

XX Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica
IX Simpósio Brasileiro de Mecânica das Rochas
IX Simpósio Brasileiro de Engenheiros Geotécnicos Jovens
VI Conferência Sul Americana de Engenheiros Geotécnicos Jovens
XI Congresso Luso Brasileiro de Geotecnia
23 a 26 de Agosto de 2022 – Campinas – SP



COBRAMSEG 2022
23 A 26 DE AGOSTO | CAMPINAS | SP | BRASIL
COBRAMSEG | SBMR | GEOJOVEM | CLBG

Porque não monitoramos?

André Silva

Engenheiro Geotécnico, Measurand, São Paulo, Brasil, andre.silva@measurand.com

RESUMO: O monitoramento geotécnico e estrutural apresentou uma evolução significativa nos últimos anos, não só pelos seus comprovados benefícios que este traz, mas também pelo salto tecnológico que possibilitou o acesso a uma maior oferta de instrumentos e diferentes formas de transmissão, com especial destaque para equipamentos de transmissão wireless de médio e longo alcance. No entanto, apesar dos avanços tecnológicos e de uma maior oferta a nível mundial, o mercado de instrumentação brasileiro continua apresentando um déficit face ao praticado no exterior. Este trabalho propõe-se a expor os principais fatores que explicam essas diferenças. A abordagem adotada para este trabalho irá focar na apresentação e análise dos diferentes fatores que explicam a ausência ou falta de projetos adequados de instrumentação. Serão abordados os pontos essenciais de cada um dos fatores econômicos, sociais, legais e até normativos do contexto brasileiro e ponderados os seus impactos de forma individual ou até conjunta. A exposição será baseada em literatura existente acerca do tema e experiência acumulada do autor no setor a nível nacional e internacional.

PALAVRAS-CHAVE: Monitoramento geotécnico, Instrumentação geotécnica,

ABSTRACT: Geotechnical and structural monitoring has made a significant evolution in recent years, not only for its proven benefits but also for the technological leap that has enabled access to a greater offer of instruments and different forms of transmission, with particular emphasis on medium and long-range wireless transmission equipment. However, despite this technological and supply leap worldwide, the Brazilian instrumentation market shows a deficit compared to that practiced abroad. This paper aims to expose the main factors that explain these differences. The approach adopted for this work will focus on presenting and analyzing the different factors that explain the absence or lack of adequate instrumentation projects. The essential points of each of the Brazilian context's economic, social, or even legal aspects will be addressed and their impacts considered individually or combined. The exhibition will be based on the existing literature theme and the author's accumulated experience in the sector at local and international level.

KEYWORDS: Geotechnical Monitoring; Geotechnical Field Instrumentation

1 Introdução

A instrumentação transformou-se numa especialidade de grande relevância na engenharia geotécnica devido às suas origens inerentes ao método observacional que em muito contribuíram para a comprovação de diversos conceitos teóricos da geotecnia. O que antes acabava sendo uma tarefa complementar de algumas empresas construtoras, devido à demanda do mercado, transformou-se num setor de empresas com elevado grau de especialização, mesclando conceitos de geotecnia, elétrica, eletrônica, mecânica, tecnologias de informação, entre outros.

Porém, os avanços tecnológicos testemunhados nas últimas duas décadas levaram a avanços notórios nos equipamentos e sensores de monitoramento mais atuais e, com isso uma transferência de responsabilidade, mesmo que inconsciente, entre os tomadores de decisão e a tecnologia. A proliferação de novos equipamentos e softwares causa, em várias ocasiões, uma subestimação do conhecimento técnico, onde a análise crítica viu o seu papel esvaziado e relegado para segundo plano. A tecnologia transformou-se numa solução automática ao invés de ser encarada como uma potente ferramenta de auxílio. E a experiência prática tem revelado que a tecnologia somente não basta para a correta tomada de decisões.



Apesar de todos os avanços tecnológicos, continuam-se apresentando projetos de instrumentação limitados, ou até inexistentes. Perante isto, neste artigo o autor baseia-se na experiência acumulada no mercado brasileiro, mercado que se encontra sobre profunda transformação devido aos acidentes de grandes proporções ocorridos nos últimos anos, os quais obrigaram a uma profunda reflexão sobre a abordagem que se tinha até então do monitoramento geotécnico das suas estruturas e quais os motivos de não se monitorar (ainda) de acordo com as melhores recomendações nacionais e internacionais.

