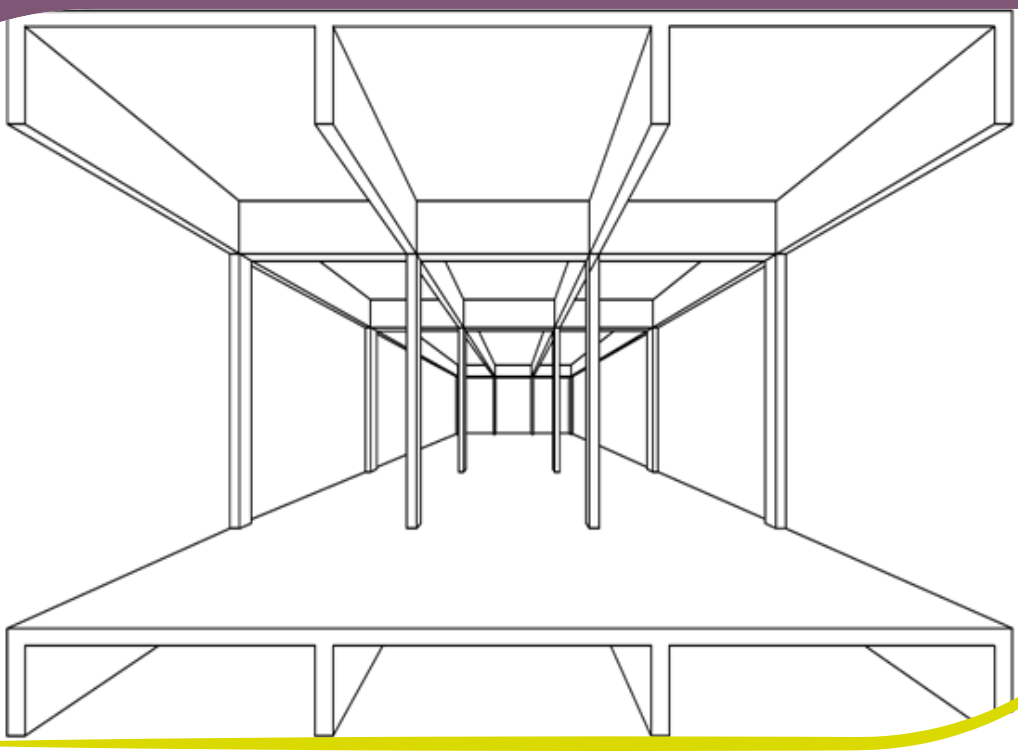
LUIZ FERNANDO CREMA

CONCEPÇÃO ESTRUTURAL PARA EDIFÍCIOS EM CONCRETO ARMADO



Blucher

Luiz Fernando Crema

Concepção estrutural para edifícios em concreto armado

Concepção estrutural para edifícios em concreto armado
© 2026 Luiz Fernando Crema
Editora Edgard Blücher Ltda.

Publisher Edgard Blücher
Editor Eduardo Blücher
Coordenação editorial Rafael Fulanetti
Coordenação de produção Ana Cristina Garcia
Produção editorial Maisa Kawata
Preparação de texto Maurício Katayama
Revisão de texto Renata Campos
Diagramação Laudemir Santos
Capa Thiago Cordeiro
Imagem de capa Luiz Fernando Crema

Blucher

Rua Pedroso Alvarenga, 1245, 4º andar
04531-934 – São Paulo – SP – Brasil
Tel.: 55 11 3078-5366
contato@blucher.com.br
www.blucher.com.br

Segundo o Novo Acordo Ortográfico, conforme 6. ed.
do *Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa*,
Academia Brasileira de Letras, julho de 2021.

É proibida a reprodução total ou parcial por quaisquer
meios sem autorização escrita da editora.

Todos os direitos reservados pela Editora Edgard Blücher Ltda.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Heytor Diniz Teixeira, CRB-8/10570

Crema, Luiz Fernando
Concepção estrutural para edifícios em concreto armado /
Luiz Fernando Crema. – São Paulo : Blucher, 2026.

136 p. : il.

