

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DAS PAREDES TRANSVERSAIS DO COLARINHO DE CÁLICES DE FUNDAÇÃO NA SITUAÇÃO DE MONTAGEM E DEFINITIVA

Gabriela Mazureki Campos
Vinícius César Pereira Nunes
Rejane Martins Fernandes Canha
Mounir Khalil El Debs

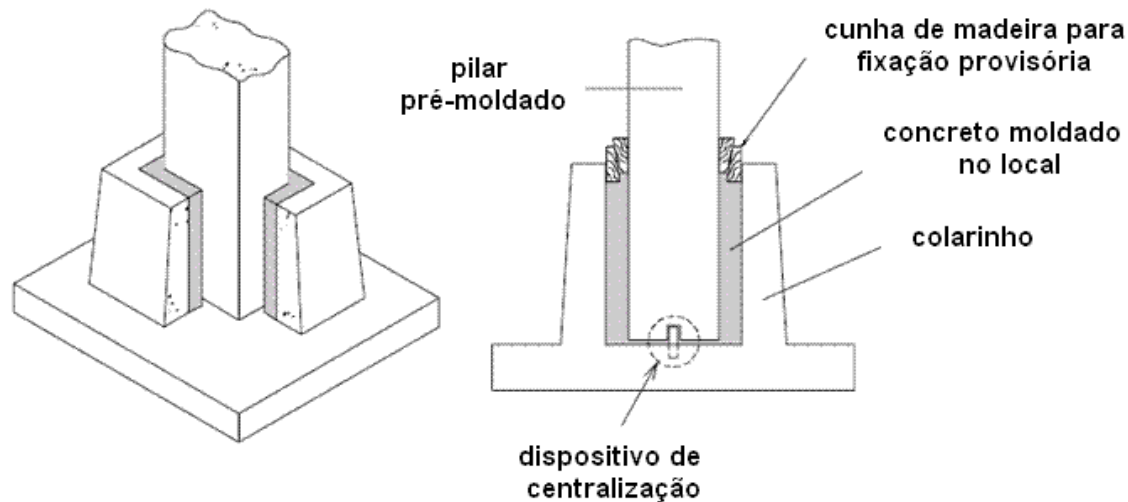


EESC
SET

Departamento de Engenharia de Estruturas
Escola de Engenharia de São Carlos
Universidade de São Paulo

Cálice de Fundação: Brasil

Embutimento de parte do pilar pré-moldado em uma cavidade da fundação.



Cálice: pré-moldado ou moldado no local ou só colarinho pré-moldado.

