

Prémio para a Melhor Dissertação em Estruturas



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA



Análise Pushover com Elementos Shell em Paredes Estruturais

Mário Alexandre Araújo Ferreira n.º 27567

Orientador: Professor Doutor Mário Arruda

Julho 2014

Organização

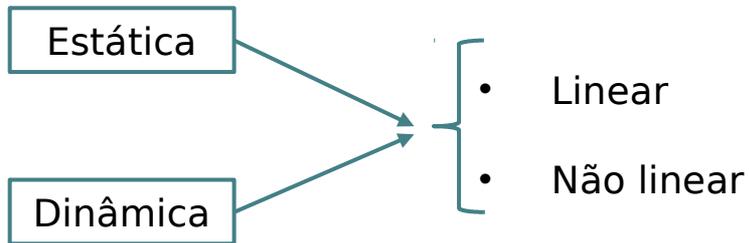
1 / 21

- Introdução
- *Análise Pushover*
- Método N2
- Caso prático
- Conclusões

Introdução

2/ 21

- Importância da acção sísmica.
- Tipos de análise sísmica:

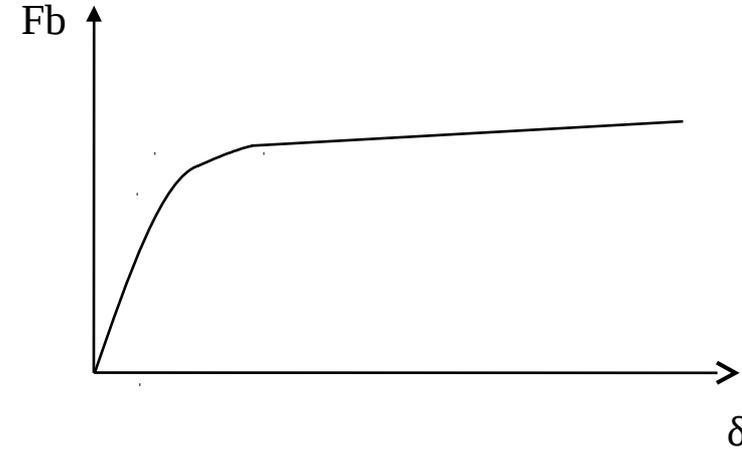
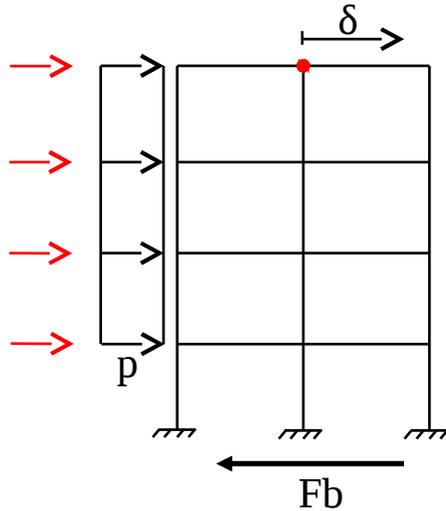


- Vantagens da análise estática não linear.
- Diferença em termos numéricos entre os elementos Shell e os elementos Frame do SAP2000.



Análise Pushover

3/ 21



Carregamento pode ser do tipo:

- Uniforme
- Triangular
- Modal

$$P = c m_i \Phi_i$$

c - Constante

m_i - Massa do piso i

Φ_i - Componente i do modo preponderante preponderante

Deslocamento da estrutura medido no centro de gravidade do último piso

Método N2

4/ 21

1. Modelação:

Na elaboração do modelo estrutural é necessário ter em consideração a não linearidade das cargas e do comportamento do material. A acção sísmica é definida através do espectro de resposta elástico.

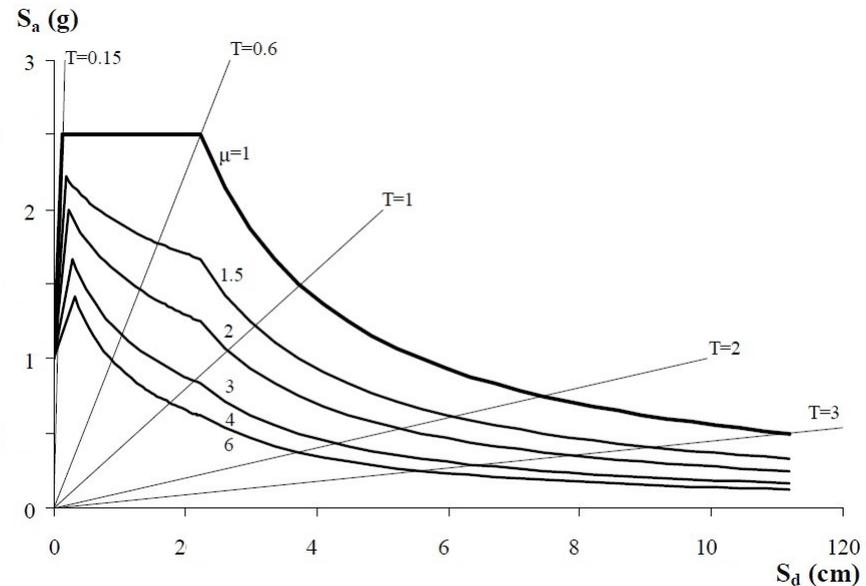
2. Espectro de resposta no formato ADRS:

$$S_{ed} = \frac{T^2}{4\pi^2} S_{ae}$$

- Coefficiente de ductilidade

$$S_a = \frac{S_{ae}}{R_\mu} \quad S_d = \mu \frac{T^2}{4\pi^2} S_a$$

$$\begin{cases} R_\mu = (\mu - 1) \frac{T}{T_c} + 1 & T < T_c \\ R_\mu = \mu & T > T_c \end{cases}$$



Método N2

5/ 21

3. Análise Pushover:

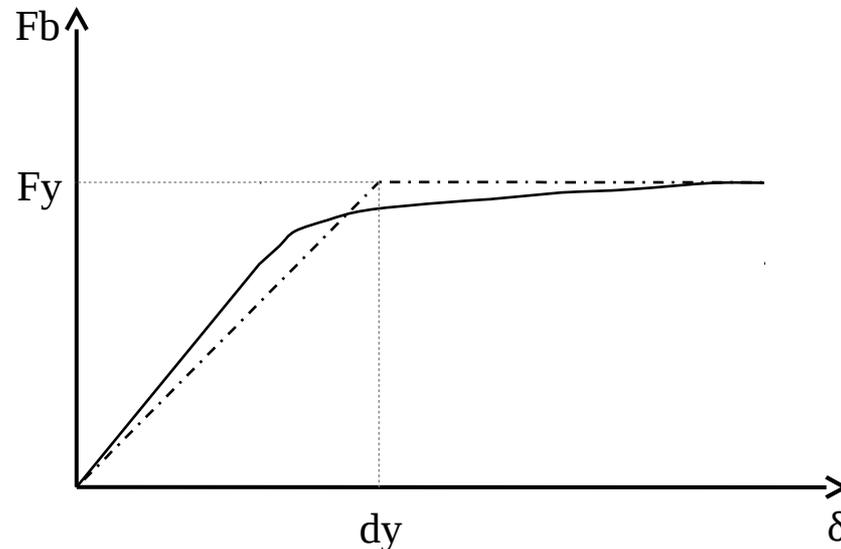
É efectuada uma análise pushover de forma a obter a curva de capacidade da estrutura.

