

# ANÁLISE NUMÉRICA DA INFLUÊNCIA DO MÓDULO DE ELASTICIDADE DO CONCRETO NA RIGIDEZ DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO COM BARRAS DE GFRP

Guilherme Francyan Teixeira Alves (Universidade Federal de Rondônia). E-mail: guilhermefrancyan@gmail.com

Victória Geovana Hollanda do Amaral (Universidade Federal de Rondônia). E-mail: victoriahollanda17@gmail.com

Pedro Ignácio Lima Gadêlha Jardim (Universidade Federal de Rondônia). E-mail: eng.pedrojardim@gmail.com

Diego Henrique de Almeida (Universidade Federal de Rondônia). E-mail: diegoalmeida@unir.br

**Resumo:** A durabilidade das estruturas de concreto armado varia conforme sua utilização. Um dos fatores que influenciam negativamente a durabilidade das estruturas de concreto armado é a corrosão das barras de aço. Diversos estudos são realizados para reduzir a ocorrência desse fenômeno, sendo a substituição das tradicionais barras de aço-carbono por barras de polímeros reforçadas com fibra de vidro (GFRP). Dessa forma, o presente estudo visa analisar a influência de propriedades do concreto de vigas de concreto armadas com GFRP na rigidez à flexão por meio de simulações numérica utilizando o método dos elementos finitos. Com os estudos realizados foi possível observar que o módulo de elasticidade do concreto apresentou pouco impacto na rigidez da viga, apesar da capacidade de carga aumentar.

**Palavras-chave:** Materiais compósitos, polímeros reforçados com fibras, método dos elementos finitos.

## NUMERICAL ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF MODULUS OF ELASTICITY OF CONCRETE ON THE STIFFNESS OF REINFORCED CONCRETE BEAMS WITH GFRP BARS

**Abstract:** The durability of reinforced concrete structures varies according to their use. One of the factors that negatively influences the durability of reinforced concrete structures is the corrosion of steel bars. Many studies have been carried out to reduce the occurrence of this phenomenon, including the replacement of traditional carbon steel bars with glass fiber reinforced polymer (GFRP) bars. The aim of this study is to analyze the influence of concrete properties in concrete beams reinforced with GFRP on bending stiffness through numerical simulations using the finite element method. The studies carried out showed that the modulus of elasticity of the concrete had little impact on the stiffness of the beam, even though the load capacity increased.

**Keywords:** Composite materials, fiber reinforced polymer, finite element method.

### 1. Introdução

A durabilidade das estruturas de concreto armado é determinada pela sua finalidade, estipulando-se 100 anos para pontes, conforme especificações do DNIT (2010), e 50 anos para edificações habitacionais, segundo a norma ABNT NBR 15575 (2013). O emprego de materiais diversos para substituição ou reforço em estruturas de concreto armado tem sido objeto de investigação no âmbito da engenharia estrutural.

Um dos fatores que influenciam negativamente a durabilidade das estruturas de concreto armado é a corrosão das barras de aço, podendo ocorrer por oxidação ou corrosão eletroquímica, sendo indicada como o principal agente deletério do aço utilizado em estruturas de concreto armado (RIBEIRO *et al.*, 2018).

Desse modo, diversos estudos são realizados para reduzir a ocorrência desse fenômeno,

sendo a substituição das tradicionais barras de aço-carbono por barras de polímeros reforçadas com fibra de vidro (GFRP - *glass fiber-reinforced polymer*) uma vertente promissora por se tratar de um material inerte e com bons índices de durabilidade (INEIA *et al.*, 2021; SOUSA; CORREIA; FONSECA, 2016).

Dalfré, Mazzú e Ferreira (2021) realizaram um estudo analítico e experimental visando analisar o comportamento de vigas de concreto armadas com aço tradicional e GFRP. Para isso, foram fabricadas duas vigas utilizando como armadura longitudinal duas barras de 10 mm de diâmetro de aço CA-50, comumente utilizado em construções em concreto armado, e duas vigas com armadura longitudinal de mesmo diâmetro e quantidade em GFRP. Os resultados experimentais das vigas com aço CA-50 foram comparados com os obtidos utilizando as normas ABNT NBR 6118 (2014) e ACI 318 (2019), e os resultados dos modelos com GFRP foram comparados com o obtido utilizando a norma ACI 440.1R (2015).

