

CONCRETO ARMADO: SUAS VANTAGENS E UTILIZAÇÕES

Giovana BOSISIO¹
João MASTRONICOLA²
Rodrigo Coladello de Oliveira³
Bruno do Vale SILVA⁴

RESUMO: O concreto tem primeira utilização conhecida nos tempos do Império Romano. Desde esses tempos vem evoluindo, até o século XIX, quando tem-se a criação do cimento Portland, muito semelhante ao atual. Com a mistura de água, cimento, areia e brita, origina-se o concreto, que possui baixa resistência à tração, o que vem a favorecer a utilização do concreto armado. O concreto armado tem criação no ano de 1849, com o francês Lambot, sendo constituído de concreto com uma armadura de aço em seu interior, possuindo resistência aos esforços de tração. Sendo assim, o objetivo deste artigo é apresentar as aplicações do concreto armado na construção civil, visando também sua relação custo e benefício, suas vantagens e desvantagens, ensaios de resistência do material, aplicações e utilidades, para tanto, foram consultados materiais bibliográficos específicos ao tema abordado. O concreto armado proporciona redução de custos da obra, além de se mostrar durável, de fácil modelagem e de alta resistência. Porém, alguma de suas desvantagens podem ser seu elevado peso, dificuldade em sua reforma ou demolição, custo para moldagem de suas formas, possível surgimento de fissuras durante aplicação de cargas móveis. Sua aplicação mais adequada é por meio de adensamento, retirando o ar presente na massa do concreto, tornando-o mais compacto. Por fim, o material pode ter utilização em diversos tipos de obras, dependendo da estrutura a ser construída.

Palavras-chave: Armadura de aço. Cimento. Portland. Tração. Resistência.

1 INTRODUÇÃO

A primeira utilização do concreto (semelhante, porém não idêntico ao atual) ocorreu no período do Império Romano, quando os romanos adicionaram cinza vulcânica ao calcário, chamando essa junção de pozzolana. (SOUZA JÚNIOR, 2012)

¹ Discente do 3º ano do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário “Antônio Eufrásio de Toledo” de Presidente Prudente. e-mail: giovanabosisio@hotmail.com

² Discente do 3º ano do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário “Antônio Eufrásio de Toledo” de Presidente Prudente. e-mail: joao_mastronicola@hotmail.com

³ Docente do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário “Antônio Eufrásio de Toledo” de Presidente Prudente. e-mail: rodrigo.oliveira@unitoledo.br

⁴ Docente do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário “Antônio Eufrásio de Toledo” de Presidente Prudente. e-mail: bruno.silva@unitoledo.br

O cimento como conhecido hoje, teve produção industrial a partir de 1850, conhecido na época como Portland, e foi no século XIX que ideias de se inventar um concreto que possuísse elevada resistência à tração começaram a ser desenvolvidas. No entanto, o concreto armado data do ano de 1849, com um barco desenvolvido pelo francês Lambot. Barco este construído com telas de fios de ferro, preenchidas com argamassa. Posteriormente, o também francês Mounier, passou a fabricar vasos de flores de argamassa de cimento com armadura de arame, ou seja, concreto armado.

Em 1850, trabalhos científicos sobre o material começaram a ser escritos, mas foi a publicação de E. Morsch, sobre o dimensionamento das peças de Concreto Armado, a primeira teoria mais completa sobre o tema. Resultantes de ensaios experimentais, as normas e cálculos para a construção do concreto armado de Morsch ainda são aceitas. A partir daí, este tipo de construção se desenvolveu e seu projeto e execução passou a ser regulamentado, com suas primeiras normas, atingindo atualmente uma ampla variedade de utilizações em diversos tipos de obras. O nome concreto armado, como conhecido hoje, tem origem após o ano de 1920, até quando este material era denominado cimento armado. (BASTOS, 2011)

No Brasil, Emílio Henrique Baumgart é considerado o pai da Engenharia Estrutural, sendo o responsável por diversas obras com o concreto armado, como a Ponte Herval, em Santa Catarina, e o edifício A Noite, no Rio de Janeiro. (SOUZA JÚNIOR, 2012)

O concreto armado torna-se importante por sua resistência à tração, diferencial em relação ao concreto simples, que resiste somente à compressão. Sua constituição de concreto simples com uma armadura de aço em seu interior.