4. Sistema equivalente com 1 grau de liberdade:

$$\Gamma = \frac{\sum m_i \Phi_i}{\sum m_i \Phi_i^2}$$

$$F^* = \frac{F}{\Gamma}$$

$$d^* = \frac{d}{\Gamma}$$



Método N2

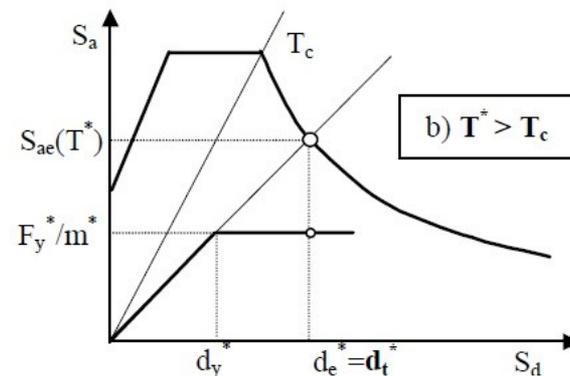
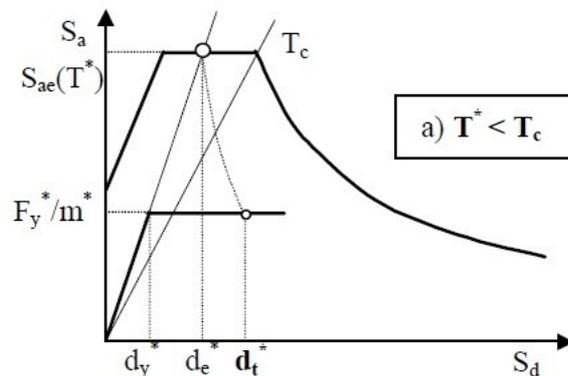
Desempenho sísmico do sistema com 1 grau de liberdade:

Cálculo do deslocamento objectivo (d_t^*):

- $T^* = 2\pi \sqrt{\frac{m^* d_y}{F_y}}$
- $d_e^* = S_{ae}(T^*) \left[\frac{T}{T_c} \right]^2$

$T^* < T_c$		$T^* > T_c$	
$S_{ay} > S_{ae}(T^*)$	$S_{ay} < S_{ae}(T^*)$	$S_{ay} > S_{ae}(T^*)$	$S_{ay} < S_{ae}(T^*)$
d_e^*	$\frac{d_e^*}{\mu} \left((\mu - 1) \frac{T_c}{T^*} + 1 \right)$	d_e^*	$\frac{d_e^*}{\mu} \left((\mu - 1) \frac{T_c}{T^*} + 1 \right)$

- $R_\mu = \frac{S_{ae}(T^*)}{S_{ay}}$



Desempenho sísmico do sistema com n grau de liberdade

$$D_t = \Gamma d_t^*$$

Caso prático

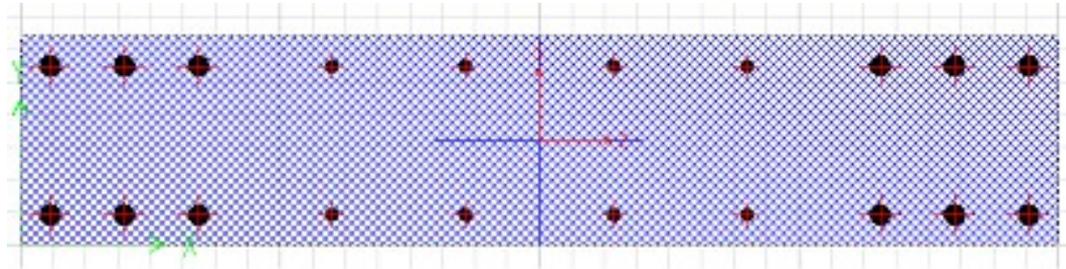
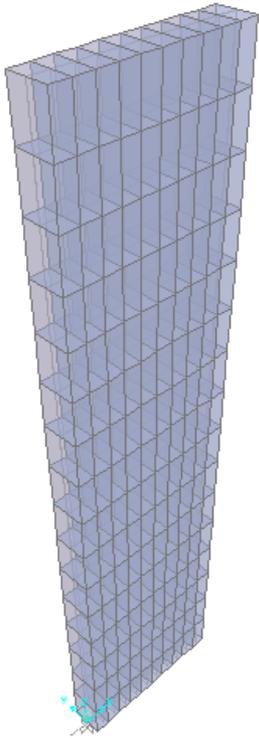
7/ 21

