

Desenvolvimento de um Ecossistema de Aprendizagem: a Experiência em Centros de Monitoramento Geotécnico

Karla Cristina Araujo Pimentel

Coordenadora de Geotecnia e Hidrogeologia Centro de Monitoramento Geotécnico, Vale, Nova Lima, Brasil, karla.pimentel@vale.com

Bruno César Dinali

Coordenador de Geotecnia Engenharia de Registros e Monitoramento Geotécnico, Vale, Nova Lima, Brasil, bruno.dinali@vale.com

Filipe Colen de Freitas Guimarães

Gerente de Tecnologia e Geotecnia Corporativa, Vale, Nova Lima, Brasil, filipe.guimaraes@vale.com

Victoria Basileu de Oliveira Lima

Geóloga, Vale, Nova Lima, Brasil, victoria.basileu@vale.com

José Adriano Cardoso Malko

Engenheiro Geotécnico, Vale, Nova Lima, Brasil, malko@vale.com

RESUMO: Este artigo apresenta um estudo de caso baseado na experiência do Centro de Monitoramento Geotécnico (CMG), de uma empresa mineradora, no desenvolvimento de um ecossistema de aprendizagem, ao longo dos cinco anos de seu funcionamento, de 2019 a 2024. Esse processo de desenvolvimento tem o seu fundamento nos princípios da educação e aprendizagem ao longo da vida, onde são proporcionados vários ambientes de aprendizagem, dentre eles, treinamentos formais com consultores, instituições de ensino e agentes educacionais da própria empresa; além da promoção de ambientes informais de aprendizagem pela troca de experiência e conhecimento entre os próprios funcionários. O artigo tem como objetivo apresentar as iniciativas aplicadas na capacitação da equipe técnica do CMG, além de descrever a metodologia empregada para o diagnóstico de conhecimento da equipe nas diversas tecnologias de monitoramento geotécnico e os resultados obtidos após a realização de treinamentos específicos. Ao longo dos últimos cinco anos, observou-se uma evolução significativa da equipe em conhecimento relacionado ao monitoramento geotécnico e outros processos do CMG, demonstrada pela melhora de desempenho nas atividades do dia a dia.

PALAVRAS-CHAVE: Ecossistema de Aprendizagem, Educação, Aprendizagem ao Longo da Vida, Monitoramento Geotécnico

ABSTRACT: This article presents the experience of the Geotechnical Monitoring Centers (CMGs) in developing a learning ecosystem over the five years of its operation, from 2019 to 2024. This development process has its fundamentals on the principles of education and lifelong learning, where various learning environments are provided, including formal training with consultants, educational institutions, and educational agents from the company itself, in addition to promoting informal learning environments through the exchange of experience and knowledge among employees. The article aims to present the initiatives applied to train the technical team of the CMGs besides describing the methodology used to diagnose the team's knowledge of the various geotechnical monitoring technologies and the results obtained after specific training. Over the last five years, the team has experienced a significant evolution in knowledge related to geotechnical monitoring and another CMG processes, as demonstrated by improved performance in day-to-day activities.

KEYWORDS: Learning Ecosystem, Education, Lifelong Learning, Geotechnical Monitoring

1 INTRODUÇÃO

A partir de Fevereiro de 2019, foram implementados centros de monitoramento geotécnico (CMGs), em diferentes regiões do Brasil, responsáveis pelo monitoramento 24 horas por dia, 07 dias na semana de barragens, diques, cavas, taludes industriais e taludes de ferrovias de diferentes minas nos Corredores Sul, Sudeste e Norte da empresa mineradora. Esses centros recebem dados de tecnologias convencionais (piezômetros, indicadores de nível de água, medidores de vazão, régua de reservatório, entre outros) e não convencionais (ETR, radar terrestre, radar satelital InSAR, drones, radares doppler, tiltímetros, entre outros) de monitoramento geotécnico.

Ao longo dos últimos 05 anos, vem sendo aprimorado o programa de capacitação das equipes dos centros de monitoramento e das equipes operacionais, de forma a atender o avanço das tecnologias e as necessidades de implementação de um monitoramento efetivo das estruturas geotécnicas da companhia. Esse programa abrange tanto a aprendizagem formal como informal, seguindo as diretrizes do Modelo de Gestão da empresa, a sua Narrativa Cultural, baseada no lema “Aprendendo Juntos” e o Modelo Integrado de Capacitação Técnica (MICT) da companhia.

