

ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE MANOEL RIBAS/PR

Mariana Ogliari Stipp¹, Bruna Pietroski de Lima², Eduarda Gameleira Bernardino³, Natália Ueda Yamaguchi⁴

¹Engenheira civil, Centro de Ciências Exatas, Tecnológicas e Agrárias, Campus Maringá/PR – Universidade Cesumar – UNICESUMAR.

²Acadêmica do Programa de Pós-graduação em Tecnologias Limpas, Campus Maringá/PR, Universidade Cesumar – UNICESUMAR. Programa Voluntário de Iniciação Científica (PVIC/UniCesumar). brunapietroskidelima@gmail.com

³Acadêmica do Programa de Pós-graduação em Tecnologias Limpas, Campus Maringá/PR, Universidade Cesumar – UNICESUMAR. Bolsista PROSUP/CAPEs – UNICESUMAR. eduardagbernardino@gmail.com

⁴Orientadora, Doutora, Docente do Programa de Pós-graduação em Tecnologias Limpas, Campus Maringá/PR, Universidade Cesumar – UNICESUMAR. Pesquisadora Produtividade Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI. natalia.yamaguchi@unicesumar.edu.br

RESUMO

No Brasil, grande parte dos processos construtivos são feitos de forma manual e quase que completamente no canteiro de obras. A falta de qualificação da mão de obra acarreta em erros de execução, perdas e desperdícios de materiais, gerando prejuízos financeiros e também expressivo volume de resíduos da construção civil (RCC). Deste modo, os RCC gerados, acabam causando alguns transtornos dentro do canteiro de obras, como problemas de logística. A reciclagem dos RCC é tratada como alternativa para reduzir os problemas provocados pela sua geração e descarte incorreto, como os impactos ambientais e sociais. Este trabalho buscou apresentar alternativas para a destinação correta dos RCC no município de Manoel Ribas – PR. A forma atual da destinação de RCC no município foi apresentada, sendo realizada incorretamente através de um aterro. Foram apresentadas no referido trabalho como soluções alternativas, o estudo da implantação de um núcleo de armazenamento seletivo de RCC e a utilização dos resíduos como reforço de solos com baixa capacidade de sustentação. Em ambas as opções de reciclagem e reutilização dos RCC, são necessários que sejam realizados estudos mais detalhados para sua implantação. Tanto para reciclagem, quanto para reutilização, tornam-se imprescindíveis a realização de estudos mais detalhados de sua aplicabilidade, possibilitando desta forma legitimar a necessidade de sua implantação.

PALAVRAS-CHAVE: Aterro; Recicladora; Solo reforçado.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o setor da construção civil possui papel importante no processo de crescimento e redução do desemprego em virtude de sua grande capacidade de geração de empregos (SANTOS, 2020). É um dos setores que mais movimentam a economia do país, contribuindo de forma considerável para o produto interno bruto (PIB), sendo responsável por 15 a 50% do consumo dos recursos naturais extraídos, fazendo com que seja o maior consumidor de recursos naturais (MARQUES *et al.*, 2020)

Nas últimas décadas, os resíduos da construção civil (RCC) vêm recebendo atenção crescente por parte de construtores e pesquisadores em todo o mundo. Isto se deve, principalmente, ao fato de que os RCC estão se tornando um dos principais agentes para poluição ambiental (NAGALLI, 2014).

A indústria da construção civil é um dos maiores geradores de resíduos sólidos. As fontes geradoras envolvem desde pequenas reformas, muitas vezes informais, até construções e demolições de grande porte e, independente do volume produzido, o gerador é responsável pelo gerenciamento dos mesmos (ROSADO, 2020).

Em 2015, foram geradas cerca de 45 milhões de toneladas de RCC no país, representando 57% do total de resíduos produzidos (ABRELPE, 2016). Esses resíduos levam a sobrecargas dos sistemas de limpeza pública, visto que podem representar de 50

a 70% em massa do total gerado, são coletados em média, 122 t/dia de RCC (MARQUES *et al.*, 2020).

