

A IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO GEOMECÂNICA (GCMS) NA VALE

Frederico N. Mendes Bezerra ¹; Samuel Carneiro ²

Resumo – Este trabalho visa relatar a implantação na Vale do seu Sistema de Gestão Geomecânico (GCMS) e discorrer sobre sua estrutura e objetivos. O GCMS está alinhado ao *Vale Production System* (VPS), sendo compostos por padrões normativos e procedimentos, auxiliados por ferramentas de gestão e rotinas. Ele vem sendo implementado para o gerenciamento de desempenho e dos riscos dos ativos de cavas, taludes, pilhas de estéril e produto, além de minas subterrâneas. O GCMS traz em seus objetivos que, através de seu uso, não se materializem eventos que causem danos às pessoas, aos ativos e ao meio ambiente. O sistema inclui práticas de liderança, políticas, diretrizes e requisitos técnicos comuns, rotinas estruturadas, metodologias e ferramentas para manutenção e melhoria da segurança, confiabilidade e resultados.

Abstract – This paper aims to report the implementation of the Vale Ground Control Management System (GCMS), which is aligned with the Vale Production System (VPS), composed of normative standards, procedures, tools, and routines. Implemented for the management of performance and risks associated with open pits, industrial slopes, waste and product piles, and underground mines. GCMS implementations aim to avoid events, meaning no harm to people, assets, the environment, or human health. The system includes leadership practices, policies, guidelines, common technical requirements, structured routines, methodologies, and tools for maintaining and improving safety, reliability, and results.

Palavras-Chave – Sistema de Gestão Geomecânico; Ativos geotécnicos; Segurança; Riscos; Estruturas Geotécnicas.

¹ Geól., MSc, Universidade Federal do Estado de Minas Gerais, (31) 97169-4389, frederico.bezerra@vale.com

² Eng. Geól., MSc, Universidade Federal de Ouro Preto, (31) 98835-4121, samuel.carneiro@vale.com

1. INTRODUÇÃO

Com a implantação do Sistema de Gestão Geomecânica (GCMS), a Vale buscou através de um sistema abrangente e alinhado ao *Vale Production System* (VPS), gerenciar o desempenho e riscos associados às cavas, minas subterrâneas, taludes e pilhas de estéril e/ou produto em áreas operacionais ativas ou em processo de fechamento, que sejam propriedade e/ou gerenciadas pela Vale. Essa gestão inclui também trazer clareza dos papéis e responsabilidades daqueles envolvidos na rotina e gestão dos ativos geotécnicos acima citados. O GCMS foi concebido para ter aplicação global, e é a sigla em inglês de *Ground Control Management System*. É composto por documentos internos do tipo Padrões Normativos, Procedimentos, além de ferramentas e rotinas.

Suas diretrizes são comparadas e aplicadas em conjunto com a legislação e eventuais regulamentações específicas relativas à gestão de estruturas geotécnicas no local onde a atividade é desenvolvida, de modo que a conduta mais restritiva sempre prevaleça.

2. HISTÓRICO DE IMPLANTAÇÃO

2.1. Motivação e primeiros passos

A implementação do GCMS iniciou-se em 2020, aproximadamente 1 ano após o início dos trabalhos do processo de construção do novo sistema de gestão de barragens e rejeitos da Vale S.A. em 2019, que visava melhorar a segurança do processo de gestão desses ativos de alto risco potencial associado. O sistema de gestão de barragens foi denominado *Tailings and Dams Management System* (TDMS) e vem sendo implantado na Vale S.A. globalmente. É baseado nas principais diretrizes do *Canadian Dam Association* (CDA), *Mining Association of Canada* (MAC), no *Global Industry Standard for Tailings Management* (GISTM), bem como de outras referências de melhores práticas nacionais e globais (COSTA, F. *et al.*, 2022).

2.2. Objetivos e escopo

O escopo do GCMS inclui minas a céu aberto, minas subterrâneas, taludes e pilhas de estéril e/ou produto. Deve-se ressaltar suas limitações e exclusões, como, por exemplo, os ativos de barragens e estruturas de armazenamento de rejeitos, bem como estruturas lineares, do tipo ferrovias e rodovias, por exemplo.

