



IX CONGRESSO BRASILEIRO DE PONTES E ESTRUTURAS
18 a 20 de maio, 2016 - Everest Rio Hotel

Análises de Resultados do Desempenho Tecnológico do Concreto Convencional (CVV) e do Concreto Auto-Adensável (CAA)

Diogo Luís Martins Silva¹, Paulo Henrique Maciel Barbosa²

¹Laboratório de Engenharia e Consultoria Ltda / Laboratório de Controle de Qualidade /
diogo.silva@lenc.com.br

²Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC Minas / Instituto Politécnico / Departamento de Engenharia Civil e Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix / Núcleo de Arte e Tecnologia / Curso de Engenharia Civil - paulohenrique@pucminas.br ; paulo.barbosa@izabelahendrix.edu.br

Resumo

As atuais exigências do mercado da construção civil demandam um concreto que seja compatível com o que determina o projeto elaborado, e que os profissionais sejam atendidos com o material específico para execução do projeto. O presente trabalho buscou expor, e elaborar, as técnicas normativas vigentes nos ensaios de controle tecnológico no concreto convencional frente ao concreto auto-adensável. Também procuramos expor conhecimentos e normas existentes para o controle tecnológico nos dois tipos de materiais, identificando e expondo estes como formas e ferramentas. Demonstramos a importância dos ensaios de controle tecnológico, para sabermos se o mesmo está satisfatório para o uso nas peças as serem concretadas. Neste trabalho, também foram abordadas as propriedades dos materiais e garantido a procedência dos ensaios realizados de acordo com as normas técnicas pela empresa LENC – Laboratório de Engenharia e Consultoria Ltda, localizada em Belo Horizonte MG, e todos os procedimentos foram executados por profissionais gabaritados para cada tipo de ensaio realizado, e acompanhado por nossa pesquisa.

Palavra-Chave: concreto auto-adensável, concreto, controle tecnológico.

Introdução

A partir do ano de 2008, os concretos convencionais de Cimento Portland vem perdendo seu espaço por possuírem algumas deficiências. Desse modo, verificou-se a necessidade de pesquisar novos tipos de misturas que melhorassem o desempenho dos concretos. Problemas com o processo de adensamento do concreto convencional em estruturas muito complexas, fizeram com que, no final da década de 70, pesquisadores desenvolvessem misturas que possuísem alta trabalhabilidade, ou seja, grau de facilidade com que o concreto pode ser preparado e aplicado em obras. Desta forma, surgiu o concreto auto-adensável (MEHTA e MONTEIRO, 2008).

O estudo tecnológico em concreto também se faz necessário, pois a qualidade das estruturas acabadas está diretamente ligada ao concreto no estado fresco, pois se determinam falhas neste estado (HELENE e TERZIAN, 1993). Segundo PETRUCCI (1998), alguns aspectos relacionados à qualidade final do material, devem ser verificados no material antes de seu endurecimento, dentre eles podemos citar: o abatimento do concreto, a segregação do material graúdo, e o comportamento quanto a sua plasticidade.

Contudo, é importante demonstrar a funcionalidade do controle tecnológico para a concretagem, pois a utilização permanente destes procedimentos contribui para a qualidade do



IX CONGRESSO BRASILEIRO DE PONTES E ESTRUTURAS
18 a 20 de maio, 2016 - Everest Rio Hotel

material (PETRUCCI, 1998). Diante disso, levantar pesquisas sobre o controle tecnológico em concreto poderá auxiliar os profissionais da área na compreensão desse campo, tendo como efeito uma melhoria na atuação do engenheiro nesse contexto, bem como, avanços nos estudos desse tema.

Objetivos

Objetivo geral

Apresentar os resultados quanto ao controle tecnológico frente ao concreto auto-adensável e o concreto convencional, abordando as principais propriedades mecânicas dos materiais estudados, comparando os resultados encontrados nos ensaios realizados para os dois materiais em estudo.

