



## GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL: FOMENTO DA ECONOMIA CIRCULAR EM SOROCABA E REGIÃO

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.6.23.VII-008>

**Mayara Domingues de Moraes (\*), Gerson Araújo de Medeiros**

\* Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP – Campus Sorocaba),  
mayara.domingues@unesp.br

### RESUMO

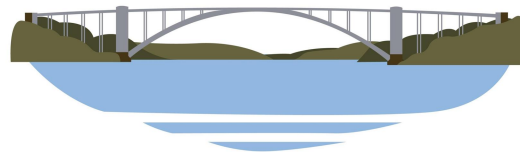
A construção civil é um dos setores produtivos que mais desperdiça recursos naturais. A ineficiência no processo construtivo, ocasionado por falhas no desenvolvimento do projeto, na qualidade dos materiais, nas perdas no transporte, na manipulação incorreta pela equipe do canteiro de obra, esses e outros exemplos podem acarretar impactos, como: esgotamento de recursos naturais não renováveis, degradação do solo, poluição dos corpos hídricos e atmosférica, mudanças climáticas, descarte inadequado de resíduos e esgotamento dos aterros. Os impactos cumulativos ocasionados pela economia atual vêm ocasionando preocupações entre os tomadores de decisão, sobre a necessidade da busca de formas que evitem as consequências ambientais. A economia circular apresenta-se como alternativa de maneira racionalizada, explorando o desempenho e eficiência máxima nos processos, além da reintrodução dos resíduos na cadeia produtiva como matéria prima. O objetivo do presente trabalho será analisar a possibilidade de aplicação da economia circular no setor de construção civil por meio de um índice de eficiência da gestão dos resíduos de construção e demolição (RCD). O índice foi aperfeiçoado para considerar aspectos relacionados à gestão dos RCD, por meio de quatro dimensões: 1) Política, Estrutural e Financeira, 2) Gravimetria e Logística, 3) Classificação e Tratamento e 4) Disposição final, além do potencial de comercialização. A metodologia se baseará na avaliação da geração dos resíduos de construção em projeto desenvolvido no município de Sorocaba, das formas de destinação praticadas, das políticas municipais e estaduais para a gestão desse tipo de resíduo, e do potencial econômico visando fomentar a economia circular. Os resultados incluem um diagnóstico do potencial de reintrodução desse resíduo na região de Sorocaba, das barreiras de ordem econômica, política e legal. Esse diagnóstico permitirá propor diretrizes para auxiliar na melhoria de serviços, processos decisórios e, principalmente, na promoção da economia circular.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos de Construção e Demolição; Índice de eficiência; Desenvolvimento Sustentável.

### ABSTRACT

Civil construction is one of the productive sectors that most wasted natural resources. The inefficiency in the construction process, caused by failures in the development of the project, in the quality of the materials, in the losses in the transport, in the incorrect handling by the construction site team, these and other examples can cause effects, such as: depletion of non-renewable natural resources, soil degradation, pollution of water and atmospheric bodies, climate change, inadequate waste disposal and depletion of landfills. The cumulative impacts caused by the current economy have been causing concerns among decision makers about the need to look for ways to avoid environmental consequences. The circular economy presents itself as an alternative in a rationalized way, exploring the performance and maximum efficiency in the processes, in addition to the reintroduction of waste in the production chain as a raw material. The objective of this work will be to analyze the possibility of applying the circular economy in the civil construction sector through an efficiency index of the management of construction and demolition waste (RCD). The index was improved to consider aspects related to CDW management, through four dimensions: 1) Policy, Structural and Financial, 2) Gravimetry and Logistics, 3) Classification and Treatment and 4) Final disposal, in addition to the reception potential. The methodology will be based on the evaluation of the generation of construction waste in a project developed in the municipality of Sorocaba, the forms of disposal practiced, the municipal and state policies for the management of this type of waste, and the economic potential aimed at promoting the circular economy. The results include a diagnosis of the potential for reintroduction of this waste in the Sorocaba region, economic, political and legal barriers. This diagnosis will make it possible to propose guidelines to help improve services, decision-making processes and, above all, promote the circular economy.

