



BOAS PRÁTICAS DE MANEJO DE RESÍDUOS NO CANTEIRO DE OBRA PARA PRODUÇÃO DE AGREGADOS RECICLADOS EM CAMPO GRANDE-MS

Good practices for management of waste at the construction site for the
production of recycled aggregates in Campo Grande-MS

Mayara Tartarotti Cardozo da Silva

UFMS| Campo Grande, MS | mayaratartarotti@gmail.com

Enilda Maria da Silva Garcia de Freitas

UFMS| Campo Grande, MS | enilda.freitas@ufms.br

Aline de Aquino Mendes

UFMS| Campo Grande, MS | aline.deaquino@gmail.com

Arielle Queiroz de Almeida

UFMS| Campo Grande, MS | arielle0702@hotmail.com

Gabrielly Ferreira Simão

UFMS| Campo Grande, MS | bielyferreira1@gmail.com

Ana Paula da Silva Milani

UFMS| Campo Grande, MS | ana.milani@ufms.br

Resumo

Este estudo apresenta uma cartilha de boas práticas para o manejo de resíduos de construção civil (RCC) em obras de pequeno e médio porte em Campo Grande-MS, a partir da avaliação da qualidade de agregados reciclados (AR) provenientes de RCC e do compartilhamento dos mecanismos municipais de gestão de resíduos sólidos. Foram realizados ensaios de caracterização física em amostras de AR produzidas pela reciclagem de RCC separados na obra, os quais atenderam aos critérios normativos, corroborando a importância do correto manejo do RCC. Assim, a cartilha desenvolvida propôs um sistema simplificado de segregação por classes dentro do canteiro de obra e fornece orientações sobre logística reversa na cidade, penalidades por descarte inadequado e a importância da conscientização dos trabalhadores. Conclui-se que independente do porte da obra, a triagem dos RCC no canteiro de obra é fundamental para reduzir a contaminação do resíduo e aprimorar a qualidade da produção do AR para aplicações na construção civil e pavimentação.

Palavras-chave: Resíduos da construção civil; Gestão de resíduos; Segregação; Separação; Triagem.

ABSTRACT

This study presents a guide of good practices for the management of construction waste (CW) in small and medium-sized construction sites in Campo Grande-MS, based on the evaluation of the quality of recycled aggregates (RA) from CW and the sharing of municipal solid waste management mechanisms. Physical characterization tests were performed on samples of RA produced by recycling CW separated on site, resulting in compliance with the normative criteria. Thus, the developed guide proposed a simplified system of segregation by classes within the construction site and provides guidance on reverse logistics in the city, penalties for improper disposal and the importance of worker awareness. It is concluded that regardless of the size of the project, the sorting of CW at the construction site is essential to reduce waste contamination and improve the quality of RA production for applications in civil construction and paving.

Keywords: Construction waste; Waste management; Segregation; Separation; Screening.

1 INTRODUÇÃO

A utilização de agregado reciclado (AR) na construção civil representa uma alternativa sustentável para mitigar os impactos ambientais associados aos resíduos de construção civil (RCC). Quando processados adequadamente, esses materiais podem substituir os agregados naturais em diversas aplicações, promovendo a preservação de recursos naturais e reduzindo a necessidade de destinação em aterros sanitários (Khan *et al.*, 2024). No entanto, a qualidade do AR depende diretamente do controle de contaminação e da britagem, o que reforça a importância de práticas eficazes de segregação e triagem do RCC.

Nesse contexto, a separação seletiva dos resíduos diretamente no canteiro de obras emerge como uma estratégia eficiente e acessível. Tal abordagem reduz a presença de contaminantes, amplia o potencial de reaproveitamento dos materiais e facilita a obtenção de agregados reciclados (AR) com maior qualidade (Pacheco e Brito, 2021). A inclusão de pequenas e médias obras nesse processo é fundamental, pois, mesmo gerando menores volumes individualmente, sua soma corresponde a uma parcela significativa da geração total nas cidades.

Em Campo Grande-MS, as empresas recicladoras produzem Agregados Reciclados Mistos (ARM) de classe A adequados sob os parâmetros normativos de capacidade de absorção de água, teor de finos e de friáveis, e índice de forma e distribuição granulométrica nas faixas de agregados graúdos e miúdos. Porém, existe a dificuldade no processo de triagem para alcance do limite permitido de materiais indesejáveis, pois o RCC recebido pelas recicladoras é proveniente em sua maioria de obras sem separação prévia durante a construção/reforma/demolição (Freitas *et al.*, 2023).