Objetivos específicos

Analisar os resultados obtidos através dos ensaios;
Executar corretamente os procedimentos para ensaios normativos destes materiais;
Estudar características e propriedades do concreto auto-adensável e do concreto convencional.

Materiais e controle de qualidade do concreto

Concreto é uma mistura formada por água, cimento, agregado graúdo (brita) e agregado miúdo (areia) cujo estado fresco possui consistência plástica e o estado endurecido é caracterizado por uma resistência à compressão elevada, porém, baixa resistência à tração. Sua durabilidade é alta, pois a sua resistência mecânica eleva-se com o passar do tempo quando exposto a intempéries (HELENE, 2009).



Concreto Auto-adensável (CAA)

O CAA foi desenvolvido no Japão pelo Professor Hajime Okamura no final da década de 80, também era conhecido como concreto auto-compactável, sua principal finalidade era diminuir a deficiência de mão de obra qualificada para o serviço de concretagem. Os engenheiros japoneses perceberam que a falta de adensamento do concreto convencional - CCV provocava patologias que comprometiam a durabilidade das estruturas. O uso do CAA é evidente e crescente no mundo inteiro, tanto nas empresas de pré-moldados e pré-fabricados, como na utilização do concreto em obras (REPETTE, 2011).

Para ser considerado auto-adensável, o concreto deve satisfazer determinadas propriedades no estado fresco, tais como: preencher todos os espaços na fôrma, somente pela ação de seu próprio peso; passar entre os obstáculos (armaduras e diminuição de seções) sem sofrer bloqueio; e manter a estabilidade da mistura, sem que haja a ocorrência de segregação e exsudação de seus componentes (GOMES, 2002; ROONEY, 2002)

O adequado comportamento do CAA exige misturas com alta fluidez e suficiente viscosidade e coesão entre os componentes, a fim de garantir um fluxo contínuo e uniforme de toda a mistura, preenchendo toda a fôrma, sem exibir segregação e sem que se produza bloqueio entre as armaduras ou ao passar por algum obstáculo. Essas características definem as principais propriedades de auto adensabilidade do CAA, são elas: habilidade de preenchimento, habilidade de passar entre obstáculos e resistência à segregação; obviamente, esses parâmetros são diferentes dos utilizados nas caracterizações convencionais do concreto fresco (GOMES e BARROS, 2009).

Vantagens e desvantagens da utilização do CAA

Cada vez mais as obras estão exigindo inovações tecnológicas. A adoção do concreto auto-adensável pode ser um método que vai proporcionar algumas vantagens e desvantagens, conforme cita TUTIKAN e DAL MOLIN (2008): Com o auto-adensamento do concreto, é possível eliminar os nichos de concretagem ou popularmente conhecido como “bicheiras”, dando ótimo acabamento ao concreto; sem a necessidade da vibração, o ambiente de trabalho é melhorado, pois evita que os trabalhadores fiquem expostos a altas taxas de ruídos. Esse fato ainda favorece a concretagem em locais urbanos, onde os ruídos são limitados; com fluidez do concreto e eliminação de vibração é notório que a quantidade de trabalhadores será reduzida, pelo fato de que não há necessidade de muitas pessoas para lançar, espalhar e vibrar o concreto, fator importante para diminuição do prazo de execução e por consequência menor custo global da obra.

Os benefícios apresentados acima demonstram as excelentes qualidades do CAA, benefícios como maior resistência das estruturas, maior segurança por diminuição dos trabalhadores envolvidos em uma etapa construtiva e concretagem com altas taxas de armaduras também merece destaque.



IX CONGRESSO BRASILEIRO DE PONTES E ESTRUTURAS
18 a 20 de maio, 2016 - Everest Rio Hotel

Algumas desvantagens que merecem destaque são: maior controle tecnológico, cuidados no transporte para evitar a segregação, maior custo do CAA em comparação com o CCV (GOMES e BARROS, 2009).

