

DOI: 10.47094/COBRAMSEG2024/482

Uma proposta de guia para padronização de projetos de instrumentação geotécnica para sistemas de disposição em pilhas

Lilian T. Maier Swinka

Gerente de Inspeção e Monitoramento, Fugro, Curitiba, Brasil, lilian.maier@fugro.com

Laísa Berno Benetti

Engenheira de Obras, Fugro, Curitiba, Brasil, laisa.benetti@fugro.com

Hylltton Wyktor Dhannyells Bazan

Gerente Técnico, Vale S.A., Nova Lima, Brasil, h.bazan@vale.com

Braulio Araújo Rodrigues

Engenheiro Geotécnico Master, Vale S.A., Nova Lima, Brasil, braulio.rodrigues@vale.com

Pedro Vitor Máximo Pereira

Consultor, Alvarez & Marsal Brasil, Belo Horizonte, Brasil, ppereira@alvarezandmarsal.com

RESUMO: O setor de mineração no Brasil enfrenta atualmente um período de grandes desafios, sobretudo no desenvolvimento de práticas de governança e tecnologias para redução dos impactos socioambientais e econômicos, decorrentes de suas atividades. Nessa conjuntura, técnicas de disposição de resíduos de mineração em pilhas emergem como uma alternativa às barragens de rejeito. Dado que o emprego extensivo dessas técnicas é uma prática recente, torna-se fundamental a implementação de um programa eficaz de monitoramento geotécnico para gerenciamento de riscos e entendimento do comportamento dessas estruturas. O presente estudo aplica a abordagem sistêmica proposta por Dunnicliff (1988), conceitos de QA (Garantia da Qualidade) / QC (Controle de Qualidade) e ferramentas de governança ao contexto de projetos de instrumentação geotécnica para sistemas de disposição em pilhas, através de um guia. O guia propõe um planejamento abrangente do programa de monitoramento dessas estruturas, desde a declaração do escopo passando por etapas com orientações relativas ao conteúdo mínimo dos projetos em cada fase (conceitual, básico e executivo). No desafio de envolver todas as partes interessadas, desde a concepção do projeto até a entrega para a implantação, o guia incorpora ferramentas de governança com o intuito de definir claramente papéis e responsabilidades, evidenciando a interação entre áreas. Utilizando como referência as metodologias de QA/QC, o guia apresenta ferramentas para documentação das informações de instalação de instrumentação geotécnica, verificação com critérios de conformidade, registro de desvios de projeto e suas justificativas. Com a conclusão do guia, um projeto de instrumentação geotécnica de uma pilha de disposição de estéril e rejeito foi selecionado e avaliado quanto a aderência às orientações de conteúdo técnico e aos aspectos de governança propostos nesse documento. A partir deste diagnóstico ficou evidente a necessidade de diretrizes preestabelecidas para assegurar qualidade e eficiência na elaboração desses projetos.

PALAVRAS-CHAVE: Pilhas de rejeito e estéril, Projetos de instrumentação geotécnica, QA/QC, Ferramentas de governança.

ABSTRACT: The mining sector in Brazil is currently facing a period of great challenges, especially in the development of governance practices and technologies to reduce the socio-environmental and economic impacts resulting from its activities. In this context, techniques for disposing of mining waste in piles emerge as an alternative to tailings dams. Given that the extensive use of these techniques is a recent practice, it becomes fundamental to implement an effective geotechnical monitoring program for risk management and understanding the behavior of these structures. The present study applies the systemic approach proposed by Dunnicliff (1988), QA (Quality Assurance) / QC (Quality Control) concepts, and governance tools to the context of geotechnical instrumentation projects of disposal systems in piles through a guide. The guide proposes a comprehensive planning of the monitoring program of these structures, from the declaration of

scope and going through stages with guidelines related to the minimum content of projects in each phase (conceptual, basic, and executive). In the challenge of involving all stakeholders from the conception of the project to delivery for implementation, clearly defining their roles and responsibilities and highlighting the interaction between areas, the guide incorporates governance tools. Using QA/QC methodologies as a reference, the guide presents tools for documenting the information of geotechnical instrumentation installation, verification with compliance criteria, recording of project deviations and their justifications. With the conclusion of the guide, a geotechnical instrumentation project of a sterile and reject disposal pile was selected and evaluated for adherence to the technical content guidelines and the proposed governance aspects. From this diagnosis, the need for pre-established guidelines to ensure quality and efficiency in the preparation of these projects became evident.

