cofecub nº 771/2013. Nos quatro anos de execução do projeto, a utilização da técnica de jigagem, tanto a água e quanto a seco, foi testada em laboratório com um estratificador (simulador de jigue), usando resíduos de construção produzidos especificamente para tal finalidade: concreto hidráulico obtido da britagem de corpos de prova, tijolos cerâmicos britados e gesso britado. A análise econômica foi igualmente abordada ao longo do projeto.

Como consequência natural, recaímos na importância da separação gravítica em reciclagem de RCD com sua fração mais fina, as areias, também conhecidas como agregados miúdos na construção civil. Realizar uma separação com alta recuperação da fração areia, com o uso de mesas concentradoras, além de ser capaz de classificar estas areias recicladas, em função de sua porosidade e sua densidade, tende a permitir sua plena reutilização, com todos os requisitos mais rigorosos de qualidade exigidos pelas normas.

## Objetivos

### Objetivos gerais:

Realizar, em escala semipiloto, uma separação da fração de areia reciclada contida em Resíduos de Construção e Demolição (RCD), usando mesa concentradora e equipamento de abrasão Los Angeles.

### Objetivos específicos:

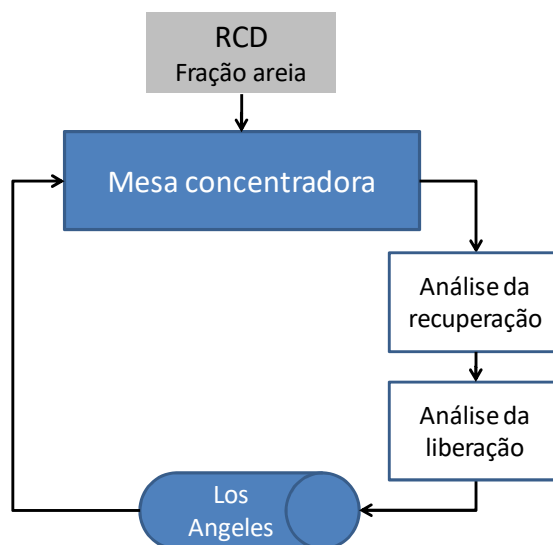
- Obter amostras representativas de RCD específicos para uso com mesas concentradoras: fração areia.
- Utilizar o equipamento de Abrasão Los Angeles, através de etapas sucessivas em circuito fechado com a mesa concentradora, visando aumentar progressivamente a liberação das partículas de areia (eliminação crescente da argamassa de cimento aderida em sua superfície);
- Realizar ensaios de separação em mesa concentradora, visando à obtenção de frações diversas de areias com densidades e porosidades decrescentes;
- Caracterizar a liberação das partículas, em cada ciclo de liberação, através de métodos físicos, químicos e por imagem;
- Analisar o potencial de utilização de mesas concentradoras em reciclagem de areias;
- Propor uma classificação das areias recicladas, visando facilitar e promover seu aproveitamento.

## Material e Métodos

Tendo em vista que os principais materiais a serem estudados são agregados minerais oriundos de construção e demolição a serem reciclados (RCD), diversas etapas de manipulação são necessárias e estão previstas. A homogeneização e o quarteamento do material a ser utilizado devem ser realizados até a obtenção de uma quantidade de aproximadamente 1.000 Kg de RCD.

Etapas de britagem e moagem devem ser realizadas com o objetivo de diminuir o tamanho das partículas, resultando em 100% do material passando na fração 1,7mm.

Serão realizados ensaios de separação utilizando a mesa concentradora, em circuito fechado como o equipamento de Abrasão Los Angeles, seguidas de análises de liberação, como indica a figura ao lado. Trata-se de conhecer, mesmo que indiretamente, a densidade, a porosidade e a capacidade de absorção de água dos materiais estudados. Ensaios físicos, químicos e de imagem estão previstos de serem realizados visando a caracterização e a análise da liberação das partículas de areia. A liberação, no âmbito deste projeto de pesquisa, está relacionada com o percentual de argamassa de cimento que permanece revestindo as partículas de areia após cada etapa de abrasão. A recuperação do processo está relacionada com a efetiva separação de uma densidade previamente escolhida como aceitável, segundo uma tabela de classificação a ser elaborada, visando valorização e reutilização da areia reciclada em estruturas.



