

# ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE DIFERENTES MÉTODOS DE EXECUÇÃO DE CONSOLES PRÉ-MOLDADOS

Analysis of the efficiency of different methods of execution of pre-molded consoles

Jonatan Dom Centenaro<sup>1</sup>; Diniane Baruffi<sup>2</sup>; Gabriele Rech Silveira<sup>3</sup>; Deise Trevizan Pelissaro<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Diplomado em Engenharia Civil pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai, Erechim, Brasil. *E-mail*: fdljonatan@hotmail.com

<sup>2</sup> Doutora em Engenharia pela Universidade de Passo Fundo – UPF. Professora do Curso de Engenharia Civil da Universidade Regional do Alto Uruguai e das Missões – URI – Câmpus de Erechim. *E-mail*: dinianebaruffi@uricer.edu.br

<sup>3</sup> Acadêmica da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai, Erechim. *E-mail*: 095479@aluno.uricer.edu.br

<sup>4</sup> Mestre em Engenharia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Professora do curso de Engenharia Civil da Universidade Regional do Alto Uruguai e das Missões – URI – Câmpus de Erechim. *E-mail*: deisetrevizan@uricer.edu.br

Data do recebimento: 21/01/2022 - Data do aceite: 11/05/2022

**RESUMO:** A indústria dos pré-moldados vivencia transformações importantes para atender as exigências do mercado. É de grande importância a preocupação de métodos e modelos de execução dos sistemas construtivos tradicionais. As estruturas de concreto pré-moldado possuem rapidez na execução, propiciada pela facilidade que os consoles trazem no encaixe das peças. Devido a alta produtividade, as empresas de estruturas pré-fabricadas vêm adotando formas alternativas para solucionar a execução dos consoles em pilares pré-fabricados, dadas as dificuldades existentes, já que a NBR 9062 (ABNT, 2017) não menciona esta questão. O trabalho realiza um estudo experimental de diferentes métodos executivos de consoles, sendo eles, o método da concretagem simultânea, método das barras amarradas e método da concretagem posterior, mostrando a execução das ligações nas estruturas pré-moldadas e analisando o comportamento frente às cargas aplicadas. Os resultados demonstram que o método da concretagem simultânea pilar e console é mais eficaz, juntamente ao

método da concretagem posterior. Todavia, há necessidade de precaução na execução do método das barras amarradas, que apesar de ter suportado a carga considerada no cálculo estrutural, não deixou margens de segurança como os demais métodos.

**Palavras-chave:** Estruturas. Método da concretagem simultânea. Método das barras amarradas. Método da concretagem posterior.

**ABSTRACT:** The precast industry has been experiencing important changes to meet market demands. The concern of methods and models of execution of the traditional constructive systems are of great importance. The precast concrete structures are fast in execution, provided by the ease that the consoles bring in the fitting of the parts. Due to high productivity, companies of prefabricated structures have been adopting alternative ways to solve the execution of consoles in precast pillars, due to the existing difficulties, since NBR 9062:2017 does not mention this issue. This work carries out an experimental study of different execution methods of consoles, such as, the method of simultaneous concreting, method of tied bars and method of posterior concreting, showing the execution of the connections in the precast structures and analyzing the behavior in relation to the applied loads. The results show that the method of simultaneous concreting column and console is more effective, along with the method of posterior concreting. However, there is a need for caution in the execution of the tied bars method, despite supporting the load considered in the structural calculation, it did not leave safety margins like the other methods.

**Keywords:** Structures. Simultaneous concreting method. Tied bars method. Method of posterior concreting.

## Introdução

As estruturas de pré-moldados são um arranjo de peças que se encaixam entre si. O sistema vem se tornando um dos métodos construtivos mais comuns e eficientes na construção civil em virtude da sua alta produtividade, redução de custos e alto controle tecnológico. Os sistemas construtivos que utilizam pré-fabricados de concreto para a execução de estruturas encontraram no Brasil um ambiente de crescimento sustentável, a fim de buscar vivenciar os principais benefícios da industrialização, que são prazo e qualidade (SOUZA, 2018).

Segundo Debs (2000), as ligações que envolvem elementos pré-moldados são de significativa importância para a obra como um todo, ou seja, tanto no momento da produção, quanto na montagem da estrutura, sendo que o elemento capaz de promover as ligações de peças é o console, o qual recebe as cargas provenientes das vigas e as transfere ao pilar.

Consoles são peças utilizadas nas estruturas pré-moldadas com a finalidade de realizar as ligações entre os elementos estruturais: viga-pilar, viga-viga e também para ligações laje-parede ou até para permitir a execução de juntas de dilatação nas estruturas das edificações (ACKER, 2002; ROMANICHENR; SOUZA, 2019).

