

PROJETO, EXECUÇÃO E REABILITAÇÃO DE  
**OBRAS DE ARTE**  
**ESPECIAIS**

*Organizadores:*

*João da Costa Pantoja*

*Márcio Augusto Roma Buzar*

*Naiara Guimarães de Oliveira Porto*



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB**

**Reitora:** Márcia Abrahão Moura  
**Vice-Reitor:** Henrique Huelva  
**Decana de Pesquisa e Inovação:** Maria Emília Machado Telles Walter  
**Decanato de Pós-graduação:** Lucio Remuzat Rennó Junior  
**Decana de Extensão:** Olgamir Amancia

**FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO - FAU**

**Diretor da FAU:** Caio Frederico e Silva  
**Vice Diretoria da FAU:** Maria Cláudia Candeia de Souza  
**Coordenadora de Pós-Graduação:** Carolina Pescatori Cândido da Silva

**Coordenação de Produção Editorial,** Valmor Cerqueira Pazos  
**Preparação, Revisão e Diagramação:** Erika Stella da Silva Menezes  
Naiara Porto

**Conselho Editorial:** Abner Luis Calixter  
Humberto Salazar Amorim Varum  
Paulo de Souza Tavares Miranda  
Rodrigo Guimarães Martins

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Projeto, execução e reabilitação de obras de arte especiais [livro eletrônico] / organizadores João da Costa Pantoja, Marcio Augusto Roma Buzar, Naiara Guimarães de Oliveira Porto. -- Brasília, DF : LaSUS FAU : Editora Universidade de Brasília, 2024.  
PDF

Vários autores.  
Bibliografia.  
ISBN 978-65-84854-41-3

1. Artigos - Coletâneas 2. Engenharia civil  
3. Engenharia civil (Estruturas) 4. Patrimônio arquitetônico - Preservação I. Pantoja, João da Costa. II. Buzar, Marcio Augusto Roma. III. Porto, Naiara Guimarães de Oliveira.

24-219342

CDD-624

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Engenharia civil 624

Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415

1ª Edição

ORGANIZADORES E



AUTORES

Daniel Nelson Maciel | Autor  
Eduardo Bicudo de Castro Azambuja | Autor  
Eduardo Valeriano Alves | Autor  
Fernanda Karen Melo da Costa | Autor  
Flávia Moll de Souza Judice | Autor  
Gláucyo Santos | Autor  
Iberê Pinheiro de Oliveira | Autor  
João da Costa Pantoja | Organizador e Autor  
Joel Araújo do Nascimento Neto | Autor  
José Neres da Silva Filho | Autor  
Karen Andreza Marcelino | Autor  
Luiz Carlos de Almeida | Autor  
Leandro Mouta Trautwein | Autor  
Leonardo da Silveira Pirillo Inojosa | Autor  
Luís Henrique Bueno Pinehiro | Autor  
Márcio Augusto Roma Buzar | Organizador e Autor  
Marcos Henrique Ritter de Gregorio | Autor  
Mayra Soares Pereira Lima Perlingeiro | Autor  
Naiara Guimarães de Oliveira Porto | Organizador  
Olímpia Loures Vale Pujatti | Autor  
Patrícia Caroline Souza da Rocha Vieira | Autor  
Paulo Robert Santos Machado | Autor  
Ramon Saleno Yure Rubim Costa Silva | Autor  
Ricardo Valeriano Alves | Autor  
Rodrigo Barros | Autor



# SUMÁRIO

## EIXO 1 Degradação, preservação, estética p. 10

- 1 p. 11 Avaliação da curva de desempenho e degradação de obras de arte especiais: Caso da Ponte do Braghetto
- 2 p. 29 A Preservação do Patrimônio Industrial Moderno Vinculado às Pontes Metálicas
- 3 p. 52 Análise da relação entre estrutura e design de duas pontes de Robert Maillart utilizando o software ANSYS

## EIXO 2 Soluções e análises estruturais p. 75

- 4 p. 76 Solução de viga vagonada, comparada com o modelo de treliça plana, no uso de passarelas com grandes vãos
- 5 p. 89 Análise das distribuições de momentos fletores e reações de apoio devidos à carga móvel em tabuleiros de pontes esconsas
- 6 p. 112 Pontes retas alargadas em concreto armado: a influência da resistência do concreto na distribuição de momento fletor devido à carga móvel
- 7 p. 138 Avaliação das condições estruturais da Ponte Fazenda Modelo

## EIXO 3 Reforço em pontes p. 150

8 p. 151 Reforço de Pontes de Concreto Armado por Protensão Externa

9 p. 164 Aplicação de protensão no reforço da ponte metálica do Rio Pardo

10 p. 182 Restauro Estrutural e Reforço da Ponte do Desengano

## AUTORES Resumo p. 198

SOLUÇÕES E

ANÁLISES

ESTRUTURAIS



EIXO 2



## 4 Solução de viga vagonada, comparada com o modelo de treliça plana, no uso de passarelas com grandes vãos

**AZAMBUJA, Eduardo Bicudo de Castro**

Universidade de Brasília.

**PANTOJA, João da Costa**

Universidade de Brasília.

**Resumo:** As estruturas de aço, devido às características do material, apresentam uma relação eficiente da resistência com o seu próprio peso, o que a torna mais adequada em obras com necessidade de vencer vãos maiores. O Pavilhão com Estufa para Parque Botânico, vencedor do 11º Concurso para Estudantes de Arquitetura do Centro Brasileiro da Construção em Aço (CBCA), destacou-se pela boa inserção urbana e pela escolha do local de implantação, que se adaptou bem à topografia do terreno e valorizou o bioma local, além de apresentar bom aproveitamento e detalhamento adequado da estrutura metálica. Segundo a comissão julgadora, o grupo apresentou boa integração programática e uma qualidade estética que se destacou dos demais. Com o objetivo de promover leveza e melhor interação com o meio ambiente, foi proposta uma passarela de pedestres como solução de acesso ao conjunto de edificações, projetada em estrutura metálica com vão de 45m e largura de 10m, formada por vigas longitudinais de vagões, modelo estrutural composto por elemento horizontal de largura total, pilares e cabos. A viga treliçada é outro modelo estrutural utilizado em grandes vãos, formada por barras que se unem em nós, formando triângulos. Isso garante que quando as cargas atuam sobre os nós, serão desenvolvidas apenas tensões axiais de tração e compressão, apresentando um dimensionamento de barra mais fino e um conjunto mais leve para superar grandes vãos. Neste artigo analisaremos o modelo estrutural do projeto do Pavilhão com Estufa para Parque Botânico, proposto com a utilização de vigas de vagão de aço e compararemos com uma solução em vigas treliçadas Pratt suportadas pelas mesmas ações e pelo aspecto de peso da estrutura em função do deslocamento vertical máximo definido no Anexo C da ABNT NBR 8800:2008 [2].

**Palavras-chave:** Estruturas metálicas; Modelo estrutural; Vigas treliçadas; Vigas para vagões; Passarela para pedestres.

## 1. INTRODUÇÃO

Os elementos de aço estrutural podem ser utilizados em modelos simples compostos por vigas e pilares, mas são também, corriqueiramente, usados na composição de treliças e como barras de pórticos, projetados para suportar esforços de tração e compressão. O aço é um material que apresenta boa resistência para essas duas tensões, contudo, quando submetido a forças de compressão, peças com maior esbelteza tornam-se mais suscetíveis a problemas de instabilidade lateral.

A estrutura de aço, pelas características do material, resistência e módulo de elasticidade, apresenta uma relação eficiente da resistência com o seu peso próprio, o que a torna mais adequada em obras com necessidades de vencer vãos maiores, como é o caso de coberturas destinadas a auditórios, ginásios de esportes, estádios, centros de compras, galpões industriais, hangares, pontes e passarelas.

O 11º Concurso para Estudantes de Arquitetura do Centro Brasileiro da Construção em Aço (CBCA), teve seu resultado divulgado no dia 22/8/2018. Nesta edição, o tema proposto foi um Pavilhão com Estufa para Parque Botânico.

O projeto vencedor, nº 1314, desenvolvido pela equipe da Universidade Presbiteriana Mackenzie de São Paulo/SP, sob a orientação do professor Renato Carrieri, destacou-se por sua boa inserção urbana e pela escolha do local de implantação, valorizando o bioma local, boa resolução do programa, bom uso e detalhamento adequado da estrutura de aço. Segundo a comissão julgadora, o conjunto proporcionou boa integração programática e uma qualidade estética que se destacou dos demais.

