

## AVALIAÇÃO DA MATURIDADE NA GESTÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITOS

F. ARAUJO<sup>1</sup> e C. O. CRUZ<sup>2</sup>

Universidade Federal de Ouro Preto<sup>12</sup>

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1688-0562><sup>1</sup>  
[frankaraujo82@gmail.com](mailto:frankaraujo82@gmail.com)<sup>1</sup>

Submetido 19/05/2021 - Aceito 28/09/2021

DOI: 10.15628/holos.2022.12563

### RESUMO

Motivado pelas recentes rupturas de barragens de rejeitos no Brasil, o presente estudo analisa a luz da legislação brasileira atual a maturidade da gestão de riscos destas estruturas. O estudo utiliza de referências e metodologias já existentes de gestão de riscos em outros setores da economia, tanto da esfera pública quanto privada. O objetivo é propor um novo método para avaliação objetiva da maturidade do processo de gestão de riscos de qualquer empresa que possua entre seus

ativos, barragens de rejeitos de mineração. Formada por blocos de perguntas, o método reflete os princípios da ISO 31000, estabelecendo métricas para todas as etapas do processo de gestão de riscos, desde a identificação de riscos, mensuração, tratamento e comunicação. Em um segundo momento, um estudo de caso compara a maturidade da gestão de riscos entre três mineradoras distintas, servindo como um exemplo concreto de aplicação da metodologia proposta.

**PALAVRAS-CHAVE:** gestão de riscos, barragens de rejeito, ISO 31000, modelos de maturidade.

### MATURITY ASSESSMENT IN THE SAFETY MANAGEMENT OF TAILINGS DAMS

#### ABSTRACT

Motivated by the recent ruptures of Brazilian tailings dams, the present study analyzes, in the light of current Brazilian legislation, the maturity of the risk management of these structures. The study uses existing risk management references and methodologies from other sectors of the economy, both in the public and private spheres. The objective is to propose a new method for the objective assessment of the risk management of any company that has mining tailings dams among its assets.

Formed by blocks of questions, the method reflects the principles of ISO 31000, establishing metrics for all stages of the risk management process, from risk identification, measurement, treatment, and communication. In a second step, a case study compares the maturity of risk management between three different mining companies, working as a concrete example of application of the proposed methodology.

**KEYWORDS:** risk management, tailings dams, ISO 31000, maturity models.

## 1 INTRODUÇÃO

A segurança de barragens no Brasil atualmente tem seus requisitos mínimos instituídos pela Lei n. 12.334/2010 (2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB. A citada lei, no inciso III, artigo 4º, determina que a responsabilidade da segurança das barragens é do empreendedor, assim como delega quais são os órgãos públicos responsáveis pela fiscalização do cumprimento da lei. A fiscalização das barragens de mineradoras é de competência da ANM – Agência Nacional de Mineradora e tem como regulamentação específica sobre a segurança de barragens de rejeito a Portaria n. 70.389/2017 e a Resolução n. 13/2019.

Sendo assim, todas as mineradoras que possuem barragens de rejeito têm a obrigatoriedade de cumprir os diplomas legais citados. O processo de gestão de risco da segurança de barragens fica a critério de cada mineradora. Segundo Klimkiewicz<sup>[2]</sup> (2016 apud Almeida, 2001), na gestão de riscos, há identificação, análise e manutenção dos riscos em níveis aceitáveis durante as fases de projeto, construção e operação. A Lei n. 12.334/2010 define a gestão de risco como ações de caráter normativo, bem como a aplicação de medidas para prevenção, controle e mitigação de riscos.

Segundo Silva<sup>[4]</sup> (2012), a gestão de riscos deve englobar a análise de risco, a avaliação e o controle de risco, a aceitação e os planos mitigadores de risco, devendo estar presente em todas as etapas do ciclo de vida da estrutura. Silva (2012) também cita Ladeira<sup>[5]</sup> (2007) para a necessidade de a gestão de risco ser tratada como uma ferramenta fundamental nas ações de prevenção, devendo ser rápida na predição e sempre atualizada.

A boa prática em segurança de barragens de rejeito exige que todas as mineradoras gerenciem os riscos associados às barragens de rejeitos em algum grau para poderem atender às normas vigentes. Atualmente, o modelo aplicado na maioria das mineradoras para gestão de risco em suas barragens de rejeito consiste no desenvolvimento integrado das atividades de análise de risco, apreciação de riscos e de controle de risco (Cruz; Rodovalho, 2019<sup>[6]</sup>). Entretanto, esse modelo não garante que os processos de gestão de risco realizada pelas empresas detentoras de barragens de rejeitos estejam maduros, fato motivador deste trabalho.

O presente trabalho adaptou as metodologias desenvolvidas por Gaffo e Barros (2012)<sup>[7]</sup>, Metodologia para Avaliar Grau de Maturidade da Gerência de Riscos, assim como o Manual do TCU<sup>[12]</sup>, – Tribunal de Contas da União, Gestão de Riscos e Avaliação de Maturidade. As metodologias citadas, que nos serviram de base, estão embasadas na ISO 31000.

A ISO 31000 fornece princípios e diretrizes para gerenciar qualquer tipo de risco em toda ou em parte de qualquer organização. Trata-se de uma norma geral, independentemente de indústria, setor ou área, e não concorre com outras normas sobre gestão de riscos em áreas específicas (ABNT, 2009)<sup>[8]</sup>.

Seus objetivos são servir como guia em matéria de gestão de riscos e harmonizar os processos de gestão de riscos, fornecendo uma abordagem comum, que pode ser aplicada a uma gama de atividades, incluindo estratégias, decisões, operações, processos, funções, projetos, produtos, serviços e ativos (ABNT, 2009)<sup>[8]</sup>. Assim, sua lógica é bastante simples e estrutura-se em

três partes fundamentais inter-relacionadas: os princípios, a estrutura e o processo de gestão de riscos.

Considerando que toda barragem de rejeito tem riscos associados, estes devem ser gerenciados para que se obtenha uma segurança satisfatória. Mesmo que todos os riscos identificados pelo proprietário da barragem estejam sob controle, manter o monitoramento dos riscos é necessário, pois ainda existem os riscos residuais, que são aqueles remanescentes após a ação dos controles.

Portanto, independentemente de o objetivo ser mitigar os riscos residuais ou inerentes, as estruturas necessitam de uma gestão de riscos contínua, ou seja, um procedimento coordenado, estruturado e sistemático para que os riscos sejam tratados adequadamente, monitorados e controlados. Pois, caso contrário, os riscos poderão se materializar, causando um sinistro com consequências graves. É justamente nesse contexto, de verificação de como está sendo executada a gestão dos riscos associados à barragem, que a metodologia sugerida pode ser aplicada.