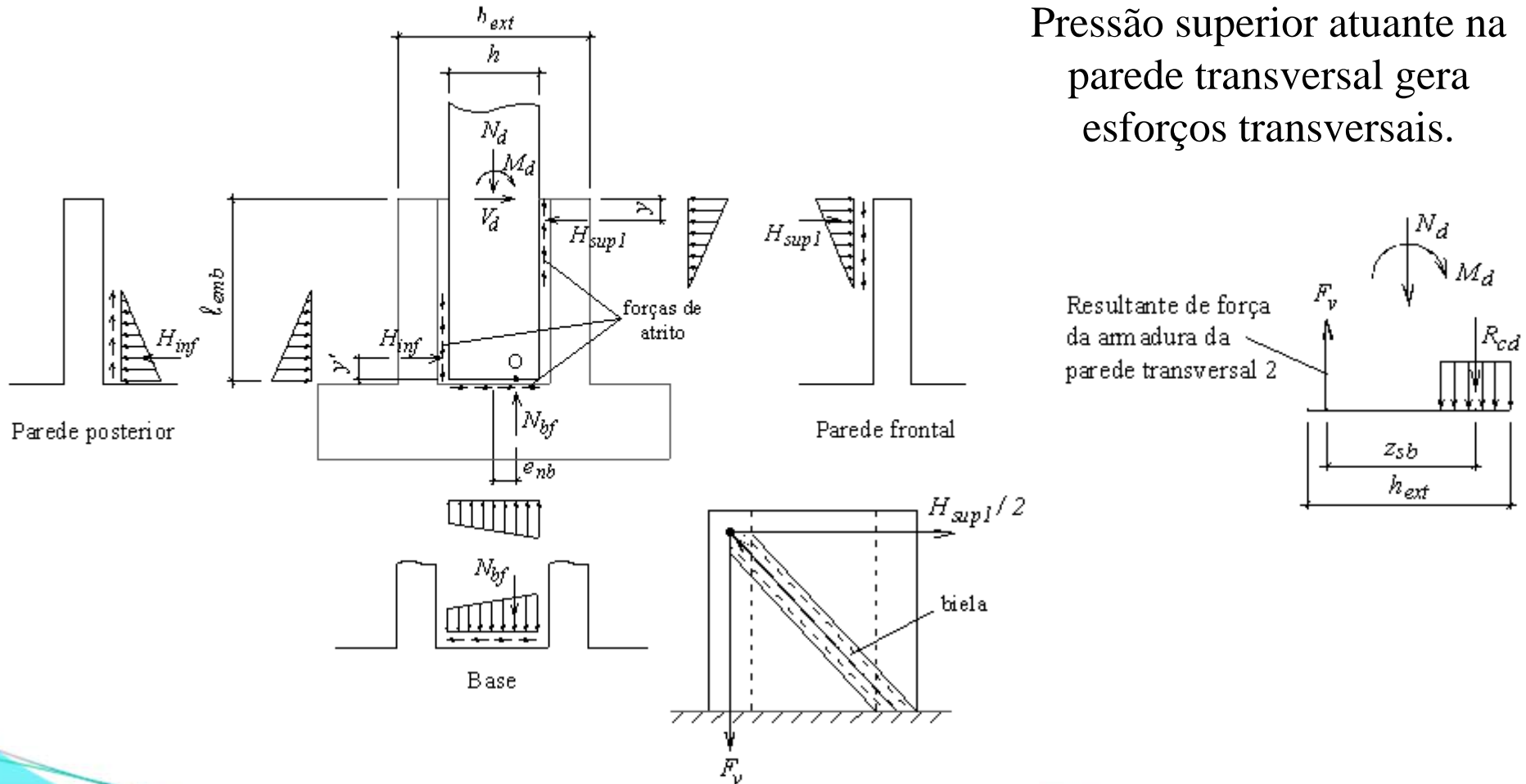
Colarinho: parte do cálice que se projeta da fundação.

Interface lisa ou rugosa.

Comportamento cálice fundação

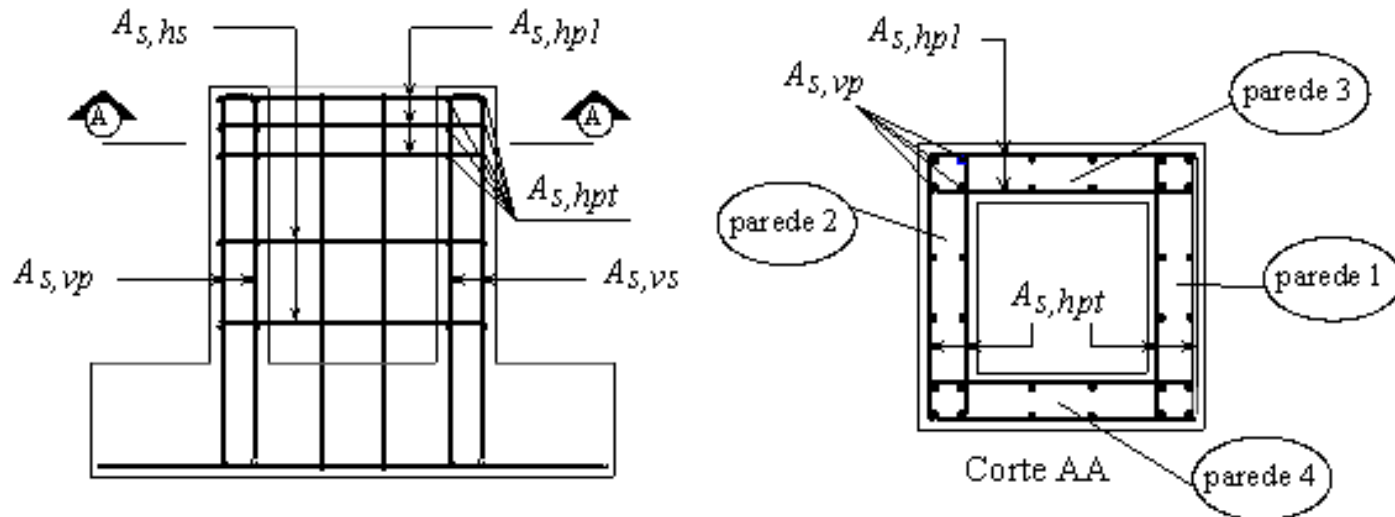
Paredes transversais e longitudinais responsáveis pela transferência de esforços.