A intenção do projeto foi adequar a edificação com a topografia existente do terreno, localizado no Morro São João Batista, na cidade de Cananéia no litoral sul de São Paulo, sem descaracterizar a região de implantação do prédio, conforme maquete mostrada na Fig. 1. Para que fosse possível atingir o equilíbrio com poucos apoios, grandes vãos e uma arquitetura respeitosa ao meio ambiente, optou-se pelo uso de aço estrutural no sistema construtivo.

FIGURA 1: PROJETO VENCEDOR DO 11º CONCURSO PARA ESTUDANTES DE ARQUITETURA DO CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO - PAVILHÃO COM ESTUFA PARA PARQUE BOTÂNICO [4]

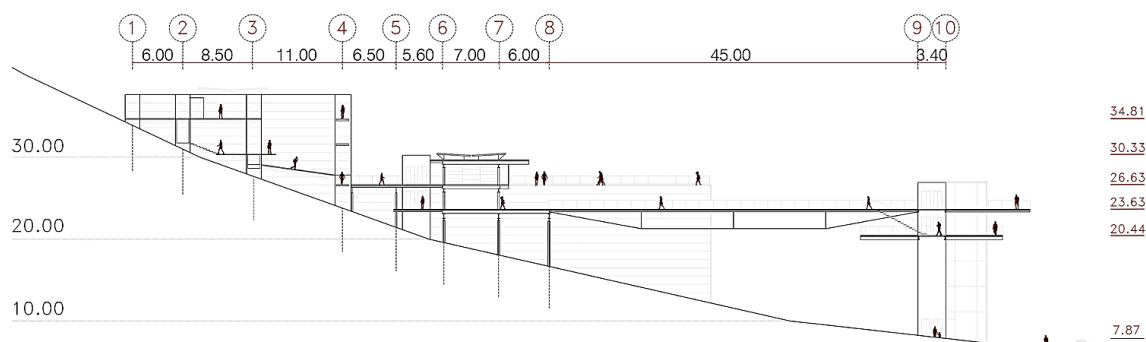


FONTE: AUTORES.

Conforme apresentado no memorial descritivo, o primeiro obstáculo projetual encontrado foi o de lidar com os desníveis elevados do terreno. Como solução de acesso ao conjunto de edificações, foi projetada uma passarela de pedestres com vão de 45m e largura de 10m. Com o objetivo de promover a leveza do conjunto e a melhor interação com o ambiente de implantação, foi proposto para a passarela uma estrutura formada por vigas wagonadas longitudinais, apoiadas em pórticos localizados em cada extremidade, e lajes de piso suportadas por vigas secundárias apoiadas nas longarinas.

A Figura 2 apresenta em corte a solução do projeto vencedor com os níveis propostos para as construções e uma vista lateral da viga vagão da estrutura da passarela de pedestres.

FIGURA 2: CORTE AA DO PROJETO VENCEDOR [4]

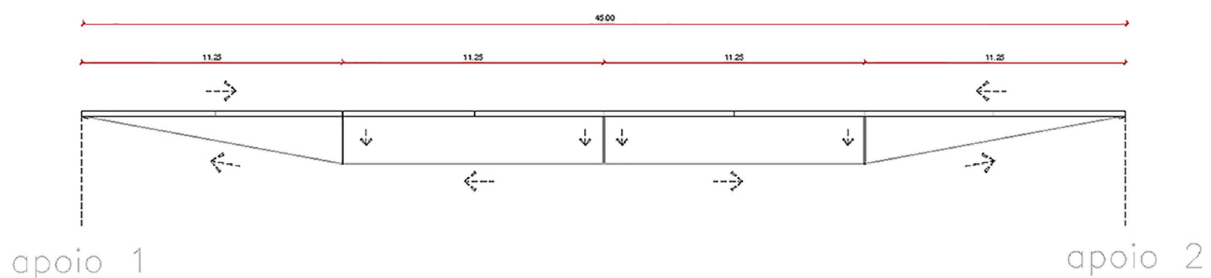


FONTE: CBCA.

Neste artigo iremos analisar a estrutura da passarela do projeto do Pavilhão com Estufa para Parque Botânico, vencedor do 11º Concurso para Estudantes de Arquitetura do Centro Brasileiro da Construção em Aço (CBCA), proposto com o uso de vigas wagonadas metálicas, de acordo com o modelo apresentado na Fig. 3, e comparar com uma solução em treliças planas de banzos paralelos também de aço, bi apoiadas, considerando o aspecto de peso da estrutura em função do deslocamento vertical máximo definido no Anexo C da ABNT NBR 8800:2008 [2].

A análise dos modelos estruturais utilizados na passarela será feita com o uso do sistema SCIA Engineer, software de análise e dimensionamento desenvolvido pela Nemetschek [6]. As verificações dos perfis metálicos serão feitas com a utilização do programa MCalc Perfis 4.0 da empresa Stabile Engenharia [8].

**FIGURA 3. MODELO PROPOSTO COM VIGAS VAGONADAS [4]**



FONTE: CBCA.

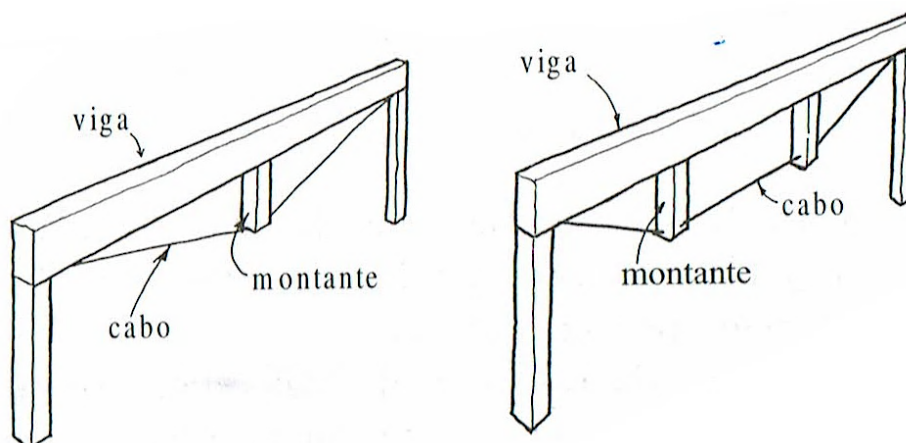
### 1.1. MODELO ESTRUTURAL DE VIGA VAGÃO

O modelo estrutural denominado por viga vagão é composto por um elemento horizontal de alma cheia, e por montantes e cabos. O nome tem origem pelo seu uso como elemento estrutural de reforço em vagões de trens. O objetivo é fazer com que o cabo auxilie a viga no combate aos esforços e deslocamento oriundos da flexão, possibilitando a redução da sua altura, do seu peso próprio e a sua utilização em vãos maiores.

De acordo com Rebello [7], nesta associação, a viga se comporta como um elemento contínuo, apoiado nos montantes que se apoiam no cabo, esquema apresentado na Fig. 4. O empuxo horizontal que o cabo aplica nos apoios é absorvido pela própria viga, resultando apenas em reações verticais.

A viga vagão pode ser composta por um ou mais montantes e conforme aumenta-se o número deste elemento estrutural, varia-se também a forma do cabo. Com um único montante a forma do cabo é triangular, com dois é um trapézio, tendendo no limite, com o uso de vários montantes, à forma de uma parábola, consequência do formato funicular, conforme mostrado por Lopes [5].

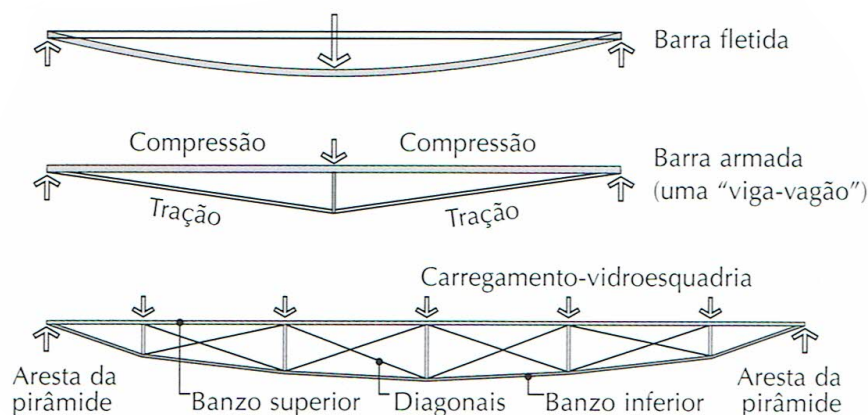
**FIGURA 4: MODELO ESTRUTURAL DE VIGA VAGÃO [7]**



**FONTE:** REBELLO, 2000.

A viga simples não possui a contribuição dos cabos como elementos tracionados, já a ausência de diagonais rígidas é o que diferencia a estrutura vagonada do modelo estrutural de treliça plana. Porém, no caso de um único montante, modelo apresentado na Fig. 5, a viga vagão se comporta de maneira semelhante a uma treliça com barra tracionada formada por cabos.