Os consoles são imprescindíveis nos pré-moldados, sendo os responsáveis pela interligação das peças, tendo como função a transferência de forças entre as interfaces, de forma que interajam entre si como um sistema estrutural, ou seja, recebe as cargas transferindo-as aos pilares, e os pilares ao solo (SILVA; DONIN, 2016). O desempenho das ligações formadas pelos consoles afeta a estrutura tanto de forma local das vigas adjacentes como na forma global da estrutura pré-moldada (HADADE et. al., 2018)

Para Ferreira (2005, apud CHAGAS, NOGUEIRA; OLIVEIRA, 2015), soluções tecnológicas para os sistemas de ligações e de juntas nos elementos pré-moldados passam a assumir importância fundamental para viabilizar o potencial do sistema construtivo. De fato, a dificuldade em realizar uma padronização apresenta-se como um dos principais entraves para o avanço do setor, pois as ligações e juntas interferem tanto na execução quanto no comportamento da estrutura, sendo objeto de pesquisas na área do concreto pré-moldado (GUAREZ; BASSO, 2016; BABINSKI; DEOTTI, 2018).

Sendo assim, o foco do presente estudo é avaliar experimentalmente os métodos executivos de consoles pré-moldados: a) o método da concretagem pilar/console simultânea; b) método das barras amarradas; c) método da concretagem parcial, analisando a sua eficiência frente as cargas submetidas.

## Consoles Pré-moldados

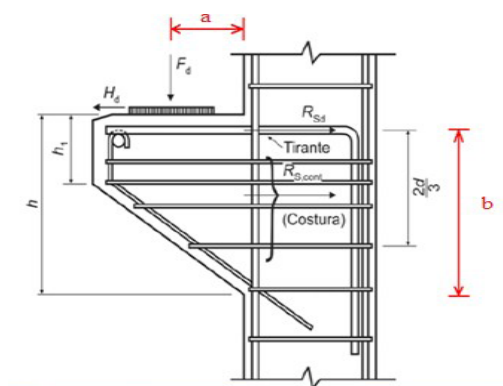
Segundo Naegeli (1997) os consoles são elementos estruturais prismáticos utilizados frequentemente em estruturas de concreto armado, servindo de apoio para outros elementos estruturais ou para equipamentos pesados. Nestes elementos há transmissão direta de carga neles aplicada para o pilar que serve de apoio.

O dimensionamento dos consoles é realizado segundo os critérios de dimensionamento e construtivos extraídos das normas NBR 6118 (ABNT, 2014) e NBR 9062 (ABNT, 2017). A NBR 6118 (ABNT, 2014) esclarece que são considerados consoles os elementos em balanço nos quais a distância “a” da carga aplicada à face do apoio é menor ou igual à altura útil “b” do console, de acordo com o que é mostrado na Figura 1.

Já a norma NBR 9062 (ABNT, 2017) apresenta maiores orientações sobre o assunto. Demonstra como devem ser ancoradas as armaduras dos consoles, os coeficientes de segurança apropriados para cálculo, as disposições construtivas referentes à altura e largura das armaduras e quanto a questão das dobras e disposição dos tirantes.

A Figura 2 apresenta as disposições construtivas em relação a orientação quanto à altura, comprimento e largura dos consoles e orienta algumas situações de diâmetro de barras e transmissão de esforços. Menciona ainda como deve ser ancorada a armadura através de tirantes e as reações e momentos que ocorrem na aplicação de cargas.

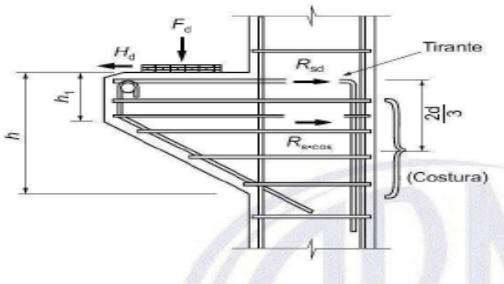
Figura 1: Dimensões (a) e (b) em um console



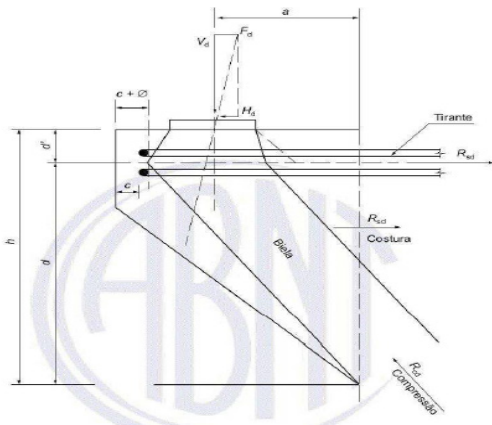
Fonte: NBR 6118 (ABNT, 2014).

**Figura 2:** Detalhamento conforme NBR 9062

a) Detalhamento armadura;



b) Modelo para consolo;



Fonte: NBR 9062 (ABNT, 2017)

Percebe-se que as normas NBR 6118 (ABNT, 2014) e NBR 9062 (ABNT, 2017) deixam de fornecer requisitos e orientações quanto ao método executivo das estruturas com consoles. Na prática, as empresas adotam o conhecimento prático através da experiência dos funcionários e sem determinações nas normativas existentes quanto à necessidade de concretagem monolítica do console, como por exemplo, se há necessidade de grauteamento, se há possibilidade de furação do pilar, se pode ou não ancorar a ferragem na face oposta do pilar e outras disposições sobre o tema.

