

## **IBRACON**

Instituto Brasileiro do Concreto

Fundado em 23 de Junho de 1972

“Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento  
do Concreto e da Construção Civil”

# **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**

Acre Alagoas Amapá Amazonas Bahia Brasília  
Ceará Espírito Santo Goiás Maranhão Mato Grosso  
Mato Grosso do Sul Minas Gerais Pará Paraíba  
Paraná Pernambuco Piauí Rio de Janeiro  
Rio Grande do Norte Rio Grande do Sul Rondônia  
Santa Catarina São Paulo Sergipe Tocantins  
**3ª Edição - Revista e atualizada**

**Editor:**

***Geraldo C. Isaia***

## **Autores**

Akemi Ino · Albenise Laverde · Ana Paulo Kirchheim · André Tavares da Cunha Guimarães · Antonio Anderson da Silva Segantini · Antonio Luiz Guerra Gastaldini · Antonio Paulo Pereira Filho · Arnaldo Forti Battagin · Bianca Barros · Carlito Calil Juniori · Carlos Pérez Bergmann · Cicero Murta Diniz Starling · Claudio Souza Kazmierczak · Claudio Vicente Mitidieri Filho · Claudio Vicente Mitidieri Filho · Daniel Lopes Garcia · David de Oliveira Ballesteros · Denise Carpena Coitinho Dal Molin · Edna Possan · Eduardo Rizzatti · Eduvaldo Paulo Sichieri · Elton Bauer · Enio Pazini Figueiredo · Ennio Marques Palmeira · Fabio Domingos Pannoni · Fernanda Macedo Pereira · Fernando Antonio Piazza Recena · Fernando Ottoboni Pinho · Fernando Pelisser · Fernando S. Fonseca · Francisco Antonio Rocco Lahr · Geraldo C. Isaia · Gihad Mohamad · Helena Carasek · Holmer Savastano Jr. · Humberto Ramos Roman · Igor Amorim Beja · Inês Laranjeira da Silva Battagin · Jairo José Oliveira Andrade · Jane Proszek Gorninski · João Bento Hanai · João Henrique da Silva Rêgo · João Luiz Calmon · Joaquim Pizzutti dos Santos · Johann Andrade Ferrareto · Jorge Augusto Pereira Ceratti · Jorge Batlouni Neto · José Camapum de Carvalho · José Carlos Pinto da Silva Filho · José Eduardo Granato · José Tadeu Balbo · Kai Loh · Khosrow Ghavami · Lázaro Nardy de Magalhães · Luiz Eduardo Teixeira Ferreira · Luiz Eduardo Teixeira Ferreira · Márcio Muniz de Farias · Marco Antônio de Moraes Alcantara · Marco Aurelio d’Almeida Guerra · Maria Alba Cincotto · Maria Heloísa Barros de Oliveira Frascá · Maria Teresa Paulino Aguilár · Maristela Gomes da Silva · Mônica Regina Garcez · Nicole P. Hasparyk · Normando Perazzo Barbosa · Oswaldo Cascudo · Paulo Helene · Paulo Henrique C. de O. Vasconcelos · Pedro Afonso de Oliveira Almeida · Philippe J. P. Gleize · Romário de Souza Lima · Romson Romagna · Rosana Caram · Salomon Mony Levy · Saulo Rocha Bragança · Saulo Rocha Bragança · Sérgio Brazolin · Sérgio Francisco dos Santos · Tibério Andrade · Tibério Andrade · Vahan Agopyan · Valdecir Ângelo Quarcioni · Vanderley M. John · Vanessa Gomes · Viviane da Costa Correia · Wellington Longuini Repette

**São Paulo  
2017**

Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais  
ed. G. C. Isaia. 3ªed. São Paulo, IBRACON, 2017. Volume1.

Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais  
ed. G. C. Isaia. 3ªed. São Paulo, IBRACON, 2017. Volume2.

18,6 x 23,3 cm

Inclui referências bibliográficas e aulas em PDF de cada capítulo.

**ISBN 978-85-98576-27-5**

4. Materiais\_arquitetura, engenharia civil e ambiental  
Isaia, Geraldo Cechella, ed. III.t.  
Materiais de construção. Componentes de construção

## **MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**

Copyright© 2017 Geraldo C. Isaia. Todos os direitos de reprodução reservados. Este livro e suas partes não podem ser reproduzidos nem copiados, em nenhuma forma de impressão mecânica, eletrônica, ou qualquer outra, sem o consentimento por escrito dos autores e do editor.