Sendo assim, a obtenção de um panorama de quanto as minerações identificam, avaliam, manejam e monitoram os riscos fornecerá uma indicação de como está sendo conduzida a gestão de risco referente ao tema pela alta administração da mineradora e dos responsáveis diretos pela sua segurança. O objetivo principal deste trabalho é analisar criticamente o nível de maturidade de riscos.

Vale ressaltar que maturidade de riscos é o grau de adoção e aplicação, por parte da mineradora, de uma abordagem de gestão de riscos, conforme planejada, em toda a organização, a fim de identificar, avaliar e decidir sobre respostas e relatar oportunidade e ameaças que afetam a consecução dos objetivos da organização (Novaes, 2016)<sup>[9]</sup>, ou seja, como a mineradora está executando a gestão de riscos relacionadas à segurança de barragem. Por fim, será determinada a maturidade da empresa em relação à gestão dos riscos associados à barragem, que é classificada em cinco graus: Inicial, Básico, Intermediário, Aprimorado e Avançado.

## 2 MODELOS DE MATURIDADE EM UMA ORGANIZAÇÃO

Novaes (2016) define o conceito de maturidade de uma organização como uma medida para avaliar a capacidade da organização em relação a certa disciplina. Ainda segundo Novaes (2016), a maturidade está relacionada ao processo, de forma genérica, e os Modelos de Maturidade são ferramentas muito úteis para avaliação desses processos. O uso de um modelo de maturidade permite que uma organização tenha seus métodos e processos avaliados de acordo com as boas práticas de mercado e com um conjunto de parâmetros estabelecidos (Novaes, 2016). A avaliação da organização geralmente ocorre pela aplicação de um questionário no qual um grupo de pessoas, previamente selecionadas, respondem às questões estabelecidas pelo modelo. Um cálculo definirá o nível de maturidade em que o empreendimento se encontra para um determinado processo (Novaes, 2016).

Nesse contexto, o modelo apresentado pelo GAIA Riscos, em Gaffo e Barros (2012)<sup>[7]</sup>, é baseado em um questionário de avaliação diagnóstica cuja função é identificar, por meio das repostas fornecidas pelos usuários, o grau de maturidade com que o Desenvolvimento de Software

de uma organização atende ao framework. Dessa forma, o questionário proposto pelo GAIA Riscos organiza-se em sete grupos, que compreendem questões objetivas sobre cada um dos serviços do processo de Gestão de Riscos da ISO 31000. Os grupos são divididos da seguinte forma: estabelecer contexto, identificar riscos, analisar riscos, avaliar riscos, tratar riscos, monitoramento e controle e comunicação e consulta. As perguntas elaboradas pelo método GAIA tem os devidos pesos e pontuações considerados utilizados para determinar a pontuação de cada item e, assim, se chegar ao nível de maturidade. Os níveis de maturidade estabelecidos pelo método GAIA estão expressos na Figura a seguir.

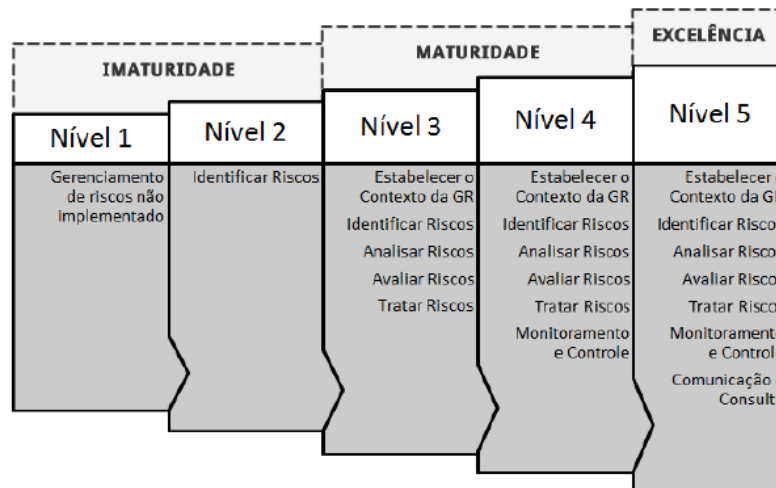


Figura 1: Framework GAIA Riscos.

Outro método observado foi o construído pelo TCU – Tribunal de Contas da União, Modelo de Avaliação da Maturidade Organizacional em Gestão de Riscos, modelo esse que, segundo o TCU, foi baseado nos modelos de gerenciamento de riscos COSO GRC (COSO, 2004<sup>[10]</sup>, 20114<sup>[11]</sup>), ABNT NBR ISO 31000 Gestão de Riscos – Princípios e Diretrizes (ABNT, 2009<sup>[8]</sup>) e Orange Book (UK, 2004, 2009), bem como da IN-MP/CGU n. 1/2016. O modelo proposto pelo TCU é composto das quatro dimensões ilustradas na Figura 2 a seguir e sua aplicação apoia-se nos critérios para avaliação da maturidade em gestão de riscos desenvolvida por esse órgão.



Figura 2: Modelo de avaliação da maturidade em gestão de riscos elaborado pelo TCU (2018).<sup>[13]</sup>

O trabalho desenvolvido pelo TCU considera para a determinação do nível de maturidade as capacidades existentes na organização em termos de liderança, políticas e estratégias. Para isso,

é necessário avaliar se os princípios, a estrutura (ou os componentes) e os processos colocados em prática para o gerenciamento de riscos por toda a organização estão presentes e funcionando integrados aos processos de gestão, desde o planejamento estratégico até os projetos e processos de todas as áreas, funções e atividades relevantes para o alcance dos objetivos-chave da organização.

Podemos observar que os modelos descritos não pertencem ao contexto da mineradora ou de segurança de barragens, entretanto, esses modelos estão apoiados na ISO 31000, que fornece princípios e diretrizes para gerenciar qualquer tipo de risco em toda ou em parte de qualquer organização. Trata-se de uma norma geral, independentemente de indústria, setor ou área, e não concorre com outras normas sobre gestão de riscos em áreas específicas (ABNT, 2009)<sup>[8]</sup>.

Portanto, os objetivos da norma ISO 3100 são servir como guia em matéria de gestão de riscos e harmonizar os processos, fornecendo uma abordagem comum, que pode ser aplicada a uma gama de atividades, incluindo estratégias, decisões, operações, processos, funções, projetos, produtos, serviços e ativos (ABNT, 2009)<sup>[8]</sup>. Assim, sua lógica é bastante simples e estrutura-se em três partes fundamentais inter-relacionadas: os princípios, a estrutura e o processo de gestão de risco.