Desta forma, este artigo tem como objetivo mostrar os conceitos iniciais que servem de base para o entendimento de projeto de estruturas de concreto armado e suas aplicações na construção civil, visando também sua relação custo e benefício, suas vantagens e desvantagens, ensaios de resistência do material, aplicações e utilidades.

2 DESENVOLVIMENTO

Para o desenvolvimento do presente trabalho, foram consultados livros, websites e artigos referentes ao tema proposto, sendo realizada uma pesquisa sobre o concreto armado, abordando seu histórico na construção civil, suas vantagens e desvantagens, comparação com o método de construção convencional, aplicações e certificação sustentável.

2.1 Concreto Simples

Concreto é o nome dado para a mistura de água, cimento (aglomerante), agregado miúdo (areia) e agregado graúdo (brita), sendo mais comum a brita 1. Este é resultado de uma combinação de cimento misturado com água formando-se uma pasta que adere areia e pedra, e resulta-se em um bloco monolítico (PINHEIRO et al, 2010). BASTOS (2014) complementa que para o concreto proporcionar melhores características podem incluir adições e aditivos químicos, como a cinza volante, pozolana, sílica ativa, pigmentos coloridos, fibras, agregados especiais, entre outras.

As dosagens desses materiais devem ser seguidas de acordo com as normas da ABNT (NBR 7211/1983 – Agregado para concreto – Especificação; NBR 7212/1984 – Execução de concreto dosado em central – Especificação; 9606/1992 – Concreto – Determinação da consistência pelo espalhamento do tronco de cone – Método de ensaio) respeitando certa proporção, e da mesma forma pode-se obter concretos especiais, em que são incluídos aditivos, isopor, pigmentos, fibras ou outras adições (ALMEIDA, 2002).

A quantidade e qualidade da água colocada são muito importantes, pois ela é a responsável para que a reação química de hidratação do cimento aconteça, assegurando as propriedades de resistência e durabilidade do concreto. Se houver muita água, perderá resistência por conta dos vazios que se formarão quando ela evaporar e se houver pouca, a reação química não será completa. Assim, a argamassa deve ser homogênea, para que não ocorra porosidade, e não afete na resistência e na permeabilidade (ALMEIDA, 2002; BASTOS, 2014).

O concreto simples, utilizado na fabricação de blocos de concreto, brocas de fundação, tubulões e cimentados de pisos tem como ponto forte a grande

resistência à compressão, porém tem baixa resistência à tração e é um material muito pesado que se pode romper com pequenas deformações, e é por esse motivo que utiliza-se o concreto armado em obras de grande porte (PINHEIRO et al, 2010).

2.2 Concreto Armado

Concreto armado é a estrutura que utiliza o concreto simples - uma mistura de agregados miúdos (areia), agregados graúdos, (brita), aglomerantes, cimento, e água. Este reúne as características do concreto (baixo custo, durabilidade, boa resistência à compressão, fogo e água) com as do aço (ductilidade e ótima resistência à tração e compressão) (PORTAL AEC WEB, 2013; BASTOS, 2014).

O concreto conta com a presença do aço em seu interior, na qual o envolve garantindo a proteção contra corrosão e altas temperaturas provocadas por incêndio, contanto que seja assegurado o cobrimento adequado, e para um bom funcionamento eles precisam estar combinados e necessitam de uma aderência. Marcellino (2013) afirma que essa associação entre eles é possível devido ao coeficiente de dilatação térmica de ambos serem, aproximadamente, iguais (PORTAL AEC WEB, 2013; BASTOS, 2014).

As armaduras comportam-se de diversas maneiras, porém a mais utilizada é a protendida, como é o caso da construção de pontes.

Segundo BASTOS (2014) no processo de pré-tensão:

O aço de protensão é fixado numa das extremidades da pista de protensão, e na outra extremidade um cilindro hidráulico estira (traciona) o aço, nele aplicando uma tensão de tração pouco menor que a tensão correspondente ao limite elástico. Em seguida, o concreto é lançado na forma, envolve e adere ao aço de protensão. Após o endurecimento e decorrido o tempo necessário para o concreto adquirir resistência, o aço de protensão é solto (relaxado) das ancoragens e, como o aço tende elasticamente a voltar à deformação inicial (nula), ele aplica uma força (de protensão) que comprime o concreto de parte ou de toda a seção transversal da peça.