Apresentadas algumas vantagens e desvantagens ocorrido pelo uso do CAA, podemos afirmar que as vantagens suprem as desvantagens que podem ocorrer. Os aspectos negativos com algumas medidas especiais podem ser controlados ou até eliminadas (KLEIN, 2008).

Concreto convencional (CVV)

O CVV é aquele sem qualquer característica especial e que é utilizado no dia a dia da construção civil. Mesmo sendo um concreto simples, requer como qualquer outro um estudo prévio de seus componentes para a determinação do traço mais econômico, obedecendo as normas da ABNT, para sua elaboração, execução e controle tecnológico da estrutura. (PORTAL DO CONCRETO, 2011).

Controle tecnológico em concreto

HELENE e TERZIAN (1993), em sua teoria, afirmam que o controle tecnológico em concreto, é um agregado de operações e verificações que, em conjunto, garantem a qualidade e aceitação do mesmo, em conformidade com as normas que regem esse processo. Esse processo de controle é parte integrante e de muita importância para a comprovação completa da qualidade da obra e também para o próprio andamento da mesma, com respeito às ações construtivas e seus efeitos que precisam ser respeitados para evitar fissuras e deformações originadas nesta fase.

Ainda segundo HELENE e TERZIAN (1993), até meados dos anos 70, todo o concreto era feito em obra, sob a supervisão direta do engenheiro responsável pela execução, que providenciava o traço, sempre com apoio de um Laboratório de controle e/ou assessoria de um Engenheiro Tecnologista de Concreto. Desta forma, o traço e todo um programa de controle eram organizados para permitir conhecer e atestar a qualidade do concreto.

A partir de 1978, com a reformulação da NB1/60, surgiu a NB1/78, logo depois a NB1/80, que trouxe modificação significativa na interpretação de resultados do concreto, introduzindo os conceitos semi-probabilísticos e neles o surgimento dos estimadores como forma de verificar o atendimento à qualidade (HELENE e TERZIAN, 1992).

Trabalhabilidade

PETRUCCI (1998), define trabalhabilidade como sendo a “propriedade do concreto fresco que identifica sua maior ou menor aptidão para ser empregado com determinada finalidade, sem perda de sua homogeneidade”. Em centrais de concreto, é verificado esse grau de trabalhabilidade do material, todos os processos de medida dessa grandeza baseiam-se em uma das seguintes proposições: medida pela deformação causada a uma massa de concreto fresco, pela aplicação de uma força pré determinada; medida pelo esforço necessário a ocasionar em uma massa de concreto fresco, uma deformação preestabelecida.



IX CONGRESSO BRASILEIRO DE PONTES E ESTRUTURAS
18 a 20 de maio, 2016 - Everest Rio Hotel

Ensaio de CAA e CVV

O ensaio de espalhamento foi padronizado no Japão em 1990, e consiste em verificar se o concreto sob determinada força, provocada pelo seu próprio peso, é capaz de se espalhar até atingir determinada dimensão determinado tempo e uma dimensão limite (GOMES e BARROS, 2009).

O ensaio de espalhamento (*slump flow test*) é muito utilizado pelos laboratórios de controle tecnológico, assim como o de abatimento (*slump test*) que também é bastante utilizado em todo o mundo devido sua simplicidade. Este define o grau de utilização e consistência do concreto para trabalhabilidade em seu estado fresco, através de seu abatimento. É indicado para concretos muito secos, pois a massa do material se desagrega ao ser erguida a fôrma (TARTUCE e GIOVANNETTI, 1999). Nesse processo de controle tecnológico, o ensaio de moldagem vem logo após o abatimento, depois passa pela cura, retificação e finaliza na ruptura em prensa.

Além do *slump test*, existem outros tipos de ensaios utilizados no mercado para a efetivação do controle tecnológico, são eles:

a) Ensaio de espalhamento: por ser um método de simples aplicação, é comumente utilizado em canteiros de obras, os materiais utilizados nesse ensaio são os mesmos usado para realização do *slump test* (TUTIKIAN, 2004).

b) Ensaio de ultrassom no concreto: esse ensaio tem como meta a verificação da homogeneidade do concreto, mas por ser um ensaio não destrutivo, deve ser encarado como uma maneira complementar de análise e não uma substituição dos outros métodos (MALHOTRA e CARINO, 2004).