Pressão superior atuante na parede transversal gera esforços transversais.



Comportamento parede transversal

Localização das armaduras principais e secundárias cálice.

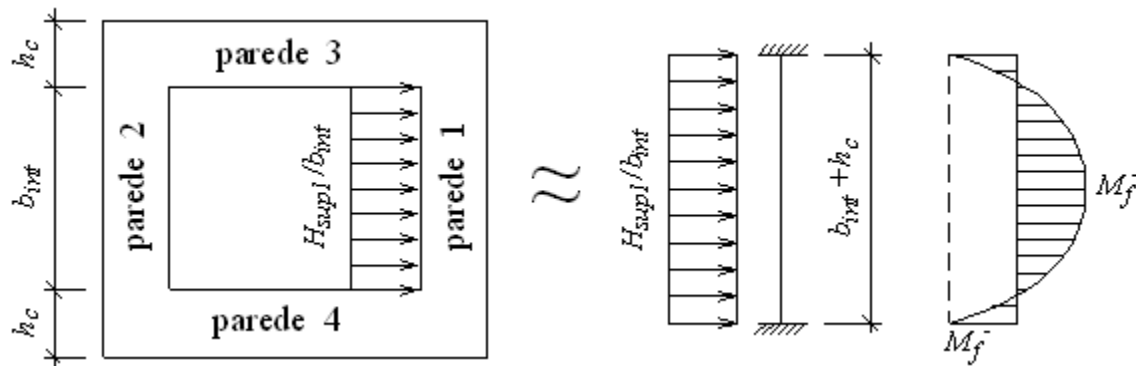


Comportamento parede transversal

Modelos de projeto apresentam diferenças no dimensionamento da armadura horizontal principal transversal $A_{s,hpt}$.

Melo (2004) indica flexão:

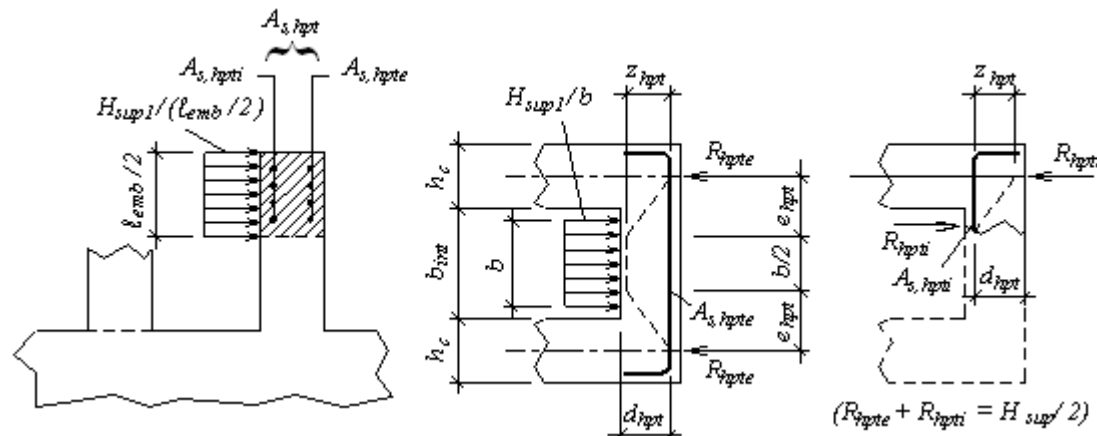
Tensões de compressão na parede frontal do colarinho geram momentos semelhantes ao de uma viga engastada nas extremidades.