### **Editoração Eletrônica e Diagramação**

Arte Interativa

[www.arteinterativa.com.br](http://www.arteinterativa.com.br)

### **IBRACON**

Instituto Brasileiro do Concreto

Rua: Julieta do Espírito Santo Pinheiro, nº 68

Jardim Olimpia

São Paulo - SP- Brasil

CEP: 05542-120

Telefone: (11) 3735-0202 Fax: (11) 3733-2190

[www.ibracon.org.br](http://www.ibracon.org.br)

### **Impressão**

Coan Indústria Gráfica Ltda.

*As informações contidas neste livro foram obtidas pelo autor e pelo IBRACON de fontes consideradas idôneas. No entanto, nem os autores nem os revisores, muito menos o IBRACON devem ser responsabilizados por quaisquer erros, omissões ou danos decorrentes do uso indevido destas informações. Este livro é publicado com o objetivo de fornecer informação técnico-científica, mas não de prestar serviços de engenharia ou outros serviços profissionais. Se tais serviços forem necessários, um profissional competente deve ser contratado.*



**Fundado em 1972**

## **Missão**

*Criar, divulgar e defender o correto conhecimento sobre materiais, projeto, construção, uso e manutenção de obras de concreto, desenvolvendo o seu mercado, articulando seus agentes e agindo em benefício dos consumidores e da sociedade, em harmonia com o meio ambiente.*

# Diretoria

## Biênio 2015/2017

### **Diretor Presidente**

Julio Timerman

### **Diretor 1º Vice-Presidente**

Túlio Nogueira Bittencourt

### **Diretor 1º Secretário**

Antônio Domingues de Figueiredo

### **Diretor 1º Tesoureiro**

Claudio Sbrighi Neto

### **Diretora de Marketing**

Íria Lícia Oliva Doniak

### **Diretor de Eventos**

Bernardo Fonseca Tutikian

### **Diretora Técnica**

Inês Laranjeira da Silva Battagin

### **Diretor de Relações Institucionais**

Paulo Helene

### **Diretora de Atividades Estudantis**

Jéssika Mariana Pacheco

### **Diretor de Certificação de Pessoal**

Gilberto Antônio Giuzio

### **Diretor de Cursos**

Enio José Pazini Figueiredo

### **Diretor de Pesquisa e Desenvolvimento**

Leandro Mouta Trautwein

### **Diretor de Certificação**

Gilberto Antônio Giuzio

### **Diretor de Publicações e Divulgação Técnica**

Eduardo Barros Millen

### **Diretor 2º Vice-Presidente**

Luiz Prado Vieira Júnior

### **Assessores da Presidência**

Augusto Carlos de Vasconcelos

Hugo da Costa Rodrigues Filho

José Tadeu Balbo

Selmo Chapira Kuperman

Alexandre Couso

### **Diretor 2º Secretário**

Carlos José Massucato

### **Diretor 2º Tesoureiro**

Nelson Covas

### **Assessores da Diretoria de Eventos**

Maurice Antoine Troubolsi

Sônia Regina Cottas Freitas

# Conselho Diretor

## Biênio 2015/2017

### Conselheiros Titulares Individuais

Ana Elisabete P. Guimarães A. Jacintho

Antônio Domingues de Figueiredo

Augusto Carlos de Vasconcelos

Bernardo Fonseca Tutikian

Carlos José Massucato

César Henrique Sato Daher

Claudio Sbrighi Neto

Enio José Pazini Figueiredo

Geraldo Cechella Isaia

Inês Laranjeira da Silva Battagin

Iria Lícia Oliva Doniak

Júlio Timerman

Luiz Prado Vieira Júnior

Maurice Antoine Troubolsi

Mônica Pinto Barbosa

Nelson Covas

Vladimir Antônio Paulon

### **Sócios Mantenedores e Coletivos**

Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP)

Associação Brasileira da Construção Industrializada em Concreto (ABCIC)

Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem (ABESC)

Eletrobrás/Furnas Centrais Elétricas S.A.

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (POLI-USP)

Intercement Brasil S.A. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT)

L. A. Falcão Bauer Centro Tecnológico de Controle de Qualidade Ltda

Otto Baumgart Indústria e Comércio S.A.

PhD Engenharia Ltda.