Sendo assim, este trabalho adaptou os modelos de maturidade descritos dentro do contexto de gestão de riscos no gerenciamento da segurança de barragens de rejeito, uma vez que a norma ISO 31000 pode ser utilizada para qualquer atividade. Nesse contexto, o Instituto de Auditores Internos do Brasil, no seu guia prático “Avaliando a Adequação do Gerenciamento de Risco Usando a ISO 31000”<sup>[11]</sup>, vem afirmar que modelo de maturidade tem como base a afirmação de que a qualidade do processo de gerenciamento de riscos de uma organização deve melhorar com o tempo. Sistemas imaturos de gerenciamento de riscos trazem muito pouco retorno para o investimento que foi feito e, muitas vezes, operam como uma despesa geral de conformidade ou como uma imposição, mais preocupados com o reporte dos riscos do que com seu tratamento eficaz. Também afirma que ISO 31000 contém uma lista de práticas e “princípios” importantes que devem ser o ponto de partida para qualquer avaliação de maturidade. Esses princípios não resolvem apenas se “o elemento do processo ou sistema existe”, mas também se “é eficaz e relevante para sua organização” e “agrega valor”.

### **3 METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DA MATURIDADE NA GESTÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITO**

A metodologia proposta inicia-se com a aplicação de um questionário aos responsáveis pela gestão de segurança da barragem de rejeito da organização em análise. Esse questionário possui sete itens, sendo que cada item possui um número variado de perguntas. Eles representam cada etapa do processo de gestão de riscos da ISO 31000. O referido questionário foi baseado na metodologia GAIA Riscos, Gaffo e Barros (2012)<sup>[7]</sup>, sendo adaptado para a gestão de segurança de barragens.

O processo de gestão de riscos da ISO 31000 que norteia o questionário é composto pelas seguintes etapas:

1. Comunicação e consulta: Durante todas as etapas ou atividades do processo de gestão de riscos, deve haver uma efetiva comunicação informativa e consultiva entre a organização e as partes interessadas, internas e externas, com o objetivo de estabelecer o contexto apropriadamente e assegurar que as visões e as percepções das partes interessadas, incluindo necessidades, suposições, conceitos e preocupações, sejam identificadas, registradas e levadas em consideração, como também assegurar que os riscos sejam identificados e analisados adequadamente, reunindo áreas diferentes de especialização.
2. Estabelecimento do contexto: Contexto é o ambiente no qual uma organização busca atingir seus objetivos e estes são uma parte importante da definição daquele, pois a gestão de riscos ocorre no contexto dos objetivos da organização. Assim, os objetivos do processo, do projeto ou da atividade que está sendo objeto do processo de gestão de riscos devem ser considerados no contexto dos objetivos da organização como um todo, de modo a assegurar a identificação dos riscos do objeto que sejam significativos para os objetivos da organização.
3. Identificação de riscos: Identificação de riscos é o processo de busca, reconhecimento e descrição de riscos, tendo como base o contexto estabelecido e apoiado na comunicação e na consulta com as partes interessadas, internas e externas (ABNT, 2009)<sup>[8]</sup>. O objetivo é produzir uma lista abrangente de riscos, incluindo causas, fontes e eventos, que possam ter um impacto na consecução dos objetivos identificados na etapa de estabelecimento do contexto.
4. Análise de riscos: A análise de riscos é o processo de compreender a natureza do risco e determinar seu nível, fornecendo a base para a avaliação e para as decisões sobre o tratamento de riscos (ABNT, 2009)<sup>[8]</sup>.
5. Avaliação de riscos: A finalidade da avaliação de riscos é auxiliar na tomada de decisões com base nos resultados da análise de riscos, sobre quais riscos necessitam de tratamento e a prioridade para a implementação do tratamento. Envolve comparar o nível de risco com os critérios de risco estabelecidos quando o contexto foi considerado, para determinar se o risco e/ou sua magnitude são aceitáveis ou toleráveis ou se algum tratamento é exigido (ABNT, 2009)<sup>[8]</sup>.
6. Tratamento de riscos: O tratamento de riscos envolve a seleção de uma ou mais opções para modificar o nível do risco (a probabilidade ou o impacto) e a elaboração de planos de tratamento que, uma vez implementados, implicarão a introdução de novos controles ou a modificação dos existentes. Um dos benefícios da gestão de riscos é exatamente o rigor que este proporciona ao processo de identificação e seleção de alternativas de respostas aos riscos (ABNT, 2009<sup>[8]</sup>; COSO, 2014<sup>[11]</sup>).
7. Monitoramento e controle: O monitoramento e controle são partes integrantes e essenciais da gestão de riscos e uma das etapas mais importantes do processo de gestão de riscos, cuja finalidade é detectar mudanças no contexto externo e interno, incluindo alterações nos critérios de risco e no próprio risco, que podem requerer revisão dos

tratamentos atualmente adotados e suas prioridades, e levar à identificação de riscos emergentes.

Definidos os itens que servirão de base para o questionário, foram confeccionadas as perguntas para cada item com base no GAIA Riscos, Gaffo e Barros (2012)<sup>[7]</sup>, sendo que as perguntas foram adaptas para o caso em estudo. A seguir, temos as perguntas referentes a cada item, sendo que cada item possui determinado peso. Vale salientar que o questionário deverá ser respondido no mínimo pelo gerente de gestão de segurança de barragens da mineradora em análise. Os pesos atribuídos a cada item serão utilizados para calcular a média ponderada do índice global de maturidade do empreendimento em análise, utilizando para o cálculo o índice de maturidade de cada item, como explicado logo a seguir.

### 3.1 Estabelecer contexto (peso 0,4)

O questionário relativo a esse item tem o objetivo de medir o grau com que as atividades do processo de estabelecimento do contexto estão presentes na gestão de riscos da segurança da barragem de rejeito. O contexto inclui elementos como políticas de gestão de riscos, critérios, métodos, premissas e restrições do GR. Para avaliar o grau com que a gestão de segurança da barragem atende às finalidades dessa atividade, as seguintes questões são propostas:

- 1: A mineradora possui critérios e parâmetros bem-definidos para identificar os riscos presentes na barragem de rejeito?
- 2: A mineradora define claramente os objetivos do Gerenciamento de Risco (GR) da segurança da barragem?
- 3: A mineradora define claramente o escopo do Gerenciamento de Risco da segurança da barragem?
- 4: A mineradora define claramente as responsabilidades do Gerenciamento de Risco da segurança da barragem?
- 5: A mineradora define claramente políticas, normas, regulamentações e guias para o Gerenciamento de risco da segurança da barragem?
- 6: A mineradora define claramente metodologias para avaliar os riscos associados à segurança da barragem?
- 7 A mineradora define claramente níveis de aceitação ou tolerância para os riscos associados à segurança da barragem?
- 8: A mineradora define claramente a metodologia para determinar probabilidade de ocorrência de um risco associado à segurança da barragem?
- 9: A mineradora define claramente as decisões necessárias no caso de um risco se concretizar?
- 10: A mineradora define as premissas e as restrições do processo de Gerenciamento de Risco da segurança da barragem?



