

Avaliação do Desempenho de Tipos de Ligação Entre Concreto Novo e Concreto Antigo

RENAN WELISON ALVES¹
VINICIUS GONSALES DIAS²

RESUMO: A combinação de concreto, referida neste trabalho como a ligação entre diferentes idades do material, é uma ocorrência bastante usual no canteiro de obras e várias vezes indispensável. O meio de execução dessas ligações pode acontecer de diversas formas, cabendo ao responsável pela obra avaliar a ocorrência que não irá prejudicar a estrutura. As ligações de concreto de diferentes idades, ocorrem devido a diversos fatores envolvidos na obra que são inevitáveis, como a realização de concretagens por etapas, aumento da estrutura, paralisações devido a problemas ocorridos no canteiro, interrupções justificadas pelo clima e mau tempo, entre outros fatores. O objetivo deste trabalho foi analisar a eficiência dos materiais existentes usados nas juntas de ligação entre concretos de diferentes idades. Para este objetivo, três resistências de concreto foram ensaiadas sendo de 20, 25 e 30 MPa. Para cada resistência foram determinados moldes de nove corpos de prova retangular de tamanho nominal 10x10x40 cm, destes dois foram ensaiados para a determinação da resistência, um corpo de prova foi utilizado para verificar a ocorrência de problemas ou erros que possa ocorrer, e os seis que restaram foram serrados formando um ângulo de 30°, determinando uma superfície inclinada onde foi realizada a ligação. Posteriormente, foram obtidas doze partes, no quais foram submetidas a três tipos de tratamentos de ligação de concretos de diferentes idades. Foram analisados os seguintes tratamentos na superfície de ligação: apicoamento, apicoamento e aplicação de argamassa de cimento, apicoamento e aplicação de adesivo epóxi.

PALAVRAS – CHAVE: Ligação entre concretos; aderência do concreto; juntas de concretagens.

ABSTRACT: The combination of concrete, referred to in this work as the link between different ages of the material, is a quite usual occurrence at the construction site and several times indispensable. The means of execution of these connections can happen in several ways, and it is up to the person in charge of the work to evaluate the occurrence that will not harm the structure. Concrete connections of different ages occur due to several factors involved in the work that are unavoidable, such as concrete realizations in stages, structure increase, shutdowns due to problems in the construction site, interruptions justified by the weather and bad weather, among others factors. The objective of this work is to analyze the efficiency of the existing materials used in the joints between concretes of different periods. For this purpose, three concrete strengths were tested at 20, 25 and 30 MPa. For each resistor were determined molds of nine rectangle specimens of nominal size 10x10x40 cm, two test bodies of the nine mentioned were tested for resistance, a test specimen was specified for the occurrence of any problem or error that might and the remaining six were sawed at an angle of 30 ° to determine an inclined surface where the connection was made. Subsequently, twelve parts were obtained, in which, they were submitted to three types of concrete bonding treatments of different ages. These treatments were analyzed on the binding surface being: apicoamento, apicoamento and application of cement mortar, apicoamento and application of epoxy adhesive.

KEYWORDS: Bonding of concrete; adhesion of concrete; concrete joints

¹ Acadêmico de Graduação, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitários UNIFASIPÉ - UNIFASIPÉ, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: renan_w8@hotmail.com;

² Professor de Graduação, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitários UNIFASIPÉ - UNIFASIPÉ, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: viniciusgonsolesdias@gmail.com

1 Introdução

A utilização do concreto na construção civil determinou muitas facilidades e progressos nas edificações. Entretanto sua aplicação demandou outras indagações a serem resolvidas, sendo uma delas as juntas de concretagens. As juntas de concretagens são imprescindíveis e não existe regulamento determinado para amparar todas as ocorrências. As juntas de concretagens, diversas vezes, acontecem em concretos de diferentes idades e as complexidades relacionadas ao aperfeiçoamento das ligações são abundantemente conhecidas pelo meio técnico (REIS, 2001).

Segundo Bauer (2009), as dificuldades encontradas nesse tipo de ligação atingem desde a retomada de um concretagem durante a execução da estrutura ou sua continuidade depois de tempo determinado, por suspensão temporária de atividades, ampliações ou ainda no caso de recuperação da estrutura ou aplicação de reforço estrutural em alguns casos mais específicos.