- Parede rectangular
- Parede em L
- Parede em U
- Piso não simétrico
- Edifício

Parede rectangular

8/ 21

GEOMETRIA

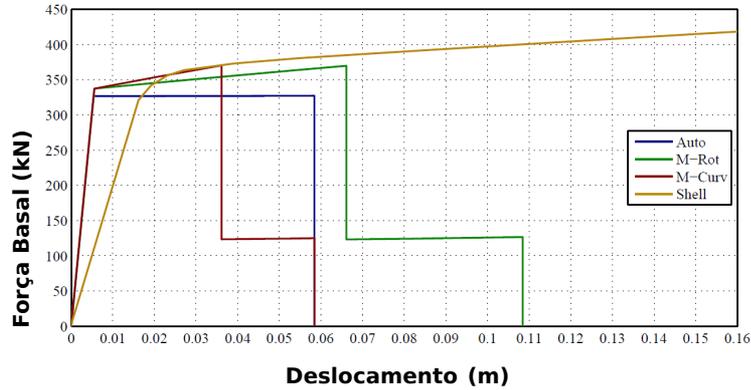


Parede rectangular

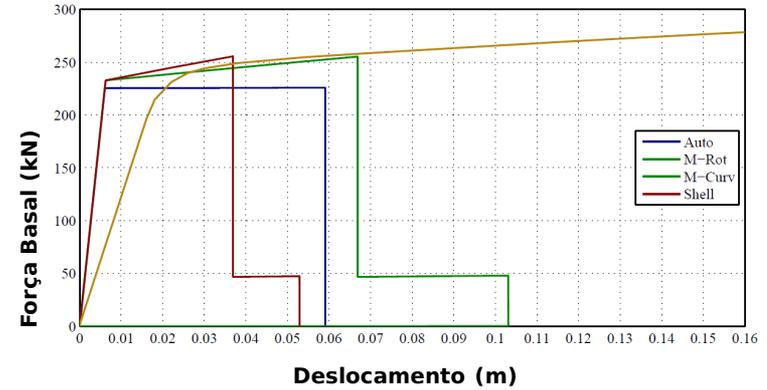
ANÁLISE PUSHOVER

9/ 21

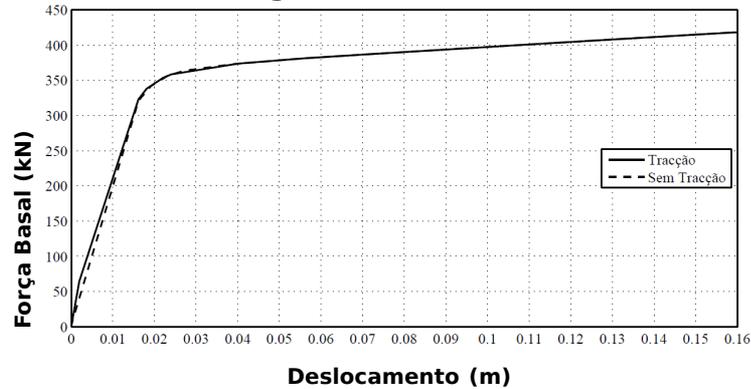
Carregamento uniforme



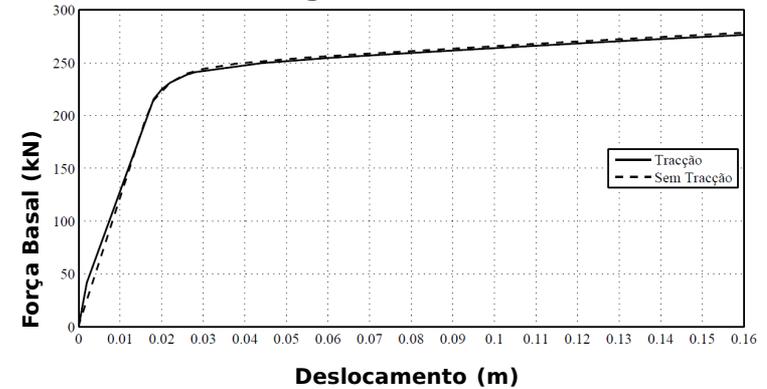
Carregamento modal



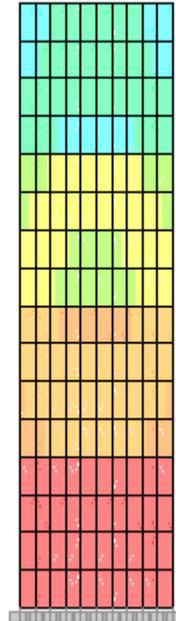
Carregamento uniforme



Carregamento modal



Parede rectangular

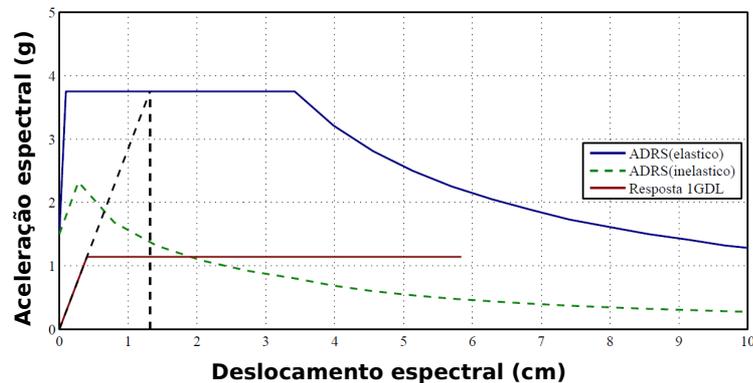


Parede rectangular

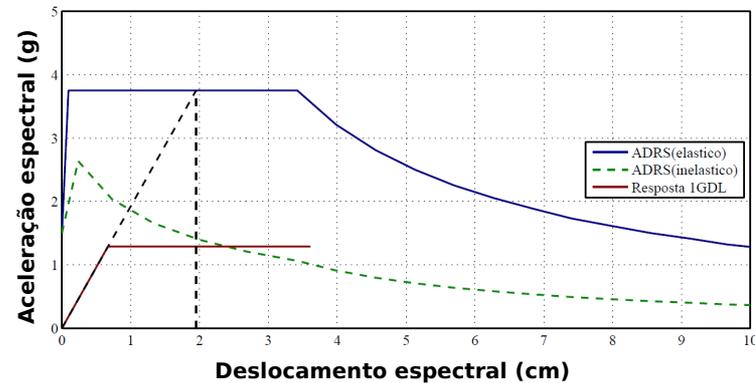
APLICAÇÃO DO MÉTODO N2

11/ 21

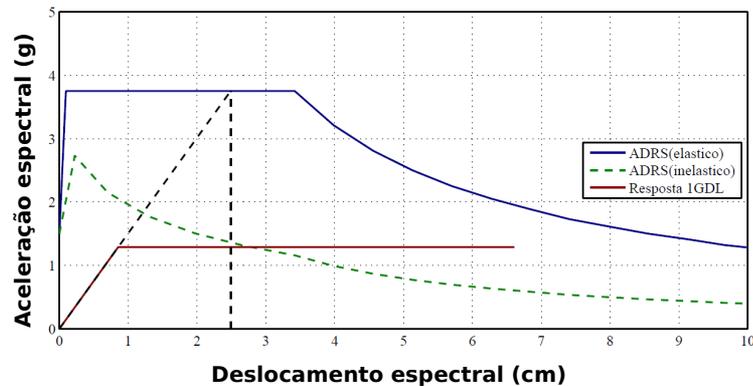
Frame Auto



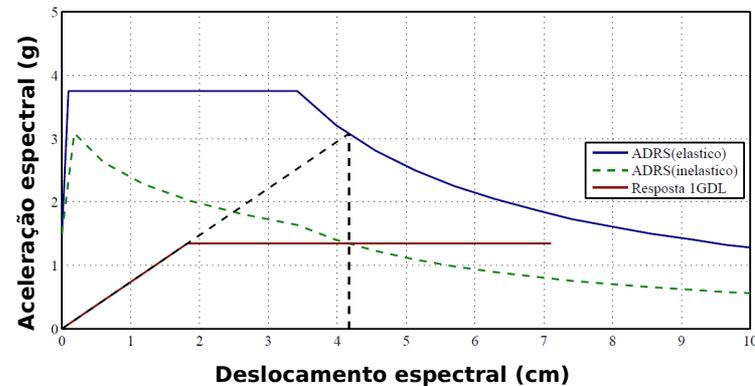
Frame M-Curv.



Frame M-Rot.