Bibliografia
ISBN 978-85-212-2953-7 (Impresso)
ISBN 978-85-212-2956-8 (Eletrônico – Epub)
ISBN 978-85-212-2955-1 (Eletrônico – PDF)

1. Projeto estrutural. 2. Estruturas de concreto armado. 3.
Construção civil. 4. Engenharia civil. I. Título.

CDU 624.04

Índice para catálogo sistemático:
1. Projeto estrutural CDU 624.04

Sumário

PREFÁCIO 9
Roberto Borges França

APRESENTAÇÃO 11

INTRODUÇÃO 13

CAPÍTULO 1
Os elementos que compõem o projeto estrutural 17
1.1 A viga 17
1.2 A coluna 17
1.3 Viga-tirante 19
1.4 Coluna-viga 19

CAPÍTULO 2
Sobre concepção estrutural em edifícios de concreto armado 21

CAPÍTULO 3
Vigas invertidas, vigas semi-invertidas e vigas normais **23**
3.1 Viga normal 23
3.2 Viga semi-invertida 24
3.3 Viga invertida 24

CAPÍTULO 4
Planta de forma **27**
4.1 Planta de forma 27
4.2 Exemplo de planta de forma e cortes 30

CAPÍTULO 5
Pré-dimensionamento de vigas **33**
5.1 Vigas externas nos edifícios 33
5.2 Vigas internas nos edifícios 39
5.3 Vigas em balanço 42
5.4 Vigas de equilíbrio ou vigas-alavancas 43
5.5 Vigas de transição 46
5.6 Vigas-parede 48
5.7 Viga normal (não é viga-parede) 49

CAPÍTULO 6
Pré-dimensionamento de lajes maçicas **51**
6.1 Lajes de escadas e rampas 52

CAPÍTULO 7
Pré-dimensionamento de colunas **53**

CAPÍTULO 8
Método das áreas de influência **55**
8.1 Fórmula para o cálculo do número de pavimentos 61
8.2 Decisão sobre a geometria do pilar 65
8.3 Interferência na arquitetura 66

CAPÍTULO 9
Afinal, por que alguns chamam de pilar e outros de coluna – tem diferença? 67
9.1 Todo pilar é uma coluna, mas nem toda coluna é um pilar 67

CAPÍTULO 10
Projeto ideal 69
10.1 Previsão de carga para pré-dimensionamento de pilares que suportam a caixa-d'água 71
10.2 Fórmula para calcular a área necessária para o pré-dimensionamento de um pilar 74
10.3 Pré-dimensionamento de pilares que suportam a casa de máquinas de elevadores 74
10.4 Junta de dilatação 75
10.5 Previsão de volume de concreto em edifícios de concreto armado 77
10.6 Previsão de formas em edifícios 80
10.7 Previsão de arame recozido em edifícios 83

CAPÍTULO 11
Roteiro de cálculo para a determinação de comprimento de viguetas de laje pré-fabricada e lajotas de preenchimento 87

CAPÍTULO 12
Lajes pré-fabricadas em beiral 91
12.1 Escoramento em beirais 92

CAPÍTULO 13
Efeitos do vento em edifícios altos 95
13.1 Translação 105
13.2 Inércias das seções transversais dos pilares iguais 105
13.3 Inércias das seções transversais dos pilares diferentes 106
13.4 Considerações a partir do momento aplicado no eixo longitudinal do edifício 109
13.5 Explicação da fórmula para o cálculo de carga vertical nos pilares provocada pelo vento 115

13.6 Exercício de cálculo de esforços nos pilares do Pórtico 1 no primeiro pavimento ou pavimento térreo....117
13.7 Programa em Excel de pré-dimensionamento de pilares em edifícios altos....121
13.8 Consideração para o desenho do diagrama de pressões do vento para outros pavimentos do edifício....123

CAPÍTULO 14
Esforços provocados pelas cargas do edifício pelo método das áreas de influência somadas com as cargas provocadas pelo vento....125
14.1 Exemplo de cálculo....128

REFERÊNCIAS....133
Normas e catálogos técnicos....133

Prefácio

Desenvolver um projeto estrutural corresponde a considerar a concepção dos elementos constituintes, sua associação e características a fim de defini-los de tal forma que suportem os diferentes esforços a que poderão estar submetidos.

Constitui uma etapa fundamental em qualquer obra, visando garantir principalmente a segurança, a durabilidade e a sustentabilidade da construção.

Na prática, o cálculo estrutural é um processo que envolve a análise dos elementos estruturais, à luz de princípios da mecânica dos materiais, modelos lógico-matemáticos e as respectivas normas. Esse processo deve ser realizado por profissionais especializados, que tenham uma visão clara dos aspectos teóricos e a associação necessária com sua aplicação prática.

Este livro sobre concepção estrutural surge da necessidade de que um assunto tão importante seja disseminado para todos os níveis de profissionais que trabalham na área de construção civil.