## Metodologia

A seguir é apresentada a metodologia adotada nesse artigo para a avaliação experimental dos diferentes métodos de execução aqui investigados para os consoles pré-fabricados.

## Materiais e características geométricas dos protótipos

O trabalho tem como objetivo avaliar, experimentalmente, os consoles de pilares executados em uma fábrica que disponibilizou o local e materiais para a realização dos ensaios. Com isso, os modelos ensaiados buscavam atender as necessidades da empresa e responder aos questionamentos da empresa quanto à eficiência dos diferentes métodos utilizados na execução dos consoles.

Para a execução dos protótipos foi definida a resistência característica do concreto à compressão ( $f_{ck}$ ) de 30 MPa. Foram confeccionados corpos de prova para verificação da resistência final seguindo o procedimento da NBR 5739 (ABNT, 2018). O *slump* definido para o concreto dos consoles foi 15 cm +/- 2 cm. O ensaio de abatimento de concreto realizado na moldagem dos modelos seguiu os procedimentos da NBR NM 67 (ABNT, 1998).

A Figura 3 apresenta o detalhamento dos pilares. O comprimento dos protótipos foi de 135 cm, sendo o console posicionado a 70 cm de uma das extremidades e 50 cm da outra, com seção de 25 cm x 25 cm sendo utilizados como armadura, quatro barras com diâmetro de 12,5 mm de aço CA-50. Foram adotados estribos, com diâmetro de 5 mm, seção de 19 cm x 19 cm espaçados a cada 15 cm.

Os consoles adotados nos protótipos foram confeccionados com seção de 15 cm x 15 cm e comprimento de 20 cm (Figura 4). Foram utilizados quatro barras com diâmetro

de 12,5 mm como armadura do console. Para a armadura transversal foram adotados quatro estribos, com diâmetro de 5 mm, instalados no comprimento dos 20 cm do console. O console foi dimensionado para suportar uma carga de 6 tf.

### Métodos de execução dos protótipos

Foram desenvolvidos nove modelos de pilares com diferentes métodos de execução de ligação do console. Os métodos de execução dos consoles foram usuais de fábrica, do

tipo concretagem pilar/console simultânea, método das barras amarradas e método da concretagem parcial, sendo três modelos experimentais para cada um dos métodos. Para execução das formas dos pilares e consoles foram utilizadas chapas de aço, ou seja, formas metálicas.

### Método da concretagem pilar/console simultânea

No método conhecido como monolítico a armadura do console, Figura 5 a), e o próprio

Figura 3: Dimensões de projeto

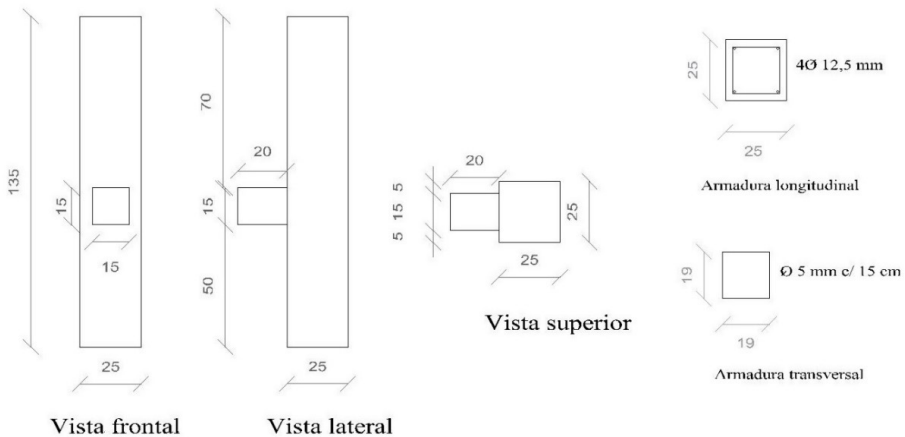
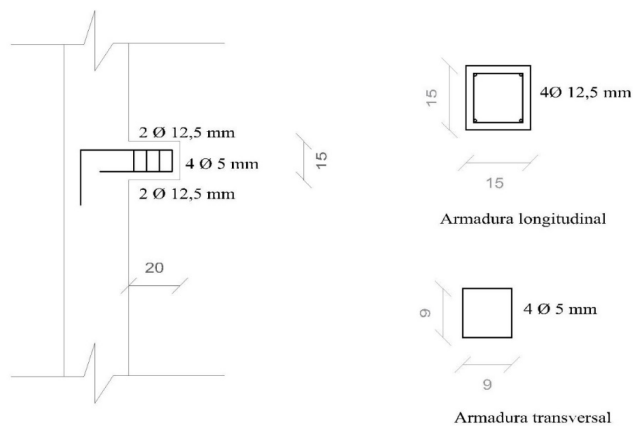


