

GESTÃO BASEADA EM RISCO NO FECHAMENTO DE EMPREENDIMENTO DE MINERAÇÃO EXEMPLOS PRATICADOS NO BRASIL

Resumo

O fechamento bem-sucedido de mina requer planejamento adequado desde a fase de viabilidade, com engajamento das partes interessadas. Este trabalho aborda como uma gestão baseada em risco pode ajudar as empresas de mineração na definição de objetivos de fechamento, preparando a área recuperada para um uso futuro sustentável. Uma estrutura de planejamento baseado no risco foi desenvolvida a partir do modelo internacional previsto na ISO 31000, tendo como base a matriz de consequência e probabilidade (ISO 31010), focada em riscos no fechamento.

Este modelo de gestão foi aplicado em duas minas já desativadas. Num dos casos, o plano de fechamento e seus projetos de engenharia foram revisados, reduzindo em 89% os riscos na fase de desativação e pós-fechamento. No outro, foram elaboradas especificações técnicas a serem adotadas nos projetos de engenharia, com o objetivo de se atingir, no mínimo, o mesmo patamar de redução de risco do primeiro caso.

Numa terceira aplicação da metodologia, analisou-se os riscos dos possíveis usos futuros no fechamento, tanto para a Organização, como para as partes interessadas. Propuseram-se, então, medidas de engenharia e técnicas de operação de mina necessárias para o fechamento de cada estrutura mineral, preparando-as para o uso futuro, desde a operação.

1 – Introdução

O baixo desempenho de muitas empresas de mineração na recuperação de áreas degradadas e a falta de envolvimento das partes interessadas na gestão do fechamento de mina são fatores que afetam negativamente a imagem pública da mineração. Estas são razões que contribuem para que novos projetos e outros existentes passem por dificuldades na obtenção da licença social para operar (Bice, 2014; Dare et al., 2014; Owen & Kemp, 2014; Warhurst et al., 1999).

A literatura converge na compreensão de que, para ser bem-sucedido, o fechamento de mina deve ser planejado desde o início de um novo projeto, integrado a fase de operação, e atualizado durante todo o ciclo de vida do empreendimento, proporcionando à empresa uma estimativa adequada dos recursos financeiros necessários para o fechamento e cuidados posteriores, considerando as preocupações e expectativas das comunidades afetadas e de outras partes interessadas (Goodbody, 2013; Hojem, 2014; ICMM, 2008; Owen, 2016; Sánchez et al., 2014; Wild, 2006). Nessa linha, casos de fechamento de mina são apresentados como bem-sucedidos, a exemplo de Polaris e Contact Lake, no Canadá, Bottle Creek e Beenup, na Austrália (Butler & Bentel, 2011), Yatela, em Mali (Bradley, 2006), e Gregg River, no Canadá (Karmacharya et al., 2011).

Por outro lado, há vários relatos de casos malsucedidos, com falhas no cumprimento dos objetivos do fechamento, demandando ações e gastos não previstos inicialmente nos planos de fechamento, como uma mina de caulim no Brasil (de Jesus & Sánchez, 2013) e vários casos no Canadá (Shandro et al., 2011).

Nesse contexto, o planejamento e a gestão de fechamento de mina surgem como uma resposta da mineração para tornar-se mais sustentável e demonstrar o seu comprometimento com as partes interessadas (Boutilier, 2014; Kabir et al., 2014; Kemp et al., 2016; Sánchez et al., 2014), incluindo o desafio de estabelecer garantias financeiras confiáveis para essa fase (ICMM, 2008; Peck & Sinding, 2009; Sánchez, 1998; Steigleder, 2011).

A adoção da abordagem da gestão baseada em risco resulta em decisões tomadas a partir da análise de riscos de negócios, no curto e longo prazos, considerando os impactos ambientais e sociais da operação da mina e do seu fechamento. As análises de risco são utilizadas em estudos de fechamento de minas em uma variedade de

situações, como as citadas por Amirshenava & Osanloo (2018); Bartolo (2013); Candia & Oblasser (2008); Davies et al. (2010); Didier & Leloup (2006); Gheisari et al. (2014); Glencore (2017); Longoni et al. (2016); Laurence (2009, 2006); Vivoda et al. (2017); Wong et al. (1998).

Diante do cenário aqui descrito, este trabalho desenvolve uma metodologia de gestão baseada em risco no fechamento de empreendimentos de mineração, baseada nos princípios da ISO 31000 (ISO, 2018), integrando os objetivos de fechamento desde a fase de viabilidade, estabelecendo métodos e ferramentas para suportar essa gestão, contribuindo para reduzir os riscos do empreendimento de mineração e para a obtenção da licença social para operar e fechar. Além disso, apresenta os resultados da aplicação dessa metodologia em três empreendimentos de mineração no Brasil.