O dimensionamento realizado utilizando barras de GFRP foi considerado seguro desde que seja observado corretamente o coeficiente de redução  $\phi$  e, apesar das deformações observadas não atingirem os valores encontrados na equação normativa, a norma ACI 440.1R (2015) foi capaz de prever corretamente o modo de ruptura e retornar resultados confiáveis (DALFRÉ; MAZZÚ; FERREIRA, 2021).

Bandeira, Pappalardo Junior e Prizskulnik (2006) salientam que a utilização das barras de GFRP em estruturas de concreto conferem um comportamento menos dúctil, devendo ser considerado no cálculo estrutural. Diversos autores observaram uma diminuição da rigidez em vigas de concreto armadas com GFRP em comparação ao modelo tradicional (GEMI; MADENCI; ÖZKILIÇ, 2021; SIRIMONTREE; KEAWSAWASVONG; THONGCHOM, 2021; TAVARES; GIONGO; PAULTRE, 2008). Entretanto, o comportamento à flexão de vigas de concreto com barras de GFRP pode ser satisfatório com um controle adequado da rigidez e da força máxima de tração resultante na barra (TAVARES; GIONGO; PAULTRE, 2008).

O presente estudo teve como objetivo realizar análises da influência de propriedades do concreto que afetam seu módulo de elasticidade na rigidez à flexão de vigas de concreto armadas com barras de GFRP. Para isso foi realizada uma análise paramétrica utilizando o método dos elementos finitos.

## **2. Materiais e métodos**

Para a realização do estudo paramétrico, foi necessária a validação de um modelo previamente ensaiado em laboratório. Para isso, foi considerado o estudo realizado por Dalfré, Mazzú e Ferreira (2021), onde as autoras verificaram o comportamento estrutural de vigas de concreto armadas com barras de GFRP, substituindo as barras de aço usuais. A Figura 1 apresenta o detalhamento da viga.

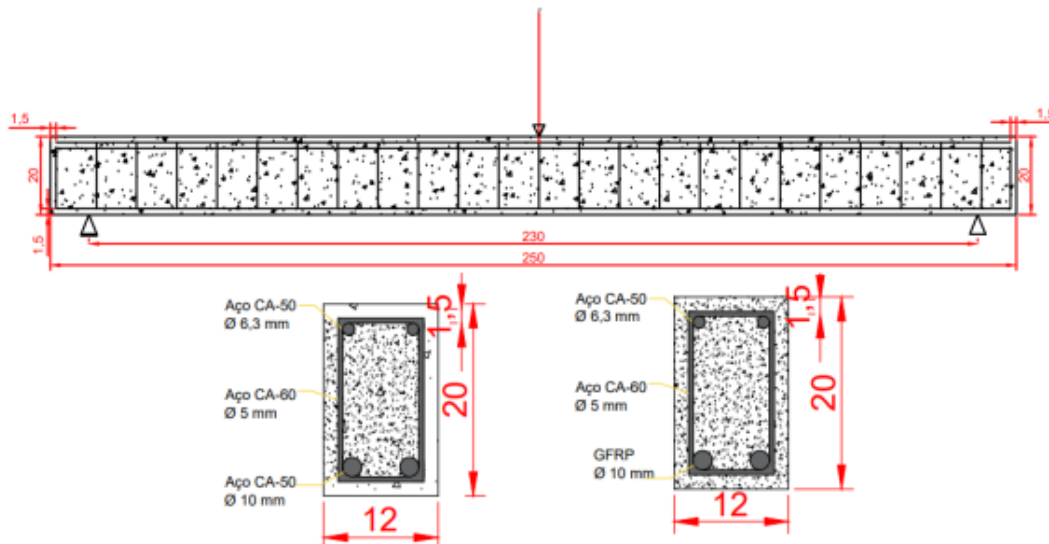


Figura 1 – Configuração da viga de estudo. Fonte: Adaptado de Dalfré, Mazzú e Ferreira (2021)

## 2.1 Modelo numérico

As propriedades físicas e mecânicas das barras de GFRP informadas no estudo de referência foram obtidas conforme dados do fabricante, sendo 48 MPa seu módulo de elasticidade. Considerando que as barras de GFRP apresentam ruptura frágil, sem a presença de escoamento, a simulação numérica considerou um comportamento linear físico e geométrico para esse material, conforme adotado em outros estudos (DUARTE, 2022). A interação das barras com o concreto foi prevista utilizando a configuração de contato denominada *embed region*, sendo uma região incorporada a uma região hospedeira (concreto).

