

Volume 8, Number 6

December, 2015

ISSN 1983-4195



### Contents

**Application of general method for design of concrete columns and encased composite steel and concrete columns**

L. E. A. CHAVES, R. B. CALDAS, R. H. FAKURY and R. J. PIMENTA

**Recommendations for verifying lateral stability of precast beams in transitory phases**

P. A. KRAHL, M. C. V. LIMA and M. K. EL DEBS

**Experimental and finite element analysis of bond-slip in reinforced concrete**

A. R. V. WOLENSKI, S. S. DE CASTRO, S. S. PENNA, R. L. S. PITANGUEIRA, B. V. SILVA and M. P. BARBOSA

**Influence of the concrete structural configuration in the seismic response**

L. A. P. PEÑA and G. N. D. DE CARVALHO

**Study of methods for the design of cellular composite steel and concrete beams**

A. BADKE-NETO, A. F. G. CALENZANI and W. G. FERREIRA

## Editorial

<http://dx.doi.org/10.1590/S1983-41952015000600001>

### Editorial Board

- Américo Campos Filho  
(Editor, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brazil)
- José Luiz Antunes de Oliveira e Sousa  
(Editor, UNICAMP, Campinas, SP, Brazil)
- Rafael Giuliano Pileggi  
(Editor, USP, São Paulo, SP, Brazil)
- Roberto Caldas de Andrade Pinto  
(Editor, UFSC, Florianópolis, SC, Brazil)
- Antonio Carlos R. Laranjeiras  
(ACR Laranjeiras, Salvador, BA, Brazil)
- Bernardo Horowitz  
(UFPE, Recife, PE, Brazil)
- Denise C. C. Dal Molin  
(Former Editor, UFRGS,  
Porto Alegre, RS, Brazil)
- Emil de Souza Sánchez Filho  
(UFF, Rio de Janeiro, RJ, Brazil)
- Geraldo Cechella Isaia  
(UFSM, Santa Maria, RS, Brazil)
- Gonzalo Ruiz  
(UCLM, Ciudad Real, Spain)
- Guilherme Sales Melo  
(Former Editor, UnB, Brasília, DF, Brazil)
- Ivo José Padaratz  
(UFSC, Florianópolis, SC, Brazil)
- Joaquim Figueiras  
(FEUP, Porto, Portugal)
- José Marcio Fonseca Calixto  
(UFMG, Belo Horizonte, MG, Brazil)
- Luiz Carlos Pinto da Silva Filho  
(Former Editor, UFRGS, Porto Alegre, RS,  
Brazil)
- Mounir Khalil El Debs  
(USP, São Carlos, SP, Brazil)
- Nicole Pagan Hasparyk  
(Former Editor, FURNAS,  
Aparecida de Goiânia, GO, Brazil)
- Osvaldo Luís Manzoli  
(UNESP, Bauru, SP, Brazil)
- Paulo Helene  
(Former Editor, USP, São Paulo, SP, Brazil)
- Paulo Monteiro  
(Berkeley, University of California,  
Berkeley, CA, USA )
- P.K. Mehta  
(Berkeley, University of California,  
Berkeley, CA, USA )
- Pedro Castro Borges  
(CINVESTAV, México, D.F., México)
- Romilde Almeida de Oliveira  
(Universidade Católica de Pernambuco,  
Recife, PE, Brazil)
- Romildo Dias Toledo Filho  
(Former Editor, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ,  
Brazil)
- Ronaldo Barros Gomes  
(UFG, Goiânia, GO, Brazil)
- Rubens Machado Bittencourt  
(Former Editor, FURNAS,  
Aparecida de Goiânia, GO, Brazil)
- Túlio Nogueira Bittencourt  
(Former Editor, USP,  
São Paulo, SP, Brazil)
- Vladimir Antonio Paulon  
(UNICAMP, Campinas, SP, Brazil)

### Reviewers

Reviewers are selected by the Editors among the IBRACON members with recognized competence in the specific field of each contribution. They are acknowledged at the end of each volume.

The last issue of the 2015 Volume of the IBRACON Structures and Materials Journal (Volume 8 Number 6, December 2015) is now released. This number brings five articles discussing topics related to concrete applications. The development and the implementation of a numerical procedure for design of reinforced concrete columns and composite columns with fully concrete encased steel I-section is discussed in first article. Application to experimental and numerical results demonstrate the accuracy of the procedure. The second article discusses recommendations for safety check of precast beams in transitory phases, comparing results of parametric analyses with national and international code recommendations, and confronting the formulations used for assessment of buckling loads. The next article deals with nonlinear finite element analysis of the bond-slip between reinforcing steel and concrete, combining a microplane model for the concrete with an embedded reinforcement model accounting for bond-slip. The fourth article aims at the evaluation of the seismic behavior of a reinforced concrete structure with irregularities through their influence in the loss of ability to resist lateral loads and energy dissipation. Methodology for the design of cellular composite steel-concrete beams is the subject of the last article.