Esse artigo tem como objetivo apresentar um estudo de caso, baseado na experiência do Centro de Monitoramento Geotécnico (CMG) de uma empresa mineradora, com as iniciativas realizadas para a capacitação da equipe de técnicos, análises operacionais e engenheiros geotécnicos. Será também apresentado o método aplicado para diagnóstico do conhecimento, treinamentos e avaliação contínua da equipe dedicada ao monitoramento 24x7 no CMG.

2 APRENDIZAGEM AO LONGO DA VIDA

O conceito de aprendizagem ao longo da vida (em inglês, *lifelong learning*) vem sendo discutido desde os anos 1960, quando três organismos internacionais, quais sejam, Conselho da Europa, Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) e a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), apresentaram novas visões e ideias que se transformariam em um novo paradigma da educação mundial (Schlochauer, 2021).

O Conselho da Europa apresentou, nos anos 1960, o conceito de educação permanente, que propõe a criação de “um novo padrão educacional capaz de auxiliar as necessidades diversas e específicas de jovens e adultos, rumo à construção de uma nova sociedade europeia” (Schlochauer, 2021). Em 1972, a UNESCO apresentou o Relatório da Comissão Internacional para o Desenvolvimento da Educação, *Learning to Be: The World of Education Today and Tomorrow* (FAURE et al., 1972 *apud* UNESCO, 2010), conhecido com Relatório Faure e, em 1996, o Relatório da Comissão Internacional sobre a Educação para o Século XXI, *Learning: The Treasure Within* (DELORS et al., 1996 *apud* UNESCO, 2010) conhecido como Relatório Delors, que apontam “a necessidade de uma cultura de aprendizagem aberta a todos e que engloba um *continuum* de aprendizagem que vai desde a educação formal e passa pela educação não formal e informal”. Os relatórios enfatizam também que “a aprendizagem não ocorre apenas ao longo da vida, mas “em todas as esferas da vida” de um adulto, seja em casa, no trabalho ou na comunidade”.

Neste contexto, a aprendizagem formal corresponde à aprendizagem que segue os sistemas tradicionais de aquisição e transferência de conhecimento, tais como, cursos presenciais ou on-line, treinamentos, seminários e workshops. A aprendizagem informal corresponde à aprendizagem transversal que acontece em diferentes espaços e contextos da vida, tais como, conversas, mentorias, vídeos, podcasts, grupos de estudos, entre outros (Vale, 2024).

De acordo com Sebrae (2024), o *lifelong learning* corresponde “a um processo de aprendizagem além do modelo tradicional de educação – escola, universidade, pós-graduação. O conceito adota a premissa de que o aprendizado não está relacionado ao diploma ou a títulos e sim a uma postura aberta ao conhecimento e ao novo. Na prática, é a busca constante, voluntária e automotivada de aprendizado contínuo para o aprimoramento profissional ou pessoal ao longo da vida. Mais que uma metodologia, é um estilo de vida que reflete a adoção de uma mentalidade movida pelo estímulo da curiosidade em aprender coisas novas e pelo processo permanente de desenvolver competências e habilidades”.

SEBRAE (2024) resume também os quatro pilares do Lifelong Learning, de acordo com o Institute for Life Long Learning da UNESCO: 1. Aprender a conhecer ou aprender a aprender; 2. Aprender a fazer; 3. Aprender a conviver e 4. Aprender a ser

Cada vez mais, dentro do mundo corporativo, vêm se proporcionando ambientes de aprendizagem que promovam a autonomia dos seus funcionários, valorizando ou mesmo priorizando a aplicação prática e os ambientes informais como formas efetivas de capacitação e aprendizado no dia a dia do trabalho e além dele (Vale, 2024). Outras iniciativas de empresas mineradoras no diagnóstico e capacitação de seus funcionários na prática da engenharia geotécnica são ilustradas em Le Roux *et al* (2022) e Heaven (2024). A seguir, apresenta-se o método aplicado, até o momento, para capacitação da equipe do CMG em monitoramento geotécnico.

