

Sistema de Informações Geográficas (SIG) como ferramenta no gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil.

Raphael Lúcio Reis dos Santos¹

Conrado de Souza Rodrigues²

Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Líquidos

Resumo

O gerenciamento de resíduos sólidos tornou-se mais complexo em função do rápido desenvolvimento socioeconômico e do aumento do volume de resíduos. Neste contexto, destacam-se os resíduos gerados pela construção civil, uma vez que, representam grande parcela dos resíduos sólidos gerados no meio urbano. A deposição dos resíduos da construção civil em áreas irregulares traz uma série de impactos ambientais. Portanto, gerenciar estes resíduos e depositá-los adequadamente assegurando o cumprimento de fatores ambientais, sociais e econômicos é uma tarefa desafiadora para muitos países em desenvolvimento. A utilização de Sistema de Informações Geográficas (SIG) como ferramenta no gerenciamento dos resíduos sólidos da construção civil tem auxiliado os tomadores de decisão para reduzir os impactos ambientais provocados por estes resíduos. Este trabalho tem como objetivo apresentar as vantagens da utilização do SIG como ferramenta no gerenciamento dos resíduos da construção civil. Para atingir o objetivo proposto foi realizada pesquisa bibliográfica em diferentes bases de dados por trabalhos que utilizaram SIG com aplicação no gerenciamento de resíduos da construção. Conclui-se que a utilização de Sistema de Informação Geográfica (SIG) é uma importante ferramenta no gerenciamento dos resíduos da construção civil, principalmente na indicação de áreas para correta deposição desses resíduos. Por fim, sugere-se a integração do SIG com outras ferramentas, como análise multicritério, para otimizar ainda mais o gerenciamento dos resíduos sólidos da construção civil e reduzir os impactos provocados pelos mesmos ao meio ambiente.

Palavras-chave: Construção sustentável; Gerenciamento de resíduos sólidos; Resíduos da construção civil; Resíduos sólidos; Sistema de Informações Geográficas.

INTRODUÇÃO

O processo de urbanização intenso com conseqüente adensamento dos centros urbanos iniciou-se no Brasil a partir da década de 1950, provocando em muitas cidades, sobretudo naquelas em que houve crescimento desordenado e rápido, graves problemas

¹Discente do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. CEFET-MG, raphaelreisantos@hotmail.com.

²Prof. Dr. do CEFET-MG, Departamento de Engenharia Civil, crodrigues@civil.cefetmg.br.

ambientais, sociais e sanitários. Segundo Santos (2008), esses problemas são ocasionados, na maioria dos casos, pelo gerenciamento inadequado dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), entre eles os resíduos oriundos da construção civil.

De acordo com Schamne (2016), apesar da significativa representatividade da construção civil na economia, o gerenciamento dos resíduos sólidos gerados pelo setor ainda é um grande desafio. Os resíduos sólidos da construção civil são gerados nas atividades relacionadas à construção, comércio e indústria de materiais da construção civil. Estes resíduos quando destinados irregularmente, além de causarem impactos ambientais, afetam a saúde, segurança e o bem-estar da população, interferindo nas atividades sociais e econômicas e também na qualidade dos recursos ambientais.

Assim, o encaminhamento de resíduos sólidos para locais inadequados configura-se um dos piores impactos ao meio ambiente, pois a decomposição dos materiais gera substâncias altamente tóxicas que contaminam diretamente o solo, as águas, o ar, a fauna, a flora e a população humana. Trata-se de uma prática ilegal, cujos efeitos danosos não são controláveis e que, com o passar dos anos, apresenta custos cada vez mais elevados para adoção de medidas de controle e remediação (ABRELPE, 2015).

Daher e Fabr (2012) alegam que, os resíduos provenientes de processos de construção, reformas ou demolições (constituídos por concreto, tijolo, solo, rocha e outros materiais), quando depositados em locais inadequados, podem acarretar graves problemas ambientais. Portanto, a implantação do gerenciamento eficiente e sustentável dos resíduos da construção civil promove a correta captação, coleta e reciclagem dos resíduos; contribuindo para a redução da deposição em locais inadequados (RODRIGUES, 2011).

Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são utilizados por diversas áreas do conhecimento como ferramentas para analisar, interpretar e representar o mundo geográfico (SENER *et al.*, 2010; RIKALOVIC *et al.*, 2014). Segundo Neto (2009), a estrutura básica dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) é formada por um banco de dados com base cartográfica que permite fazer consultas e mapas temáticos através de análises espaciais. Os SIG apresentam um conjunto de ferramentas aplicadas no gerenciamento e análise de informações de qualquer natureza, dependentes da localização, seja espacial ou geográfica (ROCHA, 2016).