Nos dois primeiros casos, a partir da análise de risco no cenário atual das áreas desativadas, foram propostas medidas de controle ambiental e de engenharia com o objetivo de desenvolver uma proposta de fechamento que integre todas as estruturas de mineração, buscando sinergia entre elas e reduzindo os riscos ao empreendedor no pós-fechamento em 89%. Além disso, eliminaram-se estruturas a serem desativadas, atividades de manutenção e a necessidade de estabelecimento de planos de emergência na fase de pós-fechamento.

No terceiro caso de aplicação da metodologia, foram analisados os riscos envolvidos no uso definido para uma área em operação, que iniciará futuramente a sua fase de desativação. Nesse caso, a análise de risco foi aplicada para avaliar especificamente os riscos do uso futuro de cada estrutura de mineração e as medidas de controle necessárias para viabilizá-lo. Em seguida, foram analisados os riscos de 6 alternativas de uso para a área recuperada, no pós-fechamento. Com base nos resultados das análises de risco, o empreendedor estará apto a elaborar um plano de negócio para a área, estabelecendo usos múltiplos dentro da área que hoje é ocupada pela unidade operacional, considerando inclusive o que é passível de transferência para terceiros. Isso ajuda a resolver um dos itens de questionamento ao setor mineral: como ficará a gestão das áreas mineradas e recuperadas no pós-fechamento, considerando o longo prazo.

2 – Metodologia de Gestão Baseada em Risco no Fechamento de Empreendimentos de Mineração

A análise de risco como suporte ao planejamento e gestão de fechamento de mina, contribui para ações consistentes na fase de viabilidade até a desativação, e para a tomada de decisões voltadas à redução do risco ao negócio na etapa de pós-fechamento. O gerenciamento baseado em risco é empregado em diversos setores (Klinke & Renn, 2002), entre eles nas decisões que envolvem riscos ambientais (Adiansyah et al., 2017; Amirshenava & Osanloo, 2018; Byrne, 2011; Gheisari et al., 2014; Hall et al., 2012; Longoni et al., 2016; Luo et al., 2009; Samuels et al., 2006; Sánchez et al., 2014; The Mining Association of Canada, 2017). Nos casos disponíveis na literatura, recomenda-se a adoção da análise de risco (Sánchez et al., 2014; ICMM, 2008), mas não se chega a uma abordagem baseada em risco para a gestão do fechamento, integrada desde a fase de projeto e operação dos empreendimentos de mineração.

Por meio de uma análise de risco adequada, é possível implementar o gerenciamento baseado em risco de fechamento de mina, antecipando situações indesejáveis e incertezas que comprometam atingir as metas de fechamento, obtendo estimativas de custo mais realistas (Goodbody, 2013; Laurence, 2006). No entanto, esse processo só faz sentido se associado ao engajamento das partes interessadas e se for desenvolvido ao longo do ciclo de vida de um projeto de mineração (ICMM, 2008; Goodbody, 2013; Fleury & Copley, 2008). O plano de fechamento de mina deve estar preparado para suportar essa gestão.