Convém destacar que essa maior reflexão e efetividade nas ações ocorreu no setor de mineração promovido por uma legislação mais apertada. Todavia, ainda há muito trabalho a ser desenvolvido, em especial em um setor mais transversal como o de infraestrutura.

Comumente, no caso brasileiro, se associa a questões de custo, no entanto, propõe-se para este artigo uma visão mais ampla e detalhada de outros fatores como normas, a capacitação técnica de todos os intervenientes tal como uma visão mais detalhada sobre a origem de custos tão elevados face aos praticados no exterior

2 Orçamento

2.1 Orçamento disponibilizado Vs orçamento planejado

O orçamento é uma peça crucial no planejamento, isto é, se o projeto de instrumentação não for devidamente ponderado e detalhado na fase de projeto, o mais provável é que o item relacionado com a instrumentação se apresente subvalorizado, resultando duas situações:

- 1- Se o item estiver subvalorizado, em caso de ser um projeto público, é mais difícil e burocrático rever o projeto e normalmente se avança com o orçamento disponibilizado na planilha de custos inicial sem a devida ponderação técnica;
- 2- O orçamento estimado inicialmente acaba sendo ainda mais reduzido pelo empreiteiro geral, resultando numa defasagem maior entre o projeto previsto e o efetivamente colocado em prática somado ao risco de contratação de empresas menos capacitadas através do critério de contratação pelo menor custo.

No mercado brasileiro, o orçamento disponibilizado está diretamente relacionado com o setor de atuação, ou seja, o orçamento disponibilizado pelo setor da mineração é significativamente maior do que aquele verificado em projetos do setor de infraestrutura. Por outro lado, essa relação tem origem em questões regulatórias e risco inerente que serão discutidas em outro ponto deste artigo. Portanto, é comum encontrar realidades totalmente distintas entre setores onde a mineração implementa projetos mais complexos, sofisticados e caros. Mas apesar de tudo, a adoção de práticas semelhantes em outros setores não se tem revelado tão célere.

2.2 Mão-de-obra

O custo de mão-de-obra é um aspeto a ser destacado porque o Brasil possui uma mão-de-obra barata relativamente ao praticado em países desenvolvidos, o que explica em parte a continuidade e insistência em monitoramentos mais convencionais, onde uma equipe de campo dedicada constituída por 3 elementos para fazer aquisição manual de leituras (ex: inclinômetro, nivelamento, piezômetros, etc) tem um custo mensal médio na ordem de 35.000 reais (6.800 USD). Logo, isso dificulta ou adia a discussão sobre a adoção de novas soluções como, por exemplo, as automatizadas.

Acrescente-se o facto de que a continuidade na aposta de equipes de campo nem sempre capacitadas para um tipo de serviço tão específico pode resultar em menor precisão e confiabilidade nos dados.



2.3 Câmbio e impostos

A grande maioria dos instrumentos adquiridos pelo mercado brasileiro são provenientes do exterior, mais precisamente EUA, Canadá e Europa. Logo, fica sujeito a variações cambiais entre o real brasileiro para com dólar e euro, os quais sofreram variações médias nos últimos 5 anos entre 65% a 72% e máximas entre 87% a 103%, tal como indicado na Tabela 1. Podendo chegar a valores mais elevados dependendo das taxas aplicadas pelos bancos envolvidos na transação financeira.

Tabela 1 – Variação cambial entre Real Brasileiro face ao Euro e Dólar entre Março de 2017 a Março 2022

		BRL (Março/2017)	BRL (Março/2022)	Cotação máxima atingida em 5 anos	Variação em 5 anos	Variação máxima em 5 anos
Euro	R\$	3,35	R\$ 5,76	R\$ 6,79	72%	103%
USD	R\$	3,13	R\$ 5,16	R\$ 5,85	65%	87%