KEYWORDS: Tailings and Waste Rock Stacking, Geotechnical Instrumentation Projects, QA/QC, Governance Tools.

1 INTRODUÇÃO

Souza et al. (2021) evidenciam o aumento no número de projetos de empilhamento de rejeitos filtrados, como uma tendência que reflete a preferência da indústria de mineração, nos últimos anos, por técnicas de disposição de resíduos que reduzam o volume total de rejeitos hidráulicamente depositados. Cacciuttolo & Atencio (2023) reiteram esse aumento, e reconhecem que essa técnica é amplamente aceita em todo o mundo como uma das soluções mais seguras e ambientalmente sustentáveis. Além das pilhas de disposição de rejeito, Souza et al. (2021) destacam que, devido à escassez de áreas disponíveis e o volume total de resíduos produzidos, a co-disposição de estéril e rejeito em uma única estrutura também é considerada uma alternativa favorável.

Considerando que a quantidade de projetos e implantações de empilhamento a seco, inclusive de grandes dimensões, vem crescendo rapidamente nos últimos anos, enquanto o estudo dos processos de filtragem e técnicas de disposição são desenvolvidos em paralelo, torna-se fundamental a implementação de um programa eficaz de monitoramento geotécnico para gerenciamento de riscos e entendimento do comportamento dessas estruturas.

O GISTM (2020) estabelece a necessidade de projetar, implementar e operar sistemas de monitoramento para gerenciar risco em todas as fases e ciclos de vida das estruturas de disposição de rejeito. A elaboração de projetos de monitoramento com instrumentação geotécnica para pilhas, no contexto de uma empresa de mineração passa, por várias fases distintas que demandam a colaboração de diferentes *stakeholders*. Manter a consistência e objetividade ao longo de um processo como este, sem diretrizes preestabelecidas, representa um desafio significativo. Ademais, conforme DiBiagio (2013) avalia, embora tenha ocorrido uma melhoria considerável na capacidade de realizar medições, registrar e processar dados, as informações fundamentais necessárias para planejar e executar um programa de instrumentação não estão prontamente disponíveis para os usuários. Do ponto de vista normativo, a NBR 13.029 trata da elaboração de projetos de disposição de rejeitos em pilha, enquanto a NRM 19 da ANM trata da disposição de estéril, rejeitos e produtos, ambas abordam o tema instrumentação e monitoramento de forma superficial.

Diante destas questões, no presente estudo a abordagem sistêmica de John Dunnycliff (DUNNICLIFF, 1988), conceitos da metodologia de QA/QC e ferramentas de governança foram aplicados a estrutura organizacional de elaboração de projetos de instrumentação geotécnica para pilhas da Vale S.A com o intuito de criar um guia com orientações destinadas a aprimorar, sobretudo, a qualidade técnica, ao definir as informações, definições, análises, justificativas e tomadas de decisão que a concepção do projeto deve abranger e devidamente registrar com etapas definidas, como evidenciado na Figura 1.



Figura 1. Fluxograma da estrutura geral do guia proposto.

2 PROGRAMAS DE MONITORAMENTO COM INSTRUMENTAÇÃO GEOTÉCNICA

A relevância dos programas de monitoramento no fornecimento de informações fundamentais para a avaliação do desempenho e segurança de estruturas geotécnicas é amplamente reconhecida. No contexto de pilhas, Hawley & Cuning (2017) pontuam a importância de iniciar o mais cedo possível um programa de monitoramento adequado, com o intuito de estabelecer uma linha de base inicial para avaliação do desempenho da estrutura.

DiBiagio (2013) destaca que programas de monitoramento, que combinam observação visual (informação qualitativa) e instrumentação (informação quantitativa) fornecem ao engenheiro geotécnico uma ferramenta poderosa, com potencial para grandes retornos científicos e econômicos, desde que sejam conduzidas as observações relevantes e as medições apropriadas, e com nível de precisão exigido, em conformidade com o que está sendo investigado.