### 3.2 Identificar riscos (peso 0,3)

O questionário relativo a esse item tem o objetivo de medir o grau em que se encontra o processo de identificação dos riscos associados à segurança da barragem. Esse processo inclui atividades para identificar as fontes de riscos, suas causas, probabilidade de ocorrência e áreas de impacto para gerar uma lista de riscos. Para avaliar o grau com que a segurança de barragem atende às finalidades dessa atividade, as seguintes questões são propostas:

- 1: A mineradora busca identificar as fontes causadoras de riscos relacionadas à segurança da barragem?
- 2: A mineradora documenta de maneira clara e completa uma lista com os riscos identificados e suas descrições?
- 3: Tais riscos são identificados em sessões de avaliação multidisciplinares, com público diversos e contemplando todos os pontos de vista necessários?
- 4: Se necessário, a mineradora busca auxílio em outras pessoas com conhecimentos apropriados sobre segurança de barragens? Tais pessoas são reconhecidamente competentes no tema?
- 5: A mineradora documenta de maneira clara outras ameaças atreladas a um determinado risco?
- 6: As informações utilizadas para identificar os riscos sempre estão atualizadas? As estruturas possuem documentação construtiva atualizada (exemplo: *As-Builts ou As-Is*)
- 7: Se necessário, a mineradora utiliza ferramentas e técnicas específicas para identificar os riscos associados à barragem de rejeito?
- 8: Quando um risco é documentado, as áreas de impacto, suas causas e as consequências possíveis complementam a identificação dos riscos? Baseado na legislação atual, há uma mapa de inundação a jusante da estrutura?

### 3.3 Analisar riscos (peso 0,1)

O questionário relativo a esse item tem o objetivo de medir o grau em que a atividade do processo de análise dos riscos está na gestão de segurança da barragem de rejeito. Esse processo inclui atividades para filtrar os riscos identificados, mantendo apenas os mais relevantes com os critérios e parâmetros. Para avaliar o grau em que a segurança de barragem atende às finalidades dessa atividade, são propostas as seguintes questões:

- 1: A mineradora busca compreender o risco após sua identificação?
- 2: Quando um risco é compreendido, causas, impactos, consequências e probabilidade de ocorrência são levados em consideração?
- 3: Riscos com maior probabilidade de ocorrer ou com maiores impactos à segurança da barragem são analisados de maneira especial?
- 4: A mineradora documenta de maneira clara e completa a lista dos riscos analisados?



- 5: Se novos riscos surgirem durante a análise de uma ameaça, eles são inclusos na lista de riscos identificados?
- 6: A mineradora realiza análises quantitativas, qualitativas ou uma combinação das duas para determinar o impacto de uma ameaça?
- 7: A análise dos riscos leva em consideração a documentação da barragem?
- 8: As decisões que impactam as barragens levam em conta as análises de riscos realizadas para aquela estrutura? Há evidências que as decisões tomadas no passado estavam suportadas por avaliações de risco robustas?

### 3.4 Avaliar riscos (peso 0,2)

O questionário relativo a esse item tem o objetivo medir o grau em que as atividades do processo de avaliação dos riscos estão presentes na gestão de segurança da barragem. Esse processo inclui atividades para quantificar os riscos e para classificá-los de acordo com sua probabilidade de ocorrência e criticidade. Para avaliar o grau em que a gestão de segurança da barragem atende às finalidades dessa atividade, as seguintes questões são propostas:

- 1: A mineradora possui um apetite de risco definido e claro para suas estruturas? Apetite esse que pode ser definido em termos de nível de risco (probabilidade x severidade)? Este apetite de risco é menor do que os requisitos mínimos da lei brasileira?
- 2: A mineradora utiliza os dados da análise de riscos para determinar se um risco será aceito ou não?
- 3: A mineradora utiliza os dados da análise de riscos para estabelecer os riscos com maior prioridade?
- 4: A mineradora compara os dados obtidos durante a análise de riscos com os parâmetros e critérios estabelecidos?
- 5: A avaliação de severidade contempla potenciais impactos, como fatalidades, impactos ambientais, econômicos, sociais e legais?

### 3.5 Tratar riscos (peso 0,1)

O questionário relativo a esse item tem o objetivo de medir o grau em que as atividades do processo de tratamento dos riscos estão presentes na gestão de segurança da barragem. Esse processo inclui atividades para implementar e elaborar os planos de tratamento e determinar a aceitação dos riscos residuais. Para avaliar o grau em que a gestão de segurança da barragem atende às finalidades dessa atividade, as seguintes questões são propostas:

- 1: A mineradora possui algum processo para avaliar as opções de tratamento de um determinado risco?
- 2: A mineradora avalia os riscos residuais para determinar se eles são toleráveis ou não?
- 3: Caso um risco residual não seja tolerável, a mineradora possui um processo de tratamento dessa ameaça?

- 4: A mineradora avalia a efetividade do tratamento realizado?
- 5: Se houver dados decorrentes da avaliação de efetividade do tratamento, estes são armazenados em um banco de dados histórico?
- 6: A mineradora define um cronograma para tratamento dos riscos?
- 7: A mineradora elabora planos de contingência para ser executado caso um risco se concretize?