**FIGURA 5. DIFERENÇAS ENTRE OS MODELOS ESTRUTURAIS DE VIGA SIMPLES, VIGA VAGÃO E TRELIÇA [5]**



**FONTES:** LOPES ET AL, 2006.

## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1. TIPOLOGIA DA ESTRUTURA

A Figura 6 apresenta o modelo estrutural da passarela de pedestres a ser analisado, seguindo a geometria proposta no projeto vencedor do 11º Concurso para Estudantes de Arquitetura do Centro Brasileiro da Construção em Aço (CBCA), com as seguintes premissas de cálculo:

2.1.1 Tabuleiro com comprimento de 45m e largura de 10m;

2.1.2 Piso em grade metálica eletro fundida com acabamento galvanizado por imersão a quente, com superfície serrilhada e barras de ligação retorcidas, vão máximo de 1.250mm, do tipo E30A303-S4, fornecido pela empresa Metalgrade, peso próprio de 28,5 kg/m<sup>2</sup>;

2.1.3 Quatro vigas longitudinais com vão de 45m, birotuladas nos apoios das extremidades, considerados vínculos rígidos do 2º gênero, nos modelos estruturais de viga vagão com 3 montantes e treliça plana de banzos paralelos, fabricadas com perfis laminados da Gerdau com aço ASTM A572 grau 50;

2.1.4 Vigas secundárias para apoio das grades de piso do tabuleiro, dispostas transversalmente às vigas longitudinais, com vão de 3.300mm, entre os eixos 1-2 e 3-4, e de 3.400mm entre os eixos 2-3, espaçada a cada 1.125mm, fabricadas com perfis laminados da Gerdau com aço ASTM A572 grau 50;

2.1.5 Tirantes, montantes e contraventamentos com tubos estruturais de seção circular, fabricados pela Vallourec Soluções Tubulares do Brasil S/A, com o uso de aço ASTM A501 grau A;

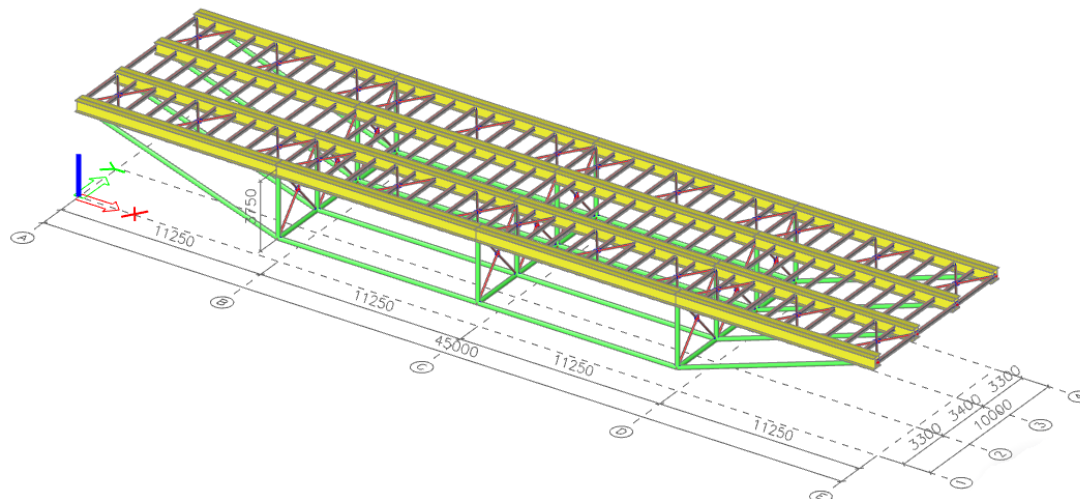
2.1.6 Ação variável decorrente do uso no valor de 5,00 kN/m<sup>2</sup>, distribuída no piso da estrutura, conforme prescrito na ABNT NBR 7188:2013 [3];

2.1.7 Será adotado, como critério de aceitação dos modelos estruturais verificados, o valor de 60% do deslocamento máximo no eixo “z” (uz), definido na Tabela C.1 do Anexo C da ABNT NBR 8800:2008 [2] para vigas de piso, como o comprimento do vão “L” dividido por 350, conforme definido na Eq. (1):



$$u_{z(Lim)} \leq 60\% \times \frac{L(\text{vão})}{350} = 60\% \times \frac{45.000\text{mm}}{350} = 77\text{mm} \quad (1)$$

**FIGURA 6.** TIPOLOGIA DA PASSARELA PROPOSTA PARA ANÁLISE DOS MODELOS ESTRUTURAIS.



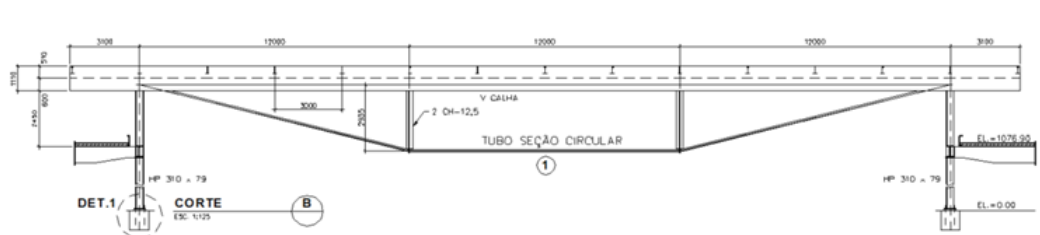
FONTE: AUTORES.

## 2.2. PRÉ-DIMENSIONAMENTO

A Figura 7 apresenta a estrutura de cobertura do pátio do Edifício Sede Nacional do Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), em Brasília (DF) [1], com duas vigas vagon longitudinalais, de 2.935mm de altura e vão principal de 36m de comprimento, utilizadas com referência de pré-dimensionamento para o estudo da passarela. As vigas vagonadas possuem a relação “ $\alpha$ ”, entre o vão “L” e a altura total “h”, no valor de 12 (doze), conforme mostrado na Eq. (2):

$$\alpha = \frac{L}{h} \therefore \alpha \geq \frac{36.000\text{mm}}{2.935\text{mm}} \cong 12 \quad (2)$$

**FIGURA 7.** PRÉ-DIMENSIONAMENTO DA VIGA VAGÃO LONGITUDINAL DA ESTRUTURA DE COBERTURA DO PÁTIO DO EDIFÍCIO SEDE DO SEBRAE EM BRASÍLIA/DF



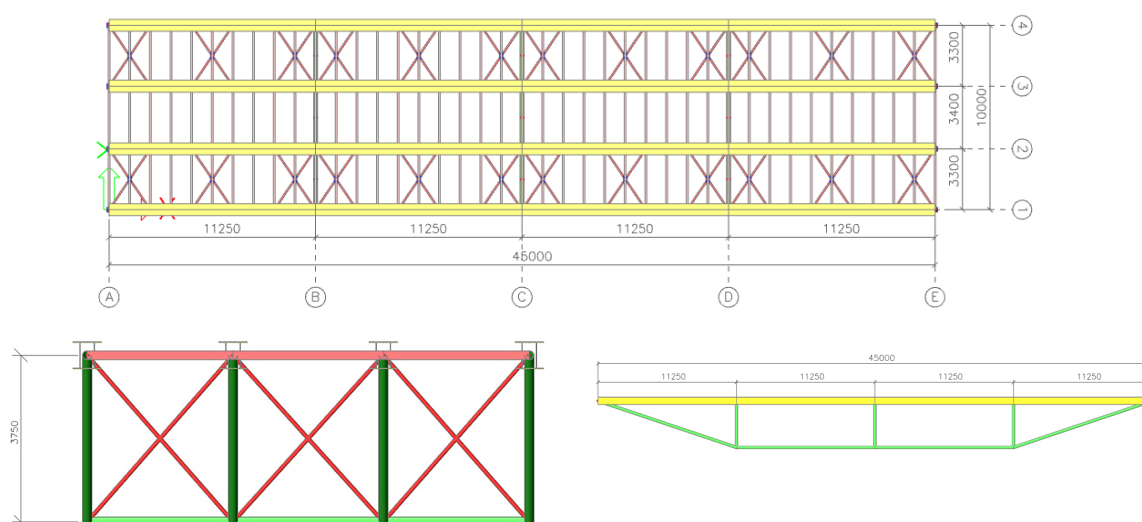
FONTE: CBCA.