O guia de projetos proposto no presente estudo se concentra no monitoramento com instrumentação geotécnica. Conforme Dunnycliff (1988) descreve, planejar um programa de monitoramento com instrumentação geotécnica inicia com a definição do objetivo e passa por uma série de etapas inteligíveis, terminando no planejamento de como os dados serão utilizados. O autor propõe uma série de 20 passos, listados na Tabela 1, que sistematizam a elaboração de um plano de monitoramento com instrumentação geotécnica.

Tabela 1. Etapas da abordagem sistêmica de Dunnycliff (1988)

1. Definir as condições de projeto	11. Planejar o registro de fatores que possam influenciar os dados medidos
2. Prever os mecanismos que controlam o comportamento	12. Estabelecer procedimento para garantir a veracidade das leituras
3. Definir questões geotécnicas que precisam ser respondidas	13. Listar o objetivo específico de cada instrumento
4. Definir o objetivo da instrumentação	14. Preparar o orçamento
5. Selecionar parâmetros a serem monitorados	15. Escrever a especificação de compras dos instrumentos
6. Prever a magnitude das variações	16. Planejar a instalação
7. Conceber plano de ações corretivas	17. Planejar a calibração regular e manutenção
8. Atribuir tarefas para as fases de projeto, construção e operação	18. Planejar a coleta de dados, processamento, apresentação, interpretação, relatório e implementação
9. Selecionar os instrumentos	19. Elaborar contratos para os serviços de instrumentação
10. Selecionar a locação dos instrumentos	20. Atualizar o orçamento

3 GOVERNANÇA APLICADA A PROJETOS DE INSTRUMENTAÇÃO GEOTÉCNICA

Julien (2023) destaca que a ideia de ter uma governança sólida e clara para a gestão das estruturas de armazenamento de rejeitos é considerada um componente-chave de um programa robusto de gestão de riscos. No guia, esse conceito foi incorporado ao âmbito do processo de elaboração de projetos de instrumentação de sistemas de disposição em pilhas da Vale S.A.

Na etapa 8 “Atribuir tarefas para as fases de projeto, construção e operação” Dunnycliff (1988) ressalta a importância de definir os responsáveis por cada tarefa do plano de monitoramento com instrumentação geotécnica. Para isso, no guia foram aplicadas três ferramentas de governança de processos: o fluxograma, que é uma representação visual do processo que evidencia as etapas e as interações entre os envolvidos; a SIPOC que é uma matriz que descreve os principais elementos do processo, como entradas, saídas, fornecedores, clientes e processos-chave; e a Matriz RASCI que é uma ferramenta que define as atribuições de cada envolvido no projeto, identificando quem é responsável por executar, quem é responsável por aprovar, quem deve ser consultado e quem deve ser informado.

Hawley & Cuning (2017) citam que o desenvolvimento de programas de monitoramento de pilhas deve ser realizado em colaboração com especialistas em geotecnia com conhecimento de projeto, construção, operação e monitoramento dessas estruturas. A governança proposta no guia inclui esses diferentes *stakeholders*, sobretudo em etapas de tomada de decisão, revisão e aprovação de projeto. No fluxo do processo foram incorporadas etapas de *design review* e *gates* técnicos. O *design review* tem o objetivo de assegurar que

o projeto atenda aos requisitos técnicos estabelecidos, identificar erros e pontos de melhoria e otimizar a eficiência. Os *gates* técnicos são pontos de controle no ciclo de vida do projeto, onde as entregas de uma etapa são revisadas e aprovadas, assegurando o progresso conforme planejado e atendimento aos requisitos. Ambas as ferramentas foram incorporadas para auxiliar o controle de qualidade do projeto através da colaboração dos especialistas multidisciplinares.

4 QA/QC APLICADO A PROJETOS E INSTALAÇÃO DE INSTRUMENTAÇÃO GEOTÉCNICA

Swinka (2023) menciona que os estudos de QA/QC desempenham um papel importante especialmente em projetos de instrumentação e monitoramento geotécnico, pois não só contribuem para aprimorar a qualidade global do projeto, mas também asseguram sua execução de maneira padronizada.

No contexto das estruturas de disposição de rejeitos, o GISTM (2020) enfatiza a importância de gerenciar a qualidade e a adequação do processo de construção e operação por meio da implementação de mecanismos de controle de qualidade, garantia de qualidade e aderência entre o projeto x obra (APO). Isso é considerado um requisito fundamental do princípio de planejar, construir e operar a estrutura de disposição de rejeitos de modo a garantir a gestão de riscos em todas as fases do ciclo de vida das estruturas, definido neste documento.

