

Investigação do tipo de cura na resistência à compressão do concreto autoadensável.
Investigation of the type of cure in the compressive strength of self-compacting concrete.

Eixo temático: Engenharia civil, Estruturas e Materiais

CARVALHO, Carlos Mavíael, Unifesspa, mavíael.mcarvalho@gmail.com

BARBOZA, Normando Perazzo, UFPB, nperazzob@yahoo.com.br

BEZERRA, Ulisses Targino, UFPB, dartarios@yahoo.com.br

SIMAS, Tarciso Binoti, Unifesspa, tarcisobinoti@gmail.com

BORGES, Karoline, Unifesspa, karoline.borges@unifesspa.edu.br

FREITAS, Luiza Gadelha Oliveira, UNIP, luizagadelha@hotmail.com

Resumo: O concreto autoadensável (CAA) é um tipo de concreto relativamente novo criado há cerca de 20 anos no Brasil. O mesmo veio para revolucionar o mercado de trabalho por características como fluidez, trabalhabilidade, resistência à segregação e a exsudação. Para isso, o CAA necessita de uma considerável quantidade de finos em sua composição, além do uso de aditivos superplastificantes. Nessa pesquisa foi realizado um estudo comparativo analisando o desempenho do CAA, por meio dos critérios de avaliação dos ensaios de Slump Flow, Funil-V e Caixa-L para o estado fresco, o teste de resistência à compressão para o estado endurecido e os ensaios de carbonatação e aspersão de nitrato de prata para os ensaios químicos. De acordo com a NBR 15823-1 (ABNT, 2010), foram moldados 72 corpos de provas para 6 traços realizados. Após a desmoldagem, foram submetidos ao ensaio de resistência à compressão conforme a NBR 5739/2007, sendo os mesmos rompidos com as idades de 3, 7, 28 e 60 dias com curas em estufas à 60°, 70°, 80° e ao ar livre. Verificou-se então que devido a quantidade de finos obteve-se um aumento na resistência por reagir com a temperatura, mostrando-se resultados satisfatórios em todos os tipos de cura, porém, na estufa a 70°, o fator de eficiência foi superior com 63 MPa. Os ensaios químicos não apresentaram diferenças significativas em seus aspectos, tornando-se assim um concreto de alta durabilidade e qualidade.

Palavras-chaves: Concreto autoadensável. Ensaios. Corpos de prova. Fator eficiência.

Abstract: *Self-adhesive concrete (CAA) is a type of foreground created about 20 years ago in Brazil, developed in the 1980s in Japan. It has also revolutionized the labor market, such as fluidity, workability, resistance to segregation and exudation. For this, the CAA is a source of much of its composition, in addition to the use of superplasticizing additives. This paper was conducted in a comparative study with CAA performance, through the evaluation of the Slump Flow, Funil-V and Box-L tests for the fresh state, the compression strength test for hardened state and carbonation and sprinkling of silver nitrate for the chemical tests. According to NBR 15823-1 (ABNT, 2010), 72 specimens were molded for 6 performed traces. After the demolding, they were submitted to the test of compressive strength according to NBR 5739/2007, being the same ruptured with the ages of 3, 7, 28 and 60 days with the cures at 60 °, 70 °, 80 ° and in the*

¹ CARVALHO, M. C *et al.* Investigação do tipo de cura na resistência à compressão do concreto autoadensável. In: CONGRESSO ARAGUAIENSE DE CIÊNCIAS EXATA, TECNOLÓGICA E SOCIAL APLICADA, p. 1-13, 2020, Santana do Araguaia. **Anais...** Santana do Araguaia: II CONARA, 2020.

open air. It was then found that due to a high amount of results, an increase in the unreacted resistance with a temperature, showing satisfactory results in all cure types, but in the oven at 70 °, the factor of 63 MPa. Shocks are not present in their areas, thus becoming a bit of high durability and quality.

Keywords: *self-compacting concrete. Tests. Proof bodies. Efficiency of the factor.*