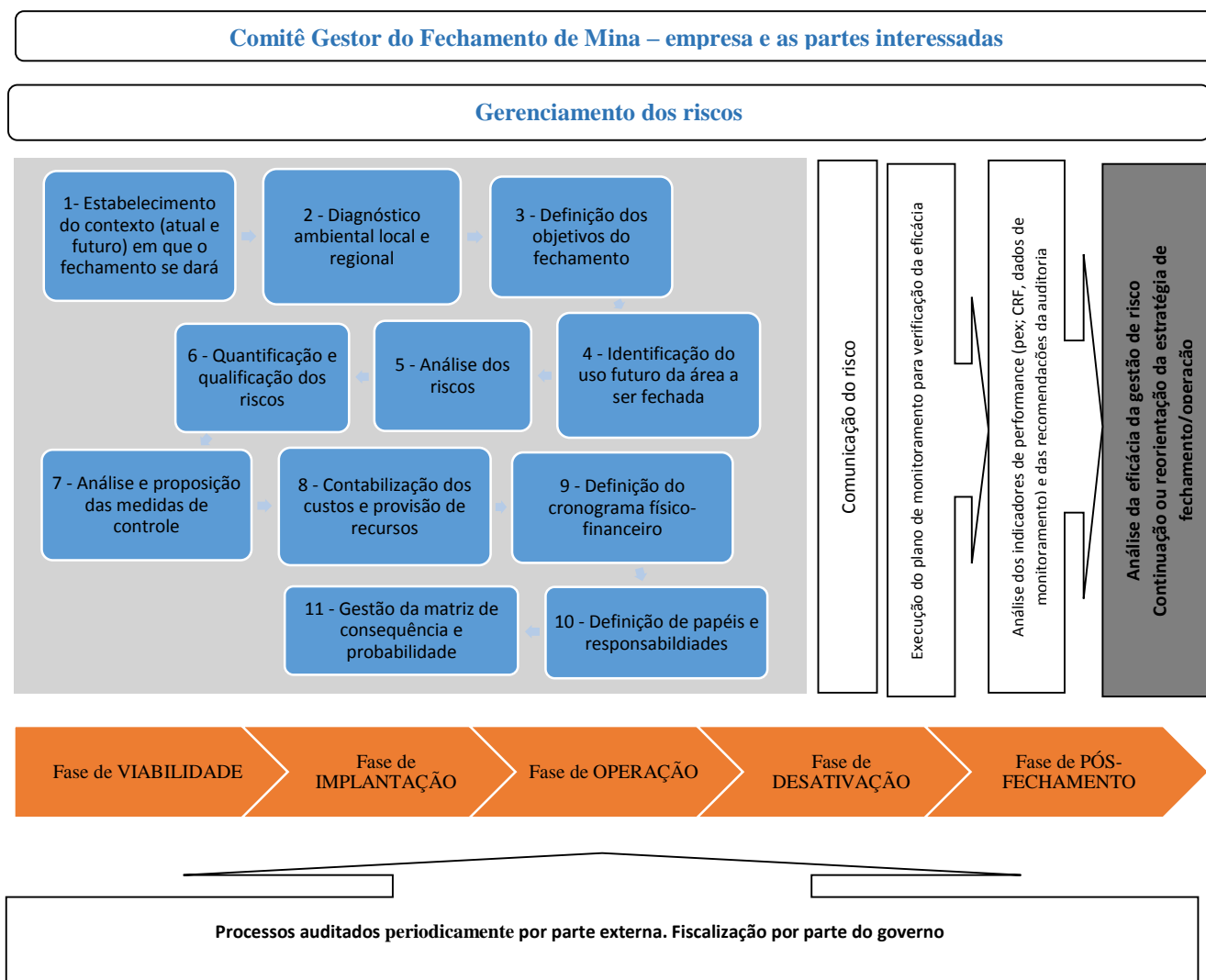
A análise de risco pode ser conduzida por diferentes perspectivas: ambiental, social, política, tecnológica, jurídica, econômica, etc. (Amirshenava & Osanloo, 2018; Gheisari et al., 2014; ICMM, 2008; Laurence, 2006). Diversas técnicas (tais como brainstorming, análise preliminar do perigo, análise da árvore de falha, matriz de consequência e probabilidade - ISO, 2009) são recomendadas para identificar, analisar e avaliar riscos, sendo aplicáveis ao fechamento de mina. Com relação a prioridade no tratamento de um risco, deve considerar a sua criticidade (ISO, 2009; Galvin, 2017), que é o resultado de uma combinação das consequências previsíveis de um evento e sua

provável ocorrência. Além disso, a análise de risco considera o resultado esperado de medidas de controle (risco residual ou remanescente), em comparação com o risco sem ação de controle adotada (potencial ou risco puro) (ISO, 2018).

A elaboração da análise de risco permite que a empresa e a comunidade visualizem as ações de controle que precisam ser adotadas no fechamento. Assim, a gestão do empreendimento de mineração pode ser feita de forma consistente e transparente. Esta é uma ferramenta prática que pode contribuir para a licença social para operar e fechar, uma vez que todos os envolvidos podem visualizar prioridades com base em critérios técnicos, discutidos e aceitos por todos. É importante que a sociedade participe de avaliações de risco para que suas percepções, expectativas e conhecimentos sejam levados em conta (Kemp et al., 2016). No entanto, a fim de ser bem-sucedido, é necessário ir mais longe, criando uma estrutura para a gestão baseada em risco.

Assim, a gestão proposta começa pela formação de um Comitê Gestor para Fechamento de Minas, dentro da estrutura organizacional, incluindo as partes interessadas. Esta participação é cada vez mais necessária para operar e fechar minas com uma licença social (Bice, 2014; Boutilier, 2014). Os desafios incluem definir e manter um processo transparente que suporte mudanças prováveis na gestão de minas e nas políticas da empresa durante longos períodos (Sánchez et al., 2014), alcançando uma representação justa dos interesses e opiniões da comunidade (Owen & Kemp, 2014), construindo confiança (Dare, et al., 2014). A Figura 1 representa a estrutura proposta como resultado deste trabalho.

Figura 1 – Modelo de Gestão Baseada em Risco no Fechamento de Empreendimentos de Mineração



Como o planejamento e a implementação de fechamento de mina envolve várias áreas de uma organização e especialistas (Sánchez et al., 2014; ICMM, 2008; Galvin, 2017), o ideal é que todas as decisões pertinentes sejam feitas conjuntamente, permitindo a aprendizagem mútua, incluindo a comunidade. Além disso, o Comitê deve decidir apenas sobre as questões relacionadas ao planejamento e gestão de fechamento de minas, sem interferir nas questões de confidencialidade na empresa (Owen, 2016).