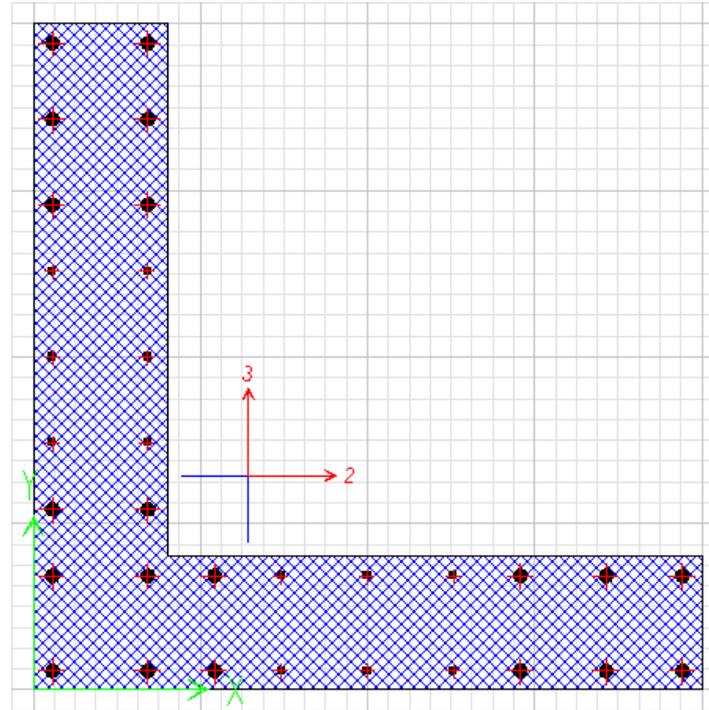
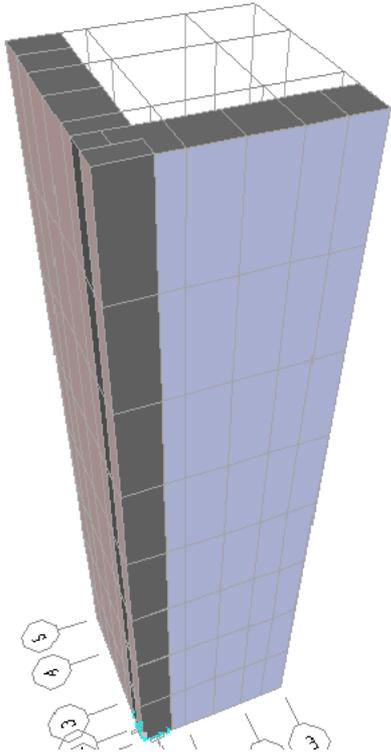
Shell