2.1 Aprendizagem Formal

Dentro da estratégia de capacitação da equipe do CMG, são realizados treinamentos formais fornecidos por consultores, instituições de ensino e pesquisa e agentes educacionais internos da empresa. Esses treinamentos visam embasar as equipes com fundamentos teóricos e práticos sobre o monitoramento geotécnico, advindos do conhecimento e da experiência de outros profissionais do mercado. Como forma de ilustrar essa abordagem de aprendizagem, a Tabela 1 sumariza os principais cursos e treinamentos realizados sobre monitoramento geotécnico, principalmente pela a equipe do CMG Sul, incluindo técnicos, analistas e geotécnicos, entre os anos de 2019 a 2023, totalizando 291 horas de capacitação em monitoramento geotécnico.

Tabela 1. Principais Cursos e Treinamentos em Monitoramento Geotécnico Realizados pela Equipe do CMG Sul entre 2019 e 2023.

Cursos em Monitoramento Geotécnico					
Ano	Item	Nome do treinamento	Instrutor / Instituição	Público alvo	Carga horária (h)
2019	1	Fundamentos de Geotecnia e Instrumentação Convencional	Agentes de educação internos	Técnicos, analistas e geotécnicos do CMG Sul	16
	2	Operação de sistemas da sala de monitoramento	Agentes de educação internos	Técnicos, analistas e geotécnicos do CMG Sul	8
2019	3	Radar Terrestre e Estação Total Robótica	Fornecedores da tecnologia	Técnicos, analistas e geotécnicos do CMG Sul	40
2020	4	Monitoramento de Barragens por meio da Instrumentação	Consultor Nacional	Geotécnicos CMG Sul e Sudeste e Operação Sul	15
	5	Curso de curta duração em Monitoramento por Radares ("Radar Monitoring Short Course")	Universidade do Arizona	Técnicos e analistas do CMG Sul	12
2021	6	Treinamento em Monitoramento Geotécnico (ênfase em Radar Terrestre, radar satelital e ETR)	Consultor Internacional	Geotécnicos CMG Sul e Sudeste e Operação Sul	20
	7	Operações Assistidas em radar terrestre e ETR	Consultor Internacional	Geotécnicos e analistas do CMG Sul	12
	8	Água na Operação de Minas e Estabilidade de Taludes ("Water in Mine Operations and Slope Stability")	Universidade do Arizona	Geotécnico CMG Sul - Cavas	20
2022	9	Monitoramento de Barragens por meio da Instrumentação	Consultor Nacional	Geotécnicos CMG Sul e Operação Sul	16
	10	Monitoramento por radar terrestre, radar satelital InSAR e ETR ¹	Consultor Internacional	Técnicos e analistas do CMG Sul, Sudeste e Norte	12
2023	11	Monitoramento por radar terrestre, radar satelital InSAR e ETR ¹	Consultor Internacional	Geotécnicos CMG Sul e Operação Sul	12
	12	Curso de curta duração em Monitoramento por Radares ("Radar Monitoring Short Course")	Universidade do Arizona	Geotécnicos e analistas do CMG	27
	13	Monitoramento do Desempenho do Talude (Slope Performance Monitoring)	Universidade do Arizona	Geotécnicos CMG Sul	24
	14	Estação Total Robótica: conceitos, tecnologia e análise dos dados	Fornecedor da Tecnologia	Analistas e geotécnicos - CMG Sul	10
	15			Geotécnicos CMG Sul e Operação Sul	4
				Total (Horas)	291

¹ETR - Estação Total Robótica

Cabe destacar o enfoque em cursos específicos sobre tecnologias utilizadas atualmente e a formação continuada como forma de capacitar novos funcionários e de reciclar os conhecimentos e os treinamentos realizados pelos agentes educacionais da empresa como uma forma de difundir o conhecimento e a experiência da equipe interna.

Um dos projetos internos que tem como objetivo a capacitação de técnicos operacionais e do CMG consiste no Dojo Geotecnia. O dojô é um local de treinamento (Figura 1) que estimula o aumento da capacidade, e a disciplina operacional, e que possuem os recursos necessários para o aprendizado. Seu propósito é capacitar pessoas, por meio de conhecimentos e técnicas, a fim de desenvolver habilidades e comportamentos adequados. No Dojo, são simuladas atividades operacionais que estimulam a aprendizagem, tendo como fundamento a prática da repetição até permitir a retenção do conhecimento, percepção do risco, senso voltado ao 5S ("capacidade de julgamento, distinção do certo e errado") e cumprimento do padrão. o Dojo de Geotecnia é uma iniciativa do Modelo de Gestão da empresa, o qual faz parte do Modelo Integrado de Capacitação Técnica (MICT).



