

ESTUDO DE ESTABILIDADE EM UMA BARRAGEM DE TERRA COM ÊNFASE NA ANÁLISE GEOTÉCNICA E GEOFÍSICA

Jorge Echague ¹

Jorge Tomas Trovo Echague ²

Rhaissa Martini De Souza ³

Lenon Melo Ilha ⁴

Maximilian Fries ⁵

Jose Waldomiro Jimenez Rojas ⁶

Resumo:

As barragens são estruturas que retêm a água dos cursos d'água para diferentes propósitos. Com a intenção de garantir a integridade das obras e prevenir acidentes de projeto inicial até ao fim da sua vida útil, a otimização é justificada na realização de inspeções e monitoramento, como o cenário barragem geológica e geotécnica. Neste sentido, este trabalho tem como objetivo, a aplicação de métodos de pesquisa diretos e indiretos em barragens, examinando a correlação de dados geotécnicos e geofísicos, para que subsidiem a avaliação da mesma. A área de estudo está localizada na cidade de Uruguaiana, localizada no extremo oeste do Rio Grande do Sul. O mapeamento geológico da área ajuda na interpretação das rochas de fundação e nos materiais de construção disponíveis. As análises do solo, hidrografia e de relevo, caracterizam os possíveis parâmetros influenciadores às estruturas das barragens. A geofísica aplicada, com o método da resistividade, permite a visualização de infiltrações de água no corpo da barragem, contribuindo para o gerenciamento da segurança nessas barragens. Os resultados foram os seguintes: caracterização geológica-geotécnica e geofísica da barragem e identificação de possíveis áreas de infiltração de água no corpo da barragem.

Palavras-chave: Barragem de Terra; Geotecnia; Geofísica

Modalidade de Participação: Iniciação Científica

ESTUDO DE ESTABILIDADE EM UMA BARRAGEM DE TERRA COM ÊNFASE NA ANÁLISE GEOTÉCNICA E GEOFÍSICA

¹ Aluno de graduação. jorgetrovo15@gmail.com. Autor principal

² Aluno de graduação. jorgetrovo15@gmail.com. Apresentador

³ Aluna de graduação. rhaissamartini@gmail.com. Co-autor

⁴ Docente. lenon.ilha@unipampa.edu.br. Co-autor

⁵ Docente. maximilianfries@unipampa.edu.br. Orientador

⁶ Docente. jose.rojas@unipampa.edu.br. Co-orientador

ESTUDO DE ESTABILIDADE EM UMA BARRAGEM DE TERRA COM ÊNFASE NA ANÁLISE GEOTÉCNICA E GEOFÍSICA

1 INTRODUÇÃO

A geologia de engenharia dispõe de inúmeras aplicações dentre os projetos de engenharia. Do qual, uma das utilidades mais consolidadas desde os primórdios da humanidade, dizem respeito ao estudo e construção de barragens. Com o passar dos anos, as barragens adquiriram uma importância econômica e ambiental, em maior proporção na geração de energia elétrica, irrigação, piscicultura, entre outras aplicações. Entretanto, em função da simplicidade na construção de alguma destas obras, tais como barragens de terra, resultam em obras vulneráveis, geralmente, desprovidas de embasamento teórico-científico, fundamentando-se apenas em conhecimentos mais empíricos. Essa desconsideração pode aumentar o custo de projeto, em função do exagerado uso de material, e até mesmo, delimitar a construção da barragem com dimensões inferiores as de segurança, diante do risco de provocar grandes danos econômicos e ambientais. Desse modo, diferentes métodos de monitoramento são empregados afim de qualificar a avaliação das condições da barragem. Duas dessas metodologias aplicadas são as análises diretas e indiretas de investigação.

Os métodos diretos de estudo incluem o reconhecimento das condições geológico-geotécnicas através de uma série de procedimentos, tais como, *checklist* de inspeção regular de barragens utilizado para determinar as características inerentes às estruturas do barramento. Além da caracterização geológica e pedológica do contexto, ambas empregues na contribuição interpretativa das prováveis susceptibilidades ao qual a barragem está inserida. Os métodos indiretos complementam o entendimento acerca da problemática e representam uma alternativa de baixo custo, eficaz e rápida. No estudo, o método geofísico utilizado é da eletrorresistividade, onde adquire-se informações de subsuperfície (imageamento) intrínsecas ao corpo do barramento com boa resolução e de forma não invasiva.