No Brasil, boa parte dos processos construtivos são realizados de maneira manual, e sua execução se dá praticamente no canteiro de obras, acaba acarretando em um alto nível de perdas no setor, podendo chegar a cerca de 50% de desperdício. Gerando problemas logísticos, prejuízos financeiros e caso não sejam descartados de maneira adequada, podem apresentar impactos significativos ao meio ambiente (MARQUES, *et al.* 2020; NAGALLI, 2014).

Os RCC são conceituados segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos como: “os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis” (BRASIL, 2010).

O setor da construção civil é um dos maiores geradores de resíduos e na maioria dos casos são descartados de forma indevida, gerando assim diversos problemas ambientais. Devido ao aumento populacional o setor vem crescendo consideravelmente, aumentando também o volume de resíduos proveniente de construções. A destinação correta desses resíduos é de fundamental importância para manutenção do meio ambiente saudável (OLIVEIRA, *et al.*, 2020).

A reciclagem e a reutilização dos RCC são tratadas com alternativa para reduzir os problemas provenientes do seu descarte inadequado, pois podem trazer benefícios, como redução de áreas necessárias para aterro, pela minimização de volume de resíduos pela ocorrência da reciclagem (ABREU, 2009).

Ela contribui na redução dos impactos gerados pelos RCC, produzindo materiais que serão utilizados em novas construções, reduzindo o custo das novas obras, além da necessidade de aquisição de matérias primas naturais. A reciclagem é um importante agente, visto que não consiste apenas em uma forma de destinação final do RCC, mas propõe a reinserção na cadeia produtiva da construção civil (PASCHIALIN *et al.*, 2021).

Algumas alternativas de aplicações dos resíduos reciclados da construção civil são apontadas pela ABRECON (2018), como a utilização em argamassa de assentamento de alvenaria de vedação, contrapiso, blocos e tijolos de vedação, pisos intertravados, manilhas de esgoto, concreto não estrutural, base e sub-base de pavimentos, reforço e subleito de pavimentos, regularização de vias não pavimentadas, aterros e acerto topográfico, drenagem, terraplenagem, entre outros (MARQUES *et al.*, 2020).

Na área geossintética, que se refere a materiais poliméricos aplicados na terra, os RCC apresentam uma solução prática, os solos reforçados (ABRAMENTO, 2002). Tal técnica pode ser empregada em projetos de rodovias, portos, canais, mineração, contenções de taludes e urbanização, dentre outros. Esse conceito também pode ser aplicado para a construção de estruturas de contenção e reforço de aterros sobre solos com baixa capacidade de suporte.

Sendo assim, buscou-se apresentar uma alternativa sustentável para a destinação de RCC e entulhos na cidade de Manoel Ribas-PR, expondo seus impactos no município. Foi avaliada a viabilidade de implantação de um núcleo para armazenamento seletivo de RCC, visando a minimização de impactos ambientais provocados pela falta de gerenciamento destes resíduos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi realizado com visitas *in loco*, ao principal ponto de descarte de RCC no município de Manoel Ribas, um terreno particular, o qual possuía um grande desnível, que ao longo dos anos foi sendo aterrado utilizando entulhos. Nessas visitas foram registradas imagens com a identificação dos objetos encontrados. Devido à escassez de dados sobre o tema na cidade, a maior parte deste trabalho foi produzido a partir de

visitas e com levantamento sobre a legislação referente ao tema. Desta maneira, a pesquisa buscou contribuir por meio da discussão a respeito da importância da destinação correta desses resíduos, sugerindo a implantação de uma usina de reciclagem desses resíduos e também a utilização desses em pavimentações e correções de solos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O município de Manoel Ribas, segundo a última pesquisa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, tem uma população de 13.169 habitantes e uma estimativa para 2020 de 13.510 habitantes, e uma área territorial de 571,135 km² (IBGE, 2000). Observou-se que o terreno utilizado para disposição de RCC possuía um grande desnível, que ao longo dos anos foi aterrado. Este também possuía residências próximas a ele, que podem ser afetadas pelo aterro com o passar do tempo, esse fato pode ser visto na Figura 1.