Figura 1 – Ambiente do Dojo de Geotecnia.

2.2 Aprendizagem Informal

O ambiente de trabalho proporciona diversas oportunidades para a aprendizagem informal, destacando-se reuniões técnicas, mentorias, visitas técnicas às estruturas, fóruns de apresentação de projetos, entre outros. Existem também gravações de conteúdo e plataformas de aprendizagem auto-dirigida, que complementa a formação dos funcionários com conteúdo sobre habilidades emocionais e técnicas.

2.3 Difusão e Aplicação do Conhecimento

Ao longo dos anos, o aumento de conhecimento da equipe proporcionou iniciativas dentro do próprio CMG para compartilhamento do conhecimento, destacando-se treinamentos fornecidos pelos engenheiros geotécnicos do CMG aos técnicos e analistas de turno, tais como, treinamento sobre monitoramento sísmico, radares, estação total robótica, InSAR e sessões técnicas internas de estudos de caso das estruturas monitoradas.

A difusão do conhecimento para o público externo, vem sendo realizada por meio de apresentações em visitas técnicas ao CMG de outras empresas de mineração, órgãos reguladores, comunidade, auditorias, empresas de consultoria, entre outros. Outra forma de compartilhamento corresponde à participação em congressos e seminários com a publicação de artigos relacionados a casos de estudos, análises e aplicações do monitoramento geotécnico, sobretudo relacionado à aplicação das novas tecnologias de monitoramento. A Tabela 2 apresenta um resumo dos congressos onde houve a participação da equipe técnica do CMG e a publicação de artigos, totalizando 22 artigos publicados entre 2021 e 2024.

A aplicação e explicitação do conhecimento podem ser observados por meio da própria atuação da equipe nas atividades de rotina, nas reuniões técnicas, apresentações para auditorias e órgãos reguladores, elaboração de relatórios e notas técnicas, análises do monitoramento pelas diversas tecnologias entre outras atividades. De forma a proporcionar a aprendizagem continuada, os funcionários têm o seu desempenho avaliado e recebem *feedback* continuamente.

Tabela 2. Participação em Congressos e Seminários Nacionais e Internacionais entre 2021 e 2024.

Treinamentos - CMG Sul						
Item	Congresso ou Seminário	Ano	Local	Instrutor / Instituição	Participantes	Quantidade de artigos publicados
1	Tailings 2021	2021	On-line	GECAMIN	Geotécnicos CMG	1
2	COBRAMSEG 2022	2022	Campinas, Brasil	ABMS	Geotécnicos CMG	3
3	COBRAE 2022	2022	Porto de Galinhas, Brasil	ABGE	Geotécnicos CMG	3
4	Slope Stability 2022	2022	Arizona, EUA	Universidade do Arizona / LOP	Geotécnicos CMG	1
5	Tailings 2023	2023	Santiago - Chile	GECAMIN	Geotécnicos CMG	5
6	Slope Stability 2022	2022	Arizona, EUA	Universidade do Arizona / LOP	Geotécnicos CMG	1
7	XXXIV Seminário Nacional de Grandes Barragens	2023	Foz do Iguaçu - Brasil	CBDB	Geotécnicos e analistas CMG	4
8	Slope Stability in Mining 2023	2023	Perth, Austrália	ACG	Geotécnicos e analistas CMG	1
9	Slope Stability 2024	2024	Belo Horizonte, Brasil	ABMS	Geotécnicos e analistas CMG	3
Total de artigos						22

3 MÉTODO APLICADO PARA A CAPACITAÇÃO DAS EQUIPES DO CMG SUL

A construção de um centro de monitoramento geotécnico com atuação remota foi uma atividade completamente nova para a área de geotecnia da empresa, com operação 24h por dia e com revezamento de turnos. Os profissionais selecionados para atuarem na sala, foram escolhidos em processos internos e apresentavam, na época da inauguração do centro, pouca experiência em geotecnia. A capacitação foi realizada ao longo da estruturação da área. Para isso, foram ministrados treinamentos iniciais e, posteriormente, foram aplicadas as metodologias de diagnóstico, em busca de melhor adequação e desenvolvimento promovido por ações administrativas e treinamentos, tal como apresentado na Tabela 1. A seguir, serão apresentados os passos que foram implementados para diagnosticar oportunidades de melhoria e capacitação da equipe própria, excluindo-se as equipes terceiras dos fornecedores das tecnologias de radar terrestre e ETR.