O escopo inicial era global e incluía todos os negócios, incluindo metais básicos, manganês e carvão. Este ficou agora restrito aos ativos de minério de ferro, com as mudanças no portfólio e nova estrutura organizacional no negócio de metais básicos.

2.3. Fundamentos do Sistema

O GCMS consiste na aplicação dos elementos do *Vale Production System* (VPS) adaptado ao seu escopo. Sua aplicação é obrigatória e deve ser adotada globalmente por todas as áreas operacionais e administrativas envolvidas na gestão de desempenho e segurança de estruturas geotécnicas dentro do seu escopo. Esse modelo de governança fortalece a cultura organizacional por meio do desenvolvimento de pessoas, da padronização de melhores práticas, da disciplina operacional e do cumprimento das rotinas exigidas pelo *Vale Production System* (VPS). Adotou-se o conceito de Organização de Aprendizagem, com implementação de cultura de melhoria contínua e inteligência organizacional.

Como uma das principais Políticas e Compromissos assumidos, podemos ressaltar a gestão segura e sustentável das estruturas geotécnicas ao longo de todo o seu ciclo de vida. A Vale S.A. está comprometida com a gestão segura e sustentável de todas as estruturas geotécnicas de sua propriedade e exige o mesmo de todos os funcionários, consultores externos e empresas contratadas envolvidos no planejamento, projeção, construção, operação, manutenção, avaliação e fechamento (ou descomissionamento) das estruturas geotécnicas.

Assim como foi adotado no Sistema de Gestão de Rejeitos (TDMS), o Sistema de Gestão Geomecânica (GCMS) foi desenvolvido para garantir alinhamento com as diretrizes internas e as melhores disponíveis globalmente do setor. Considera-se que representam a adaptação às nossas condições de operação e regulatórias das melhores práticas globais para a Gestão Geomecânica.

3. ESTRUTURAÇÃO DO GCMS

3.1. Modelo de Gestão da Vale (VPS) como referência ao GCMS

O modelo de gestão VPS inclui 3 dimensões principais: **Liderança, Técnico e Gestão**. O Sistema de Gestão Geomecânica (GCMS) utiliza essas dimensões como guia para a implementação de seus elementos relevantes.

- **Liderança:** os elementos da dimensão Liderança são constituídos pelo comportamento e comprometimento da liderança, pela gestão de pessoas e pelo projeto organizacional. O GCMS atende aos requisitos do VPS uma vez que ele define as funções das linhas de defesa, oferece uma estrutura organizacional, orienta a atribuição de responsabilidades e aborda mudanças em comportamentos-chave.
- **Técnica:** A dimensão Técnica aborda a percepção e gestão de riscos, engenharia e planejamento de projetos, construção, operações, manutenção, gestão de mudanças, sistemas e tecnologias e Planos de Preparação e Resposta de Emergências. O GCMS aborda aspectos técnicos por meio de Padrões Normativos cujo objetivo é orientar as equipes da Vale S.A. em aspectos técnicos como seleção de tecnologia, classificação e análise de risco, gestão hídrica, planejamento de fechamento, gestão de mudanças, requisitos técnicos para profissionais externos, entre outros.
- **Gestão:** os elementos dessa dimensão consistem em gestão de rotina, processos e padronização, resolução de problemas e melhoria contínua, avaliação do sistema de gestão e resultados. No que se refere ao Sistema de Gestão de Geomecânica, os próprios Padrões Normativos têm a função de padronizar os principais processos geotécnicos; eles foram publicados pela 2ª Linha de Defesa da Vale S.A. para abordar os elementos do VPS discutidos acima.

Para cobrir todos os aspectos da segurança das cavas, taludes, minas subterrâneas e pilhas de estéril e/ou produto, o Sistema de Gestão Geomecânica foi construído sobre quatro pilares que compreendem práticas de pessoal, risco, desempenho e rotina. Conforme ilustrado na Figura 1, esses pilares sustentam as Dimensões do VPS e detalham como ele deve ser operacionalizado no caso de estruturas geotécnicas.