**KEY WORDS:** Construction and Demolition Waste; Circular Economy; Efficiency Index; Sustainable Development.



### INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das principais fomentadoras da economia de qualquer nação com sua forte contribuição no crescimento do Produto Interno Bruto (PIB), sendo que o rápido crescimento das cidades e o processo de urbanização nos países em desenvolvimento possuem uma ligação direta com o descarte irregular dos resíduos de construção e demolição (RCD) (MARQUES et al., 2020). O setor de construção civil interfere diretamente nas três dimensões da sustentabilidade: economia, social e ambiental. Os aspectos ambientais ligados às atividades desse setor incluem o elevado consumo de recursos naturais renováveis e não renováveis (água, energia e minerais); além da emissão de gases de efeito estufa e material particulado (DING et al., 2016). Na China os resíduos de construção e demolição (RCD) representam de 30 a 40% da quantidade total de resíduos, sendo que geralmente é descartado em aterros sanitários ou despejado aleatoriamente e a taxa média de reciclagem é cerca de 5%. (HUANG et al., 2018).

A realidade brasileira segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2017), de todo os resíduos sólidos gerado em torno de 62% é originado das atividades de construção e demolição, o equivalente a 45 milhões de toneladas de RCD a cada ano. O processo econômico padrão utilizado nas últimas décadas é o linear, com características de extração de matérias-primas, produção, consumo e descarte. No futuro, a escassez de recursos afetará a disponibilidade de matérias-primas, exigindo novas técnicas, metodologias e princípios eficazes para a utilização dos materiais e a sua reinserção na cadeia produtiva. (SAKTHIVELMURUGAN et al., 2022). A economia circular é um sistema que aborda estrategicamente a escassez de recursos, prevenindo a redução no processo construtivo, e dando novas definições ao conceito de vida útil e finalidade limitada, é um conceito que prevê a redução, reutilização e recuperação nos processos produtivos e de consumo. (KIRCHHERR et al., 2017; MILLAR et al., 2019).

### OBJETIVOS

O objetivo do presente trabalho foi analisar possibilidade de aplicação da economia circular no setor de construção civil por meio de um índice de eficiência da gestão dos resíduos de construção e demolição (RCD). Uma aplicação desse índice foi realizada na região do município de Sorocaba, no estado de São Paulo.

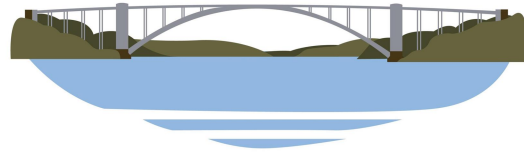
### METODOLOGIA

A metodologia adotada consistiu em levantamentos a documentos oficiais do município de Sorocaba disponibilizados no site da secretaria responsável pela gestão dos resíduos, além da aplicação de um questionário de diferencial semântico no Departamento Municipal de Sorocaba, responsável pelos resíduos de construção civil e na usina de reciclagem da cidade vizinha, no município de Votorantim. Além dos dados secundários sobre a gestão dos RCD, uma coleta de dados primários foi realizada por meio de duas visitas ao aterro de inertes e uma visita ao centro de reaproveitamento de resíduos inertes (usina de reciclagem) da cidade vizinha do município de Votorantim, no estado de São Paulo (Figura 1).

O sistema de gerenciamento apresenta diferentes estágios de desenvolvimento, dependendo da região ou país, e sua avaliação assume importância para a tomada de decisão. Nesse contexto, os índices representam uma abordagem que permite diagnósticos precisos para tomada de decisão relacionada aos sistemas de gestão de resíduos (FERRAZ et al., 2021). Os índices permitem a análise do todo ou de partes específicas, sendo os mais comuns aqueles destinados a gestão de resíduos sólidos urbanos, que abordam o processo de geração, envio a outros municípios, coleta seletiva, coleta de resíduos de serviços de saúde.

Um índice de eficiência do sistema de gestão dos RCD (IERCD) foi adaptado de Ferraz et al. (2021) e incorporou uma análise in loco do aterro de inertes, conforme metodologia descrita em Cristovão et al. (2021). As dimensões avaliadas para a composição do IERCD foram divididas da seguinte maneira: 1) Política, Estrutural e Financeira, 2) Gravimetria e Logística, 3) Classificação e Tratamento e 4) Disposição final. Cada dimensão foi dividida em fatores, os quais destacaram os itens dos aspectos da eficiência do sistema de gestão dos RCD. Os fatores e itens foram adaptados para o município de Sorocaba e para o centro de reaproveitamento.

