

Mapeamento dinâmico de riscos ocupacionais e ambientais na indústria extrativa a céu aberto

Dynamic mapping of environmental and occupational risks in open pit mining

[Jacqueline Castelo Branco](#) and [J. Santos Baptista](#)

FEUP

1. INTRODUÇÃO

A rápida evolução tecnológica que a indústria extrativa tem vivenciado dá origem a grandes mudanças nos locais de trabalho, nos seus processos e organização, aumentando a probabilidade de ocorrência de acidentes com impacto significativo sobre pessoas e meio ambiente (USGS, 2009).

A importância da indústria extrativa é significativa. Os maiores produtores mundiais são a China, EUA, Brasil e Índia, os quais chegam, individualmente, a produzir milhões de toneladas de minérios por ano, representando, no conjunto, cerca de 70% da produção mundial.

A indústria extrativa é reconhecida como um setor de elevado risco, o qual decorre das características do processo produtivo. Existem diversos instrumentos de avaliação de riscos de saúde e segurança ocupacionais que permitem auxiliar as organizações. Neste âmbito, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) têm sido largamente utilizados em várias áreas da indústria extrativa, desde questões ambientais à gestão de frotas, abordando também problemáticas relacionadas com a segurança.

Assim, o presente artigo visa apresentar uma pesquisa bibliográfica integrada e sistemática, sobre a utilização dos SIG no mapeamento dinâmico dos riscos ocupacionais e ambientais na indústria extrativa, no sentido de esclarecer qual a abrangência da sua aplicação.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foi efetuada uma pesquisa bibliográfica integrada no motor de busca *metalib* da *exlibris*. Foram também consultadas algumas bases de dados *open source, on line*. Para a realização dessa pesquisa foram utilizadas diversas combinações de termos, mantendo a sigla *GIS: open pit mine, risk assesement in mines e risk assesement maps in mines*. Foram analisados todos os recursos presentes nas “revistas científicas”, “bases de dados” e “teses e dissertações” não escolhendo para isso, uma categoria pré definida.

Na totalidade da pesquisa foram obtidos inicialmente 524 artigos. Destes foram excluídos 459, após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão (não estarem relacionados com o tema, estarem repetidos, não estarem acessíveis em texto integral, não serem metodologicamente compatíveis com o presente trabalho, entre outros). Dos 65 artigos selecionados para análise pormenorizada, foram considerados no presente trabalho 17, sendo, os restantes, objeto análise mais aprofundada a publicar na versão em artigo completo na sequência deste resumo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um Sistema de Informação Geográfica (SIG) é constituído por um conjunto de módulos computacionais com intuito de adquirir, manipular, armazenar e transformar dados de uma determinada informação espacialmente distribuída que se pretende georreferenciar e visualizar (Thill, 2000; Rodrigues *et al.*, 2001; Clarke, 2010). Os SIG podem ser utilizados com o simples objetivo da análise de topográfica através de dados retirados por fotografia aérea (Mitasova *et al.*, 2005; Liu *et al.*, 2007; Gu *et al.*, 2009; Calking *et al.*, 2011) ou para utilizações mais complexas. Na indústria extrativa destacam-se, a título de exemplo, as questões relacionadas com a estabilidade de taludes e poços de extração, mapeamento de ações de recuperação paisagista, questões relacionadas com problemas hidrogeológicos bem como questões de planeamento e gestão de frotas de carga e transporte (Boni *et al.*, 2000; Aslibekian *et al.*, 2004; Cidu *et al.*, 2009; Dong *et al.*, 2010).

De forma a dar resposta a estas problemáticas, vários autores desenvolveram modelos matemáticos ou programas de gestão de dados com base em SIG para assim resolver questões como estabilização de taludes e poços de extração, monitorização em tempo real, desde a produção à expedição do material extraído, passando por questões relacionadas com a gestão da segurança e assim minorar, por exemplo, os tempos de chegada das equipas de socorro (McGaughey *et al.*, 2007; Mecatti *et al.*, 2010; Flouvat *et al.*, 2010).

Até à data, poucos estudos publicados abordam a questão do mapeamento de risco especificamente aplicado à indústria extrativa que englobem todo o processo produtivo, tendo-se encontrado apenas trabalhos que abordam situações muito específicas (Dowd, 2003; Marker, 2010). A sua utilização também é comum em trabalhos de recuperação paisagística de forma a minimizar os riscos ocupacionais e ambientais relacionados com o processo de recuperação (Boni *et al.*, 2000; Liu & Hsu, 2007; Liang & Yang, 2008; Mecatti *et al.*, 2010; Flouvat *et al.*, 2010).