Figura 1: Deposição de resíduos em um terreno do município.

Fonte: Autor

O município de Manoel Ribas não gera uma grande quantidade de entulhos, mas pode ser dividido em dois principais setores: municipal e privado. A maior parte dos entulhos privados gerados nessa cidade são levados para o lote citado, onde são utilizados para aterrar o terreno. Esse terreno vem sendo aterrado com entulhos privados por cerca de 10 anos, sendo que acima do entulho tem-se uma pequena camada terra.

Nas Figuras 1, 2 e 3 é possível visualizar alguns materiais descartados no aterro, sendo notória a não ocorrência da segregação desses materiais. Foram encontrados materiais como volante de carro, torneira, faca, espuma expansiva, câmara de pneu, sacolas plásticas, dentre outros. Notou-se também que os resíduos da construção civil não passam por segregação antes da disposição no local.

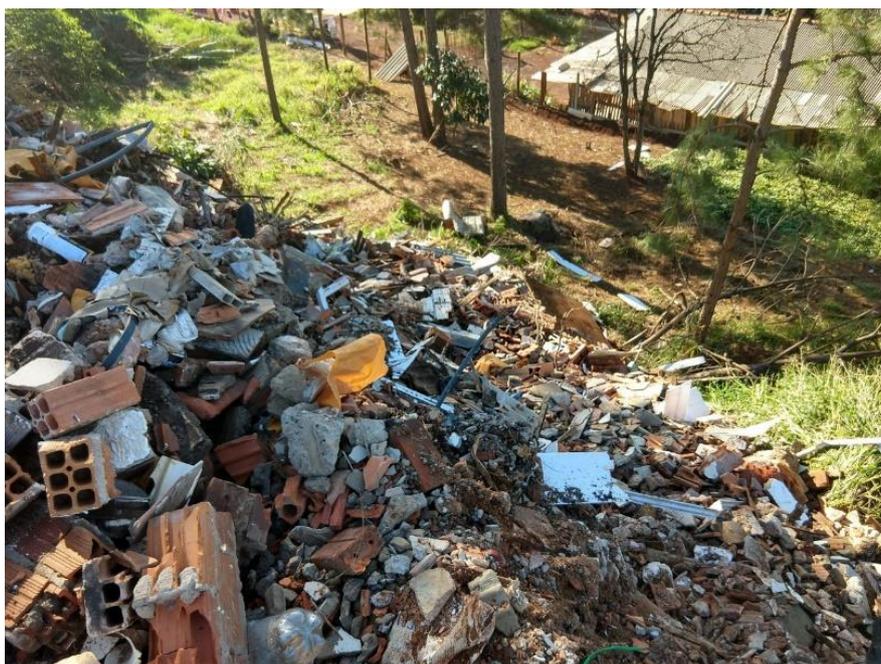


Figura 2: Materiais encontrados no terreno.
Fonte: Autor.



Figura 3: Resíduos de construção civil encontrados no terreno.
Fonte: Autor

De acordo com Dalmás e Bonatto (2019), com a operação inadequada do sistema de gestão destes resíduos, ocorre a disposição em locais irregulares como em margens de rios, banhados, ruas, terrenos baldios, uma vez que grande parte dos municípios brasileiros não contam com áreas licenciadas e aptas a receberem estes materiais. Tal disposição, provoca impactos ambientais e sociais, como a degradação das áreas de manancial e de preservação permanente, além de proporcionar a proliferação de diversas doenças, colocando as populações que vivem próximas a estas áreas em uma expressiva vulnerabilidade (DALMÁS; BONATTO, 2019).

De acordo com estudos, foi possível verificar que os materiais provenientes de resíduos reciclados custam aproximadamente 20% menos quando comparados a matérias primas utilizadas nos processos da construção civil (CRISTO *et al.*, 2014). Sendo assim, todas as ações que tenham como objetivo permitir a reutilização de materiais ou produtos, de modo a estender seu ciclo de vida e diminuir os problemas com a forma de deposição dos resíduos ou de emissão de poluentes, são consideradas atividades de reciclagem. Esta é uma alternativa para minimizar os problemas provocados pelo acúmulo de resíduos da construção civil (DALMÁS; BONATTO, 2019).