O Brasil é igualmente conhecido pela sua legislação tributária complexa, pesada e protecionista quando associada a produtos importados. Os equipamentos de instrumentação geotécnica são geralmente enquadrados como itens taxados entre 60 a 80% do valor do valor convertido em dolar (USD) ainda acrescido do frete aéreo ou marítimo. Finalmente, se os equipamentos forem vendidos para uma empresa de instrumentação que posteriormente irá repassar o produto e adicionar a sua margem, este mesmo equipamento chegará ao cliente final entre 2 a 2.5 vezes o valor de origem, tal como indicado nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2 – Evolução de custos entre a origem e cliente final (2017)

	Pedido	Frete	BRL (Março/2017)	Impostos de importação (70%)	Impostos locais e margem de revenda(35%)	Fator multiplicativo
Euro	€ 10.000,00	€ 1.000,00	R\$ 36.850,00	R\$ 62.645,00	R\$ 84.570,75	2,30
USD	\$ 10.000,00	\$ 1.000,00	R\$ 34.430,00	R\$ 58.531,00	R\$ 79.016,85	2,30

Tabela 3 - Evolução de custos entre a origem e cliente final (2022)

	Pedido	Frete	BRL (Março/2022)	Impostos de importação (70%)	Impostos locais e margem de revenda(35%)	Fator multiplicativo
Euro	€ 10.000,00	€ 1.000,00	R\$ 63.360,00	R\$ 107.712,00	R\$ 145.411,20	2,30
USD	\$ 10.000,00	\$ 1.000,00	R\$ 56.760,00	R\$ 96.492,00	R\$ 130.264,20	2,30

O ponto essencial aqui é a evolução de preço de um mesmo produto de 10.000 USD desde a origem até ao cliente final nos últimos 5 anos. A variação encontra-se entre 80 mil a 130 mil reais aproximadamente, o que traz dificuldades acrescidas entre a fase de planeamento e o momento de aquisição.

Resumidamente, o mercado brasileiro está sujeito a variações cambiais que causam um aumento significativo dos custos em moeda local e paga cerca de duas vezes, ou mais, pelos mesmos equipamentos face a outros países. De forma concreta, é o mesmo que dizer que a aquisição de equipamentos de um mesmo projeto de instrumentação no Brasil custa mais do dobro do que um equivalente nos Estados Unidos.

É de conhecimento comum que cada país tem a sua legislação tributária mais, ou menos, onerosa comparado com a brasileira, todavia a consequência maior acaba sendo a inviabilização de certos projetos e a estagnação técnica, principalmente no setor de infraestrutura, caracterizado por orçamentos mais reduzidos.



2.4 Soluções automatizadas VS Soluções manuais

Como é de conhecimento generalizado, dois dos fatores mais importantes na tomada de decisão nos projetos de engenharia são o custo e o tempo.

As questões de custo se colocam mais especificamente no momento de decidir entre a implantação de soluções automatizadas e convencionais. Esse tipo de discussão é parte integrante da fase de concepção do projeto de instrumentação (ver capítulo 4.1). Nessa fase devem ser ponderados os prós e contras de cada solução, não só de um ponto de vista econômico, mas principalmente de um ponto de vista técnico onde se destacam as quantidades e qualidade dos dados coletados.

Tanto Silva (2016) quanto Choquet *et al* (2018) elaboraram estudos comparando o custo-benefício de ambas as soluções e chegaram a conclusões semelhantes, ou seja, a solução automatizada possui um custo superior inicial à sua equivalente convencional, mas que acabam se equalizando em termos de custo entre o período de um ano a um ano e meio de monitoramento. Este facto aplicado a um contexto de obras de longa duração, na ordem de 2 ou mais anos, possui um reflexo econômico impactante no momento da tomada de decisão.

Normalmente, as análises comparativas restringem-se à comparação direta, descontextualizada, entre os custos das soluções automáticas e convencionais sem uma análise custo-benefício mais aprofundada, onde devem ser ponderados os seguintes fatores

- Quantidade de instrumentos (Q)
- Frequência de leitura (F)
- Tempo total de obra (TTO)
- Exigências logísticas e operacionais

Os fatores citados quando combinados entre si em obras de médio/longo prazo com frequência de leitura significativa, resultam no gráfico ilustrado na Figura 1, porque as exigências logísticas e operacionais trazem consigo um acréscimo de custos proporcionais ao tempo total de obra (TTO).

