

ANÁLISE DA RESISTÊNCIA À FLEXÃO EM VIGAS DE CONCRETO ARMADO COM AÇO E VIGAS DE CONCRETO ARMADO COM VERGALHÃO DE FIBRA DE VIDRO

CORRÊA, Luís Gustavo Uliana¹
PERES, Maria Vania Nogueira do Nascimento²

RESUMO: Novos materiais desenvolvidos para a construção civil tendem a ter uma demora na aceitação por parte das empresas de construção, pois, geralmente, são criados para substituir materiais já são usados há tempos, e que mesmo quando não há o entendimento da razão do uso, há o entendimento de como usar, por parte da maior parcela dos trabalhadores da construção civil. Um desses materiais é o vergalhão de fibra de vidro, que possui características que levam vantagem em comparação ao vergalhão de aço, porém não tem seu uso difundido no setor. Desta forma o estudo teve como objetivo analisar as resistências à flexão de vigas armadas com os dois materiais. Para isso as amostras foram submetidas a testes de flexão de quatro pontos, buscando identificar qual material tem um melhor comportamento em relação à flexão. Os resultados obtidos demonstraram que o vergalhão de aço e o vergalhão de fibra de vidro tiveram comportamento similar para as condições em que foram submetidos.

Palavras-chave: Vergalhão, viga, concreto armado, fibra de vidro.

¹Discente, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel - PR. E-mail: lg1000@hotmail.com.

² Docente, Titulação, Graduação, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel – PR.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Helene e Andrade (2010), para países como Brasil, Argentina, Uruguai e outros, onde não havia uma indústria siderúrgica desenvolvida que fosse capaz de produzir perfis estruturais, o concreto armado foi o material estrutural mais importante da construção civil a partir do século XX, e continua assim até hoje.

De acordo com Soares *et al.* (2015), o concreto armado é um material que tem sido utilizado a partir do século XIX, sendo considerado um material eterno. Porém, as detecções de falhas estruturais causam transtorno social e econômico devido ao alto custo de manutenção. Essas falhas ocorreram devido à corrosão, um dos principais problemas relacionados ao concreto armado.

De acordo com o CNR-DT 203 (2006), há diversas razões para a escolha do uso de vergalhões de fibras, como a não suscetibilidade à corrosão, perfeita para construções em regiões marinhas ou de ambientes severos, ou o fato de que as barras de fibra de vidro não conduzam eletricidade. O uso deste material na construção civil pode ser justificado não apenas pela durabilidade, mas pelas diversas propriedades mecânicas que podem ser uma vantagem em relação ao uso do aço na armação de estruturas em concreto armado.

Com base nessas informações e devido ao fato de um material com propriedades mecânicas elevadas em relação ao aço, não ser utilizado nas construções brasileiras, justifica-se a realização deste trabalho,

Para tanto, a pergunta a ser respondida com a realização dessa pesquisa será a seguinte: vergalhões de fibra de vidro podem vir a substituir vergalhões de aço?

Este estudo estará limitado à análise de dados obtidos em testes de flexão em vigas. Será moldada uma viga com vergalhões de aço e uma viga com vergalhões de fibra de vidro.

De acordo com todas as informações expostas anteriormente, este trabalho terá como objetivo geral comparar os resultados de testes de flexão, entre viga armada com vergalhão de aço e vergalhão de fibra de vidro.

Salienta-se que para que este trabalho científico possa ter pleno êxito, os seguintes objetivos específicos serão propostos:

- a) Comparar as resistências à flexão simples em vigas de concreto armado com vergalhão de aço e vergalhão de fibra de vidro;
- b) Analisar visualmente o comportamento à flexão dos dois elementos;

c) Analisar visualmente o comportamento ao cisalhamento entre os dois elementos testados.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Concreto armado

Segundo Souza Junior (S/D), concreto armado é simplesmente a união entre concreto simples e barras de aço. O concreto envolve as barras de aço, garantido uma perfeita aderência entre os dois materiais, e com isso, ambos resistem aos esforços a que foram submetidos.