Sabendo-se da ausência da implementação de políticas públicas efetivas para minimizar os problemas decorrentes do manejo dos RCC, e já prevendo a necessidade de beneficiamento dos resíduos Classe A, para um futuro beneficiamento do RCC, o estudo realizado sugere uma área de 750 m², localizada nas margens da BR-487, próximo ao acesso da cidade.

Para a implantação de um empreendimento como este, se faz necessário atender a algumas condicionantes para a sua instalação e funcionamento. Segundo Nascimento Junior (2019), tem-se que levar em conta a localização, a superfície do terreno, o zoneamento da área, condição de acesso, a opinião pública, o incômodo a vizinhança e o custo do terreno.

A princípio não haverá custo com a aquisição do terreno, pois o mesmo é uma área de terras pertencente à Prefeitura Municipal e já terraplanada. Em relação aos outros requisitos, o terreno conta com uma localização que atende ao recomendado por Nascimento Junior (2019), onde o local deve ser implantado preferencialmente entre os itinerários de coleta e o local de disposição final.

O solo do terreno é bastante estável, se encontra dentro de uma área de expansão industrial e o acesso é facilitado, pois está nas margens da BR-487 e a aproximadamente 4km da entrada da cidade, e como não tem residências próximas, não haverá incômodo a população. Sem contar que, o terreno se encontra distante de mananciais e não há a existência de vegetação a ser devastada, assim não haverá a ocorrência de grandes impactos ambientais.

Além destes fatores elencados, o local atende ao determinado pela norma NBR 15112 (2004), que trata das diretrizes para projeto, implantação e operação das áreas de transbordo e triagem. Esta norma é um dos principais parâmetros para o local da intervenção.

Com a implantação deste núcleo de armazenamento seletivo de RCC, será possível minimizar as ocorrências de descartes irregulares no município. Esta proposta de implantação e funcionamento deste empreendimento é caracterizada conforme a norma técnica ABNT NBR 15112/2004. No núcleo de armazenamento de RCC, o material será triado e armazenado temporariamente, os materiais segregados, para uma eventual transformação e posterior remoção para destinação adequada, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente (ABNT, 2004).

Com a instalação deste núcleo de armazenamento seletivo, será possível a implementação do primeiro passo para um manejo de RCC ambientalmente adequado,

com vistas na sustentabilidade. Através da utilização deste resíduo em forma de agregado, é possível substituir os agregados naturais que são utilizados nas obras de pavimentações, recuperação de calçadas e praças. De acordo com Nascimento Junior (2019), existem grandes vantagens para o manejo sustentável dos RCC, como a preservação dos recursos naturais, redução do impacto ambiental (evitando descartes irregulares) e a necessidade de criação de novos aterros, devido a um menor volume de RCC a ser descartado.

Conforme Abdou e Bernucci (2007), são vários os tipos de matéria gerada a partir da reciclagem de RCD, para os resíduos de Classe A:

- Bica corrida – granulometria variável, utilizada para sub-base de pavimentações, recuperação de vias rurais e serviços de tapa-buracos;
- Areia grossa – granulometria até 2,4 mm, opção para pequenos serviços, argamassa de assentamento e outros;
- Pedrisco – granulometria até 9,5 mm, recomendado para uso na fabricação de artefatos de cimento, bloco de vedação, piso intertravado, entre outros;
- Pedra nº 1 – granulometria até 19 mm, usada em diversas aplicações. Ex.: fabricação de concreto não estrutural e drenagens.
- Pedregulho ou rachão – granulometria acima de 25 mm, usado em diversas aplicações. Ex.: contenção de erosões e voçorocas, drenagens, etc. Após o processo de reciclagem dos resíduos e produção dos agregados apresentados, o material obtido está pronto para a venda.