Comportamento parede transversal

CNR 10025 (1998) indica tração:

Aplicação do modelo de biela e tirante na parte superior da parede frontal.



Canha *et al* (2009), modelo recente da literatura:

Comportamento conjunto flexo-tração.

Ensaio de protótipos submetidos à força normal com grande excentricidade.

Considerando flexo-tração

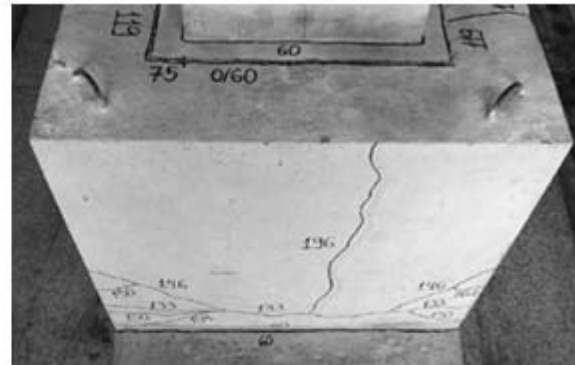
Principais conclusões estudo de CANHA *et al* (2009):

Parte superior das parede frontal (interface lisa), parede frontal e posterior (interface rugosa) são submetidas a tração e a flexão.

Tração ramos internos e externos de $A_{s,hpt}$ e configuração das fissuras topo parede.