De acordo com Barros e Melhado (1998), o concreto tem resistência à compressão na ordem de 25 MPa, podendo alcançar 60 MPa ou mais, porém a resistência à tração corresponde a 10% da resistência à compressão. Já o aço tem resistência à tração na ordem de 500 MPa, podendo alcançar até 2000 MPa no caso de concreto protendido. Portanto o concreto armado é consequência de uma união racional de materiais com propriedades mecânicas diferentes, porém complementares.

Côelho (2008) comenta que é da associação do concreto com um material de boa resistência à tração, como o aço, que se origina o concreto armado. Porém, de nada adianta o uso em conjunto desses materiais se não houver solidariedade entre eles. Por isso foram verificadas propriedades entre esses materiais, como a boa aderência, e a semelhança entre os coeficientes térmicos entre o concreto e o aço.

Segundo Botelho *et al.* (2017), a estrutura de concreto armado é o método construtivo mais aplicado no Brasil para obras residenciais. O concreto armado absorve todas as ações de pilares, vigas e lajes.

De acordo com Soares *et al* (2015), as armaduras inseridas no concreto ficam protegidas pelo cobrimento nominal, exigido em projeto, formando uma barreira física contra os fatores externo. A perda desta proteção pode desencadear o processo de corrosão, pois o concreto torna-se permeável o suficiente para permitir a entrada de água e oxigênio com a presença de íons, logo, a corrosão vai ocorrer.

2.2 Aço Estrutural

Suas propriedades são de fundamental importância, especificamente no campo de estruturas metálicas, cujo projeto e execução nelas se baseiam. Não são exclusivas dos aços, mas, de forma semelhante, servem a todos os metais. Em um teste de resistência, ao submeter uma barra metálica a um esforço de tração crescente, ela irá apresentar uma deformação progressiva de extensão, ou seja, um aumento de comprimento (FERRAZ, 2005).

De acordo com o manual técnico da Gerdau (S/D), é possível adquirir barras de aço CA – 50 com diâmetros de 6,3 a 40 milímetros. Dessas barras, até 20 milímetros é possível adquirir barras dobradas, e de 6 a 16 milímetros, é possível adquirir as barras em rolos.

De acordo com Muzardo (2003), é a aderência que impede que ocorra o escorregamento de uma barra em relação ao concreto, portanto, ela é responsável pela solidariedade entre o concreto e o aço, proporcionando o trabalho em conjunto dos materiais. A transferência de esforços e a compatibilidade de deformações entre o aço e o concreto são fundamentais para a existência do concreto armado.

2.3 Vergalhão de fibra de vidro impregnada por polímeros

De acordo com Cateb (2011), entre as diversas fibras poliméricas, utilizam-se geralmente na construção civil as fibras de vidro, carbono e aramida.

Segundo Couto (2007), as barras de fibra de vidro impregnada por polímero são uma alternativa para o concreto armado. A formação da barra se dá por um núcleo de fibra estirada de elevada resistência, podendo a fibra ser mineral ou sintética, que são impregnadas por uma matriz polimérica, obtendo maior resistência longitudinal do que transversal.

Malnati (2017), afirma que há vários motivos para que vergalhões de polímeros reforçados com fibra façam sentido em estruturas de concreto, como a não corrosão, o que é ideal em casos de estruturas que ficarão em contato com ambientes úmidos, como base de pontes, estacas e blocos de fundações. Além disso, oferece resistência a diversos produtos químicos, utilizados em estações de tratamento de água, fábricas de papel e celulose, tanques, bem como o ambiente alcalino do próprio concreto.

De acordo com Peruzzi (2007), embora uma das propriedades mais importantes da fibra de vidro em relação ao aço é a maior resistência à tração, há um fator importante que deve ser levado em consideração, que é o módulo de elasticidade das barras, que gira em

torno de 60 GPa, contra 200 GPa do aço, o que representa uma deformação bem superior por parte do vergalhão de fibra de vidro, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Comparação de propriedades mecânicas.

