

IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA FUZZY AHP PARA A LOCALIZAÇÃO DE ATERROS SANITÁRIOS NO CONTEXTO DA GESTÃO DE DESASTRES.

Luís Fernando Mota Calazans (PIBIC/CNPq/FA/UEM), ra94754@uem.br
Márcia Marcondes Altimari Samed (Orientadora), mmasamed@uem.br

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia / Maringá, PR.

Área: Engenharias - Subárea: Engenharia de Produção

Palavras-chave: Fuzzy AHP, gestão de desastres, problema de localização.

Resumo

Desastre é um evento de causa natural e/ou tecnológica que afeta a normalidade do funcionamento social e, por extensão, provoca danos e prejuízos à sociedade, afetando a economia, ecossistemas, estrutura básica e desenvolvimento humano. Aterro sanitário é definido como a técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza os princípios de engenharia para confinar e cobrir os resíduos sólidos. Por problema de localização de instalações entende-se como a escolha de uma posição geográfica para sua operação de forma que seja maximizada uma medida de utilidade, satisfazendo diversas restrições. Assim utiliza-se do método de apoio de tomada de decisão *Fuzzy Analytic Hierarch Process (FAHP)*, com a intenção de reduzir a subjetividade do avaliador humano e, no contexto da gestão de desastres, definir uma melhor localização para um aterro sanitário no município de Maringá.

Introdução

A análise da localização de instalações é aplicada a vários problemas, por exemplo, a localização de aeroportos, escolas, armazéns, centrais de tratamento de resíduos, fábricas, postos de correios, hospitais, livrarias, entre outros. O problema da escolha da localização de instalações, entre variados locais, é um problema de logística de enorme importância.

Conforme pode ser observado nos trabalhos de ReVelle *et al.* (2008) e Farahani *et al.* (2010), na literatura, problemas de localização e/ou cobertura têm sido abordados com frequência. Contudo, a maior parte dos trabalhos trata da localização de instalações tais como plantas industriais, pontos comerciais, escolas, hospitais, serviços de emergência, etc. De acordo com a pesquisa realizada, poucos artigos abordam o problema de localização de instalações indesejáveis. A instalação indesejável considerada neste estudo foi um aterro sanitário.

A localização de um aterro sanitário encontra problemáticas em seu processo, já que leis municipais, federais e ambientais devem ser severamente seguidas. Um obstáculo também encontrado é a escassez de projetos já realizados na área, limitando a pesquisa e dando ênfase a sua importância.

Foi assim que se propôs o desenvolvimento de um novo modelo para definir a localização da instalação de um aterro sanitário considerando a gestão de riscos de desastres, esses causados pela má disposição de aterros sanitários, no contexto do planejamento do desenvolvimento urbano. O modelo foi implementado de acordo com o método *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* (FAHP).

Materiais e métodos

Para ter um maior conhecimento sobre os assuntos Aterro Sanitário e Gestão de Desastre, além da revisão de literatura, uma revisão bibliométrica foi realizada, considerando dois importantes periódicos nacionais, o Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP) e o Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP). O período de abrangência da pesquisa está compreendido entre os anos de 2012 e 2017, permitindo uma análise geral do cenário nacional com relação as palavras-chave estudadas, além de possibilitar o levantamento dos critérios e subcritérios de interesse ao estudo.

Com o auxílio de quatro especialistas, os critérios foram comparados e avaliados. A mesma forma de avaliação foi utilizada para encontrar os pesos dos critérios, subcritérios e áreas candidatas. Planilhas foram construídas comparando os elementos par a par. Essa comparação foi modelada através do método Fuzzy AHP (FAHP) que, a partir dos dados fornecidos pelos especialistas, transforma os números reais em números fuzzy, utilizados para realizar a ponderação dos itens comparados e classificá-los em grau de importância.

Resultados e Discussão

Os resultados encontrados foram obtidos a partir da análise de cinco áreas selecionadas do município de Maringá, essas áreas apresentaram-se potencialmente capazes para receber a instalação do aterro sanitário e estão evidenciadas na Figura 1.