Com base nesses princípios, o guia proposto delineou requisitos de entrega para cada etapa, juntamente com as fases de *design review* e *gates* técnicos, em que as partes interessadas, identificadas nas ferramentas de governança (SIPOC e matriz RASCI), são envolvidas para validar a conformidade das entregas com os requisitos estabelecidos no guia, além de revisar e aprovar as tomadas de decisões e o conteúdo das entregas.

Para a etapa de instalação de instrumentação, o estudo propõe uma ferramenta destinada ao controle de qualidade e aderência ao projeto para alguns tipos de instrumentos geotécnicos comumente instalados em pilhas. Na etapa 11 “planejar o registro de fatores que possam influenciar os dados medidos” Dunnycliff (1988) destaca a importância de documentar os detalhes de cada instalação em fichas de registro, já que condições locais ou incomuns frequentemente influenciam as variáveis medidas. Posto isso, foram elaboradas fichas de registro de dados de instalação e *checklists* de controle para as fases de pré-instalação, instalação e pós-instalação.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Guia de projetos de instrumentação geotécnica para pilhas

Para a elaboração do guia, foi inicialmente conduzida uma avaliação da documentação interna existente, aplicável aos projetos de pilha e instrumentação geotécnica. Tal análise qualitativa teve por objetivo verificar a consideração de etapas da abordagem de Dunnycliff (1988), assim como dos conceitos de QA/QC e governança presentes nestes documentos. Adicionalmente, foram realizadas entrevistas com os principais *stakeholders* envolvidos em projetos de instrumentação geotécnica de pilhas, abrangendo áreas de engenharia, projetos, geotecnia, tecnologia, planejamento, operação, manutenção e monitoramento da Vale S.A. Foram identificados os principais pontos críticos do processo de elaboração de projetos, incluindo definições de fluxo, papéis e responsabilidades, interações entre áreas e a existência de normativos de referência, bem como lacunas identificadas nos projetos de instrumentação que afetam a implantação, operação e monitoramento.

Na sequência, as etapas da abordagem de Dunnycliff (1988) foram distribuídas em consonância com as etapas do processo de elaboração do projeto de instrumentação geotécnica de pilhas da Vale S.A, conforme apresentado na Figura 1.

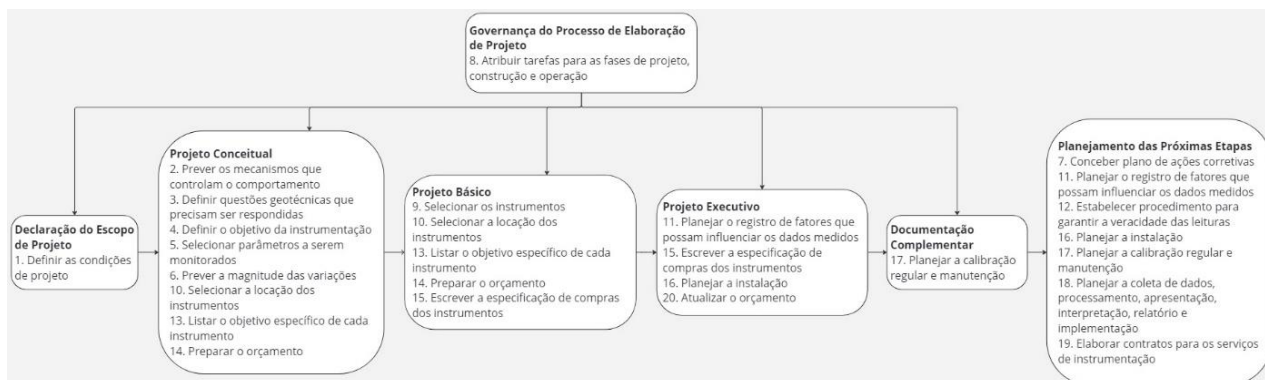


Figura 2. Etapas da abordagem de Dunnycliff (1988) distribuídas nas etapas do processo de elaboração de projetos de instrumentação geotécnica de pilhas da Vale S.A.