Características	Refoço de aço	Reforço de PRFV
Material	aço	PRFV
Resistência à tração, MPa	360-390	1200-1300
E-Módulo, MPa	200000	60000
Alongamento na rupt, %	25	2,2
Lin. Coeficiente de expansão térmica, 10-6/K	13-15	9-12
Densidade, kg/dm ³	7	1,9
Comprimento	6-12 m	6 m ou como deseja
Corrosão e resistência química	não	sim
Condutividade térmica	sim	não
Dielétrico	não	sim
Radiotranslucent	não	sim
Insensibilidade a campos electromagnéticos	não	sim
expectativa de vida	30 anos	100 anos

Fonte: Malnati (2017).

2.4 Flexão Simples

Segundo a NBR 6118 – Projeto de Estruturas de Concreto: Procedimento (ABNT, 2014), vigas são estruturas em que a ação de flexão é preponderante.

De acordo com Pinheiro *et al* (2003), a ação da flexão simples em vigas de concreto armado pode gerar inúmeros tipos de ruína, entre as quais: ruína por flexão, ruptura por falha de ancoragem no apoio, ruptura por esmagamento da biela, ruptura da armadura transversal, ruptura do banzo comprimido, devido ao cisalhamento e ruína por flexão localizada na armadura longitudinal.

Para Bastos (2006), o limite da resistência à tração na flexão corresponde à tensão mais tracionada no momento de ruptura da viga.

2.5 Cisalhamento

Ramos *et al* (s/d), alerta que se for adicionado um carregamento à uma estrutura, e as armaduras de cisalhamento atingirem sua capacidade máxima de resistência, ocorrerá ruptura por força cortante-tração, e essa forma de ruptura é comumente observada em vigas com pouca armadura de cisalhamento.

De acordo com Judice (2002), desde a década de 60 a determinação da resistência ao cisalhamento em concreto tem sido objeto de pesquisas. Verificou-se que os fatores que afetam a resistência ao cisalhamento se devem a: aderência, a rugosidade da ligação, a taxa de armadura transversal e a resistência à compressão do concreto.

3. METODOLOGIA

3.1 Caracterização dos materiais

Foram utilizados materiais comumente empregados para a confecção de concretos na região do Paraná. O aglomerante foi o cimento Portland CP V ARI, atendendo às exigências da NBR 5733 – Cimento Portland CP V ARI (ABNT, 1991). O agregado miúdo utilizado foi a areia natural, classificada como areia média. Já o agregado graúdo foi de origem basáltica, com dimensão característica de 19 mm e fornecimento como brita 01. Por fim, a água, utilizada para a produção do concreto, foi fornecida pela rede de abastecimento da cidade de Cascavel – PR.

Para a confecção das vigas foram utilizados os seguintes materiais:

- Tábuas de madeira de 2,5 cm x 30 cm x 3 m;
- Vergalhão de aço CA-50;
- Vergalhão de fibra de vidro;
- Arame recozido BWG 18;
- Desmoldante.

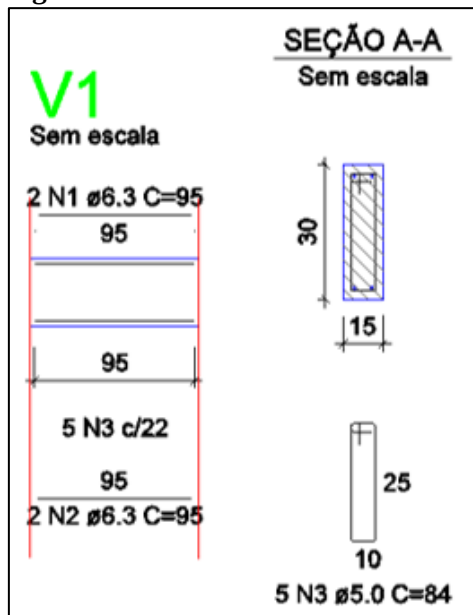
3.2 Dimensionamento das vigas

Para o dimensionamento das armaduras longitudinais e transversais das vigas foi considerado como carregamento somente o peso próprio, definido a partir da consideração do

peso específico do concreto armado de 25 kN/m^3 e da seção transversal do elemento de 15 cm de largura e 30 cm de altura, resultando em um carregamento uniformemente distribuído de $1,125 \text{ kN/m}$.