### 2.3. MODELO ESTRUTURAL DE VIGA VAGÃO

O modelo foi definido utilizando 4 (quatro) vigas longitudinais com vão de 45.000mm, birotuladas nos apoios das extremidades, 3 (três) montantes localizados a cada 11.250mm e altura total de 3.750mm.

O tabuleiro, formado por vigas secundárias dispostas a cada 1.125mm, possui contraventamento horizontal a cada 2.250mm, entre os eixos 1-2 e 3-4, conforme mostrado na Fig. 8. A Vista Frontal apresenta o posicionamento do contraventamento vertical, localizado nos 3 (três) módulos transversais dos eixos B, C e D.

**FIGURA 8:** MODELO ESTRUTURAL DE VIGA VAGÃO, VISTA SUPERIOR, FRONTAL E LATERAL



Fonte: Autores.

Os grupos de perfis dimensionados no modelo de viga vagão estão descritos na Tab. 1, considerando o tipo de seção transversal, com sua massa unitária e total, o aço estrutural utilizado e o Fator de Verificação (FV), definido como a relação entre a solicitação e a resistência, estabelecido conforme as prescrições de Estados Limites Últimos da ABNT NBR 8800:2008 [2]. O valor de FV deverá ser inferior a 100%.

**TABELA 1: DESCRIÇÃO DOS GRUPOS DE PERFIS DO MODELO ESTRUTURAL DE VIGA VAGÃO**

Grupo	Nome	Seção Transversal	Massa Unit (kg/m)	Massa Total (kg/m)	% Part	Aço Estrutural	FV
1	Viga Principal	2x W610x155	311,0	55.981,1	68%	ASTM A572-50	34%
2	Montante	Tubo $\Phi 219,1 \times 12,5$	63,7	16.547,2	20%	ASTM A501	63%
3	Tirante	Tubo $\Phi 219,1 \times 12,5$	63,7			ASTM A501	85%
4	Contraventamento	Tubo $\Phi 88,9 \times 5,6$	11,5	3.243,8	4%	ASTM A501	47%
5	Viga Secundária	W200x15	15,2	6.248,0	8%	ASTM A572-50	64%
Total				82.020 kg	100%		
Taxa por área de tabuleiro				182 kg/m <sup>2</sup>			

FORTE: AUTOR, 2019.

O deslocamento máximo no modelo de viga vagão, considerado no eixo "z" (uz) em uma combinação frequente de Estados Limites de Serviço, foi de -75,8mm, conforme mostrado na Fig. 9, correspondendo a 98% do valor máximo e a massa total de 82.020 kg, equivalente a taxa por área de tabuleiro no valor de 182 kg/m<sup>2</sup>.

O dimensionamento foi determinado, predominantemente, pela verificação dos Estados Limites de Serviços (ELS), referente ao deslocamento dos elementos estruturais, obtidos a partir de uma combinação do tipo Frequente.

O modelo estrutural apresentou um fator de verificação (FV) médio, analisado conforme os Estados Limites Últimos estabelecidos na ABNT:NBR 8800:2008 [2], inferior a 59%, porém, a flecha atingiu 98% do limite estabelecido no estudo.

**FIGURA 9: DESLOCAMENTO MÁXIMO NO EIXO "z"**

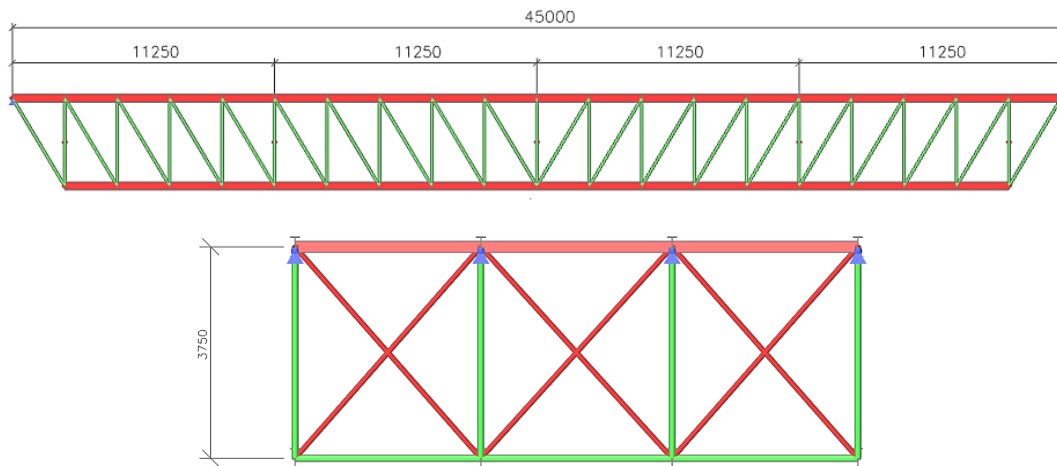
FORTE: AUTOR, 2019.

#### 2.4. MODELO ESTRUTURAL DE TRELIÇA PLANA DE BANZOS PARALELOS

O modelo foi definido utilizando 4 (quatro) treliças longitudinais com vão de 45.000mm, birotuladas nos apoios das extremidades, do tipo Pratt com banzos paralelos e altura total de 3.750mm.

Os banzos superiores e inferiores da treliça foram projetados com perfis laminados tipo W da Gerdau, as diagonais e montantes com perfil tubular de seção circular, conforme desenho mostrado na Fig. 10.

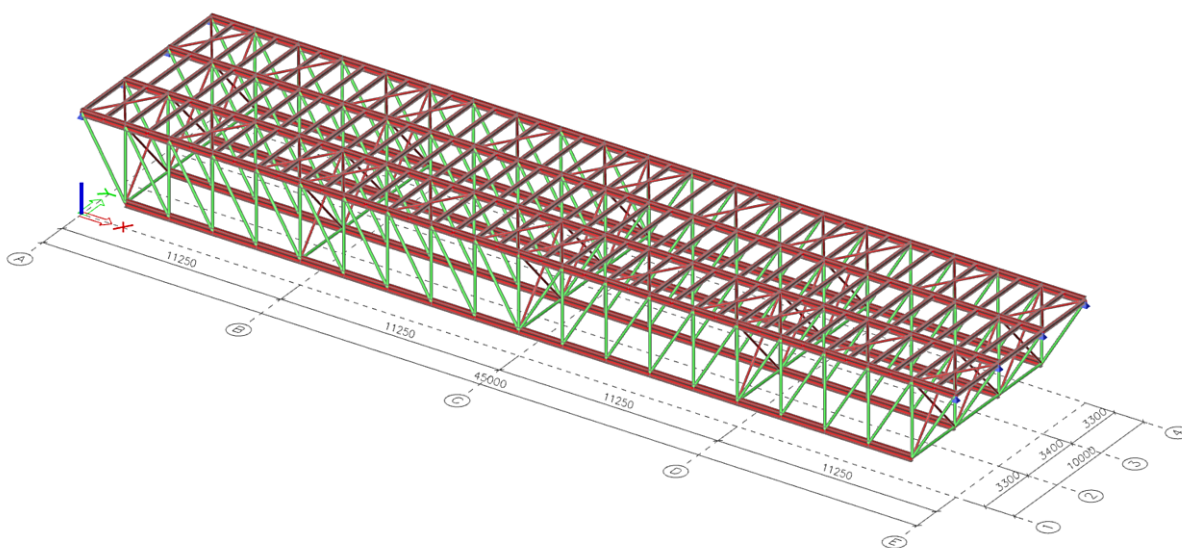
**FIGURA 10:** MODELO ESTRUTURAL DE TRELIÇA PLANA: VISTA FRONTAL E LATERAL

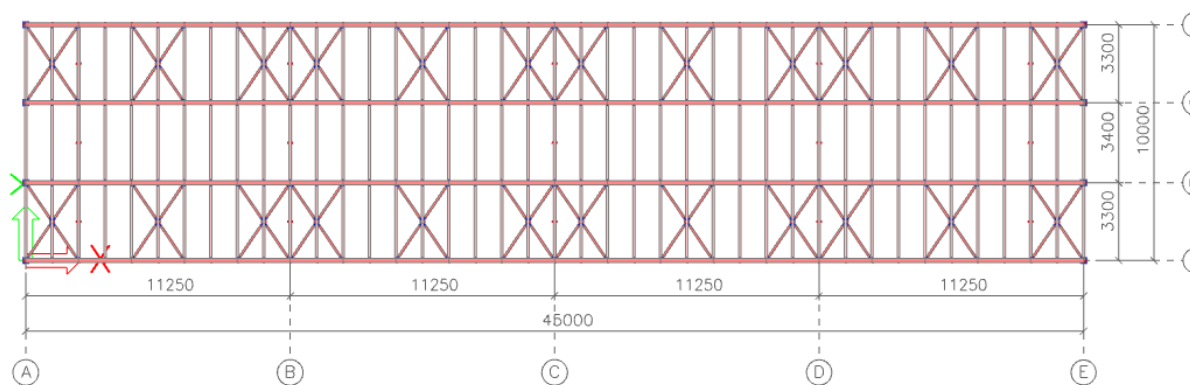


**FONTE:** AUTOR, 2019.

A Figura 11 apresenta o tabuleiro, mantido com as mesmas vigas secundárias dispostas a cada 1.125mm e contraventamento horizontal a cada 2.250mm. Os banzos da treliça, devido ao apoio fora dos nós das vigas secundárias, ficará submetido a esforços de flexão composta.