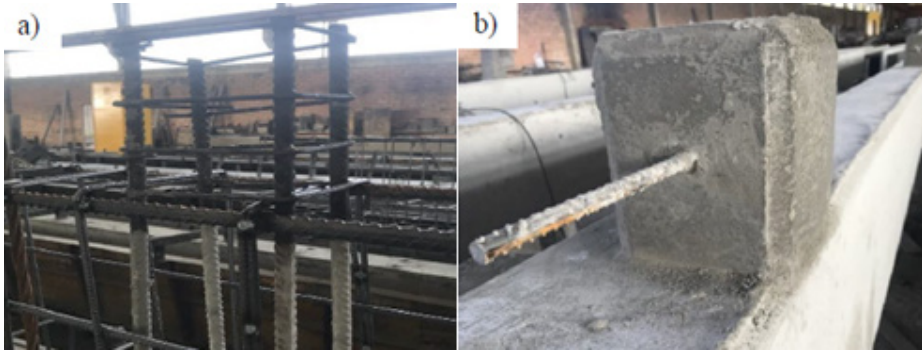
Figura 4: Detalhamento da armadura do console



console, Figura 5 b), são concretados juntamente com o pilar, formando uma estrutura de concreto única. A Figura 6 apresenta o processo de execução dos pilares, sendo a Figura 6 a) a montagem das armaduras dos pilares, a Figura 6 b) o pilar concretado com

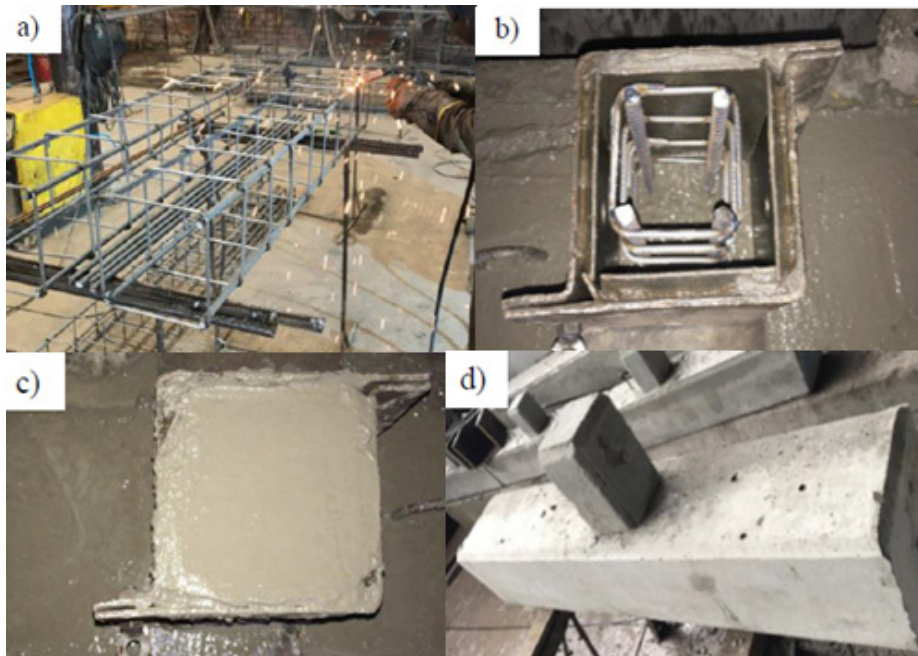
a armadura e forma do console que vai receber o concreto, a Figura 6 c) com o console já concretado, a Figura 6 d) o pilar e console finalizados após retirada das formas. Esses pilares são chamados neste trabalho de P1, P2 e P3.

**Figura 5:** Detalhe concretagem pilar/console simultânea



a) Armadura; (b) Console de concreto

**Figura 6:** Método da concretagem pilar/console simultânea



a) Armadura do pilar; b) Armadura do console já dentro do molde; c) Console concretado; d) Pilar finalizado