Dessa forma, segundo Pinheiro *et al.* (2009), os SIG são utilizados como ferramentas de análise espacial, na modelagem e simulação de cenários, para subsidiar a elaboração de políticas públicas. Esta tecnologia permite integrar informações de dados cartográficos de diferentes naturezas (como demográficos, viários, econômicos, hidrológicos, variáveis ambientais, entre outras) em um banco de dados unificado, o que reflete a multiplicidade de usos e a interdisciplinaridade permitida.

Nesse sentido este trabalho tem como objeto apresentar as principais vantagens da utilização do Sistema de Informação Geográfica (SIG) como ferramenta no gerenciamento dos resíduos da construção civil por meio de pesquisa bibliográfica. A partir dos resultados obtidos, espera-se que essa ferramenta seja utilizada com maior frequência por parte dos tomadores de decisão e que auxilie para um gerenciamento mais sustentável dos resíduos sólidos da construção civil.

METODOLOGIA

De acordo com Tasca *et al.* (2012), a inexistência de um padrão estabelecido que permita a adoção de um procedimento único, no que diz respeito à metodologia de pesquisa, faz a escolha do enquadramento metodológico variar conforme os objetivos da pesquisa.

Logo, as definições acerca desse tema possuem como ponto de partida a seleção da estrutura metodológica mais adequada à natureza da pesquisa (TASCA *et al.*, 2012). Neste sentido, para o desenvolvimento do presente trabalho, definiu-se a estrutura metodológica proposta por Ensslin e Ensslin (2008 apud AZEVEDO, 2013):

- i. Objetivo da pesquisa: Exploratória.
- ii. Natureza da pesquisa: Conceitual.
- iii. Lógica da pesquisa: Indutiva e Dedutiva.
- iv. Processo da pesquisa: Qualitativa.
- v. Resultado da pesquisa: Básica.
- vi. Procedimentos técnicos: Pesquisa bibliográfica.
- vii. Instrumentos: Livros, artigos, relatórios e planos de gestão.

Foi realizada pesquisa bibliográfica em diferentes bases de dados (Catálogo de teses e dissertações da Capes, Google scholar, Scielo e Scopus). Foi realizada a busca por combinações de palavras chaves que permitiram selecionar os trabalhos que apresentavam aplicações de Sistema de Informação Geográfica (SIG) como ferramenta para o gerenciamento de resíduos da construção civil.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na pesquisa bibliográfica realizada foi possível verificar trabalhos que apresentaram aplicações de Sistema de Informação Geográfica (SIG) como ferramenta para o gerenciamento de resíduos da construção civil. A Tabela 1 indica os principais trabalhos selecionados.

Tabela 1: Aplicação de SIG como ferramenta no gerenciamento de resíduos da construção

Autores	Título
Biju (2015)	Utilização do sistema de informação geográfica (SIG) na indicação de possíveis áreas aptas à disposição de resíduos de construção e de demolição.
Wu <i>et al.</i> (2015)	An innovative approach to managing demolition waste via GIS (geographic information system): a case study in Shenzhen city, China.
Bohnenberger <i>et al.</i> (2018)	Identificação de áreas para implantação de usina de reciclagem de resíduos da construção e demolição com uso de análise multicritério.
Paz <i>et al.</i> (2018)	GIS-based planning system for managing the flow of construction and demolition waste in Brazil.
Seror e Portnov (2018)	Identifying areas under potential risk of illegal construction and demolition waste dumping using GIS tools.

Biju (2015) utilizou SIG para indicação de áreas de deposição (aterro) de resíduos da construção civil. A autora concluiu que o SIG é uma ferramenta essencial e de grande importância no gerenciamento dos resíduos da construção, possibilitando redução do tempo, custos e auxiliando na tomada de decisões.

Além da aplicação para definição de áreas de deposição adequadas, Wu *et al.* (2015) utilizaram SIG para quantificação dos fluxos de resíduos gerados na demolição de edifícios

utilizando parâmetros espaciais e temporais.

Utilização de SIG integrado com análise de decisão multicritério foi objeto de estudo por Bohnenberger *et al.* (2018) para indicação de usinas de reciclagem de resíduos da construção civil. De acordo com os autores, o uso de técnicas de SIG para a seleção de áreas auxiliam a tomada de decisão com uma abordagem flexível na avaliação de diferentes critérios, permitindo a realização de avaliações precisas em grandes extensões territoriais e com ganhos de tempo e qualidade nos resultados.