**FIGURA 11:** MODELO ESTRUTURAL DE TRELIÇA PLANA COM BANZOS PARALELOS, TIPO PRATT, PERSPECTIVA E VISTA SUPERIOR





FONTE: AUTOR, 2019.

Os grupos de perfis dimensionados no modelo de treliça plana de banzos paralelos estão descritos na Tab. 2, considerando o tipo de seção transversal, com sua massa unitária e total, o aço estrutural utilizado e o Fator de Verificação (FV), definido como a relação entre a solicitação e a resistência, estabelecido conforme as prescrições de Estados Limites Últimos da ABNT NBR 8800:2008 [2]. O valor de FV deverá ser inferior a 100%.

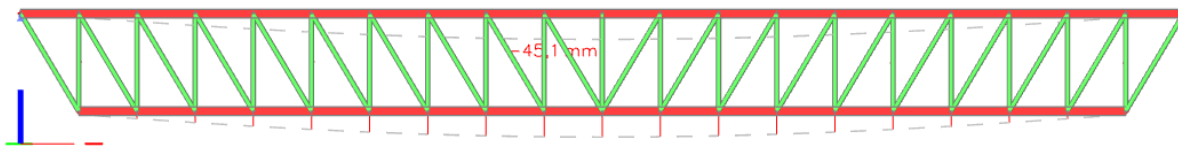
**TABELA 2:** DESCRIÇÃO DOS GRUPOS DE PERFIS DO MODELO ESTRUTURAL DE TRELIÇA PLANA, DIVIDIDOS EM BANZOS, DIAGONAL, MONTANTE, CONTRAVENTAMENTO E VIGA SECUNDÁRIA

Grupo	Nome	Seção Transversal	Massa Unit (kg/m)	Massa Total (kg/m)	% Part	Aço Estrutural	FV
1	Banzo Superior	W360x64	64,1	21.921,0	43%	ASTM A572-50	76%
2	Banzo Inferior	W360x64	64,1			ASTM A501	85%
3	Diagonal	Tubo $\Phi 168,3 \times 7,1$	28,2	19.326,5	38%	ASTM A501	74%
4	Montante	Tubo $\Phi 168,3 \times 7,1$	28,2			ASTM A501	83%
5	Contraventamento	Tubo $\Phi 88,9 \times 5,6$	11,5	3.936,3	8%	ASTM A501	47%
6	Viga Secundária	W200x15	15,2	6.248,0	12%	ASTM A572-50	64%
Total				51.432 kg	100%		
Taxa por área de tabuleiro				114 kg/m <sup>2</sup>			

FONTE: AUTOR, 2019

O deslocamento máximo no modelo de treliça plana de banzos paralelos, considerado no eixo “z” (uz) em uma combinação frequente de Estados Limites de Serviço, foi de -45,1mm, conforme mostrado na Fig. 12, correspondendo a 35% do valor máximo e a massa total de 51.432 kg, equivalente a taxa por área de tabuleiro no valor de 114 kg/m<sup>2</sup>.

O dimensionamento foi determinado, predominantemente, pela verificação dos Estados Limites Últimos (ELU) dos elementos estruturais, com fator de verificação (FV) médio de 72% e flecha de 58% do valor máximo estabelecido no estudo.

**FIGURA 12:** DESLOCAMENTO MÁXIMO NO EIXO "z"

FONTE: AUTOR, 2019.

### 3. ANÁLISE E CONCLUSÕES

O modelo estrutural da passarela, proposto pelos autores do projeto, vencedores do 11º Concurso para Estudantes de Arquitetura do Centro Brasileiro da Construção em Aço (CBCA), com o uso de vigas longitudinais vagonadas, quando comparado com uma solução em treliça plana, demonstrou um pior desempenho em relação aos parâmetros analisados no estudo: taxa de consumo de aço por área de tabuleiro e deslocamento vertical máximo "uz" do conjunto.

Observou-se no modelo de viga vagonada a influência maior do Estado Limite de Serviço no dimensionamento das peças da passarela e do Estado Limite Último na opção de vigas treliçadas planas.

A estrutura metálica da solução com treliças planas para a passarela de pedestres apresentou peso próprio de 51.432 kg, aproximadamente 63% do valor obtido na opção de vigas vagonadas, com 82.020 kg. O deslocamento máximo da solução treliçada, na combinação do tipo Frequente, também teve um resultado inferior, sendo obtido o valor de 45mm, cerca de 59% do alcançado na opção de vigas vagonadas, com 76mm.

Não foram quantificados os valores referentes aos custos de fabricação, transporte e montagem de cada solução analisada, percebe-se, contudo, que a solução de vigas longitudinais vagonadas, por apresentar uma menor quantidade de elementos componentes, sugere uma maior facilidade de fabricação do conjunto, indicador não analisado no estudo e que deve ser considerado na definição do modelo estrutural.

A solução vagonada, por ter menos componentes, apresenta também uma menor quantidade de conexões, sugerindo uma montagem mais rápida da estrutura e acessos mais fáceis a eventuais serviços de manutenção dos elementos de ligação.



Além disso, por ser uma opção mais permeável que a solução com uso de treliças planas, o modelo de vigas vagonada, parece ser mais adequada à intenção do projeto de adequar a edificação com a topografia existente do terreno, em respeito ao meio ambiente e sem descaracterizar a região de implantação.

Assim, a solução mais adequada de um modelo estrutural está relacionada com o peso da estrutura e o seu desempenho quanto aos Estados Limites Últimos e de Serviço, porém, no caso de estruturas pré-fabricadas devem ser incluídas, necessariamente, as variáveis relacionadas com a fabricação, o transporte e a montagem das peças. A facilidade relacionada à manutenção também deve ser considerada e quantificada na durabilidade da estrutura durante a sua vida útil.

E, dentre os demais indicadores objetivos, deve-se ponderar a melhor compatibilização da proposta estrutural com a intenção do projeto do projeto arquitetônico, tornando a decisão por vigas vagonadas possível e mais adequada.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Arquitetura & Aço. Rio de Janeiro: CBCA, Nº 28, 1 nov. 2011.
- [2] **Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 8800:** Projeto de estrutura de aço e de estrutura mista de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro, 2008.
- [3] **Associação Brasileira de Normas Técnicas.** NBR 7188: carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas. Rio de Janeiro, 2013.
- [4] **CBCA – Centro Brasileiro da Construção em Aço.** Disponível em <[http://www.cbca-acobrasil.org.br/arquitetura\\_2018/vencedores.php](http://www.cbca-acobrasil.org.br/arquitetura_2018/vencedores.php)>. Acesso em: 17 de abril de 2019.
- [5] Lopes, João Marcos; Bogéa, Marta; Rebello, Yopanan Conrado Pereira. **Arquiteturas da engenharia, ou, Engenharias da arquitetura.** São Paulo: Mandarin, 2006.
- [6] **Nemetschek Group.** Disponível em <<https://www.scia.net/pt/software>>. Acesso em: 17 de abril de 2019.
- [7] Rebello, Yopanan Conrado Pereira. **A concepção estrutural e a arquitetura.** São Paulo: Zigurate Editora, 2000.
- [8] **Stabile Engenharia Ltda.** Disponível em <<http://www.stabile.com.br/index-programas.php>>. Acesso em: 17 de abril de 2019.