As dimensões foram avaliadas por meio diferencial semântico, uma abordagem utilizada em diferentes áreas. Essa abordagem possui um formato de classificação que representa os níveis de concordância dos participantes, com base em suas declarações de interesse (CHENG et al., 2021). As avaliações ocorreram com três possibilidades de resposta, cada uma com um valor associado: positiva (valor 5,0) representando o desempenho adequado, presença, uso potencial do procedimento, processo ou estrutura do item analisado; parcial (valor 3,0), correspondendo a presença com desempenho e implementação parcial; e negativa (valor 1,0) manifestando que o item analisado não se encontra estruturado ou opera com informalidades, necessitando de apoio da divisão municipal.



**Figura 1: Aterro para recuperação dos resíduos inertes, em Votorantim, estado de São Paulo. Fonte: Autora do Trabalho.**

## RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta os resultados da análise de eficiência dos fatores e das dimensões levantados junto ao Departamento Municipal de Sorocaba, responsável pelos resíduos de construção civil de Sorocaba.

O município possui destaque na dimensão 4: Disposição Final (97,5%), através da atualização do Plano de Gestão de Resíduos de Construção Civil do Município de Sorocaba (PGRCCMS), no qual se apresentam os objetivos da gestão dos resíduos de construção e demolição (RCD). Esses objetivos incluem a atualização de cadastro dos transportadores de resíduos de construção e demolição (RCD), o programa de fiscalização de emissão de documentos de descarte, operações de manejo de pequenos e grandes volumes, iniciativas para a retirada dos pontos viciados de descarte e o incentivo ao consumo de agregado reciclado. Os destaques negativos da dimensão referem-se ao controle dos custos do aterro de inertes e a ausência de estruturas tecnológicas. Portanto, o PGRCCMS pode ser uma ferramenta de busca de recursos e incentivo junto ao órgão municipal.

Na dimensão 2: Gravimetria e Logística, para implantação do aterro e atendimento das necessidades municipais, foi realizado um estudo prévio, dimensionando área do aterro, tecnologias necessárias para armazenamento dos resíduos, logística de fiscalização de descartes irregulares e pontos específicos para destinação da população. Os destaques que obtiveram pontuações baixas, foram as fiscalizações sob as gerações, transporte, descarte e identificações ao longo do trajeto do aterro de inertes.

## CONCLUSÃO

O presente trabalho traz a análise da possibilidade de aplicabilidade da economia circular, através da aplicação de um índice de eficiência de resíduos de construção e demolição (RCD). A aplicação do IERCDD permite um diagnóstico do potencial de reintrodução desse resíduo na região de Sorocaba, além das barreiras de ordem econômica, política e legal, permitindo propor diretrizes para auxiliar na melhoria de serviços, processos decisórios e, principalmente, na promoção da economia circular.



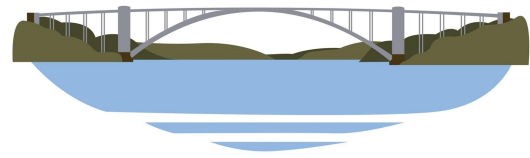
**Tabela 1. Índice de Eficiência do Fator (IEF) e da dimensão para o sistema de gestão de resíduos de construção civil (RCD) de Sorocaba**