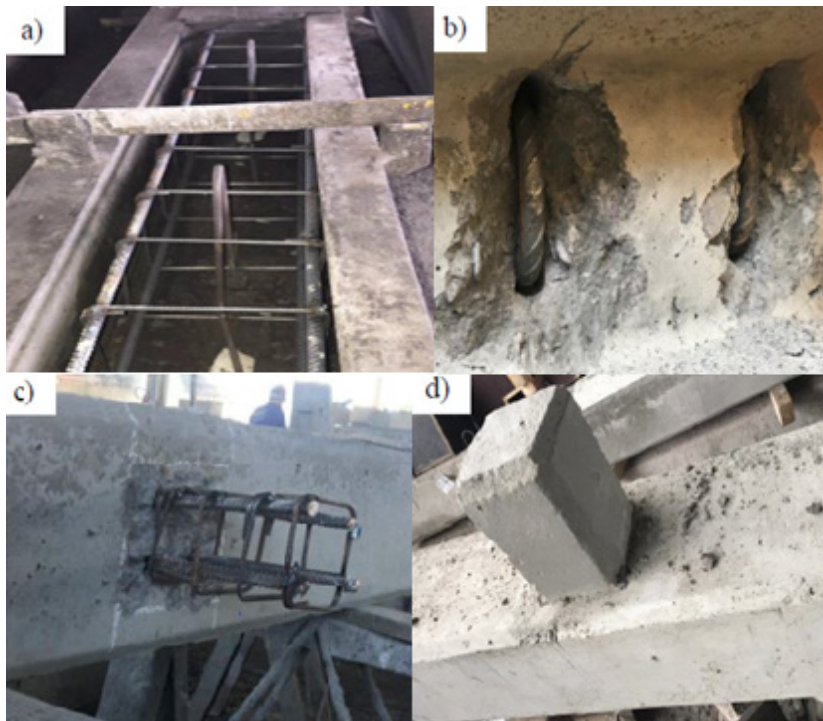
## Método das barras amarradas

A Figura 7 apresenta o processo de execução pelo método das barras amarradas. Inicia-se pela concretagem do pilar (Figura 7 a). No dia posterior, o mesmo é retirado da forma e posicionado sobre cavaletes. Então, com uma furadeira perfura-se o mesmo, e assim passa a armadura perfazendo um “U” em volta do pilar (Figura 7 b). São soldados os estribos e realizadas ranhuras na face que receberá o molde do console para criar aderência (Figura 7 c). Após isso, realiza-se a concretagem do console, Figura 7 d), ficando este apto para seguir para o setor de acabamentos e ser encaminhado para obra. Os protótipos para esse modelos são chamados de P4, P5 e P6.

## Método da concretagem parcial

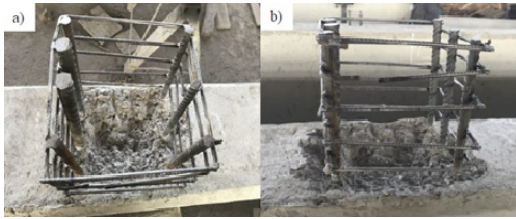
Para a execução do método da concretagem parcial é realizado o posicionamento da armadura do console e concretado o pilar, ficando a armadura do console com as esperas para concretagem posterior (Figura 8 a), sendo que, também, com o concreto fresco, são realizadas ranhuras na superfície do pilar que receberá o molde do console, conforme Figura 8 b. Os protótipos para este modelo são chamados neste trabalho de P7, P8 e P9.

**Figura 7:** Método das barras amarradas



(a) Armadura do pilar na forma; (b) Amarração das barras no pilar; (c) Armadura com estribos ; d) Pilar concretado e finalizado

Figura 8: Detalhe concretagem parcial



Pilar concretado com as barras em espera; (b) Armadura e superfície do concreto com ranhuras

## Ensaio Experimental

Foram realizados ensaios experimentais em três protótipos de cada método executivo apresentado, os quais resultaram em nove pilares ensaiados. O procedimento de ensaio se deu da seguinte maneira:

Equipamentos utilizados:

Cabeceiras para apoio dos pilares.

Macaco hidráulico para aplicação de carga.

Para o arranjo experimental os pilares foram ancorados apoiando-se em cabeceiras próprias. O macaco hidráulico apoiou-se em uma das cabeceiras de aço, tendo sido aplicada carga no macaco hidráulico, forçando

apenas o console e simulando o apoio de um incremento de carga na extremidade deste.

A carga foi aplicada gradualmente, até o console atingir a capacidade de carga máxima, tendo dado início o rompimento.

Foram anotadas as cargas para o início da fissuração e da ruptura do concreto.

## Resultados e Discussão

Na sequência são apresentados os resultados da resistência à compressão atingida pelo concreto utilizado nos protótipos, a carga de fissuração e de ruptura para os três modelos de ligação de console e pilar ensaiados.

### Resistência à compressão e ensaio de abatimento do concreto

As concretagens dos protótipos foram realizadas em dias diferentes, conforme necessidade de cada método construtivo, sendo que os modelos para o método da concretagem simultânea-monolítico (P1, P2, P3) e para o método das barras amarradas (P4, P5, P6) foi utilizado o concreto do primeiro dia de concretagem.

Tabela I – Valores de fck e abatimento

Moldagem	Ruptura	fck médio (MPa)	Slump (mm)
Dia 1	24 h	20,395	16
	7 dias	24,175	
	28 dias	32,875	
Dia 2	24 h	22,07	15
	7 dias	24,96	
	28 dias	34,975	
Dia 3	24 h	18,715	17
	7 dias	22,645	
	28 dias	31,475	



Os consoles para o método das barras amarradas (P4, P5, P6) e os pilares do método da concretagem posterior (P7, P8 e P9), no segundo dia de concretagem. E para finalizar, os consoles dos últimos modelos no terceiro dia de concretagem.

Os valores médios para  $f_{ck}$  e ensaio de abatimento têm seus valores apresentados na Tabela I. Considerando a resistência do concreto à compressão aos 28 dias, nota-se que os valores de  $f_{ck}$  atingiram a resistência necessária e considerada no cálculo estrutural de 30 MPa. Os valores de *slump*, da mesma forma, variaram dentro do esperado.