As principais ferramentas de apoio ao planejamento e à tomada de decisão nesse modelo de gestão de fechamento de mina seriam:

- (1) Plano de fechamento atualizado e desenvolvido para suportar esse modelo de gestão;
- (2) A análise preliminar de risco e a matriz de consequência e probabilidade (ISO 31010).
- (3) Comitê gestor, com a função de:
 - a. Identificar, analisar, avaliar e tratar os riscos;
 - b. Ser a estrutura organizacional para gerenciar os riscos;
 - c. Implementar e monitorar a gestão de riscos ao longo do ciclo de vida da mina; realizando análises críticas e melhorias contínuas.
- (4) Plano de auditoria para avaliar a eficácia da gestão do fechamento. Essa auditoria seria mais abrangente do que uma auditoria para avaliar se a provisão financeira é coerente com o plano de ação. A auditoria deveria avaliar se as ações implementadas e agendadas são efetivas (Blancarte, 2002) e implementadas no tempo necessário.

3 – Aplicação em casos no Brasil

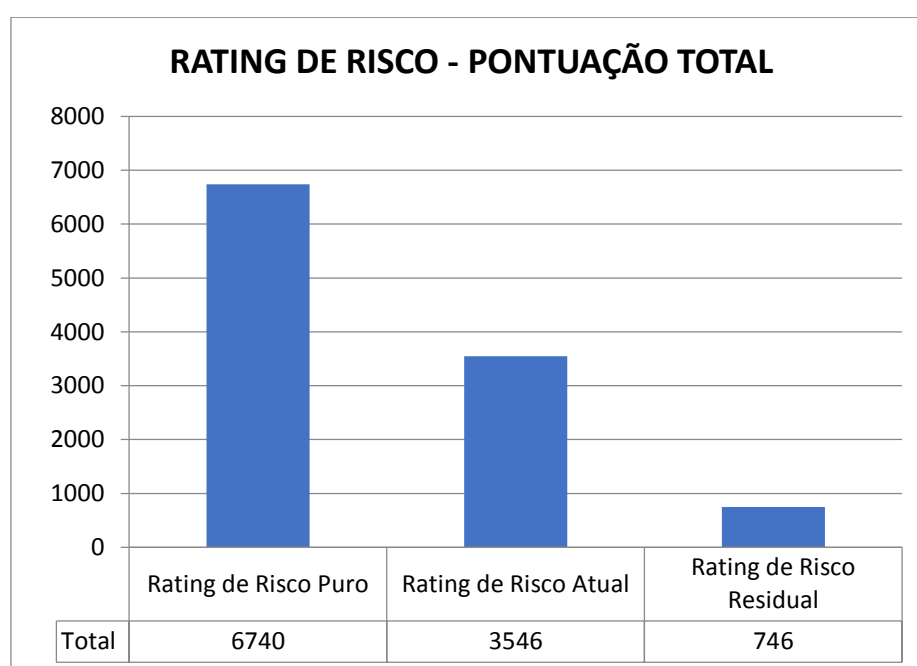
A metodologia de Gestão Baseada em Risco no Fechamento de Empreendimentos de Mineração foi aplicada em 3 (três) situações no Brasil:

- (1) Numa mina desativada, onde o plano de fechamento aborda diretrizes e ações de fechamento estão em andamento em algumas estruturas,
- (2) Numa mina desativada, com ações de fechamento em andamento em algumas estruturas de mineração,
- (3) Numa mina em operação, com plano de fechamento e diversas ações em curso para diminuir as incertezas dos estudos que embasam os projetos de fechamento.

No primeiro caso foram estabelecidos, como objetivos da gestão baseada em risco, reduzir o risco ao Negócio, buscando a integração das áreas recuperadas à paisagem local e a aceitação da solução de fechamento das estruturas de mineração desativadas pelas partes interessadas. Assim, foi aplicada a metodologia aqui proposta para avaliar os riscos relacionados à fase de desativação de cada estrutura de mineração e da área como um todo. Para isso, utilizou-se a análise preliminar de risco e a matriz de consequência e probabilidade (ISO 31010). Realizou-se a análise de risco potencial (sem controle) e da situação presente (risco atual - área desativada com ações de manutenção e algumas ações pontuais de fechamento das estruturas de mineração), de cada uma das estruturas de mineração a serem desativadas e de seus projetos de fechamento. Para aqueles riscos atuais que não se enquadram na faixa “tolerável”, definida pelo empreendedor, estabeleceram-se as medidas de controle adicionais necessárias para realizar o fechamento. Essas medidas foram adotadas nos projetos de fechamento de cada estrutura. Após a conclusão dos projetos de engenharia, uma nova análise de risco foi realizada para avaliar se o risco residual estaria na faixa “tolerável”. Caso não estivesse, novas medidas de controle deveriam ser previstas. Porém, não foi o caso, pois os riscos, agora, estavam na faixa “tolerável”.