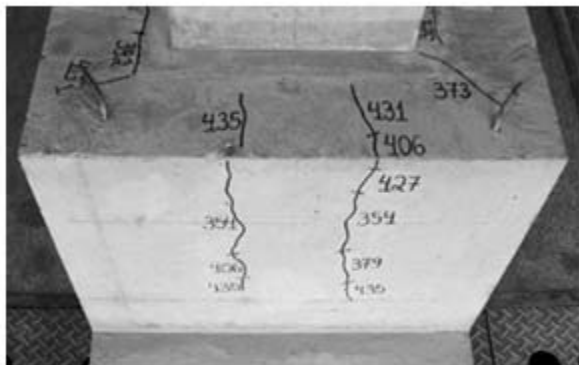


Parede transversal frontal



Parede transversal posterior

Interface lisa



Parede transversal frontal



Parede transversal posterior

Interface rugosa

Considerando flexo-tração

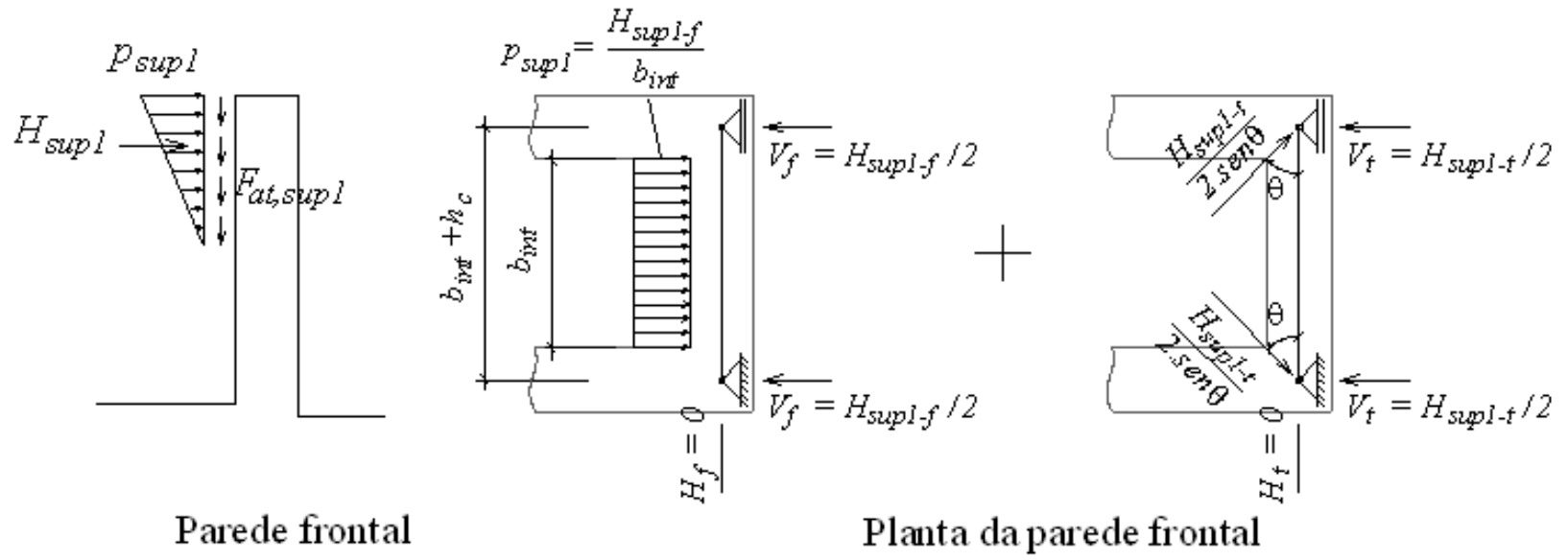


Parcela da pressão transmitida diretamente para os apoios e outra transmitida através de flexão da parede.

Comportamento semelhante parede frontal cálice liso com parede posterior cálice rugoso.

Proposta de modelo de projeto para dimensionamento de $A_{s,hpt}$.

Modelo de projeto proposto cálice liso



Para efeitos práticos uma distribuição uniforme pode ser considerada.

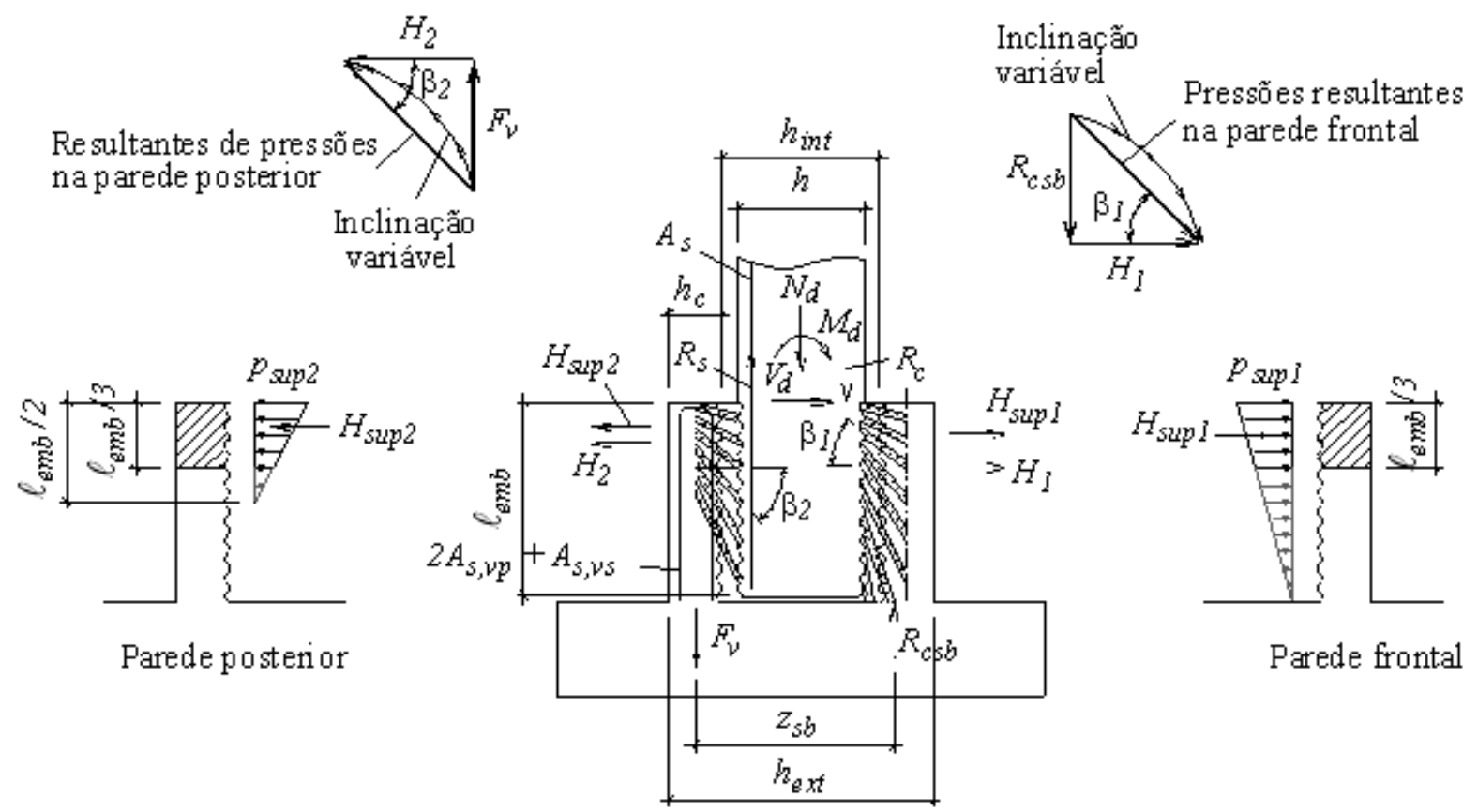
$$H_{supl} = H_{supl-f} + H_{supl-t} \quad \text{Pressão superior total parede transversal}$$

