

# **Pesquisas recentes no Brasil sobre ligações entre elementos pré-moldados de concreto**

**Daniel de Lima Araújo**  
Prof. Titular - Universidade Federal de Goiás  
Bolsista CNPq – [dlaraujo@ufg.br](mailto:dlaraujo@ufg.br)

4 e 5 de junho de 2025

Grupo de pesquisa sobre  
Ligações para estruturas  
pré-moldadas de  
concreto e para  
estruturas mistas aço-  
concreto



Chamada CNPq/MCTI/FNDCT Nº  
18/2021 - Faixa B - Grupos  
Consolidados

Professores	Instituição
Daniel de Lima Araújo (coordenador)	UFG
Mounir Khalil El Debs	USP
Marcela Novischi Kataoka	USP
Marcelo de Araujo Ferreira	UFSCar
Silvana De Nardin	UFSCar
Alex Micael Dantas de Sousa	UNESP
Lisiane Pereira Prado	UNESP
Arthur Álax de Araújo Albuquerque	UFG
Rodrigo Barros (vice coordenador)	UFRN
Rejane Martins Fernandes Canha	UFS
Wanderlei Malaquias Pereira Junior	UFCat
Ellen Kellen Bellucio	UFAM

# Sumário da apresentação

**4º ENPPPCPM**  
EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO  
4 e 5 de junho de 2025

## Pesquisas sobre ligações viga-pilar

UFG – UFSCar – EESC/USP

ESTABELEÇA **Abcic**  
Associação Brasileira de Cimento Portland

**4º ENPPPCPM**  
EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO  
4 e 5 de junho de 2025

## Pesquisas sobre ligações pilar-fundação

EESC/USP - UFRN

ESTABELEÇA **Abcic**  
Associação Brasileira de Cimento Portland

**4º ENPPPCPM**  
EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO  
4 e 5 de junho de 2025

## Pesquisas sobre ligações em pontes pré-moldadas

UFG – EESC/USP

Projeto Desenvolvimento e melhoria de ligações para pontes rodoviárias em concreto pré-moldado. CNPq/FNDCT/MCTI 15/2022 - Faixa A

ESTABELEÇA **Abcic**  
Associação Brasileira de Cimento Portland

**4º ENPPPCPM**  
EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO  
4 e 5 de junho de 2025

## Pesquisas sobre colapso progressivo

UFG

ESTABELEÇA **Abcic**  
Associação Brasileira de Cimento Portland

**4º ENPPPCPM**  
EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO  
4 e 5 de junho de 2025

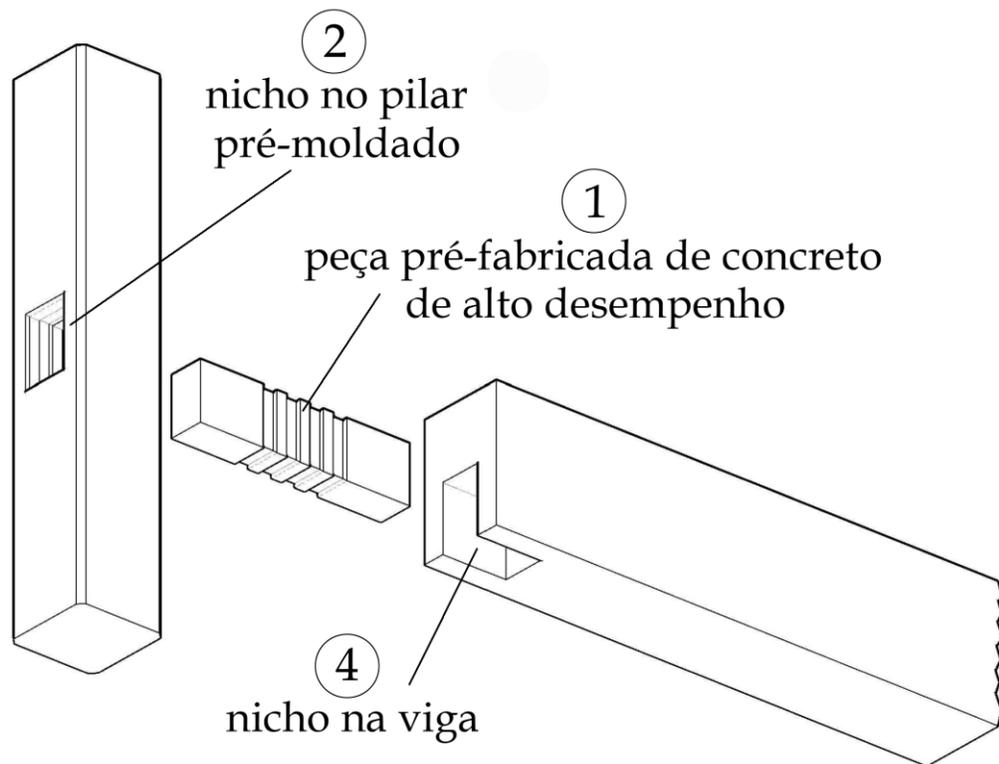
## Pesquisas futuras

ESTABELEÇA **Abcic**  
Associação Brasileira de Cimento Portland

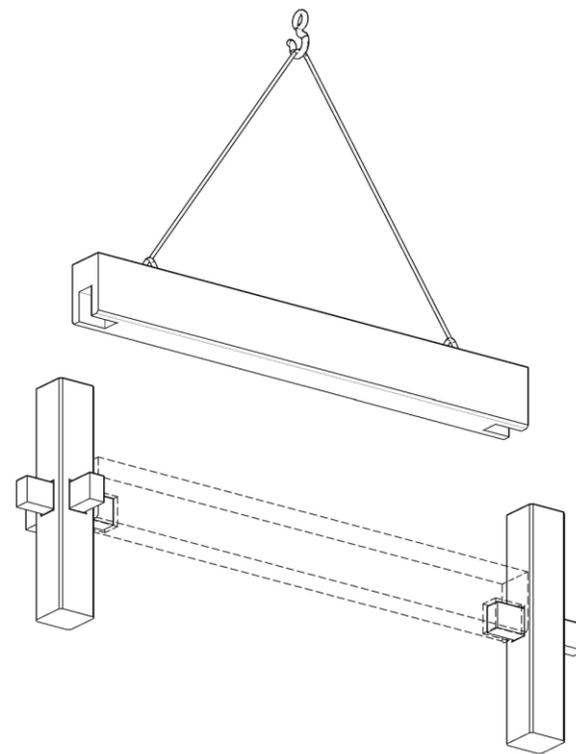
# Pesquisas sobre ligações viga- pilar

UFG – UFSCar – EESC/USP

## Componentes da ligação



## Montagem



Erlucivânia Bueno da Silva. Consolo e dente de concreto confeccionados com concreto de alta resistência para ligações viga-pilar. 2024. Tese (Doutorado) - UFG