Em contrapartida, o controle tecnológico do concreto em laboratórios determina resistência à compressão simples por meio da utilização de moldagem de corpos de prova e a verifica a resistência do concreto na estrutura através de ensaios destrutivos. O controle estatístico periódico das resistências é necessário para sugerir adaptações ao traço do material (PETRUCCI, 1998).

Metodologia

Para o desenvolvimento da pesquisa da metodologia aplicada foi a de iniciar pela a coleta de informações através de um estudo em revisões bibliográficas. Terminada a estrutura técnica com a descrição dos assuntos que norteiam o trabalho, foi realizada a execução dos traços fornecidos pelo laboratório LENC – Laboratório de Engenharia e Consultoria Ltda, em Belo Horizonte MG. Os traços foram rodados em betoneira para que se executasse os ensaios da presente pesquisa, são eles: *slump test* para o concreto convencional, *slump flow test* para o concreto auto-adensável moldagem, cura, retificação e ruptura, sendo que os quatro últimos são executados nos dois tipos de materiais. Também fizeram parte do trabalho, relatório de



IX CONGRESSO BRASILEIRO DE PONTES E ESTRUTURAS
18 a 20 de maio, 2016 - Everest Rio Hotel

ensaio, relatório de controle tecnológico e controle estatístico dos resultados encontrados através da ruptura dos dois tipos de concreto.

Com as informações dos resultados dos ensaios, passou-se ordenar e analisar os procedimentos adotados no laboratório quanto a garantia da qualidade dos concretos utilizados. A análise realizada do controle tecnológico foi embasada na pesquisa bibliográfica quanto ao atendimento às normas e especificações técnicas.

Resultados

A seguir, seguem os resultados dos ensaios laboratoriais de traços do concreto convencional e auto-adensável, os quais foram produzidos a partir de uma dosagem feita pela LENC – Laboratório de Engenharia e Consultoria Ltda. Depois destes traços elaborados, foi realizada uma análise quanto ao desempenho tecnológico dos dois tipos de materiais, no qual a presente pesquisa tem como objetivo fazer o controle tecnológico afim de verificar se os dois tipos de concreto estão dentro do que o traço especifica.

Com a realização dos ensaios de controle tecnológico no concreto convencional e concreto auto-adensável, foi observado a diferença física nos dois tipos de materiais, pois o primeiro apresentou ser um material menos fluido que o segundo.

Nos dois tipos de concretos, auto-adensável e convencional foram realizados os seguintes ensaios: cura, retificação e ruptura. No ensaio de *slump test* existe uma diferenciação para cada tipo de concreto, sendo *slump test* para o CVV, e *slump flow test* CAA.

Ensaio de abatimento (*slump test* CVV)

A partir do traço executado o primeiro ensaio a ser realizado é a determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone (*slump*). Os procedimentos adotados para esse ensaio seguem a NBR 5738, que nos estabelece umedecer o molde e a placa de base, e colocar o molde sobre a placa de base. Durante o preenchimento do molde com o concreto de ensaio, o operador deve se posicionar com os pés sobre suas aletas, de forma a mantê-lo estável. Encher rapidamente o molde com o concreto coletado, em três camadas, cada uma com aproximadamente um terço da altura do molde compactado.

A imagem abaixo demonstra o ensaio de compactação do concreto no tronco de cone (*slump*).



Figura 1: Execução do *slump test* (pessoal)

Outro procedimento a ser realizado está relacionado à limpeza da placa de base e retirada do molde do concreto, levantando-o cuidadosamente na direção vertical. A operação de retirar o molde deve ser realizada em 5 a 10 segundos, com o movimento constante para cima sem submeter o concreto a movimentos de torção lateral. A operação completa, desde o início de preenchimento do molde com concreto até sua retirada deve ser realizada sem interrupções e completar-se em um intervalo de 150 segundos (NBR NM 67:1998).