O dimensionamento foi feito com base na NBR 6118 (ABNT, 2014), e resultou em: barras longitudinais: 4 barras de 6,3 mm, com o comprimento de 95 cm e barras transversais: 5 estribos de 5 mm, com o comprimento de 84 cm, espaçados em 22 cm, conforme figura 2.

Figura 2 – Detalhamento da armadura das vigas.



Fonte: Autor (2020).

Após o dimensionamento foram montadas as armaduras para as duas vigas, sendo uma amostra para cada tipo de viga, identificadas como V1: armadura longitudinal e armadura transversal de vergalhão de fibra de vidro e V2: armadura longitudinal e armadura transversal de vergalhão de aço.

3.3 Produção do concreto

O traço unitário empregado para a confecção das amostras foi de 1:4:5, com relação água/aglomerante de 0,4, para se obter uma resistência à compressão característica de 30 MPa.

As vigas foram moldadas em uma obra situada no residencial Treviso, sendo utilizadas fôrmas de madeira. As vigas possuem área de seção transversal de 15 cm de largura, 30

centímetros de altura e 1 metro de comprimento e foram moldadas de acordo com a NBR 5738 – Concreto: Moldagem e cura de corpos de prova (ABNT, 2015), e as armaduras foram montadas de acordo com a NBR 7480 – Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado (ABNT, 2007). Como a fibra de vidro não possui normativa específica, as armaduras de vergalhão de fibra de vidro foram moldadas seguindo as recomendações da NBR 7480 (ABNT, 2007). Também foram feitos 3 corpos de prova para verificar a resistência a compressão do concreto após o tempo de cura.

Para a caracterização do concreto, foram moldados três corpos de prova com dimensões 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura, conforme procedimentos de moldagem e cura especificados na NBR 5738 (ABNT, 2015).

Após o período de 24 horas, todas as amostras foram desformadas. O processo de cura foi de 8 dias. Depois as amostras foram encaminhadas ao laboratório de engenharia civil do Centro Universitário Assis Gurgacz, e testadas à flexão à quatro pontos, conforme especificações da NBR 12142 – Concreto: Determinação da resistência à tração na flexão de corpos de prova prismáticos (ABNT, 2010).

As barras de aço CA – 50 foram adquiridas no mercado local, assim como o concreto usinado. As barras de fibra de vidro foram adquiridas em e-commerce.

3.4 Instrumentos e procedimentos para coleta de dados

A coleta dos dados foi feita a partir da realização dos testes na prensa hidráulica da marca CONTENCO, modelo I-3058, com capacidade de 100 t, sendo os valores de ruptura fornecidos pelo software ligado à prensa.

Após a coleta de dados, foram gerados gráficos que apresentarão os resultados e as diferenças de comportamento das vigas de acordo com o material utilizado na modelagem.