Para a previsão do comportamento do concreto, foi considerado o modelo constitutivo apresentado por Guo (2014). A não linearidade do concreto foi considerada por meio do modelo CDP (*concrete damaged plasticity*), sendo um modelo amplamente adotado para a reprodução do comportamento inelástico do concreto, empregando conceitos de dano à compressão e tração no material com boa precisão (ABED; AL-RAHMANI; AL-RAHMANI, 2013; RAZA; KHAN; AHMAD, 2019).

A viga foi modelada adotando elementos sólidos hexaédricos com integração reduzida. As armaduras foram simuladas como elementos de barra. A Figura 2 apresenta a discretização adotada para a viga.



Figura 2 – Discretização da viga

## 2.2 Estudo paramétrico

O estudo paramétrico foi definido considerando duas variações para o material das barras: aço e GFRP. Foram simulados três diferentes valores para a resistência característica à compressão ( $f_{ck}$ ) do concreto: 30 MPa, 40 MPa e 50 MPa. Com isso, o

módulo de elasticidade foi determinado conforme a Equação 1, definida por meio da ABNT NBR 6118 (2023).

$$E = \alpha_i \cdot E_i \tag{1}$$

Onde:  $E_i = \alpha_E \cdot 5600 \cdot \sqrt{f_{ck}}$  2

$$\alpha_i = 0,8 + 0,2 \cdot \frac{f_{ck}}{80} \leq 1,0 \tag{3}$$

Na Equação 2, o coeficiente  $\alpha_E$  varia conforme a rocha de origem do agregado graúdo, sendo: 0,7 para arenito; 0,9 para calcário; 1,0 para granito e gnaíse; e 1,2 para basalto ou diabásio. Neste estudo, todas as variações do coeficiente  $\alpha_E$  foram consideradas. Conforme os parâmetros informados, ao total, foram realizadas 24 simulações. Para facilitar a interpretação dos resultados, foram criados códigos alfanuméricos para cada modelo considerando os parâmetros variados, conforme apresentado na Figura 3.

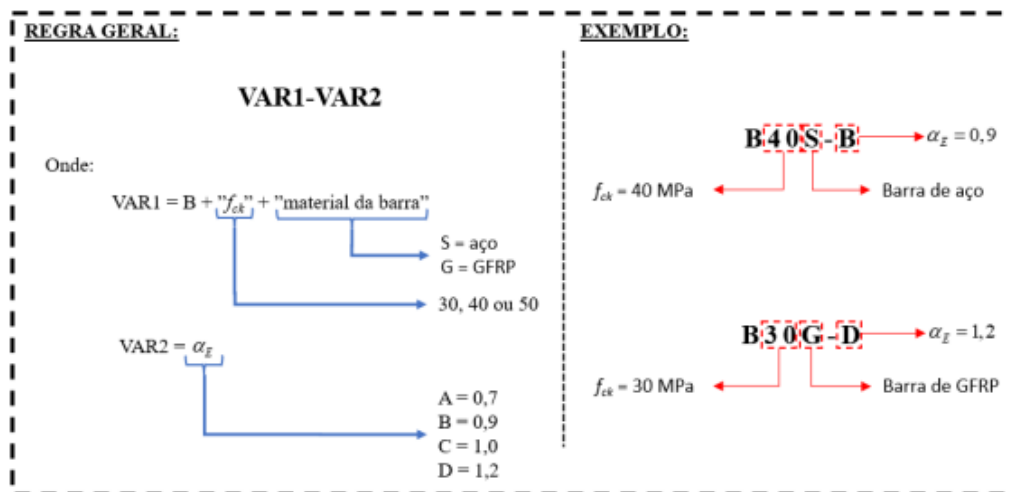


Figura 3 – Regra de nomenclatura adotada

A avaliação da rigidez à flexão da viga dentro do regime elástico foi realizada por meio da Equação 4, obtida por meio de um rearranjo do apresentado por Timoshenko e Gere (1951), onde  $P$  denota a força máxima obtida dentro do regime elástico,  $l$  é o vão da viga e  $\delta$  é a deformação gerada pela força  $P$ .

$$EI = \frac{P \cdot l^3}{\delta \cdot 48} \tag{4}$$

### 3. Resultados e discussões

Os resultados foram organizados em subcapítulos, sendo apresentado inicialmente a validação do modelo numérico e posteriormente a análise do estudo paramétrico.