### **Conselheiros Permanentes**

Eduardo Antônio Serrano

José Marques Filho

Paulo Helene

Ronaldo Tartuce

Rubens Machado Bittencourt

Selmo Chapira Kuperman

Simão Priszkulnik

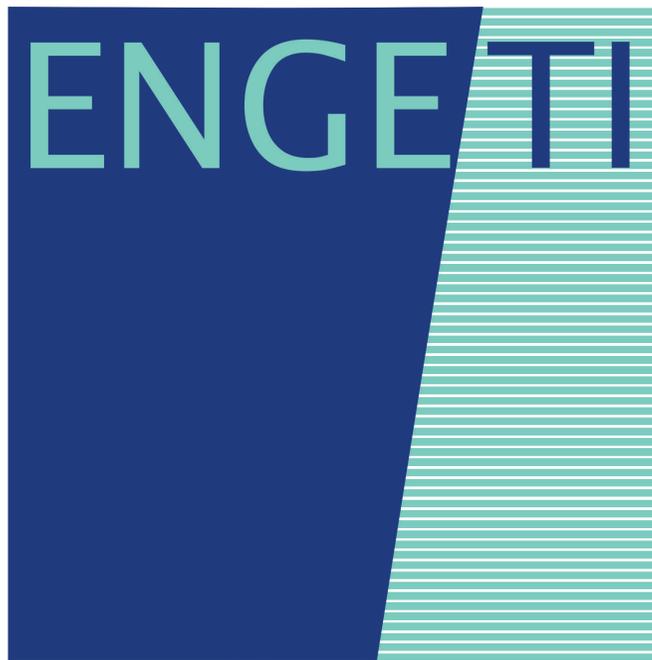
Túlio Nogueira Bittencourt



ArcelorMittal

---

## Patrocínio



ENGETI CONSULTORIA E ENGENHARIA S/S Ltda.

Avenida Angélica, 1996, conj. 404 – Consolação.

São Paulo /SP - CEP: 01228-200

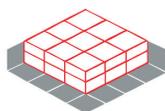
[www.engeti.eng.br](http://www.engeti.eng.br)

[projetos@engeti.eng.br](mailto:projetos@engeti.eng.br)

55 11 3666-9289



AXIS ENGENHARIA E TECNOLOGIA LTDA  
Rua do Albatroz, 129 A, Imbul, Salvador, Bahia, Brasil  
CEP. 41720-420  
[www.axisengenharia.eng.br](http://www.axisengenharia.eng.br)  
[asergio@axisengenharia.eng.br](mailto:asergio@axisengenharia.eng.br), [contato@axisengenharia.eng.br](mailto:contato@axisengenharia.eng.br)  
55-71-9 8880 4144 ou 9 9900 0079 ou 3037 4144



ENGPISO ENGENHARIA & SOLUÇÕES INTEGRADS LTDA  
End. Av. Ulisses Guimarães 5000, casa 03 – Bairro Sussuarana Salvador/BA  
Fone: + 55 71 3012 8246 / 9918 7429  
Site: [www.engpiso.com.br](http://www.engpiso.com.br)  
At: Eng. Raymundo Wilson da Silva Dórea - Diretor de Negócios  
e-mail: [rdorea@engpiso.com.br](mailto:rdorea@engpiso.com.br)



**Falcão Bauer**

Centro Tecnológico de Controle da Qualidade

QUALIDADE PRESENTE GARANTINDO O FUTURO

LABORATÓRIOS

- Construção civil
- Outros

ENGENHARIA CONSULTIVA

- Gerenciamento e fiscalização de obras
- Avaliação e inspeção técnica

CERTIFICAÇÃO DE PRODUTOS E SISTEMAS DE GESTÃO

- Inovação na construção civil
- Sustentabilidade - selos e serviços



## Patrocínio



# Borregaard LignoTech

Lignotech Brasil Produtos de Lignina Ltda.  
Rua Tito, 678, Conj. 308, Vila Romana  
CEP 05051-000, São Paulo, SP  
[www.borregaard.com](http://www.borregaard.com)  
[vendas@borregaard.com](mailto:vendas@borregaard.com)  
55-11-3674 9500



# QUALIFY

Laboratório de Concreto, Materiais e Solos

Rua das Flores, 217, Bairro Horizonte, Cocal do Sul/SC

[www.qualify.eng.br](http://www.qualify.eng.br)

• [Facebook.com/qualifylaboratorio](https://www.facebook.com/qualifylaboratorio) • [LinkedIn.com/qualifyconcretos](https://www.linkedin.com/company/qualifyconcretos)  
(48) 3447-5673 / 3447-3235 / 99178-1599

"Trabalhando para a qualidade, segurança e durabilidade das estruturas"

**ZAMARION E MILLEN**  
consultores  
estruturas

35 anos

ZMC Consultores S/S Ltda.  
Rua Manuel da Nóbrega, 760, São Paulo  
Fone: (11) 3887-1598  
e-mail: [zamarion@zamarion.com.br](mailto:zamarion@zamarion.com.br)  
site: [www.zamarionemillen.com.br](http://www.zamarionemillen.com.br)

Prestação de serviços objetivando  
segurança, qualidade e economia.