- **Pessoas:** O GCMS se concentra na constituição de uma estrutura organizacional e de governança robusta, além de papéis e responsabilidades e descrições de cargos para as funções, assegurando empoderamento e responsabilidade dos mesmos.
- **Risco:** O 2º pilar concentra na identificação de perigos e modos de falha, quantificação e classificação de riscos e gestão de riscos através da implementação e monitoramento de Controles Críticos e da aplicação das Melhores Práticas de Gestão de Controles Críticos. Esse pilar também inclui o registro, monitoramento e comunicação de riscos por meio do sistema de gestão de riscos da Vale (B Wise).
- **Desempenho:** O 3º pilar enfatiza a avaliação contínua do desempenho de todas as estruturas geotécnicas. O monitoramento, as inspeções e a análise dos desvios e a implementação de ações corretivas permitem tratar deficiências de desempenho e restaurar a estrutura a uma condição segura e confiável, conforme a finalidade original do projeto. No caso de ativos geotécnicos, esse pilar é viabilizado pelo trabalho conjunto do Suporte Qualificado Independente (IQS), que apoia o RGCP no acompanhamento do desempenho das estruturas, para estarem conforme as premissas de projeto. Os dados de monitoramento são gerados e compilados pelas equipes operacionais e pelo Centro de Monitoramento Geotécnico (CMG), o que possibilita monitoramento e vigilância contínuos.

- **Rotina:** O último pilar corresponde às ferramentas, processos e rotinas de gestão estabelecidos pelo Papéis Chave visando alcançar a disciplina operacional.



Figura 1. Componentes do Sistema de Gestão Geomecânica

A estrutura organizacional conceitual da Gestão Geomecânica define o modelo organizacional com linhas de subordinação adequadas e com comunicação aberta entre as funções críticas, nas atribuições das principais tarefas. As principais funções do GCMS incluem:

- Executivo Responsável
- Dono do Ativo
- Dono do Risco
- Dono do Controle
- Suporte Qualificado Independente (IQS)
- Responsável pelo Programa Geomecânico (RGCP)
- Painel de Revisão Geotécnica (GRB)

3.2. Avaliação do GCMS

Revisões regulares e avaliações operacionais integradas são essenciais para identificar desvios, tanto no cumprimento dos processos e requisitos constantes nos normativos, quanto no desempenho esperado de uma estrutura.

A avaliação do VPS é feita por meio de Avaliação Integrada VPS e é feita de forma mais ampla, incluindo ativos e temas não estritamente geotécnicos. Já no GCMS, as avaliações formais independentes das equipes e processos diretamente relacionados aos ativos geotécnicos dentro de seu escopo ocorrem através das Avaliações Integradas Operacionais (IOA) e dos Painéis de Consultores Independentes (GRB - *Geotechnical Review Board*). Sua frequência mínima é bienal, intercalada com as avaliações do Painel de Consultores Independentes (GRB).

Nos IOAs são feitas pelos responsáveis técnicos pelos ativos geotécnicos das áreas autoavaliações, que são seguidas pelo trabalho de avaliação independente por um time da Geotecnia Corporativa. Adotou-se como métrica a mesma curva de maturidade do VPS, composta por 5 níveis, variando de 0 a 4. Nível inicial (0) indica uma cultura reativa e inexistência de processos, e o último (4), uma área de excelência operacional, com cultura interdependente, sistemas implantados e estáveis, com resultados consistentes e em contínua evolução.

3.3. Avaliação do Desempenho das Estruturas

O desempenho das estruturas geotécnicas deve ser avaliado considerando as informações válidas disponíveis. Os resultados do monitoramento devem ser compilados e integrados, levando-se em conta as informações dos modelos geológicos-geotécnicos, operacionais, climáticas e outros relevantes à análise, de modo a possibilitar uma interpretação completa do comportamento da estrutura.

A principal base comparativa para os resultados da vigilância são as expectativas de comportamento e desempenho da estrutura estabelecidas em projeto.

Para que seja acompanhado o desempenho das estruturas, é prevista a implementação de indicadores. O objetivo de sua implementação é definir de forma padronizada processos e fórmulas de cálculo e detalhamentos dos principais indicadores que fundamentam o desempenho e a gestão de rotina, conforme orientações da área de suporte técnico. E garantir a compatibilidade, reprodutibilidade, segurança e qualidade das informações de todos os indicadores e facilitar a comparação, busca *benchmarks* para o mapeamento de oportunidades de melhoria nas unidades de negócio.