Um diferencial desse trabalho é que a análise de risco foi realizada por estrutura de mineração e, além disso, de forma sinérgica, analisando conjuntamente todas as estruturas a serem fechadas. Com isso, pode-se ter uma visão sistêmica, integrando estruturas, como por exemplo, na descaracterização da barragem, cujo material será utilizado para controlar o impacto visual da cava, até então sem solução, com risco potencial e atual na faixa “intolerável”. O mesmo ocorreu com um dos depósitos de estéril, cujo material servirá também para o fechamento da cava, e essa estrutura será eliminada. Com essas ações e outras previstas na análise de risco, todos os objetivos do fechamento foram atendidos e os riscos estão controlados, desde que adotados os projetos de engenharia com as premissas definidas como resultado das análises de risco. O gráfico da figura 2 mostra uma redução de 89% nos riscos envolvidos na fase de desativação da área, o que permite à Organização realizar um fechamento seguro, medindo a eficácia das ações que implantar.

Figura 2 – Riscos envolvidos na fase de desativação de um empreendimento mineral – eficácia das ações de controle ambiental e projetos de engenharia de fechamento das estruturas de mineração



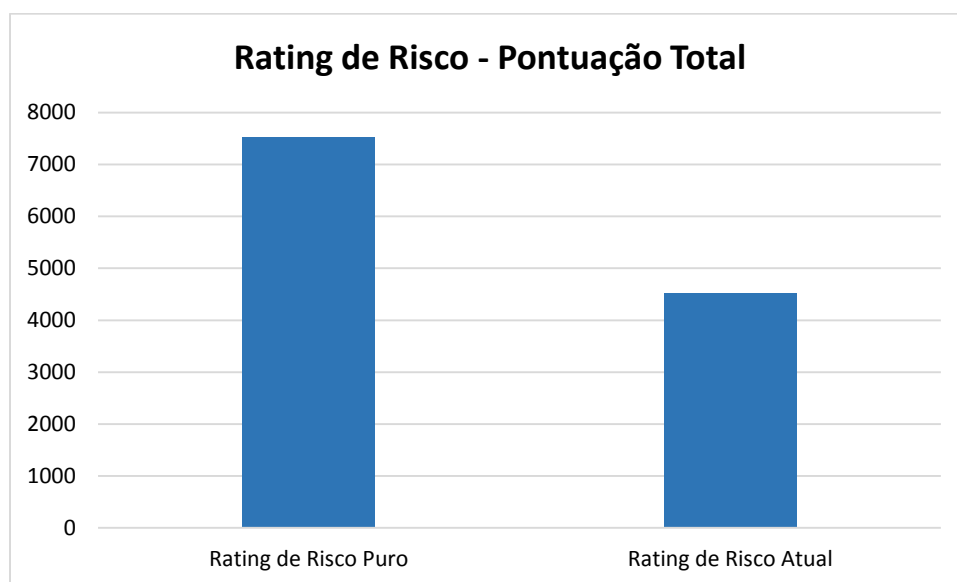
Obs: Rating de risco é a somatória de todos os riscos avaliados nas estruturas do empreendimento de mineração a ser fechado

O segundo caso é semelhante ao primeiro, porém não foi realizada a avaliação de risco residual, uma vez que o empreendedor ainda fará os projetos de engenharia. Porém, com a avaliação do risco atual, diretrizes de engenharia foram definidas e embasarão a elaboração dos projetos de engenharia, de tal forma que se obtenha resultados similares ao primeiro caso.

No terceiro caso, a mina está em operação e há um plano de fechamento elaborado. O fechamento ocorrerá nos próximos 15 anos. Há diversos estudos em andamento para diminuir as incertezas de informação e elaborar consistentes projetos de fechamento. Nesse caso, a gestão baseada em risco foi aplicada para avaliar se o uso futuro previsto no plano de fechamento (unidade de conservação) é a melhor opção, considerando os anseios da Organização e das partes interessadas. Para isso, semelhante aos outros dois casos, foi realizada uma análise de risco por estrutura, analisando se as medidas previstas proporcionariam o fechamento daquela estrutura, permitindo um uso irrestrito, ou não, para outras finalidades futuramente, sem riscos ao Negócio. Onde os riscos não estavam numa faixa “tolerável”, definida pelo empreendedor, medidas adicionais foram propostas e orientarão a revisão dos projetos de fechamento, o que resultará num risco residual “tolerável” em cada estrutura. O foco

