



**CENTRO
UNIVERSITÁRIO**



ENGENHARIA CIVIL
CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG

ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DO CONCRETO CONVENCIONAL E AUTO ADENSÁVEL EM UMA EMPRESA DE PRÉ-FABRICADO

Thiago Welter de Quadra¹; Maria Vânia Nogueira do Nascimento Peres²

¹Discente, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel-PR, thiago.welter@hotmail.com;

²Mestre em Engenharia Civil, Prof. Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel-PR, vaniaperes@gmail.com.

RESUMO: Devido ao cenário econômico atual brasileiro adverso, o presente estudo teve como objetivo geral comparar os custos de produção e tempo de aplicação na utilização do concreto convencional e auto adensável em uma empresa de pré-fabricados, com a finalidade de proporcionar a visualização do concreto de menor custo de fabricação, considerando a mão de obra e matéria prima, afim de oferecer a melhor opção ao cliente. Para tanto, realizou-se levantamento de tempo utilizado na fabricação e testes de avaliação da qualidade dos tipos de concreto utilizados, constatando que o custo do concreto convencional é menor cerca de 5,09%, porém a utilização do concreto auto adensável possui a vantagem de ter um processo mais veloz, utilizando 31,9% do tempo comparado ao concreto convencional, assim utilizando menos mão de obra durante a produção.

Palavras-chave: Custo. Resistência. Consistência. Cronometragem de tempo.

1 INTRODUÇÃO

O ramo da construção civil possui elevada importância no cenário econômico brasileiro, oferecendo grande número de postos de trabalho e contribuindo significativamente na geração de emprego e renda. Segundo Kureski, *et al.* (2004), a construção abrange uma vasta área de produção que se estende desde a indústria mineradora, produção de materiais, obra de infraestrutura e a comercialização de imóveis.

Segundo Aquino (2014), as catástrofes nas cidades da Europa pós Segunda Guerra Mundial, com escassez de mão de obra, trouxeram um grande desafio: a reconstrução de maneira rápida e eficaz. Para isso, o processo de industrializar a fabricação de elementos estruturais ganhou destaque.

As construções pré-fabricadas têm como uma de suas características a repetição das atividades, isso não só acelera o processo, como também reduz os custos com mão de obra, além de proporcionar maior controle da qualidade e redução no desperdício de material, gerando menor quantidade de resíduos (SIRTOLI, 2015).

A norma NBR 9062 (ABNT, 2017) – Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado, define estrutura pré-fabricada como elemento pré-moldado executado industrialmente, mesmo em instalações temporárias em canteiros de obras, ou em instalações permanentes de empresas destinadas para este fim que atendam aos requisitos mínimos de mão de obra qualificada; a matéria-prima dos elementos pré-fabricados devem ser ensaiados e testados quando do recebimento pela empresa, bem como, previamente à sua utilização.

A justificativa para realização do comparativo entre os custos do concreto convencional e concreto auto adensável se dá pela necessidade de oferecer ao cliente opção de serviço com menor custo possível, maior agilidade na fabricação das peças, diminuição de esforços físicos e maior segurança aos trabalhadores.

Este estudo estará limitado a comparação do custo de materiais e mão de obra na utilização do concreto convencional e auto adensável em uma empresa de pré-fabricados localizada na cidade de Marechal Cândido Rondon, Paraná. O levantamento dos custos de materiais, ocorrerá através de orçamentos com fornecedores. Serão realizados testes laboratoriais para avaliação de consistência e resistência dos concretos para análise de qualidade dos traços utilizados. Através de cronometragem ocorrerá o levantamento do tempo necessário para o preenchimento de concreto nas formas.

Conforme informações citadas, este trabalho terá como objetivo geral comparar os custos de materiais empregados na produção e tempo utilizado na concretagem das formas com o concreto convencional e auto adensável em uma empresa de pré-fabricados.