Dessa forma, desenvolveu-se uma cartilha destinada a profissionais da construção civil contendo boas práticas para o manejo de RCC em obras de pequeno e médio porte em Campo Grande-MS, a partir da avaliação da qualidade do AR provenientes de RCC segregado em obra e do compartilhamento dos mecanismos municipais de gestão de resíduos sólidos. Assim, busca-se fomentar a adoção dessas diretrizes no setor para assegurar o cumprimento das exigências legais do município, bem como o potencial de circularidade do RCC.

2 METODOLOGIA

A primeira etapa da pesquisa consistiu na avaliação física do AR proveniente de RCC separado, ou seja, composto exclusivamente pela reciclagem dos resíduos de classe A. Para isso, foi estabelecida uma parceria com uma construtora de Campo Grande – MS, que executou a demolição seletiva de um complexo de edifícios, segregando os resíduos diretamente no canteiro de obra. Dessa forma, os resíduos classe A foram encaminhados a uma empresa recicladora, a qual realizou os processos de triagem, britagem e produção de agregados reciclados em diferentes granulometrias. A empresa recicladora produziu os agregados reciclados comercialmente classificados como: AR Pó de Pedra (PP), AR Pedrisco (PE), AR Brita 1 (B1) e AR Rachão (RA) (Figura 1).

Figura 1: amostra dos agregados reciclados comercializados pela Empresa Recicladora.



Fonte: Autoral.

Após a coleta do AR na recicladora, foram realizados ensaios laboratoriais de caracterização física com o objetivo de verificar o cumprimento dos parâmetros estabelecidos pelas normas NBR 15115 (ABNT, 2004) e NBR 15116 (ABNT, 2021). Os ensaios laboratoriais englobaram: a verificação da dimensão máxima característica, módulo de finura, índice de forma, materiais indesejáveis, teor de argila em torrões friáveis, absorção de água, teor de finos, coeficiente de uniformidade e teor passante em 0,42 mm.

A segunda etapa da pesquisa consistiu no desenvolvimento de uma cartilha sobre boas práticas para o manejo e destinação dos RCC no contexto da cidade de Campo Grande – MS. Destaca-se que o público-alvo da cartilha inclui engenheiros, arquitetos e profissionais da construção civil, com o objetivo de fornecer diretrizes facilitadoras na gestão eficiente dos RCC em obras de pequeno e médio porte. O escopo da cartilha foi dividido em seis partes, estruturadas em torno de perguntas pertinentes ao tema, conforme segue:

- O que são resíduos da construção civil?
- Por que é preciso implementar o gerenciamento dos resíduos da construção civil na obra?
- Sou responsável pela gestão dos resíduos de obra da construção civil?
- Qual a destinação correta para os resíduos de obra da construção civil?
- Como realizar o gerenciamento dos resíduos da construção civil na obra?
- O que ganho com o adequado manejo e destinação dos resíduos de obra da construção civil?

Para o desenvolvimento do conteúdo, iniciou-se com um levantamento bibliográfico, que incluiu a identificação das principais técnicas recomendadas para o manejo de resíduos e uma análise das legislações e normas pertinentes nas esferas federal, estadual e municipal. Outro ponto, foi a realização de um levantamento das empresas e cooperativas que atuam na coleta, transbordo e reciclagem dos resíduos na região, com o intuito de identificar os principais agentes e compreender seus procedimentos e capacidades operacionais.

Na sequência realizou-se visitas técnicas a empresas atuantes no setor de reciclagem, áreas de transbordo e obras de grande porte, incluindo obras com certificações ambientais. Tais visitas permitiram observar a viabilidade de aplicação de separação dos RCC por classes, conforme a Resolução CONAMA nº 307 (Brasil, 2002). Dessa forma, foi possível identificar ações replicáveis que podem ser implementadas, com mínimas adaptações à logística já existente em canteiro de obra, reforma ou demolição de pequeno e médio porte.

A última etapa envolveu a diagramação e formatação do conteúdo da cartilha, priorizando uma apresentação visual atrativa e uma linguagem acessível e intuitiva para incentivar a disseminação das diretrizes propostas.

3 RESULTADOS E ANÁLISES

3.1 AGREGADO RECICLADO PROVENIENTE DE RCC SEGREGADO NA OBRA

A caracterização granulométrica dos AR (Tabela 1) mostrou que o AR PP e AR PE não atenderam aos limites granulométricos para agregados naturais, sendo classificados como Pedrisco Misto (PM) devido à mistura de partículas miúdas e graúdas. O AR B1, por outro lado, enquadrou-se nos limites normativos e foi classificado como brita 1. Já o AR RA, com cerca de 50% dos grãos acima de 75 mm, foi caracterizado como Pedra de Mão, com distribuição abrangendo as classes brita 2, 3 e 4.

Tabela 1: Resultado do módulo de finura, dimensão máxima e limites granulométricos dos AR.