### ATUAÇÃO

- Projetos estruturais
- ATP – Análise técnica de projeto
- Consultoria em engenharia
- Projetos de recuperação estrutural
- Laudos e pareceres técnicos estruturais



**RESP. TÉCNICOS** Eng<sup>os</sup> civis: E. B. MILLEN - J. C. AMARAL - M. F. ZÓBOLI

**PhD Engenharia**

Rua Visconde de Ouro Preto, 201

Consolação - São Paulo

(11) 2501-4822 / 9-95045-4940

[www.phd.eng.br](http://www.phd.eng.br)

[facebook.com/concretophd](https://facebook.com/concretophd)



*"do Laboratório de Pesquisa ao Canteiro de Obras"*

## Patrocínio



**Almir Sales**  
Rodovia Washington Luiz, Km  
235, São Carlos, SP, CEP 13565-  
905, UFSCar/DECiv  
[almir@ufscar.br](mailto:almir@ufscar.br)  
55-16-3351 9659

CV Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7377787166073311>



**Antônio Sérgio Ramos da Silva**  
AV. Orlando Gomes S/N, LT  
Veredas Piatã, casa C15,  
Piatã, Salvador, Bahia, Brasil  
CEP. 41650-010  
[asrsilva@gmail.com](mailto:asrsilva@gmail.com)  
55-16-9 88804144 / 9 99000079

<http://lattes.cnpq.br/4591746575469907>



**Bernardo Fonseca Tutikian**  
Avenida Unisinos, 950, São  
Leopoldo, Rio Grande do Sul  
[bftutikian@unisinos.br](mailto:bftutikian@unisinos.br)  
55-51-98428 3600

<http://lattes.cnpq.br/9916860252080305>



**Carlos José Massucato**  
Av. das Nações Unidas, nº 12495,  
São Paulo/SP  
CEP: 01050-060  
[www.intercement.com](http://www.intercement.com)  
[cmassucato@intercement.com](mailto:cmassucato@intercement.com)  
55-11-2766 4561 ou 98628 6340



**Claudio Sbrighi Neto**  
Rua Sousa Reis, 120 - Aptº 121B,  
Vila Indiana, São Paulo/SP  
CEP: 05586-000  
[csbrighi@yahoo.com](mailto:csbrighi@yahoo.com)  
55-11-99996 1776



**Delisle Lopes da Silva**  
Rua Alacid Nunes nº14,  
Castanheira, Belém  
CEP: 66645160  
[delislesilva@yahoo.com.br](mailto:delislesilva@yahoo.com.br)  
55-91-99982 1443

<http://lattes.cnpq.br/8037009764703783>



**Denise Jucá Silveira**  
Rua Dom Expedito Lopes, 2527A,  
Dionísio Torres  
Fortaleza, CE, CEP 60135 410  
[denise@md.eng.br](mailto:denise@md.eng.br)  
55-85-3224 8974 ou 3261-3648



**Francisco Gabriel Santos Silva**  
Avenida Luis Viana Filho, 7331,  
Cond. Vila Allegro, torre 1, apto  
706. CEP 41730-101 - Salvador/  
BA  
[fgabriel.ufba@gmail.com](mailto:fgabriel.ufba@gmail.com)  
55-71-99241 3051 ou 99118-5667

<http://lattes.cnpq.br/6831865413852943>

## Patrocínio



**GCP Applied Technologies**  
Avenida Panará, 4690, Cajuru do  
Sul, Sorocaba, SP  
CEP 18105-000, Brasil  
www.gcpat.com  
marketing@gcpat.com  
55-15-3235 4700 ou 0800 01  
47223



**Joelcio Luiz Stocco**  
Rua Souza Dutra, 353 - 504 -  
Estreito - Florianópolis SC -  
CEP 88070-605

<http://lattes.cnpq.br/4711153295567370>



**Luiz Prado Vieira Júnior**  
Viaduto Nove de Julho, 160, Cj 11,  
Centro, São Paulo/SP  
CEP: 01050-060  
www.technocret.com.br  
prado@technocret.com.br  
55-11-3257 2346 ou 98202 2484



**Marcelo Correia Alcântara  
Siveria**  
Rua Dom Expedito Lopes, 2527A,  
Dionísio Torres  
Fortaleza, CE, CEP 60135 410  
md@md.eng.br  
55-85-3224 8974 ou 3261-3648



**Maurice Antoine Troubsi**  
Eletrobras Furnas - Rodovia BR  
153, km 510, Caixa Postal 457  
Goiânia, GO, CEP: 74001-970  
maurice@furnas.com.br  
55-62-3239 6499



