

# 1. Introdução

## 1.1. Motivação

Os conglomerados terrígenos são um tipo de rocha sedimentar, clástica, composta pela mistura de fragmentos arredondados de rocha dura imersos em uma matriz branda de grão mais fino, que pode estar cimentada. Este tipo de conglomerado é depositado em bacias sedimentares pouco profundas, ao pé das encostas que fornecem o sedimento grosso. A distribuição dos conglomerados na superfície da terra é ampla.

A América Latina, especificamente, é um local com grandes quantidades deste tipo de material: Bundschuh & Alvarado (2007) na Guatemala, Chávez *et al.* (2012) em El Salvador, Mora (1979) na Costa Rica e Macazana (2006) no Peru são só alguns dos exemplos documentados na literatura técnica da presença deste conglomerado na América Central e América do Sul.

Por ser um material heterogêneo, o comportamento mecânico dos conglomerados é complexo, dependente de muitas variáveis, entre as mais relevantes: a porcentagem volumétrica e o tamanho dos blocos, a presença de cimento e a resistência da matriz e a história geológica do depósito analisado (Akram, 2010).

Segundo Shafiei & Dussealut (2008), é possível que o conglomerado apresente a menor quantidade de informação disponível na literatura técnica. Devido ao contraste de resistência entre os blocos e a matriz, obter amostras de qualidade neste tipo de material é uma tarefa complexa, dificultando a execução de ensaios de resistência em laboratório (Kalender *et al.*, 2014). Por outro lado, os ensaios *in situ*, que resultam ser mais representativos para caracterizar este tipo de rocha, são muito dispendiosos e demorados, sendo justificada sua utilização só em projetos muito específicos como barragens, túneis ou minas (Akram, 2010).

Este trabalho propõe-se a utilizar ensaios numéricos realizados em amostras virtuais de conglomerado como uma opção para determinar seus parâmetros

mecânicos. Assim, a amostra virtual de conglomerado é gerada utilizando os seguintes insumos: (a) imagens do conglomerado, através das quais é determinada a sua mesoestrutura; (b) ensaios de laboratório, cujos resultados fornecem, em separado, os parâmetros mecânicos da matriz e dos blocos.

Nas amostras virtuais de conglomerado podem ser realizados diferentes tipos de ensaios numéricos, entre eles: (a) ensaios de compressão (uniaxial ou biaxial); (b) cisalhamento direto; (c) placa, entre outros. A sua interpretação fornece os parâmetros de resistência e deformabilidade da rocha em estudo.

Utilizar a modelagem numérica para obter os parâmetros mecânicos apresenta as seguintes vantagens em comparação aos ensaios de campo convencionais: (a) maior rapidez e menor custo, pois, geralmente, o acesso ao local do ensaio e a preparação da amostra *in situ* requerem autorizações, maquinário, pessoal técnico especializado, entre outros; (b) flexibilização do tamanho da amostra, já que utilizando a modelagem numérica pode-se testar amostras com dimensões maiores.

Na Costa Rica, algumas das maiores obras de engenharia construídas ou projetadas utilizam como material de fundação ou escavação os conglomerados. No caso específico do projeto hidroelétrico El Diquís, a fundação da barragem, os maiores cortes de talude e grande parte das escavações subterrâneas estão localizados em conglomerados da formação geológica Paso Real. No local foram executados ensaios de campo, para obter os parâmetros de resistência (ensaios de cisalhamento direto, com caixa de  $0,7 \times 0,7 \times 0,35 \text{ m}^3$ ) e deformabilidade (placa de 0,45 m de diâmetro).

Por isso, os conglomerados da Fm. Paso Real foram escolhidos como estudo de caso nesta investigação, realizando-se ensaios numéricos em amostras virtuais, as quais foram construídas através de imagens obtidas em afloramentos e nos resultados de ensaios de laboratório executados nos blocos e na matriz. Através da interpretação dos ensaios numéricos foram calculados os parâmetros de resistência e deformabilidade. Em seguida, foram comparados com os resultados dos ensaios de campo, observando-se uma boa correlação. Assim, validando a modelagem numérica como uma ferramenta útil para a determinação dos parâmetros mecânicos deste tipo de rocha.

## **1.2. Objetivos do estudo**

### **1.2.1. Objetivo geral**

Determinar as propriedades mecânicas (resistência e deformabilidade) de um maciço rochoso constituído por conglomerados utilizando modelagem numérica.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

1. Caracterizar geotecnicamente um maciço rochoso composto por conglomerados;
2. Gerar com base na caracterização do maciço rochoso amostras virtuais do conglomerado;
3. Ensaiair numericamente as amostras virtuais do conglomerado utilizando o método dos elementos finitos; e
4. Interpretar os ensaios numéricos para obter os parâmetros mecânicos do conglomerado.

## **1.3. Estrutura da dissertação**

A dissertação está organizada em seis capítulos. Este primeiro capítulo apresenta uma introdução sobre a importância e os objetivos da pesquisa. A seguir descrevem-se brevemente os assuntos que são abordados em cada um dos demais capítulos:

### Capítulo 2 – Revisão bibliográfica

Na revisão bibliográfica foi abordada a definição dos conglomerados e sua classificação do ponto de vista geológico. Logo foram citadas classificações e índices geomecânicos que podem utilizarse em maciços rochosos brandos rudíticos massivos. Foi também abordado o tema da caracterização geotécnica dos conglomerados e realizada uma revisão das pesquisas em modelamento físico, numérico e empírico de materiais constituídos pela mistura de blocos imersos em uma matriz de grão fino.

Capítulo 3 – Metodologia utilizada na modelagem numérica dos conglomerados

O terceiro capítulo apresenta a metodologia utilizada na modelagem numérica dos conglomerados. É incluída uma guia para selecionar o modelo conceptual que deve ser utilizado na modelagem numérica do conglomerado, a proposta para determinar a geometria externa da amostra, os passos para definir o modelo da mesoestrutura do conglomerado, e finalmente a sugestão para realizar a interpretação dos ensaios numéricos para definir as propriedades mecânicas das amostras virtuais de conglomerado.

Capítulo 4 – Caso de estudo: Conglomerados meios e grossos da Fm. Paso Real, Costa Rica

Na primeira parte do capítulo é apresentada a importância do caso de estudo, sua localização e uma breve resenha do contexto geológico regional e local. Na segunda parte do capítulo são descritas as investigações de campo e laboratório realizadas no local da barragem e mencionados as normativas e métodos sugeridos utilizados na execução dos ensaios.

Capítulo 5 – Apresentação e discussão dos resultados

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos através dos ensaios de laboratório executados na matriz e nos blocos. Os resultados dos modelos numéricos do conglomerado nas diferentes escalas analisadas e a comparação dos resultados da modelagem numérica com a data dos ensaios *in situ* realizados no conglomerado também são incluídos.

Capítulo 6 – Conclusões e recomendações para futuras pesquisas

No capítulo final são apresentadas as principais conclusões deste trabalho, e realizadas sugestões para futuras pesquisas neste tema.