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

- a) Estimar os custos de materiais utilizados na fabricação dos tipos de concreto estudados;
- b) Levantar o tempo necessário para o preenchimento das formas de peças estruturais;
- c) Comparar as consistências do concreto convencional e auto adensável;
- d) Realizar um comparativo de resistência dos concretos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Concreto

Segundo Giondo (2007, *apud* Sathler, *et al.* 2017), o concreto é um elemento obtido pela mistura e dosagem conveniente de agregados graúdos (pedra britada ou seixo rolado), agregados miúdos (areia natural ou artificial), cimento (aglomerante hidráulico) e água.

Conforme afirma Pinheiro (2007), na preparação do concreto, tem-se início à reação química do cimento com a água, que constitui a massa coesiva de cimento hidratado. Esta pasta formada pelo cimento e água envolve os agregados que ao endurecer resulta no concreto.

2.2 Concreto convencional

2.2.1 Vantagens da utilização

De acordo com Pinheiro *et al* (2007), existem muitas vantagens na utilização do concreto, como: ser moldável, o que permite variabilidade de formas e de concepções arquitetônicas; baixo custo dos materiais; baixo custo de mão de obra, pois, em geral, a produção de concreto convencional não exige profissionais com elevado nível de qualificação; processos construtivos conhecidos e bem difundidos em quase todo o país, execução rápida e fácil, principalmente se forem utilizadas peças pré-moldadas; maior durabilidade e também proteção das armaduras contra corrosão.

2.2.2 Características no estado fresco

Para Araújo *et al* (2001), consistência está relacionada com a mobilidade da massa, sendo o maior ou menor grau de fluidez da mistura fresca. O principal fator que influencia na consistência é o teor de água com os materiais secos (*apud* MARTINS 2008).

A NBR NM 67 (ABNT, 1998), especifica o *slump test* como um método para determinar a consistência do concreto fresco através da medida de seu assentamento, aplicável a concretos plásticos e coesivos quando o valor permanecer igual ou superior a 10mm.

A facilidade com que o concreto é manipulado sem segregar pode ser definida como trabalhabilidade. Um concreto que seja difícil de lançar e adensar sofre o risco de acarretar resistência, durabilidade e aparência indesejadas (METHA & MONTEIRO, 1994 *apud* DURAN E FRACARO, 2011).

2.2.3 Características no estado endurecido

Para Pinheiro *et al* (2007), resistência à compressão simples, se torna a característica mecânica mais importante do concreto. Para encontrar o valor em um lote de concreto, são moldados e preparados corpos-de-prova para ensaio segundo a NBR 5738 (ABNT, 2015) – Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos de concreto, os quais são ensaiados segundo a NBR 5739 (ABNT, 2018) – Concreto – Ensaio de compressão de corpos de-prova cilíndricos.

Segundo Ávila e Giongo (2005 *apud* Lorenzi 2009), a resistência do concreto é definida como a capacidade do material de suportar ações aplicadas sem entrar em colapso. Quando o concreto não possui resistência suficiente poderá resultar em danos com alto custo para correção, numa vida de serviço encurtada ou em casos extremos, no desmoronamento da estrutura edificada.

2.3 Concreto auto adensável

2.3.1 Vantagens da utilização

O concreto auto adensável provou ser mais benéfico economicamente devido a fatores como: construção mais rápida, redução de mão de obra, melhores acabamentos superficiais,

maior durabilidade, maior liberdade no design, seções de concreto mais finas, ausência de vibração, ambiente de trabalho mais seguro (EFNARC, 2002).

Grauers (2000 *apud* Araújo, 2007), também afirma que quando utilizado um bom concreto auto adensável, diminui a necessidade de reparos e acabamentos, comparados às superfícies do concreto tradicional vibrado. Os nichos de concretagem, praticamente desaparecem com o uso do concreto auto adensável.

2.3.2 Características no estado fresco

O concreto auto adensável é caracterizado por apresentar alta fluidez, capacidade do material preencher os espaços vazios das fôrmas onde é aplicado somente pela ação de seu peso próprio, passando facilmente entre as barras das armaduras sem apresentar segregação e sem necessidade de qualquer tipo de vibração interna ou externa (OKAMURA, 1997, *apud* GETTU e AGULLÓ, 2003).