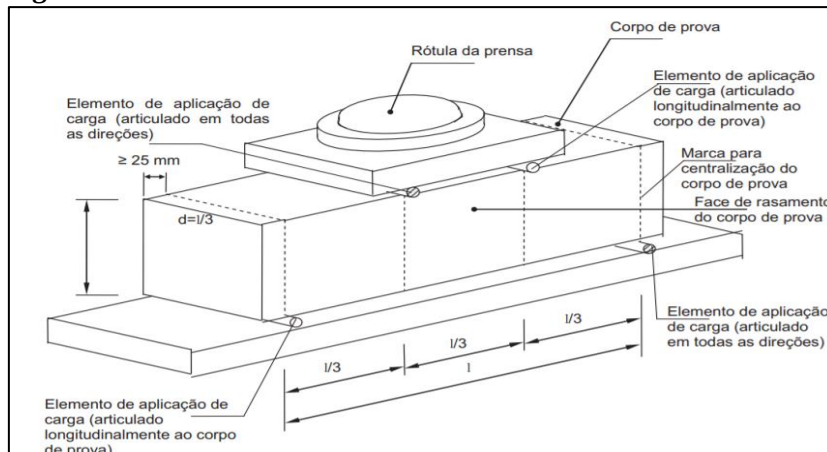
3.5 Teste de flexão de quatro pontos

Segundo Carvalho e Duarte (2000), para o teste de flexão de quatro pontos assume-se que existe um estado de flexão pura, e não se considera outras tensões que possam vir a existir devido a um carregamento concentrado agindo sobre a estrutura.

De acordo com a NBR 12142 (ABNT, 2010), o teste de flexão deverá ser executado seguindo algumas recomendações: a distância entre apoios e pontos de aplicação de força

deve permanecer constante durante o ensaio; a força deve ser aplicada normalmente à superfície do corpo de prova, evitando excentricidade; a direção das reações deve ser mantida paralela à direção da força durante todo o ensaio; a força deve ser aplicada de forma gradual e uniforme, evitando choques, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Detalhamento do teste de flexão.



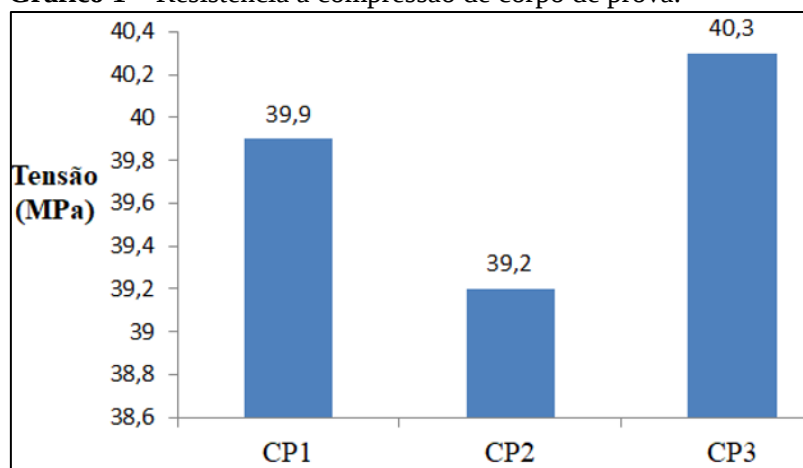
Fonte: NBR 12142 (ABNT, 2010).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Ensaio de compressão dos corpos de prova de concreto

O Gráfico 1 apresenta os resultados de resistência à compressão para os corpos de prova testados. Trata-se de um ensaio capaz de indicar eventuais variações da qualidade do concreto, seja em relação à dosagem, ou em relação aos insumos.

Gráfico 1 – Resistência à compressão de corpo de prova.



Fonte: Autor (2020).

De acordo com os dados apresentados no Gráfico 1, obtém-se um valor médio de resistência de aproximadamente 39 MPa, demonstrando que o concreto produzido atende a especificação de resistência esperada que foi de 30 MPa.

4.2 Ensaio de resistência à tração na flexão

A figura 4 demonstra o procedimento de realização do ensaio de flexão a quatro pontos.