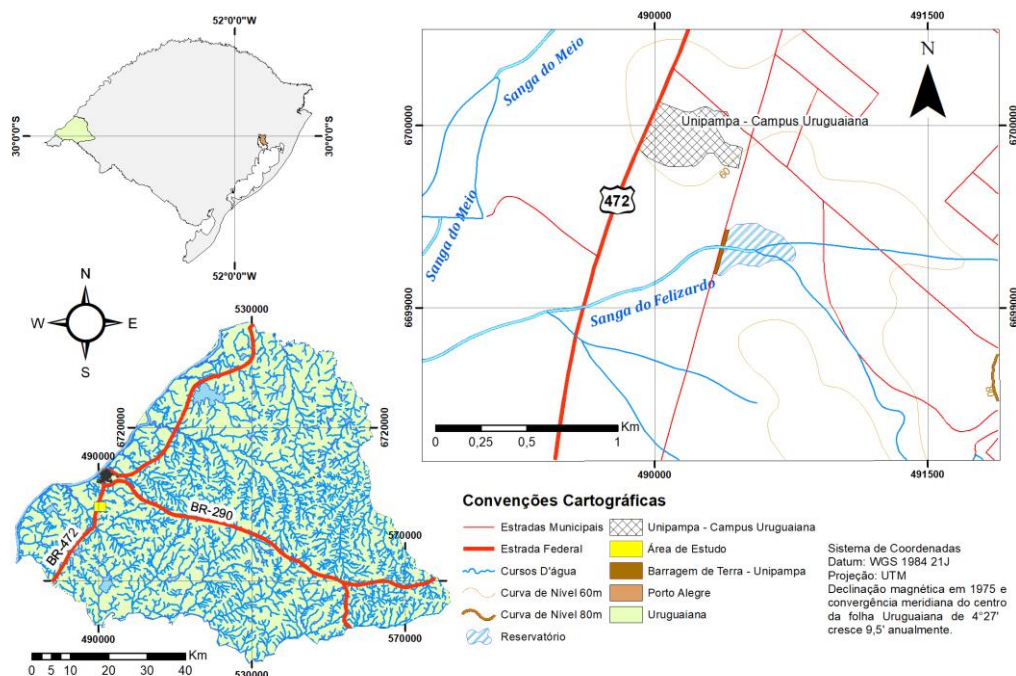
Neste contexto, este trabalho, tem como objetivo caracterizar a vulnerabilidade aos riscos atrelados as barragens de terra, através dos ensaios geotécnicos citados anteriormente e do levantamento eletrorresistivo, como ferramenta de monitoramento, em uma barragem de terra localizada no campus Uruguaiana da Universidade Federal do Pampa.

2 METODOLOGIA

A elaboração deste trabalho, compreendeu basicamente 2 etapas metodológicas. A primeira delas relacionada as atividades de laboratório abordando: i) pesquisa e revisão bibliográfica sobre a área da barragem (analisar os dados locais, histórico através de mapas, fotos); ii) procedimentos de planejamento pré-campo (determinação da área de estudo, através da geração de mapas e perfis em ambiente SIG onde, posteriormente, delimitou-se os perfis geofísicos a serem realizados e comprimento/arranjos) e iv) georeferenciamento da área.

Na segunda etapa foram realizadas as atividades de campo na barragem do campus Uruguaiana (Figura 1), local de estudo prático do Centro de Tecnologia em Pesca e Aquicultura (CTPA). Em que, integrou-se os dados bibliográficos (geológicos, hidrográficos, geomorfológicos e pedológicos) anteriormente utilizados no laboratório. Em seguida foi feita a caracterização geológica-estrutural e dos solos, além da identificação da rede hidrográfica e o relevo adjacente no local e área de abrangência.