Porcentagens observadas nos ensaios e adotadas para o modelo de projeto:

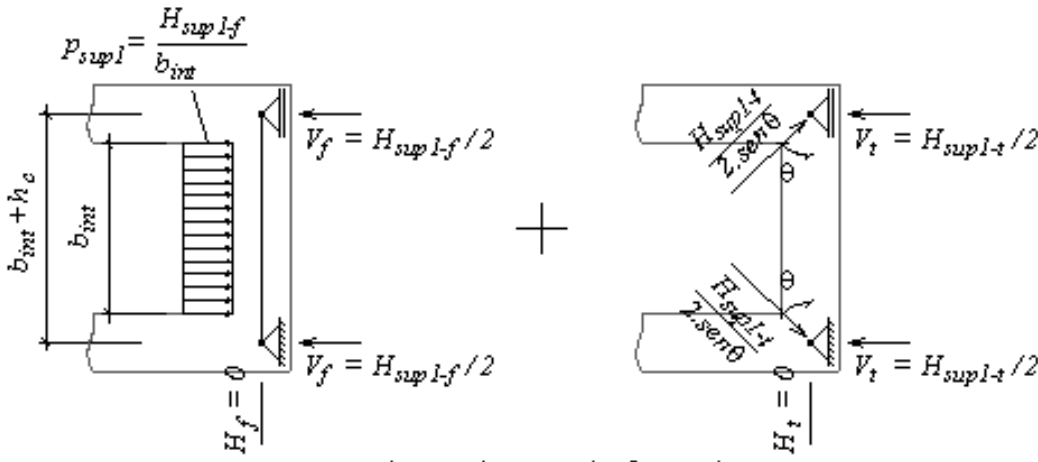
15% flexão

85% tração

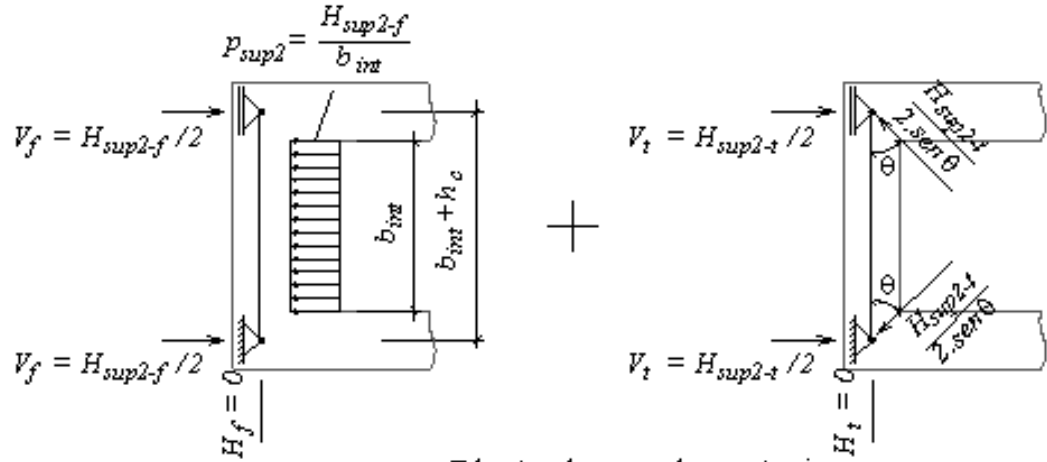
Modelo de projeto proposto cálice rugoso



Modelo de projeto proposto cálice rugoso



Planta da parede frontal



Planta da parede posterior

Flexo-tração das paredes transversais

15% flexão

85% tração

Comparação modelos projeto



Investigação complementar realizada por NUNES (2009).