Como parte do estabelecimento da governança, foi elaborado um fluxograma do processo de elaboração de projeto de instrumentação geotécnica para pilhas. Na Figura 2 é apresentado um resumo do fluxograma proposto no guia. O fluxograma inclui as etapas de elaboração do conteúdo técnico (documentação de projeto e complementar), além de etapas de tomada de decisão, como a definição dos fatores condicionantes do projeto, a identificação dos *stakeholders* e a definição da estratégia de monitoramento da instrumentação. O fluxograma também prevê os pontos de revisão (*design review*) e aprovação do projeto para a próxima etapa (*gates técnicos*).

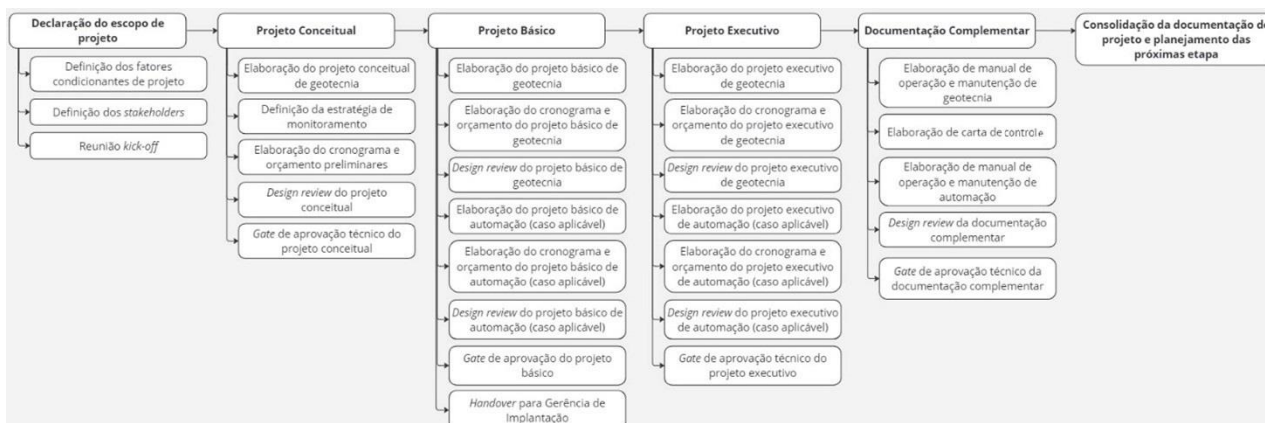


Figura 3. Fluxo resumido do processo de elaboração projetos de instrumentação geotécnica de pilhas da Vale S.A

A ferramenta SIPOC foi estruturada a partir do conteúdo do guia onde são definidas as entradas e saídas de cada atividade, que corresponde a cada etapa do fluxograma. Foram identificadas as áreas e gerências da Vale S.A que atuarão como fornecedores e clientes em cada atividade. A matriz RASCI foi estruturada definindo o nível de colaboração de cada área ou gerência da Vale S.A para cada etapa do fluxograma.

No guia foram estabelecidos os conteúdos mínimos que devem constar em cada documentação de fase de projeto (conceitual, básico, executivo e documentação complementar), organizados em capítulos que incorporam as etapas da abordagem de Dunnycliff (1988) pertinentes, juntamente com orientações específicas sobre a instrumentação geotécnica de pilhas. Algumas etapas que não estão diretamente relacionadas ao projeto foram incluídas no guia como observações para auxiliar no planejamento das próximas fases de implantação, operação e monitoramento. As tabelas a seguir apresentam as etapas que padronizam o processo de elaboração de projetos de instrumentação proposto no guia.

Tabela 2. Etapas e orientações para a declaração do escopo de projeto.

Definição dos fatores condicionantes de projeto - Masterplan; requisitos regulatórios ou normativos e padrões de qualidade; riscos e incertezas; documentação técnica da pilha, escopo do projeto, entre outros.

Definição dos stakeholders - Identificar os representantes de cada área ou gerência da Vale S.A que serão envolvidos no projeto, conforme governança definida no guia, e contratar o Projetista.

Reunião kick-off - Nomear responsáveis de cada área ou gerência da Vale S.A envolvida no processo; nomear o Projetista; apresentar os fatores condicionantes de projeto; introduzir o conteúdo do guia; alinhar as próximas etapas, conforme fluxograma definido no guia.