## Resultados Esperados

Espera-se que a utilização de mesa concentradora seja capaz de separar agregados minerais miúdos (areias recicladas) em função de sua densidade, e conseqüentemente, de sua porosidade, com precisão passível de serem classificadas e separadas em escala industrial, e de maneira econômica.

Além disso, espera-se que a mesa concentradora tenha a capacidade de separar impurezas diversas, normalmente prejudiciais e inviabilizadoras de futuras utilizações, como o vidro e eventualmente o gesso. Além disso, espera-se que uma classificação de agregados minerais reciclados, em especial de areias recicladas, possa ser realizada adequadamente, propiciando uma reutilização mais nobre destes agregados, como concretos estruturais.

## Referências

Artigos em destaque já publicados pelo autor sobre a temática do projeto:

1. Paranhos RS, Cazacliu B.G., Sampaio C.H., Petter C.O., Neto R.O., Huchet F. A sorting method to value recycled concrete. Journal of Cleaner Production, 2016, Vol. 112, pág 2249-2258.
2. Cazacliu, B., Sampaio, C.H., Miltzarek, G., Petter, C., Le Guen, L., Paranhos, R., Huchet, F. And Kirchheim, A.P., 2013. The potential of using air jigging to sort recycled aggregates. Journal of Cleaner Production 66, 46-53.

3. Neto, R.O., Gastineau, P., Cazacliu, BG, Le Guen, L., Paranhos, R.S e Petter, C.O. Na economic analysis of the processing Technologies in CDW recycling. Waste management, 2016.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2016.08.011>. 0956-053X/ 2016 Elsevier Ltd. All rights reserved.
  4. Sampaio, C.H., Cazacliu, B.G., Miltzarek, G.L., Huchet, F., Le Guen L., Petter C.O., Paranhos R., Ambrós W.M., Oliveira M.L.S. Stratification in air jigs of concrete/brick/gypsum particles - Construction and Building Materials, 2016. Volume 109 Pág. 63-72.
- 
5. Vivian W.Y. Tam, C.M. Tam, Evaluations of existing waste recycling methods: A Hong Kong study, Building and Environment.
  6. Gomez-Soberon, J.M.V. Porosity of recycled concrete with substitution of recycled concrete aggregate. An experimental study, 2002. Cement and concrete research 32, 1301– 1311.
  7. Ângulo, S.C., John, V.M., Ulsen, C., Kahn, H., Mueller, A., 2013. Separação óptica do material cerâmico dos agregados mistos de residuos de construção e demolição. Revista Ambiente construído, Porto Alegre, ISSN 1678-8621.
  8. Ângulo, S.C., John, V.M., Carrijo, P. M., Figueiredo, A. D. and Chaves A. P., V. On the classification of mixed construction and demolition waste aggregate by porosity and its impact on the mechanical performance of concrete. Materials and Structures (2010) 43:519–528. DOI 10.1617/s11527-009-9508-9.
  9. Coelho, A. and de Brito, J., 2013. Economic viability analysis of a construction and demolition recycling plant in Portugal – part 1: location, materials, technology and economic analysis. Journal of Cleaner Production 39, 338-352.
  10. Marie, I., Quiasrawi, H. Closed-loop recycling of recycled concrete aggregates 2012. Journal of Cleaner Production 37, 243-248.
  11. Muigai, R., M. G. Alexander, and P. Moyo. “Cradle-to-Gate Environmental Impacts of the Concrete Industry in South Africa.” Journal of the South African Institution of Civil Engineering 55, no. 2 (January 2013): 02–07.
  12. Nagataki S, Gokce A, Saeki T, Hisada M. 2004. Assessment of recycling process induced damage sensitivity of recycled concrete aggregates. Cem Concr Res; 34:965–71.
  13. Oikonomou, N.D. Recycled concrete aggregates, 2005. Cement & Concrete composites 27, 315–318.
  14. Raa, A., Jhab, K., Misraa, S., 2007. Use of aggregates from recycled construction and demolition waste in concrete. Resources, Conservation and Recycling 50, 71 – 81.
  15. Quatrone M, et al. Energy and CO<sub>2</sub> from high performance recycled aggregate production. Resour Conser Recy (2014), <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.06.003>.
  16. Silva, R.V., Brito, J. and Dhir, R.K. Properties and composition of recycled aggregates from construction and demolition waste suitable for concrete production. Construction and Building Materials 65 (2014) 201-217.
  17. Tam, V.W.I. and Tam, C.M. Evaluations of existing waste recycling methods: A Hong Kong study. Building and Environment 41 (2006) 1649–1660.
  18. ULSEN, Carina; KAHN, Henrique; HAWLITSCHKEK, Gustav; MASINI, Eldon Azevedo; ANGULO, Sérgio Cirelli. Separability studies of construction and demolition waste recycled sand. Waste Management, Oxford, v. 33, n. 3, p. 656-662, 2013. Disponível em: <  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2012.06.018> > DOI: 10.1016/j.wasman.2012.06.018.
  19. Sampaio, C.H., Tavares, M.M. Beneficiamento gravimétrico. Editora da UFRGS, 2008.