### 3.6 Monitoramento e controle (peso 0,2)

O questionário relativo a esse item tem o objetivo de medir o grau em que as atividades do processo de monitoramento e controle estão presentes na gestão de segurança da barragem. Esse processo inclui atividades para garantir que a gestão de segurança da barragem está relevante e efetiva frente aos planos. Para avaliar o grau em que a gestão de segurança da barragem atende às finalidades dessa atividade, as seguintes questões são propostas:

- 1: A mineradora possui controle bem mapeados e definidos para mitigação dos riscos identificados?
- 2: Estes controles são regularmente avaliados quanto à sua efetividade e possíveis problemas são prontamente endereçados?
- 3: Caso detectada ineficiência de controles, a avaliação do risco residual é revisada para checar se ainda se encontra no nível tolerável?
- 4: A mineradora utiliza os dados do tratamento para avaliar a eficácia e a eficiência do GR?
- 5: A mineradora se preocupa com mudanças no contexto interno e externo da barragem?
- 6: A mineradora realiza reavaliações constantes em seus planos do projeto para identificar novos riscos?
- 7: A mineradora possui métodos para armazenar e recuperar as informações do GR?
- 8: A mineradora armazena informações sobre custos e esforços necessários para manter o GR?
- 9: Existem políticas que determinam por quanto tempo a informação deve ser mantida no banco de dados histórico do GR?
- 10: A mineradora utiliza os dados armazenados para incentivar os *stakeholders* para melhorar continuamente o GR?
- 11: Os dados de monitoramento são auditados de forma sistemática (interna ou externamente) por equipes técnicas e independentes?
- 12: Os dados de monitoramento são compartilhados com outros stakeholders (fiscalização, comunidades) de forma a dar maior transparência à gestão da estrutura?

### 3.7 Comunicação e Consulta (peso 0,1)

O questionário relativo a esse item tem o objetivo de medir o grau em que as atividades do processo de comunicação e consulta estão presentes na gestão de segurança da barragem. Esse processo inclui atividades para garantir que os interesses e conhecimentos de todos os *stakeholders* sejam entendidos e considerados. Para avaliar o grau em que a gestão de segurança da barragem atende às finalidades dessa atividade, as seguintes questões são propostas:

- 1: A mineradora comunica e consulta as partes interessadas para estabelecer o contexto do GR?
- 2: A mineradora considera e entende os interesses dos *stakeholders*?
- 3: A mineradora agrega o conhecimento de diferentes áreas para auxiliar no processo de análise dos riscos? Estão presentes profissionais das áreas sociais, relacionamento, meio ambiente, segurança, saúde com conhecimento de contexto das populações a jusante das estruturas?
- 4: A mineradora elabora um plano que rege a comunicação entre as partes interessadas?
- 5: A mineradora considera o conhecimento de diferentes áreas para auxiliar na tomada de decisão?
- 6: A mineradora fornece meios para comunicar os assuntos referentes aos riscos?
- 7: A mineradora distribui as informações relevantes a todos os membros da equipe, respeitando os dados confidenciais e a integridade do conteúdo?
- 8: As comunidades a jusante da estrutura: Elas conhecem a empresa? Elas sabem da existência das estruturas? Há um plano de visitas guiadas e engajamento destes públicos? Há planos de evacuação e simulados conforme a lei?

Cada pergunta terá cinco alternativas, sendo que cada alternativa terá uma pontuação de no máximo 3 e no mínimo -3, conforme quadro a seguir.

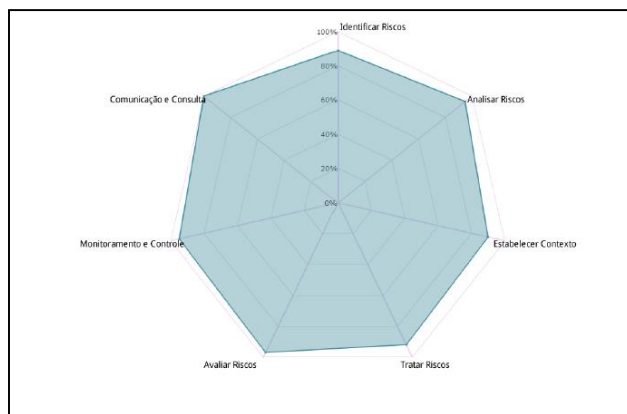
### 3.8 Fator multiplicador das perguntas

A	Sim, bem-definido e é de conhecimentos de todos	3
B	Sim, bem-definido, mas não são divulgados	2
C	Desconhece esta informação	0
D	Faz parcialmente, mas não são conhecidos	-2
E	Não	-3

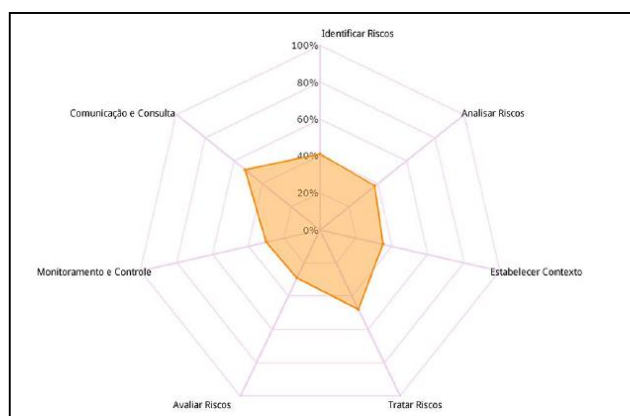
**Quadro 1: Alternativas de respostas das perguntas.**

O índice de maturidade de cada item do processo de gestão de riscos é apurado tomando-se o somatório de pontos do conjunto de questões que a compõe e calculando-se a razão entre a pontuação alcançada e a pontuação máxima possível, expressando esse quociente com um número entre 0% e 100%. O índice de maturidade global da gestão de riscos é obtido pela média ponderada dos índices de maturidade dos serviços pelos pesos correspondentes de cada um.

Os índices de maturidade de cada item serão apresentados em gráficos radar (Figura 3 e Figura 4), pois, assim, é possível ter uma visão clara de onde está satisfatório e onde devem ser concentrados os esforços para melhorias imediatas.



**Figura 3: Exemplo de apresentação dos resultados.**



**Figura 4: Exemplo de apresentação dos resultados.**

Realizados os cálculos de maturidade da gestão de segurança da barragem através da metodologia descrita, será classificado o nível de maturidade da gestão de risco referente às barragens de rejeito por meio da Figura 5:

ÍNDICE DE MATURIDADE APURADO	NÍVEL DE MATURIDADE
De 0% a 20%	Inicial
De 20,1% a 40%	Básico
De 40,1% a 60%	Intermediário
De 60,1% a 80%	Aprimorado
De 80,1% a 100%	Avançado

**Figura 5: Índice de maturidade de gestão de risco, adaptado do TCU.**

## 4 VALIDAÇÃO DA METODOLOGIA

Para validação da metodologia proposta, foi aplicado em três mineradoras distintas o questionário proposto neste trabalho. Vale ressaltar que todas as mineradoras que participaram desta pesquisa possuem barragens de rejeito incluídas na Política Nacional de Segurança de Barragens.