## Caracterização do consolo



## Caracterização do dente

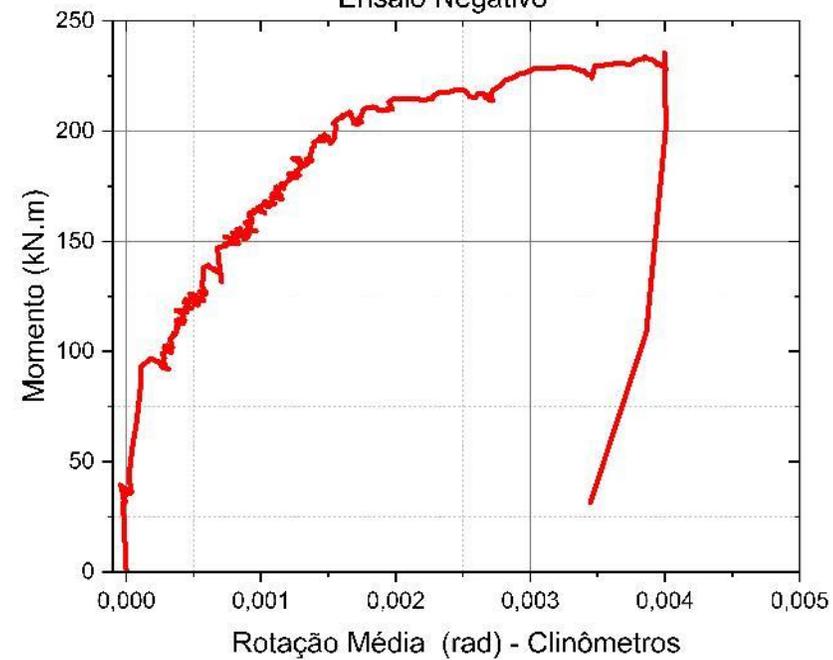


## Ensaio da ligação a momento fletor negativo



## Resultados – Momento fletor negativo

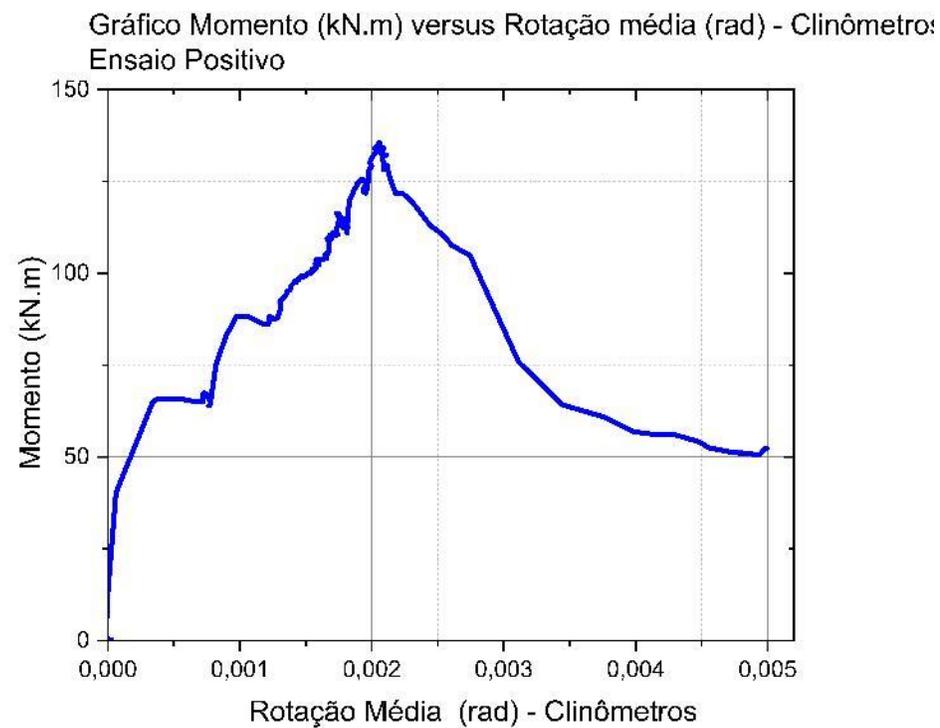
Gráfico Momento (kN.m) versus Rotação média (rad) - Clinômetros  
Ensaio Negativo



## Ensaio da ligação a momento fletor positivo

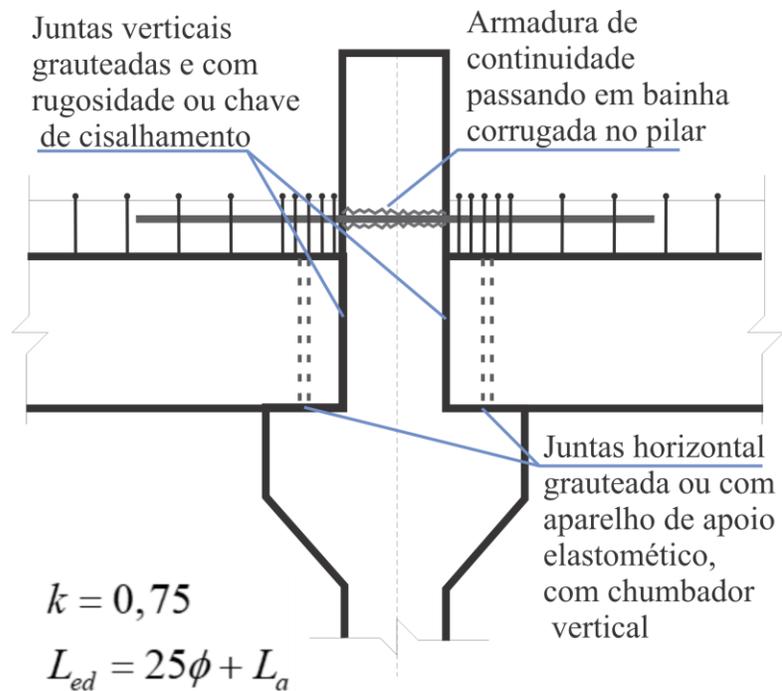


## Resultados – Momento fletor positivo



Sérgio Azevedo Coelho. Avaliação da rigidez de uma ligação viga-pilar resistente a momento fletor negativo empregada em estruturas pré moldadas: Análise via modelagem computacional. 2019. Dissertação (Mestrado) - UFG