Para Lisboa (2004), a característica de se auto adensar é obtida através do equilíbrio entre alta fluidez com grande mobilidade, moderada viscosidade e coesão entre as partículas do concreto fresco. A alta fluidez é alcançada com a utilização de aditivos superplastificantes, sua viscosidade e coesão entre partículas é alcançada com a utilização adequada da adição mineral de granulometria fina.

2.3.3 Características no estado endurecido

Para Skarendahl (2003 *apud* Melo, 2005), o concreto auto adensável possui maior resistência a compressão em relação ao concreto convencional de mesma relação água/cimento. Favorecido pela baixa relação água/finos e emprego de aditivos plastificantes.

Segundo Klug e Holschemacher (2002 *apud* Araújo, 2007), o módulo de elasticidade do concreto auto adensável tende a sofrer uma redução que pode ser de até 20% em relação ao concreto convencional de mesma resistência à compressão e composição, por ser influenciado pelo módulo de elasticidade de cada material, especialmente dos agregados, que são pouco utilizados no concreto auto adensável. Porém, Mahta e Monteiro (1994 *apud* Araújo, 2007), consideram que o módulo de elasticidade é governado pelo teor e forma do agregado graúdo utilizado nas composições, ou seja, se o mesmo agregado graúdo é utilizado tanto no concreto convencional como no auto adensável, com os mesmos teores, os módulos tendem a ser iguais.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Tipo de estudo e local da pesquisa

Trata-se de comparativo dos custos de materiais utilizados e tempo de aplicação do concreto convencional e auto adensável nas formas em uma empresa de pré-fabricados localizada na cidade de Marechal Cândido Rondon, Paraná.

A pesquisa foi realizada através do método comparativo, pois foram levantados os custos de materiais para fabricação dos concretos analisados, além do tempo de aplicação em formas. Também realizados testes laboratoriais para encontrar valores de consistência e resistência para análise de qualidade dos traços utilizados. O custo dos materiais utilizados na fabricação de cada tipo de concreto ocorreu através de orçamentos com fornecedores e o levantamento do tempo necessário para o preenchimento total das formas ocorreu por meio de medições.

3.2 Caracterização da amostra

3.2.1 Seleção dos traços dos concretos

As fabricações dos diferentes tipos de concretos são dosados em central, onde os materiais são armazenados em local coberto para serem mantidos secos. Durante a utilização foram devidamente pesados em balanças.

A empresa possui variados tipos de traços de concreto, porém o auto adensável e concreto convencional são os mais utilizados em questão de quantidade (m^3). A Tabela 1 demonstra a quantidade de consumo em cada traço de concreto.

Tabela 1 - Composição dos traços.

Concreto	Cimento (kg)	Filler calcário (kg)	Areia nat. (kg)	Areia ind. (kg)	Pedrisco (kg)	Pedra 01 (kg)	Aditivo (L)	Água (L)
Traço 35MPa Convencional	317	-	500	430	460	510	2,5	160
	1	-	1,58	1,36	1,45	1,61	0,79%	0,5
Traço 40MPa Auto adensável	330	100	520	390	450	400	3,5	180
	1	0,32	1,64	1,23	1,42	1,26	1,10%	0,57

Fonte: Autor (2019).

3.2.2 Moldagem e cura dos corpos de prova

Foi realizada a moldagem dos corpos de prova conforme estabelece a NBR 5738 (ABNT, 2015) – Procedimento para moldagem e cura dos corpos de prova, dos traços utilizados na produção do concreto convencional e auto adensável.

Ocorreu para cada tipo de concreto a execução de 6 corpos de prova cilíndricos com diâmetro de 10 centímetros e altura de 20 centímetros. Para a elaboração dos corpos de prova, foram utilizados moldes de resina com abertura na parte superior. Para facilitar a desforma, os moldes foram revestidos com desmoldastes nas partes internas.