With this issue, we complete the eighth volume of the IBRACON Structures and Materials Journal. We acknowledge the efforts of the whole IBRACON community that supported this project during the last decade, particularly authors, reviewers, former and current editors. As usual, as this is the last issue of 2015, we present the list of reviewers who donate their precious time evaluating manuscripts to assure the good quality of our Journal.

**Américo Campos Filho, José Luiz Antunes de Oliveira e Sousa, Rafael Giuliano Pileggi and Roberto Caldas de Andrade Pinto, Editors**

O último número do Volume de 2015 da Revista IBRACON de Estruturas e Materiais (Volume 8 Número 6, Dezembro de 2015) está sendo publicado. Este número traz cinco artigos que discutem temas relacionados a concreto e suas aplicações. O desenvolvimento e a implementação de um procedimento numérico para o projeto de pilares de concreto armado e pilares mistos com seção I de aço totalmente envolvida em concreto são discutidos no primeiro artigo. A aplicação a resultados experimentais e numéricos comprovam a acurácia do procedimento. O segundo artigo descreve recomendações para a verificação de segurança de vigas pré-moldadas em fases transitórias, comparando os resultados de análises paramétricas com recomendações de normas nacionais e internacionais, e confrontando as formulações utilizadas para avaliação das cargas críticas de instabilidade lateral. O artigo seguinte trata de análise não-linear por elementos finitos da perda de aderência entre armadura e concreto, combinando um modelo de microplanos para o concreto com um modelo de armadura embutida para considerar a perda de aderência. O quarto artigo tem como objetivo a avaliação do comportamento sísmico de uma estrutura de concreto armado com diversas irregularidades através de sua influência na perda de capacidade de resistir a cargas laterais e dissipação de energia. Metodologia para o dimensionamento de vigas mistas de aço e concreto com perfil celular é o tema do último artigo.

Com este número, completamos o oitavo volume da Revista IBRACON de Estruturas e Materiais. Reconhecemos os esforços de toda a comunidade IBRACON que apoiaram este projecto durante a última década, particularmente autores, revisores e editores antigos e atuais. Como de costume, já que esta é a última edição de 2015, apresentamos a lista de colaboradores que doaram seu tempo precioso avaliando manuscritos para assegurar a boa qualidade do nossa Revista.

**Américo Campos Filho, José Luiz Antunes de Oliveira e Sousa, Rafael Giuliano Pileggi e Roberto Caldas de Andrade Pinto, Editores**



Cover: MUSEU DO AMANHÃ, RIO DE JANEIRO

Courtesy: MAC PROTENSÃO



**IBRACON**

**Ibracon Structures and Materials Journal**

is published bimonthly  
(February, April, June, August, October  
and December) by IBRACON.

**IBRACON**

Instituto Brasileiro do Concreto  
Founded in 1972

R. Julieta do Espírito Santo Pinheiro, 68  
Jardim Olímpia, São Paulo – SP  
Brasil – 05542-120  
Phone: +55 11 3735-0202  
Fax: +55 11 3733-2190  
**E-mail:** arlene@ibracon.org.br  
**Website:** <http://www.ibracon.org.br>

**Editors**

Américo Campos Filho  
(Brazil)

José Luiz Antunes de O. e Sousa  
(Brazil)

Rafael Giuliano Pileggi  
(Brazil)

Roberto Caldas de Andrade Pinto  
(Brazil)

**Cover design & Layout:**

Ellementto-Arte

[www.ellementto-arte.com](http://www.ellementto-arte.com)