Enquanto no processo de pós-tensão, BASTOS (2014) retrata:

Primeiramente é fabricada a peça de concreto, contendo dutos (bainhas) ao longo do comprimento da peça, para serem posteriormente preenchidos com o aço de protensão, de uma extremidade a outra da peça. Quando o concreto apresenta a resistência suficiente, o aço de protensão, fixado

numa das extremidades da peça, é estirado (tracionado) pelo cilindro hidráulico na outra extremidade, com o cilindro apoiando-se na própria peça. Esta operação provoca a aplicação de uma força que comprime o concreto de parte ou de toda a seção transversal na peça. Terminada a operação de estiramento, o próprio cilindro hidráulico fixa o aço na extremidade da peça.

2.3 Resistências do Concreto

2.3.1 Resistência do concreto à compressão

No Brasil, esse teste é realizado pela avaliação de corpos de prova cilíndricos com dimensões de 15 cm de diâmetro e 30 cm de altura, como determina a NBR 5738. O ensaio que estabelece a resistência característica à compressão é feito em uma prensa hidráulica na idade de 28 dias a partir da moldagem, conforme a NBR 5739 (BASTOS, 2014).

BASTOS (2014) afirma que pela resistência característica do concreto à compressão, a NBR 8953 classifica os concretos em I e II, na qual são apresentados pela letra C seguidos de sua resistência característica, em MPa.

Grupo I: C20, C25, C30, C35, C40, C45, C50.

Grupo II: C55, C60, C70, C80, C90, C100.

A Norma também indica que há concretos que não são utilizados para fins estruturais, como é o caso do C10 e C15, em que o último, é aplicado somente à estruturas de fundação e obras provisórias, e em relação à agressividade do ambiente em que a estrutura se encontra, são necessários concreto com maiores resistências que o C20.

2.3.2 Resistência do concreto à tração

Os elementos estruturais de concreto armado recebem tensões e deformações de tração causada pelos esforços solicitantes, e o conhecimento da resistência do concreto à tração ajuda na determinação da fissuração, no

dimensionamento da viga à força cortante e na resistência de aderência entre barra de aço e concreto.

Essa resistência varia de 8 a 15% da resistência à compressão e pode ser executada de 3 tipos: tração direta, tração indireta e tração na flexão.

A tração direta é mais árdua de ser realizada, pois necessita de dispositivos especiais (garras metálicas) e prensa universal, para aplicar a força de tração. Por isso, os outros 2 tipos de ensaios foram criados, buscando sanar essas dificuldades (BASTOS, 2014).

A tração indireta é definida pelo ensaio de compressão diametral, conhecido como *Brazilian test* ou *splitting test*, que se baseia na compressão longitudinal do corpo de prova cilindro segundo a direção do seu diâmetro. Segundo BASTOS (2014), quando as tensões de compressão são aplicadas, acontecem simultaneamente tensões de tração perpendiculares na direção diametral, levando ao rompimento do corpo de prova e dividindo-o em dois.

Já a resistência à tração na flexão, a viga é sujeita ao ensaio de flexão simples, em que são aplicadas duas forças concentradas iguais nos terços dos vãos. BASTOS (2014) afirma que quando a tensão de tração atinge a resistência do concreto à tração e gera uma fissura entre as forças, rapidamente a viga rompe. Essa resistência equivale a tensão aplicada à fibra mais tracionada no momento da ruptura.

2.4 Vantagens e Desvantagens da Utilização do Concreto Armado

O concreto armado revela ser 20% mais barato que a estrutura metálica, exceto em casos que a estrutura tem que vencer vãos muito grandes, pois a metálica se mostra mais leve, de fácil manuseio e propicia o aumento de espaço útil (ACME, 2013).

Um fator que favorece a redução de custos na obra é a obtenção dos agregados na própria edificação e da reutilização dos materiais. A água da chuva, por exemplo, pode ser armazenada em tambores para ser utilizada na preparação da argamassa ou até mesmo para a limpeza do canteiro (ACME, 2013).

Além disso, este material se mostra durável capaz de aguentar muito peso e com o passar do tempo sua durabilidade aumenta, desde que seja utilizado na dosagem correta. O concreto favorece a arquitetura pela sua fácil modelagem e adapta-se rápido a qualquer tipo de forma, o que facilita a execução (ACME, 2013).

Também apresenta alta resistência ao desgaste mecânico e ao fogo, que é capaz de aguentar cargas, suportar a penetração das chamas e a transferência de calor (ACME, 2013).