Para a moldagem do corpo de prova do concreto auto adensável, houve o preenchimento do molde em uma única camada, batendo na face externa do molde para fechar eventuais vazios. Já o concreto convencional, a moldagem foi realizada em duas camadas aproximadamente iguais, utilizando uma haste de 16 milímetros de diâmetro para o adensamento, este realizado com 12 golpes distribuídos uniformemente na seção do molde, a primeira camada recebeu os golpes em toda sua espessura, na outra a haste penetrou aproximadamente 20 milímetros da camada, por fim, também batido nas laterais e feito o nivelamento no molde. Os moldes foram guardados em local plano, seco e protegido do sol durante o período de cura.

3.3 Instrumentos e procedimentos para coleta de dados

3.3.1 Ensaios de consistência

Para determinação dos valores de consistência dos concretos foram realizados os seguintes testes: *slump test* para o concreto convencional, seguindo como referência a NBR NM 67 (ABNT, 1998) - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone, já o concreto auto adensável executado através do *slump flow test* descrito pela NBR 15823-2 (ABNT, 2017) - Determinação do espalhamento do tempo de escoamento e do índice de estabilidade visual – Método do cone de Abrams.

Para cada tipo de concreto foram realizados 4 testes. O *slump* teste começou sendo umedecido o molde e placa de base. Durante o preenchimento do molde posicionou os pés sobre suas aletas do cone, para mantê-lo estável. O molde foi preenchido em três camadas, cada uma com aproximadamente um terço da altura fazendo a compactação de cada camada com 25 golpes da haste, distribuindo uniformemente os golpes sobre cada camada, atravessando todas as vezes a espessura da camada. O molde foi retirado com movimento constante na direção vertical, imediatamente após a retirada do molde, ocorreu a medição do abatimento do concreto, determinado pela diferença entre a altura do molde e a altura do eixo do corpo de prova.

O ensaio do *slump flow teste* procedeu com o tronco do cone invertido sobre uma chapa metálica, onde o preenchimento do molde aconteceu sem adensamento, de forma contínua e uniforme, assim como no levantar do cone para a medição do espalhamento.

3.3.2 Ensaios de resistência

O teste de resistência a compressão foi executado conforme estabelece a NBR 5739 (ABNT, 2018) - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Executando testes com 3, 7 e 28 dias para análise das resistências.

Para iniciar o ensaio, os pratos da prensa assim como os corpos de prova foram limpos e secos. O corpo de prova ficou centralizado no prato inferior, no sentido de sua moldagem. Após isso realizou-se a configuração da prensa para gravar a maior carga aplicada. A aplicação da carga ocorreu com velocidade constante não havendo choques e cessado quando houve uma queda de força que indicou a ruptura.

O cálculo do resultado foi expresso em MPa, encontrado através da divisão da força pela área da seção do corpo de prova.

3.3.3 Levantamento de custos dos concretos

A comparação dos custos dos materiais ocorreu através de coleta de valores realizada por orçamento com fornecedores de materiais, utilizando a Tabela 2, proposta pelo autor.

Tabela 2 - Levantamento do custo total dos materiais.

Materiais	Custo dos materiais	Concreto convencional		Concreto auto adensável	
		Quantidade	Custo total	Quantidade	Custo total
Cimento	R\$ -	317 Kg	R\$ -	330 Kg	R\$ -
Filler calcário	R\$ -	0 Kg	R\$ -	100 Kg	R\$ -
Areia natural	R\$ -	500 Kg	R\$ -	520 Kg	R\$ -
Areia industrial	R\$ -	430 Kg	R\$ -	390 Kg	R\$ -
Pedrisco	R\$ -	460 Kg	R\$ -	450 Kg	R\$ -
Pedra 01	R\$ -	510 Kg	R\$ -	400 Kg	R\$ -
Aditivo	R\$ -	2,5 L	R\$ -	3,5 L	R\$ -
Água	R\$ -	160,0 L	R\$ -	180,0 L	R\$ -
Custo total (m³)			R\$ -		R\$ -

Fonte: Autor (2019).