Segundo Cristo *et al.* (2014), “a matéria-prima obtida pode ser novamente utilizada na indústria da construção civil no formato de: base e sub-base de rodovias; peças pré-moldadas não estruturadas; briquetes para calçadas; blocos muros e alvenaria de casas populares; agregados miúdos para revestimento; agregados para a construção de meios-fios; bocas-de-lobo e sarjetas; entre outros”.

Os geossintéticos constituem um dos mais novos grupos de materiais de construção, empregados em obras de vários portes, especialmente na construção pesada. O termo deriva da junção de “geo”, referindo-se a terra, e “sintético”, referindo-se aos materiais poliméricos empregados na sua fabricação, de acordo com Abramento (2002).

Chama-se de solo reforçado o material composto por uma matriz de solo, resistente à compressão, e elementos lineares ou superficiais, abertos ou fechados, incorporados na matriz, que trabalham predominantemente à tração. O compósito criado pela união destes dois materiais apresenta um comportamento mecânico melhor do que o solo não reforçado (BECKER, 2006).

Uma sugestão para a aplicação de RCC no município de Manoel Ribas é como geossintético de reforço para solos. Segundo Becker (2006), o conceito de solo reforçado através de geossintéticos pode ser empregue em construções de estruturas de contenção, reforço de aterros sobre solos com baixa capacidade de suporte ou reforço de camadas de pavimentos.

Segundo Dalmás e Bonatto (2019), quando áreas que eram constituídas por solos com baixa capacidade mecânica de sustentar uma edificação, elas passavam a ser substituídas por outras, desta forma, alterando a localização por locais com solos mais resistentes, ou ainda recorrendo a modificações nos projetos.

Ainda de acordo com Dalmás e Bonatto (2019), tais mudanças nos projetos enfrentam uma série de questões conflitantes, já que essas alterações significativas no projeto podem ser custosas financeiramente ou inviáveis mercadologicamente.

Sendo assim, uma solução para isso é promover a construção de reforço de solo, para otimizar suas propriedades físicas com o intuito de proporcionar uma maior capacidade de resistência. Quando são utilizados os RCC para reforçar solos, promove-se uma nova função para estes resíduos (DALMÁS; BONATTO, 2019).

Ao reforçar um solo, deixando-o mais resistente à tração, obtém-se um aumento na resistência ao cisalhamento. Esta ideia de reforço é uma técnica que cada vez mais vem sendo utilizada, porém, segundo Becker (2006), a utilização de elementos com elevada resistência à tração para reforçar solos remonta ao período de civilizações antigas. Na Mesopotâmia, para a construção dos templos (zigurates), assim como na famosa muralha da China, foram utilizadas técnicas de reforço de solos. Sendo que a ação dos reforços é a de limitar a deformabilidade do solo, o que pode se dar de duas formas: deformação volumétrica ou extensão nas direções da armação (BECKER, 2006).

4 CONCLUSÃO

Com esse estudo foi possível verificar como a falta de gestão e fiscalização geram impactos, em longo prazo, nas cidades pequenas. Isso acontece devido ao fato de alguns municípios não terem uma fiscalização correta com relação a esse tema. A indústria da construção civil é um dos ramos que mais causa poluição ao meio ambiente, um fator que contribui para isso é a destinação incorreta dos RCC, que além de gerarem impactos sociais, também causam impactos ambientais. Um dos problemas encontrados no município de Manoel Ribas com relação aos RCC foi a destinação incorreta desses resíduos, que é feita através de um aterro privado. Foram propostas opções adequadas para se destinar os RCC, por meio de um núcleo de armazenamento e para uso em solo reforçado. É necessário ainda um estudo mais detalhado para analisar a viabilidade, tanto da instalação do núcleo de armazenamento, quanto da utilização dos resíduos para reforço de solos.