### Ensaio experimental no método da concretagem pilar/console simultânea

O pilar foi posicionado entre as cabeceiras e fixos nas extremidades para simular o pilar

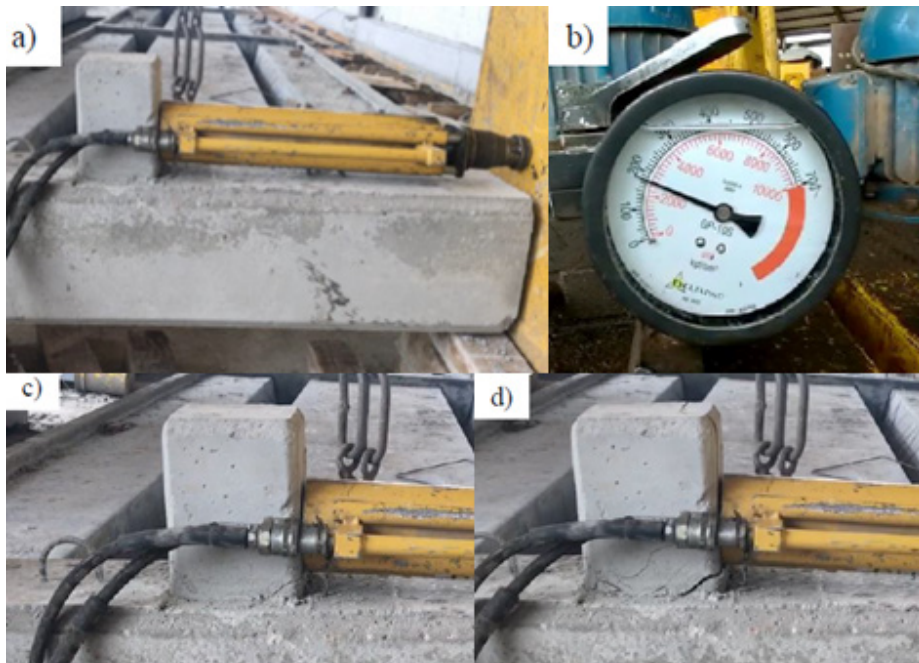
em obra (Figura 9 a). Depois, o macaco iniciou a aplicação de carga no console (Figura 9 b). No entanto, com a aplicação da carga o console começou a apresentar fissuras (Figura 9 c). A carga de fissuração para os consoles do modelo foi de 10 tf para o P1, 9 tf para o P2 e 8 tf para o P3. Por fim, as cargas de ruptura dos consoles foi de 12 tf para o P1 e P2 e 10 tf para o P3. A Figura 9 d) apresenta um console com uma ruptura total na sua face.

Os consoles executados pelo método da concretagem pilar/console simultâneo apresentam uma eficiência maior da prevista em projeto, o que era esperado em razão dos coeficientes de segurança aplicados.

### Ensaio experimental no Método das Barras Amarradas

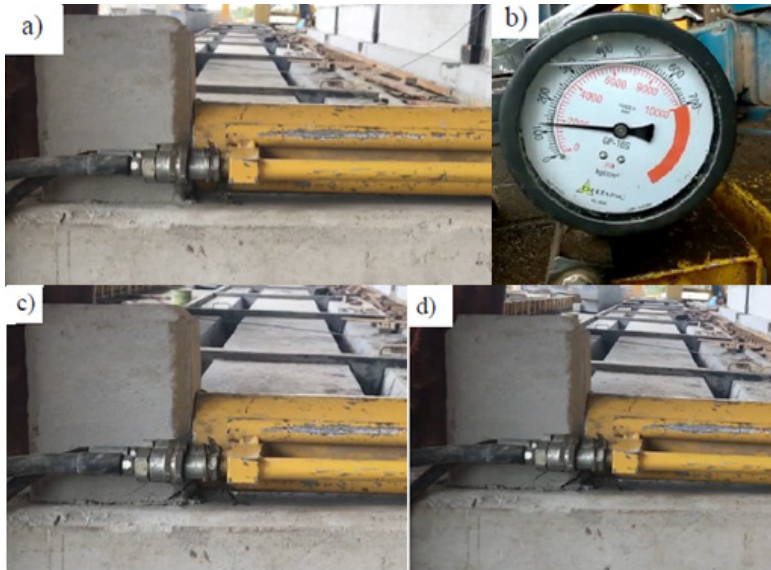
O pilar foi posicionado entre as cabeceiras de protensão (Figura 10 a), tendo sido aplica-