Essa retomada das atividades de execução da estrutura, ocorrem em casos onde a estrutura não pode ser concretada continuamente, portanto, caso não se execute tratamento adequado naquela região poderá ocorrer o surgimento de fissuras, afetando a estrutura. Isso acontece porque, este local se torna um ponto de baixa resistência, principalmente, a esforços cisalhantes (ALMEIDA, 2002).

Em outra situação, o problema poderá está relacionado com a necessidade de reforço em construções que atingiram o colapso, ou seja, aqueles elementos estruturais que não desempenha mais sua função ou que passaram a ter nova função na estrutura.

Em decorrência disso, a ligação de concreto novo com concreto antigo, formando as juntas de concretagens, ou seja, as descontinuidades no processo de execução da estrutura de concreto, tem-se mostrado um tema de extrema relevância no universo da construção de edificações como também em obras de infraestrutura.

A ABNT NBR 14931:2004: Execução de Estrutura de Concreto, expõem algumas recomendações sobre a execução de juntas de concretagem, através destas recomendações destacam-se três modelos de execução que serão avaliados neste trabalho, são eles: apicoamento da superfície da junta; apicoamento e aplicação de argamassa com mesma composição do concreto; apicoamento e o uso de adesivo a base de resina Epóxi.

Portanto este trabalho tem por objetivo através de um ensaio experimental em laboratório a verificação dos sistemas de adesão nas juntas de concretagem, afim de diminuir a baixa resistência na zona de interface ou zona de transição, através de ensaios de rompimento de corpo de prova.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa é resultado de um estudo experimental desenvolvido durante os meses de maio a junho do ano de 2020, onde foi realizada a moldagem, especificações de materiais, e os ensaios práticos relacionados na análise.

Desta maneira, foram constituídas três séries do ensaio estabelecido com o concreto, sendo as séries de resistências à compressão de 20, 25 e 30 MPa. Primeiramente, foram realizadas a moldagem de 6 corpos de prova retangulares com dimensões nominais de 10x10x40cm para cada série de resistência.

Dois corpos de prova foram separados para realização do ensaio de determinação da resistência à flexão simples, 1 corpo de prova foi separado para caso ocorresse alguma inconveniência ou perda, e os 3 corpos de prova restantes foram moldados a um ângulo de 30°, realizando assim uma superfície inclinada onde se deu a ligação.

Depois de moldados, para cada série, obtiveram-se seis partes, que, foram submetidas aos três tipos de tratamentos, resultando em quatro ligações para cada tipo de tratamento. Após um total de 56 dias, ou seja, 28 dias para os primeiros corpos de provas mais 28 dias para os tratamentos de ligação entre os corpos de prova, foram realizados os ensaios de flexão simples. Foram avaliados três tratamentos na superfície de ligação: somente apicoamento, apicoamento e aplicação de argamassa de cimento, apicoamento e aplicação de adesivo epóxi.

2.1 Caracterizações da mistura para ensaio.

Para os agregados, sendo a areia e a brita, foram determinados ensaios de especificação e caracterização, de acordo com as normas regulamentadas e vigentes atualmente, e apresentado suas características no decorrer da metodologia.

Para o agregado miúdo, a areia os seguintes ensaios foram realizados:

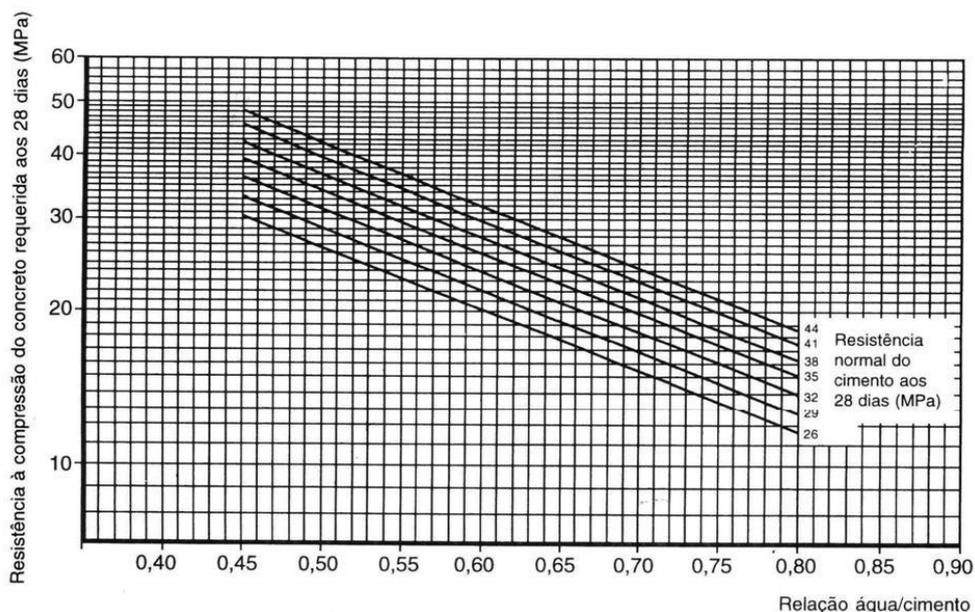
- Granulometria, de acordo com a NBR NM 248 (ABNT, 2003);
- Massa específica do agregado miúdo, de acordo com a NBR 9775 (ABNT, 2011);
- Massa específica do agregado graúdo, de acordo com a NBR NM 53 (ABNT, 2009);
- Massa unitária, de acordo com a NM 45 (ABNT, 2006);
- Teor de material pulverulento, de acordo com a NBR NM 46 (ABNT, 2003).

Desta forma, foi possível reunir as informações necessárias dos agregados, para realização da dosagem do concreto e dar procedimento a método.

2.2 Caracterização do cimento e traço

Na primeira etapa foi determinado a relação água / cimento do concreto segundo a curva de Abrams do Cimento (Figura 1), este processo foi realizado para as resistências requeridas sendo, 20 MPa, 25 MPa e 30 Mpa.

Figura 1 - Gráfico com curvas para determinação da relação água / cimento



Fonte: REIS (1998)

Com os consumos definidos e encontrados é possível estabelecer os traços, utilizando como proporção do cimento em 1 e os outros materiais calculados por regra de três, desta forma tem-se no Tabela 1 os traços dos materiais:

Tabela 1 – Dosagem do Concreto

20 MPa	Cimento	Areia	Brita	Água
Consumos Kg/m ³	333,33	767,04	1004,7	200
Traço	1,00	2,30	3,01	0,60
25 MPa	Cimento	Areia	Brita	Água
Consumos Kg/m ³	344,83	757,39	1004,7	200,00
Traço	1,00	2,20	2,92	0,58
30 MPa	Cimento	Areia	Brita	Água
Consumos Kg/m ³	384,62	724,16	1004,7	200,00
Traço	1,00	1,88	2,61	0,52

Fonte: Própria (2020)

Após a definição e especificação dos materiais utilizando os ensaios e caracterizando a dosagem do concreto, foi iniciado a moldagem dos corpos de prova, apresentado nas seções seguintes.

1.3 Produção dos Corpos de Prova e Execução dos Ensaios

Para essa etapa deverá ser obedecido as orientações das normas de modelagem de corpo de prova NBR 5738 (ABNT, 2016).

Com base nos resultados das características dos componentes do concreto e calculado sua dosagem, esta etapa configura a preparação propriamente dita do corpo de prova a serem estudados, como foi mencionado, foram preparados um total de 9 corpos de prova na etapa inicial, e 6 corpos de prova na segunda etapa.

1.3.1 Produção dos Corpos de Prova

Para moldagem dos corpos de prova em concreto, foi utilizado uma betoneira de 120 litros, e moldado corpos de prova em formas de 10x10x40 cm (Figura 2), seguindo as orientações da norma NBR 5738 (ABNT, 2016).

Figura 2 – Formas para moldagem dos corpos de prova



Fonte: Própria (2020)

Foram realizados a produção de 2 corpos de prova, moldados especificamente para cada resistência determinada pelo ensaio, sendo 2 corpos de prova para determinação da resistência após 28 dias de cura e moldagem, 1 para perda e 1 para serem moldados e efetivados na ligação com os diferentes materiais, esse processo realizado para as resistências de 20 Mpa, 25 MPa e 30 MPa.

Após a concretagem, no período de 24 horas posterior os corpos de prova foram determinados ao procedimento de cura de 28 dias, estando em um recipiente imersos em água.

Na sequência, dos 2 corpos produzidos para as determinadas resistências, foi definido um corpo de prova de reserva caso acontecesse alguma peculiaridade acidental com um dos CP. A partir disto então os 2 corpos de prova foram moldados em um ângulo de 30° (Figuras 3).