Apesar de este material possuir inúmeras vantagens, o concreto armado apresenta também sérias desvantagens. De acordo com Souza Júnior (2012), as desvantagens na utilização do concreto podem ser elencadas como:

Possui grande peso-próprio, cerca de 2500 kg por metro cúbico, sendo que o peso pode ser reduzido utilizando agregados leves; sua reforma e demolição podem ser de grande dificuldade, ou até mesmo impossível de ser executada; possui baixo grau de proteção térmica; o prazo de utilização pode ser reduzido com o emprego de aditivos, que são substâncias adicionadas de forma intencional ao concreto com a finalidade de reforçar ou melhorar certas características, inclusive facilitando seu preparo e utilização; o custo das formas usadas para moldar os elementos de concreto é relativamente onerosa, em alguns casos, o custo deste material e a mão de obra para construir as formas se igualam ao custo do concreto e apresenta resistência à compressão inferior ao aço; podem ocorrer surgimento de fissuras no concreto devido a aplicação de cargas móveis; é necessário mistura, lançamento e cura, a fim de garantir a resistência desejada; possui baixa resistência à tração.

Conforme mencionado anteriormente, existem alguns exemplos reais de aplicação de aditivos, tais como: aumento da durabilidade; melhora na impermeabilidade e na trabalhabilidade; possibilidade de retirada de fôrmas em curto prazo; diminuição do calor de hidratação - retardamento ou aceleração da pega; diminuição da retração; aditivos plastificantes e superplastificantes; aditivos incorporadores de ar (SOUZA JÚNIOR, 2012).

2.5 Propósito do concreto em estruturas

A aplicação do concreto pode ser feita de várias formas, porém a mais adequada é por meio do adensamento, que retira o ar presente na massa do concreto por meio do vibrador de imersão visando ao máximo a redução da porosidade, de modo a torná-lo o mais compacto possível (AOKI, 2007).

O método deve ser empregado do modo mais cauteloso, para que haja o efeito esperado, sendo assim, devem ser respeitados alguns princípios: aplicar sempre o vibrador na vertical; vibrar o maior número possível de pontos para expulsar o ar retido e não gerar vazios que diminua sua resistência; o comprimento da agulha do vibrador deve ser maior que a camada a ser concretada; não vibrar a armadura; não imergir o vibrador a menos de 10 ou 15 cm da parede da fôrma; mudar o vibrador de posição quando a superfície apresentar-se brilhante; fazer cura, por no mínimo, 7 dias (AOKI, 2007).

Além dos cuidados a serem tomados durante a prática, existem também os que devem ter antes da aplicação, tais como: a altura da camada de concretagem deve ser inferior a 50 cm, facilitando assim a saída das bolhas de ar e alguns cuidados nos pilares, vigas, lajes com o modo de concretagem. (AOKI, 2007).

Nas lajes e vigas são colocadas barras de aço onde existe tração e mesmo que o concreto fissure nesses pontos, o aço é capaz de resistir, porém as fissuras são de tamanhos imperceptíveis (décimos de milímetros). Já nos pilares, a armadura principal longitudinal aumenta a resistência à compressão, contudo, se houver tração, o aço também resistirá (BOTELHO, 2011).

2.6 Aplicação

O concreto armado tem utilização em todos os tipos de obra, como edificações, obras de saneamento, pontes, estádios de futebol, usinas hidrelétricas, galpões e pisos industriais, rodovias, monumentos e afins. A questão é saber qual tipo usar, o protendido ou o pré-tracionado. Em síntese, o pré-tracionado é, geralmente, usado em obras pequenas, com vãos pequenos como o caso de construção de casas, já para obras mais complexas, é mais favorável, usar o protendido, porém existe uma grande desvantagem pelo seu alto custo, pois requer a utilização de aço especial. Por fim, em ambientes adequados e ausentes de

processos de intemperismo a estrutura de concreto armado mantém-se em condições adequadas por alguns séculos (BOTELHO, 2011).

2.7 Sustentabilidade

A técnica intitulada de Gravata Incorporada – solução de fôrmas para estruturas em concreto armado – utiliza conectores rápidos para fixar os elementos modulares de fôrma à armadura da peça a ser concretada. Tanto os conectores quanto os elementos modulares de fôrma são produzidos em polipropileno. Atualmente, as obras em concreto armado utilizam sistemas de fôrmas de madeira ou metal, dimensionadas de maneira independente da armadura da peça, de fora para dentro, utilizando-se de elementos de sustentação e enrijecimento (gravatas, montantes, travessas, parafusos, etc (OBRA 24 HORAS, 2009).