Resumen: *El hormigón autocompactante (AAC) es un tipo de hormigón relativamente nuevo creado hace unos 20 años en Brasil, desarrollado en la década de 1980 en Japón. Llegó a revolucionar el mercado laboral por características como fluidez, trabajabilidad, resistencia a la segregación y rezumando. Para ello, el CAA requiere una cantidad considerable de finos en su composición, además del uso de aditivos superplastificantes. En esta investigación se realizó un estudio comparativo analizando el desempeño del CAA, utilizando los criterios de evaluación de las pruebas Slump Flow, Funnel-V y Caixa-L para el estado fresco, la prueba de resistencia a la compresión para el estado endurecido y las pruebas carbonatación y pulverización de nitrato de plata para ensayos químicos. Según NBR 15823-1 (ABNT, 2010), se moldearon 72 probetas para 6 golpes. Después del desmoldeo, fueron sometidos al ensayo de resistencia a la compresión según NBR 5739/2007, siendo rotos a las edades de 3, 7, 28 y 60 días con curado en invernadero a 60 °, 70 °, 80 ° y a aire libre. Luego se encontró que debido a la cantidad de finos, se obtuvo un aumento de la resistencia al reaccionar con la temperatura, mostrando resultados satisfactorios en todo tipo de curado, sin embargo, en el horno a 70 ° el factor de eficiencia fue mayor con 63 MPa. Los ensayos químicos no presentaron diferencias significativas en sus aspectos, convirtiéndose así en un hormigón de alta durabilidad y calidad.*

Keywords: *Hormigón autocompactante. Ensayo. Cuerpos de prueba. Factor de eficiencia.*

1. Introdução

O concreto autoadensável (CAA) é um tipo de concreto relativamente novo criado há cerca de 20 anos. E esse concreto foi desenvolvido no Japão, na década de 80, no conceito de concreto de um concreto com uma boa resistência mecânica. As normas nacionais e internacionais sobre especificação, produção e controle desse concreto são bem recentes, surgiram devido ao aumento da sua utilização, particularmente em pré-fabricados (JUNIOR, et al., 2015).

Considerado um dos maiores avanços na tecnologia de concreto, o CAA vem ganhando cada vez mais espaço em obras por todo o mundo, graças a pesquisas que desde então vêm sendo desenvolvidas e a aplicações bem-sucedidas na construção civil. Porém, encontra-se, desafios inerentes aos processos de desenvolvimento de estruturas e de infraestruturas para a demanda do mercado. As necessidades variam desde inovações em aumento da durabilidade, da capacidade de carga, de menores permeabilidades ou diversas outras características fundamentais no uso e atribuição de concretos. Para que estas demandas sejam supridas, novos avanços tecnológicos surgem e são utilizados na confecção e melhoramento deste composto, um desses será tratado aqui, e que é o Concreto autoadensável curado em temperaturas.

Esse tipo de concreto aumenta a durabilidade e qualidade das edificações executadas. Para o concreto ser considerado autoadensável, ele deve apresentar três propriedades fundamentais: fluidez, resistência a segregação e capacidade passante, possibilitando o concreto a se adensar sem a presença de vibração, somente pelo seu próprio peso.

A busca pelo aperfeiçoamento e pela melhor utilização de materiais, como o concreto utilizado em construções, é essencial para a evolução do setor, e o concreto autoadensável parece ser um

material com potencial suficiente para ocupar um lugar de destaque nas obras de engenharia. Sendo assim, conhecer os benefícios técnicos e econômicos do CAA, as diferentes formas de se curar um concreto pode melhorar significativamente suas propriedades. A cura em concreto define parâmetros desde a micro até a macroestrutura. Regimes de confinamento sobre diferentes tipos, sistemas e cura térmica impulsionam melhorias nas propriedades mecânicas, na microestrutura e distribuição dos poros.

A cura tem como finalidade principal evitar que falte água ao concreto e que a temperatura seja adequada durante os primeiros dias – que compreendem a pega e o endurecimento – e a umidade e a temperatura agem como catalisadores (CANOVAS, 1988). Quanto ao regime de cura em temperaturas altas implicam em uma estrutura resultante da pasta de cimento hidratada se estabelecendo mais rápido endurecimento e que podem reduzir a porosidade do concreto final e consolidar diretamente o aumento da resistência.

Portanto, o uso do CAA traz inúmeras vantagens, proporciona novas possibilidades de aplicação, fazendo com que tal material seja mais eficiente, tanto no estado fresco, quanto no estado endurecido. Ainda assim, a influência da cura na resistência do concreto tem sido pesquisada com menor frequência.

Este estudo visa comprovar a viabilidade técnica do concreto autoadensável, imerso a diferentes temperaturas, que apresente características de durabilidade e resistência superiores em relação ao concreto convencional. Onde a principal característica é avaliar a resistência de corpos de prova de concreto frente a distintos processos de cura. Quanto aos objetivos específicos estudar as características físicas dos materiais; dosar um traço de concreto auto adensável; bem como avaliar as propriedades físicas do CAA no estado fresco; submeter a cura em temperatura ambiente; em cura em estufa: imersão em banho maria 60°, 70°, 80°, estudar as propriedades mecânicas do CAA no estado endurecido em diferentes idades 3, 7, 28 e 60 dias; comparar os resultados entre os diferentes tipos de cura, comparando assim a resistência, influenciando na durabilidade.