Tabela 3. Etapas, orientações e conteúdo mínimo do projeto conceitual.

Elaboração do projeto conceitual de geotecnia:

- Entendimento dos fatores condicionantes de projeto
 - Mecanismos que controlam o comportamento da estrutura geotécnica
 - Perguntas que devem ser respondidas
 - Determinar a localização do monitoramento dos parâmetros
 - Determinar a magnitude da variação de cada parâmetro
 - Definir a frequência de leitura de cada instrumento
 - Determinar o objetivo específico de cada instrumento
-

Definição da estratégia de monitoramento - Alinhamento entre projetista e partes interessadas da Vale S.A para definição de quais instrumentos serão lidos manualmente e quais serão automatizados.

Elaboração do projeto conceitual de automação:

- Definição do sistema de automação homologado pela Vale S.A será implantado
 - Arquitetura de solução de alto nível (HLD) e um layout inicial
-

Elaboração do cronograma e orçamento preliminares

Design review e gate de aprovação técnico do projeto conceitual

Tabela 4. Etapas, orientações e conteúdo mínimo do projeto básico.

Elaboração do projeto básico de geotecnia:

- Especificação técnica de geotecnia
 - Lista de materiais e serviços de geotecnia
 - Locação preliminar de geotecnia
-

Elaboração do cronograma e orçamento do projeto básico de geotecnia

Design review do projeto básico de geotecnia

Elaboração do projeto básico de automação:

- Descrição do sistema de automação
 - Especificação técnica de automação
 - Lista de materiais e serviços de automação
 - Locação preliminar de automação
-

Elaboração do cronograma e orçamento do projeto básico de automação

Design review do projeto básico de automação

Gate de aprovação do projeto básico e handover para gerência de implantação

Tabela 5. Etapas, orientações e conteúdo mínimo do projeto executivo.

Elaboração do projeto executivo de geotecnia:

- Contextualização
 - Descrição da solução de geotecnia
 - Especificação técnica de geotecnia
 - Procedimentos de instalação de geotecnia
 - Requisitos gerais de instalação de geotecnia
 - Procedimentos para coleta manual de dados
 - Procedimentos para conversão de dados brutos em unidades de engenharia
 - Locação e detalhes construtivos de geotecnia
 - Lista de materiais e serviços de geotecnia
-

Elaboração de cronograma e orçamento do projeto executivo de geotecnia

Design review do projeto executivo de geotecnia

Elaboração do projeto executivo de automação:

- Descrição da solução de automação
- Elaboração da especificação técnica de automação
- Requisitos gerais de instalação de automação
- Locação e detalhes construtivos de automação
- Lista de materiais e serviços de automação

Elaboração de cronograma e orçamento do projeto executivo de automação

Design review do projeto executivo de automação

Gate de aprovação técnico do projeto executivo

Elaboração da documentação complementar:

- Elaborar manual de operação e manutenção de geotecnia e de automação e carta de controle

Design review e gate de aprovação técnico da documentação complementar

Consolidação da documentação de projeto e planejamento das próximas etapas

5.2 Ferramentas de QA/QC para instalação de instrumentação geotécnica

Para a etapa de instalação foram elaboradas ferramentas de controle de qualidade e aderência de projeto vs. instalação para os seguintes instrumentos geotécnicos: piezômetro Casagrande e indicador de nível d'água; piezômetro elétrico de corda vibrante em furo de sondagem (método convencional e *fully grouted*); piezômetro elétrico de corda vibrante do tipo *driven point*; piezômetro elétrico de corda vibrante em instrumento de tubo aberto (piezômetro Casagrande ou indicador de nível d'água); inclinômetro convencional e *in-place*; marcos superficiais e prismas topográficos. A ferramenta de controle é composta por uma ficha de registros e um *checklist* específicos para cada instrumento.

A ficha de registros foi estruturada de forma a organizar as informações geradas durante a instalação e que devem ser registradas para subsidiar a verificação da conformidade com a especificação técnica e os detalhes construtivos definidos no projeto executivo, assim como de padrões de qualidade, e, conseqüentemente, auxiliar no controle de possíveis desvios. Esses registros servirão de base para a elaboração dos *as built* dos instrumentos, que, por sua vez, auxiliarão na interpretação dos resultados do monitoramento, particularmente, em relação ao comportamento previsto em projeto.