Figura 1- Mapa de situação e localização da área de estudo.



Fonte: Extraído e modificado de CPRM (2004).

A descrição da geologia e pedologia foi realizada a partir de coleta de amostras e medidas das estruturas presentes nas seções de melhor exposição. Nesta atividade foi usado: martelo petrográfico, bússola do tipo Brunton, Lupa de bolso com aumento 10x e GPS de mão modelo eTrex, da marca Garmin. Diferentemente do detalhamento descritivo inicial, os aspectos relevo e hidrografia, foram determinados a partir de análises visuais e registradas por meio de câmera fotográfica.

A análise da condição geotécnica das estruturas da barragem, foi realizada por um levantamento ponderado pelas especificações determinadas no *checklist* de inspeção regular de barragens de terra. Onde foram elencados cinco parâmetros principais: Confiabilidade das estruturas extravasadoras; Percolação; Deformação e recalques; Deterioração dos taludes e Paramentos e Geometria da barragem.

Após reconhecidos superficialmente os prováveis fatores de influência aos riscos ambientais e econômicos vinculados a barragem, foram definidas as melhores configurações para a aquisição geofísica, objetivando investigar de maneira indireta os dados de subsuperfície (interior do corpo do barramento). A aquisição foi feita utilizando um resistímetro modelo Syscal PRO da IRIS *instruments*. A análise, processamento e interpretação dos dados geoeletricos foi feita a partir do *software* RES2DINV. Para os três perfis de eletrorresistividade foram empregados dois arranjos (Wenner Schlumberger e Dipolo-Dipolo).

3 RESULTADOS e DISCUSSÃO

Geologicamente a litologia é caracterizada por basaltos andesíticos melanocráticos, com textura vítrea e porfírica (Figura 2). Apresenta, também, plagioclásios ou piroxênios (Augita), frequentes estruturas vesiculares/amigdaloides e extremamente fraturado, semelhantes aos descritos por WILDNER et al. (2003) para os basaltos da fácies alegrete do entorno da região de Uruguiana e Alegrete. Os solos estudados são classificados como solos de textura média

argilosa (eutrófico), equiparando-se aos solos Litólicos eutróficos a chernozêmico, de textura média e substrato basáltico em relevo suave ondulado, definidos pelo IBGE (2002).

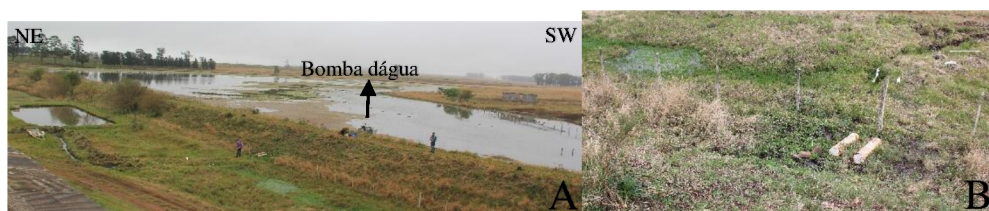
Figura 2- Composição de fotografias, evidenciando em (A) um afloramento do tipo lajeado, extremamente fraturado destacando a presença de estruturas amigdaloides. Em (B) destaca-se uma amostra apresentando uma textura porfirítica, determinada pela presença de augita (até 5cm).



Fonte: do autor, 2018.

Os resultados obtidos a partir da inspeção geotécnica das estruturas da barragem, permitiu identificar uma zona de maior umidade no pé do talude de jusante, porção mais a sudoeste da barragem (Figura 3). Subordinadamente, destaca-se uma das possíveis explicações para a constatação de maior umidade neste mesmo ponto, tendo em vista a existência da estrutura de uma bomba que percorre internamente o corpo da barragem, com função de retirar a água do reservatório em períodos de maior pluviosidade.

Figura 3- Composição de fotografias da barragem, em (A) evidencia-se a posição da estrutura da bomba d'água e em (B) a porção de maior umidade no pé do talude de jusante.

