

# ANAIS

## EICTI 2017

6° Encontro de  
Iniciação Científica

2° Encontro de Iniciação  
ao Desenvolvimento  
Tecnológico e Inovação

4 a 6 de outubro de 2017

Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA)  
Av. Tarquínio Joslin dos Santos, nº 1000  
Foz do Iguaçu, Paraná – Brasil



Realização:



Apoio:



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA INTEGRAÇÃO LATINO-AMERICANA (UNILA)  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE TECNOLOGIA,  
INFRAESTRUTURA E TERRITÓRIO (ILATIT)  
ENGENHARIA CIVIL DE INFRAESTRUTURA (ECI)  
ANÁLISE DINÂMICA MODAL ESPECTRAL DE PÓRTICOS PLANOS**

**ZAMBRANO INTRIAGO, Gallardy Nery.**

Estudante do Curso de Engenharia Civil de Infraestrutura, bolsista de Iniciação Científica da Fundação Araucária (IC-FA) – ILATIT – UNILA;

E-mail: [gallardy.intriago@aluno.unila.edu.br](mailto:gallardy.intriago@aluno.unila.edu.br) ;

**BOBADILLA GUADALUPE, Ulises.**

Docente/pesquisador do curso de Engenharia Civil de Infraestrutura – ILATIT – UNILA.

E-mail: [ulises.guadalupe@unila.edu.br](mailto:ulises.guadalupe@unila.edu.br).

## **1 INTRODUÇÃO**

No Brasil a dinâmica de estruturas não é um tema muito abordado, pelo fato de grande parte do território não sofrer com a maior solicitação dinâmica de todas, o abalo sísmico. Os efeitos dinâmicos nas estruturas podem fazer com que elas colapsem, tendo como consequências grandes perdas materiais, econômicas e no pior dos casos a perda de vidas humanas. Mesmo o Brasil não sendo um país com risco sísmico, a região de latinoamérica em geral apresenta um grande potencial sísmico, pelo qual a maioria de nossos países possuem normas sísmicas, fundamentais para a concepção de uma estrutura ou edificação.

Assim, é fundamental a realização de uma análise sísmica, para ter nossas estruturas no mínimo preparadas para um acontecimento sísmico e desta maneira evitar ao máximo danos na estrutura e outros.

Neste contexto, o objetivo da presente, pesquisa de iniciação científica, é realizar uma Análise Modal Espectral de uma estrutura, edificação residencial de três pavimentos localizado no Equador, utilizando o software SAP 2000 (programa de análise e desenho estrutural). A análise modal espectral analisará o comportamento da estrutura perante os diversos espectros de resposta seguindo a Norma Sísmica Equatoriana (NEC-SE-DS).

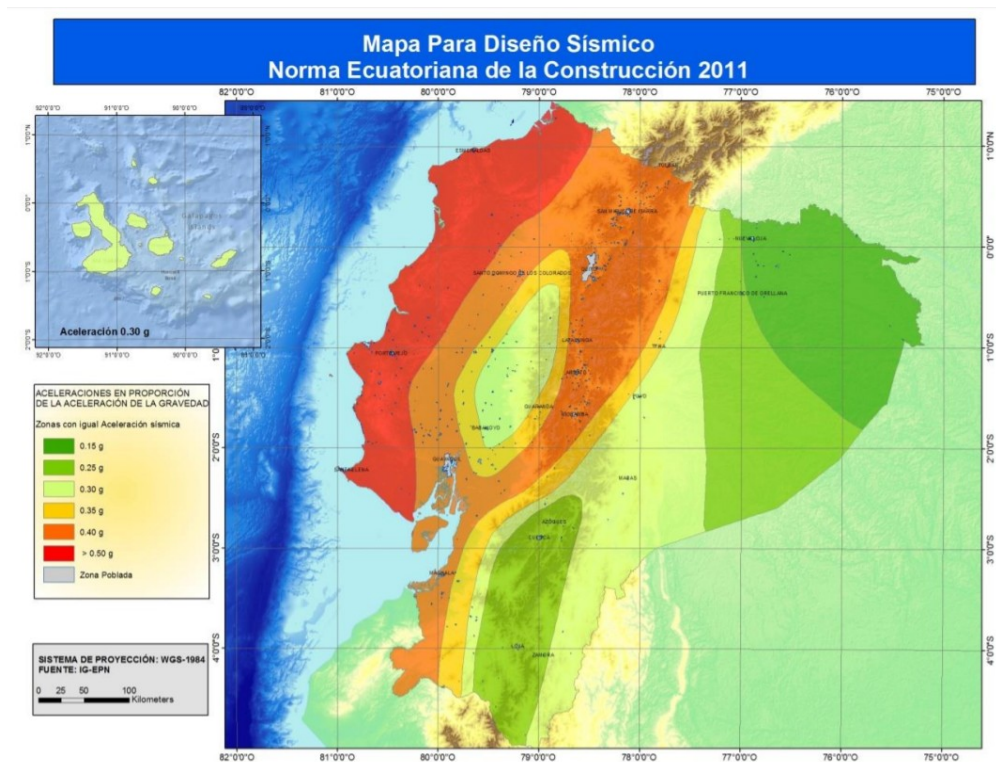


Figura 1. Equador, zonas sísmicas para propósito de desenho.