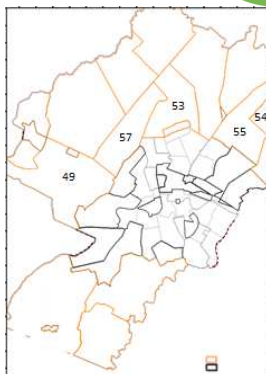


Figura 1 – Mapa do município de Maringá dividido em 61 zonas fiscais.

Os especialistas julgaram e atribuíram notas de preferência de uma área em relação a outra, cada uma foi avaliada conforme cinco critérios, sendo eles, população, área, hidrogeologia, logística e recursos, os quais foram previamente julgados de acordo com seus respectivos subcritérios e tiveram seus pesos definidos pela avaliação de especialistas.

Pelo método FAHP, desenvolvido em planilha eletrônica, foram realizados os processos de agregação e desfuzzificação, obtendo os pesos normalizados e a classificação dessas áreas em preferência para receber a instalação do aterro sanitário. Essa classificação está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação das áreas candidatas.

Rank	Área Candidata	Peso Normalizado	Peso Normalizado Acumulado
1	Zona 49	0,2365	0,2365
2	Zona 57	0,2201	0,4566
3	Zona 53	0,1871	0,6437
4	Zona 55	0,1808	0,8245
5	Zona 54	0,1755	1,0000

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 1, a localização preferencial para a instalação do aterro sanitário é a Zona 49, esse destaque se dá por essa área ter recebido maior avaliação em todos os critérios analisados, destaque esse devido ao seu território vasto e por estar totalmente fora do sistema de abastecimento de água. Entretanto, deve-se considerar que a Zona 57 recebeu um considerável peso de avaliação, sendo assim, para uma futura instalação, o território dessa zona deve ser fortemente considerado.

Conclusões

Apesar da grande abrangência de aplicações para os problemas de localização de instalações verificadas na literatura, a minoria ainda se propõe a estudar os problemas de localização de instalações indesejáveis.

Por outro lado, a expansão das cidades, o consumo desenfreado, o alto volume de resíduos gerados são vestígios da necessidade de planejar a instalação de aterros sanitários. Neste contexto, constata-se que este estudo é original e devidamente adequado à problemática atual das cidades que precisam dar um destino aos resíduos sólidos que não podem ser reaproveitados, buscando-se minimizar os riscos de desastres.

Com relação à metodologia utilizada para resolver o problema, é possível afirmar que o FAHP apresenta resultados coerentes, quando consideradas as relações entre critérios, subcritérios e localizações candidatas. A forma como o modelo foi concebido contribui para o processo de tomada de decisão de localização de quaisquer aterros sanitários, podendo-se inserir ou retirar critérios, subcritérios e localidades candidatas. Assim, o modelo pode ser facilmente adaptado para representar diferentes cenários. A dificuldade que pode ser apontada consistiu no processo de avaliação das localizações candidatas, visto que alguns especialistas não tinham conhecimento das mesmas.

As contribuições desse artigo podem ser verificadas do ponto de vista ambiental, da responsabilidade social e da gestão de desastres.

Agradecimentos

Ao CNPq e à Fundação Araucária.

Referências

FARAHANI, R. Z., STEADIESEIFI, M., e ASGARI, N. **Multiple Criteria Facility Location Problems: A Survey. Applied Mathematical Modelling**, p. 1689-170, 2010.

LINO, I. C. **Seleção de áreas para implantação de aterros sanitários: análise comparativa de métodos**. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciência Exatas, 2007.

MEIXNER, O. **Fuzzy AHP group decision analysis and its application for the evaluation of energy sources**. Institute of Marketing and Innovation. University of Natural Resources and Applied Life Sciences, 2014.

REVELLE, C. S., EISELT, H. A. e DASKIN, M.S. **A Bibliography for some Fundamental Problem Categories in Discrete Location Science**. European Journal of Operational Research, 184, p. 817-848, 2008.

TRAJBER, R., OLIVATO, D., MARCHEZINE, V. **Conceitos e Termos para a Gestão de Riscos de Desastres na Educação**. Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais, 2015.