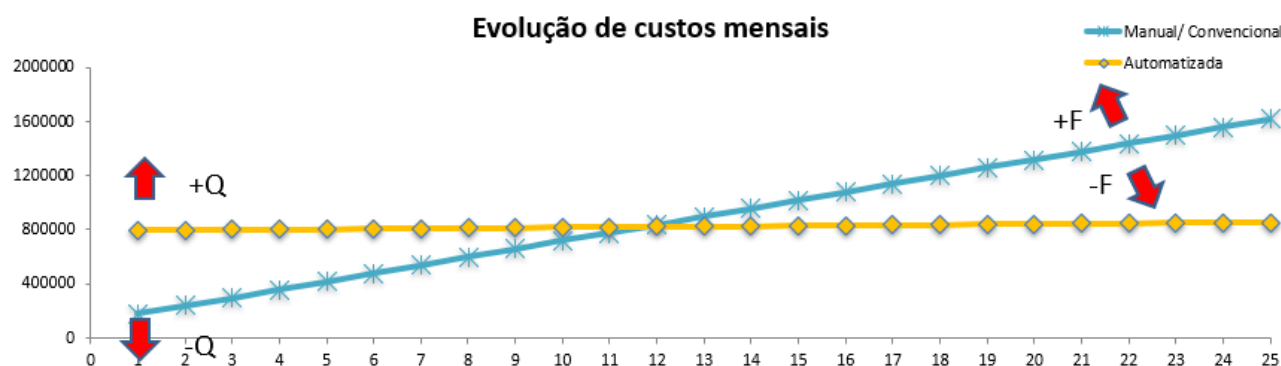


Figura 1 - Comparação de custos entre solução automatizada e um solução manual/convencional equivalente ao longo de 2 anos de obra. (Q- quantidade de instrumentos influencia o custo inicial das soluções no geral / F – frequência de leitura influencia o declive da linha de custo da solução manual)

As exigências logísticas e operacionais são inerentes e consequência dos dois primeiros fatores e tem uma incidência expressiva nas soluções convencionais porque necessitam de considerar a quantidade de equipes de técnicas dedicadas, deslocamentos, transmissão de dados, erros de leitura, processamento de



informação, entre outros itens que levam ao aumento da complexidade logística e da probabilidade de falha humana, gerando custos, na sua maioria, incomportáveis no longo prazo.

A decisão entre as alternativas deverá ser sempre contextualizada com o tempo total de obra (TTO) para verificar se o custo acumulado da solução convencional ultrapassa, ou não, a automatizada. Logo, casos de curto prazo, sem exigentes frequências de leitura não justificam uma alternativa automatizada. Mas por outro lado, casos com maior duração, usual no monitoramento de encostas, barragens, túneis oferecem a oportunidade de amortização do investimento numa solução automatizada. (Silva, 2016)

Apesar das considerações operacionais e econômicas anteriores, deve ser destacado que a aplicação de recursos em equipamentos de monitoramento deve ser encarada como investimento em segurança e não como um simples custo. Além de que um custo preventivo sempre será menor que um custo paleativo ou corretivo de uma eventual falha da estrutura.

Analizando as considerações anteriores em perspectiva pode-se resumi-las num quadro de decisão FxQ (Frequência (normal) x Quantidade) ilustrado na Figura 2, variável com o tempo total de obra (TTO) e onde podem ser enquadrados os quatro cenários idealizados

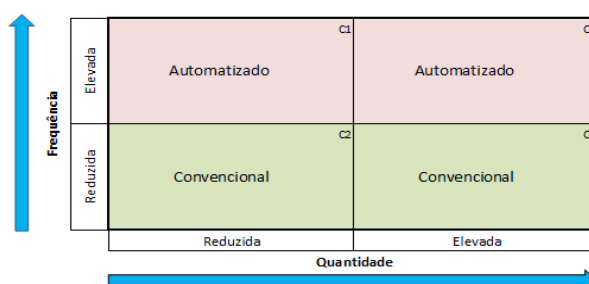


Figura 2 - Quadro de decisão dinâmico FxQ (TTO= 12 meses)

Em termos concretos, a solução automatizada pode ser consideravelmente mais cara no início, especialmente devido ao câmbio e impostos, porém em casos de frequência de leitura alta (superior a mais que uma leitura por dia) e tempo de obra superior a 12 meses custo total começa a ser mais vantajoso quando comparado com a opção convencional.