#### 3.1 Validação do modelo numérico

A validação do modelo de referência foi realizada reproduzindo o estudo de Dalfré, Mazzú e Ferreira (2021). Conforme pode ser observado na Figura 3, as vigas de concreto armadas com barras foram simuladas obtendo uma força máxima de 25,51 kN,

enquanto no trabalho de referência essa média foi 25,97 kN, resultando em um erro de 1,77%, valor considerado adequado pela literatura internacional (JI *et al.*, 2021; SÜMER; AKTAŞ, 2015).

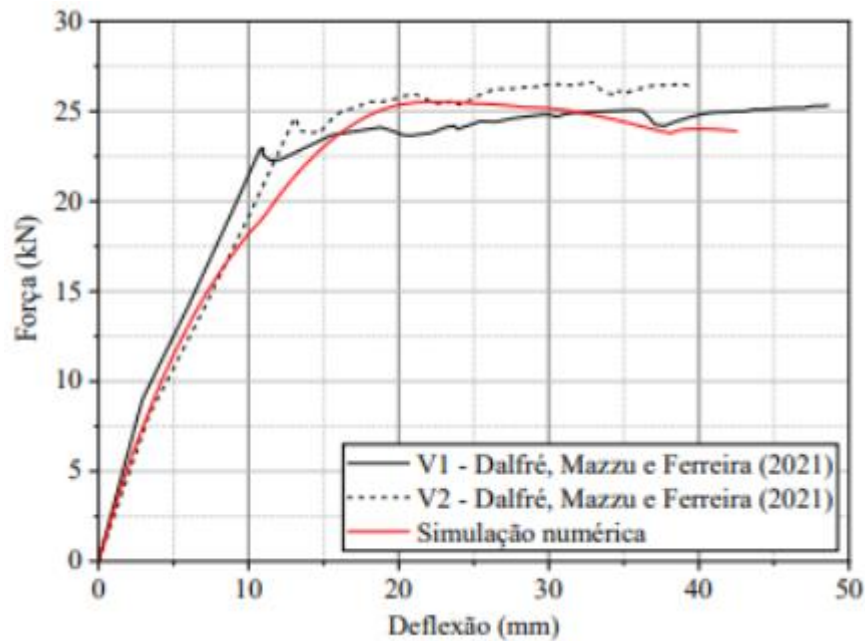


Figura 4 – Validação do modelo numérico da viga com barras de aço

Como o comportamento das barras de GFRP é diferente do comumente encontrado nas barras de aço, o processo de validação também foi realizado considerando os modelos com as barras de compostos, conforme apresentado na Figura 5.