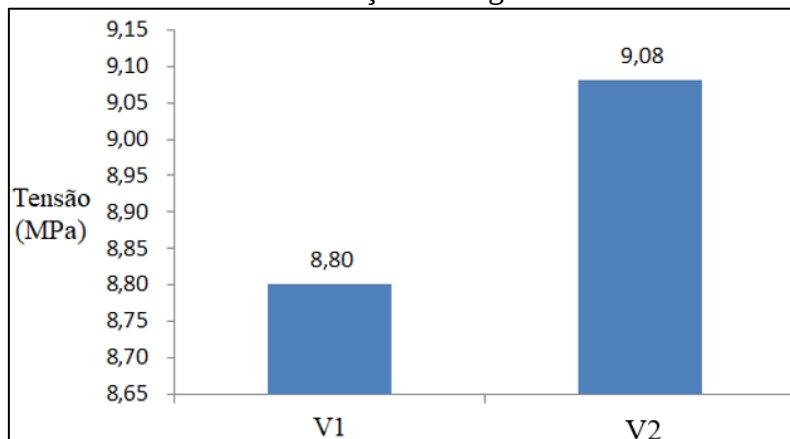
Figura 4 – Viga preparada para o teste de flexão de 4 pontos.



Fonte: Autor (2020).

Após a viga ser preparada, foi feita a aplicação de força com a prensa, respeitando os parâmetros estabelecidos pela NBR 12142 (ABNT, 2010), até o momento de sua ruptura. Os resultados obtidos nos ensaios, referente aos dois elementos de viga testados, podem ser visualizados no gráfico 2. Os resultados gerais obtidos na prensa encontram-se nos Apêndices A e B.

Gráfico 2 – Resistência à tração em vigas.



Fonte: Autor (2020).

Conforme dados apresentados no Gráfico 2, a resistência à flexão da viga V2, montada apenas com vergalhões de aço, teve sua tensão de ruptura superior a da viga V1, armada com fibra de vidro, em aproximadamente 3,1%. Desta forma, é possível observar que em termos de resistência, os dois elementos tiveram valores relativamente próximos.

Já no que se refere à análise visual do comportamento das vigas quanto submetidas à ruptura, as Figuras 5 e 6 apresentam esse comportamento.

Figura 5 – Detalhe da ruptura da viga V1.



Fonte: Autor (2020).

Figura 6 – Detalhe da ruptura da viga V2.



Fonte: Autor (2020).

Analisando as Figuras 5 e 6, em termos de ruptura por flexão, observou-se que os dois elementos obtiveram ruptura dentro da faixa do terço médio, sendo que a Figura 5, na qual a viga foi montada somente com vergalhões de fibra de vidro, a abertura da fissura foi mais intensa que a viga da Figura 6, armada com aço convencional.

Já no que se refere ao comportamento de cisalhamento, não foi possível observar nenhum processo de ruptura próximo aos apoios. Neste caso, os dois elementos tiveram comportamento semelhantes.

O padrão de ruptura, com as fissuras ocorrendo no terço médio das amostras, bem como as tensões de ruptura com valores próximos, indica que para este estudo, os vergalhões de aço e os vergalhões de fibra de vidro atuaram de maneira similar.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os vergalhões de fibra de vidro analisados neste estudo possuem propriedades mecânicas superiores às propriedades dos vergalhões de aço, utilizados em grande escala pela construção civil, desde o desenvolvimento do concreto armado.

Os vergalhões de fibra de vidro também possuem algumas características vantajosas para a construção civil, como a não corrosão do material. Essa característica, no caso do Brasil onde grande parte das obras de edificações se enquadra no sistema convencional de construção, e que não há um controle rigoroso de material, e onde geralmente o aço fica

exposto às ações do clima, fazendo com que, no momento em que o material é levado à forma para concretagem ele já apresente sinais de corrosão; torna seria interessante o uso do vergalhão de fibra de vidro, pois o mesmo estaria livre da oxidação, evitando ocorrências patológicas, que são comumente observadas em obras convencionais.

Outro ponto em que o vergalhão de fibra de vidro possui vantagem é no peso próprio, mais leve que o peso próprio do vergalhão de aço. Esse fato pode ser considerado no cálculo estrutural, reduzindo o peso da estrutura, e dependendo do caso, beneficiando até mesmo o dimensionamento da fundação de uma obra.

Há também o fator da expectativa de vida útil do vergalhão de fibra de vidro, que em condições favoráveis já é maior que a do vergalhão de aço, porém se considerarmos a questão da corrosão exposta no último parágrafo, se torna uma vantagem ainda mais importante.