**MCA Tecnologia de  
Estruturas Ltda**  
Av. Nossa Senhora Dos  
Navegantes, Nº 955 - Sala 802,  
Enseada Do Suá, Vitória/Es  
CEP 29.050-335  
Responsável : Carlos Augusto  
Calmon Nogueira Da Gama -  
(27) 3324-5372



**Raymundo Wilson da Silva  
Dórea - Diretor de Negócios**  
ENGPISO - Engenharia &  
Soluções Integradas Ltda  
www.engpiso.com.br  
55-71-3012 8246 ou 99918 7429



**Ricardo Couceiro Bento**  
Rua Piau, 95, Sala 12, Centro,  
Poços de Caldas/MG  
CEP: 37701-024  
ricardoengenheiro@yahoo.com.br  
55-35-3721 1243 ou 98848-1243

---

## Patrocínio



**Selmo Chapira Kuperman**  
Avenida Nove de Julho 3229, cj  
1511, CEP 01407-000, S.,o Paulo,  
SP, Brasil;  
[www.deseq.com.br](http://www.deseq.com.br)  
[selmo@deseq.com.br](mailto:selmo@deseq.com.br)  
55-11-3892 2006



**Vladimir Antônio Paulon**  
Rua Dr Brasília Machado, 267  
Apto 101, Santa Ceclia, São  
Paulo/SP  
CEP: 01230-010  
[vpaulon@yahoo.com.br](mailto:vpaulon@yahoo.com.br)  
55-11-3666 6154 e 55-19-99791  
8265

O IBRACON agradece também aos patrocinadores que  
contribuíram para esta edição de forma anônima.

---

## Prólogo da 3ª Edição

O Instituto Brasileiro do Concreto no cumprimento de sua missão de criar e de divulgar o conhecimento correto sobre materiais, projetos, construção e manutenção de obras de concreto e de materiais, está sempre atento às necessidades e anseios da comunidade técnica e da sociedade, para atendê-los dentro do escopo de sua competência.

Há bastante tempo que engenheiros, técnicos e acadêmicos estão a requerer o lançamento de nova edição do livro *Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais*, visto o rápido esgotamento das duas edições anteriores. A 1ª edição, lançada durante o CBC de 2007 em Bento Gonçalves (RS), e a 2ª edição durante o CBC de 2010 em Fortaleza (CE), tiveram seus volumes esgotados em pouco tempo.

Pode-se creditar a grande procura pela carência de livro técnico sobre Materiais de Construção Civil, tanto para Indústria da Construção Civil em geral quanto, principalmente, para a academia, visto que são mais de 130.000 estudantes ingressantes, anualmente, nos cursos de Engenharia Civil do Brasil (censo do MEC em 2014). Soma-se essa carência, ainda, a procura pelos alunos de cursos de pós-graduação, do ensino técnico, de atualização profissional e de concursos, que necessitam de livro-texto completo para estudos, atividades e atualização técnica.

Tendo em vista essa realidade, por iniciativa da Diretoria do IBRACON, especialmente de seu Presidente Eng.º Julio Timerman, foi proposta uma nova edição desse livro, para a qual fui convidado novamente a participar na qualidade de editor. Por causa da extensão do trabalho de editoração de um livro com mais de 2000 páginas e 52 capítulos e da grande quantidade de autores, propus a formação de uma Comissão Editorial para dividirmos tarefas. Isto possibilitou a conclusão do livro a tempo para o seu lançamento, ainda em 2017, durante o 59º Congresso Brasileiro do Concreto, em Bento Gonçalves.

Essa Comissão foi composta pela Diretora Técnica do IBRACON Eng.ª Inês Laranjeira da Silva Battagin, pelo Diretor de Relações Institucionais Prof. Paulo Helene, pelo Diretor de Eventos do IBRACON Prof. Bernardo Tutikian e por mim, para realizar a trabalhosa e minuciosa tarefa de revisão dos textos e proposição aos autores de novos enfoques a serem desenvolvidos nos capítulos desse livro.

Mais que uma revisão da edição anterior, esse novo livro *Materiais de Construção Civil* é composto de textos atualizados, especialmente em relação às de normas brasileiras e internacionais, além de grande referencial bibliográfico, no qual os leitores encontrarão maiores detalhes sobre assuntos do seu interesse.

Como se trata de um livro-texto, os temas básicos de composição, estrutura e ensaios não sofreram grandes modificações, entretanto, procurou-se apresentar técnicas e aplicações mais recentes, para atualização dos conhecimentos na área da Construção Civil, nos dias atuais, quando o estudo e pesquisa da Engenharia Civil está evoluindo celeremente, da micro para a nano-escala.