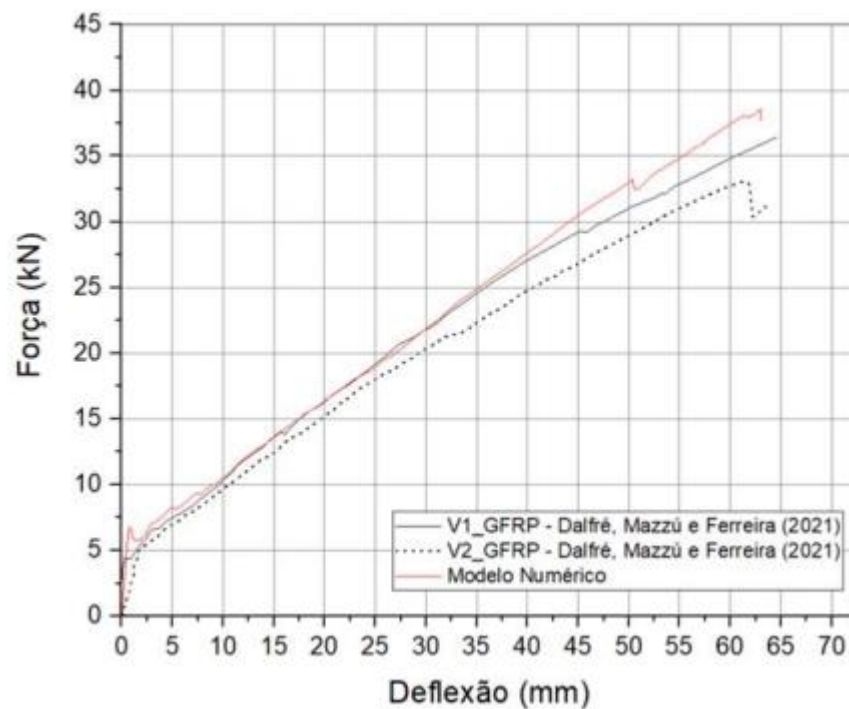


Figura 5 – Validação do modelo numérico da viga com barras de GFRP

Como evidenciado nas figuras 4 e 5, há uma notável coerência entre o modelo numérico e os experimentos realizados por Dalfré, Mazzú e Ferreira (2021). Entretanto, é importante ressaltar que a carga máxima suportada na simulação numérica foi de 37,64 kN, enquanto nos modelos experimentais, a carga máxima atingida pelos pesquisadores foi de 35,22 kN, resultando em um erro de aproximadamente 6,87%.

As discrepâncias no comportamento da curva são frequentes quando se trata da simulação de materiais nos quais todos os parâmetros não estão plenamente definidos. Esta situação é ainda mais acentuada no caso de materiais como o GFRP, que raramente são caracterizados em e os estudos experimentais divulgam as características apresentadas pelo fabricante. Entretanto, na prática as propriedades encontradas tendem a ser superior ao previsto pelo fabricante. Isso é evidenciado nos estudos de Resatoglu e Muhammad (2019), Kaklauskas *et al.* (2019) e El-Eman *et al.* (2020). Tal constatação reflete a falta de um padrão uniforme para a produção dessas barras.

Ainda assim, o modelo apresentou boa concordância com o experimento, sendo considerado capaz de reproduzir o comportamento da referência para a finalidade deste estudo.

### 3.2 Análise do estudo paramétrico

Foi realizado o estudo paramétrico com interesse em compreender a influência da variação do módulo de elasticidade do concreto, bem como a consideração de barras de GFRP ao invés de aço, na rigidez à flexão da viga de referência. Desse modo, os 24 modelos descritos na Figura 3 foram simulados e os resultados obtidos são apresentados na Tabela 1, sendo o módulo de elasticidade determinado conforme Equação 1, a rigidez determinada conforme Equação 4 e a força máxima e deflexão obtidas dos modelos numéricos.

Tabela 1 – Valores de rigidez à flexão obtidos para cada modelo

Modelo	Módulo de elasticidade (GPa)	Força máxima (kN)	Deflexão (mm)	Rigidez à flexão (kN.m <sup>2</sup> )
B30S-A	21,47	18,01	35,28	129,38
B30S-B	27,61	21,44	23,80	228,32
B30S-C	30,67	23,78	23,98	251,37
B30S-D	36,81	27,09	23,72	289,46
B40S-A	24,79	19,82	21,88	229,54
B40S-B	31,88	23,90	22,30	271,72
B40S-C	35,42	25,52	22,34	289,61
B40S-D	42,50	29,40	21,83	341,40
B50S-A	27,72	21,37	21,00	257,88
B50S-B	35,64	25,97	27,61	238,41
B50S-C	39,60	29,47	21,46	348,08
B50S-D	47,52	33,13	33,13	253,48
B30G-A	21,47	39,28	65	153,18
B30G-B	27,61	39,53	65	154,17
B30G-C	30,67	39,86	65	155,43
B30G-D	36,81	40,18	65	156,67
B40G-A	24,79	40,60	65	158,33
B40G-B	31,88	40,72	65	158,81
B40G-C	35,42	40,85	65	159,29
B40G-D	42,50	41,46	65	161,67
B50G-A	27,72	42,99	65	167,65
B50G-B	35,64	41,04	65	160,05
B50G-C	39,60	41,68	65	162,54
B50G-D	47,52	41,92	65	163,46

Conforme apresentado na Tabela 1, o valor da rigidez à flexão apresentou grande

variação conforme alteração dos parâmetros do estudo, sendo observada uma dispersão de até 169% para os modelos com barras de aço. Nos modelos com barras de GFRP, essa dispersão é menor, chegando até 9,45%. Para melhor ilustrar a influência as variáveis consideradas nesse estudo, a Figura 6 apresenta o valor da rigidez à flexão encontrada para cada parâmetro estipulado nesse estudo.