As mineradoras não serão identificadas por motivo de privacidade. No caso das três mineradoras, quem se propôs a responder ao questionário foram os respectivos responsáveis pelas estruturas. Para apresentarmos os resultados obtidos, as mineradoras serão denominadas como Mineradora A, Mineradora B e Mineradora C.

### 4.1 Apresentação dos resultados

Tabela 1: Índice de maturidade da Mineradora A.

Item analisado	Pontuação máxima	Pontuação atingida	Índice de maturidade
Estabelecer contexto	30	3	10,00%
Identificar riscos	21	16	76,19%
Analisar riscos	21	18	85,71%
Avaliar riscos	9	-6	-66,67%
Tratar riscos	21	-9	-42,86%
Monitoramento e controle	21	-4	-19,05%
Comunicação e consulta	21	-9	-42,86%

O índice global alcançado pela Mineradora A foi de **6,94%**.

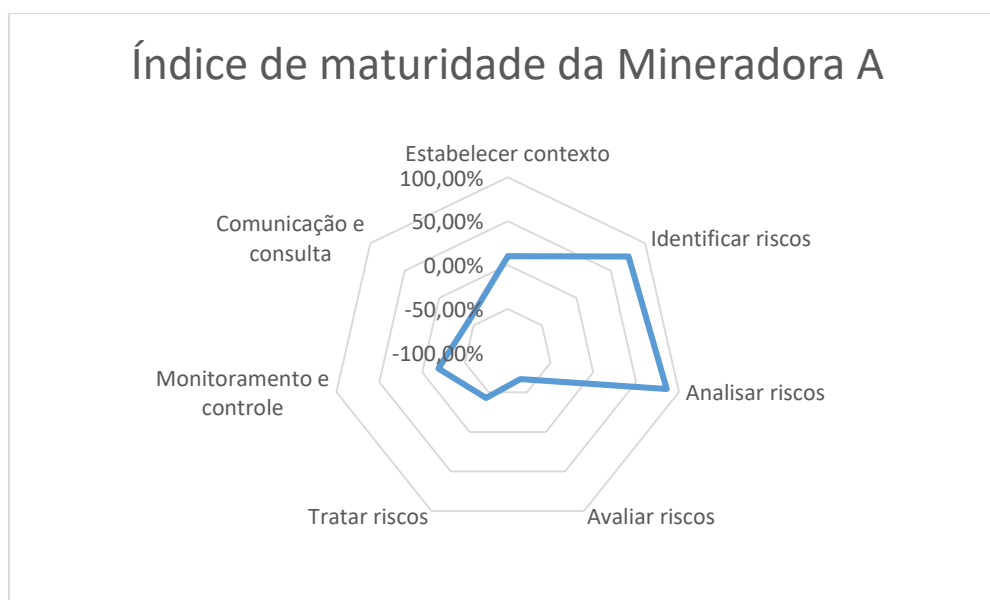


Gráfico 1: Índice de maturidade da Mineradora A.

Tabela 2: Índice de maturidade da Mineradora B.

Item analisado	Pontuação máxima	Pontuação atingida	Índice de maturidade
Estabelecer contexto	30	15	50,00%
Identificar riscos	21	16	76,19%
Analisar riscos	21	21	100,00%

Avaliar riscos	9	8	88,89%
Tratar riscos	21	21	100,00%
Monitoramento e controle	21	21	100,00%
Comunicação e consulta	21	21	100,00%

O índice global alcançado pela Mineradora B foi de **79,02%**.

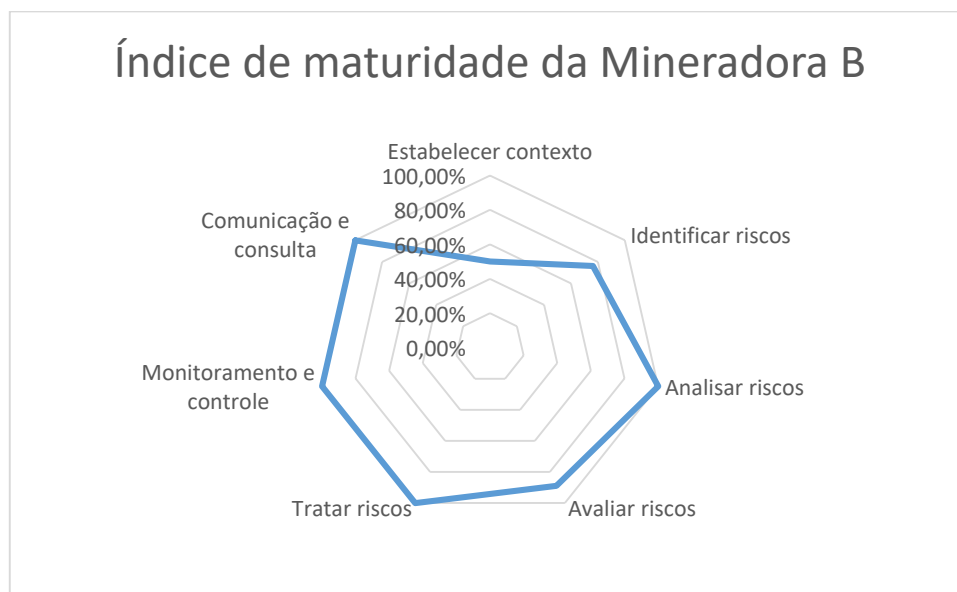
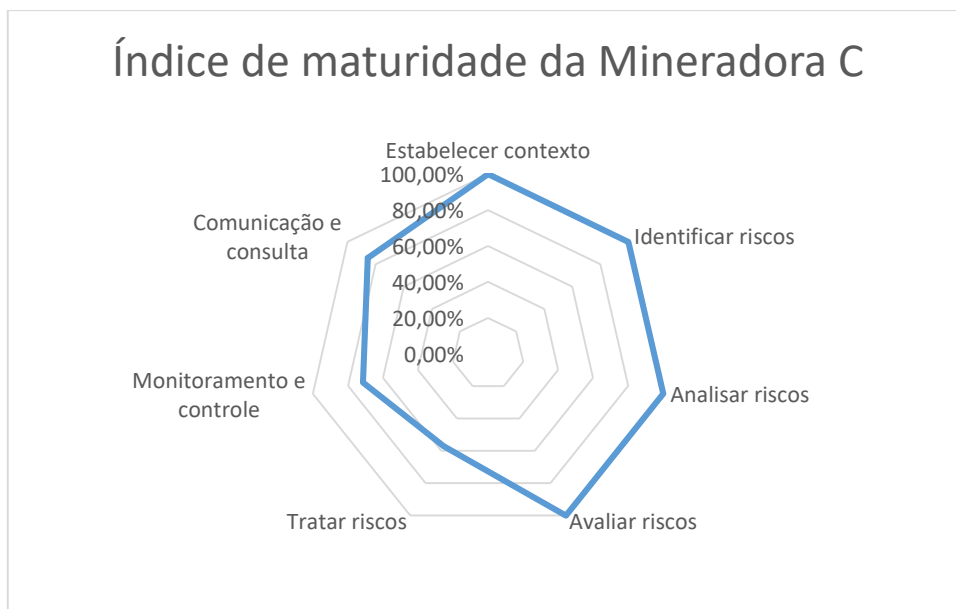


Gráfico 2: Índice de Maturidade da Mineradora B.