Volume 8, Number 6

December 2015

ISSN: 1983-4195

# REVISTA IBRACON DE ESTRUTURAS E MATERIAIS

## IBRACON STRUCTURES AND MATERIALS JOURNAL

### Contents

***Application of general method for design of concrete columns  
and encased composite steel and concrete columns***

L. E. A. CHAVES, R. B. CALDAS, R. H. FAKURY AND R. J. PIMENTA

**755**

***Recommendations for verifying lateral stability of precast  
beams in transitory phases***

P. A. KRAHL, M. C. V. LIMA and M. K. EL DEBS

**763**

***Experimental and finite element analysis of bond-slip in  
reinforced concrete***

A. R. V. WOLENSKI, S. S. DE CASTRO, S. S. PENNA, R. L. S. PITANGUEIRA,  
B. V. SILVA and M. P. BARBOSA

**787**

***Influence of the concrete structural configuration in the  
seismic response***

L. A. P. PEÑA and G. N. D. DE CARVALHO

**800**

***Study of methods for the design of cellular composite steel  
and concrete beams***

A. BADKE-NETO, A. F. G. CALENZANI and W. G. FERREIRA

**827**

# Aims and Scope

## Aims and Scope

The IBRACON Structures and Materials Journal is a technical and scientific divulgation vehicle of IBRACON (Brazilian Concrete Institute). Each issue of the periodical has 5 to 8 papers and, possibly, a technical note and/or a technical discussion regarding a previously published paper. All contributions are reviewed and approved by reviewers with recognized scientific competence in the area.

## Objectives

The IBRACON Structures and Materials Journal's main objectives are:

- Present current developments and advances in the area of concrete structures and materials;
- Make possible the better understanding of structural concrete behavior, supplying subsidies for a continuous interaction among researchers, producers and users;
- Stimulate the development of scientific and technological research in the areas of concrete structures and materials, through papers peer-reviewed by a qualified Editorial Board;
- Promote the interaction among researchers, constructors and users of concrete structures and materials and the development of Civil Construction;
- Provide a vehicle of communication of high technical level for researchers and designers in the areas of concrete structures and materials.

## Submission Procedure

The procedure to submit and revise the contributions, as well as the formats, are detailed on IBRACON's WebSite ([www.ibracon.org.br](http://www.ibracon.org.br)). The papers and the technical notes are revised by at least three reviewers indicated by the editors. The discussions and replies are accepted for publication after a revision by the editors and at least one member of the Editorial Board. In case of disagreement between the reviewer and the authors, the contribution will be sent to a specialist in the area, not necessarily linked to the Editorial Board.

## Contribution Types

The periodical will publish original papers, short technical notes and paper discussions. Announcements of conferences and meetings, information about book reviews, events and contributions related to the area will also be available in the periodical's WebSite. All contributions will be revised and only published after the Editorial and Reviewers Boards approve the paper. Restrictions of content and space (size) are imposed to the papers. The contributions will be accepted for review in Portuguese, Spanish or English. The abstracts are presented in Portuguese or Spanish, and in English, independently of the language in which the paper is written. After the review process, papers originally written in Portuguese or Spanish should be translated into English, which is the official language of the IBRACON Structures and Materials Journal. Optionally, papers are also published in Portuguese or Spanish.

Original papers will be accepted as long as they are in accordance with the objectives of the periodical and present quality of information and presentation. The instructions to submit a paper are detailed in the template (available on IBRACON's WebSite).

The length of the papers must not exceed 20 pages.

A technical note is a brief manuscript. It may present a new feature of research, development or technological application in the areas of Concrete Structures and Materials, and Civil Construction. This is an opportunity to be used by industries, companies, universities, institutions of research, researchers and professionals willing to promote their

works and products under development. The instructions to submit a technical note are detailed on IBRACON's WebSite.

A discussion is received no later than 3 months after the publication of the paper or technical note. The instructions to submit a discussion are detailed on IBRACON's WebSite. The discussion must be limited to the topic addressed in the published paper and must not be offensive. The right of reply is guaranteed to the Authors. The discussions and the replies are published in the subsequent issues of the periodical.

## Internet Access

IBRACON Structural Journal Page in <http://www.ibracon.org.br>

## Subscription rate

All IBRACON members have free access to the periodical contents through the Internet. Non-members have limited access to the published material, but are able to purchase isolated issues through the Internet. The financial resources for the periodical's support are provided by IBRACON and by research funding agencies. The periodical will not receive any type of private advertisement that can jeopardize the credibility of the publication.

## Photocopying

Photocopying in Brazil. Brazilian Copyright Law is applicable to users in Brazil. IBRACON holds the copyright of contributions in the journal unless stated otherwise at the bottom of the first page of any contribution. Where IBRACON holds the copyright, authorization to photocopy items for internal or personal use, or the internal or personal use of specific clients, is granted for libraries and other users registered at IBRACON.