A estrutura do livro permaneceu praticamente a mesma nesta nova edição, com a supressão de algum tema como o capítulo sobre fôrmas de concreto que já está contemplado

---

## Prólogo da 3ª Edição

no livro *Concreto Ciência e Tecnologia* publicado pelo IBRACON, em 2011. Alguns temas como Ciência dos Materiais, normalização, materiais cimentícios e outros sofreram substancial atualização. Tais alterações eram imprescindíveis face ao período de 10 anos que separa a primeira publicação de 2007 da atual. Trata-se de uma feliz coincidência que essa 3ª edição do livro ocorra durante o 59ª CBC a ser realizado, novamente, em Bento Gonçalves.

Expresso especial gratidão aos oitenta e três autores do livro, que prontamente aceitaram as tarefas de revisão e atualização dessa nova edição, doando seu valioso tempo, apesar de suas ocupações profissionais e pessoais, colaborando afirmativamente com a Engenharia de Construção Civil do Brasil.

Agradeço à Eng<sup>a</sup> Inês Battagin, ao Prof. Paulo Helene e ao Prof. Bernardo Tutikian que foram incansáveis na trabalhosa tarefa de revisão do livro com suas leituras e sugestões, além de outras atividades importantes inerentes à edição de um livro tão completo e complexo como esse.

Ao IBRACON, nas pessoas do Presidente Eng.<sup>o</sup> Julio Timerman e do Diretor de Publicações e Divulgação Técnica Eng.<sup>o</sup> Eduardo B. Millen, agradeço a lembrança do meu nome para levar em frente a missão do IBRACON de difundir a ciência e tecnologia, não só do concreto como, também, a dos materiais de construção civil. Não foi tarefa muito fácil porque, ao optar por esse honroso trabalho, tive que realinhar minha agenda para enfrentar essa incumbência tão importante. Confesso que o trabalho foi árduo embora o tenha feito com gosto e dedicação, por acreditar na missão que o nosso Instituto tem de difundir os conhecimentos na área de Materiais de Construção para o meio técnico e sociedade brasileiros.

Por fim, embora não por último, agradeço a Deus pela força que me sustentou, pela saúde física e espiritual que me conferiu e pelo dom do conhecimento que me confiou, para levar a contento a tarefa que me inspirou. A Ele devo tudo que sou e tenho.

Santa Maria, 20 de outubro de 2017

***Geraldo C. Isaia***  
*Editor*

---

## Prefácio a 3ª Edição

Coube-me, como Diretor Presidente do IBRACON na gestão 2015-2017, a honrosa tarefa de prefaciar a terceira edição deste imprescindível livro, que atualmente é referência na Engenharia de Materiais e consulta obrigatória não só aos estudantes de graduação e de pós graduação mas também aos profissionais que militam nesta área.

Esta terceira edição, totalmente revista e atualizada, aborda as novas tecnologias incorporadas na construção civil, bem como atende as recomendações normativas nacionais vigentes e pertinentes aos diversos assuntos abordados nos 52 capítulos distribuídos em dois volumes, atendendo aos anseios da comunidade técnica nacional que há tempos já clamava pelo lançamento desta reedição, mormente que as duas edições anteriores estão totalmente esgotadas.

Este maravilhoso compêndio está a seguir consubstanciado:

### **Volume I**

- Seção I – Introdução
- Seção II – Princípio de Ciência dos Materiais
- Seção III – Rochas e Solos
- Seção IV – Materiais Cerâmicos
- Seção V – Aglomerantes Minerais

### **Volume II**

- Seção VI – Materiais Compósitos de Aglomerantes Minerais
- Seção VII – Metais
- Seção VIII – Madeiras
- Seção IX – Polímeros
- Seção X – Materiais compósitos de polímeros
- Seção XI – Materiais sustentáveis
- Seção XII – Materiais de Construção Avançados

Por uma feliz coincidência, o lançamento desta terceira edição dar-se-á na mesma cidade de Bento Gonçalves, onde foi promovido o lançamento da primeira edição, em 2007, pelo então Diretor Presidente, Prof. Paulo Helene.

Tendo rapidamente se esgotado esta primeira edição, coube ao Prof. José Marques Filho, na sua gestão a frente do IBRACON, relançá-lo em sua segunda edição em 2010, durante o 52º Congresso Brasileiro do Concreto, em Fortaleza/CE.