## Tipologia I – NBR 9062/2017

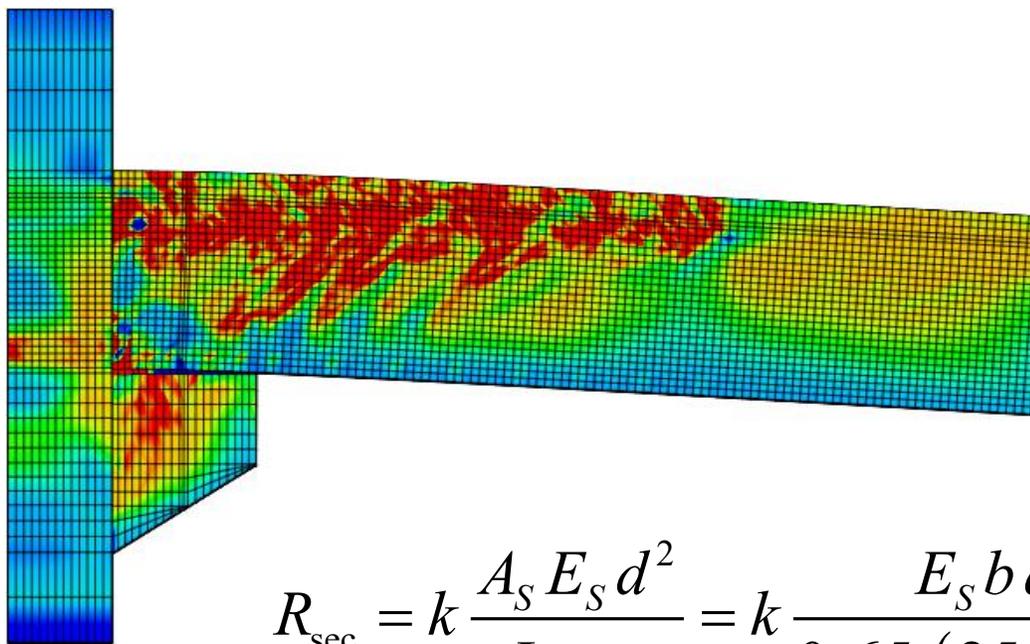


## Ensaio experimental – Hadade (2016)



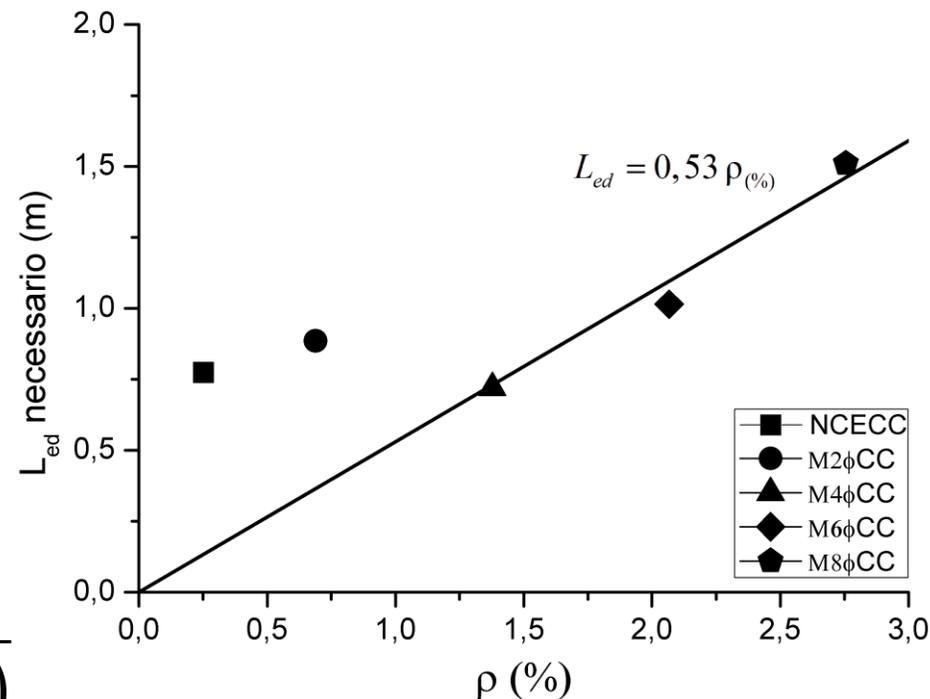
Sérgio Azevedo Coelho. Avaliação da rigidez de uma ligação viga-pilar resistente a momento fletor negativo empregada em estruturas pré moldadas: Análise via modelagem computacional. 2019. Dissertação (Mestrado) - UFG

## Modelagem computacional – DIANA FEA®

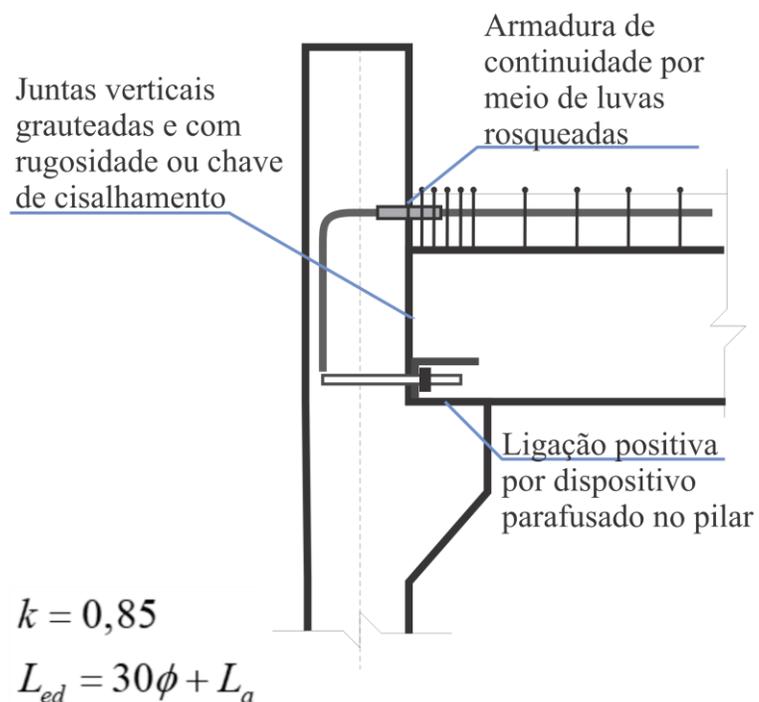


$$R_{sec} = k \frac{A_s E_s d^2}{L_{ed,nec}} = k \frac{E_s b d^3}{0,65 (25 \phi + L_a)}$$