Enfim, há motivos para se aceitar a introdução do vergalhão de fibra de vidro nos processos de construção civil, e quanto maiores forem os estudos mais motivos surgirão. Infelizmente este estudo não pode ser concluído da forma que se esperava, porém é um ponto de partida para o incentivo de novos estudos que possam esclarecer as dúvidas e apontar outros pontos positivos sobre o material.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 6118. **Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, RJ: ABNT, 2014.

_____, NBR 5738. Concreto: Moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, RJ: ABNT, 2015.

_____, NBR 7480. **Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado**. Rio de Janeiro, RJ: ABNT, 2008.

_____, NBR 12142. Concreto - **Determinação da resistência à tração na flexão em corpos-de-prova prismáticos**. Rio de Janeiro, RJ: ABNT, 2010.

_____, NBR 15696. **Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto — Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos**. Rio de Janeiro, RJ: ABNT, 2009.

BARROS, M. M. S. B.; MELHADO, S. B. **Recomendações para a produção de estruturas de concreto armado em edifícios**. São Paulo, 1998.

BASTOS, P. S. S. **Fundamentos do concreto armado**. Bauru, SP, 2006.

BOTELHO, P. M. S.; SOUZA, E. S.; OLIVEIRA JUNIOR, S. R.; NEVES, D. V. S. **Estudo comparativo do custo benefício entre estrutura de concreto armado e alvenaria estrutural em obras da cidade de vitória da conquista: um estudo de caso**. C&D – Revista Eletrônica da Fainor, Vitória da Conquista, 2017. Disponível em <[file:///C:/Users/User/AppData/Local/Temp/Rar\\$DIa0.906/Botelho%20et%20al%20-%20Estudo%20comparativo%20do%20custo%20benefício%20entre%20estrutura%20de%20concreto%20armado%20e%20alvenaria%20estrutural%20em%20obras%20da%20cidade%20de%20Vitória%20da%20Conquista%20-%20estudo%20de%20caso.pdf](file:///C:/Users/User/AppData/Local/Temp/Rar$DIa0.906/Botelho%20et%20al%20-%20Estudo%20comparativo%20do%20custo%20benefício%20entre%20estrutura%20de%20concreto%20armado%20e%20alvenaria%20estrutural%20em%20obras%20da%20cidade%20de%20Vitória%20da%20Conquista%20-%20estudo%20de%20caso.pdf)> Acesso em 28 de agosto de 2019.

CARVALHO, E. A.; DUARTE, E. T. V. **Ensaio de flexão: uma revisão dos modelos matemáticos - Empregados na sua análise**. Campos, RJ: 2000

CATEB, C. L. **Concreto com armadura de fibra de vidro**. Belo Horizonte, BH, 2011.

CNR-DT. **Guide for the design and construction of concret structures reinforced with fiber-reinforced polymer bars**. Rome, 2006.

COELHO, R. S. A. **Concreto armado na prática**. São Luís, 2008.

COUTO, I. A. **Análise teórica e experimental do comportamento da aderência entre o concreto e barras de fibra de vidro impregnada por polímero**. São Carlos, 2007.

FERRAZ, H. **O aço na construção civil**. Revista Eletrônica de Ciências, São Carlos, 2005. Disponível em <

<https://www.ft.unicamp.br/~mariaacm/ST114/O%20A%C7O%20NA%20CONSTRU%C7%C3O%20CIVIL.pdf>> Acesso em 04 de setembro de 2019.

HELENE, P.; ANDRADE, TIBÉRIO. **Concreto de cimento Portland**. São Paulo, 2010.

JUDICE, F. M. S. **Comportamento da ligação entre lajes e vigas pré-fabricadas feita com nichos preenchidos no local**. Rio de Janeiro, 2002.

MUZARDO, C.; PINHEIRO, L. M. **Aparência e ancoragem – Capítulo 10**. USP – EESC – Departamento de Engenharia de Estruturas. Setembro de 2003.