## 2 METODOLOGIA

Inicialmente a metodologia que se adotou foi de abordagem investigativa da bibliografia disponível relacionado com o tema, em sua grande maioria livros-texto e apostilas de análise dinâmico, tendo assim um embasamento teórico. Já para o realizar a comparação do Análise Modal Espectral com o Desenho

Baseado em Forças, foi utilizado o software SAP 2000 utilizando, neste caso, vídeos de aulas ilustrativas (interativas) e tutoriais relativos ao programa.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O sismo é um evento que não é constante no tempo. Ela pode ser assumida como uma vibração forçada externamente, ou seja, uma excitação externa. Para a Análise Sísmica de estruturas existem principalmente dois tipos de métodos, um deles relacionado com o método de análise estática, como é o caso do Análise Baseado em Forças (conhecido também como Método das Forças Horizontais), descrito na Norma Sísmica Equatoriana (NEC-SE-DS) e o estudado neste projeto, a Análise Modal Espectral relacionado com métodos de Análise Dinâmicos. Neste caso utilizamos a Análise Modal para estudar as propriedades dinâmicas das estruturas sob excitação por vibrações sísmicas.

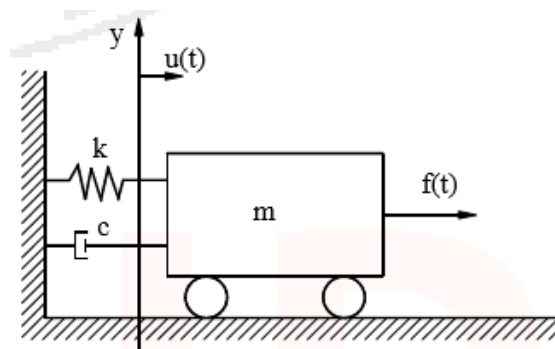


Figura 2. Sistema massa – mola.

A equação do movimento é dada por:

$$m\ddot{u} + c\dot{u} + ku = f(t)$$

Onde  $m$  representa a massa,  $c$  representa o amortecimento e  $k$  representa a rigidez da estrutura;  $u$ ,  $\dot{u}$ ,  $\ddot{u}$ ,  $f(t)$ , são, representativamente o deslocamento, velocidade, aceleração e força aplicada no sistema.

Quando se efetua uma Análise Dinâmica preciso conhecer: os períodos de vibração ( $T$ ), porcentagem de massa participativa, deslocamentos laterais e forças de desenho. Na Análise Modal Espectral obtêm-se o período de vibração da estrutura, a porcentagem de massa participativa da mesma, os deslocamentos laterais e as forças internas de desenho.

## 4 RESULTADOS

No presente projeto de iniciação científica estuda-se a Análise Modal Espectral e procuram-se comparar os valores do Cortante Basal e os valores de Deslocamento dos pavimentos de uma edificação residencial de três pavimentos, obtidos pelo Análise Modal Espectral, com o Desenho Baseado em Forças (DBF) descrito na Norma Sísmica Equatoriana (NEC-SE-DS), utilizando a ajuda do software SAP 2000.

## 5 CONCLUSÕES

Visto que a modelagem do exemplo da edificação de três andares ainda está em estudo, no momento pode-se indicar que a Análise Modal Espectral é um método que pode ser aplicado para qualquer tipo de edificação que se deseje analisar, sem possuir restrições; indicada na Norma Sísmica Equatoriana (NEC-SE-DS) para a análise de estruturas de ocupação especial e edificações essenciais como Hospitais, Centros de Saúde, Museus, Escolas etc., estruturas que na ocorrência de um sismo não podem falhar, ao contrário do Desenho Baseado em Forças, método estático utilizado para edificações ou estruturas sob condições de regularidade.

Também se tem que levar em conta que o valor do cortante Basal dinâmico total na base da estrutura, obtido por meio do Análise Modal Espectral, não pode ser menor que 80% do cortante Basal obtido pelo método estático (Desenho Baseado em Forças).

## 6 PRINCIPAIS REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN – NEC-SE-DS, *Cargas Sísmicas Diseño Sismo Resistente*.

Paz, M., *Structural Dynamics Theory and Computation*, Chapman & Hall, 1997.

VILLAREAL CASTRO, GENNER., *Ingeniería Estructural* <<http://gennervillarrealcastro.blogspot.com.br/2014/03/praticas-dirigidas-de-diseno-sismico.html>>.

SOUZA LIMA, S. Hampshire de C. Santos. *Análise Dinâmica das Estruturas*.  
Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, 2008.