3.3.4 Tempo de aplicação nas formas

O tempo de concretagem se deu através de cronometragem determinando o tempo utilizado em cada etapa do preenchimento das formas pelos dois tipos de concreto. Foram analisadas formas de mesma seção (30x50cm) e o tempo calculado por m³. Juntamente com o setor de Recursos Humanos (RH) foi levantado uma estimativa de custo trabalhador/hora para análise do custo na execução.

3.4 Análise dos dados

A análise se deu por meio da coleta dos dados através de orçamentos de fornecedores e cronometragem de tempo utilizado, além dos resultados de consistência e resistência obtidos por meio de ensaios. Os dados foram organizados em planilhas específicas no *Excel*, além de serem elaborados gráficos comparativos entre os resultados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 *Slump flow test*

Segundo Cavalcanti (2006), para classificar o concreto como auto adensável, devem ser averiguados suas propriedades no estado fresco de: capacidade de preenchimento, capacidade entre os obstáculos e resistência à segregação.

Para análise do concreto auto adensável foi realizado através do *slump flow test* - Determinação do espalhamento do tempo de escoamento e do índice de estabilidade visual – Método do cone de Abrams, proporcionando a visualização de sua capacidade do espalhamento em seu estado fresco.

EFNARC (2002) disponibiliza os resultados satisfatórios dos testes mais utilizados para a classificação do concreto auto adensável, disponibilizando também do *slump flow test*, estes resultados estão representados na Figura 1.

Figura 1 - Resultados satisfatórios dos testes

	Method	Unit	Typical range of values	
			Minimum	Maximum
1	slumpflow by Abrams cone	mm	650	800
2	T _{50cm} slumpflow	sec	2	5
3	J-ring	mm	0	10
4	V-funnel	sec	6	12
5	Time increase, V-funnel at T _{5minutes}	sec	0	+3
6	L-box	(h ₂ /h ₁)	0,8	1,0
7	U-box	(h ₂ -h ₁) mm	0	30
8	Fill-box	%	90	100
9	GTM Screen stability test	%	0	15
10	Orimet	sec	0	5

Fonte: EFNARC (2002).

Os resultados das medições da circunferência em dois sentidos encontrados nos quatro testes do *slump flow* realizados foram evidenciados na Tabela 3.

Tabela 3 - Resultados *slump flow*

Ensaio	<i>Slump flow test</i> (mm)	
1	650	700
2	630	660
3	670	660
4	680	700

Fonte: Autor (2019).

Com base nos dados apresentados na Tabela 3, apenas o resultado de 630mm não foi satisfatório, porém segundo a EFNARC (2002), valores fora desses limites podem ser considerados aceitáveis em condições específicas, por exemplo, quando há grande espaço entre armaduras, curta distância do fluxo do ponto de concretagem ou poucas obstruções para passagem.

4.2 *Slump test*

Segundo Recena (2011), se dá importância ao *slump test* pela possibilidade de comparação entre as diferentes “betonadas” de concreto dentro de uma mesma produção, sendo adequado a aplicação no recebimento de concreto usinado ou para garantir a homogeneidade em obras ou indústrias pré-moldadas.

Para determinação dos valores da consistência do concreto convencional foi utilizado o *slump test* seguindo como referência a NBR NM 67 (ABNT, 1998), esses valores são expostos na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultados *slump*

Ensaio	<i>Slump test</i> (mm)
1	120
2	100
3	90
4	100

Fonte: Autor (2019).

Segundo a norma NBR NM 67 (1998), caso dois ensaios consecutivos ocorram o desmoronamento ou deslizamento da massa de concreto impedindo a medição do assentamento, o concreto não é necessariamente plástico e coeso para a aplicação do ensaio de abatimento. Os resultados encontrados ficaram dentro do esperado, visualizando um concreto bem “coeso”.

4.3 Ensaio de resistência

Para Metha e Monteiro (1994 *apud* De Nardin, 1999), a resistência à compressão por ser relativamente fácil de ser determinada através de ensaios, é geralmente a propriedade estabelecida nos projetos das estruturas de concreto.