3 Normas

Em termos de regulatórios, o Brasil vive duas realidades distintas entre setores. Uma delas relacionada com área da barragens onde a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) sofreu recentes mudanças com a entrada em vigor da nova Lei 14.066/2020 que veio alterar e atualizar a anterior Lei 12.334/2010.

O monitoramento de barragens passou a ser uma prioridade pelas próprias empreendedoras e pelos órgãos fiscalizadores, principalmente após os eventos de rompimento da Barragem do Fundão (Mariana, MG) em 2015 e da Barragem 1 da Mina do Córrego do Feijão (Brumadinho, MG) em 2019.

A atualização reforça que o monitoramento dessas estruturas é obrigatório e dependendo do contexto chega até a exigir o monitoramento automatizado como é o caso de barragens de rejeito (Resolução ANM 95).

O empreendedor deve implantar sistema de monitoramento de suas estruturas dentro da PNSB, onde sua complexidade está diretamente relacionada ao seu Dano Potencial Associado (DPA). Importante frisar que para barragens de mineração classificadas com DPA alto, existência de população a jusante com pontuação 10 e características técnicas com método construtivo contendo pontuação 10, o empreendedor é obrigado a



manter sistema de monitoramento automatizado de instrumentação, adequado à complexidade da estrutura, com acompanhamento em tempo real e período integral, seguindo os critérios definidos pelo projetista, além de que as barragens de mineração com DPA Alto, estas devem manter video-monitoramento 24 horas por dia de sua estrutura devendo esta ser armazenada pelo prazo mínimo de 90 dias. (Paniago, 2021)

“Art.17 XX - armazenar os dados de instrumentação da barragem e fornecê-los ao órgão fiscalizador periodicamente e em tempo real, quando requerido;”

Já por outro lado, setores como o de infraestrutura não possuem uma lei e uma entidade fiscalizadora específica que enquadre a necessidade de monitoramento como obrigatória. Apesar das orientações da norma NBR 8044/2018- Projeto Geotécnico nos pontos referentes à instrumentação e monitoramento serem feitas nesse sentido - *“Quando o monitoramento for necessário, o projeto deve especificar os instrumentos a serem instalados e a frequência das leituras. Devem ser informados os valores estimados para as grandezas a serem medidas.”* – estas são genéricas podendo ser alvo de diferentes interpretações de acordo com o projetista.

Em muitos casos, a exigência de automatização é feita por entidades externas e independentes como por exemplo Metro de SP, que exige monitoramento rigorosos em projetos que ocorram nas proximidades das suas infraestrutura metroferroviárias.

Como consequência, o setor de barragens, com destaque para o de mineração apresenta um desenvolvimento técnico expressivo nos últimos anos promovido pelo ambiente regulatório e maiores orçamentos disponibilizados enquanto que, outros setores onde a legislação é ambígua, tendem a adotar práticas que atendam as condições mínimas necessárias protocolares, sem vista à adequação técnica e, de onde resultam, a grande maioria das não conformidades entre o projeto de instrumentação previsto e o realmente necessário.

4 Capacitação técnica

4.1 Projeto de instrumentação

O planejamento de um programa de monitoramento geotécnico é similar a outros projetos de engenharia, isto é, um processo que se desenvolve através de passos lógicos. Inicia-se com a definição de um objetivo, isto é, quais as questões geotécnicas a ser respondidas e termina com o planejamento de como os parâmetros a serem medidos serão analisados e interpretados.

Franklin (1977) indica que um programa de monitoramento é uma corrente com vários elos potencialmente fracos que se rompem com maior facilidade e frequência do que na maioria dos trabalhos de engenharia geotécnica.