3.1 Diagnóstico de Capacidades Técnicas e Emocionais

O diagnóstico de capacidades técnicas foi realizado por meio da elaboração e aplicação de questionário técnico para avaliar o conhecimento da equipe de monitoramento geotécnico. Para garantir a qualidade do diagnóstico, foi reunido um grupo de profissionais especializados em geotecnia, cada um com conhecimento e experiência em áreas específicas. As etapas desse processo serão apresentadas a seguir:

3.1.1 Elaboração dos Questionários

Os formulários criados abordaram os itens apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Tópicos Abordados nos Questionários.

Tópico	Tecnologias
Monitoramento de Deformações	Estação total robótica, inclinômetro e radar interferométrico (terrestre e satelital)
Instrumentação Convencional	Piezômetros, medidores de nível de água, medidores de vazão e sensores ultrassônicos
Monitoramento de Vibrações	Microssísmica, sismógrafo de engenharia
Deteção de Colapso	Radares doppler, tiltímetros
Sistema de Acionamento de Sirenes	Sistema Vektra

3.1.2 Aplicação dos Questionários e Realização de Treinamentos

A aplicação dos questionários teve como premissas a comunicação transparente, a confidencialidade das respostas e a realização de treinamentos, em caso de desempenho insatisfatório, tal como descrito a seguir:

- Foi realizada a comunicação transparente com a equipe, explicando o propósito dos questionários e a sua importância. Além disso, como premissa, as respostas seriam confidenciais para incentivar a participação mais fidedigna;
- Os questionários foram distribuídos e as respostas coletadas de forma organizada, por meio de formulários digitais, os quais permitiram fácil consolidação dos resultados; e
- Treinamentos para desempenho insatisfatório: treinamentos específicos foram oferecidos aos membros da equipe que obtiveram desempenho insatisfatório, reforçando os pontos de melhoria identificados nos questionários.

3.1.3 Apresentação dos Resultados do Diagnóstico Técnico

Os primeiros treinamentos foram ministrados durante o ano de 2019, e desde então a equipe foi capacitada ao longo dos anos. Em 2022, foi realizado o primeiro diagnóstico de competências, sendo que as duas primeiras

avaliações realizadas foram autoavaliações e, em 2024, foi realizada um avaliação por profissional qualificado. Por meio de testes práticos de conhecimento foram obtidos novos resultados.

Os resultados foram compilados e apresentados em um painel do Power BI, com acesso restrito à liderança, permitindo análises detalhadas e tomadas de decisão embasadas. Os dados obtidos orientaram programas de treinamento e aprimoramento contínuo, contribuindo para a segurança e eficácia das estruturas monitoradas. A Figura 2 exemplifica o resultado do diagnóstico geral das principais competências, sendo a métrica variando da nota 0 e 4.

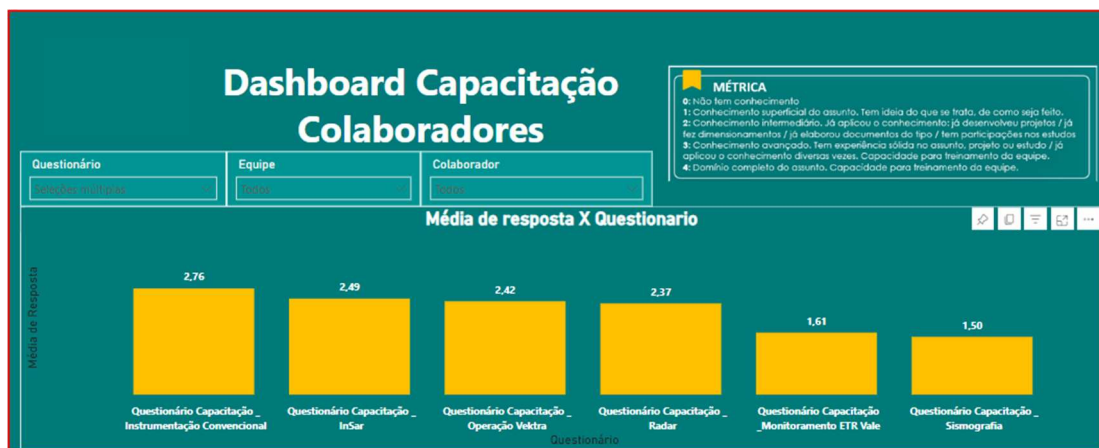


Figura 2. Resultado do Primeiro Diagnóstico Realizado.