| <b>DIMENSÃO 1: Política, Estrutural e Financeira</b> |   |                |
|--|---|----------------|
| <b>FATOR</b>   | <b>FATOR DE ANÁLISE</b>   | <b>IEF (%)</b> |
| 1  | Diretrizes da gestão dos resíduos de construção e demolição (RCD)               | 90             |
| 2  | Plano de gestão de RSU e sua execução   | 100            |
| 3  | Infra estrutura física e operacional  | 66,7           |
| 4  | Recursos humanos  | 52             |
| 5  | Gestão financeira   | 60             |
| 6  | Gestão ambiental  | 100            |
|  | <i>Índice de eficiência da dimensão (IED1 - %)</i>                              | 78,1           |
| <b>DIMENSÃO 2: Gravimetria e Logística</b>           |   |                |
| <b>FATOR</b>   | <b>FATOR DE ANÁLISE</b>   | <b>IEF (%)</b> |
| 1  | Gravimetria   | 100            |
| 2  | Coleta e logística  | 91,1           |
|  | <i>Índice de eficiência da dimensão (IED2- %)</i>                               | 95,5           |
| <b>DIMENSÃO 3: Classificação e Tratamento</b>        |   |                |
| <b>FATOR</b>   | <b>FATOR DE ANÁLISE</b>   | <b>IEF (%)</b> |
| 1  | Instalação de triagem e recuperação de resíduos de construção e demolição (RCD) | 94,2           |
| 2  | Condições de operações das instalações de triagem                               | 90             |
| 3  | Apoio as cooperativas e sucateiros  | 60             |
|  | <i>Índice de eficiência da dimensão (IED3- %)</i>                               | 81,3           |
| <b>DIMENSÃO 4: Disposição Final</b>                  |   |                |
| <b>FATOR</b>   | <b>FATOR DE ANÁLISE</b>   | <b>IEF (%)</b> |
| 1  | Licença ambiental   | 100            |
| 2  | Impactos ambientais   | 100            |
| 3  | Condições de operações do aterro  | 90             |
| 4  | Manutenção de equipamentos  | 100            |
|  | <i>Índice de eficiência da dimensão (IED4- %)</i>                               | 97,5           |

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**, 2017. São Paulo. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2017/>. Acesso em: 12 de abril de 2023.
- CHENG, C., LING, K. et al. **Can Likert scales predict choices? Testing the congruence between using Likert scale and comparative judgment on measuring attribution**. *Methods in Psychology*, v.5, 100081, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.metip.2021.100081>. Acesso em: 12 de abril de 2023.
- CRISTÓVÃO, G.S.F., MEDEIROS, G.A., MANCINI, S.D. & PESSELA, J.D. **Index for the assessment of municipal solid waste management in Angola: a case study in kuito, bié province**. *African Geographical Review*, v.41, n.4, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/19376812.2021.1974902>. Acesso em: 12 de abril de 2023.





4. DING, Z., WANG, Y., ZOU, P. X.W. **An agent based environmental impact assessment of building demolition waste management: conventional versus green management.** Journal of Cleaner Production, v. 133, n. 1, p. 1136-1153, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.054>. Acesso em: 12 de abril de 2023.
5. FERRAZ, J.L., MANCINI, S.D., PAES, M.X., MEDEIROS, G.A.d, BIZZO, W.A. **Proposal and test of an assessment method for municipal solid waste management systems.** The Journal of Solid Waste Technology and Management, v.47, n.3, p.557-568, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5276/JSWTM/2021.557>. Acesso em: 12 de abril de 2023.
6. HUANG, B., WANG, X., KUA, H., GENG, Y., BLEISCHWITZ, R., REN, J. **Construction and demolition waste management in China through the 3R principle.** Resources, conservation & recycling, v.129, p.36-44, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.029>. Acesso em: 12 de abril de 2023.
7. KIRCHHERR, J., REIKE, D., HEKKERT, M. **Conceptualizing the circular economy: an analysis of 114 definitions.** Resources, Conservation and Recycling, v. 127, p. 221–232, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>. Acesso em: 12 de abril de 2023.
8. MARQUES, H.F., RIBEIRO, C.C., OLIVEIRA, D.M., BAMBERG, P., ALMEIDA, M.L.B. **Reaproveitamento de resíduos da construção civil: a prática de uma usina de reciclagem no estado do Paraná.** Brazilian Journal of Development, v.6, p. 46883-46896, 2020. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/9315>. Acesso em: 12 de abril de 2023.
9. MILLAR, N., MCLAUGHLIN, E., B'ORGER, T., 2019. **The circular economy: swings and roundabouts?** Ecological Economics, v. 158, p. 11–19, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.12.012>. Acesso em: 12 de abril de 2023.
10. SAKTHIVELMURUGAN, E., SENTHILKUMAR, G., KARTHICK, K.N. **Analysis of the impact of circular economy over linear economy in the paper processing industry.** Materials today: Proceedings, v.66, 3, p.1446-1452, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.05.449>. Acesso em: 12 de abril de 2023.
11. SOROCABA, Prefeitura Municipal de Sorocaba. **Plano de Gestão de Resíduos da Construção Civil do Município de Sorocaba-SP (PGRCCMS)**, 2022.