**Figura 9:** Método da concretagem pilar/console simultânea



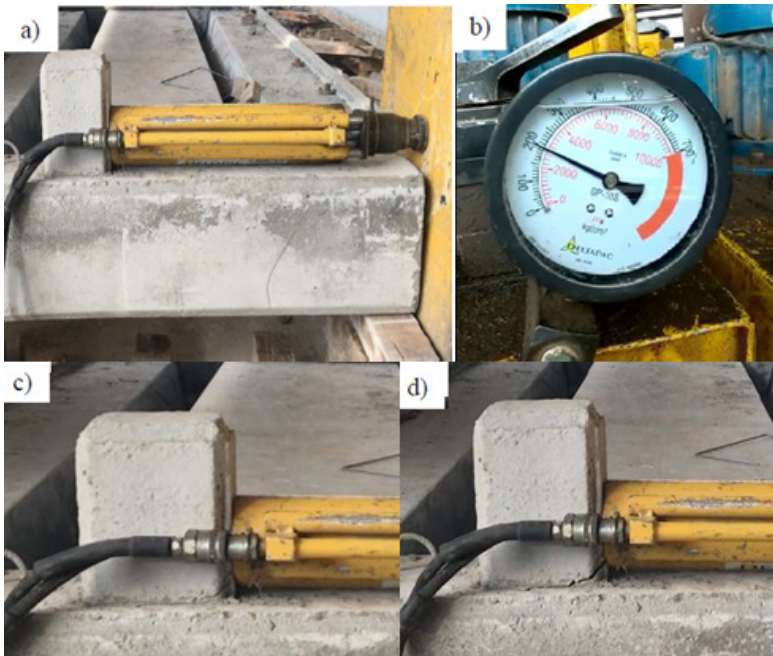
(a) Pilar e console prontos para ruptura; (b) Macaco no momento de início da fissuração;  
(c) Início da Fissuração; (d) Console rompido totalmente;

Figura 10: Método das barras amarradas



(a) Pilar e console prontos para ruptura; (b) Macaco no momento de início da fissuração;  
(c) Início da Fissuração; (d) Console rompido totalmente

Figura 11: Método da concretagem posterior



(a) Pilar e console prontos para ruptura; (b) Macaco no momento de início da fissuração;  
(c) Início da Fissuração; (d) Console rompido totalmente

da a carga no console gradualmente (Figura 10 b). Em seguida apareceram as fissuras iniciais (Figura 10 c). Para pilar P4 e P6 essa carga foi de 6 tf e para o pilar P5 essa carga foi de 7 tf. Por fim, os consoles atingiram a carga de ruptura total de 8 tf, para os três modelos deste método executivo, P4, P5 e P6 (Figura 10 d).

Quanto ao método das barras amarradas considerou-se um método vulnerável, com cargas muito próximas da carga de projeto para a sobrecarga do console, não permitindo margem de segurança na sobrecarga do console.

### Ensaio experimental no Método da Concretagem Posterior

Os pilares foram posicionados entre as cabeceiras (Figura 11 a), o macaco hidráulico deu início à aplicação da carga e o relógio passou a registrar (Figura 11 b). Na sequência, iniciou o aparecimento de fissuras (Figura 11 c), que para o protótipo P7 e P9 se deu com a carga de 10 tf e para o protótipo P8 de 8 tf. As cargas de ruptura dos protótipos P7, P8 e P9 foram respectivamente de 12 tf, 10 tf e 12 tf. A Figura 11 d) apresenta a ruptura do console.

Assim, em relação ao método da concretagem posterior, vê-se que este método se mostrou eficiente e com resultados elevados de capacidade de absorção de carga, ficando semelhante aos resultados do método da concretagem simultânea-monolítico.

### Comparação dos três métodos

Com a análise dos 3 modelos de execução de pilar e console nesse trabalho, é apresentada a Tabela II com um comparativo em relação aos valores encontrados, com média de valores e desvio padrão das cargas de fissuração e ruptura.

Os métodos executivos adotados nesse trabalho, como concretagem pilar/console simultânea e concretagem posterior, apresentaram as maiores médias de carga de ruptura de 11,33 tf, sendo que na média da carga de fissuração, o segundo apresentou uma carga mais elevada, com a carga de fissuração ultrapassando em 50% a carga prevista em projeto para o dimensionamento dos consoles. Acrescenta-se que a média de carga para início de fissuração foi em torno de 9 tf e a média para ruptura foi de 11,33 tf. Assim, a

Tabela II – Cargas de fissuração e ruptura

Pilares	Método	Carga de dimensionamento de projeto (t)	Carga de fissuração (t)	Média (t)	Desvio padrão	Carga de ruptura (t)	Média (t)	Desvio padrão
P1	Monolítico		10			12		
P2	Monolítico	6	9	9,00	0,82	12	11,33	0,94
P3	Monolítico		8			10		
P4	Amarradas		6			8		
P5	Amarradas	6	7	6,33	0,47	8	8,00	0
P6	Amarradas		6			8		
P7	Posterior		10			12		
P8	Posterior	6	8	9,33	0,94	10	11,33	0,94
P9	Posterior		10			12		

carga de fissuração atingiu quase que 80% da carga de ruptura.

Guarez e Basso (2016) realizaram ensaios em console. Em um dos casos consideraram a construção simultânea do pilar e console, concluindo que esta seria a maneira mais adequada. Babinski e Deotti (2018), nos ensaios de consoles realizados, consideram que o método monolítico suportou 207% a mais de carga em relação aos demais métodos ensaiados.

Já o método barras amarradas apresentou a menor carga de ruptura (8 tf) e de fissuração (6,33 tf), cerca de 30% inferior aos outros dois métodos. A carga de dimensionamento de projeto para os consoles foi de 6 tf, ocorrendo a fissuração do método das barras amarradas com um valor médio de 6,33 tf. Observa-se que o coeficiente de segurança adotado é baixo, praticamente inexistente.

Na Figura 12 é possível analisar as diferentes cargas de fissuração e de ruptura para os diferentes modelos, com a resistência inferior para o método das barras amarradas.