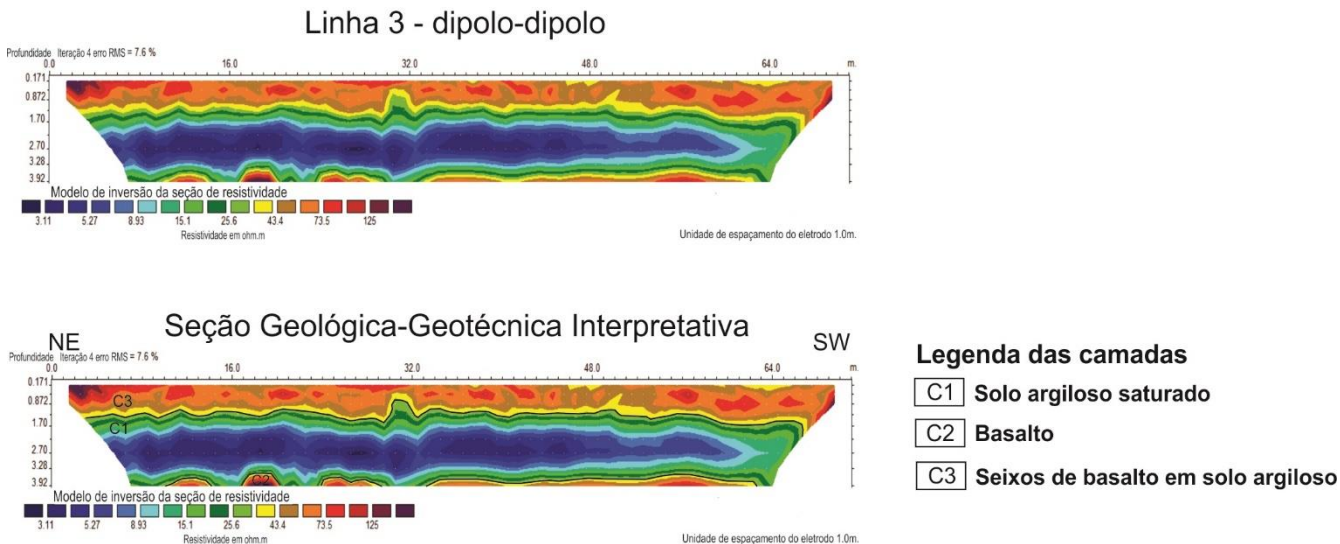


Fonte: do autor, 2018.

Os resultados obtidos nos três perfis geofísicos, foram interpretados a partir da geração de pseudo-seções com inversões dos dados de resistividade medidos. Estas, apresentam as profundidades teóricas de acordo com os níveis de investigação usados no arranjo (Figura 5-6). Para o perfil 1 e 2 foram utilizados o espaçamento de 2,5m entre os eletrodos. Sendo esses, dispostos tanto mais próximos do talude de jusante quanto do talude de montante, com intuito de analisar a influência da provável percolação de água no interior da barragem. Posteriormente, analisando as respostas obtidas com o primeiro espaçamento adotado, interpretou-se uma possível zona de menor resistividade, com potencial para estar colocando em risco a estrutura da barragem. Com isso, no perfil 3, foi diminuído o espaçamento dos eletrodos para 1m, assim como o tamanho do perfil, afim de propiciar um maior detalhe vertical