Parede em L

GEOMETRIA

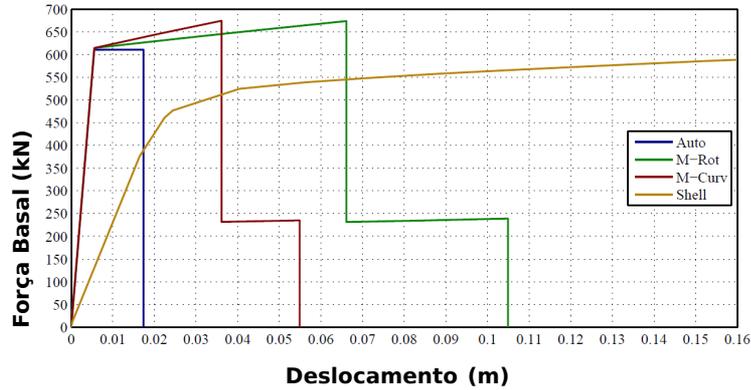
12/ 21



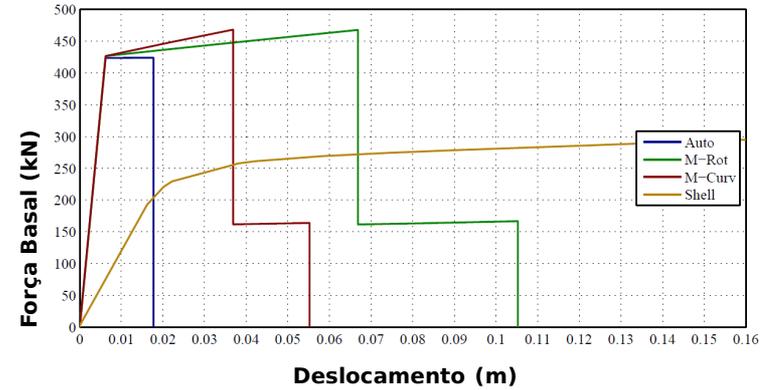
Parede em L

ANÁLISE PUSHOVER

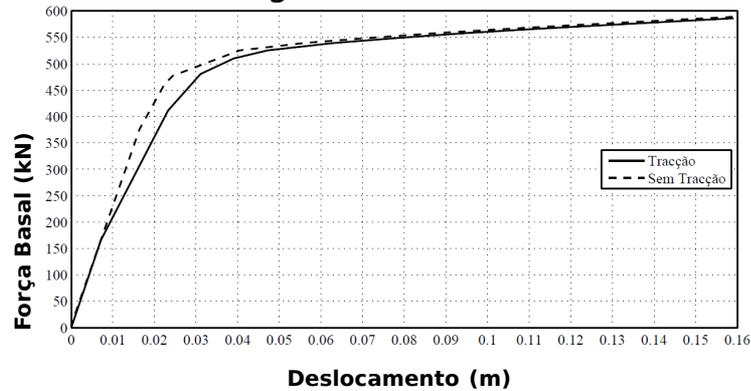
Carregamento uniforme



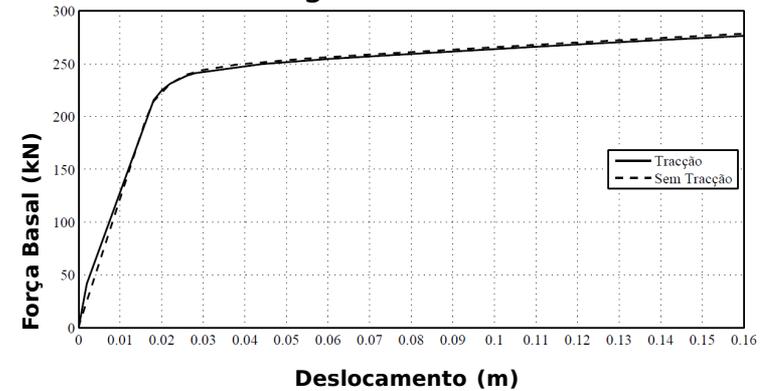
Carregamento modal



Carregamento uniforme



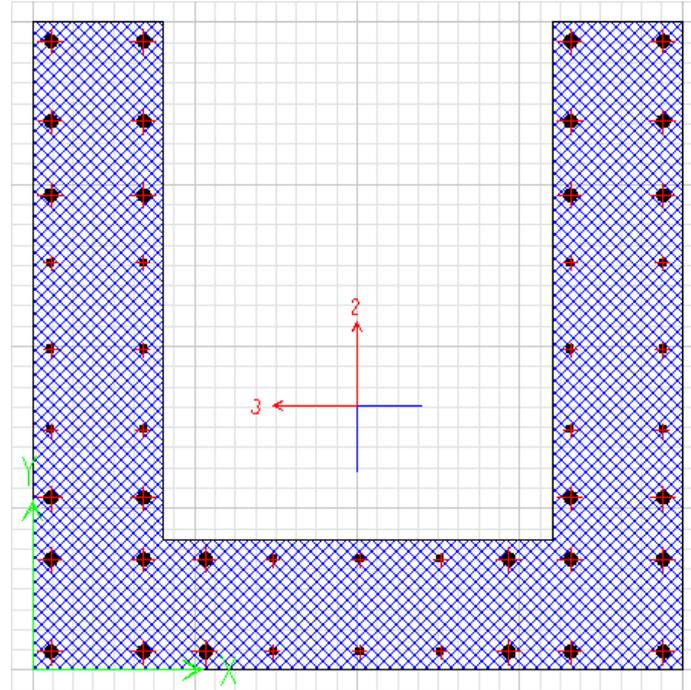
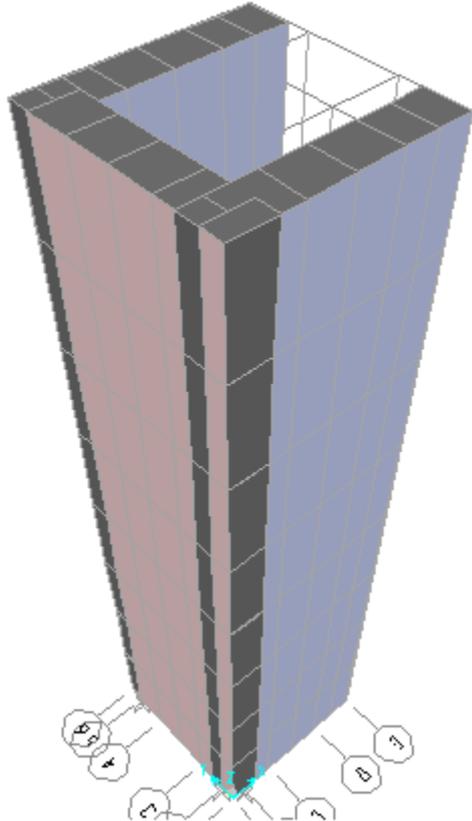
Carregamento modal



Parede em U

GEOMETRIA

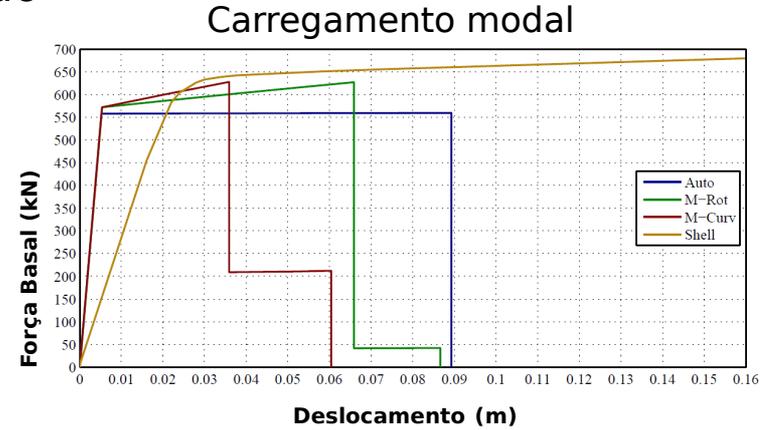
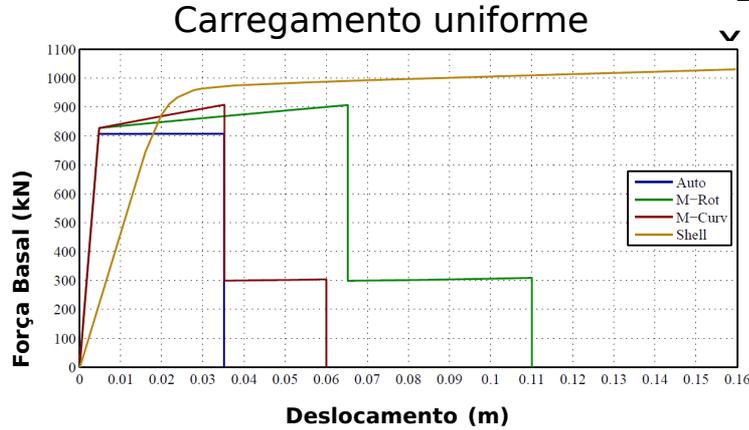
14/ 21



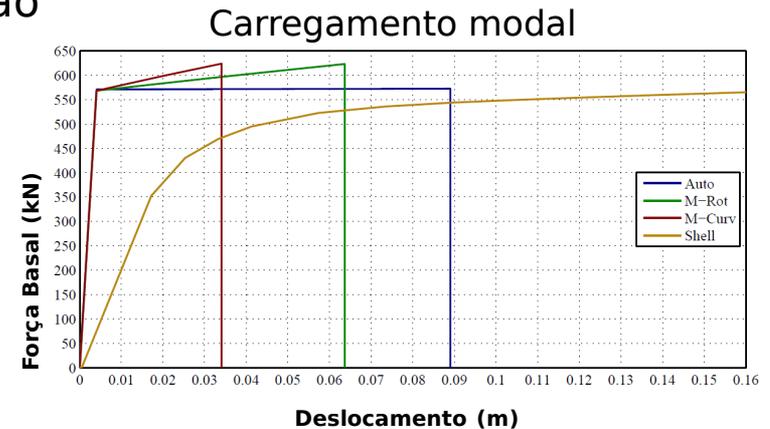
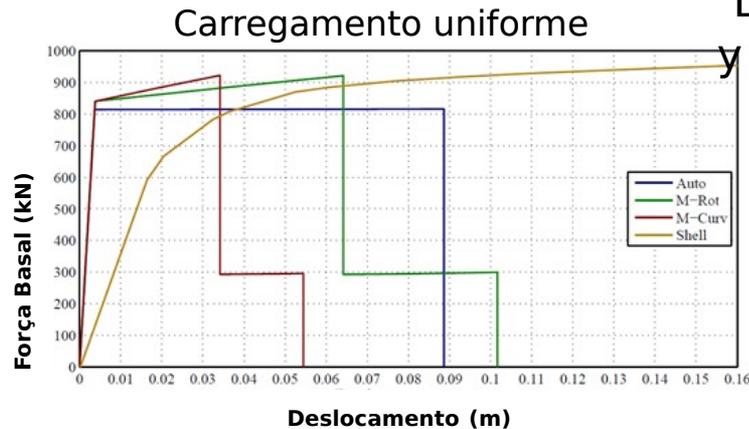
Parede em U