Os temas são tratados em linguagem simples, sem deixar de ser formal em relação aos aspectos científicos, e sempre acompanhados de ilustrações que procuram elucidar a situação que está sendo discutida.

Das etapas do projeto estrutural, este livro delimita o tema para que fique dentro do pré-dimensionamento, sem seguir adiante para os aspectos do dimensionamento. Sempre fundamentado nas normas técnicas que norteiam o tema, procura fazer com que o leitor assimile o assunto e que o aplique para

resolver questões do dia a dia, tanto no desenvolvimento de projetos quanto na parte prática das obras, sendo útil, dessa forma, tanto para o engenheiro quanto para o arquiteto.

O cuidado com o aspecto didático permeia o lançamento e a concepção de cada elemento de uma estrutura, que neste livro se limitam aos itens: pilar, viga e laje.

Essa limitação se justifica pelo fato de que esses elementos formam a estrutura, seja de uma pequena edificação, seja de um edifício de maior porte, em que a diferença pode ser considerada como apenas um problema de escala.

São utilizados exemplos simples, porém completos, sobre o pré-dimensionamento de estruturas de concreto armado, tentando esclarecer o que é lançar, conceber e pré-dimensionar os elementos constituintes e assim garantir a estabilidade sempre requerida.

Em particular, foi utilizado o método das áreas de influência para o pré-dimensionamento de pilares, que é revisitado quando são valoradas as forças devidas ao vento nos elementos da estrutura.

Ainda visando ao melhor entendimento, este material segue a ordem de primeiro abordar os elementos mais simples de pré-dimensionar, que são as vigas e as lajes maciças em concreto armado, e na sequência os pilares, que são mais trabalhosos para chegar ao pré-dimensionamento. O roteiro fica assim: *viga, laje* e *pilares*.

Observa-se no texto a citação da NBR 6118/2014 ("Projeto de estruturas de concreto – Procedimento"), o que ressalta a necessidade permanente da consulta às normas para o bom entendimento do que se faz, que neste caso é o pré-dimensionamento de elementos estruturais de edifícios em concreto armado.

Todo o alinhamento e o cuidado técnico-científico e didático desta obra refletem as qualidades do autor, engenheiro e professor Luiz Fernando Crema. Olhar cuidadoso, conhecimento profundo, visão prática e preocupação didático-pedagógica. Essas características o acompanham desde as carteiras universitárias, passando pelas atividades da sua formação, por sua atuação na docência e por suas atividades profissionais, percurso este que pude acompanhar como seu professor e seu companheiro de magistério superior e de atuação na engenharia.

Roberto Borges França
Doutor em Engenharia
Professor titular do curso de Engenharia Civil da
Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR)

Apresentação

Escrever um livro sobre concepção estrutural surge da necessidade de trazer informações e conhecimentos sobre um assunto tão importante para todos os níveis de profissionais que trabalham na área de construção civil.

Os assuntos são tratados em linguagem simples, sem deixar de ser formal em relação aos temas científicos, e sempre acompanhados de desenhos que procuram elucidar a situação que está sendo discutida.

As fronteiras que delimitam o tema são uma linha tênue, pois a importância dos itens que compõem as discussões requer uma análise para que não se ultrapassem os limites e se perca a linha de entendimento.

Neste livro procuramos delimitar o assunto para que fique dentro do pré-dimensionamento, sem ultrapassar para o lado do dimensionamento.

Sempre com base nas normas técnicas que norteiam o tema, procuramos fazer com que o leitor assimile o assunto e que consiga resolver questões do dia a dia, tanto na resolução de projetos quanto na parte prática das obras.

Tanto o engenheiro quanto o arquiteto necessitam dessas informações básicas sobre o assunto.

O olhar do profissional imbuído de projetar elementos que vão dar sustentação para a obra que está nascendo é importante e deve ser certeiro para que, no futuro, o bem-estar de famílias ou de pessoas que vão utilizar esses espaços seja alcançado com qualidade.

Os níveis elementares de conhecimento sobre qualquer assunto não têm fronteiras para serem explicitados para quem quer conhecer qualquer ramo da ciência.

A linguagem utilizada para transmitir informações que levam ao conhecimento deve ser simples para que todos entendam o que está acontecendo.

As obras disponíveis para o entendimento de como se projeta e como se concebe uma estrutura em concreto armado ficam escondidas atrás de ensinamentos de normas num nível que já não é adequado para quem está começando e querendo entender qual é o procedimento para que isso aconteça.