As resistências nominais especificadas nos projetos das peças pré-moldadas são de 35MPa para concretos com 28 dias, os testes realizados com 3, 7 e 28 dias seguiram conforme estabelece a NBR 5739 (ABNT, 2018), apresentados os resultados na Tabela 5.

Tabela 5 - Resultados das resistências

Dias	Auto adensável		Convencional	
	Ensaio 1 (MPa)	Ensaio 2 (MPa)	Ensaio 1 (MPa)	Ensaio 2 (MPa)
3	44,44	44,63	35,14	33,28
7	49,83	49,76	37,63	37,20
28	52,1	51,85	42,22	43,53

Fonte: Autor (2019).

Com os resultados dos testes de resistência, conclui-se que os concretos possuem resistências maiores que a especificada em projeto, sendo o auto adensável em média 21,2% maior quando comparado ao convencional, devido sua diferença do traço.

O concreto auto adensável se enquadra como um concreto de alto desempenho. Segundo Castro (2002), embora não haja consenso, são considerados concretos com resistência à compressão superior a 50 MPa.

4.4 Levantamento dos custos

Com o orçamento através de fornecedores foram levantados os valores de cada material utilizado na fabricação dos traços comparados e expresso o custo total em reais de cada concreto, conforme tabela 6.

Tabela 6 - Levantamento do custo total dos materiais.

Materiais	Custo dos materiais	Concreto convencional		Concreto auto adensável	
		Quantidade	Custo total	Quantidade	Custo total
Cimento	R\$ 0,41	317 Kg	R\$ 129,97	330 Kg	R\$ 135,30
Filler calcário	R\$ 0,14	0 Kg	R\$ -	100 Kg	R\$ 14,00
Areia natural	R\$ 0,03	500 Kg	R\$ 14,00	520 Kg	R\$ 14,56
Areia industrial	R\$ 0,02	430 Kg	R\$ 10,32	390 Kg	R\$ 9,36
Pedrisco	R\$ 0,03	460 Kg	R\$ 12,88	450 Kg	R\$ 12,60
Pedra 01	R\$ 0,03	510 Kg	R\$ 13,26	400 Kg	R\$ 10,40
Aditivo	R\$ 8,10	2,5 L	R\$ 20,25	3,5 L	R\$ 8,35
Água	R\$ -	160,0 L	R\$ -	180,0 L	R\$ -
	Custo total (m³)		R\$ 200,68		R\$ 224,57

Fonte: Autor (2019).

Com o levantamento dos custos dos materiais utilizados, observa-se que o gasto com o concreto auto adensável é maior em R\$ 23,89 por m³ de concreto. No entanto, é indispensável que todas as etapas da execução sejam analisadas para um custo total.

4.5 Tempo de aplicação nas formas

Com a cronometragem dos tempos utilizados durante cada etapa da produção das peças pré-fabricadas, foram levantadas as durações e realizado uma média do trabalho realizado por m³, avaliando formas de seção 30x50cm sendo o concreto armado empregado em pilares e o concreto auto adensável em vigas.

Foi possível visualizar especificamente o tempo por m³ gasto em cada operação nos dois tipos de concreto, conforme representado na Figura 2.

Figura 2 - Etapas de fabricação

Fonte: Autor (2019).

É possível observar pela figura 2 que o tempo utilizado na fabricação do concreto convencional foi de 47 minutos por m^3 e 15 minutos por m^3 na execução do concreto auto adensável, sendo empregado 32 minutos por m^3 a mais, cerca de três vezes mais tempo. Isso implica maior tempo de produção, consequentemente maior gasto com trabalhadores.

Com o auxílio do setor de Recursos Humanos estimou-se um valor de R\$ 0,38 por minuto para cada trabalhador, implicando um valor na utilização concreto convencional de R\$ 17,86 por m^3 , apenas para mão de obra, já com a utilização do concreto auto adensável esse valor cai para R\$ 5,70 por m^3 .