2.Referencial teórico

O concreto autoadensável (CAA) vem sendo descrito por muitos pesquisadores como uma grande revolução ocorrida na tecnologia do concreto. Sua utilização ainda é pequena se comparada às inúmeras vantagens que o material permite obter sobre a construção civil. Okamura (1997) conceitua o CAA a partir da importância de se obter um concreto que não sofra muitos efeitos na qualidade da mão de obra aplicada, quanto no transporte em obra e que possa ser desprezado qualquer tipo de vibração ou compactação mecânica.

A NBR 15823-1 (2010), define o CAA como “concreto que é capaz de fluir, auto adensar pelo peso próprio, preencher a forma e passar por embutidos (armaduras, dutos e insertos), enquanto mantém sua homogeneidade (ausência de segregação) nas etapas de mistura, transporte, lançamento e acabamento”.

Entretanto, o concreto ao caminhar pelas fôrmas envolvendo obstáculos, não deve segregar, uma mistura mal feita pode causar problemas. Por isso, o CAA é devidamente testado por equipamentos que simulam o que possivelmente poderá acontecer em condições reais. O CAA foi criado para possuir capacidade de adensamento baseada totalmente em seu peso próprio, sem necessidade de vibração, preenchendo totalmente o espaço da forma mesmo em casos de armaduras complexas (EFNARC, 2015).

Os trabalhos de Faria (2008) e Serra (2015) apresentam dados que constataam a viabilidade técnica no uso do CAA em obras verticais, como redução da mão de obra e do tempo de

lançamento do concreto da ordem de 50%. Para que essa ação ocorra é necessário um equilíbrio entre fluidez, viscosidade e coesão dos componentes, de modo que haja um fluxo contínuo e uniforme do material durante o processo de preenchimento das formas (GOMES; BARROS, 2009). Tal comportamento pode ser resumido em três características: fluidez (ou capacidade de preenchimento), habilidade passante e resistência à segregação. A fluidez, ou capacidade de preenchimento, como seu nome sugere, está associada à habilidade do concreto de preencher todos os espaços a ele destinados dentro de sua forma ou confinamento, independentemente do quão adverso seja ele. A habilidade passante expressa o quão hábil o concreto é ao vencer os obstáculos em seu caminho, sendo capaz de passar pelos mesmos sem obstrução do fluxo (TUTIKIAN; DAL MOLIN, 2008).

A The European Guidelines for Self-Compacting Concrete - Specification, Production and use (EFNARC et al.,2015) e (Kuster Junior 2019) propôs critérios para que um concreto seja classificado como autoadensável, como: capacidade de preencher todos os espaços no interior da forma, capacidade de passar através de pequenas aberturas como espaçamentos entre barras de aço, capacidade de permanecer uniforme e coeso durante o processo de transporte e lançamento.

Diante ao exposto acima é possível perceber que o CAA exige um controle maior na sua produção para que atenda os critérios de avaliação, pois os mesmos influenciam diretamente no estado endurecido. Diversas pesquisas têm sido desenvolvidas para melhor conhecer e compreender o comportamento do CAA quer seja no estado fresco como no estado endurecido. As diferentes formas de se curar um concreto define parâmetros desde a micro até a macroestrutura. Regimes de confinamento sobre diferentes tipos de pressões, sistemas de autoclave e cura térmica impulsionam melhorias nas propriedades mecânicas, na microestrutura e distribuição dos poros. Quanto ao uso de regimes de temperaturas elevadas em processo imediatamente posterior ao contato cimento-água, NEVILLE (2015) aponta que temperaturas altas implicam em uma estrutura resultante da pasta de cimento hidratada se estabelecendo mais rápido, o que resulta em mudanças a curto e a longo prazo de parâmetros como a resistência usual.

3. Materiais e Métodos

3.1.1 Cimento Portland

O cimento Portland é um dos materiais mais utilizados para produção do CAA. Nesta pesquisa o cimento utilizado, é o cimento comercial, Cimento Portland CPV – ARI de acordo com a ABNT NBR 5733. Para produção do CAA necessita-se de adições que não é o muito usual em obras. Para obter a massa específica do cimento, fez-se o ensaio de acordo com a ABNT NM 23:200. Apresentando um resultado das médias (3,0433 g/cm³).