Parâmetro	AR PP	AR PE	AR B1	AR RA
Dimensão Máxima (mm)	9,50	9,50	19,00	101,60
Módulo de Finura	3,86	4,48	6,1	9,28
Limites da faixa granulométrica	Não conformidade Limites (150µm a 6,3mm)	Não conformidade Limites (2,36mm a 75mm)	Em conformidade Limites (2,36mm a 75mm)	Não conformidade Limites (2,36mm a 75mm)

Fonte: Autoral.

Já com relação a avaliação de desempenho físico (Tabela 2), observa-se que a maioria dos AR atendeu aos critérios normativos estabelecidos pela NBR 15115 (ABNT, 2004) e NBR 15116 (ABNT, 2021). Destaca-se o AR RA, recomendado para uso em concreto ciclópico e drenagem, devido à baixa absorção de água e boas características físicas. Além disso, os materiais reciclados foram classificados como Agregado Reciclado Cimentício (ARCI) e Agregado Reciclado Misto (ARM), dependendo da proporção de solo e compósitos cimentícios.

Além disso, realizando uma comparação com os resultados dos mesmos ensaios realizados nesta empresa recicladora utilizando amostras de AR derivada de RCC misturado (oriundos de operações sem separação prévia durante a construção/reforma/demolição), conforme publicado por Freitas et al. (2023), conclui-se que a prática de demolição seletiva, ou seja, a segregação do RCC no canteiro de obra foi fundamental para reduzir

o processo de triagem e a contaminação dos resíduos na recicladora e, conseqüentemente, melhorar a qualidade de produção do AR.

Tabela 2: Requisitos normativos e qualificação dos AR.

Parâmetro	Norma	Limite	AR PP	AR PE	AR B1	AR RA
Absorção	NBR 15116	< 12%	NI*	6,94%	6,23%	5,45%
Índice de Forma	NBR 7809	< 3	NI	NI	2,39	2,05
Friáveis	NBR 7211	< 3%	2,58%	14,29% *	12,02%	0,74%
Teor de Finos	NBR 15116	< 10%	4,36%	3,68%	1,74%	5,96%
Classificação ARCI (AR cimentício)	NBR 15116	< 10% cerâmica vermelha	ARM	ARM	ARCI	ARCI
Classificação ARM (AR misto)	NBR 15116	< 40% cerâmica vermelha				
Materiais Indesejáveis	NRB 15116	< 1%	NI	NI	2,17%	0,14%
	NRB 15115	< 3%	NI	NI	2,17%	0,14%
Coefficiente de uniformidade	NRB 15115	> 10%	11,43%	21,22%	NI	NI
Teor de material passante 0,42mm	NBR 15115	10 – 40%	39,26%	40,19%	NI	NI

* NI: Ensaio não indicado/não realizável para o tipo de agregado reciclado.

* Em vermelho: limites não alcançados.

Fonte: Autoral.

3.2 CARTILHA DE BOAS PRÁTICAS PARA MANEJO E DESTINAÇÃO DO RCC

A cartilha em seu primeiro tópico apresentou os conceitos básicos relacionados aos RCC, garantindo uma base sólida para o leitor. Em seguida, aborda-se a importância do gerenciamento dos RCC e a responsabilidade legal e profissional dos envolvidos no setor da construção civil.

Destaca-se o princípio da responsabilidade compartilhada pelos RCC, conforme a Lei Federal nº 12.305 (BRASIL, 2010) e Lei Municipal nº 4.864 (CAMPO GRANDE, 2010), que determina que todos os agentes devem colaborar na gestão e destinação final ambientalmente correta dos resíduos. Além disso, estas leis incentivam a implementação de sistemas de logística reversa e de reciclagem como medidas essenciais para minimizar os impactos ambientais associados à construção civil.

Após a etapa de conscientização, são detalhados procedimentos e dicas de gerenciamento do RCC para canteiros de obras de pequeno e médio porte. Para garantir que os RCC estejam separados corretamente e viabilizar a produção de AR de adequada qualidade, recomenda-se a separação dos resíduos diretamente no canteiro pelo uso de caçambas para entulho classe A; *bags* (sacos de rafia) para resíduos recicláveis classe B e perigosos classes C e D; e lixeira convencional para os resíduos orgânicos. Nas fases iniciais da construção, recomenda-se um único bag para resíduos classe B, otimizando espaço e logística. Já nas etapas de pintura e finalização, é indicado introduzir um bag adicional para resíduos classe C e D, considerados potencialmente perigosos.