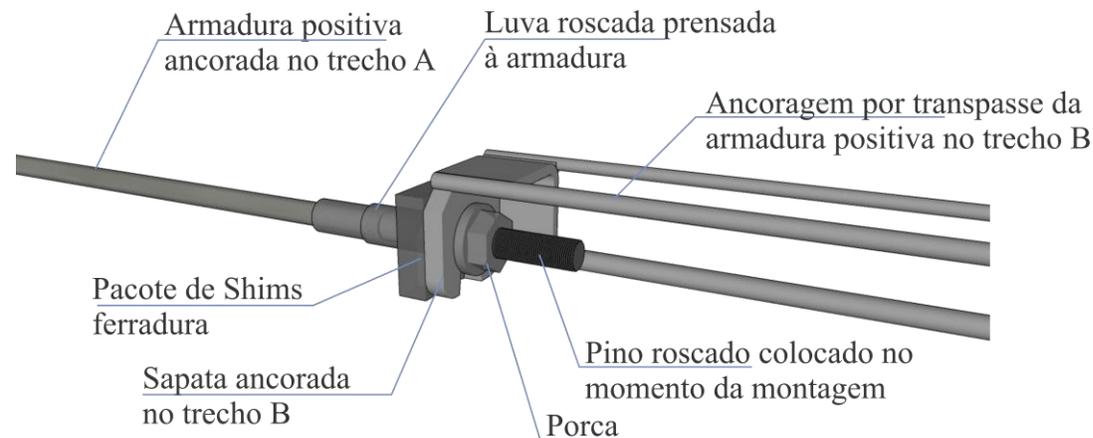
## Proposta de correção da rigidez



## Tipologia V – NBR 9062/2017



## Emenda positiva - Trejor<sup>®</sup>



## Ensaio da emenda no NetPré



\* Modelo fabricado pela Sudeste Pré-fabricados

## Ensaio a momento fletor positivo

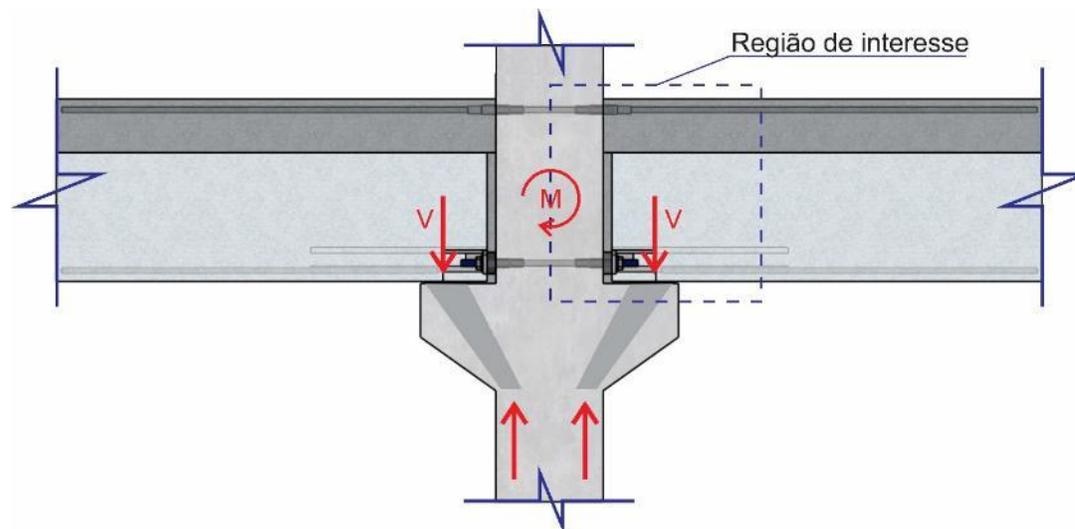


Ygor Moriel Neuberger. Estudo do desempenho de ligação viga-pilar parafusada resistente a momento fletor. Início: 2023. Tese (Doutorado) - UFSCar

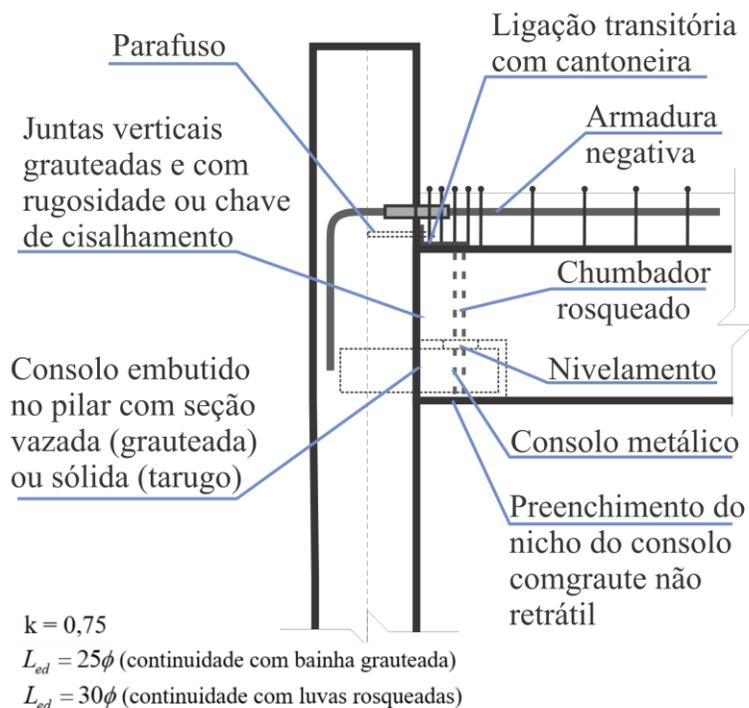
## Ensaio a momento fletor negativo



## Modelagem computacional sob carregamento cíclico – DIANA FEA®



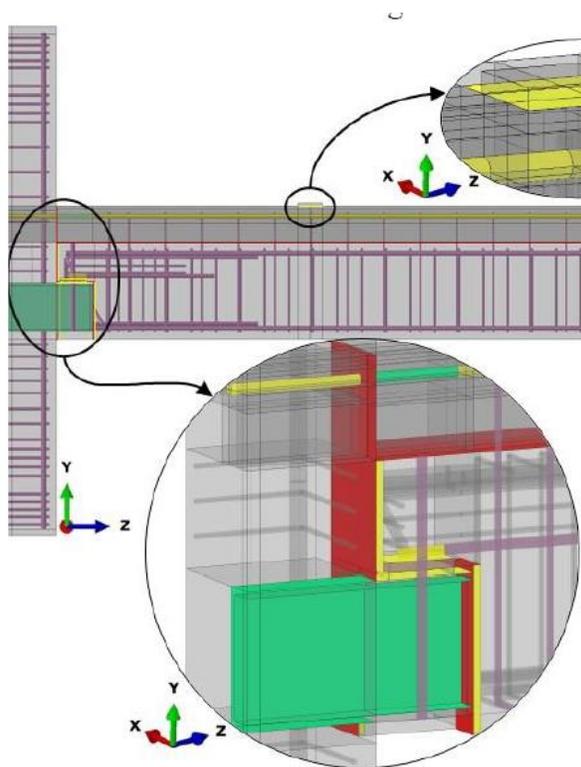
## Tipologia IV – NBR 9062/2017



## Modelo experimental – Bachega (2013)



## Modelagem computacional – Abaqus 2021<sup>®</sup>



## Publicações



# Pesquisas sobre ligações pilar-fundação

EESC/USP - UFRN

João Vitor Caldas Santos. Contribuição ao projeto de cálice de fundação mediante modelagem numérica. Início: 2023. Tese (Doutorado) – EESC/USP