Ao convidar o Prof. Geraldo Cechella Isايا para coordenar a reedição desta maravilhosa obra, deparei-me com um profissional extremamente motivado, totalmente pre-

---

## Prefácio a 3ª Edição

parado para coordenar cerca de noventa especialistas brasileiros e cuja competência e experiência que culminaram no sucesso nas edições anteriores me evidenciaram que sem a sua participação, coordenação, sensibilidade e profissionalismo certamente não teríamos conseguido lograr êxito neste importantíssimo projeto do IBRACON.

Deve-se ressaltar que o Editor e os Autores sacrificaram suas atividades profissionais e acadêmicas, doando suas valiosas horas técnicas, conhecimento e direitos autorais em prol do IBRACON, cuja missão de difundir os conhecimentos técnicos para uma melhor qualificação da cadeia produtiva do concreto certamente está sendo cumprida por ocasião do lançamento deste livro. Meus mais sinceros agradecimentos a todos eles!!

Estendo este sincero agradecimento aos demais membros da Diretoria Nacional do IBRACON, assim como das Diretorias Regionais e do Conselho Deliberativo de nossa entidade, que sempre apoiaram ações desta natureza em prol da comunidade técnica nacional.

Não poderia deixar de mencionar em especial alguns profissionais, que juntamente com o Prof. Geraldo Isaia, foram importantes protagonistas neste projeto, pela dedicação e empenho do seu tempo, em sacrifício as suas atividades profissionais:

*Engº Eduardo Barros:* Millen: Diretor de Publicações;

*Prof. Bernardo Tutikian:* Diretor de Eventos e membro da Comissão Editorial;

*Engª Inês Battagin:* Diretora Técnica e membro da Comissão Editorial;

*Prof. Paulo Helene:* Diretor de Relações Institucionais e membro da Comissão Editorial

Finalizando, tenho a absoluta certeza que este verdadeiro compêndio da Ciência e Engenharia dos Materiais será extremamente útil nos Cursos de Graduação, assim como aos profissionais da cadeia produtiva do concreto, cujo foco em sustentabilidade e qualidade nas construções tornam este livro uma leitura e consulta obrigatória.

**IBRACON**

**AVANÇO CONCRETO!!!**

*Esp. Júlio Timerman*  
***Diretor Presidente***

---

# Sumário

## Seção I Introdução

- Cap. 01** Introdução ao estudo da Ciência e da Engenharia dos Materiais na Construção Civil  
*Geraldo C. Isaia*
- Cap. 02** Qualidade e Desempenho na Construção de edificações habitacionais  
*Claudio V. Mitidieri Filho, Marco A. d'Almeida Guerra*
- Cap. 03** Normalização na Construção Civil  
*Inês L. S. Battagin*
- Cap. 04** Materiais de Construção e o Meio Ambiente  
*Vanderley M. Johnn*
- Cap. 05** Critérios de Projeto para Seleção de Materiais  
*Jorge Batlouni Neto*

## Seção II Princípios de Ciência dos Materiais

- Cap. 06** Arranjos atômicos e Estrutura dos Materiais  
*Oswaldo Cascudo*
- Cap. 07** Superfícies e Interfaces  
*Maria T. Paulino Aguiar*
- Cap. 08** Propriedades Físicas e Mecânicas dos Materiais  
*Jairo J. O. Andrade, Edna Possan*
- Cap. 09** Mecânica da Fratura e Fraturamento do Concreto  
*Luiz E. T. Ferreira, João Bento de Hanai*
- Cap. 10** Microestrutura dos Materiais Metálicos  
*Fabio D. Pannoni*
- Cap. 11** Microestrutura dos Materiais Cerâmicos  
*Oswaldo Cascudo, Helena Carasek, Nicole P. Hasparyk*
- Cap. 12** Microestrutura dos Polímeros  
*Jane P. Gorninski, Claudio S. Kazmierczak*
- Cap. 13** Corrosão e Degradação dos Materiais  
*Enio Pazini Figueiredo*
- Cap. 14** Técnicas experimentais para estudo da microestrutura  
*Denise C. C. Dal Molin, Ana Paula Kirchheim*

## Seção III Rochas e Solos

- Cap. 15** Rocha como Material de Construção  
*Maria H. B. de Oliveira Frascá*
- Cap. 16** Agregados para a Construção Civil  
*Márcio M. de Farias, Ennio M. Palmeira, Igor A. Beja*
- Cap. 17** Solo como Material de Construção  
*José Camapum de Carvalho*

### **Seção IV    Materiais Cerâmicos**

- Cap. 18** Produtos de Cerâmica Vermelha  
*Claudio de Souza Kazmierczak*
- Cap. 19** Materiais Cerâmicos para acabamentos e aparelhos  
*Antônio L. G. Gastaldini, Eduvaldo P. Sichiari*
- Cap. 20** Materiais Refratários e Abrasivos  
*Saulo Roca Bragança, Carlos Pérez Bergmann*
- Cap. 21** Vidros  
*Eduvaldo P. Sichiari, Rosana Caram, Joaquim P. dos Santos*