Abrangendo outras áreas dentro da indústria extrativa, encontraram-se a aplicações de SIG relacionadas com questões de emergência (Liang & Yang, 2008; Mecatti *et al.*, 2010; Jian & Mingming, 2010).

4. CONCLUSÕES

Através da pesquisa bibliográfica realizada, foi possível verificar que a utilização dos Sistemas de Informação Geográfica na indústria extrativa abrange várias áreas. Destacam-se as questões ambientais, onde os SIG são utilizados

para mapeamento de zonas de contaminações em solos, aquíferos e rios. No entanto, para aplicações no âmbito da segurança e higiene ocupacionais, essa utilização é muito pouco comum.

5. BIBLIOGRAFIA

- Aslibekian, O., & Moles, R. (2004). Environmental Risk Assessment of Metals Contaminated Soils at Silver mines Abandoned Mine Site, Co Tipperary. *Environmental Geochemistry and Health*, 25, pp. 247-266.
- Boni, M., Costabile, S., Vivo, B. D., & Gasparrini, M. (2000). Potential environmental hazard in the mining district of southern Iglesias (SW Sardinia, Italy). *Journal of Geochemical Exploration*, Volume 67, pp. 417-430.
- Calking, D. C., Finney, M. F., Ager, A. A., Thompson, M. P., & Gebert, K. M. (2011). Progress towards and barriers to implementation of a risk framework for US federal wildland fire policy and decision making. *Forest Policy and Economics*, 13, 378-389.
- Cidu, R., & Biddau, R. (2009). Impact of past mining activity on the quality of groundwater in SW Sardinia (Italy). *Journal of Geochemical Exploration*, 100, pp. 125-132.
- Clarke, K. C. (2010). *Getting Started with Geographic Information Systems*. Prentice Hall.
- Dong, D., Sun, W., Li, H., & Qian, Z. (2010). A decision support system for water inrush in coal mine based on BN (Bayesian network) and GIS. *Computer Engineering and Technology (ICCET)*, 6, pp. 172-175.
- Flouvat, F., Selmaoui-Folcher, N., Gay, D., Rouet, I., & Grison, C. (2010). Constrained colocation mining: application to soil erosion characterization. *ACM Symposium on Applied Computing*, (pp. 1054-1059). New York.
- Gu, Q., Lu, C., & Li, F. (2009). Dynamic Information Management System of Mining Production in an Open Pit Based on GIS/GPS/GPRS/Rfid. *Management and Service Science*, (pp. 1-5). China.
- Jian, C., & Mingming, S. (2010). GIS modeling with deep pit monitoring data and Corresponding Decision-making Support. *Computer Science and Information Technology (ICCSIT)*, 5, pp. 606-609.
- Liang, S., & Yang, X. (2008). Landslide Hazard Assessment Based on GIS: A Case Study of a Hydropower Station Area in China. *Education Technology and Training*, 1, pp. 155-158.
- Liu, D.-R., & Hsu, C. (2007). Project-based knowledge maps: combining project mining and XML-enabled topic maps. *Internet Research*, 14(3), pp. 254-266.
- Marker, B. R. (25 de Março de 2010). Review of approaches to mapping of hazards arising from subsidence into cavities. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 69, pp. 159-183.
- McGaughey, J., McLeod, R., & Pears, G. (2007). Integrated, real-time, 3D GIS-based geotechnical hazard assessment. 1, pp. 21-28.
- Mitasova, H., Mitas, L., & Harmon, R. (2005). Simultaneous spline approximation and topographic analysis for lidar elevation data in open-source GIS. *Geoscience and Remote Sensing Letters*, 2, pp. 375-379.
- Rodrigues, J. B., Zimback, C. R., & Piroli, E. L. (2001). Utilização de Sistema de Informação Geográfica na Avaliação do Uso da Terra em Botucatu (SP). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 25(n.3), pp. 675-681.
- Thill, J.-C. (1-6 de Fevereiro de 2000). Transportation Research Part C: Emerging Technologies. *Emerging Technologies*, 8, pp. 3-12.
- USGS. (2009). 2009 Minerals Yearbook: Portugal [Advance Release]. Obtido em 16 de Junho de 2012, de USGS: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/country/2009/myb3-2009-po.pdf>