## Modelos experimentais de cálice externo – EESC/USP

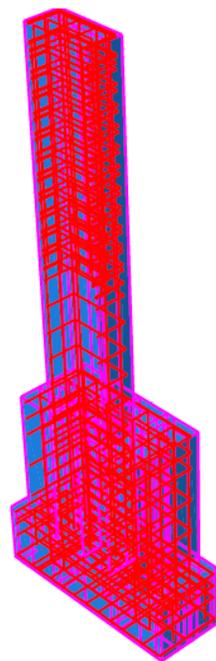
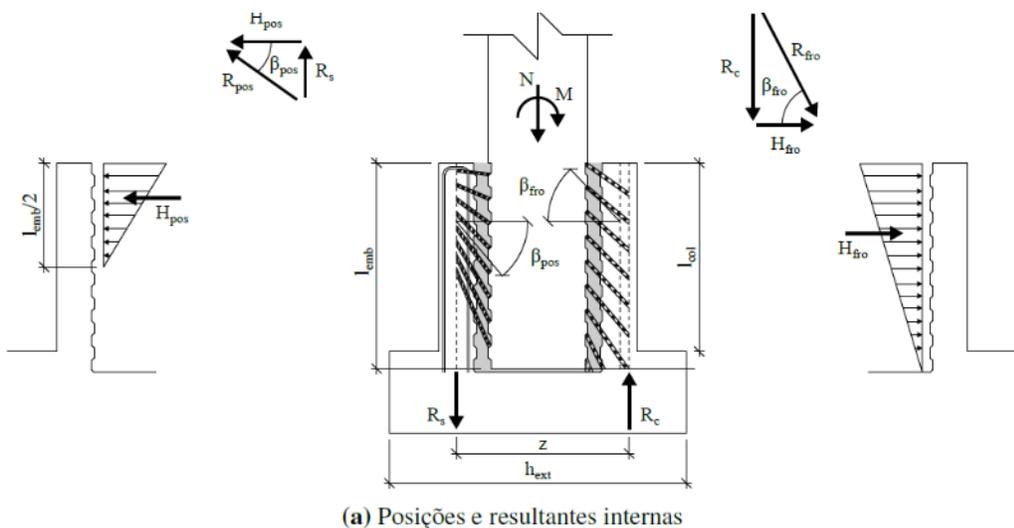


## Modelos experimentais de cálice semiembutido – EESC/USP

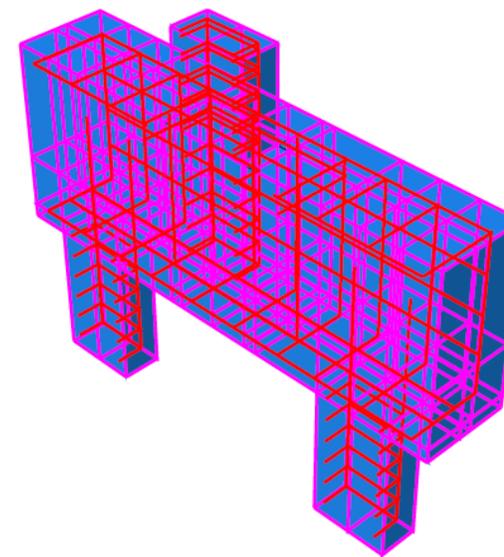


## Problema: embutimento e chave de cisalhamento

## Modelagem computacional – Abaqus 2021®



(a) Modelos IL e IR

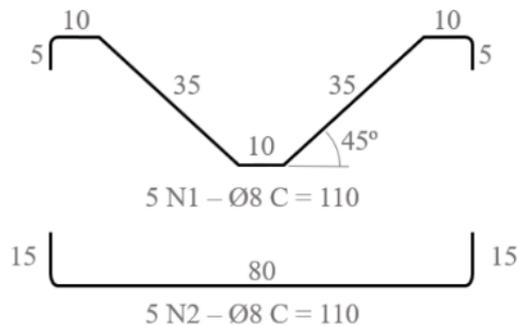
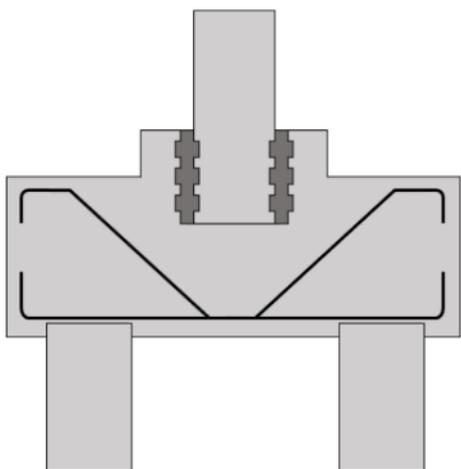


(b) Modelos M

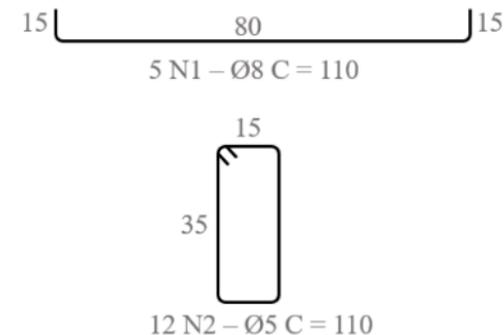
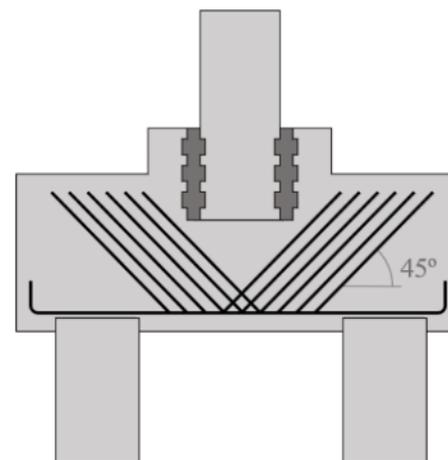
ORGANIZAÇÃO

João Aurimar Correia de Moraes Neto. Estudo numérico de armaduras complementares em blocos sobre duas estacas com cálice parcialmente embutido com chave de cisalhamento. 2022. Dissertação (Mestrado) – UFRN