Este material foi escrito para transmitir, de forma simples e didática, como se lança e se concebe cada elemento de uma estrutura, pois se trata apenas de três itens: viga, coluna e laje.

Esses elementos formam a estrutura seja de uma casa popular ou do edifício de um shopping center, e não há diferença nenhuma, partindo do pressuposto de que se trata de um problema de escala.

Exemplos simples e exercícios completos de pré-dimensionamento de estruturas de concreto armado são executados, sem esconder nada de quem está lendo e tentando entender o que é lançar, conceber e pré-dimensionar elementos de concreto armado. Os cálculos são bastante simples, e não poderia ser diferente.

Ao longo do texto fica claro o respeito ao que o material concreto armado suporta, e é por essa razão que agimos para que a estabilidade seja sempre requerida.

O método das áreas de influência é aquele usado para o pré-dimensionamento de pilares, sendo revisitado quando valoramos as forças em virtude do vento nos elementos da estrutura.

O roteiro utilizado neste material segue esta ordem: primeiro se discutem os elementos mais simples de pré-dimensionar, que são as vigas e as lajes maciças em concreto armado, e deixamos por último os pilares, que são mais trabalhosos para chegar ao pré-dimensionamento. O roteiro fica assim: *viga, laje* e *colunas*.

Citamos neste texto a presença da NBR 6118/2014, para que se entenda que sempre devemos consultar todas as normas necessárias para o bom entendimento do que estamos fazendo, que neste caso é o pré-dimensionamento de elementos estruturais de edifícios em concreto armado.

Os capítulos são o mais curtos possível para que haja total entendimento do que está acontecendo.

Introdução

O lançamento inicial de elementos estruturais de concreto armado sobre um projeto de arquitetura não é uma tarefa fácil, mas não menos prazerosa para o engenheiro civil.

O objetivo das informações que iremos passar é que se entenda como se faz o *pré-dimensionamento* de elementos de concreto armado, ficando para um passo posterior o dimensionamento desses elementos.

No projeto de arquitetura teremos que inserir elementos que são massivos, ou seja, ocupam um bom espaço no ambiente, e que muitas vezes não estavam previstos. Isso é um problema, pois há colunas que ficarão tomando espaço em cantos, atrapalhando o uso que estava previsto.

Dependendo da experiência do profissional engenheiro que lança a estrutura, ele tem uma ideia da dimensão que terá o elemento estrutural.

Esta área é chamada de concepção estrutural, daí a ideia inicial de que uma estrutura de concreto armado deve nascer harmoniosa com o projeto de arquitetura, que abriga esses elementos que compõem o projeto estrutural.

São três os elementos estruturais de concreto armado sobre os quais trataremos neste livro: vigas, lajes e colunas.

A ideia é conversar sobre cada um deles, revisitando o que diz a NBR 6118/2014 e o que vem da experiência adquirida dos escritórios de engenharia, o que logicamente alimenta as prescrições da norma.

A norma técnica existe por uma questão legal, pois o Estado tem que oferecer o mínimo de segurança para a população brasileira. Já a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) foi criada por decreto e é uma empresa particular que cobra pelas normas que produz.

Os engenheiros civis mais experientes já têm uma ideia da dimensão de vigas, colunas e lajes que lançarão nos projetos de arquitetura.

O projeto de arquitetura, quando nasce na cabeça do arquiteto, deveria vir acompanhado de uma consulta a um engenheiro para que a estrutura desse projeto nascesse simultaneamente com o projeto de arquitetura.

Isso com certeza diminuiria, e muito, as interferências que os elementos estruturais podem causar nos ambientes projetados e construídos. Ninguém quer uma viga no teto de uma sala onde não estava prevista a viga, ou uma coluna que vai atrapalhar o fluxo dentro de um ambiente.

De uma forma bem simples e didática, falaremos, discutiremos e ensinaremos você a analisar cada elemento estrutural que projetará no seu edifício, fazendo com que o pré-dimensionamento de cada elemento fique dentro de uma lógica e norma que não afetem o ambiente construído.

Respeitando as características de resistência do material concreto armado, você verá que existe uma proporcionalidade entre os vãos e as características geométricas de seção de cada elemento estrutural.

A viga terá uma seção condizente para que tenha um momento de inércia suficiente para poder vencer aquele vão necessário e sem apresentar uma flecha excessiva.

Da mesma forma, a coluna terá uma seção transversal para que, junto com o comprimento dela, apresente um índice de esbeltez adequado para que as excentricidades não deformem esse elemento demasiadamente.