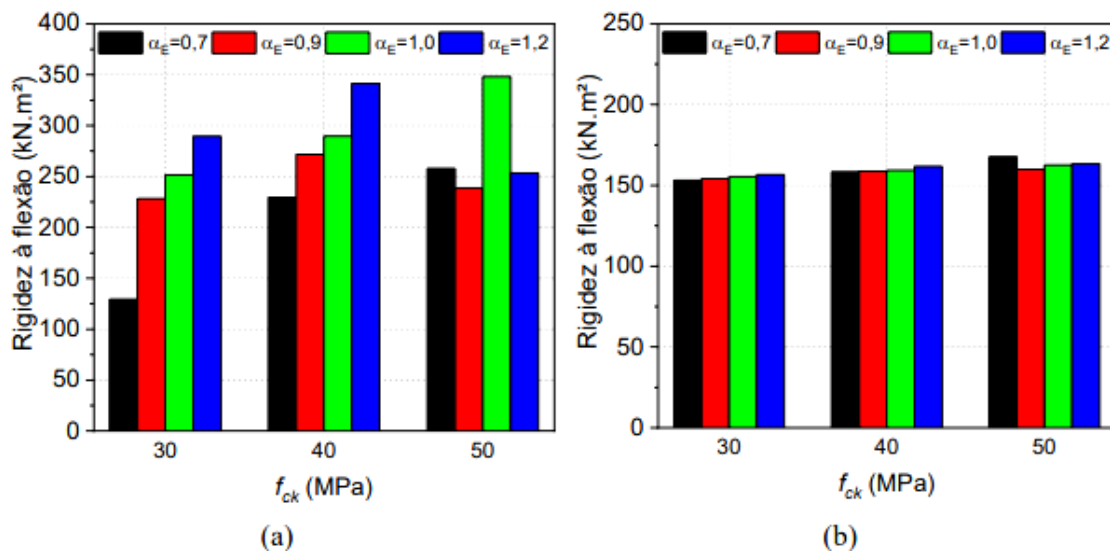


Figura 6 – Valor de rigidez conforme variação de  $f_{ck}$  e coeficiente  $\alpha_E$  para vigas armadas com aço (a) e GFRP (b)

Conforme ilustrado na Figura 6, o coeficiente que considera o tipo de agregado graúdo no concreto possui grande influência na rigidez das vigas armadas com barras de aço, sendo mais significativa em concretos de menor resistência. Para esses modelos, os valores encontrados para concreto de 50 MPa possuem diferentes padrões quando comparados com os demais. Isso pode ser atribuído à menor deformação do elemento e consequente maior participação do concreto no equilíbrio da estrutura. Para se confirmar, deve-se empreender estudos para avaliação da falha da estrutura, que devem indicar rupturas por esmagamento ou fendilhamento do concreto.

Ao observar os resultados encontrados ao utilizar barras de GFRP, a rigidez sofreu pouca variação frente às variações consideradas, apesar da grande variação do módulo de elasticidade (121,33%, conforme Tabela 1). Desse modo, outras soluções devem ser propostas e estudadas caso o estado limite de serviço seja um fator limitante em uma situação de projeto.

Apenas o modelo com  $\alpha_E$  de 0,7 e 30 MPa de resistência do concreto resultou em rigidez inferior para a utilização de barras de aço em detrimento das barras de GFRP. Nos demais modelos, a rigidez encontrada nas vigas com barras de GFRP foi inferior ao obtido com barras de aço. Esse resultado corrobora o observado na literatura (GEMI; MADENCI; ÖZKILIÇ, 2021; SIRIMONTREE; KEAWSAWASVONG; THONGCHOM, 2021; TAVARES; GIONGO; PAULTRE, 2008).