A Figura 2 demonstra a segregação inicial no canteiro, o encaminhamento apropriado para Áreas de Transbordo e Triagem (ATT), e a destinação final do RCC; sendo classe A para produção de AR ou aterro de inerte, classe B para cooperativas ou usinas de reciclagem, e classe C e D para tratamento e aterro. Deste modo, se permite a emissão do Controle de Transporte de Resíduos (CTR) e a obtenção de documentos como Habite-se ou certidão de demolição conforme decretos municipais de Campo Grande-MS.

A cartilha reforça ainda a importância da logística reversa, especialmente para resíduos classe D, como tintas e solventes, que podem ser devolvidos aos fabricantes. Outro ponto abordado é a necessidade de prevenir o descarte indevido em caçambas estacionadas em vias públicas, recomendando-se o uso de lonas para vedação fora do horário de expediente. Além disso, são destacadas as principais infrações e penalidades decorrentes do manejo inadequado dos RCC, abrangendo normas federais, estaduais e municipais.

Para os trabalhadores entenderem sua importância na participação do manejo correto dos resíduos durante a construção, reforma ou demolição, recomenda-se a sensibilização com imagens impactantes sobre os problemas urbanos enfrentados na cidade, além de promover conversas, treinamentos e campanhas educativas periódicas. Também se sugere a introdução de placas de sinalização em locais visíveis, contendo informações sobre como proceder para a separação e o acondicionamento do RCC no canteiro de obra.

Por fim, a Figura 3 apresenta as vantagens econômicas, sociais e ambientais associadas à adoção dessas práticas, evidenciando benefícios que vão além do simples cumprimento da responsabilidade ambiental.

Figura 2: Fluxograma do passo a passo da gestão correta do RCC em Campo Grande-MS.

Fonte: Autoral.

Figura 3: Vantagens da gestão de RCC.

Fonte: Autoral.

4 CONCLUSÃO

Considerando a caracterização física de agregados reciclados (AR) provenientes de RCC de demolição seletiva e o entendimento dos mecanismos municipais de gestão de resíduos sólidos de Campo Grande-MS, a pesquisa demonstrou que a utilização do RCC segregado dentro da construção/reforma/demolição para a produção de AR resulta em materiais de melhor qualidade, adequados para aplicações na construção civil e pavimentação. Isto possibilitou o desenvolvimento de uma cartilha de boas práticas no manejo do RCC no canteiro de obra, sendo uma ferramenta valiosa para fomentar a gestão eficiente de resíduos em obras de pequeno e médio porte, bem como uma contribuição à conscientização dos profissionais envolvidos sobre suas responsabilidades socioambientais como cidadão.

5 AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio das seguintes instituições: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) e Ministério Público do Estado de Mato Grosso do Sul (MPMS).

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15115**: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação - Procedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15116**: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7211**: Agregados para concreto - Especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7809**: Agregado graúdo - Determinação do índice de forma pelo método do paquímetro - Método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) **Resolução nº 307**, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 jul. 2002.
- BRASIL. **Lei Federal nº 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 ago. 2010.
- CAMPO GRANDE. **Lei Municipal nº 4.864**, de 07 de julho de 2010. Dispõe sobre a Gestão dos Resíduos da Construção Civil e institui o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de acordo com o previsto na Resolução CONAMA nº 307/2002, no âmbito do município de Campo Grande - MS. Campo Grande: Câmara Municipal, 2010.
- FREITAS, Enilda Maria da Silva Garcia; MENDES, Aline de Aquino; ALMEIDA, Arielle Queiroz; SIMÃO, Gabrielly Ferreira; SILVA, Mayara Tartarotti Cardozo da; MILANI, Ana Paula da Silva. Qualidade do agregado reciclado misto de usinas recicladoras de RCC de Campo Grande – MS. In: ENCONTRO NACIONAL DE APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO, 8., 2023. **Anais** [...]. [S.l.], 2023. p. 1–7. Disponível em: <<https://eventos.antac.org.br/index.php/enarc/article/view/2914>>. Acesso em: 29 nov. 2024. DOI: <https://doi.org/10.46421/enarc.v8i00.2914>
- KHAN, Zainul Abedin; BALUNAINI, Umashankar; COSTA, Susanga; NGUYEN, Nhu. A review on sustainable use of recycled construction and demolition waste aggregates in pavement base and subbase layers. **Cleaner Materials**, p. 100266, 2024. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772397624000509>>. Acesso em: 29 nov. 2024. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.clema.2024.100266>.
- PACHECO, João; BRITO, Jorge de. Recycled aggregates produced from construction and demolition waste for structural concrete: Constituents, properties and production. **Materials**, v. 14, n. 19, p. 5748, 2021. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1996-1944/14/19/5748>>. Acesso em 29 nov. 2024. Doi: <https://doi.org/10.3390/ma14195748>