A laje deverá ter uma espessura tal que não produza uma flecha muito excessiva nem requeira no seu dimensionamento uma taxa de armadura acima daquela estipulada pela norma.

O dimensionamento dos elementos não será tema de análise nesta obra, mas com certeza será bem mais tranquilo se observarem o que a norma e as experiências preconizarão sobre o pré-dimensionamento.

Você chegará à conclusão de que tudo é proporcional e uma questão de escala. Quanto maior o vão, mais material será necessário para que se estabeleçam a estabilidade e o equilíbrio.

A visão espacial do profissional engenheiro deve ser exercitada para que cada elemento fique no lugar devido e sem interferir em outras funcionalidades do projeto.

Por exemplo, devemos evitar projetar vigas invertidas nos edifícios, e os motivos você poderá ver e entender no tópico sobre vigas.

Falaremos ao longo do caminho sobre vários tipos de vigas, lajes e pilares.

Não poderíamos deixar de pré-dimensionar os elementos estruturais sem pensar no vento que atua no ambiente sobre a carcaça dos edifícios. Dois capítulos no final abordarão esse assunto de forma objetiva.

Na sequência, com as informações sendo passadas, veremos que o pré-dimensionamento de vigas e lajes é simples e rápido de ser feito, e, no caso de pilares ou colunas, o processo é mais trabalhoso, mas nunca difícil.

Acredito que, com um novo olhar sobre o assunto, o entendimento do que é realmente uma viga nos fará pensar como o professor Crema falava em sala de aula: "A viga como ela é".

Aproveitamos neste momento para explicar também o que é *pé-direito* (Neufert, 1976, p. 30) numa edificação, uma vez que é um termo bastante utilizado e as pessoas perguntam o porquê de sua utilização na arquitetura e construção civil.

Bem, se consultarmos vários dicionários, vamos ver que pé-direito é a distância medida perpendicularmente do piso ao teto de uma edificação. E a explicação que eu dou sobre o assunto é que "pé" tem o sentido de apoio e "direito" tem o sentido de haste reta, para que se mantenham afastados o piso e o teto em toda a sua extensão dessa medida de afastamento. Então, resumindo, diríamos que pé-direito é uma haste reta que serve de apoio para manter a distância entre o piso e o teto de uma edificação. Seria como se fosse um gabarito para manter essa medida.

CAPÍTULO 1
Os elementos que compõem o projeto estrutural

Os conceitos a seguir são trazidos da mecânica vetorial para engenheiros e traduzem uma versão científica para os elementos.

1.1 A VIGA

Viga é toda barra prismática cuja função é suportar cargas com linhas de ação perpendiculares ao seu próprio eixo longitudinal (Beer; Johnston Jr., 1990).

1.2 A COLUNA[1]

Coluna é toda barra prismática cuja função é suportar cargas de compressão com linhas de ação coincidentes ou paralelas ao seu próprio eixo longitudinal. Quando a carga coincide com o eixo longitudinal da barra, é chamada de carga axial.

Com esse conhecimento temos condições de chamar os elementos pelo nome correto, mas isso não se traduz em problemas para a concepção estrutural. As situações que acontecem num edifício com esses dois elementos nos permitem ampliar nosso conhecimento e derivar para outros nomes compostos, inclusive.

Uma viga externa em qualquer pavimento de um edifício é sujeita à ação dos ventos, pois recebe carga vertical do peso do pavimento e sua utilização e recebe de forma horizontal carga de pressão do vento. Ambas as cargas têm linhas de ação perpendiculares ao eixo da barra, portanto trata-se de uma viga propriamente dita. A Figura 1.1 esclarece isso.

---

1 ABNT NBR 6118/2023 (“Projeto de estruturas de concreto”), item 24.6.3.

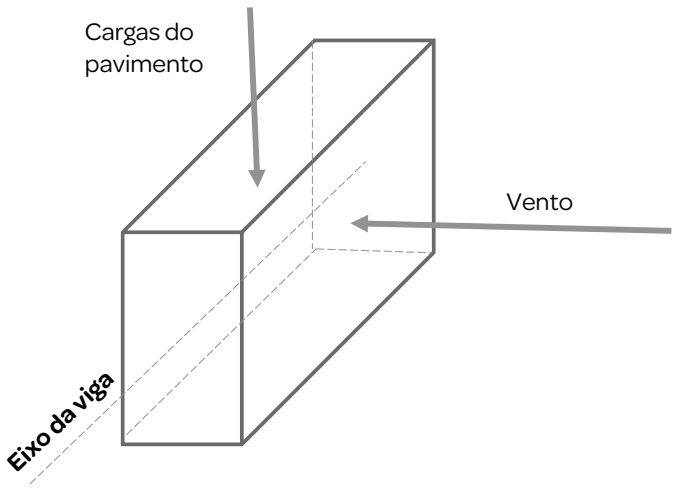


Figura 1.1 – Viga propriamente dita.
Fonte: L. F. Crema, jul. 2020.