De acordo com o engenheiro civil Jefferson Torres (2009), um dos responsáveis pelo sistema, são muitos os benefícios da nova técnica, inclusive no que se refere à preservação do meio ambiente. “Além de acabarmos com a utilização da madeira nesse processo, utilizamos polipropileno reciclado, a partir de matérias-primas do lixão e resíduos industriais”, diz ele. O produto, de acordo com Torres, tem patente requerida, custo reduzido e ainda possui certificado e selo verde emitidos pelo Instituto Falcão Bauer de Qualidade.

2.7.1 Selo verde Falcão Bauer

O Selo Ecológico Falcão Bauer ou Selo Verde é válido em todo o território nacional e certifica produtos e tecnologias sustentáveis. Ele encontra-se dividido em categorias que demonstram o impacto e os benefícios de um produto, como as preocupações dos fabricantes em relação ao meio ambiente, as ações de melhoria social, ambiental ou socioambientais que eles promovem. O Selo foi lançado em novembro de 2007 pelo Instituto Falcão Bauer de Qualidade (OBRA 24 HORAS, 2009).

O Instituto também é capacitado para realizar avaliações visando à concessão da marca de conformidade. Os certificados emitidos por um organismo independente de certificação garantem a conformidade do processo de fabricação dos produtos. O produto Gravata Incorporada possui tanto o selo quanto a certificação (OBRA 24 HORAS, 2009).

Sendo assim, ao adquirir-se um Selo Verde Falcão Bauer, a construção demonstra ser sustentável no setor social e ambiental, possuindo um diferencial em relação às demais, já que características como essa induzem ainda mais atenção pela demanda sustentável atual..

3 CONCLUSÃO

Com base nas pesquisas realizadas acerca do tema, pode-se perceber que para o concreto apresentar maior resistência à tração, coloca-se uma armadura em sua estrutura, denominando-se concreto armado. Assim, as armaduras utilizam-se da forma protendida, que recebe um pré-tracionamento até o limite elástico do metal, para posteriormente serem dispostas junto às formas com concreto ou um pós-tracionamento. Tal fato permite que este material seja utilizado em edificações que necessitam de maior resistência tais como: pontes, estádios de futebol, usinas hidrelétricas, rodovias, monumentos e obras afins.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Luiz Carlos de. **Concreto**. Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br/~almeida/au405/Concreto.pdf>>. Acesso em: 08 jul. 2017.

Assessoria de Comunicação, Marketing e Eventos. Concreto armado é solução durável e econômica. **Mútua – Caixa de Assistências dos profissionais do CREA**. Disponível em: <<http://www.mutua.com.br/art/item/5796-concreto-armado-%C3%A9-solu%C3%A7%C3%A3o-dur%C3%A1vel-e-econ%C3%B4mica>>. Acesso em: 08 jul. 2017.

AOKI, Jorge. Proteja seu concreto. **Massa Cinzenta**. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/proteja-seu-concreto-3/>>. Acesso em: 14 jul. 2017.

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. **Fundamentos do Concreto Armado**. Disponível em: <http://site.ufvjm.edu.br/icet/files/2013/04/FUNDAMENTOS_Concreto.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2017.

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. **Estruturas de Concreto Armado**. Disponível em: < <http://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/concreto1/Introducao.pdf>>. Acesso em 25 ago. 2017.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos. **Concreto armado eu te amo, para arquitetos**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo, SP: Blucher, 2011. 254 p.

MARCELLINO, Narbal. Concreto armado é solução durável e econômica. **Portal AEC Web**. Disponível em: <http://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/concreto-armado-e-solucao-duravel-e-economica_6993_0_1>. Acesso em: 26 jul. 2017.

PINHEIRO, Libânio. et al. **Estruturas de Concreto – Capítulo 1**. São Carlos, SP. 2010.

SOUZA JÚNIOR, Tarley Ferreira de. **Estruturas de Concreto Armado**. Disponível em: <<https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-de-edificios/apostila-concreto>>. Acesso em: 18 jul. 2017.

Nova técnica para concreto armado já vem com selo verde. **Obra 24 horas**. Disponível em: <<http://www.obra24horas.com.br/materias/tecnologia-e-sustentabilidade/nova-tecnica-para-concreto-armado-ja-vem-com-selo-verde>>. Acesso em: 20 jul. 2017.