ANÁLISE PUSHOVER

Direcção



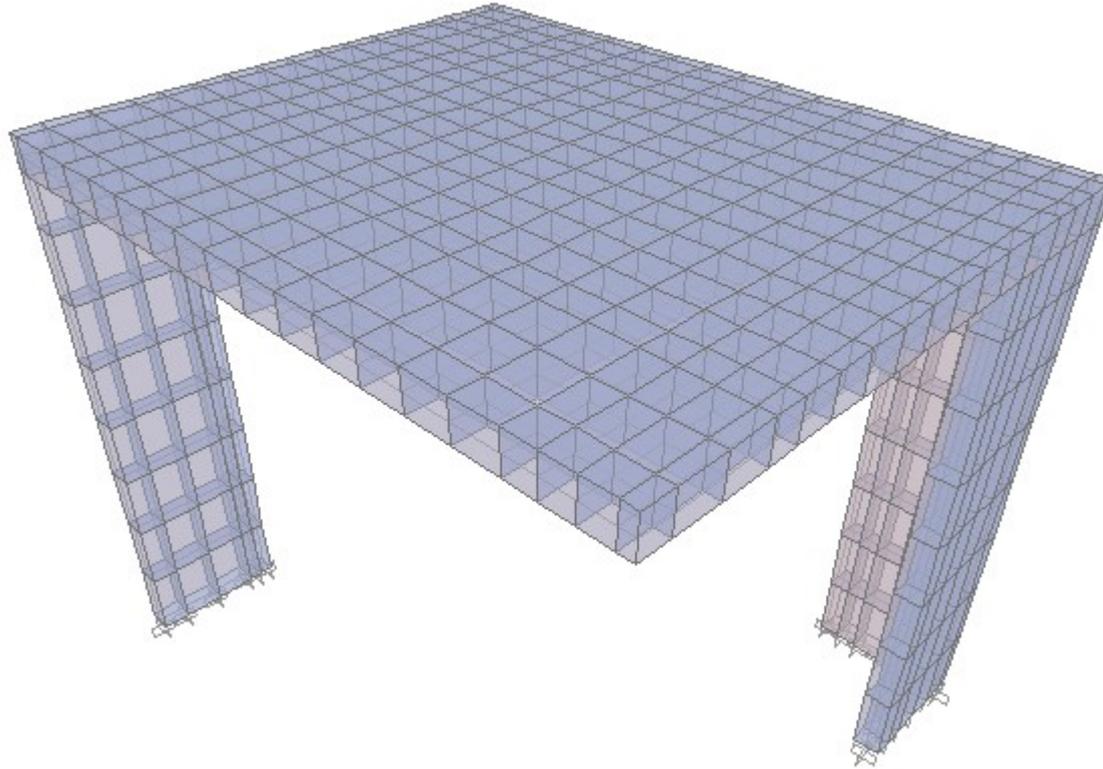
Direcção



Piso não simétrico

GEOMETRIA

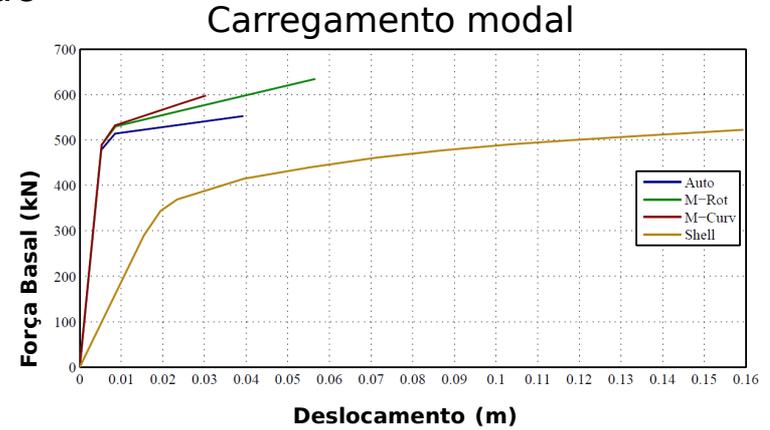
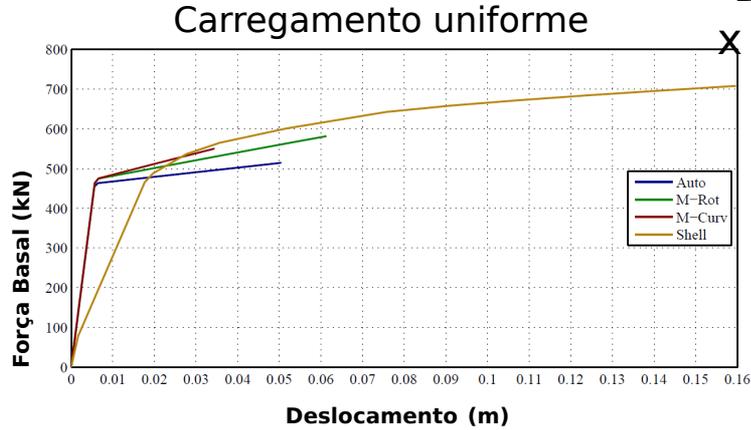
16/ 21



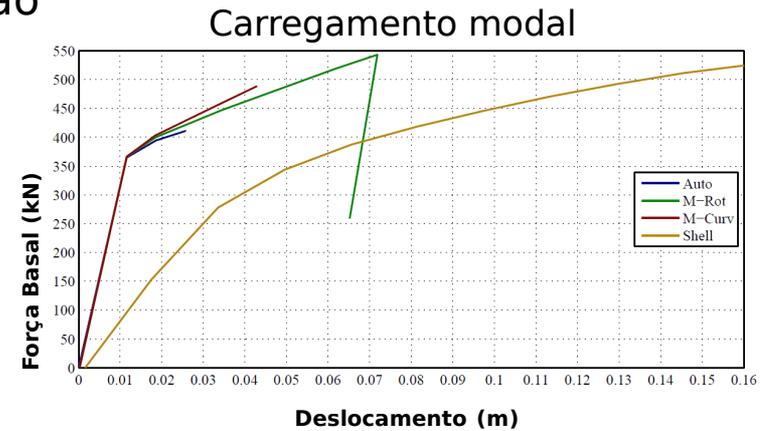
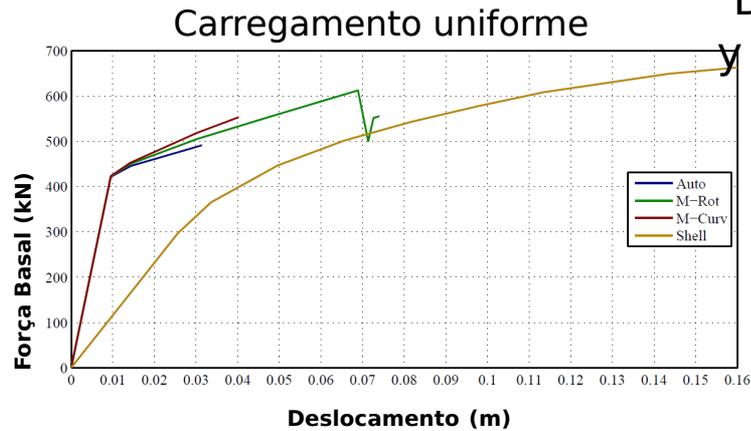
Piso não simétrico