Principal objetivo avaliar esforços nas paredes transversais colarinho.

Forças atuantes na armadura $A_{s,hpt}$ das paredes transversais

Cálice Liso

| Modelo de projeto | Parede | Ramo externo (kN) | Ramo interno (kN) |
|--|----------------------|-------------------|-------------------|
| Experimental | Parede transversal 1 | 86,40 | 14,70 |
| Modelo de CANHA et al (2009) considerando flexo-tração | | 86,90 | 21,50 |

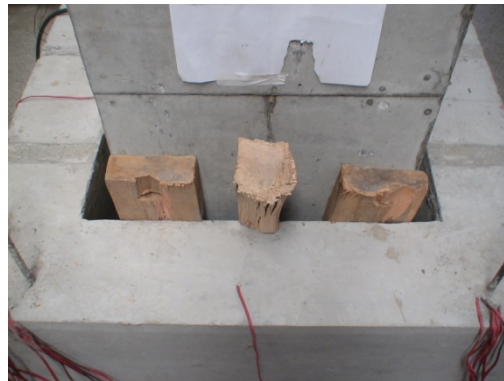
Cálice Rugoso

| Modelo de projeto | Parede | Ramo externo (kN) | Ramo interno (kN) |
|--|----------------------|-------------------|-------------------|
| Experimental | Parede transversal 1 | 54,40 | 5,12 |
| Modelo de CANHA et al (2009) considerando flexo-tração | | 187,10 | 46,30 |
| Experimental | Parede transversal 2 | 100,6 | 116,80 |
| Modelo de CANHA et al (2009) considerando flexo-tração | | 179,30 | 44,50 |