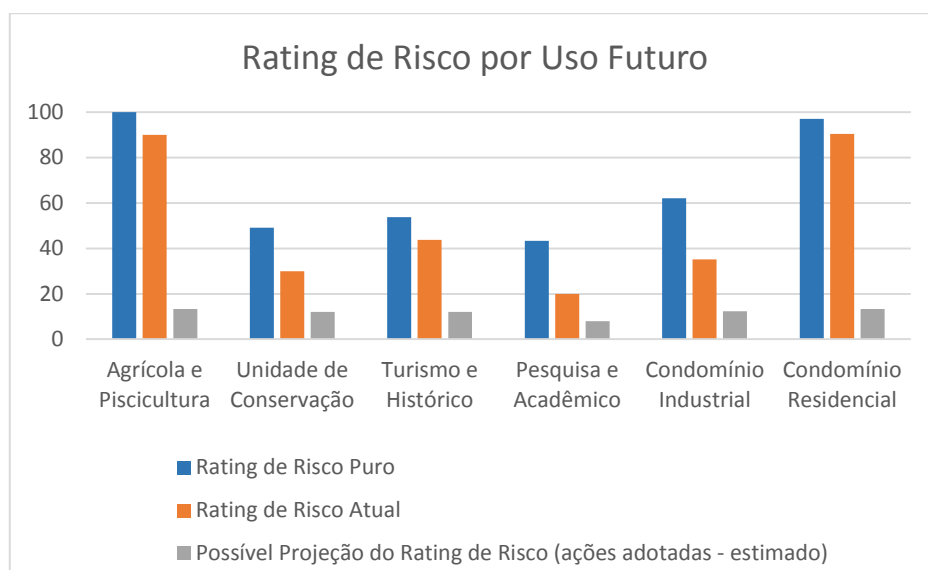
dessa análise de risco foi viabilizar a recuperação da área para permitir um uso futuro. O resultado é mostrado na figura 3.

Figura 3 – Riscos envolvidos na fase de desativação de estruturas de um empreendimento mineral – análise da viabilidade do projeto de recuperação da área com foco no uso futuro



O passo seguinte do terceiro caso foi realizar uma outra análise de risco, também utilizando a análise preliminar de risco e a matriz de consequência e probabilidade (ISO 31010), para o uso futuro definido no plano de fechamento (conservação ambiental). Também foram incluídos outros usos futuros identificados como potenciais para a área, após análise de pesquisas e estudos realizados pelo empreendedor, consultas bibliográficas, bem como entrevistas junto à alta administração da empresa. Foram analisados os riscos de 6 usos futuros alternativos (industrial, residencial, unidade de conservação, pesquisa e acadêmico, turismo e histórico, agrícola e piscicultura), considerando 7 dimensões: saúde, segurança, direitos humanos, meio ambiente, legislação, imagem organizacional e impacto financeiro. O resultado final dessa análise (figura 4) indicou ao empreendedor as opções “unidade de conservação”, “turismo e histórico”, “pesquisa e acadêmico” e “industrial” são as de menor risco ao negócio e a melhor integração ao contexto local, com menores possibilidades de falhas. Foi elaborado um mapa de uso e ocupação do solo, na fase de pós-fechamento, indicando quais desses usos futuros seriam possíveis em cada estrutura de mineração recuperada, bem como se alguma delas teria restrição, total ou parcial, ao uso. A partir dessa análise, o empreendedor é capaz de elaborar um plano de negócio para a área, buscando a sua sustentabilidade.

Figura 4 – Riscos envolvidos na fase de desativação de um empreendimento mineral – análise da viabilidade dos usos futuros



O diferencial desse trabalho é viabilizar usos futuros diversos e integrados para uma área recuperada e analisar se eles não trarão riscos ao empreendedor, ou aos futuros usuários. Isso permitirá maior segurança em relação à implantação do plano de fechamento e soluções para um dos itens mais polêmicos do pós-fechamento: a gestão da área recuperada no longo prazo.

4 - Conclusão

Este trabalho demonstra que é crucial gerenciar o fechamento de mina de acordo com os riscos, engajando-se com as partes interessadas, proporcionando ao empreendedor ganhos de reputação e evitando perdas financeiras. Nos três casos apresentados, onde foi aplicada a metodologia de gestão baseada em risco, os empreendimentos passaram a deter informações que serão usadas em seus planejamentos estratégicos, direcionando assertivamente suas ações na busca da integração do fechamento nas decisões organizacionais. O trabalho proporcionará, ainda, ações que visem a entrega da área recuperada a um uso futuro seguro e sustentável.

5 – Bibliografia

Adiansyah, J. S., Rosano, M., Biswas, W., Haque, N. (2017). Life cycle cost estimation and environmental valuation of coal mine tailings management. *Journal of Sustainable Mining* 16, 114-125.

Amirshenava, S., Osanloo, M. (2018). Mine closure risk management: an integration of 3D risk model and MCDM techniques. *Journal of Cleaner Production*, 184.

Bartolo, R., Paulka, S., van Dam, R., Iles, S. and Harford, A. (2013). Rehabilitation and closure ecological risk assesment for ranger Uranium Mine: documentation of initial problem formulation activities. Internal Report 624, Supervising Scientist, Darwin.