# RESUMO SOBRE OS



# AUTORES

**Daniel Nelson Maciel**

[dnmaciel@ect.ufrn.br](mailto:dnmaciel@ect.ufrn.br)

É graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2000), com mestrado em Engenharia Civil e ênfase em Engenharia de Estruturas, pela Universidade de São Paulo (2003). Doutorado na mesma área pela Universidade de São Paulo (2008), tendo realizado estágio doutoral na Universidade de Cambridge, no Reino Unido. Possui experiência como engenheiro de Estruturas Aeronáuticas (Stress Engineer), tendo trabalhado nas empresas Akaer Engenharia, Aernnova Engineering e Boeing Company. Atualmente, é Professor Associado na Escola de Ciências e Tecnologia da UFRN e Professor permanente do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil (PEC) da UFRN. Suas áreas de interesse incluem formulações não lineares no Método dos Elementos Finitos, Análise Dinâmica de Estruturas, Termomecânica e Hiperelasticidade.

**Eduardo Bicudo de Castro Azambuja**

[ebcazambuja@azmb.com.br](mailto:ebcazambuja@azmb.com.br)

É graduado em Engenharia Civil pela Universidade de Brasília (UnB) em 1991, com especializações em Tecnologia para Uso do Aço pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Gestão Empresarial pelo UniCEUB, e Avaliações e Perícias em Engenharia pelo Instituto de Educação Tecnológica De Luca Daher. Possui também mestrado em Tecnologia pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (FAU-UnB). Possui experiência na área de Engenharia Civil, com foco em Estruturas Metálicas e Concreto Armado, atuando em projetos, reforço e recuperação estrutural. Atualmente, é professor no Instituto de Pós-graduação (IPOG).

**Eduardo Valeriano Alves**

[eduardovalerianoalves@gmail.com](mailto:eduardovalerianoalves@gmail.com)

Graduado em Engenharia Civil com ênfase em Estruturas pela UERJ (1983), possui Mestrado em Engenharia Civil com especialização em Estruturas pela COPPE/UFRJ (1994) e Doutorado em Engenharia Civil pela UFF (2009). Atualmente, é Professor Associado no Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal Fluminense (UFF). Com vasta experiência na área de Estruturas, sua atuação concentra-se em projetos, construção e reabilitação de pontes e viadutos, com especial destaque para a utilização de concreto protendido.

**Fernanda Karen Melo da Costa**

[fernandakmcosta@gmail.com](mailto:fernandakmcosta@gmail.com)

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2018), mestrado em Engenharia Civil pela mesma instituição (2021), além de formação técnica em Tecnologia da Informação com ênfase em Informática para Internet (2013) e em Edificações (2013), ambos pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte e Instituto Federal do Rio Grande do Norte, respectivamente. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com foco em Estruturas, atuando principalmente nos seguintes temas: pontes de concreto, fator de distribuição de cargas, alargamento de pontes, e Método dos Elementos Finitos (MEF).

**Flávia Moll de Souza Judice**

[flaviamoll@poli.ufrj.br](mailto:flaviamoll@poli.ufrj.br)

É graduada em Engenharia Civil pela Universidade Federal Fluminense (1994), com mestrado (1998) e doutorado (2002) em Engenharia Civil pela COPPE/UFRJ. Desde 2006, atua como professora no Departamento de Estruturas (DES) da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Sua experiência é voltada para a área de Engenharia Civil, com ênfase em Estruturas de Concreto, trabalhando especialmente com concreto armado e protendido, pontes e pré-fabricados. Atualmente, exerce o cargo de Chefe do Departamento de Estruturas (DES) e é Representante Titular no Conselho de Ensino de Graduação (CEG) da UFRJ.

**Gláucyo Santos**

[glaucyo.santos@gmail.com](mailto:glaucyo.santos@gmail.com)

É graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Uberlândia (1993) e possui mestrado em Estruturas e Construção Civil pela Universidade de Brasília (2003). Possui experiência na área de Engenharia Civil, com foco em Métodos Numéricos, e trabalha principalmente com os temas de software educativo, ensino de engenharia, elementos finitos e método das forças. Também atua na elaboração de projetos e reforços em estruturas metálicas, concreto armado e protendido, voltados para obras de infraestrutura e edificações.

### **Iberê Pinheiro de Oliveira**

[iberep@gmail.com](mailto:iberep@gmail.com)

Graduado em Engenharia Civil pela UFMG (1995), com mestrado (2019) e doutorado (2023) em Arquitetura na área de Tecnologia, Ambiente e Sustentabilidade pela PPGFAU/UnB, com publicações focadas no ciclo de vida dos imóveis, mecanismos de degradação, desempenho, obsolescência e depreciação. Pós-graduado em Auditoria, Avaliações e Perícias pelo IPOG e em Projeto, Execução e Manutenção de Edificações pelo UniCEUB. É membro efetivo e revisor da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), participando da elaboração de normas como a ABNT NBR 14653 (Avaliação de bens), ABNT NBR 6118 (Projeto de estrutura de concreto) e ABNT NBR 15200 (Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio), entre outras. Atuou como Vice-Presidente do IBAPE/DF, é filiado ao ICOMOS-DF e pesquisador do Laboratório do Ambiente Construído (LabRAC). Com experiência em diversas áreas da construção civil, já inspecionou mais de 1.000.000 metros quadrados, e trabalhou com projetos e cálculos estruturais em concreto, madeira e aço, além de execução de obras. É autor do livro 'Como Cuidar do Seu Imóvel'.

### **João da Costa Pantoja**

[joaocpantoja@gmail.com](mailto:joaocpantoja@gmail.com)

Graduado em Engenharia Civil pela Universidade de Brasília (1991), com mestrado em Estruturas e Construção Civil pela mesma instituição (2003) e doutorado em Estruturas pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC) (2012), tendo realizado estágio doutoral na University of Illinois at Urbana-Champaign, IL, Estados Unidos. Completou o pós-doutorado na Universidade do Porto - FEUP (2018). Desde agosto de 2014, é Professor Adjunto do Departamento de Tecnologia na área de Estruturas da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. Sua atuação acadêmica inclui especialização em modelos numéricos aplicados a estruturas, patologia das estruturas, inspeções especializadas, reabilitação estrutural para conservação patrimonial, modelos multicritérios para avaliação de imóveis urbanos e bens singulares, e modelos para certificação de empreendimentos. Na área profissional, foi responsável pela implementação do processo AGÊNCIA 93 nas agências bancárias do centro-oeste, nordeste e norte do Brasil pelo grupo ITAÚ, realizando inspeções preliminares, execução de planilhas de serviços, fiscalização e gerenciamento de obras de 1992 a 1995. Coordenou projetos para a implantação do trecho subterrâneo do METRO/DF na Asa Sul, incluindo oito estações enterradas e a execução completa do túnel em Brasília/DF, de 1996 a 2000. Acumulou aproximadamente 200 anotações de responsabilidade técnica (ARTs) relativas a consultoria técnica, execução e gerenciamento de obras, projetos civis em edificações, laudos

técnicos, pareceres e perícias entre 1992 e 2022. É coordenador do Laboratório de Reabilitação do Ambiente Construído (LabRAC) da Universidade de Brasília e tem coordenado diversos projetos de pesquisa nas áreas de Arquitetura e Engenharia focados na reabilitação de edificações.

**Joel Araújo do Nascimento Neto**

[joel.neto@ufrn.br](mailto:joel.neto@ufrn.br)

É graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba (1996), com mestrado (1999) e doutorado (2003) em Engenharia Civil com ênfase em Estruturas, ambos pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. Atualmente, é Professor Titular do Departamento de Engenharia Civil e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PEC/UFRN). Possui experiência na área de Engenharia Civil com foco em Estruturas de Concreto e Alvenaria, trabalhando principalmente com modelagem de edifícios, alvenaria estrutural, painéis de contraventamento e interação parede-viga.

**José Neres da Silva Filho**

[jneres@ect.ufrn.br](mailto:jneres@ect.ufrn.br)

É graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) (1996), com mestrado (2000) e doutorado (2005) em Estruturas e Construção Civil pela Universidade de Brasília (UnB), tendo realizado parte do doutorado na North Carolina State University (NCSU), EUA (2002/2004). Possui também MBA Executivo em Gerência e Controle de Projetos pela Universidade Gama Filho (UGF) (2007). Atuou como consultor do DNIT em Obras de Arte Especiais, incluindo pontes, estruturas de contenção e viadutos. Foi Professor Adjunto e Diretor de Planejamento e Infraestrutura na Universidade Federal de Roraima (UFRR), onde coordenou o planejamento e a construção das obras de Reestruturação Universitária (REUNI) e presidiu várias comissões de licitações (CPL-UFRR). Também foi consultor do Conselho de Trânsito do Estado de Roraima (CETRA-RR). Foi Professor Adjunto na Escola de Ciências e Tecnologia da UFRN e, atualmente, é Professor Associado no Departamento de Engenharia Civil e na Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFRN. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Planejamento e Controle de Obras, Licitação de Obras Públicas, Estruturas de Concreto Armado e Protendido, Patologia das Estruturas, Projeto de Edifícios, Estruturas de Madeira, Projeto, Recuperação e Reforço de Estruturas, Interação Solo-Estruturas, Aerogeradores Onshore, Pontes em Concreto Armado e Protendido, e Modelagem de Estruturas.