## Copyright

All rights, including translation, reserved. Under the Brazilian Copyright Law No. 9610 of 19th February, 1998, apart from any fair dealing for the purpose of research or private study, or criticism or review, no part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of IBRACON. Requests should be directed to IBRACON:

## IBRACON

Rua Julieta do Espírito Santo Pinheiro, nº 68 ,Jardim Olímpia,  
São Paulo, SP – Brasil CEP: 05542-120  
Phone: +55 11 3735-0202 Fax: +55 11 3733-2190  
E-mail: [arlene@ibracon.org.br](mailto:arlene@ibracon.org.br).

## Disclaimer

Papers and other contributions and the statements made or opinions expressed therein are published on the understanding that the authors of the contribution are the only responsible for the opinions expressed in them and that their publication does not necessarily reflect the support of IBRACON or the journal.

## Objetivos e Escopo

A Revista IBRACON de Estruturas e Materiais é um veículo de divulgação técnica e científica do IBRACON (Instituto Brasileiro do Concreto). Cada número do periódico tem 5 a 8 artigos e, possivelmente, uma nota técnica e/ou uma discussão técnica sobre um artigo publicado anteriormente. Todas as contribuições são revistas e aprovadas por revisores com competência científica reconhecida na área.

## Objetivos

Os objetivos principais da Revista IBRACON de Estruturas e Materiais são:

- Apresentar desenvolvimentos e avanços atuais na área de estruturas e materiais de concreto;
- Possibilitar o melhor entendimento do comportamento do concreto estrutural, fornecendo subsídios para uma interação contribua entre pesquisadores, produtores e usuários;
- Estimular o desenvolvimento de pesquisa científica e tecnológica nas áreas de estruturas de concreto e materiais, através de artigos revisados por um corpo de revisores qualificado;
- Promover a interação entre pesquisadores, construtores e usuários de estruturas e materiais de concreto, e o desenvolvimento da Construção Civil;
- Prover um veículo de comunicação de alto nível técnico para pesquisadores e projetistas nas áreas de estruturas de concreto e materiais.

## Submissão de Contribuições

O procedimento para submeter e revisar as contribuições, assim como os formatos, estão detalhados na página Internet do IBRACON ([www.ibracon.org.br](http://www.ibracon.org.br)). Os artigos e as notas técnicas são revisadas por, no mínimo, três revisores indicados pelos editores. As discussões e réplicas são aceitas para publicação após uma revisão pelo editores e no mínimo um membro do Corpo Editorial. No caso de desacordo entre revisor e autores, a contribuição será enviada a um especialista na área, não necessariamente do Corpo Editorial.

## Tipos de Contribuição

O periódico publicará artigos originais, notas técnicas curtas e discussões sobre artigos. Anúncios de congressos e reuniões, informação sobre revisão de livros e contribuições relacionadas à área serão também disponibilizadas na página Internet da revista. Todas as contribuições serão revisadas e publicadas apenas após a aprovação dos revisores e do Corpo Editorial. Restrições de conteúdo e espaço (tamanho) são impostas aos artigos. As contribuições serão aceitas para revisão em português, espanhol ou inglês. Os resumos serão apresentados em português ou espanhol, e em inglês, independentemente do idioma em que o artigo for escrito. Após o processo de revisão, artigos originalmente escritos em português ou espanhol deverão ser traduzidos para inglês, que é o idioma oficial da Revista IBRACON de Estruturas e Materiais. Opcionalmente, os artigos são também publicados em português ou espanhol.

Artigos originais serão aceitos desde que estejam de acordo com os objetivos da revista e apresentam qualidade de informação e apresentação. As instruções para submeter um artigo estão detalhadas em um gabarito (disponível no sítio do IBRACON).

A extensão dos artigos não deve exceder 20 páginas.

Um nota técnica é um manuscrito curto. Deve apresentar uma nova linha de pesquisa, desenvolvimento ou aplicação tecnológica nas áreas de Estruturas de Concreto e Materiais, e Construção Civil. Esta é uma oportunidade a ser utilizada por indústrias, empresas, universidades,

instituições de pesquisa, pesquisadores e profissionais que desejem promover seus trabalhos e produtos em desenvolvimento. As instruções para submissão estão detalhadas na página de Internet do IBRACON.

Uma discussão é recebida não mais de 3 meses após a publicação do artigo ou nota técnica. As instruções para submeter uma discussão estão detalhadas na página de Internet do IBRACON. A discussão deve se limitar ao tópico abordado no artigo publicado e não pode ser ofensivo. O direito de resposta é garantido aos autores. As discussões e réplicas são publicadas nos números subsequentes da revista.