Ao se analisar cada competência, foram geradas ações de desenvolvimento, baseadas nos resultados das autoavaliações, e novos treinamentos ocorreram ao longo dos anos. Para exemplificar, serão apresentados os resultados do diagnóstico de conhecimento em monitoramento com Estação Total Robótica – ETR, para demonstrar a evolução da equipe ao longo do tempo.

Para avaliar o conhecimento nessa tecnologia, foram aplicados três diagnósticos: os dois primeiros em 2022, por meio de autoavaliação. Cabe ressaltar que houve um intervalo na aplicação dos dois diagnósticos, em que foi realizado treinamento sobre monitoamento por ETR, resultando em um aumento da pontuação do conhecimento de cada profissional. Houve outros treinamentos durante o ano de 2023 com o objetivo de aumentar a exposição da equipe na operação do equipamento e interpretação dos dados.

Em 2024, foi realizado diagnóstico por meio de teste prático, conduzido por especialista no assunto. Nesse caso, observou-se uma queda no resultado de alguns membros da equipe. O teste prático também gerou ações de reciclagem e treinamento e um novo teste será realizado após conclusão das ações. A Figura 3 apresenta o gráfico com os resultados do diagnóstico ao longo dos anos, sendo a escala de pontuação mínima 0 e a máxima 4.

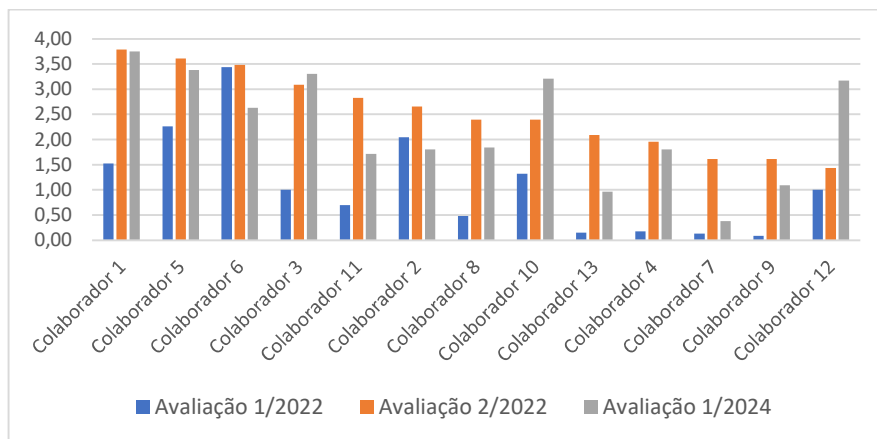


Figura 3. Resultado dos Diagnósticos de Aprendizagem - ETR.

A verificação de aptidão emocional dos empregados também foi realizada, por meio da contratação de uma empresa especialista em RH e Psicologia. Houve o alinhamento do perfil mais adequado para as atividades do CMG e a descrição das atividades a serem realizadas. Os testes aplicados mostraram a capacidade de suporte emocional de cada indivíduo para lidar com situações de crise e seu alinhamento ao perfil desejado. Esse diagnóstico permitiu o direcionamento das ações de desenvolvimento e definição, para cada tipo de atividade, do profissional mais adequado para atuação no centro de monitoramento.

3.2 Acompanhamento e Check de Padrões

Para testar a efetividade da operação do centro de monitoramento, além dos simulados internos, foi formalizado, via procedimento operacional, a obrigatoriedade de realização de *checks* de padrões, conduzido por profissional sênior ou liderança. Esse processo busca identificar pontos de melhoria ou possíveis necessidades de reciclagem.

Desta forma, foram construídos formulários com perguntas e itens que direcionam em cada disciplina a ser avaliada o que deve ser checado. Os formulários foram elaborados de forma digital e são preenchidos durante a rotina de checagem com apoio de um *tablet*. A utilização do meio tecnológico facilita a consolidação de informações e a construção de planos de ação. As ações provenientes dos *checks* são acompanhadas em rotina da liderança e registradas em sistema de gestão da empresa.