Podemos ter uma situação que nos permite chamar a barra de *viga-coluna*, em que a viga sofre deformações axiais pela retração do material na direção do eixo em decorrência de uma redução de temperatura. A retração térmica faz com que o material no seu comprimento diminua de tamanho, causando uma compressão axial.

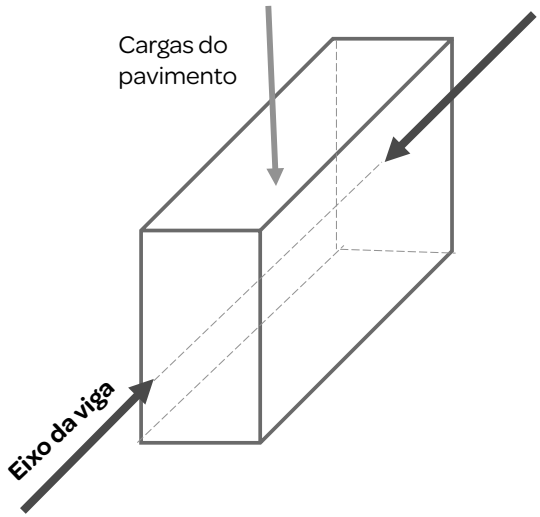


Figura 1.2 – Viga-coluna.
Fonte: L. F. Crema, jul. 2020.

CONCEPÇÃO ESTRUTURAL PARA EDIFÍCIOS EM CONCRETO ARMADO

VIGAS ■ LAJES ■ OBRA DE CONCRETO ARMADO ■ JUNTAS DE DILATAÇÃO ■ PILARES

Esta obra oferece a estudantes e projetistas de Engenharia e Arquitetura uma orientação para o pré-dimensionamento de elementos estruturais para suas obras. Por ser uma etapa fundamental para o sucesso e a precisão do dimensionamento final, a correta elucidação do problema inicial simplifica e direciona as resoluções técnicas subsequentes.

De forma leve e acessível, o livro aborda o enfrentamento de situações corriqueiras na elaboração de projetos.

Trata-se de um convite e de uma nova inspiração para que futuros profissionais e especialistas desenvolvam construções inovadoras, eficientes e únicas.

O que você vai encontrar:

- Como um engenheiro civil concebe uma obra de estrutura em concreto armado, desde o planejamento.
- Passo a passo da colocação de pilares, que são fundamentais devido aos vãos que as vigas formam.
- A importância da verga máxima na arquitetura de um prédio, elevando a qualidade de vida das pessoas que ali habitarão.
- Como respeitar as flechas máximas determinadas por normas para que a aparência da obra fique no horizonte e no prumo.

Todo o alinhamento e o cuidado técnico-científico e didático desta obra reflete as qualidades do autor, engenheiro e professor Luiz Fernando Crema. Olhar cuidadoso, conhecimento profundo, visão prática e preocupação didático-pedagógica. Essas características o acompanham desde as carteiras universitárias, passando pelas atividades da sua formação, da sua atuação na docência e nas suas atividades profissionais.

Roberto Borges França
Doutor em Engenharia, professor e engenheiro civil

LUIZ FERNANDO CREMA

Possui uma sólida trajetória na área da Engenharia e da Construção Civil. Sua formação acadêmica inclui graduação em Tecnologia em Construção Civil pelo Cefet-PR (1986), Engenharia Civil pela PUCPR (1990), especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho também pela PUCPR (1991) e título de Mestre em Engenharia Civil pela UFPR (2003).

Com forte vocação para a docência, atuou como professor na PUCPR de 1990 a 2018. Ao longo de quase três décadas no ensino superior, lecionou a disciplina de Mecânica Vetorial para os cursos de Engenharia, além de ministrar as cadeiras de Estruturas de Madeira, Concreto e Estruturas Metálicas para o curso de Arquitetura.

Conheça mais livros em:
Blucher.com.br

ISBN 978-85-212-2953-7