

## Plataforma simuladora de tremor sísmico em escala real e desempenho estrutural de edificações

Full-scale seismic tremor simulation platform and building structural performance

Rondnelio Pinheiro Magno<sup>1</sup>  
Éder Carlos Moreira<sup>2</sup>

### Resumo

O presente trabalho apresenta o desenvolvimento conceitual, a implementação operacional e a validação técnica de uma plataforma de simulação sísmica em escala real, bem como da edificação residencial construída sobre ela, projetada para suportar movimentações horizontais equivalentes a terremotos.

A plataforma permite a aplicação controlada de excitações sísmicas em dimensões reais, possibilitando avaliação direta do comportamento estrutural tanto da edificação quanto de seus elementos constituintes sob solicitações simuladas de terremoto.

A estrutura ensaiada possui massa estimada de 9.620 kg e sistema estrutural composto por elementos de contraventamento e conexões reforçadas. Durante os ensaios foram monitorados deslocamentos horizontais, deformações relativas e estabilidade global.

Observou-se deformação estrutural máxima aproximada de 2,2%, sem registro de instabilidade global ou comprometimento da integridade estrutural.

Além da validação estrutural, o sistema apresenta vantagens significativas para identificação preventiva de patologias estruturais e para apoio institucional a atividades acadêmicas.

---

<sup>1</sup> Empresário, pesquisador e especialista em tecnologias construtivas  
Vila Velha – Espírito Santo – Brasil

<sup>2</sup> UFES/Geologia – Coordenador do Programa de Extensão “Soluções Geológicas Aplicadas”

**Palavras-chave:** simulação sísmica; experimentação em escala real; validação estrutural; desempenho construtivo; pesquisa aplicada.

## **Abstract**

This paper presents the conceptual development, operational implementation, and technical validation of a full-scale seismic simulation platform, as well as of the residential building constructed upon it, designed to withstand horizontal motions equivalent to earthquakes.

The platform allows the controlled application of seismic excitations at real scale, enabling the direct evaluation of the structural behavior of both the building and its constituent elements under simulated earthquake loading.

The tested structure has an estimated mass of 9,620 kg and a structural system composed of bracing elements and reinforced connections. During the tests, horizontal displacements, relative deformations, and overall stability were monitored.

A maximum structural deformation of approximately 2.2% was observed, with no evidence of global instability or compromise to structural integrity.

In addition to structural validation, the system presents significant advantages for the preventive identification of structural pathologies and for institutional support of academic activities.

**Keywords:** seismic simulation; full-scale experimentation; structural validation; building performance; applied research.

## **1. Introdução**

A crescente demanda por segurança, desempenho e durabilidade das edificações exige métodos de avaliação estrutural cada vez mais representativos da realidade construtiva.

A experimentação em escala real permite observação direta do comportamento estrutural, reduzindo incertezas associadas a modelos reduzidos e possibilitando análise mais fiel das condições de uso.

O presente estudo descreve o desenvolvimento de uma plataforma de simulação sísmica aplicada a edificação residencial construída em dimensões reais, com foco na avaliação de desempenho e na ampliação das possibilidades de pesquisa aplicada e cooperação acadêmica.

## **2. Desenvolvimento da Plataforma Experimental**

A plataforma foi concebida com base em critérios de robustez estrutural, controle operacional e segurança de execução.

Sua configuração inclui:

- Estrutura metálica de reação dimensionada para absorção de esforços repetitivos;
- Base móvel horizontal com controle de deslocamento;
- Sistema eletromecânico de acionamento com variação progressiva;
- Mecanismo de geração de movimentação periódica;
- Sistema de controle operacional e monitoramento.

Parâmetros Operacionais:

- Controle progressivo da intensidade de deslocamento;
- Deslocamento máximo entre 10 mm e 60 mm;
- Duração padrão de cada ensaio: 70 segundos;
- Aplicação repetitiva em ciclos programados.

Todos os ensaios são realizados sob protocolos técnicos e operacionais controlados.

## **3. Caracterização da Estrutura Ensaada**

A edificação residencial submetida à experimentação apresenta:

- Massa estimada: 9.620 kg;
- Sistema estrutural com contraventamentos diagonais;
- Conexões estruturais reforçadas;
- Interface de base com flexibilidade controlada;
- Configuração compatível com tipologia residencial leve.

## **4. Metodologia Experimental**

Os ensaios foram realizados com aplicação progressiva de deslocamentos horizontais controlados.

Foram monitorados:

- Deslocamento horizontal global;
- Deformações relativas entre pontos estruturais;
- Integridade das conexões;
- Estabilidade global da edificação.

A progressão incremental permitiu análise comparativa entre diferentes níveis de sollicitação.

## **5. Resultados Obtidos**

Os ensaios realizados demonstraram o comportamento estrutural da edificação sob movimentações controladas, evidenciando os seguintes pontos principais:

- Maior deslocamento lateral observado durante a aplicação de movimentações transversais;
- Deformação estrutural máxima de aproximadamente 2,2%, mantendo-se dentro dos limites de segurança definidos;
- Ausência de instabilidade global, confirmando a robustez da estrutura ensaiada;
- Manutenção da integridade estrutural e das conexões, sem registro de danos significativos;
- Eficácia da plataforma na reprodução controlada de ondas sísmicas primárias (P) e secundárias (S), possibilitando análise direta do efeito dessas excitações sobre a edificação em escala real.