REFERÊNCIAS

- ABDOU, M. R.; BERNUCCI, L. L. B. **Pavimento ecológico**: uma opção para a pavimentação de vias das grandes cidades. Sinal de trânsito. São Paulo, 2007.
- ABRAMENTO, M. **Solos Reforçados com Geossintéticos**. ABMS, 2002.
- ABREU, B. S. **Resíduos Sólidos Urbanos e seus Aspectos Sociais, Econômicos e Ambientais**: estudo de caso. 2009. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande/PB, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15112**: Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos – Áreas de Transbordo e Triagem. Rio de Janeiro - RJ: ABNT, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15114**: Resíduos Sólidos da Construção Civil - Áreas de Reciclagem. Rio de Janeiro - RJ: ABNT, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13749**: Revestimento de Paredes e Tetos de Argamassas Inorgânicas – Especificação. Rio de Janeiro – RJ: ABNT, 2013.

BECKER, L. B. **Comportamento de geogrelhas em muro de solo reforçado e em ensaios de arrancamento**. 2006. 322 f. Tese (Doutorado) - Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 2006.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA. **Resolução nº 307**, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios, procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília-DF.

BRASIL. **Lei Federal 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e das outras providências. Brasília – DF, 2010.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 307**, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Presidente: Jose Carlos Carvalho. Brasília, 2002.

CRISTO, A. F. I. *et al.* Parâmetros operacionais para implantação de uma recicladora de resíduos da construção civil. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS*, 21., Natal. **Anais [...]**. Natal, nov. 2014.

DALMÁS, A. T.; BONATTO, J. Avaliação do desempenho mecânico de um solo típico de Caxias do Sul/RS reforçado com resíduos da construção civil. *In: SEMINÁRIO DE ENGENHARIA GEOTÉCNICA DO RIO GRANDE DO SUL*, 2019. **Anais [...]**. Santa Maria, RS.

IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração. **Informações e análises da economia mineral brasileira**: Agregados. 7. ed. 2020. Disponível em: <http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00002784.pdf>. Acesso em: 14 out. 2020.

IBGE - Instituto Brasileiro de Estatísticas e Econômicas. **Anuários Estatísticos do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE 2000.

LACERDA, B. R. M; VALVERDE, F. M. Consumo de Agregados: demanda setorial permaneceu aquecida em 2012. **Revista Brita e Areia – Anepac**, v. 59, 2013.

MARQUES, H. F.; *et al.* Reaproveitamento de resíduos da construção civil: a prática de uma usina de reciclagem no estado do Paraná. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 4, p. 21912-21930, 2020. DOI:10.34117/bjdv6n4-383

NAGALLI, A. **Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil**. São Paulo/SP: Oficina de Textos, 2014. 178 p.

NASCIMENTO JUNIOR, R. S. **Estudo de caso**: implantação de um Núcleo para Armazenamento Seletivo de Resíduos da Construção e Demolição (RCD) no município de Maragogipe/BA. 2019. 48 f. Monografia (Especialização) - Faculdade Maria Milza, Governador Mangabeira/BA, 2019.

OLIVEIRA, L. J. C.; *et al.* Gestão de resíduos: uma análise sobre os impactos da geração de rejeitos na construção civil. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 5, p. 24447-24462, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n5-047

PASCHOALIN FILHO, J. A.; FRASSON, S. A.; CAMELO, D. G.; CONTI, D. DE M.; CORTESE, T. T. P. Usinas de reciclagem de entulho e os entraves existentes no setor da construção civil: uma pesquisa exploratória **Exacta**, v. 19, n. 1, p. 52-72, jan./mar. 2021. Doi: <https://doi.org/10.5585/exactaep.v19n1.10318>.

ROSADO, L. P.; PENTEADO, C. S. G. Gestão municipal dos resíduos da construção civil: influência da taxa de disposição em aterros, **Ambiente e Sociedade**, São Paulo, v. 23, 2020. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc20200032r1vu2020L6AO>

SINDUSCON-SP - Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo. **Gestão ambiental de resíduos da construção civil**: a experiência do Sinduscon-SP. Tarcísio de Paula Pinto (Coord.). São Paulo: obra limpa; I&T, 2005.

SANTOS, D. V.; CABRAL, A. E. B. Análise técnica da reciclagem de resíduos de construção em canteiro de obras. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 20, n. 3, p. 363-383, jul./set. 2020. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212020000300434>