## Proposta MB



## Proposta MD

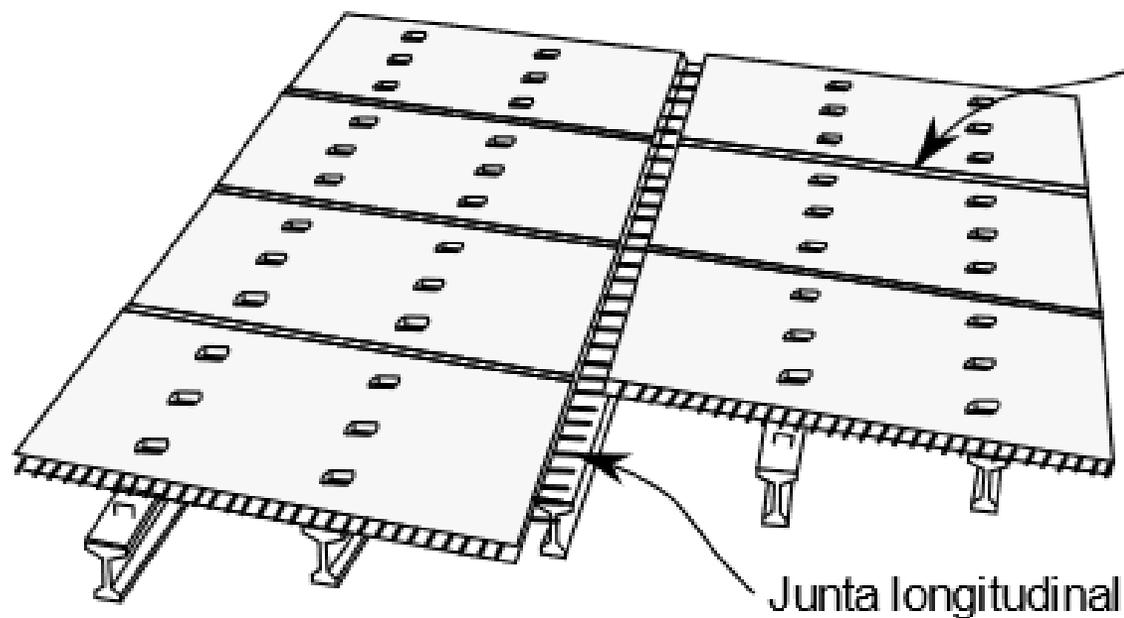


# Pesquisas sobre ligações em pontes pré-moldadas

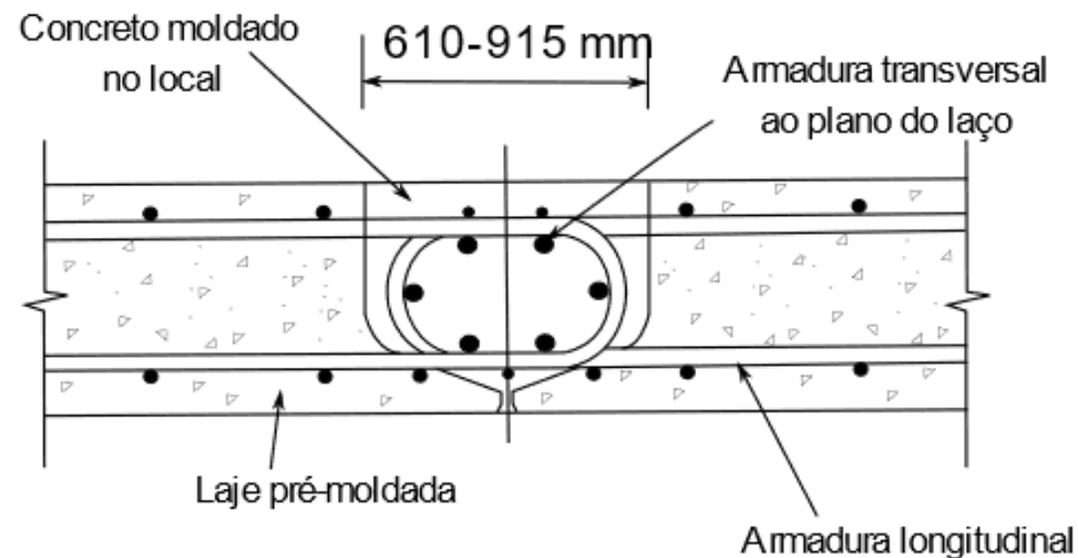
UFG – EESC/USP

Projeto Desenvolvimento e melhoria de ligações para pontes rodoviárias em concreto pré-moldado. CNPq/FNDCT/MCTI 15/2022 - Faixa A

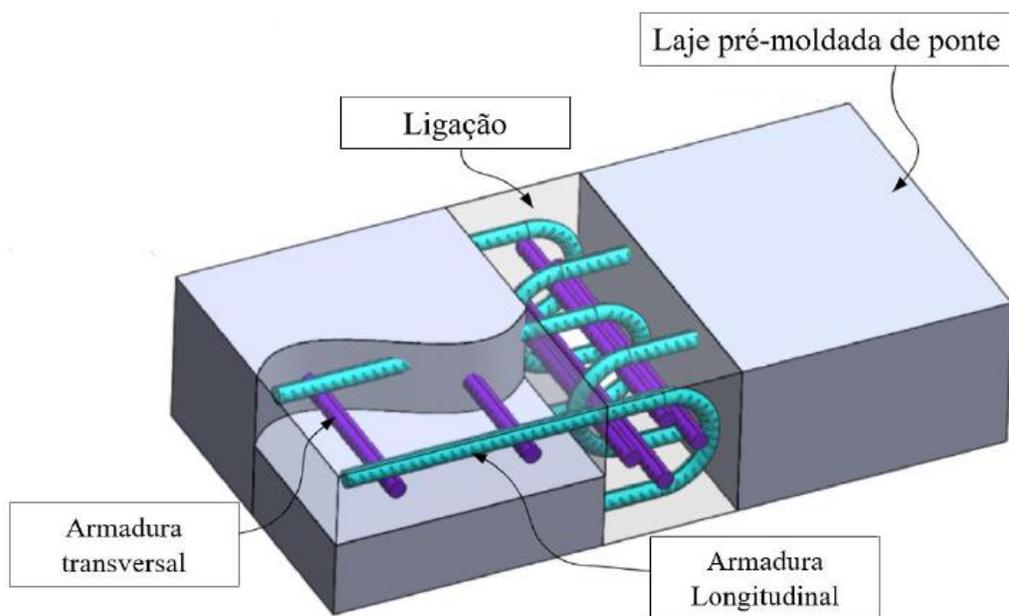
## Tabuleiro pré-moldado no sistema ABC



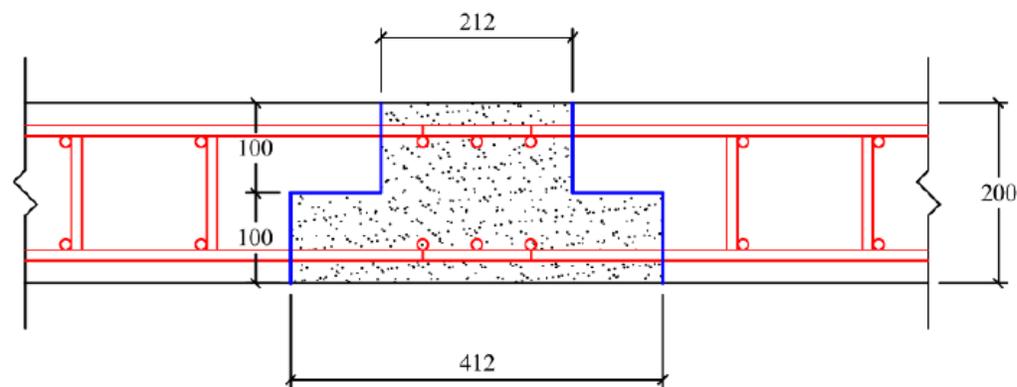
## Junta transversal entre painéis pré-moldados (PCI, 2011)