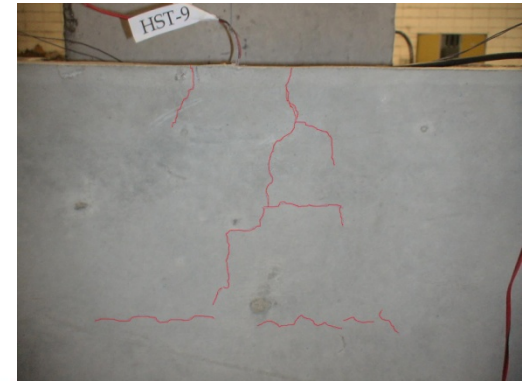
Fase de montagem

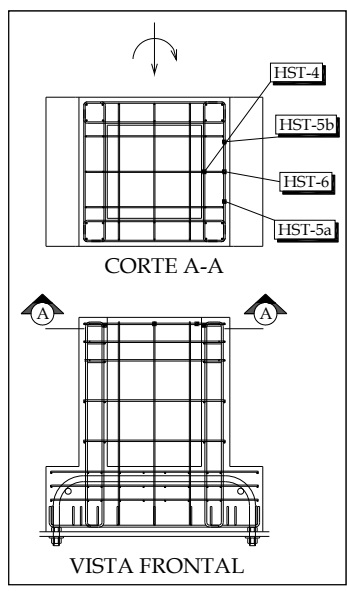
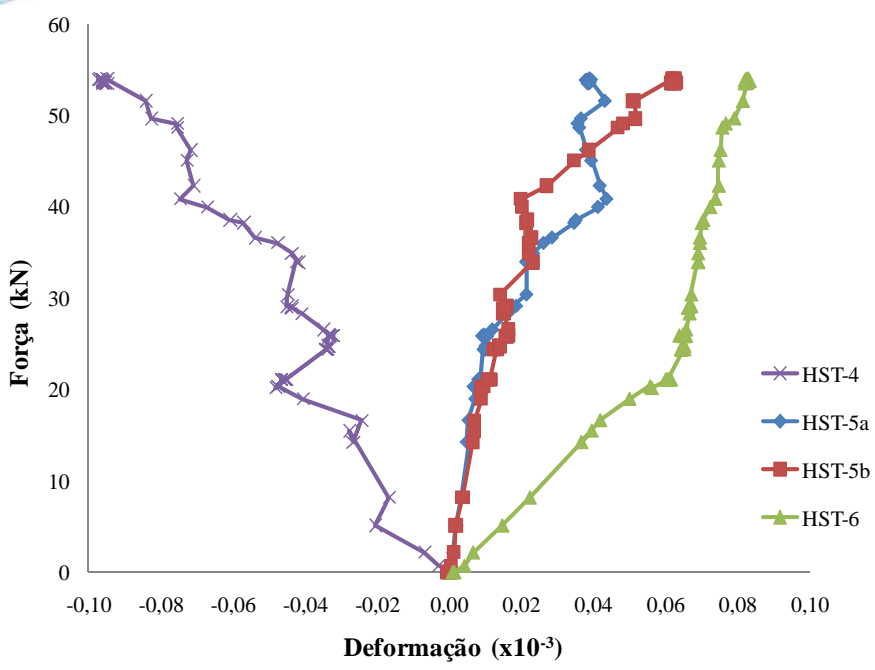
Geração de esforços devido fixação temporária pilar pré-moldado para o prumo.

Ensaio com posicionamento cunhas de madeira na parede frontal cálice liso.



Deformações e fissuras nas duas paredes transversais devido encunhamento.





Deformação negativa
 extensômetro interno e
 deformação positiva
 extensômetros externos
 indicando
FLEXÃO PAREDE

Formação de fissuras nas paredes transversais verificada comparando:

$$M_{atuante} > M_r = \frac{1,5 f_{ct} \cdot I_c}{y_t}$$

Fixação temporária pode causar a fissuração e alterar a rigidez das paredes.

Cuidados na fixação para evitar força excessiva de cravação gerando fissuração e danos como quebras das bordas.

Conclusões



Resultados experimentais comprovaram comportamento conjunto de flexo-tração das paredes transversais de cálices liso e rugoso.

Estudo baseado em ensaios de cálices submetidos a força normal com grande excentricidade e comprimento de embutimento definido conforme NBR 9062:2006.

Comparação de resultados de aplicação dos modelos de projeto propostos e resultados experimentais fornecem melhores resultados para cálice liso.

Esforços são gerados nas paredes transversais do cálice na montagem da ligação devido encunhamento.

Estudar a necessidade de considerar a fase de montagem no projeto da ligação.

Referências



- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2006). **NBR 9062**: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. Rio de Janeiro.
- CANHA, R.M.F. (2004). **Estudo teórico-experimental da ligação pilar-fundação por meio de cálice em estruturas de concreto pré-moldado**. 279 p. Tese (Doutorado em Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- CANHA, R.M.F; JAGUARIBE JUNIOR, K.B.; EL DEBS, A.L.H.C; EL DEBS, M.K. (2009). Analysis of the behavior of transverse walls of socket base connections. **Engineering Structures**, Amsterdã, v.31, n.3, p. 788-798, mar.
- CONSIGLIO NAZIONALI DELLE RICERCHE (1998). **CNR 10025**: Istruzioni per il progetto, l’ecuzione ed il controllo delle strutture prefabricate in calcestruzzo. ITEC/La prefabbricazione. Roma, ITEC, 1998.
- EL DEBS, M.K. (2000). **Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações**. São Carlos: EESC Universidade de São Paulo.
- LEONHARDT, F.; MÖNNIG, E. (2007) **Construções de concreto: princípios básicos sobre armação de estruturas de concreto armado**. 3. impr. Rio de Janeiro: Interciência. v.3.
- MELO, C.E.E. (2004) **Manual Munte de projetos em pré-fabricados de concreto**. São Paulo: Pini.
- NUNES, V.C.P. (2009). **Estudo de cálice de fundação com ênfase nos esforços nas paredes transversais do colarinho**. 134 p. Dissertação (Mestrado em Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.