O planejamento deve ser feito segundo os itens a seguir apresentados, e todas as etapas completadas, se possível, antes que os trabalhos de instrumentação sejam iniciados em campo, conforme assinalado por Dunnicliff (1993)

A concepção de um plano de instrumentação divide-se nas seguintes fases:

1. Definição das condições do empreendimento
2. Definição das questões geotécnicas e dos objetivos da instrumentação
3. Seleção dos parâmetros a serem monitorados
4. Previsão do campo de variação de medidas
5. Planejamento de ações corretivas
6. Atribuição de tarefas nas fases de projeto, construção e operação
7. Seleção dos instrumentos
8. Localização dos instrumentos



9. Registro dos fatores que podem influenciar os dados medidos
10. Estabelecimento dos procedimentos básicos para assegurar a precisão das leituras
11. Orçamento
12. Especificações técnicas e lista de materiais para aquisição
13. Planeamento da instalação
14. Manutenção periódica e calibração
15. Planeamento das etapas desde a aquisição até aos relatórios finais
16. Orçamento atualizados

A enumeração detalhada dos itens acima, serve como exemplo ilustrativo da complexidade do planeamento de um projeto de instrumentação e de como as várias etapas se relacionam entre si, estabelecendo uma corrente de eventos que deve ser regido por um escrupuloso controle de qualidade para resultar numa solução de monitoramento precisa e, acima de tudo, confiável. Planejamento sistemático requer especial empenho e dedicação de cada equipe responsável. A cada falha no controle de qualidade de uma fase está-se introduzindo um percentual erro no resultado final.

O que sucede em muitas ocasiões é os diferentes intervenientes no projeto, sejam eles consultores, empreiteiras ou empresas de serviços de instalação e leitura não seguirem as boas práticas implícitas nas fases supracitadas

4.2 Projetistas e consultores

A implementação de um projeto de instrumentação requer um planejamento prévio, iniciado ainda em fase de projeto, e não somente no momento que os trabalhos de campo se iniciam. Como é sabido, o monitoramento geotécnico e/ou estrutural deve ser realizada nas fases antes, durante e pós-obra para um controle adequado da performance do projeto como dos parâmetros pré-estabelecidos. Observa-se uma tendência entre alguns staff técnicos (engenheiros, geólogos, entre outros) em proceder de maneira contraproducente, algumas vezes selecionando os instrumentos sem muito critério e realizando as medições para, somente, então, pensar o que fazer com os dados obtidos. Este tipo de decisões para além de colocarem em causa o tempo de implementação de um sistema de monitoramento, também incorre em custos desnecessários.

Este tipo de situação resulta numa frustração generalizada dos intervenientes do projeto, em especial o cliente final e a empreiteira, que leva a um entendimento generalizado (errado) de que o instrumentação é um desperdício de recursos.

Para contornar isso, é importante que projetistas e consultores envolvidos tenham experiência prévia nesse tipo de projetos e caso não a tenham, que procurem formação contínua para as suas equipes de maneira a preencher essas lacunas tanto na parte de concepção como na parte de interpretação de dados.

Essa formação pode ser obtida através de diversos conteúdos disponíveis gratuitamente na rede como tutoriais, cursos especializados ou até a consulta de fabricantes de equipamentos, os quais possuem na sua estrutura, departamentos de suporte altamente especializados.

A sensibilização quanto à importância deste tipo de atividade deve ser feita sistematicamente, seguindo exemplos de outras campanhas de sensibilização como as campanhas de segurança e saúde em obra.

As escolas de engenharia também podem e devem exercer um papel importante nesse aspeto.



4.3 Serviços especializados de instalação

Por se tratar de um setor altamente especializado, onde se combinam diversos conhecimentos como geologia, geotecnia, eletrônica, mecânica, entre outros, a sua execução deve ser feita através de empresas especializadas com experiência comprovada.

Existem dificuldades relacionadas a instalação de equipamentos, manutenção e leituras em campo, controle e garantia da qualidade dos dados, metodologias e até capacidade técnica, dentre outras dificuldades, que torna o monitoramento geotécnico efetivo um grande desafio para os profissionais da área.

O grande problema (não exclusivamente brasileiro) é a contratação pelo critério de menor custo, o que comprovadamente nem sempre traz os melhores resultados operacionais e técnicos.

Tal como referido no ponto anterior, este tipo de situação contribui para frustração generalizada dos intervenientes do projeto, que leva a um entendimento generalizado (errado) de que a instrumentação é um desperdício de recursos, criando-se um ciclo vicioso onde são disponibilizados orçamentos aquém das reais necessidades do projeto.

5 Conclusões

O mercado brasileiro apresenta condicionantes importantes para a elaboração de um projeto adequado de instrumentação.