#### 4. Conclusões

O presente trabalho se destinou a analisar com maior profundidade o uso de barras de

GFRP em vigas de concreto armado e seu efeito na rigidez à flexão do elemento. Este estudo soma esforços com diversas pesquisas atuais para melhor compressão dessa solução e futura viabilização do material em obras correntes.

A utilização do método dos elementos finitos permitiu a realização de um estudo abrangente onde cada parâmetro eleito foi analisado, permitindo inferir sua influência no modelo. A validação do modelo numérico para o as vigas de concreto armada em aço e GFRP foi positiva, apresentando pequenas diferenças e justificável conforme a literatura internacional, ratificando a possibilidade do uso de ferramentas numéricas para análises não-lineares de estruturas.

Foi observado que, apesar do módulo de elasticidade apresentar grande influência na rigidez de vigas de concreto armado tradicionais, a variação dessa propriedade pouco influencia na rigidez de vigas armadas com barras de GFRP, apesar da capacidade de carga da viga aumentar.

Desse modo, em situações de projeto onde queira-se adotar barras de GFRP como armadura principal de vigas, recomenda-se um estudo cauteloso dos estados limites de serviço e, quando estes forem críticos, a associação desse compósito com barras de aço tradicionais pode conduzir resultados mais satisfatórios.

Por fim, recomenda-se conduzir novos estudos que considerem outras fibras naturais ou sintéticas em substituição às barras de aço, bem como ampliar os modelos considerando vigas armadas com barras de aço juntamente com barras de materiais compósitos.

### Agradecimentos

Agradecemos à Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa (PROPESQ) da Universidade Federal de Rondônia (UNIR) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

### Referências

**ABED, Farid H.; AL-RAHMANI, Abdullah; AL-RAHMANI, Ahmed H.** *Finite element simulations of the shear capacity of GFRP-reinforced concrete short beams*. 2013. 2013 5th International Conference on Modeling, Simulation and Applied Optimization, ICMSAO 2013 [...]. [S. l.: s. n.], 2013. p. 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICMSAO.2013.6552566>.

**AMERICAN CONCRETE INSTITUTE.** *ACI 318: Building code requirements for structural concrete*. Farmington Hills: American Concrete Institute, 2019.

**AMERICAN CONCRETE INSTITUTE.** *ACI 440.1R: Guide for the design and construction of structural concrete reinforced with fiber-reinforced polymer (FRP) bars*. Farmington Hills: American Concrete Institute, 2015.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** *NBR 15575: Edificações habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais*. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** *NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - procedimento*. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** *NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - procedimento*. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

**BANDEIRA, Alex Alves; PAPPALARDO JUNIOR, Alfonso; PRISZKULNIK, Simão.** *Comportamento à flexão de vigas de concreto armadas com barras de fibra de vidro (GFRP)*. 2006. VI Simpósio EPUSP sobre Estruturas de Concreto [...]. São Paulo: EPUSP, 2006. p. 801–817.

**BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. DIRETORIA EXECUTIVA. INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS.** *Manual de recuperação de pontes e viadutos rodoviários*. Rio de Janeiro: DNIT, 2010.

**DALFRÉ, Gláucia Maria; MAZZÚ, Amanda Duarte Escobal; FERREIRA, Fernanda Giannotti da Silva.** *Discussões sobre o dimensionamento de vigas de concreto armadas à flexão com barras de GFRP*.



CONCRETO & Construções, vol. XLVIII, no. 101, p. 79–86, 2021. <https://doi.org/10.4322/1809-7197.2021.101.0008>.

**DUARTE, Isabela Oliveira.** *Estudo do comportamento ao cisalhamento de vigas de concreto com fibras sintéticas armadas com barras de polímero reforçado com fibra de vidro e basalto.* 2022. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Infraestrutura Urbana), Pontifícia Universidade Católica de Campinas, 2022.

**EL-EMAM, Hesham; EL-SISI, Alaa; REDA, Ramy; SELEEM, Mohamed; BNENI, Mohamed.** *Effect of concrete cover thickness and main reinforcement ratio on flexural behavior of RC beams strengthened by NSM-GFRP bars.* *Frattura ed Integrità Strutturale*, vol. 14, no. 52, p. 197–210, 2020. <https://doi.org/10.3221/IGF-ESIS.52.16>.