## **6. Vantagens Técnicas para Identificação de Problemas Estruturais**

### 6.1 Identificação Antecipada de Fragilidades:

- Fissurações iniciais;
- Afrouxamento de conexões;
- Desalinhamentos estruturais;
- Concentrações localizadas de deformação.

### 6.2 Avaliação de Conexões e Interfaces:

- Ligações metálicas;
- Elementos de fixação;
- Interfaces entre estrutura e base;
- Sistemas de contraventamento.

### 6.3 Validação de Soluções Construtivas:

Novas técnicas construtivas podem ser avaliadas antes de aplicação em larga escala, reduzindo riscos técnicos e econômicos.

### 6.4 Apoio à Engenharia Diagnóstica:

Reforço estrutural, retrofit e requalificação de edificações existentes.

## **7. Vantagens Acadêmicas e Institucionais**

A plataforma de simulação sísmica em escala real encontra-se instalada no Parque Industrial da Magno Tecnologia em Edificação, oferecendo acesso direto a professores especialistas e estudantes das áreas de engenharia sísmica, geofísica, geologia e engenharia civil.

Essa infraestrutura encontra-se disponível para a Universidade Federal do Espírito Santo

(UFES) para realização de testes, ensaios estruturais e desenvolvimento de pesquisas científicas baseadas em eventos dinâmicos semelhantes a eventos reais.

O espaço experimental permite a análise prática de protótipos em escala real, servindo como suporte para estudos técnicos, avaliações estruturais e desenvolvimento de pesquisas aplicadas, permitindo que alunos e pesquisadores:

- Observem o comportamento estrutural de edificações reais;
- Realizem ensaios baseados em eventos análogos a ocorrências reais;
- Desenvolvam estudos comparativos e testes de validação;
- Apliquem conhecimentos teóricos em contextos práticos;
- Produzam trabalhos científicos com base em dados experimentais reais.

#### 7.1 Apoio à Pesquisa Aplicada:

- Observação direta do comportamento estrutural;
- Desenvolvimento de estudos comparativos;
- Validação de modelos computacionais;
- Produção de trabalhos científicos com base em dados reais.

#### 7.2 Formação Técnica Avançada:

- Ampliação da formação técnica;
- Desenvolvimento de competências em análise estrutural;
- Integração entre teoria e prática;
- Formação de profissionais com visão aplicada.

#### 7.3 Integração Universidade–Setor Produtivo:

- Transferência de conhecimento;
- Desenvolvimento tecnológico colaborativo;
- Estímulo à inovação;
- Geração de oportunidades para estudantes.

#### 7.4 Potencial para Projetos de Extensão e Pós-Graduação:

- Projetos de iniciação científica;
- Trabalhos de conclusão de curso;
- Dissertações e teses;
- Projetos de extensão universitária;
- Programas de cooperação técnica.

## **8. Análise Institucional dos Resultados**

- Plataforma aplicável técnica e institucionalmente;
- Desempenho estrutural dentro dos limites estabelecidos;
- Reforço do papel da experimentação prática para desenvolvimento tecnológico.

## **9. Conclusões**

- Viabilidade técnica consolidada da plataforma;
- Validação estrutural direta;
- Ferramenta para identificação preventiva de problemas;
- Apoio à engenharia diagnóstica e soluções construtivas;
- Formação acadêmica avançada;
- Integração universidade–empresa;
- Contribuição significativa para pesquisa aplicada em engenharia estrutural experimental.

## **Agradecimentos**

O autor agradece aos docentes, estudantes e equipes técnicas envolvidas nas atividades experimentais.

## **Declaração de Conflito de Interesse**

O autor declara não haver conflito de interesse que comprometa a imparcialidade técnica dos resultados apresentados.

## **Referências Bibliográficas**

CHOPRA, A. K. Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering. 5. ed. Boston: Pearson, 2017.

CLOUGH, R. W.; PENZIEN, J. Dynamics of Structures. 3. ed. Berkeley: Computers & Structures Inc., 2003.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). ISO 3010: Bases for Design of Structures – Seismic Actions on Structures. Geneva, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15421: Projeto de Estruturas Resistentes a Sismos – Procedimento. Rio de Janeiro, 2006.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION (CEN). Eurocode 8 – Design of Structures for Earthquake Resistance (EN 1998-1). Brussels, 2004.

NAEIM, F.; KELLY, J. M. Design of Seismic Isolated Structures: From Theory to Practice. New York: Wiley, 1999.

KRAMER, S. L. Geotechnical Earthquake Engineering. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1996.

FILHO, A. C.; VELLOSO, D. A. Análise Estrutural Aplicada à Engenharia Civil. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

### **Nota Biográfica**

AUTOR: Rondnelio Pinheiro Magno

Empresário, pesquisador e especialista em tecnologias construtivas, com atuação no desenvolvimento de soluções aplicadas à engenharia estrutural e inovação em sistemas construtivos.

Responsável técnico pela Magno Tecnologia em Edificação.

Possui registros profissionais junto aos conselhos CREA-ES (ES-060584/D), CFT/CRT-ES (03581057735), CRQ-ES (212000358) e CRA-ES (32137).