**Se o projeto apresenta aderência às áreas prioritárias do MCTIC\*, indicar a(s) área(s) e seus respectivos setores e explicitar a contribuição do projeto.**

\* Áreas definidas na Portaria MCTIC nº 1.122/2020, com texto alterado pela Portaria MCTIC nº 1.329/2020, disponível em: [http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/legislacao/portarias/Portaria\\_MCTIC\\_n\\_1122\\_de\\_19032020.html](http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/legislacao/portarias/Portaria_MCTIC_n_1122_de_19032020.html)

### Parcerias

Adicionar quantas linhas for necessário. (não obrigatório)

Nome da Pessoa ou Instituição*	Descrição da Participação
Indústria: empresa construtora e/ou recicladora de agregados para construção civil da Região.	Colaborador

\* Verificar a necessidade de ser firmado convênio para execução do projeto.

### Cronograma de Atividades

Projetos de pesquisa podem ter **duração máxima de 4 anos** de execução.

Adicionar quantas linhas for necessário.

#### Ano 1 – 2021

Descrição da Atividade	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	A	E	A	B	A	U	U	A	E	U	O	E
	N	V	R	R	I	N	L	O	T	T	V	Z
Pesquisa bibliográfica específica sobre areia e areais recicladas							X	X				
Testes preliminares com mesa concentradora utilizando areias								X	X	X		
Testes preliminares com equipamento Los Angeles									X	X	X	
Obtenção e preparação das amostras de RCD: homogeneização e quarteamento											X	X

#### Ano 2 - 2022

Descrição da Atividade	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	A	E	A	B	A	U	U	A	E	U	O	E
	N	V	R	R	I	N	L	O	T	T	V	Z
Britagem e classificação granulométrica das amostras	X	X										
Caracterização da fração 1		X	X									
Primeira etapa de classificação na mesa concentradora			X	X								
Primeira etapa de desgaste no Los Angeles			X	X								
Caracterização da fração 2				X	X							
Segunda etapa de classificação na mesa concentradora						X	X					
Segunda etapa de desgaste no Los Angeles						X	X					
Caracterização da fração 3								X	X			
Terceira etapa de classificação na mesa concentradora										X	X	
Terceira etapa de desgaste no Los Angeles										X	X	
Caracterização da fração 4												X

Ano 3 - 2023													
Descrição da Atividade	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
	A	E	A	B	A	U	U	G	E	U	O	E	
	N	V	R	R	I	N	L	O	T	T	V	Z	
Caracterização da fração 4	X												
Quarta etapa de classificação na mesa concentradora		X	X										
Quarta etapa de desgaste no Los Angeles		X	X										
Relatório preliminar dos resultados: frações 1 a 4				X	X								
Análise preliminar dos resultados				X	X								
Relatório final					X	X							
Elaboração de artigos científicos					X	X							

### Plano de Aplicação de Recursos

Grupo/Tipo de Despesa	R\$	Fonte de financiamento: Edital externo/ Edital interno/ Sem fonte definida (explicitar)
<b>DESPESAS DE CUSTEIO</b>		
Auxílio financeiro a estudantes (bolsas)		
Diárias		
Material de Consumo		
Passagem e Despesas com locomoção		
Serviço de Terceiros – Pessoa Física		
Serviços de Terceiros – Pessoa Jurídica		
<b>Total Custeio</b>		
<b>DESPESAS DE CAPITAL</b>		
Equipamentos e Material Permanente		
<b>Total Capital</b>		
<b>TOTAL GERAL</b>		

- Explicar o plano de aplicação dos recursos e as alternativas caso as fontes de financiamento não se confirmem.
- Se já existe toda a infraestrutura (custeio e capital) para a execução do projeto, solicita-se que estas informações sejam explicitadas a fim de auxiliar a CLP na avaliação do projeto.