**GEMI, Lokman; MADENCI, Emrah; ÖZKILIÇ, Yasin Onuralp.** *Experimental, analytical and numerical investigation of pultruded GFRP composite beams infilled with hybrid FRP reinforced concrete.* *Engineering Structures*, vol. 244, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.112790>.

**GUO, Zhenhai.** *Principles of reinforced concrete construction.* 1st ed. Kidlington: Elsevier, 2014. <https://doi.org/10.1038/082005b0>.

**INEIA, Adriano; POL, William De Oliveira; BRAUN, Julia Catiane Arenhart; LOPES JUNIOR, Luizmar da Silva.** *Barras de fibra de vidro, uma alternativa inovadora e suas potencialidades: revisão bibliográfica.* *Tecno-Lógica*, vol. 25, no. 2, 2021. <https://doi.org/10.17058/tecnolog.v25i2.16214>.

**Jl, Jing; ZHANG, Runbao; YU, Chenyu; HE, Lingjie; REN, Hongguo; JIANG, Liangqin.** *Flexural Behavior of Simply Supported Beams Consisting of Gradient Concrete and GFRP Bars.* *Frontiers in Materials*, vol. 8, no. May, p. 1–14, 2021. <https://doi.org/10.3389/fmats.2021.693905>.

**KAKLAUSKAS, Gintaris; TIMINSKAS, Edgaras; NG, P. L.; SOKOLOV, Aleksandr.** *Deformation and cracking behaviour of concrete beams reinforced with glass fibre-reinforced polymer bars.* 2019. IABSE Symposium, Guimaraes 2019: Towards a Resilient Built Environment Risk and Asset Management - Report [...]. Guimarães: IABSE, 2019. p. 500–506. <https://doi.org/10.2749/guimaraes.2019.0500>.

**RAZA, Ali; KHAN, Qaiser Uz Zaman; AHMAD, Afaq.** *Numerical investigation of load-carrying capacity of GFRP-reinforced rectangular concrete members using CDP model in abaqus.* *Advances in Civil Engineering*, vol. 2019, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/1745341>.

**RESATOGLU, Rifat; MUHAMMAD, Muhammad Sagir.** *Comparative study of steel and glass fibre reinforced polymer (GFRP) bars in RC members.* *ARN Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 14, no. 16, p. 2907–2917, 2019.

**SIRIMONTREE, Sayan; KEAWSAWASVONG, Suraparb; THONGCHOM, Chanachai.** *Flexural behavior of concrete beam reinforced with GFRP bars compared to concrete beam reinforced with conventional steel reinforcements.* *Journal of Applied Science and Engineering (Taiwan)*, vol. 24, no. 6, p. 883–890, 2021. [https://doi.org/10.6180/jase.202112\\_24\(6\).0009](https://doi.org/10.6180/jase.202112_24(6).0009).

**SOUSA, João Pedro Girão Meireles de; CORREIA, João Pedro Ramôa Ribeiro; FONSECA, Susana Bravo Cabral da.** *Durabilidade de perfis pultrudidos de GFRP em aplicações estruturais: caso de estudo SATU-Oeiras.* 2016. 2º Encontro Nacional sobre Qualidade e Inovação na Construção [...]. Lisboa: [s. n.], 2016.

**SÜMER, Yusuf; AKTAŞ, Muharrem.** *Defining parameters for concrete damage plasticity model.* *Challenge Journal of Structural Mechanics*, vol. 1, no. 3, p. 149–155, 2015. DOI 10.20528/cjsmec.2015.07.023. Available at: <http://www.challengejournal.com/index.php/cjsmec/article/view/28>.

**TAVARES, D. H.; GIONGO, J. S.; PAULTRE, P.** *Behavior of reinforced concrete beams reinforced with GFRP bars.* *Revista IBRACON de Estruturas e Materiais*, vol. 1, no. 3, p. 285–295, 2008. <https://doi.org/10.1590/s1983-41952008000300004>.

**TIMOSHENKO, S.; GOODIER, J. N.** *Theory of elasticity.* New York: McGraw-Hill Book Company, 1951.