- Bice, S. (2014). What gives you a social license? An exploration of the social license to operate in the Australian mining industry. *Resources Policy* 3, 62-80.
- Byrne, G. (2011). A risk-based approach to closure planning. In A.B. Fourie, M. Tibbett M and A. Beersing (Eds.), *Mine Closure* (pp. 59-67). Perth: Australian Centre for Geomechanics.
- Blancarte, A. (May/2002). Auditing for mine closure. *Mining Environmental Management*, 20-22.
- Boutilier, R.G. (2014). Frequently asked questions about the social license to operate. *Impact Assessment and Project Appraisal* 32:4, 263-271.
- Bradley, G.G. (2006). Planning for closure in Mali. In: A.B. Fourie and M. Tibbett (Eds.), *Mine Closure* (pp. 107-115). Perth: Australian Centre for Geomechanics.
- Butler, H. and Bentel, G.M. (2011). Mine relinquishment – processes and learnings. In A.B. Fourie, M. Tibbett and A. Beersing (Eds.), *Mine Closure* (pp.03-12). Perth: Australian Centre for Geomechanics.
- Candia, J.R. and Oblasser, A. (2008). Integrated solutions for mine site closure and management – environmental risk assessment, monitoring and remediation. In A.B. Fourie, M. Tibbett M and P.J. Weiersbye (Eds.), *Mine Closure* (pp. 223-232). Perth: Australian Centre for Geomechanics.
- Dare, M (Lain), Schirmer, J. and Vanclay, F. (2014). Community engagement and social license to operate. *Impact Assessment and Project Appraisal* 32:3, 188-197.
- Davies, G., Weeks, B., Gilron, G. and McDonald, B. (2010). Site-specific investigation, risk assessment and clean-up of an inactive mine site in the Chilean Andes. In A.B. Fourie, M. Tibbett and J. Wiertz (Eds.), *Mine Closure* (pp. 673-679). Perth: Australian Centre for Geomechanics.
- De Jesus, C.K.C. and Sánchez, L.E. (2013). The long post-closure period of a kaolin mine. *REM: Revista da Escola de Minas*, 66:3, 363-368.
- Didier, C. and Leloup, J. (2006). The French experience of post mining management. In A.B Fourie and M. Tibbett (Eds.), *Mine Closure* (pp. 199-210). Perth: Australian Centre for Geomechanics.
- Fleury, A.M. and Copley, C. (2008). Tools for integrated closure planning. In A.B. Fourie, M. Tibbett and P.J. Weiersbye (Eds.), *Mine Closure* (pp. 57-67). Perth: Australian Centre for Geomechanics.
- Galvin, J. (2017). Critical role of risk management in ground engineering and opportunities for improvement. *Int J Min Sci Technol*.
- Gheisari, N., Osanloo, M., Esfahanipour, A., Mansouri, M., (2014). Closure risk assessment in Atashkoo Stone Quarry using risk matrix. In: Drebenstedt C., Singhal R. (Eds.) *Mine Planning and Equipment Selection*. Springer, Cham.
- Glencore (2017). Overburden Management Project: conceptual mine closure plan. McArthur River Mining.
- Goodbody, A. (2013). Closing the deal. *Mining Magazine*, 38-53.
- Hall, J.W., Watts, G., de Vial, L., Street, R., Conlan, K., O'Connell, P.E., Beven, K.J. and Kilsby, C.G. (2012). Towards risk-based water resources planning in England and Wales under a changing climate. *Water and Environment Journal* 26:1, 118-129.
- Hojem, P. (2014). *Making Mining Sustainable: Overview of Private and Public Responses*. Sweden: Lulea University of Technology.
- ICMM - International Council on Mining & Metals (2008). *Planning for Integrated Mine Closure: Toolkit*. London: ICMM.
- ISO (International Organization for Standardization) 31000 (2018), *Risk management – principles and guidelines*.

ISO (International Organization for Standardization) 31010 (2009b), *Risk management – risk assessment techniques*.

Kabir, S.M.Z, Rabbi. F.F and Chowdhury, M.B. (2014). Mine closure planning and practice in Canada and Australia: a comparative review. 11th Asian Business Research Conference, BIAM Foundation, Dhaka, Bangladesh.

Karmacharya, S., Symbaluk, M., Brand, D. and Schwartz, S. (2011). Life of coal mine planning – engaging in land use planning at Luscar and Gregg River Mines. In: A.B. Fourie, M. Tibbett and A. Beersing (Eds.), *Mine Closure* (pp.147-156). Perth: Australian Centre for Geomechanics.

Kemp, D., Worden, S. and Owen, JR. (2016). Differentiated social risk: rebound dynamics and sustainability performance in mining. *Resources Policy* 50, 19-26.

Klinke, A. and Renn, O. (2002). A new approach to risk evaluation and management: risk-based, precaution-based, and discourse-based strategies. *Risk Analysis* 22:6, 1071-1094.