Figura 2: Medição do espalhamento no *slump test* (pessoal)

Neste ensaio o abatimento deveria apresentar o resultado de 120mm mais ou menos 20mm que foi aprovado com de acordo o especificado, pois foi encontrado no ensaio o abatimento de 130mm.

Ensaio de espalhamento (*slump flow test* CAA)

O ensaio *slump flow test* tem como requisito o uso do CAA, lembrando que este possui procedimentos diferentes do *slump test* do CVV.



Segundo GOMES e BARROS (2009), o procedimento para execução do ensaio *slump flow test*, são necessários os seguintes equipamentos:

- Uma base quadrada reta, lisa e de material sólido que não solte material, com dimensões de, no mínimo, 90 cm.
- Cone de Abrams (diâmetro superior de 10 cm e inferior de 20 cm, com altura de 30 cm).
- Tronco de cone invertido.
- Uma colher do tipo concha ou um balde.
- Um cronômetro.
- Uma trena ou uma régua de, no mínimo, 90 cm.

Com as especificações do aparelho de *slump test flow*, pode-se dar prosseguimento ao ensaio. A base de dimensões (90 x 90 cm) é posicionada em uma superfície horizontalmente nivelada e regular. Duas marcas circulares, uma de 20 cm e outra de 50 cm, são feitas no centro da base.

Cessado o espalhamento do concreto, medem-se, com uma régua ou trena, dois diâmetros perpendiculares (d^1 e d^2) e calcula-se a média desses, que é denominado diâmetro final de espalhamento (D final).

Calculado o diâmetro final (D final) do CAA analisado em nossa pesquisa, encontramos 70 cm, o que aprova o mesmo, pois seu espalhamento estava previsto para resultar em 75 cm mais ou menos 5 cm.

Moldagem dos corpos de prova (CAA e CVV)

Para este ensaio a aparelhagem utilizada foram os moldes cilíndricos 10x20 cm, conforme a imagem abaixo.



Figura 3: Moldagem dos corpos de prova do CVV e do CAA (pessoal)

Conforme a NBR 5738/2003 os moldes cilíndricos devem ter altura igual ao dobro do diâmetro. O diâmetro deve ser de 10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm, 30 cm ou 45 cm. As medidas



IX CONGRESSO BRASILEIRO DE PONTES E ESTRUTURAS
18 a 20 de maio, 2016 - Everest Rio Hotel

diametrais têm tolerância de 1% e a altura, 2%. Os planos das bordas circulares extremas do molde devem ser perpendiculares ao eixo longitudinal do molde.

Para este ensaio necessita-se conforme a NBR 5738/2003 da haste de adensamento para que se dê os golpes necessários para a realização do ensaio. É importante ressaltar que a haste deve ser de aço, cilíndrica, com superfície lisa, $(16,0 \pm 0,2)$ mm de diâmetro e comprimento de 600 mm a 800 mm com um ou dois extremos em forma semiesférica, com diâmetro igual ao da haste.

Cura dos corpos-de-prova

Após a moldagem é necessário colocar os moldes sobre uma superfície horizontal rígida, livre de vibrações e de qualquer outra causa que possa perturbar o concreto. Durante as primeiras 24 horas (no caso de corpos-de-prova cilíndricos), todos os corpos-de-prova devem ser armazenados em local protegido de intempéries, sendo devidamente cobertos com material não reativo e não absorvente, com a finalidade de evitar perda de água do concreto (NBR 5738, ABNT, 2003).

Antes de serem armazenados, os corpos-de-prova devem ser identificados. Imediatamente após sua identificação, eles devem ser armazenados até o momento do ensaio em solução saturada de hidróxido de cálcio a $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ ou em câmara úmida à temperatura de $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ e umidade relativa do ar superior a 95%. Os corpos-de-prova não devem ficar expostos ao gotejamento nem à ação de água em movimento (NBR 5738, ABNT, 2003).

Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos

Para a execução da ruptura dos corpos-de-prova, foi usado uma prensa capacitada e calibrada como demanda a NBR 5739. O corpo-de-prova cilíndrico deve ser posicionado de modo que, quando estiver centralizado, seu eixo coincida com o da máquina, fazendo com que a resultante das forças passe pelo centro (NBR 5738, ABNT, 2003).

A máquina deve permitir o ajuste da distância entre os pratos de compressão antes do ensaio com deslocamentos que superem a altura do corpo-de-prova em, no mínimo, 5 mm. O ajuste pode ser feito através de um mecanismo da máquina, independentemente do sistema de aplicação de carga (NBR 5739, ABNT, 2003).

Ainda segundo a NBR 5738 (2003), o sistema de medição de forças pode ser analógico ou digital. Em ambos os casos, deve ser previsto um meio de indicação da máxima carga atingida (por exemplo, através do ponteiro de arraste ou registro, etc.), que pode ser lida após a realização de cada ensaio. As características da exatidão desta indicação devem ser idênticas às de indicação da carga instantânea.

O sistema de medição de forças pode ser analógico ou digital. Em ambos os casos, deve ser previsto um meio de indicação da máxima carga atingida (por exemplo, através do ponteiro de arraste ou registro, etc.), que pode ser lida após a realização de cada ensaio. As características da exatidão desta indicação devem ser idênticas às de indicação da carga instantânea (NBR 5738, ABNT, 2003).

Os corpos-de-prova devem ser rompidos à compressão em uma dada idade especificada, com as tolerâncias de tempo descritas no Quadro 2. Em se tratando de corpos-de-prova moldados de acordo com o Método de Ensaio – ME-37, da PCR, a idade deve ser contada a partir do momento em que o cimento é posto em contato com a água de mistura (NBR 5739: 2003).

A seguir, apresentamos uma curva comparando os resultados do ensaio de resistência a compressão.

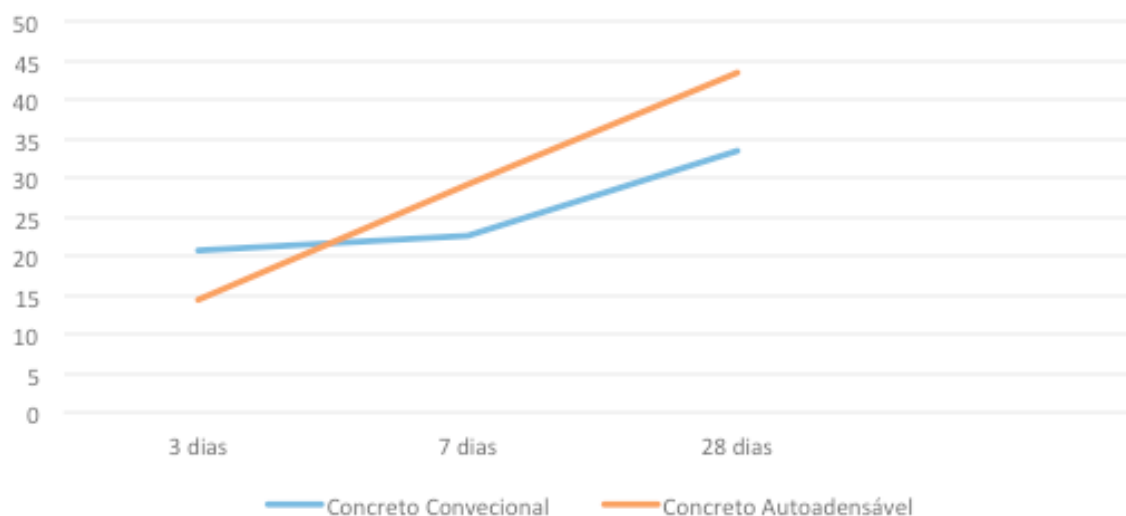


Figura 4: Comparativo da resistência a compressão do CAA e CVV.