O *checklist* fornece instruções para verificações nas etapas de pré-instalação, instalação e pós-instalação. As verificações devem seguir os critérios de conformidade previamente estabelecidos no *checklist*. Em caso de não conformidade, ações a serem tomadas são sugeridas no *checklist*. Caso ocorram desvios, há um campo para que seja registrada a justificativa.

5.3 Avaliação do projeto básico de uma pilha de estéril e rejeito à luz do guia de projetos

Por fim, este estudo contemplou a avaliação de um projeto de pilha em andamento na Vale S.A à luz do guia proposto. A documentação do projeto foi confrontada com as orientações de conteúdo mínimo do guia e, por meio de entrevistas com os responsáveis por essa etapa, o fluxo estabelecido para a elaboração do projeto e o envolvimento dos *stakeholders* foi avaliado. Foram identificadas oportunidades de melhoria na governança do processo e no conteúdo da documentação de projeto. A partir desse diagnóstico ficou evidente a necessidade de diretrizes preestabelecidas para assegurar qualidade e eficiência na elaboração dos projetos.

6 CONCLUSÕES

O guia de projetos de instrumentação geotécnica para pilhas representa um avanço significativo na gestão de sistemas de disposição em pilhas da Vale S.A O guia contribui para assegurar a qualidade dos projetos, bem como garantir sua consistência e objetividade na sua elaboração. Um projeto completo, claro e objetivo irá refletir em eficiência na implantação, além de colaborar para a mitigação de erros de execução. Igualmente relevante, o projeto nestes moldes proporciona à fase de operação a condução de um monitoramento embasado no entendimento dos objetivos da instrumentação, na previsão de seu comportamento, na relação com o comportamento da estrutura e no gerenciamento de riscos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Vale S.A pelo fornecimento dos dados que foram fundamentais para a elaboração deste guia. Os autores acreditam que iniciativas como essa não apenas enriquecem a pesquisa em instrumentação geotécnica, mas também desempenham um papel fundamental no fortalecimento da segurança de pilhas de estéril e de rejeito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agência Nacional de Mineração (ANM) (2001). Norma Reguladora da Mineração. 19/2001. *NRM-19 - Disposição de Estéril, Rejeitos e Produtos*. Brasília: Distrito.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. *NBR 13.029: Mineração - Elaboração e apresentação de projeto de disposição de estéril em pilha*. 2017.
- Cacciuttolo, C.; Atencio, E. (2023) *Dry stacking of filtered tailings for large-scale production rates over 100,000 metric tons per day: Envisioning the sustainable facilities*. In: *Minerals*, 23, 1445.
- DiBiagio, E. (2013) *An homage to Ralph B. Peck. Field Instrumentation - The Link between Theory and Practice in Geotechnical Engineering*. In *Stories from NGI* (pp. 3–32). Norw. Geotec. Inst. (NGI). Oslo.
- Dunnicliff, J. (1988) *Geotechnical instrumentation for monitoring field performance*. In: *Measurement of total stress in soil*, New York: Wiley Interscience.
- GISTM (2020) *Padrão global da indústria para a gestão de rejeitos*. Disponível em: <<https://globaltailingsreview.org/>>. Acesso em: 03 de mai. 2024.
- Hawley, M. and Cunning, J. (2017) *Guidelines for Mine Waste Dump and Stockpile Design*. CSIRO Publishing, Clayton South, Australia.
- Julien, M. (2023) *The evolution of practice in the field of mine waste and water management in the last 10 years with supporting examples*. In: *25th International Conference on Paste, Thickened and Filtered Tailings*, University of Alberta, Edmonton, and Australian Centre for Geomechanics, Perth, pp. 2-14,
- Souza, L., Rógenes, E., Oliveira, S., Silveira, E., Marques, A., Coelho, A. (2021) *Co-disposal dumps in Brazil: challenges and opportunities*. In: *7th International Conference on Tailings Management*.
- Swinka, L.T.M (2023) *Proposta de metodologia de QA/QC no processo de automação de piezômetros: estudo de caso em uma estrutura geotécnica da mineração*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 172 p.