Laurence, D.C. (2009). Mine closures and the global financial crisis. In A.B. Fourie and M. Tibbett (Eds.), *Mine Closure* (pp. 57-63). Perth: Australian Centre for Geomechanics.

Laurence, D.C. (2006). Optimisation of the mine closure process. *Journal of Cleaner Production* 14, 285-298.

Longoni, L., Papini, M., Brambilla, D., Arosio, D., Zanzi, L. (2016). The risk of collapse in abandoned mine sites: the issue of data uncertainty. *Open Geosci*, 8, 246-258.

Luo, Q.Q, Catney, P. and Lerner, D. (2009). Risk-based management of contaminated land in the UK: Lessons for China?. *Journal of Environmental Management* 90:2, 1123-1134.

Owen, JR. (2016). Social license and the fear of minerals interruptus. *Geoforum* 77, 102-105.

Owen, JR. and Kemp, D. (2014). “Free prior and informed consent”, social complexity and the mining industry: establishing a knowledge base. *Resources Policy* 41, 91-100.

Peck, P. and Sinding, K. (2009). Financial assurance and mine closure: stakeholder expectations and effects on operating decisions. *Resources Policy*, 34, 227-233.

Samuels, P., Klijn, F. and Dijkman, J. (2006). An analysis of the current practice of policies on river flood risk management in different countries. *Irrigation and Drainage* 55, S141-S150.

Sánchez, L.E., Silva-Sánchez, S.S. and Neri, A.C. (2014). *Guide for Mine Closure Planning*. Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM), Brasília.

Sánchez, L.E. (1998). Industry response to the challenge of sustainability: the case of the Canadian nonferrous mining sector. *Environmental Management*, 22:4, 521–531.

Shandro, J.A., Ostry, A., Scoble, M. and Van Zyl, D. (2011). Reaching economic and social prosperity – a need to collaborate with communities through commodity cycles to post-closure. In A.B. Fourie, M. Tibbett and A. Beersing (Eds.), *Mine Closure* (pp.167-176). Perth: Australian Centre for Geomechanics.

Steigleder, A.M. (2011). Instrumentos de garantia para assegurar a reparação do dano ambiental. *RDA Revista de Direito Ambiental* 63, 135-156.

The Mining Association of Canada. *A guide to the management of tailings facilities*. 3rd edition (2017), <http://www.mining.ca/tailings-management/> Accessed October 2017.

Vivoda, B.N., Kemp, D., Owen, J. and Keenan, J. (2017). *Project-Induced In-Migration and large-scale mining: a scoping study*. Brisbane: Centre for Social Responsibility in Mining (CRSM), The University of Queensland.

Warhurst, A. , Macfarlane, M. and Wood, G. (1999). Issue in the management of the socioeconomic impacts of mine closure: a review of challenges and constraints. In A. Warhurst, & L. Noronha (Eds.), *Environmental Policy in Mining: Corporate Strategy and Planning for Closure* (pp. 81-99). United State of America: Lewis Publishers.

Wiid, G.J. (2006). The role of closure planning in the environmental and financial reporting processes for mining operations. In A.B. Fourie and M. Tibbett (Eds.), *Mine Closure* (pp. 513-524). Perth: Australian Centre for Geomechanics.

Wong, M.H., Wong, J.W.C. and Baker, A.J.M. (1998). *Remediation and Management of Degraded Lands*. Florida (USA): Lewis Publishers.

A metodologia de Gestão Baseada em Risco no Fechamento de Empreendimentos Mineraiis foi desenvolvida por Ana Lucia Silva Taveira, em seu pós-doutorado em Engenharia Mineral.

Telefone: (11) 94640-2432

Email: taveiraanalucia3@gmail.com



Ana Lucia Silva Taveira é Pós Doutora em Engenharia Mineral, no Departamento de Engenharia de Minas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP). Doutora em Engenharia Mineral, pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP). Mestre em Geociências pelo Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Possui MBA em Gestão Empresarial pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). É Engenheira de Minas pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) e Engenheira de Segurança do Trabalho pela Universidade de São Paulo (USP).

Possui 23 anos de experiência na gestão de áreas de saúde, segurança do trabalho, higiene ocupacional e meio ambiente em empresas de mineração, siderurgia e química, de grande porte, com atuação no Brasil e no exterior – Jaakko Poyry Brasil, Rio Tinto, Votorantim Metais, Kinross Paracatu e Vale Fertilizantes. Coordenou planos de fechamento de unidades de mineração e química. Realizou *due diligences* no Brasil, Peru, Colômbia, México, EUA, Alemanha, com foco em avaliação de passivos, incluindo a fase de desativação de empreendimentos de mineração, para processos de aquisição.

Atua em parceria com **Fundação Gorceix** de Ouro Preto – MG, na proposição e implantação de programas voltados à Gestão Baseada em Risco no Fechamento de Empreendimentos Mineraiis, para projetos em fase de implantação, operação, ou desativação/pós-fechamento.