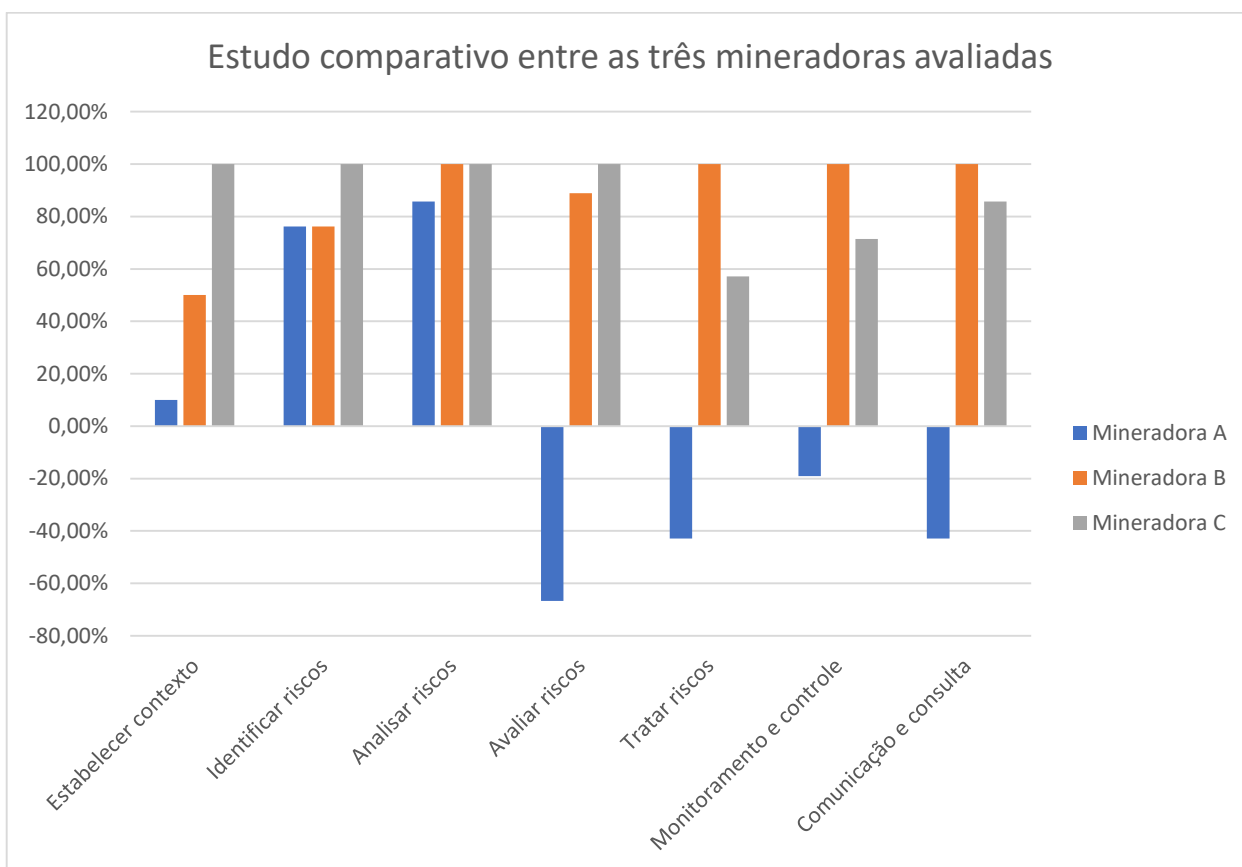
Tabela 3: Índice de maturidade da Mineradora C.

Item analisado	Pontuação máxima	Pontuação atingida	Índice de maturidade
Estabelecer contexto	30	30	100,00%
Identificar riscos	21	21	100,00%
Analisar riscos	21	21	100,00%
Avaliar riscos	9	9	100,00%
Tratar riscos	21	12	57,14%
Monitoramento e controle	21	15	71,43%
Comunicação e consulta	21	18	85,71%

O índice global alcançado pela Mineradora C foi de **91,84%**.



**Gráfico 3: Índice de Maturidade da Mineradora C.**



**Gráfico 4: Índice de maturidade comparativo.**

Os resultados nos mostram que a mineradora C obteve um índice de maturidade maior, 91,84%, sendo que necessita de atenção na fase de tratar os risco e monitoramento e controle. Também observamos que a mineradora A teve alguns índices negativos o que indica que não há controle nos referidos itens ou que não são realizados. Nos gráficos de cada mineradora podemos observar onde há a necessidade de intervenções no processo de gestão de riscos da segurança das barragens.



Com relação a classificação da maturidade neste estudo de caso obtemos a seguinte classificação das mineradoras em estudo.

ÍNDICE DE MATURIDADE APURADO	NÍVEL DE MATURIDADE
De 0% a 20%	Inicial
De 20,1% a 40%	Básico
De 40,1% a 60%	Intermediário
De 60,1% a 80%	Aprimorado
De 80,1% a 100%	Avançado

Figura 6: Índice de maturidade de gestão de risco, adaptado do TCU.

- Mineradora A possui índice global de maturidade de 6,94%, portanto, é classificada como Inicial, necessitando de intervenções urgentes para melhorar sua classificação.
- Mineradora B, índice global de maturidade 79,02%, portanto classificada como Aprimorado, necessitando de injeções para atingir o nível avançado.
- Mineradora C, índice global de maturidade 91,84%, portanto, classificada como Avançado, entretanto, necessita de atenção no tratamento de risco, como pode ser observado nos Gráficos 3 e 4.