**Karen Andreza Marcelino**  
[karen.marcelino.106@ufrn.edu.br](mailto:karen.marcelino.106@ufrn.edu.br)

É doutoranda no Departamento de Engenharia Civil, de Construção e Ambiental (CCEE) da North Carolina State University (NCSU). Possui curso técnico em Geologia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), onde teve bolsa de Iniciação Científica do CNPq, e mestrado em Engenharia Civil e Ambiental pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da UFRN (PPCivAm/UFRN), com ênfase em Estruturas e bolsa de mestrado CAPES/DS. Tem interesse na área de Estruturas de Concreto e participou de projetos de pesquisa em Geotecnia.

**Luiz Carlos de Almeida**  
[luish.pinheiro@hotmail.com](mailto:luish.pinheiro@hotmail.com)

É engenheiro Civil formado em 1978, com mestrado (2001) e doutorado (2006) em Engenharia Civil com ênfase em Estruturas pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Completou dois pós-doutorados na Universidad Castilla-La Mancha, em 2008 e 2016. Desde 1978, é Professor Associado I (MS-5.1) em Regime de Dedicção Integral à Docência e à Pesquisa (RDIDP) na Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FECFAU) da UNICAMP. Leciona no curso de Graduação em Engenharia Civil, no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e no curso de Formação de Especialista em Estruturas de Concreto Armado. Foi Vice-Prefeito da Cidade Universitária Zeferino Vaz da UNICAMP, Chefe do Departamento de Estruturas da FEC/UNICAMP e Coordenador do Curso de Graduação em Engenharia Civil. Também coordenou o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil de 2018 a 2021 e atualmente é Coordenador do Curso de Formação de Especialista em Projetos de Estruturas de Concreto Armado. Sua experiência na área de Engenharia Civil é focada em Estruturas de Concreto Armado, com ênfase em análise estrutural, diagnóstico estrutural, patologias das estruturas de concreto armado, análise inversa e monitoração estrutural.

**Leandro Mouta Trautwein**  
[leandromt@unicamp.br](mailto:leandromt@unicamp.br)

Possui graduação em Engenharia Civil pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (1998), mestrado em Estruturas e Construção Civil pela Universidade de Brasília (2001) e doutorado em Engenharia Civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (2006). Obteve o título de Livre Docência em 2021 pela UNICAMP. Atualmente é professor Associado da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Análise Estrutural, atuando

principalmente nos seguintes temas: concreto armado e protendido, modelagem computacional via método dos elementos finitos, análise experimental de estruturas e monitoração de estruturas. É líder do grupo de pesquisa GMAE/Unicamp (Grupo de Monitoração e Análise Numérica de Estruturas) e do Laboratório de Modelagem Estrutural e Monitoração. Foi agraciado com o prêmio de Melhor de Tese de Doutorado em Estruturas no ano de 2008, em concurso promovido pelo Instituto Brasileiro do Concreto. Foi coordenador do Comitê Científico do Congresso Brasileiro do Concreto, por 4 anos. É membro atuante de diversas Comissões de Estudo da ABNT e do IABMAS (International Association for Bridge Maintenance and Safety) e do Instituto Brasileiro do Concreto - IBRACON. Autor de trabalhos e artigos técnico-científicos publicados em congressos, nacionais e internacionais e em periódicos indexados.

**Leonardo da Silveira Pirillo Inojosa**

[leonardo@inojosa.com.br](mailto:leonardo@inojosa.com.br)

É graduado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo (2003), com mestrado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de Brasília (2010) e doutorado pela Universidade de Brasília (2019) e Especialização Master em Estruturas de Edificações pela Universitat de Barcelona (2022). Atuou como chefe do Departamento de Edificações - DEDI, da NOVACAP - Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil (2015-2017) e como Diretor do CEPLAN - Centro de Planejamento Oscar Niemeyer - UnB (2020-2021). Tem experiência acadêmica em Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, com ênfase em Tecnologia da Arquitetura, Estruturas e Representação Gráfica, atuando principalmente nos seguintes temas: arquitetura, projeto, sistema estrutural, estrutura de concreto, desenho técnico e BIM - Building Information Modeling. Atualmente é professor do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília (FT-UnB).

**Luís Henrique Bueno Pinheiro**

[luish.pinheiro@hotmail.com](mailto:luish.pinheiro@hotmail.com)

É engenheiro Civil pela Unesp de Ilha Solteira, Mestre em Engenharia Civil, na área de Estruturas e Geotécnica pela Unicamp, Diretor na Arcoponte Consultoria e Projetos Ltda. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Engenharia de Estruturas, atuando principalmente nos seguintes temas: Consultoria técnica de estruturas de concreto armado, protendido, metálicas e madeiras, incluindo a interação com o solo; Inspeção, investigação, testes, avaliação do quadro patológico das estruturas e Terapia de estruturas. Cálculo Estrutural: Dimensionamentos, cálculos estruturais e elaboração de projetos estruturais básicos e executivos de obras de arte especiais, estações

ferroviárias e metroviárias, obras enterradas, portos, dentre outras obras de infraestrutura e de edificações, industriais e residenciais; Análise estrutural quanto à capacidade portante de pontes e viadutos; Estudo de Viabilização de Transporte de Cargas; Reforço de pontes e outras estruturas por várias técnicas, dentre elas Protensão Externa e Fibras de Carbono; Estruturas mistas de madeira e concreto; Uso de cálculo pelo Método dos Elementos Finitos; Ensaio e Testes Estruturais: Provas de carga; Instrumentação de estruturas; Avaliação de dados aquiridos; Ensaio destrutivo e não destrutivo em estruturas metálicas, madeiras, concreto armado e protendido; Testes e provas de carga em solos, estruturas de fundação e estruturas enterradas; Demais: Desenvolvimento de projeto estrutural de edificações comerciais e residenciais multifamiliares (conjuntos residenciais); Desenho técnico 2D e 3D em softwares CAD, como AutoCAD e ArchiCAD (plataforma BIM). Projetos de estruturas e fundação.

**Márcio Augusto Roma Buzar**  
[marcio.buzar@gmail.com](mailto:marcio.buzar@gmail.com)

É graduado em Engenharia Civil pela Universidade Estadual do Maranhão (1994), com mestrado (1996) e doutorado (2004) em Estruturas e Construção Civil pela Universidade de Brasília (UnB). É Professor Associado na UnB, onde coordenou o Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura (PPG-FAU-UnB) de 2013 a 2015. Tem ampla experiência em Engenharia Civil, com destaque para projetos de Segurança Estrutural e participação no Projeto REUNI, no qual projetou e coordenou mais de 250 mil m<sup>2</sup> nos campi da UnB. Desde 2005, leciona no Programa de Pós-Graduação da FAU-UnB nas áreas de Tecnologia, Ambiente e Sustentabilidade, e sistemas estruturais. É coordenador da Linha de Pesquisa Estrutura e Arquitetura e ministra a disciplina Patologia das Construções na Pós-Graduação. Colabora com a Defesa Civil e o Corpo de Bombeiros do DF, com foco em monitoramento de áreas de risco. Suas pesquisas incluem a reabilitação de Obras de Arte Especial (OAEs) e o estudo de novos materiais como concreto translúcido, leve e colorido, além do uso de resíduos da construção (RCD) e EPS. Investiga a integração entre projetos estruturais e arquitetônicos e estuda a estruturação das obras de Oscar Niemeyer. Recentemente, tem se dedicado à sustentabilidade na construção e à computação gráfica aplicada às estruturas. Com formação em mecânica das estruturas, atua principalmente em análise estrutural de edifícios, análise plástica limite e métodos dos elementos finitos. Foi Diretor do Departamento de Estradas e Rodagens do Distrito Federal (DER-DF) em 2018, coordenando a reabilitação do Viaduto do Eixo Rodoviário Sul (Eixão) e a construção da Saída Norte de Brasília, que inclui mais de 27 viadutos e pontes. Também propôs metodologias para a análise de OAEs, auxiliando na recuperação de patrimônio moderno. Atuou como Diretor de Edificações da NOVACAP (2015-2017), coordenando centenas de obras públicas em Brasília.