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a elaboração desse trabalho foi possível concluir que o concreto auto adensável tem uma maior velocidade de produção se comparado ao convencional e um menor custo com mão de obra, porém, maior custo com matéria prima. Observou-se também que o custo total do concreto convencional foi de R\$ 218,54 por m^3 e do concreto adensável foi de R\$ 230,27 por m^3 , ou seja, o custo total do concreto convencional foi R\$ 11,73 por m^3 menor que o custo do auto adensável, cerca de 5,09%.

Assim, as vantagens da utilização do concreto auto adensável são a menor quantidade de mão de obra e menor tempo para produção das peças, a escolha de sua utilização deverá

ocorrer após avaliação das vantagens e desvantagens oferecidas por cada tipo de concreto e avaliação da necessidade para o momento.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 67: Concreto-Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone**. ABNT, 1998.

_____. **NBR 5738: Concreto — Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

_____. **NBR 9062: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado**. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

_____. **NBR 15823-2: Concreto auto adensável Parte 2: Determinação do espalhamento do tempo de escoamento e do índice de estabilidade visual – Método do cone de Abrams**. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

_____. **NBR 5739: Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

AQUINO, C. **Pré-fabricados promovem agilidade no canteiro de obras**. Lugar Certo. 2014. Disponível em: <
https://estadodeminas.lugarcerto.com.br/app/noticia/noticias/2014/04/11/interna_noticias,47991/pre-fabricados-promovem-agilidade-no-canteiro-de-obras.shtml>. Acessado em: 01 de abril de 2019.

ARAÚJO, J. Das Graças. **Influência de adição minerais pozolânicas e de finos de pedreiras nas propriedades mecânicas e na microestrutura do concreto auto adensável**. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2007.

CASTRO, Clayton Moreira de. **Concreto de alto desempenho: Estudo da aderência com a armadura sob ações repetidas**. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

CAVALCANTI, D. J. de Holanda. **Contribuição ao estudo de propriedades do concreto auto-adensável visando sua aplicação em elementos estruturais.** Universidade Federal de Alagoas, Maceió-Alagoas, 2006.

DURAN, A. P.; FRACARO D. **Verificação das propriedades básicas do concreto industrializado fornecido em embalagem de 30kg.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Curitiba, 2011.

EFNARC-Experts for Specialised Construction and Concrete Systems. **Specification and Guidelines for Self-Compacting Concrete.** Reino Unido, 2002.

GETTU, R., AGUILLÓ, L. **Estado del arte del hormigón autocompactable y su caracterización.** Departamento de engenharia de construção E.T.S. de engenheiros de caminhos, canais e portos. Universidade Politécnica da Catalunha. Barcelona, 2003.

KURESKY R. *et al.* **O macrossetor da construção civil na economia brasileira em 2004.** Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, v. 8, n. 1, p. 7-19, Porto Alegre, 2008.

LISBÔA E. M. **Obtenção do concreto auto-adensável utilizando resíduos do beneficiamento do mármore e granito e estudos de propriedades mecânicas.** Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2004.

LORENZI A. **Aplicação de redes neurais artificiais para estimativa da resistência à compressão do concreto a partir da velocidade de propagação de pulso ultra-sônico.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

MARTINS, P. B. M. **Influência da granulometria agregado miúdo na trabalhabilidade do concreto.** Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2008.

MELO K. A. DE. **Contribuição à dosagem de concreto auto-adensável com adição de fíler calcário.** Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

NARDIN, Silvana de. **Estudo teórico-experimental de pilares mistos compostos por tubos de aço preenchidos com concreto de alta resistência.** Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

PINHEIRO L. M., MUZARDO C. D., SANTOS S. P. **Fundamentos do concreto e projetos de edifícios.** Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

RECENA, F. A. P. **Método de dosagem de concreto pelo volume de pasta com o emprego de cinza volante.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SATHLER J. E. V. *et al.* **Comparativo do concreto convencional com o auto adensável.** Revista Vozes dos Vales, Minas Gerais, 2017.

SIRTOLI A. S. C. **Industrialização da construção civil, sistema pré-fabricados de concreto e suas aplicações.** Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.