Em seu artigo, Paz *et al.* (2018) abordam que embora a utilização de SIG no gerenciamento de resíduos sólidos seja mais focada nos países em desenvolvimento, também há a possibilidade de aplicação em países desenvolvidos com o objetivo de identificar os fatores críticos que impedem a minimização, reutilização e reciclagem desses resíduos.

Por fim, Seror e Portnov (2018) utilizaram SIG para mapeamento de possíveis áreas de deposição irregular de resíduos da construção civil em Israel. A utilização de SIG pode auxiliar as agências de proteção ambiental a se concentrarem em locais de "alto risco" selecionados usando pesquisas de campo mais frequentes e ferramentas tecnológicas avançadas (SEROR e PORTNOV, 2018).

CONCLUSÕES

Embora os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) sejam utilizados por diversas áreas do conhecimento, verificou-se que a sua aplicação como ferramenta no gerenciamento de resíduos da construção civil ainda é iniciante. Com base em pesquisa bibliográfica foram obtidos cinco artigos que indicaram o uso do SIG no gerenciamento desses resíduos. Os autores desses artigos indicaram que o SIG é uma ferramenta importante no gerenciamento de resíduos sólidos porque permitem a realização de análises de forma eficiente e precisas em grandes extensões territoriais, otimizando tempo, custo e auxiliando os tomadores de decisão. Outro aspecto recomendado pelos autores é a utilização do SIG integrado à outras ferramentas, como por exemplo análise multicritério, possibilitando uma análise conjunta dos critérios utilizados no gerenciamento dos resíduos.

REFERÊNCIAS

- ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama de resíduos sólidos no Brasil**. 2015.
- AZEVEDO, R. C. **Um modelo para gestão de risco na incorporação de imóveis usando a metodologia multicritério para apoio a decisão construtivista (MCDA-C)**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.
- BIJU, B. P. **Utilização do sistema de informação geográfica (SIG) na indicação de possíveis áreas aptas à disposição de resíduos de construção e de demolição**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015.
- BOHNENBERGER, J. C. *et al.* Identificação de áreas para implantação de usina de reciclagem de resíduos da construção e demolição com uso de análise multicritério. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 299-311, jan./mar. 2018.
- DAHER, A. M.; FABR, E. S. Gestão de rejeitos de madeira na construção civil: Impactos no Empreendimento Way Pampulha. **Pós em revista do Centro Universitário Newton Paiva**, Belo Horizonte, Edição 6, p. 151-156, 2012.
- ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R. Notas de aula. Disciplina de Avaliação de Desempenho do Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção. UFSC, 2008.
- NETO, R. **Banco de dados georreferenciado para aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos (AS-RSU) no estado da Bahia**. 2009.
- PAZ, D. H. F. *et al.* GIS-based planning system for managing the flow of construction and demolition waste in Brazil. **Waste Management & Research**, v. 36, n. 6, p. 541-549, 2018.
- PINHEIRO *et al.* Geoprocessamento aplicado à gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio Macaé-RJ. **Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. 14. INPE. Natal - RN: 4247- 4254 p. 2009.
- RIKALOVIC, A. *et al.* GIS based multi-criteria analysis for industrial site selection. **Procedia Engineering**, v. 69, p. 1054-1063, 2014.
- ROCHA, J. S. **Mapeamento por SIG e Random Forest do impacto dos resíduos da suinocultura na qualidade das águas da Bacia do Rio Piranga-MG**. 2016.
- RODRIGUES, T. **Aspectos qualitativos e quantitativos dos resíduos de construção e demolição (RCD) na cidade de campina grande**. 2011.
- SANTOS, A. N. **Diagnóstico da situação dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD) no município de Petrolina (PE)**. 2008. 111 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Pernambuco. Recife, 2008.
- SCHAMNE, A. N. **Avaliação do potencial de aplicação dos preceitos da logística reversa de resíduos sólidos ao setor da construção civil em Curitiba, Paraná**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2016.
- SENER, S. *et al.* Combining AHP with GIS for landfill site selection: a case study in the Lake Beyşehir catchment area (Konya, Turkey). **Waste management**, v. 30, n. 11, p. 2037-2046, 2010.
- SEROR, N.; PORTNOV, B. A. Identifying areas under potential risk of illegal construction and demolition waste dumping using GIS tools. **Waste Management**, v. 75, p. 22-29, 2018.
- TASCA, J. *et al.* A avaliação de programas de capacitação: um estudo de caso na administração pública. **Revista de Administração Pública**, v. 46, n. 3, 2012.
- WU, H. *et al.* An innovative approach to managing demolition waste via GIS (geographic information system): a case study in Shenzhen city, China. **Journal of cleaner production**, v. 112, p. 494-503, 2015.