Figura 3 – Corpos de prova cortados



Fonte: Própria (2020)

1.3.2 Preparação dos Materiais Ligantes (Apicoamento, Argamassa e Adesivo Époxi)

Após preparado os corpos de prova, deverá ser executado o preparo desses corpos para os tratamentos estabelecidos; aplicação dos materiais necessariamente dosados e de acordo com a norma de junta de concretagem, NBR 14931 (ABNT, 2004).

A parte da superfície utilizada para ligação foram apicoadas, no formato de sulcos transversais realizados com a serra circular (Figura 4), desta forma aprimorando o contato entre o molde realizado e novo concreto a ser agregado.

Figura 4 – Corpos de prova apicoados



Fonte: Própria (2020)

Com os corpos de prova tratado nas suas superfícies com o procedimento de apicoamento, os mesmos foram reinsertados nos moldes para receber o tratamento de ligação, sendo estes a argamassa e o adesivo epóxi.

Para a produção da argamassa, foi utilizada um traço definido de acordo com Souza e Ripper (2005), para o mesmo é de 1:0,4 (Cimento: água). Então prosseguiu-se com a aplicação do material sobre a superfície apicoada do CP (Figura 5).

Figura 5 – Argamassa de Ligação no CP



Fonte: Própria (2020)

A realização com tratamento utilizando o adesivo epóxi foi feito segundo as diretrizes do fabricante do Adesivo, então foi aplicado formando uma camada na superfície para unificação (Figura 6).

Figura 6 – Superfície do adesivo epóxi sobre corpo de prova.



Fonte: Própria (2020)

Após a realização da preparação das suas superfícies de ligação tratadas, os corpos de prova foram moldados novamente para realização do ensaio de compressão (Figura 7).

Figura 7 – Corpo de prova remoldado para ensaio de compressão.



Fonte: Própria (2020)

1.3.3 Ensaio de Rompimento

Este ensaio busca a obtenção dos resultados de resistência a flexão dos corpos de prova submetidos ao tratamento de ligação entre concreto antigo e concreto novo. Para realização do ensaio foi utilizado uma prensa hidráulica e realizada a flexão do corpo de prova até seu rompimento (Figura 8) e medido a sua carga de ruptura. A realização do ensaio foi estabelecida segundo a NBR 5739 (ABNT, 2018).

Figura 8 – Ensaio de flexão no corpo de prova.



Fonte: Própria (2020)

3 Resultados

De acordo com os estudos feitos através de materiais teóricos, como temas similares a esse trabalho; livros e trabalhos de conclusão de cursos correlacionados ao tema abordado, como também pesquisas em sites de materiais de construção, e em normas onde abordam sobre as técnicas de tratamento de juntas de concretagem. Pode-se esperar os seguintes resultados:

a) NO ENSAIO DE FLEXÃO;

As juntas a base de resina epóxi, são polímeros ultra aderentes, espera-se que nos ensaios de flexão o rompimento não ocorra nas juntas ou que os resultados sejam superiores que as juntas tratadas apenas com apicoamento e argamassa e este seja superior as juntas submetidas ao método de apicoamento como mostra Tabela 2, o que melhor se sai é com apicoamento e argamassa:

Tabela 2 – Resultados dos rompimentos.

CORPO DE PROVA	Resistencia (Mpa)	Resultado das juntas	Viável ou não viável
APIOCOAMENTO	0,64	Rompeu na Junta	Não Viável
APIOCOAMENTO E ARGAMASSA	0,27	Rompeu fora da Junta	Viável
APIOCOAMENTO E RESINA EPOX	0,08	Rompeu na Junta	Não viável

Fonte: Própria (2020)

b) O MÉTODO DE TRATAMENTO MAIS APRORPIADO PARA CADA CASO DE JUNTA FRIA;

Os corpos de prova submetidos aos tratamentos de apicoamento e argamssa, teve resultados mais consistentes, podendo ser aplicado a qualquer caso, seja ele em casos de descontinuidade de concretagem, ampliação ou reforma e principalmente em reforço de estruturas.

Já os CPs com faces tratadas com apicoamento e base de resina Epóxi teve suas aplicabilidades mais resumidas, como em casos de descontinuidade na concretagem, ampliação ou reforma.