PERUZZI, A. P. **Estudo das alternativas de uso da fibra de vidro sem características álcali resistente**. São Carlos, 2007.

PINHEIRO, L. M.; MUZARDO, C.; SANTOS, S. P. **Cisalhamento em vigas**. USP – EESC – Departamento de Engenharia de Estruturas. Setembro de 2003.

RAMOS, A. L.; SILVA, A. A. **Estudo do cisalhamento em vigas de concreto armado**. São José dos Campos, SP: S/D

SOARES, A. P. F.; VASCONCELOS, L. T.; NASCIMENTO, F. B. C. **Corrosão em armaduras de concreto**. Maceió, 2015.

SOUZA JÚNIOR, T. F. **Estruturas de concreto armado**. Lavras, MG, S/D.

APÊNDICE A – (LAUDO DO ENSAIO À TRAÇÃO NA FLEXÃO DA VIGA V1)



NBR 12142 - Determinação da resistência à tração na flexão em cp prismático - Ensaio finalizado
Corpo de Prova - Viga 01 CP5 ARI

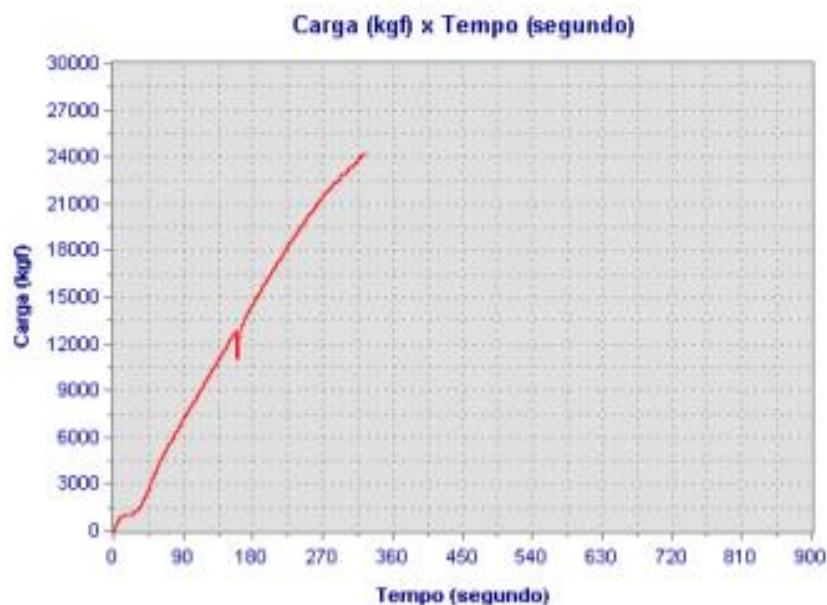
Dados Cadastrais

Amostra: TCC Viga
Tipo de ensaio: Tração na Flexão - Prismático
Cliente:
Responsável: Marcos Colaço
Data de Moldagem: 08/06/2020

Resultado do ensaio

Carga máxima (kgf): 24.250
Tensão máxima (MPa): 5.0
Mód. Elasticidade (GPa):

Gráfico do ensaio realizado



APÊNDICE B – (LAUDO DO ENSAIO À TRAÇÃO NA FLEXÃO DA VIGA V2)


FAG
 FACULDADE ASSIS GUARDACCI
Unidade de Ensino Superior

NBR 12142 - Determinação da resistência à tração na flexão em cp prismático - Ensaio finalizado
Corpo de Prova - Viga 03 CP5 ARI

Dados Cadastrais	
Amostra:	TCC Viga
Tipo de ensaio:	Tração na Flexão - Prismático
Cliente:	
Responsável:	Marcos Colaço
Data de Moldagem:	08/08/2020

Resultado do ensaio	
Carga máxima (kgf):	25.020
Tensão máxima (MPa):	5,5
Mód. Elasticidade (GPa):	

Gráfico do ensaio realizado