ANÁLISE PUSHOVER

Direcção



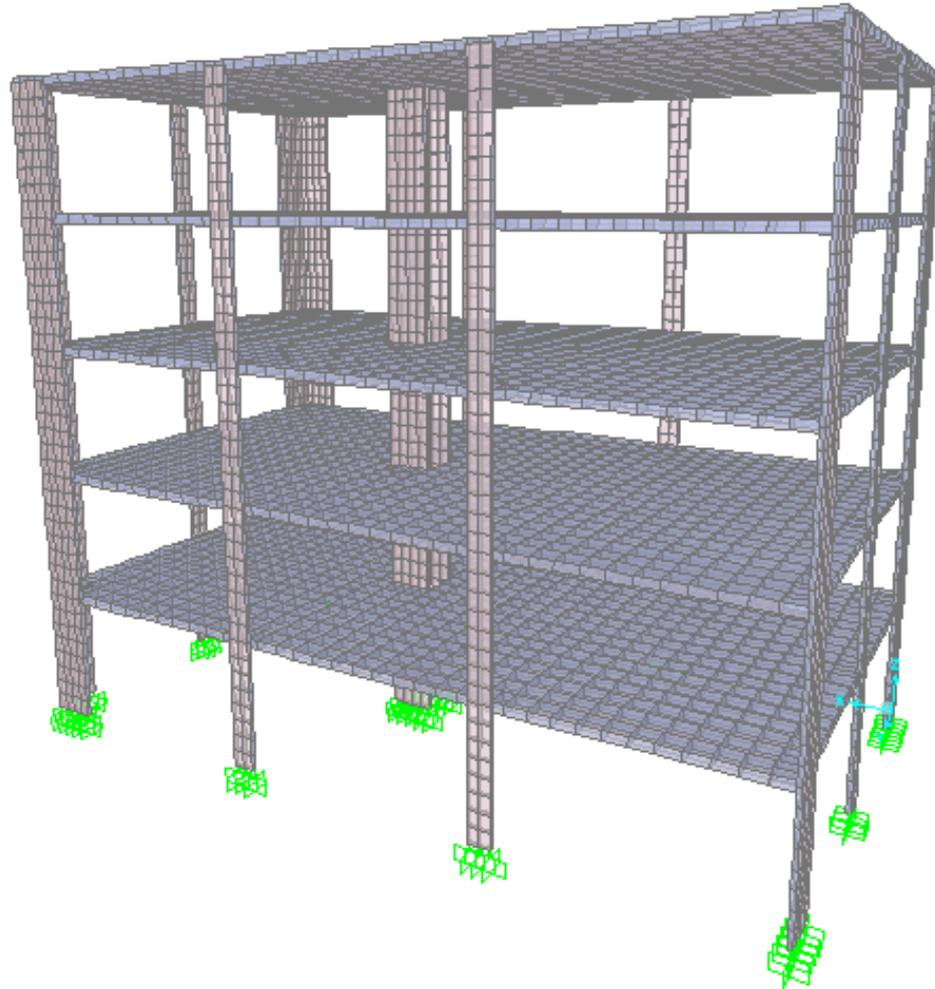
Direcção



Edifício

GEOMETRIA

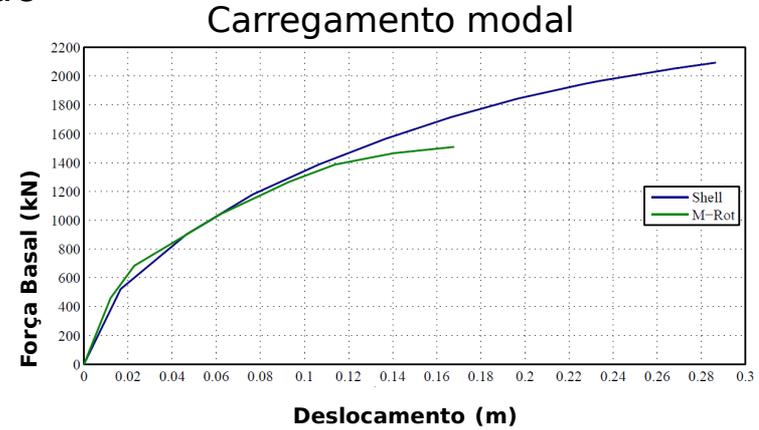
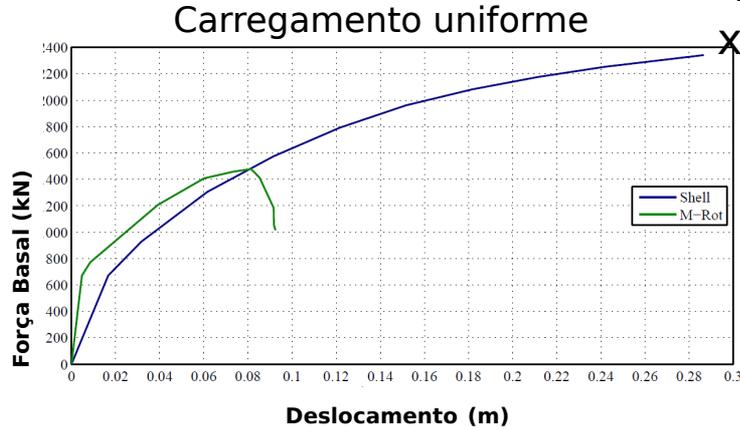
18/ 21