O contexto regulatório condiciona determinados setores a uma maior, ou menor, adoção de medidas para suprir as demandas dos projetos de instrumentação. Por sua vez, essas demandas exigem planejamento prévio e orçamentos preliminares mais robustos. Por outro lado, o inverso também se verifica, isto é, legislação sem um direcionamento claro tende ao surgimento de projetos desadequados em termos de custo e qualidade, gerando a percepção errada acerca da inutilidade do monitoramento, dificultando assim a generalização e interesse pela melhoria contínua desta área.

A questão orçamentária tem um peso crucial na tomada de decisão, principalmente pelo facto do Brasil estar dependente da importação dos equipamentos e se sujeitar à variação cambial e uma legislação tributária protecionista e onerosa. O artigo expôs a variação de custo de quase duas vezes num espaço de 5 anos, somente causada pela variação cambial. Além do mais, soma-se a existência de mão-de-obra relativamente barata a qual aumenta a resistência a adotar novas tecnologias e a necessidade de renovar o setor de acordo com as melhores práticas nacionais e internacionais. A tomada de decisão económica deve-se basear numa análise custo-benefício ponderada e encarar a instrumentação como um investimento, reconhecendo os benefícios daí resultantes para um bom projeto de instrumentação.

Finalmente, por se tratar de um setor de nicho, com alto grau de especialização e impactado fortemente por avanços tecnológicos recentes, exige aqueles que trabalham no setor (consultores, engenheiros, técnicos de campo) se instruírem e se renovem constantemente de modo a alcançar soluções de monitoramento precisas e, acima de tudo, confiáveis. Projetos desadequados conceptualmente ou pobremente geridos e instalados resultam em perda de recursos desnecessária. E isso, só poderá ser superado na formação constante dos quadros técnicos envolvidos. Essa formação facilitaria consideravelmente a discussão entre a adoção de soluções manuais ou automatizadas, onde o planejamento a médio-longo prazo pode ser economicamente mais interessante.

XX Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica
 IX Simpósio Brasileiro de Mecânica das Rochas
 IX Simpósio Brasileiro de Engenheiros Geotécnicos Jovens
 VI Conferência Sul Americana de Engenheiros Geotécnicos Jovens
 XI Congresso Luso Brasileiro de Geotecnia
 23 a 26 de Agosto de 2022 – Campinas – SP



COBRAMSEG 2022
 23 A 26 DE AGOSTO | CAMPINAS | SP | BRASIL
 COBRAMSEG | SBMR | GEOJOVEM | CLBG

Apesar das diferentes realidades, o caminho das melhores práticas é conhecido e já aplicado no mercado brasileiro, contudo para o tornar transversal a todos os setores económicos é necessário resolver ou contornar os desafios elencados ao longo do artigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Choquet, P., Taylor, R. e Byerley, C. (2016). *Payback of Automated Geotechnical Instrumentation Monitoring for Open Pit Mines as Compared to Manual Data Collection*, Canada Institute of Mining Proceedings (CIM2016). Vancouver, Canada.
- Dunnicliff, J. (1993). *Geotechnical instrumentation for monitoring field performance*. John Wiley and Sons, New York, NY, USA
- Franklin, J.A. (1977). *Some practical considerations in the planning field instrumentation*. *Proceedings of International symposium on application of rock characterization techniques in mining design*, M. Karmis, NY, USA
- Paniago, Luiz (2021), *Segurança de Barragens – Legislação federal brasileira em segurança de barragens comentada*, Editora Insight, Brasília, Brasil
- Pezzetti, J. (2018). *Human factor in Geomonitoring*. FMGM2018 Proceedings, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
- Rubertis, K. (2013), *Changing Times —The Challenges and Risks of Managing Aging Infrastructure Under a New Financial Reality*, 33rd Annual USSD Conference, Phoenix, Arizona, USA
- Silva, A. (2016). *Análise técnica, operacional e económica entre a utilização de inclinômetros convencionais e automatizados*. 15º Congresso Nacional de Geotecnia, Porto, Portugal
- Silveira, J.F.A. (2006). *Instrumentação e segurança de barragens de terra e enrocamento*. Oficina de textos, São Paulo, Brasil