A execução de escarificação ou apenas o apicoamento das superfícies dos corpos de prova, trata-se de um simples método de aderência, onde não se usa nenhum material aderente. Portanto sua aplicabilidade deverá ser resumida apenas em casos de descontinuidade de concretagem, levando-se em conta o tempo de cura entre essas concretagens e todos os demais cuidados recomendados em norma.

4 Conclusão

O presente trabalho avaliou o desempenho dos materiais utilizados nas ligações entre concretos de diferentes idades, sendo estes a realização da emenda, e determinou através dos resultados obtidos experimentalmente a eficiência da realização das juntas de concretagem com os insumos e procedimentos usados.

As primeiras colocações experimentais se deram através da realização do concreto ensaiado, então foram desenvolvido o procedimento para moldagem e tratamento dos corpos de prova de acordo com as normas regulamentes vigentes. Após a moldagem e tratamento dos corpos foi realizado os ensaios de resistência a flexão e determinado a carga de ruptura dos corpos de prova ensaiados.

Os ensaios de flexão, demonstraram que as metodologias de apicoamento; de apicoamento com o uso de argamassa foi satisfatório no que se refere a ligação. Além de que a ruptura causada por este método não foi localizada nas emendas dos corpos de prova e sim por fissuras verticais sobre sua superfície externa o que reforça a utilização e eficiência deste método.

Realizando a análise e comparando os resultados apresentados, pode-se concluir que o método mais econômico, é o uso apenas do apicoamento, tendo em consideração que na análise realizada as diferenças nos resultados devido as cargas de rupturas possuem uma baixa variação entre todos os métodos demonstrando a eficiência de todos os aplicados, portanto devido ao baixo custo do apicoamento, é demonstrado como o método mais econômico na realização da ligação do concreto de diferentes idades. Já o método mais caro ficou sendo o método de apicoamento com adesivo epóxi.

No conjunto dos métodos e materiais e partir dos resultados obtidos o procedimento a se utilizar como referência e mais efetivo em custo e resultado é apenas do apicoamento e argamassa se apresentando com eficiência no seu emprego para ligação das juntas de concreto de diferentes idades.

5 Referências

- ALMEIDA, L. C. **CONCRETO**. Campinas: universidade estadual de campinas, 2002, p. 03. Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br/~almeida/au405/concreto.pdf>>. Acesso em: 20/04/2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738**: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. Rio de Janeiro, 2016.
- _____. **NBR 5739**: Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2018.
- _____. **NBR NM 14931**: Execução de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.
- _____. **NBR NM 248**: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.
- _____. **NBR NM 45**: Agregados – Determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro, 2006.
- _____. **NBR NM 46**: Agregados – Determinação do material fino que passa através da peneira 75 µm, por lavagem. Rio de Janeiro, 2003.
- _____. **NBR NM 53**: Agregado graúdo – Determinação da massa específica, massa específica aparente e absorção de água. Rio de Janeiro, 2009.
- _____. **NBR NM 9775**: Agregados – Determinação da umidade superficial em agregados miúdos por meio do frasco de Champman - Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2011.
- BAUER, L. A. F. **Materiais de construção**: Novos Materiais para Construção Civil. v.1. 5. Ed, 2009.
- CÁNOVAS, M. F. **Patología y Terapéutica del Hormigon Armado**. Madrid: ETS de Ingenieros de Caminos, 1994.
- MAREK FILHO, C. A. M.; VANDERLEI, R. D. **Estudo das ligações entre concretos de diferentes propriedades solicitados à flexão pura**. I Seminário de Engenharia Urbana da Universidade Estadual de Maringá – Maringá: SEVEN, 2007.
- NEVILLE, A. M. **Propriedades do Concreto**. 2a ed., Tradução por Salvador E. Giammuso, São Paulo: Pini, 1997.
- REIS, A. P. A. **Reforço de vidas de concreto armado por meio de barras de aço adicionais ou chapas de aço e argamassa de alto desempenho**. São Carlos, 1998. Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo.
- SAMPAIO, Í. D. A. **Avaliação De Materiais Na Ligação Entre Concreto Novo/Concreto Velho**. 64 p. Monografia (Engenharia Civil) — Universidade Federal do Ceará. 2010.
- SOUZA, V. C. M; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: PINI, 2005.
- BITTENCOURT, T. N. **Estudo experimental do fraturamento do concreto estrutural por meio de corpos de prova cilíndricos**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.