Foi agraciado com a Medalha da Defesa Civil do Distrito Federal, o Título de Comendador do Corpo de Bombeiros do DF e a Medalha Mérito Segurança Pública da Secretaria de Estado de Segurança Pública do DF. Atualmente, realiza pós-doutorado na FEUP, Universidade do Porto, Portugal, sob a orientação do Professor Catedrático Humberto Varum.

**Marcos Henrique Ritter de Gregório**

[marcos@ritter.arq.br](mailto:marcos@ritter.arq.br)

MESTRE em Tecnologia pelo Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (UnB - 2010). PROFESSOR da Faculdade de Tecnologia do Centro Universitário de Brasília - CEUB. Sócio das empresas "Construtora Ritter", "Victum Manutenção Predial" e "AlugaDF". CONSULTOR da "Projetos Consultoria Integrada" na área de edificações. Possui graduação em ARQUITETURA E URBANISMO pelo Centro Universitário de Brasília (UniCEUB - 2006). Concluiu 50% do curso de graduação em ENGENHARIA CIVIL da Universidade de Brasília (UnB - 1998-2001).

**Mayra Soares Pereira Lima Perlingeiro**

[mayraperlingeiro@id.uff.br](mailto:mayraperlingeiro@id.uff.br)

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal Fluminense (UFF), com mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal Fluminense (UFRJ) e doutorado em Engenharia Civil pela UFRJ. É professora associada DE, com atuação nos cursos de graduação e de pós-graduação em Engenharia Civil da UFF, vice-coordenadora do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da UFF desde 2021; Editor-chefe da Revista Científica Engevista desde 2023; professora colaboradora na Escola Politécnica da UFRJ. Participou do Comitê da ABNT/CEE-231 no Projeto de Revisão ABNT NBR 7187:2021 e ABNT NBR 6118:2023. Diretora técnica do IBRACON da Regional Rio de Janeiro biênio 2021-2023 e 2023-2025. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Estruturas de Concreto, atuando principalmente nos seguintes temas: projetos de engenharia, análise estrutural, concreto armado, concreto protendido, concretos especiais, reforço estrutural e pontes. Coordenou projeto sobre Comportamento de Elementos Estruturais em Concreto Armado e Protendido na UFF. Suas publicações têm como foco temas relacionados ao comportamento de elementos estruturais em concreto armado e protendido, reforço com materiais compósitos de resina e fibras em elementos estruturais de concreto e dimensionamento de pontes. É membro do projeto de pesquisa Metodologias e Processos Inovadores com Foco na Redução de Patologias e Melhoria do Desempenho dos Materiais de Construção cadastrado na plataforma Sucupira.

**Naiara Guimarães de Oliveira Porto**

[naiara.porto@aluno.unb.br](mailto:naiara.porto@aluno.unb.br)

Doutoranda na área de Tecnologia, Ambiente e Sustentabilidade, pelo Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, financiada, parcialmente, pela FAP/DF. Possui mestrado em Reabilitação Estrutural de Edifícios pela Universidade de Coimbra (2020). Especialização em Reabilitação Ambiental e Sustentável Arquitetônica e Urbanística (em andamento). Graduação em Engenharia Civil pelo Centro Universitário de Brasília (2016). Atua na área de engenharia civil, com ênfase em análise e reabilitação estrutural, patologias das estruturas e engenharia diagnóstica, com a realização de perícias, inspeções especializadas e elaboração de laudos e projetos. Realizou trabalhos e publicações relacionados aos estudos de concreto armado, metodologias de análise de danos em edificações e em patrimônios culturais. Atualmente faz parte como pesquisadora colaboradora do Laboratório de Reabilitação do Ambiente Construído (LabRAC) da Universidade de Brasília.

**Olímpia Loures Vale Pujatti**

[olimpia.ufop@gmail.com](mailto:olimpia.ufop@gmail.com)

Mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2020), MBA em Gerenciamento de Projetos pela FGV (2015) e Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Ouro Preto (2010). Trabalhou durante 6 anos na área de planejamento e qualidade em obra de construção de estação metroviária. Atualmente é professora do curso de Engenharia Civil na Universidade Potiguar.

**Patrícia Caroline Souza da Rocha Vieira**

[patriciavieira88@yahoo.com.br](mailto:patriciavieira88@yahoo.com.br)

Engenheira civil formada desde 2016; pós graduada em Auditoria, Avaliações e Perícias de Engenharia em 2019; pós graduada em Construções Sustentáveis e Ecurbanismo em 2020; Pós graduada em Patologia das construções em 2021; Pós graduanda em BIM Management; Atualmente trabalhando com obras de pequeno e médio porte em concreto armado e estrutura metálica; Obras executadas e serviços executados: Galpões em estrutura metálica Prédio em estrutura mista (concreto armado e estrutura metálica) Prédio residencial em concreto armado Laudos técnicos Serviços de manutenção predial.

**Paulo Robert Santos Machado**

[robertsm@gmail.com](mailto:robertsm@gmail.com)

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Paulista (2010) e Mestrado em Arquitetura e Urbanismo pela universidade de Brasília (2024). Atualmente é analista de gestão e fiscalização rodoviária - Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Engenharia Rodoviária, Projetos e Construções.

**Ramon Saleno Yure Rubim Costa Silva**

[salenojure@hotmail.com](mailto:salenojure@hotmail.com)

Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Estadual do Maranhão (2009), com Mestrado e Doutorado em Estruturas e Construção Civil pela Universidade de Brasília. Trabalhou como Gerente de Projetos na VALEC por 8 anos. Atualmente, é Professor Adjunto no curso de Engenharia Civil da Universidade de Brasília (UnB), onde leciona Mecânica dos Sólidos, Teoria das Estruturas e Projeto de Pontes. É membro do Comitê Brasileiro de Normalização Metroferroviário (CB-06) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e participou de 18 congressos e seminários científicos no Brasil e no exterior. Atua como revisor para revistas como a Revista IBRACON de Estruturas e Materiais (RIEM), Applied Mathematical Modelling e Frattura ed Integrità Strutturale. Tem experiência em Engenharia Civil com ênfase em Estruturas Metálicas, Ferrovias, Dinâmica, Estruturas de Concreto, Pontes, Problemas Inversos e BIM. É membro do IABMAS (International Association for Bridge Maintenance and Safety) e do IBRACON (Instituto Brasileiro do Concreto). É autor de artigos e periódicos científicos apresentados em congressos nacionais e internacionais.

**Ricardo Valeriano**

[eduardovalerianoalves@gmail.com](mailto:eduardovalerianoalves@gmail.com)

Professor associado da Escola Politécnica da UFRJ. Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal Fluminense (1985). Possui Mestrado (1989) e doutorado (1995) em Engenharia Civil pela COPPE/UFRJ no programa de Estruturas. Atuação em Mecânica das Estruturas, Pontes, Concreto Protendido e Estabilidade Elástica.

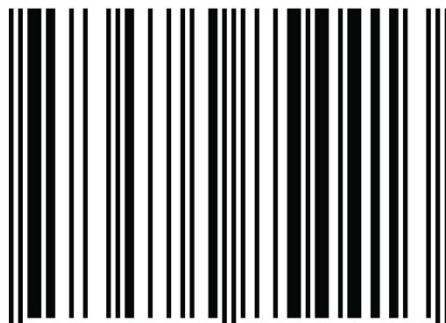


**Rodrigo Barros**  
[barrosrn@ufrn.edu.br](mailto:barrosrn@ufrn.edu.br)

Possui Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2006), Mestrado em Engenharia Civil (Engenharia de Estruturas) pela Universidade de São Paulo (2009) e Doutorado em Engenharia Civil (Engenharia de Estruturas) pela mesma instituição. Foi bolsista da CAPES e do CNPq durante o Mestrado e o Doutorado no Departamento de Engenharia de Estruturas da Escola de Engenharia de São Carlos. Atualmente é Professor Adjunto IV da Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Projetos de Estruturas e Projetos de Fundação. Foi professor do curso de Engenharia Civil das Faculdades Integradas de Araraquara, do curso de Especialização em Engenharia de Estruturas da UNILINS e do curso Especialização em Estruturas de Concreto e Fundações do INBEC - Instituto Brasileiro de Educação Continuada até o ano de 2013. Como pesquisador, atua principalmente nos seguintes temas: modelo de Bielas e Tirantes, Fundações, Bloco sobre estacas e Modelos de Cálculo para Força Cortante.

ISBN: 978-65-84854-41-3

**CR**



9 786584 854413