Conclusão

Os procedimentos adotados na realização do controle tecnológico mostraram ser eficientes pela obtenção dos resultados satisfatórios. Diante disso, foi possível observar que os dois traços de concreto executados atenderam as especificações técnicas perante aos ensaios realizados de acordo com as Normas Brasileiras (NBRs) vigentes que indicam a forma correta da execução dos ensaios de controle tecnológico.

É importante ressaltar que o controle tecnológico é essencial para avaliar o desempenho do concreto, pois é através dele que se pode confirmar se o material analisado apresenta ou não as características indicadas no projeto

Diante do exposto, foi possível concluir que o estudo dos traços é de suma importância para a verificação da procedência que se desenvolverá o concreto que será utilizado diariamente nas peças a serem concretadas nas obras.

Agradecimentos

Ao Laboratório de Engenharia e Consultoria Ltda (LENC) em Belo Horizonte MG por ceder seu espaço, equipamentos e mão-de-obra para a realização dos ensaios de controle tecnológico do concreto, objetivo desta pesquisa.



IX CONGRESSO BRASILEIRO DE PONTES E ESTRUTURAS
18 a 20 de maio, 2016 - Everest Rio Hotel

Referências Bibliográficas

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR NM 67, 1998, “Concreto – determinação da consistência do tronco de cone.” Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 5738, 2003, ”Concreto – Procedimento para e cura de corpos-de-prova.” Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 5739, 2003, ” Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndrico.” Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 7212,1994, “Concreto – Procedimento para e cura de corpos-de-prova.” Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.
- GOMES, Paulo César Correia; BARROS, Alexandre Rodrigues. “Métodos de dosagem de concreto autoadensável.” São Paulo: Pini, 2009.
- HELENE, P., 2009, “Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto”. Ed. Pini, São Paulo.
- HELENE, Paulo RL.; TERZIAN, Paulo. “Manual de dosagem e controle do concreto.”1.ed. São Paulo: PINI, 1993. 349 p.
- KLEIN, Nayara Soares. Influência da substituição da areia natural pela areia de britagem no comportamento do concreto autoadensável. 2008. 155 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina. Disponível em:<<http://www.uel.br/pos/enges/dissertacoes/45.pdf>> Acessado em 24 Set. 2014
- MEHTA, P.K.; MONTEIRO, P.J.M. “Concreto: microestrutura, propriedades e Materiais”. 1.ed. São Paulo: PINI, 2008, pg.674.
- NEVILLE, A. M., 1997, “Propriedades do concreto”. Ed. Pini, São Paulo.
- PETRUCCI, E. G. R., 1998, “Concreto de cimento Portland”. Ed. Globo, São Paulo.
- PORTAL DO CONCRETO. Concreto convencional. Disponível em: <<http://www.portaldoconcreto.com.br/cimento/concreto/convencionais.html>>. Acesso em: 28/09/2014.
- REPETTE, Wellington Longuini. Concreto Autoadensável. In: ISAIA G. C., editor. Concreto: Ciência e Tecnologia. São Paulo: Ed. Ibracon, 2011. V. 2, pp. 1769-1806.
- ROONEY, M. J. Assessment of the properties of fresh self- compacting concrete white reference to aggregate segregation. Tese-University of Paisley/ USA, 2002.



IX CONGRESSO BRASILEIRO DE PONTES E ESTRUTURAS
18 a 20 de maio, 2016 - Everest Rio Hotel

TARTUCE, R., GIOVANNETTI, E., 1999, “Princípios básicos sobre concreto de cimento Portland”. Ed. Pini, São Paulo.

TUTIKIAN, B. F., 2004, “Método de dosagem de concretos autoadensáveis”. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

TUTIKIAN, Bernardo Fonseca e DAL MOLIN, Denise Carpena. Concreto autoadensável. São Paulo: Ed. Pini, 2008.