## Exemplo de ligação



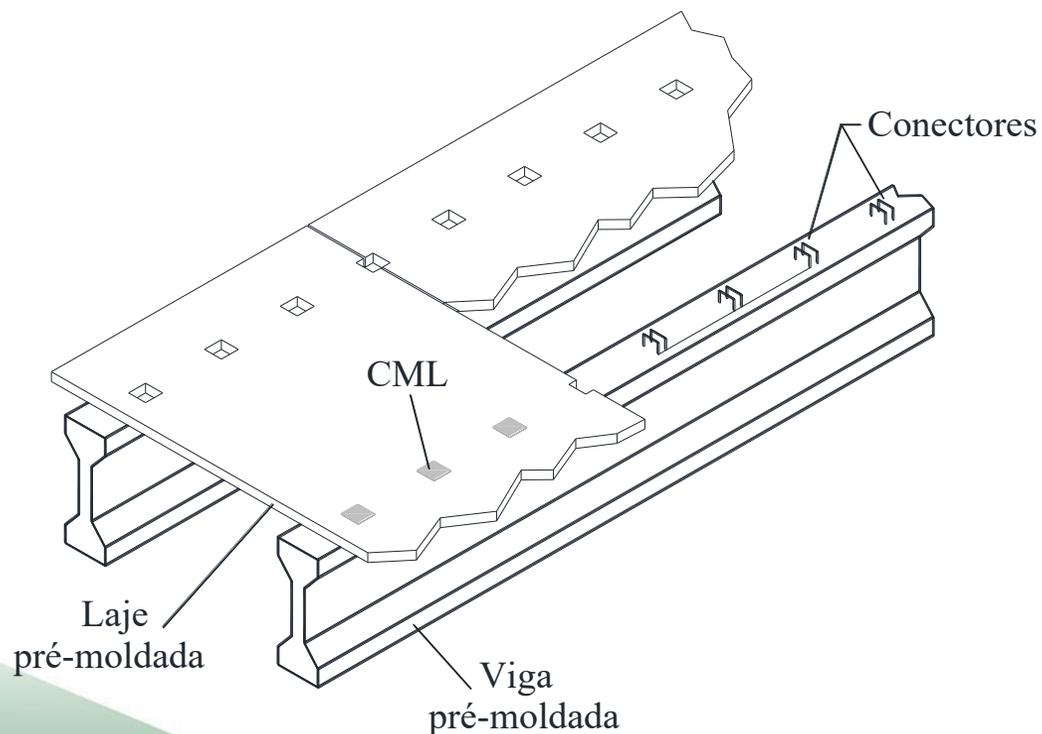
## Forma em T sugerida para a ligação com UHPC



$$L > 200 \text{ mm}$$

$$l_b > 7,5\phi$$

## Esquema da ligação para o sistema ABC



## Publicações



Engineering Structures

Volume 308, 1 June 2024, 117953



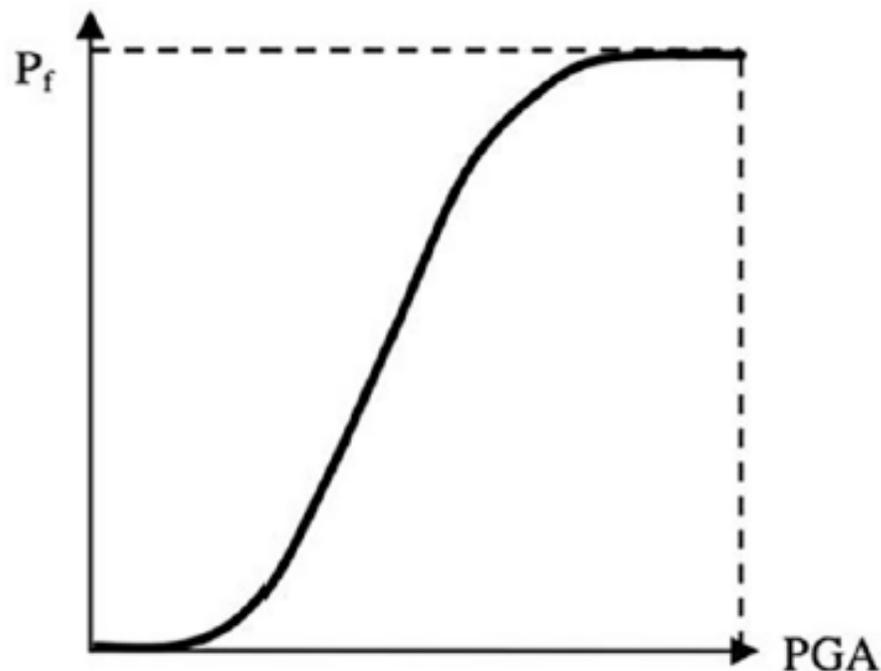
## Experimental analysis of the flexural behaviour of precast concrete composite beams with discontinuous connections

D.L. Araújo <sup>a</sup>  , Vanessa Elizabeth dos Santos Borges <sup>b</sup>,  
Efraim Soares Bernardes <sup>a</sup>, Mounir Khalil El Debs <sup>c</sup>

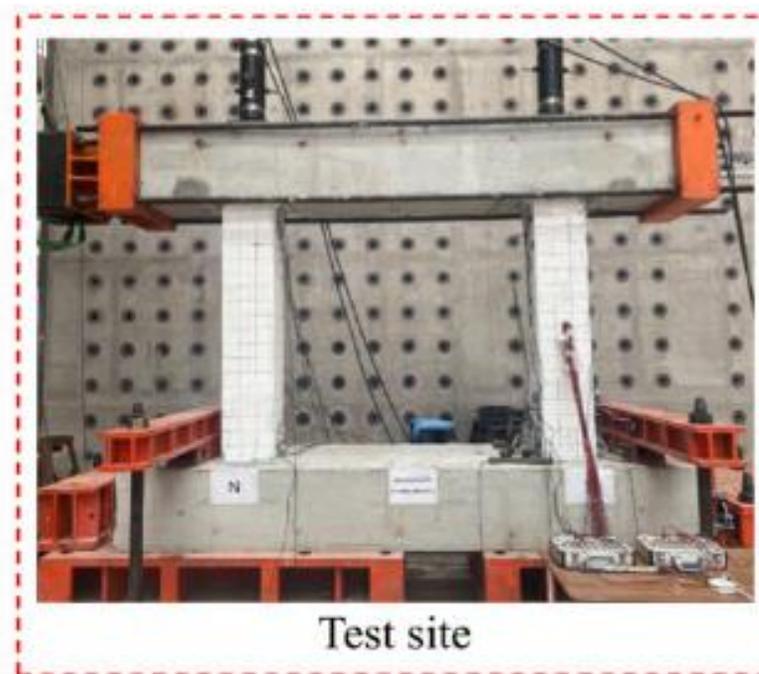
ORGANIZAÇÃO

Sérgio Azevedo Coelho. Avaliação da influência da ligação pilar-fundação na vulnerabilidade sísmica de pontes pré-moldadas de concreto. Início: 2024. Tese (Doutorado) - UFG.