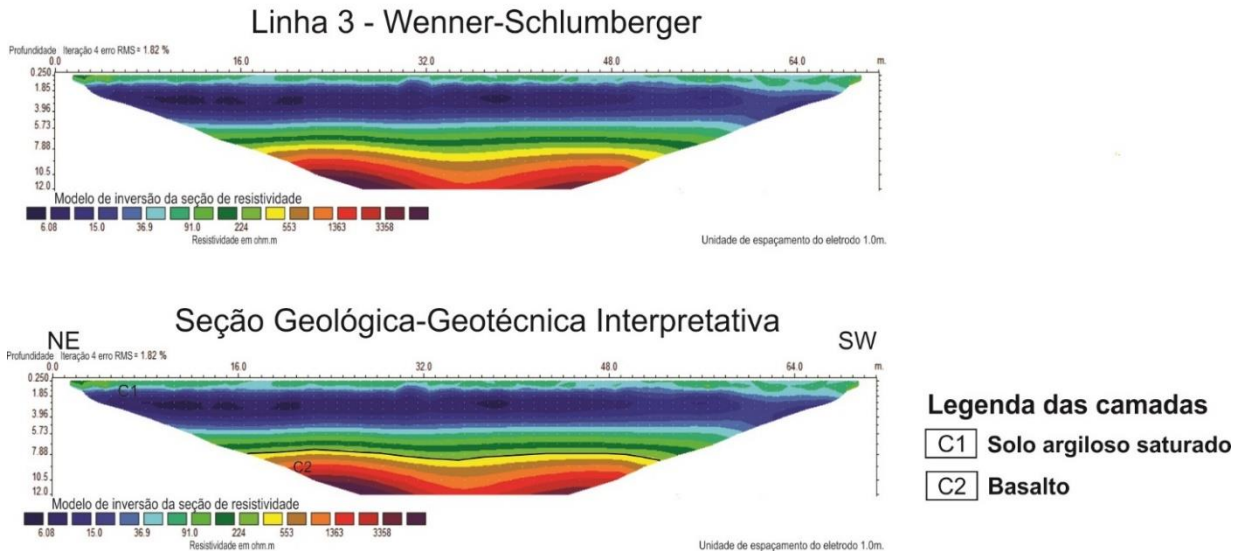
e horizontal nos dados e contribuir para a melhor avaliação dos riscos associados a zona de maior interesse.

Figura 5- Modelo geológico-geotécnico interpretativo do perfil 3, evidenciando os dados de subsuperfície do perfil de espaçamento 1m com o arranjo dipolo-dipolo.



Fonte: do autor, 2018.

Figura 6- Modelo geológico-geotécnico interpretativo do perfil 3, evidenciando os dados de subsuperfície do perfil de espaçamento 1m com o arranjo Wenner Schlumberger.



Fonte: do autor, 2018.

As informações geológicas, pedológicas, hidrográficas e geomorfológicas foram agregadas aos dados geofísicos, auxiliando na interpretação do cenário em subsuperfície e na identificação da zona de maior permeabilidade do corpo do barramento, corroborada em maior proporção pela visualização in situ no momento do *checklist* geotécnico. Dessa maneira, o desenvolvimento da problemática retratada na barragem, segue a maior parte dos trabalhos

efetuados no âmbito de monitoramento de suas estruturas, atreladas ao possível desenvolvimento do fenômeno *piping* (erosão interna), considerado por Massad (2010) um dos problemas que mais preocupam o projetista.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A associação das informações obtidas através dos métodos diretos com os métodos indiretos acrescentou na elaboração de dados mais representativos acerca dos problemas de segurança desenvolvidos na barragem. Neste estudo, os dados qualitativos da geologia, pedologia, hidrografia e geomorfologia, forneceram a fundamentação para locação e interpretação das análises dos ensaios geofísicos.

Entretanto, sugere-se que para uma certificação mais adequada da interpretação dos dados, necessitam-se serem efetuados ensaios geotécnicos de estabilidade de taludes e percolação de água no solo, atribuindo assim, uma melhor segurança para o parecer final a respeito do monitoramento do fator de risco ao qual a barragem está associada.

5 REFERÊNCIAS

CPRM, 2004. **Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo**. Projeto GIS BRASIL: FOLHA SH.21 - URUGUAIANA.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistematização das Informações sobre Recursos Naturais. **Mapas de Geomorfologia, Geologia e Pedologia, 2002**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias>>. Acesso em: 20 maio. 2018.

MASSAD, F. **Obras de terra: curso básico de Geotecnia**. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

WILDNER, W., Lopes, R.C., Romanini, S. & Camozzato, E. 2003. **Contribuição à estratigrafia do magmatismo Serra Geral na Bacia do Paraná**. In: I ENCONTRO SOBRE A ESTRATIGRAFIA DO RIO GRANDE DO SUL: ESCUDO E BACIAS, 2003, Porto Alegre. Hartmann, L.A. (ed.), p. 204-210