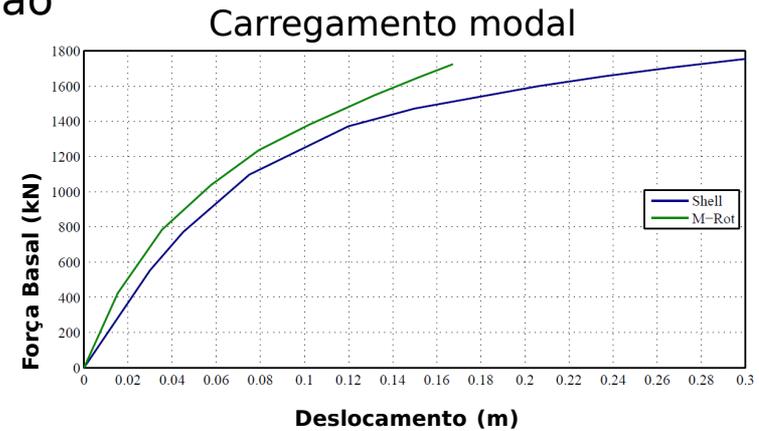
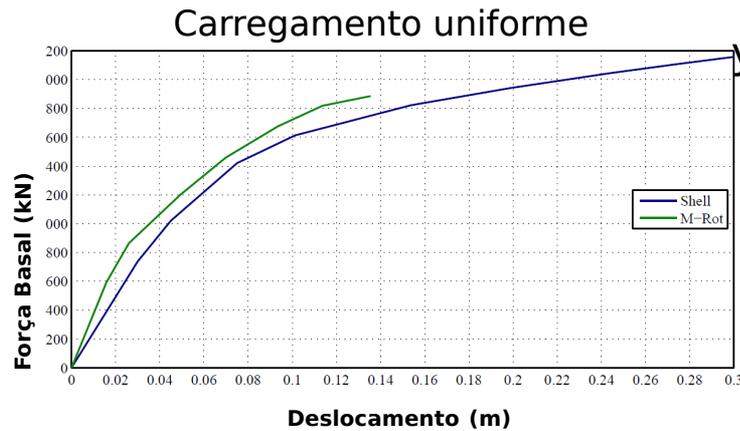
Edifício

ANÁLISE PUSHOVER

Direcção



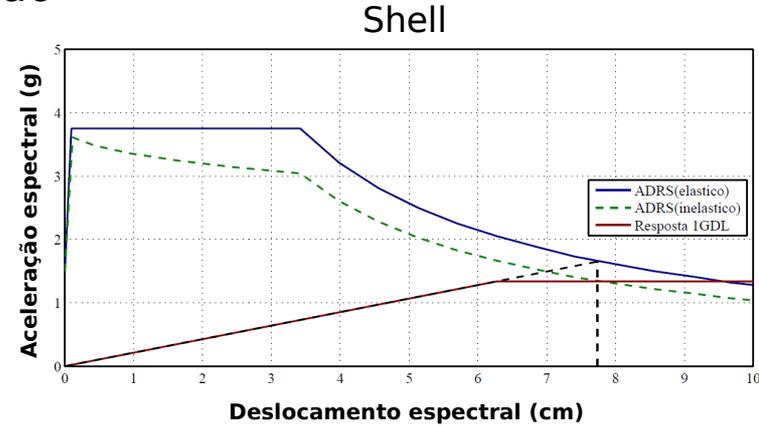
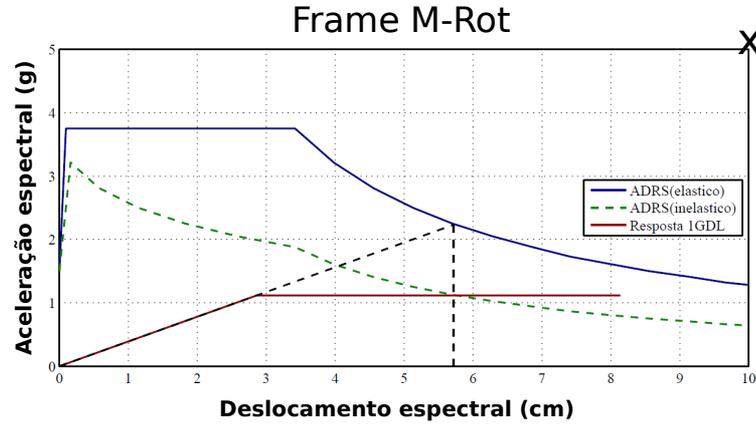
Direcção



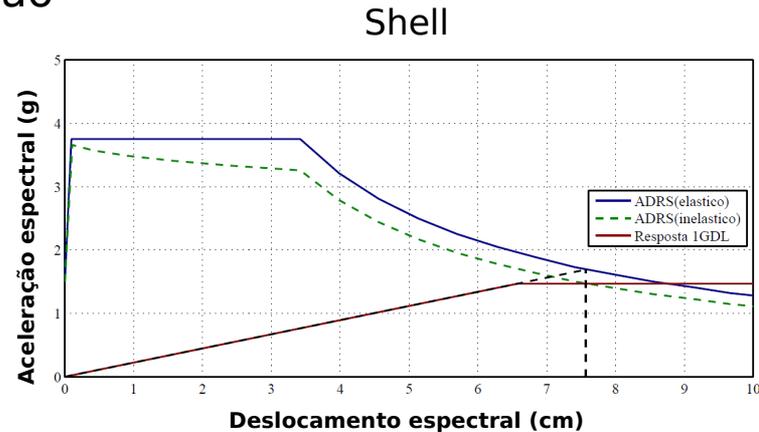
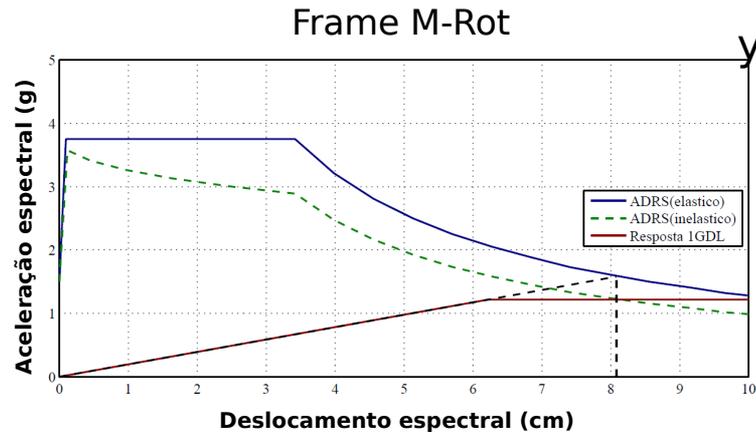
Edifício

APLICAÇÃO DO MÉTODO N2

Direcção



Direcção



Conclusões

21/ 21

- Os efeitos de torção são bastante visíveis nos elementos do tipo Shell e o mesmo não acontece nos elementos Frame.
- Diferença nos modos de vibração de acordo com o tipo de elementos a utilizar na modelação, com maior importância nos elementos Shell.
- Elementos Shell observa-se transição de Fase I para Fase II quando o betão é definido com resistência à tracção.
- Da aplicação do método N2, os elementos Shell são mais deformáveis mas apresentam um menor μ .

Prémio para a Melhor Dissertação em Estruturas



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA



Análise Pushover com Elementos Shell em Paredes Estruturais

Mário Alexandre Araújo Ferreira n.º 27567

Orientador: Professor Doutor Mário Arruda

Julho 2014