Este projeto não utiliza insumos consumíveis para sua realização.  
Eventuais bolsas de estudos serão pleiteadas junto aos órgãos de fomento, tanto em editais internos quanto externos à UNIPAMPA.

### Outras informações relevantes

Explicitar o potencial de inovação de produtos, processos ou serviços, quando o projeto apresentar caráter inovador. Informar mais detalhes sobre o projeto que não foram inseridos nas seções anteriores.

Como já citado nas justificativas, o projeto de pesquisa CAPES/Cofecub nº 771/2013, executado entre os anos de 2013 e 2016, tratou de diversos assuntos sobre reciclagem de agregados para a construção civil, e propiciou um avanço significativo de conhecimento nas áreas de gravimetria e SBS aplicados à reciclagem. Para facilitar a localização, os principais artigos publicados estão citados em vermelho nas referências bibliográficas.

Inicialmente, em 2013, no LAPROM/UFRGS, um estratificador pneumático (simulador de um jigue a ar) foi utilizado com partículas liberadas de concreto, tijolos e gesso, visando testar a eficiência de separação destes componentes, os quais possuem densidades conhecidas e diferentes [1][2][4]. As figuras abaixo mostram a disposição das partículas utilizadas antes, já misturadas manualmente, e após a separação, já estratificadas pelo estratificador a ar.



Embora as limitações do estratificador a ar utilizado, como o efeito parede, por exemplo, os concentrados e os rejeitos tiveram altos teores, o que comprova que num processo industrial, após otimização dos parâmetros em fluxo contínuo, os resultados serão positivos. Os testes realizados demonstraram que é possível aumentar drasticamente a qualidade dos agregados reciclados de concreto. Os materiais de demolição, na prática, apresentarão maiores dificuldades, pois sempre existe a presença de partículas mistas.

Na seqüência desta primeira série de ensaios, em 2014-2015, novos ensaios foram realizados com os estratificadores a ar no LAPROM/UFRGS, quando resíduos de construção e de demolição artificialmente fabricados foram manuseados como um simples problema de tratamento de minérios, o que permitiram avançar e obter novas conclusões [4]. Processos de triagem eficientes com agregados reciclados de baixa qualidade (RCD) podem viabilizar a reutilização de partículas de concreto, tijolo e gesso. Estes processos também melhoram os agregados mistos remanescentes, os quais podem ser reciclados em materiais de sub-base (sem ligante), aumentando suas propriedades auto-cementantes e reduzindo o teor de sulfato. Além disso, chegou-se à conclusão de que é possível separar facilmente o gesso de partículas de concreto e tijolos, para a faixa de tamanho de 4-20 mm, devido à diferença de densidades de massa e densidades das partículas destes materiais.

Em 2015, o aumento na qualidade dos agregados reciclados foi objeto de novo estudo [1]. A proposta foi aumentar a qualidade dos agregados reciclados pela utilização de técnicas de processamento mineral, como concentração gravimétrica e separação baseada em sensores (SBS), como alternativa ao tratamento térmico. Uma proposta de plataforma de reciclagem (separação e triagem) foi desenvolvida, onde tanto os finos quanto os materiais grosseiros podem ser tratados. Constatou-se que estas plataformas têm condições de aumentar a eficiência da reciclagem, produzindo materiais de melhor qualidade, reduzindo custos.

Em 2016, uma análise econômica de três diferentes tipos de plataformas de reciclagem, com incrementos

nos processos de separação, foi realizada [3]. O desenvolvimento de tais plataformas de reciclagem vai ao encontro de uma gestão sustentável dos resíduos de construção e demolição (RCD), visando o reaproveitamento máximo do recurso natural.