## Acesso via Internet

Página da Revista IBRACON de Estruturas e Materiais em <http://www.ibracon.org.br>

## Assinatura

Todos os associados do IBRACON têm livre acesso ao conteúdo do periódico através da Internet. Não associados têm acesso limitado ao material publicado, mas podem adquirir números isolados pela Internet. O financiamento para suporte à revista é provido pelo IBRACON e por agências de financiamento à pesquisa. A revista não receberá qualquer tipo de anúncio privado que possa prejudicar a credibilidade da publicação.

## Fotocópias

Fotocópias no Brasil, A Lei Brasileira de Direitos Autorais é aplicada a usuários no Brasil. O IBRACON detém os direitos autorais das contribuições na revista a menos que haja informação em contrário no rodapé da primeira página da contribuição. Onde o IBRACON detém os direitos autorais, autorização para fotocopiar itens para uso interno ou pessoal, ou uso interno ou pessoal de clientes específicos, é concedida para bibliotecas e outros usuários registrados no IBRACON.

## Direitos autorais

Todos os direitos, inclusive tradução são reservados. Sob a Lei de Direitos Autorais No. 9610 de 19 de fevereiro de 1998, exceto qualquer acordo para fins de pesquisa ou estudo privado, crítica ou revisão, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, arquivada em sistema de busca, ou transmitida em qualquer forma ou por qualquer meio eletrônico, mecânico, fotocópia, gravação ou outros, sem a autorização prévia por escrito do IBRACON. Solicitações devem ser encaminhadas ao IBRACON:

## IBRACON

Rua Julieta do Espírito Santo Pinheiro, nº 68, Jardim Olímpia, São Paulo, SP –Brasil CEP: 05542-120

Fone: +55 11 3735-0202 Fax: +55 11 3733-2190

E-mail: [arlene@ibracon.org.br](mailto:arlene@ibracon.org.br)

## Aviso Legal

Artigos e outras contribuições e declarações feitas ou opiniões expressas aqui são publicadas com o entendimento que os autores da contribuição são os únicos responsáveis pelas opiniões expressas neles e que sua publicação não necessariamente reflete o apoio do IBRACON ou da revista.

## Diretoria

### Diretoria Biênio 2013/2015

#### Diretor Presidente

Túlio Nogueira Bittencourt

#### Assessores da Presidência

Augusto Carlos de Vasconcelos

José Tadeu Balbo

Selmo Chapira Kuperman

#### Diretor 1º Vice-Presidente

Julio Timerman

#### Diretor 2º Vice-Presidente

Nelson Covas

#### Diretor 1º Secretário

Antonio Domingues de Figueiredo

#### Diretor 2º Secretário

Arcindo Vaqueiro Y Mayor

#### Diretor 1º Tesoureiro

Claudio Sbrighi Neto

#### Diretor 2º Tesoureiro

Carlos José Massucato

#### Diretor de Marketing

Hugo da Costa Rodrigues Filho

#### Diretor de Eventos

Luiz Prado Vieira Júnior

#### Assessor de Eventos

Maurice Antoine Traboulsi

#### Diretor Técnico

Inês Laranjeira da Silva Battagin

#### Diretor de Relações Institucionais

Ricardo Lessa

#### Diretor de Publicações e Divulgação Técnica

Paulo Helene

#### Diretor de Pesquisa e Desenvolvimento

Ana Elisabete Paganelli Guimarães A. Jacintho

#### Diretor de Cursos

Iria Lícia Oliva Doniak

#### Diretor de Certificação de Mão-de-obra

Roseni Cezimbra

### Conselho Diretor Biênio 2013/2015

#### Sócios Titulares Individuais

Inês Laranjeira da Silva Battagin

Cláudio Sbrighi Neto

Ana Elisabete Paganelli Guimarães A. Jacintho

Augusto Carlos de Vasconcelos

Nélson Covas

Vladimir Paulon

Antonio Laranjeiras

Enio Pazini Figueiredo

Júlio Timermam

Luis Prado Vieira Júnior

#### Sócios Titulares Mantenedores e Coletivos

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland

POLI-USP – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo

L. A. FALCÃO BAUER

FURNAS

ABCIC – Associação Brasileira da Construção Industrializada em Concreto

GERDAU

ABESC – Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem

CNO – Companhia Norberto Odebrecht

OTTO BAUMGART

#### Conselheiros Permanentes

Eduardo Antonio Serrano

Paulo Helene

Ronaldo Tartuce

Rubens Machado Bittencourt

Selmo Chapira Kuperman

Simão Priszkulnik