O resultado da rotina do *check* de padrões foi transformado em indicador sendo a sua efetividade apresentada em âmbito gerencial. Após o início da aplicação dessa metodologia em 2020, até o ano de 2023, foram capturadas 42 ações resultando em treinamento de equipe, reciclagem e revisão de procedimento operacional.

3.3 Simulados para Situações de Emergência

A gestão da segurança e da emergência de barragens é crucial devido aos riscos associados à ruptura dessas estruturas. Nesse contexto, os exercícios simulados são valiosos para treinar as equipes de monitoramento. No CMG foi implementado um plano de exercícios simulados.

Esse plano prepara os colaboradores para lidar com situações críticas durante emergências. Os exercícios simulam cenários próximos à realidade, envolvendo sistemas internos na sala, acionamentos de sirenes e ligações para agentes do Plano de Ação de Emergência de Barragem de Mineração (PAEBM). A seguir, apresentam-se as etapas de implantação dos simulados:

- Planejamento: desenvolvimento de cenários realistas de ruptura de barragens;
- Presença de um líder ou designado para observar as ações tomadas durante o exercício;
- Realização de anotações dos pontos fortes e de melhoria;
- Simulação controlada e participação ativa dos operadores e equipes de monitoramento;
- Avaliação pós-simulação com análise das ações tomadas, identificação de pontos de melhoria e *feedback* construtivo.
- Desenvolvimento de ações específicas para abordar os pontos de melhoria;
- Monitoramento contínuo para avaliar o progresso.

Após o início da aplicação de simulados internos no CMG, notou-se uma melhora significativa na confiança e familiaridade com situações de crise por parte dos operadores. Além disso, diversas oportunidades de melhoria foram capturadas e implementadas após os exercícios realizados, como também, foram percebidos bons resultados nos processos de auditoria realizados pela empresa, onde provou-se possuir um processo maduro dado ao número reduzido de recomendações e elogios por parte dos auditores.

4 CONCLUSÕES

O artigo apresentou um estudo de caso, baseado nas iniciativas relacionadas à capacitação em monitoramento geotécnico, realizadas no centro de monitoramento geotécnico de uma empresa mineradora. Foram abordadas as formas de aprendizagem formal e informal que contribuem para o desenvolvimento de

uma cultura de aprendizagem ao longo da vida.

Além disso, foram descritas as etapas de diagnóstico, treinamentos e avaliações das equipes do CMG, utilizados para possibilitar uma maior qualidade na interpretação dos dados de monitoramento por diferentes tecnologias e a assertividade na tomada de decisão. Observou-se um ganho em termos de conhecimento na equipe, o que foi refletido nos resultados de testes práticos que avaliaram o desempenho no dia a dia do monitoramento. A efetividade da operação do CMG é avaliada de forma contínua por meio de checks de padrão e diagnóstico de competências. Por meio de processos de melhoria contínua, os métodos utilizados para a capacitação da equipe são aprimorados em cada ciclo de avaliação.

Finalmente, mostrou-se no estudo de caso, as etapas para condução dos simulados para situações de emergência em barragens, que além de ser uma forma de avaliação da equipe, contribui para a melhoria do processo e segurança das comunidades a jusante das barragens da companhia.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Vale S.A. e ao Centro de Monitoramento Geotécnico Sul pelo apoio na publicação desse artigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Le Houx, K.A.; Jung, J.; Greer, S. e Crofts, N. (2022). Geotechnical practitioner skills assessments. A case study in evaluation and data use for targeted upskilling. Slope Stability 2022, Tucson, Arizona, EUA.
- Heaven, C. (2024). Developing and implementing a training program for geotechnical technicians in mining operations. Slope Stability 2024, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.
- Schlochauer, C. (2021). Lifelong learners – o poder do aprendizado contínuo: Aprenda a aprender e mantenha-se relevante em um mundo repleto de mudanças. Gente Editora, 1ª Edição, São Paulo, Brasil, 256 p.
- SEBRAE (2024). O que é Lifelong Learning. Disponível em: <https://www.sebrae-sc.com.br/blog/o-que-e-lifelong-learning>. Acesso em: 05 jul. 2024.
- UNESCO (2010). Relatório Global sobre Aprendizagem e Educação de Adultos. Brasília, Brasil, 156 p.
- VALE (2024). Guia de Aprendizagem Informal. Aprendizagem além do treinamento: manual prático de aprendizagem informal. Documentação interna, Valer Aprendendo Juntos, 51 p.