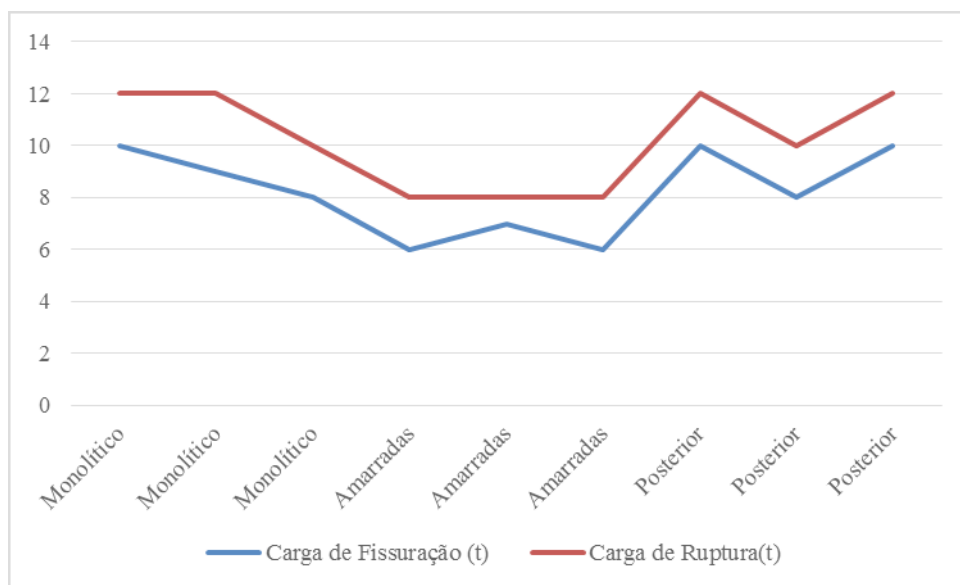
## Conclusão

Após a análise experimental de diferentes métodos executivos para a ligação pilar/console, observa-se que o modo de execução influencia na resistência dos mesmos. Por essa razão deve-se compreender o seu funcionamento, a sua execução e o seu desempenho frente às cargas atuantes, inclusive, com necessidade de orientações normativas sobre o tema.

Conforme cargas encontradas nos ensaios experimentais realizados observou-se que o método da concretagem pilar/console simultânea (monolítico), juntamente com o método da concretagem parcial foram os métodos que apresentaram maior resistência quanto à carga aplicada.

Já o método das barras amarradas apresentou pouca capacidade de resistência frente às cargas. Logo que atingiram a carga considerada em cálculo, os consoles começaram a apresentar as fissurações, com aproximada-

**Figura 12:** Comparação da carga de fissuração e carga de ruptura dos diferentes métodos



mente 6 e 7tf, tendo rompido na sequência. Considera-se que esta opção deve ser evitada no processo construtivo, pois não deixa margens confiáveis de segurança.

Nesta perspectiva, percebe-se o método de execução empregado está diretamente

relacionado com a garantia de segurança na transferência de carga dos consoles para os pilares e, conseqüentemente, de toda a estrutura.

## REFERÊNCIAS

- ACKER, A. V. **Manual de sistemas pré-fabricados de concreto**. Traduzido por Marcelo de Araújo Ferreira. São Paulo, SP: Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118 – Projeto e execução de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9062 – Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado**. Rio de Janeiro, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739 – Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 67 – Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone**. Rio de Janeiro, 1998.
- CHAGAS, L. G. de M., NOGUEIRA, I. F., OLIVEIRA JÚNIOR, L. A. **Verificação da força de ruptura de consolos de concreto moldados em duas etapas com a utilização de protensão não aderente**. Trabalho Final de Curso, 2015.
- DEBS, M. K. **El Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações**. São Carlos: ESC-USP, 2000.
- DEOTTI, B.; BABINSKI, A. F. **Comparativo teórico e experimental sobre o comportamento de consolos de pilares pré-fabricados, segundo a NBR 9062 (2017) e solução alternativa adotada por empresa da região sudoeste do Paraná**. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.
- GUAREZ, M.; BASSO, W. S. **Análise teórica e experimental do comportamento de consolos monolíticos curtos de pilares pré-moldados considerando a norma NBR 9062:2006 e um método alternativo**. 2016. 95 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016.
- HADADE, M. A. S. et al. Caracterização experimental da relação momento-rotação de ligação viga-pilar em concreto pré-moldado. **Matéria**, v. 23, n. 3, e12164, 2018.
- NAEGELI, C. H. **Estudos de consolos de concreto armado**. 1997. 284 f. Tese (Doutorado em Ciência em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.
- ROMANICHEN, R. M.; SOUZA, R. A. Reinforced Concrete Corbels Strengthened with External Prestressing. **Revista Ibracon de Estruturas e Materiais**, v. 12, n. 4, p. 822-831, 2019.
- SOUZA, L. Y. N. de. Estudo da viabilização e utilização de peças pré-moldadas na construção civil. **Interfaces Científicas-Exatas e Tecnológicas**, v. 3, n. 1, p. 35-42, 2018.