### **Seção V     Aglomerantes Minerais**

- Cap. 22** Cal na Construção Civil  
*Maria Alba Cincotto, Valdecir Ângelo Quarcioni, Vanderley M. John*
- Cap. 23** Gesso na Construção Civil  
*Vanderley M. John, Maria Alba Cincotto*
- Cap. 24** Cimento Portland  
*Arnaldo F. Battagin, Inês L. S. Battagin*
- Cap. 25** Cimento Portland com Adições Minerais  
*Maristela G. da Silva, Arnaldo F. Battagin, Vanessa Gomes*
- Cap. 26** Cimentos alternativos e especiais de base mineral e geopolímeros  
*Wellington L. Repette*

### **Seção VI    Materiais compósitos cimentícios**

- Cap. 27** Solo-Cimento e Solo Cal  
*Antonio A. S. Segantini, Marco A. M. Alcântara*
- Cap. 28** Argamassas  
*Helena Carasek*
- Cap. 29** Concreto de Cimento Portland  
*Paulo Helene, Tibério Andrade*
- Cap. 30** Produtos de Cimento Portland  
*André T. C. Guimarães, Fernando A. P. Recena, Fernanda M. Pereira*
- Cap. 31** Produtos de Fibrocimento  
*Holmer Savastano Jr., Sérgio F. dos Santos*
- Cap. 32** Alvenaria Estrutural  
*Gihad Mohamad, Humberto R. Roman, Fernando S. Fonseca, Eduardo Rizzatti, Romson Romagna*

---

# Sumário

## Seção VII Metais

- Cap. 33** Produtos Metálicos não Estruturais  
*Cícero M. D. Starling*
- Cap. 34** Produtos Metálicos Estruturais  
*Fernando O. Pinho, Fabio D. Pannoni*
- Cap. 35** Produtos de Aço para Estruturas de Concreto, Mistas e de Fundações  
*Antônio P. Pereira Filho, David O. Ballesteros, Lázaro N. Magalhães, Johann A. Ferrareto, Daniel L. Garcia, Bianca Barros*

## Seção VIII Madeiras

- Cap. 36** Madeiras na Construção Civil  
*Carlito Calil Junior, Francisco A. R. Lahr, Sérgio Brazolin*
- Cap. 37** Madeira como material estrutural  
*Pedro A. O. Almeida*
- Cap. 38** Madeiras para Acabamentos  
*Akemi Ino, Francisco A. R. Lahr, Albenise Laverde*

## Seção IX Polímeros

- Cap. 39** Propriedades dos Polímeros  
*Jairo J. O. Andrade, Edna Possan*
- Cap. 40** Materiais Betuminosos  
*Jorge Augusto Pereira Ceratti*
- Cap. 41** Materiais e Produtos Poliméricos  
*Enio Pazini Figueiredo, João Henrique da Silva Rêgo*

## Seção X Materiais compósitos de polímeros

- Cap. 42** Sistemas de Impermeabilização e Isolamento Térmico  
*Elton Bauer, Paulo Henrique C. de O. Vasconcelos, José E. Granato*
- Cap. 43** Concretos Asfálticos  
*José T. Balbo*
- Cap. 44** Compósitos de Engenharia de Matriz Polimérica  
*Luiz C. P. da Silva Filho, Mônica R. Garcez*
- Cap. 45** Tintas na Construção Civil  
*Kai Loh*

### **Seção XI    Materiais sustentáveis**

- Cap. 46** Terra Crua para Edificações  
*Normando P. Barbosa, Khosrow Ghavami*
- Cap. 47** Fibras Vegetais como Material de Construção  
*Viviane C. Correia, Sergio F. dos Santos, Vahan Agopyan, Holmer Savastano Jr.*
- Cap. 48** Bambu  
*Khosrow Ghavami, Normando P. Barbosa*
- Cap. 49** Resíduos Industriais e Agrícolas  
*João Luiz Calmon*
- Cap. 50** Materiais Reciclados  
*Salomon Mony Levy*

### **Seção XII    Materiais de Construção Avançados**

- Cap. 51** A Nanotecnologia nos Materiais de Construção Civil  
*Philippe J. P. Gleize, Fernando Pelisser*
- Cap. 52** Materiais de Construção: Perspectivas e desafios futuros  
*Vanderley M. John, Philippe J. P. Gleize*

### **Apêndice**

*Índice remissivo de assuntos*