## Curvas de fragilidade típicas



## Ensaio de ligação pilar-fundação sob carregamento cíclico



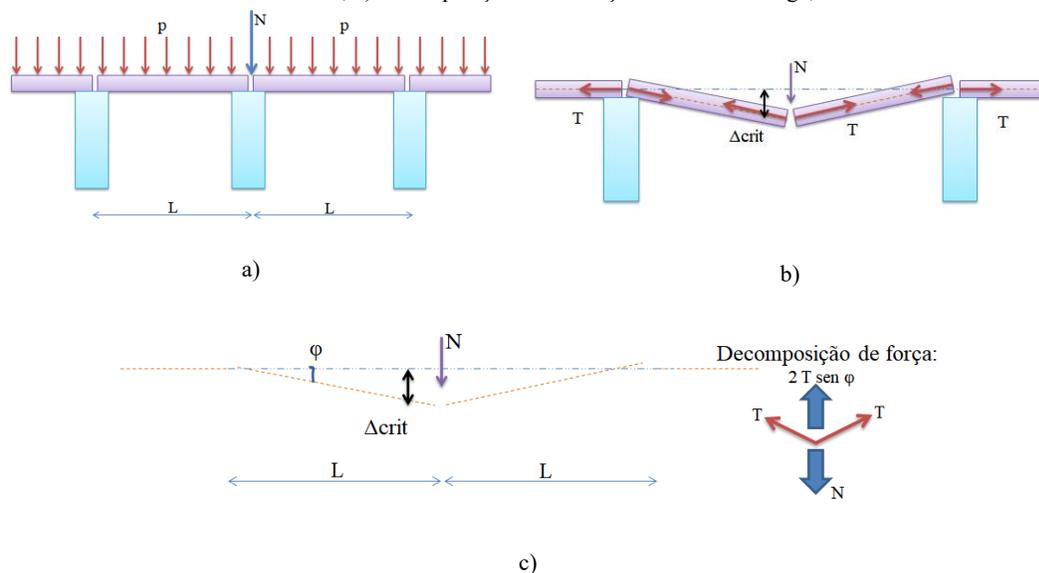
Liu, J., Li, M. & Zhang, G. Seismic performance of UHPC precast double-column piers with socket connections. Mater Struct 58, 122 (2025). <https://doi.org/10.1617/s11527-025-02667-0>

# Pesquisas sobre colapso progressivo

UFG

## Bulletin 63 da fib (FIB, 2012)

Figura 2.7 – Exemplo de transferência de esforços em pórtico. a) condição inicial da estrutura; b) estrutura deformada; c) decomposição dos esforços ocorridos na viga;



## Modelos reduzidos em Elementos Finitos



Engineering Structures  
 Volume 336, 1 August 2025, 120434

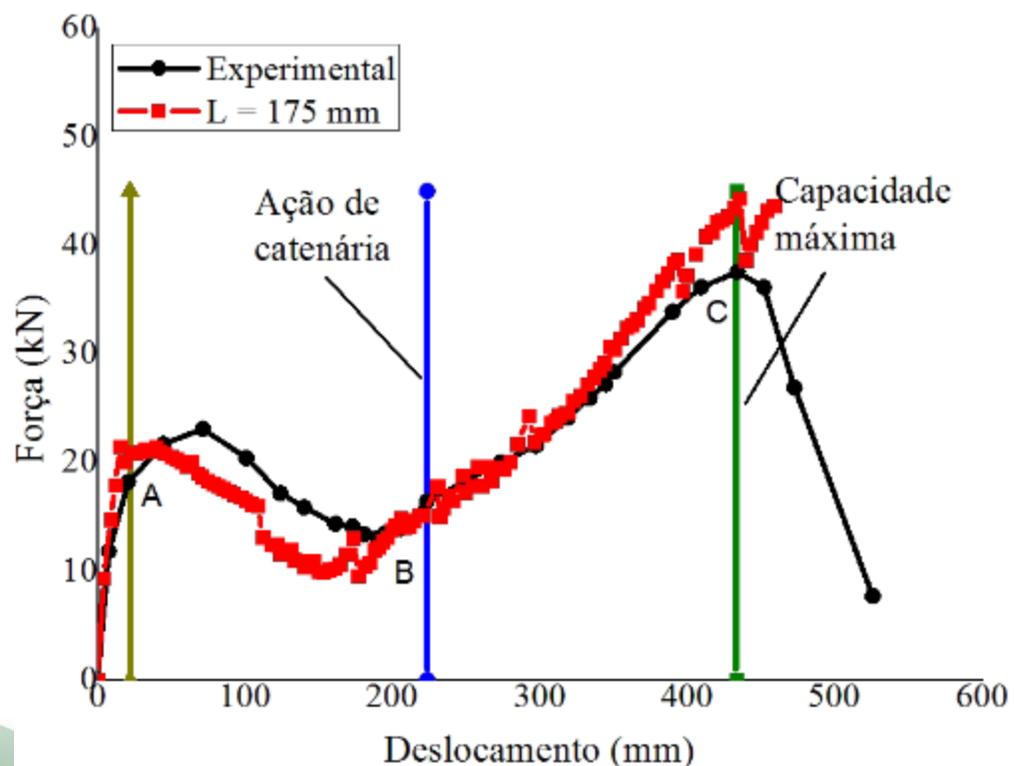


## A reduced-order finite element model for the analysis of RC floor buildings under column loss

Daniel de Lima Araújo <sup>a</sup> , Guilherme de Paula Lisboa <sup>b</sup>,  
 Arthur Átax de Araújo Albuquerque <sup>a</sup>

ORGANIZAÇÃO

## Modelagem computacional – DIANA FEA<sup>®</sup>



## Publicação



Análise não-linear estática de pórticos de estruturas pré-moldadas de concreto sob ação de colapso progressivo

*Progressive collapse analysis of precast concrete frames using nonlinear static procedure*

Rafaela Bernardes Rabelo (1); Daniel de Lima Araújo (2).

ORGANIZAÇÃO

# Pesquisas futuras

# Pesquisas futuras em ligações

- Emprego de IA e Machine Learning no projeto de ligações
  - Juliana Souza Silva. Previsão do comportamento de ligações viga-pilar em estruturas de concreto pré-moldado por meio de modelos de redes neurais. 2025. Dissertação (Mestrado) - USP
- Desenvolvimento de modelos mecânicos para dimensionamento de ligações com uso de UHPC
  - Roberta Paula Medeiros Silva. Dentes de concreto para estruturas pré-moldadas confeccionados com concreto de alta resistência reforçado com fibras de aço. Início: 2024. Tese (Doutorado) – UFG
  - Eduardo Augusto da Silva Cândido. Contribuição ao dimensionamento à força cortante de vigas em UHPC com o emprego de confiabilidade estrutural. Início: 2022. Tese (Doutorado) - UFG

# Pesquisas futuras em ligações

- Dimensionamento de ligações baseado em confiabilidade estrutural e sua influência no projeto ótimo
- Dimensionamento de ligação viga-pilar com foco em durabilidade e carregamento cíclico
- Desenvolvimento de modelos numéricos para avaliação do colapso de estruturas pré-moldadas

# Agradecimentos

## Agências de fomento



## Universidades e laboratórios



## Empresas



ORGANIZAÇÃO