4. CONCLUSÕES

Podemos reconhecer que a gestão de desempenho é um dos principais pilares do GCMS, onde se espera que todas as estruturas Geotécnicas tenham sido construídas e/ou executadas conforme a finalidade e expectativas do projeto. As estruturas devem ser monitoradas, estudadas e analisadas para permitir eventual detecção de deficiências de desempenho. Quando identificadas, a operação e manutenção de cada estrutura devem corrigi-las, com a celeridade em função do seu potencial risco.

Mas para que o pilar PERFORMANCE seja eficiente, o PESSOAS deve estar funcional, podendo assim ser considerado o mais relevante. E este envolve não só aqueles que atuam nas operações, mas também os profissionais externos que contribuem direta ou indiretamente em todos os ciclos de vida da estrutura. A valorização e capacitação contínua desses profissionais, reconhecidos como importantes agentes dessa mudança cultural em curso. Essa mudança está centrada não exclusivamente na garantia das condições de segurança, mas também na visão de economia circular e sustentabilidade, essenciais para termos a licença social das comunidades onde operarmos.

Outra contribuição importante do time Corporativo de implantação do GCMS ao longo desse processo foi a contribuição na adaptação dos conceitos de Eventos de Segurança de Processo ao ambiente de mineração, em particular aos ativos geotécnicos (MELLO *et al.*, 2024).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a todos os que vem apoiando e colaborando diretamente na implantação do GCMS, dentro dessa jornada de transformação cultural iniciada na VALE. Agradecimento especial ao nosso consultor, Robert Sharon e equipe, bem como aos líderes e colegas que acreditaram e iniciaram juntos essa jornada em 2020.

REFERÊNCIAS

Beale; Read, J. (2013) Guidelines for Evaluating Water in Pit Slope Stability; CSIRO Publishing

COSTA, F. *et al.* (2022) Implementação de um Sistema de Gestão de Barragens e Rejeitos e suas Contribuições para Segurança do Processo, 9th Latin American Conference on Process Safety, Rio de Janeiro, Brazil

Hawley, M.; Cuning, J. (2017) Guidelines for Mine Waste Dump and Stockpile Design; CSIRO Publishing

MELLO, J.; ESPERANDIO, B; BEZERRA, F. (2024) *Process Safety Indicator on Mining – Focus on Geotechnical Asset*, 10th Latin American Conference on Process Safety, Bogotá, Colômbia

Read, J; Stacey, P (2009) Guidelines for Open Pit Slope Design; CSIRO Publishing

Principais referências de documentos Vale aplicáveis ao GCMS

POL-000037 - POLÍTICA DE SEGURANÇA DE BARRAGENS E DE ESTRUTURAS GEOTÉCNICAS DE MINERAÇÃO

PNR-000246 - SISTEMA DE GESTÃO GEOMECÂNICA (GCMS)

PNR-000237 - Termos de Referência do Painel de Revisão Geotécnica – GRB

PNR-000113 - Termos de Referência para Suporte Qualificado Independente – IQS

PNR-000120 - Padrão Normativo de Geomecânica - Minas Céu Aberto, Pilhas de Produto e Estéril

PNR-000116 - Diretriz para Monitoramento de Desempenho - Minas Céu Aberto, Pilhas de Produto e Estéril

PNR-000262 - Padrão de Gestão Hídrica Operacional para Minas a Céu Aberto, Pilhas De Produto ou de Estéril

PNR-000100 - HIRA para Estruturas Geotécnicas

PNR-000121 - Padrão Geomecânico para Minas Subterrâneas

PNR-000117 - Diretriz para Monitoramento de Desempenho para Minas Subterrâneas

PGS-005498 - Plano de Gerenciamento Geomecânico de Pilhas de Estéril

PGS-004538 - Ger. Geotécnico de Taludes

PGS-006188 - Plano de Gestão de Pilhas de Produto

PGS-003770 - Interação, Fluxo de Comunicação e Resposta a Desvios

PGS-004539 - Diretrizes Geotécnicas para Mineração Subterrânea

PGS-006818 - Governança do Processo de Avaliações Integradas Operacionais - IOA