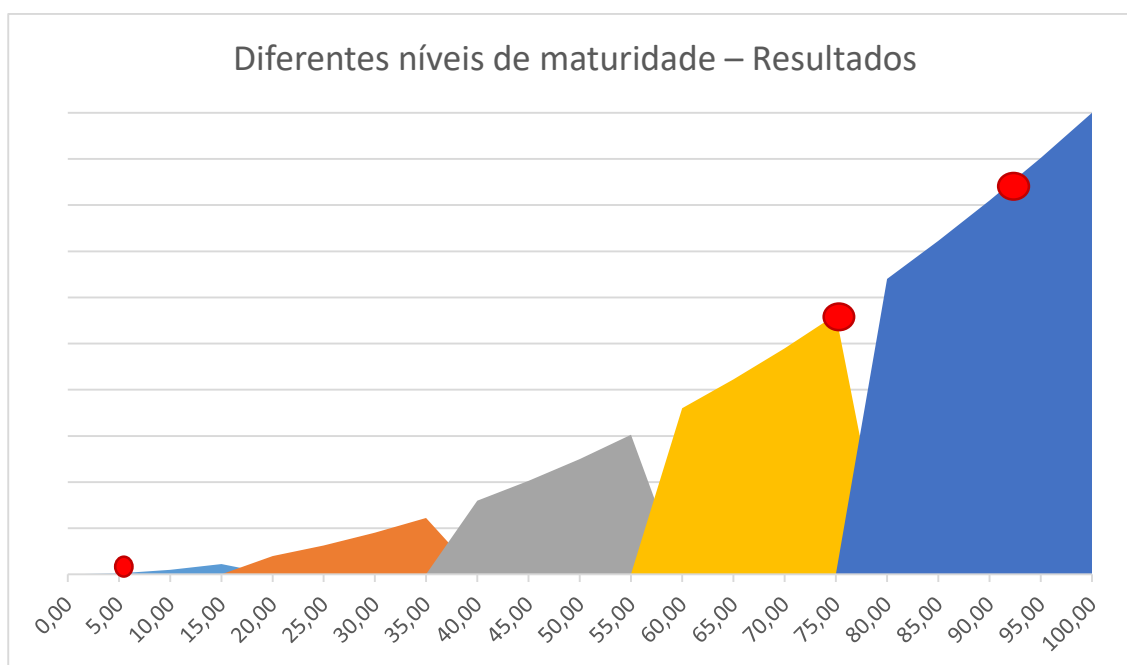


Gráfico 5: Diferentes níveis de maturidade e resultados.

## 5 CONCLUSÃO

Após a apresentação da metodologia no estudo de caso descrito neste trabalho, concluímos que ela é aplicável para verificação da maturidade de riscos na gestão de segurança de barragens de rejeito, pois ela é baseada na ISO 31000, que pode ser utilizada para qualquer tipo de



organização. Os resultados mostraram, por meio de gráficos e índices de maturidade calculados, onde cada mineradora deve priorizar suas intervenções para que se alcance uma maturidade avançada na gestão de riscos.

Outro ponto-chave da metodologia que pode e deve ser aprimorado é a aplicação e a revisão do questionário, uma vez que neste trabalho foi feita a aplicação do questionário de maneira informal, o ideal seria um auditor externo aplicá-lo após uma auditoria, resguardando a independência e a impessoalidade na apuração do resultado. Por fim, acreditamos que a metodologia é totalmente aplicável sendo mais uma ferramenta para a gestão de riscos nas barragens de rejeito, trançada a um diagnóstico da gestão dos riscos com base na ISO 31000.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. Estabelece a política nacional de segurança de barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Brasil.
- [2] Klimkiewicz, B. E. (2016). *Gestão de Risco Aplicado a Obras de Barragem*. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.
- [3] ALMEIDA, A. B. Emergência e gestão do risco. In: Curso de Exploração e Segurança de Barragens. Capítulo 7. Lisboa: Instituto Nacional da Água (INAG), 2001
- [4] Silva, E. T. G. (2012). *Barragens Hidrelétricas e Desastres: Uma Avaliação de Metodologias de Gestão de Risco Ambiental*. Dissertação (Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Planejamento e Gestão Ambiental Universidade Católica de Brasília, DF, Brasil.
- [5] LADEIRA, J. E. R. Avaliação de Segurança em Barragem de Terra, Sob o Cenário de Erosão Tubular Regressiva, por Métodos Probabilísticos. O Caso UHE São Simão. 2007. 230 f. dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) Escola de Engenharia. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2007
- [6] Cruz, C. O., Rodovalho E. C. *Application of ISO 31000 standard on tailings dam safety* (2019). Revista Escola de Minas.
- [7] Gaffo, F. H., Barros, R. M. (2012) *GAIA Risks: A risk management framework*. In: Proceedings of the 25th International Conference on Computer Applications in Industry and Engineering, v. 1, p. 57-62.
- [8] ABNT. ISO 31.000. *Gestão de Riscos: Princípios e Diretrizes*, 2019.
- [9] Novaes, B. F. (2016). *Análise da maturidade em gestão de riscos no MP: proposição e aplicação de um instrumento de avaliação orientado aos processos de TI*. Dissertação (Mestrado Profissional em Computação Aplicada) – Universidade Federal de Brasília, Brasília, DF, Brasil.
- [10] COMMITTEE OF SPONSORING ORGANIZATIONS OF THE TREADWAY COMMISSION (COSO). Enterprise Risk Management - Integrated Framework, AICPA: New York, 2004.

- [11] COMMITTEE OF SPONSORING ORGANIZATIONS OF THE TREADWAY COMISSION - COSO. (2014) Welcome to COSO and About us. Disponível em: . Acesso em: 04 fev. 2014.
- [12] TCU. Tribunal de Contas da União. (2018) *Manual de Gestão de Riscos Avaliação da Maturidade*.
- [13] Instituto dos Auditores Internos do Brasil. *Avaliando a Adequação do Gerenciamento de Riscos Usando a ISO 31000*, 2018.

**COMO CITAR ESTE ARTIGO:**

Araujo, F., & CRUZ, C. O. (2022). AVALIAÇÃO DA MATURIDADE NA GESTÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITOS. *HOLOS*, 6. Recuperado de <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/12563>

**SOBRE OS AUTORES**

**F. ARAUJO**

Universidade Federal de Ouro Preto

E-mail: [frankaraujo82@gmail.com](mailto:frankaraujo82@gmail.com)

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1688-0562>

**C. O. CRUZ**

Agencia Nacional de Mineração Universidade Federal de Ouro Preto

E-mail: [claudinei.cruz@anm.gov.br](mailto:claudinei.cruz@anm.gov.br)

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2112-8770>

**Editor(a) Responsável:** Francinaide de Lima Silva Nascimento

**Pareceristas Ad Hoc:** Aline Nunes



Recebido: 05 de junho de 2020

Aceito: 28 de Setembro de 2021

Publicado: 28 de Dezembro de 2022