3.1.2 Agregado Miúdo

A areia fina (natural) é oriunda da extração da mineradora migra, localizada na cidade de João Pessoa no bairro Distrito Industrial. Assim, como os demais agregados, a areia teve sua escolha relacionada aos fatores, disponibilidade e adequação as necessidades técnicas para o desenvolvimento dos CAA. A composição granulométrica, obteve o módulo de finura de 1,66 e diâmetro máximo de 2,36 mm. O material apresentou massa específica 2,60416 g/cm³. Para massa unitária fez-se uma média dos 3 resultados encontrados, sendo o resultado 1,4404 g/cm³.

3.1.3 Agregado Graúdo

Foi utilizado a brita cascalhinho como agregado, comprado no comércio local. A composição granulométrica desse material foi realizada de acordo com as prescrições da ABNT NBR 248/2003. O agregado foi escolhido não só em função da sua disponibilidade local, mas também em virtude de sua dimensão máxima característica que, conforme descrito anteriormente, afeta as qualidades reológicas do CAA, como também pode causar um bloqueio ao deslocamento dos CAA quando este encontra a armadura como obstáculo. A tabela 5 mostra a composição granulometria do material. Diâmetro máximo característico 12,5 mm, Módulo de finura 1,855. O material apresentou massa específica de 2,63 g/cm³, determinada conforme as especificações da ABNT NBR 53/2009, apresentando o resultado de 1,46 g/cm³ determinada conforme a ABNT NBR 45/2006.

3.1.4 Aditivo

O uso do aditivo superplastificante é indispensável na produção de concretos autoadensáveis para a obtenção da fluidez necessária, de modo que o uso deste vem sendo citado desde as primeiras tentativas de obtenção do CAA. Para o estudo desenvolvido foi escolhido um aditivo que apresentasse resultados satisfatórios, foi utilizado o TEC FLOW 9040 fabricado pela empresa GRECE, que segundo a mesma é um aditivo superplastificante de última geração composto em policarboxilatos. O aditivo utilizado apresenta dosagem recomendada de 0,3 a 2,0% e a massa específica deste aditivo é de 1,065 g/cm³ - 1,105 g/cm³.

3.2 Métodos

O procedimento experimental adotado nesta pesquisa encontra-se esquematizado na figura 1, que demonstra de forma simplificada a sequência de atividades necessárias para a produção do CAA.

Figura 1 – Fases do processo experimental.



Fonte: Autor, 2020.

3.3 Dosagem

O estudo de dosagem fundamenta-se no estabelecimento de parâmetros para a produção do CAA através do levantamento de dados na literatura. Considerou-se, para o estabelecimento dos parâmetros, a busca de uma resistência à compressão com 28 dias maior ou igual a 38 MPa. Dessa maneira, a dosagem utilizada na pesquisa como referência os materiais utilizados é

1:1,45:1,46:0,36:0,02 (Cimento, areia, brita, aditivo e água).

3.4 Ensaios no estado fresco

3.4.1 Slump Flow Test

No teste Slump Flow ou espalhamento, preencheu-se o cone de concreto e cronometrou-se o tempo que o CAA (Figura 2), levou para atingir a marca de 50 cm na placa. Após sessar o espalhamento, mediu-se o diâmetro de abertura do concreto em duas direções distintas, tendo como resultado a média das duas medidas.

Figura 2 – Teste de espalhamento



Fonte: Autor, 2020.

3.4.2 Test Funil V

No teste do Funil-V, averiguou-se a viscosidade, o funil foi preenchido completamente de concreto (Figura 3) e cronometrado o tempo que o CAA necessitou para escoamento totalmente do funil.

Figura 3 – Teste de Funil-V.



Fonte: Autor, 2020.

3.4.3 Caixa L

O ensaio da Caixa-L relacionou o tempo em que o concreto levou até descer totalmente. No ensaio, considerou-se apenas a relação das medidas finais de H2 e H1, conforme Figura 4.

Figura 4 – Teste Caixa L.



Fonte: Autor, 2020.

3.4.4 *Corpos de prova*

Foram moldados 12 corpos de prova (CP's) por cada traço, totalizando 72 CP's, utilizando moldes de forma cilíndrica com diâmetro de 10 cm e altura de 20 cm, identificados por etiquetas contendo o nome da pesquisa, traço referente e data de execução. Após 24 horas, foram desmoldados e submetidos ao processo de cura por imersão e cura térmica (60°, 70°, 80°), (Figura 5), onde permaneceram até a realização dos ensaios aos 7, 14, 28 e 60 dias, de acordo com as prescrições da ABNT NBR 5738/2015.

Figura 5 – Corpos de prova na cura térmica



Fonte: Autor, 2020.

3.5 Ensaio do CAA no estado endurecido

3.5.1 *Resistência a compressão*

O ensaio de resistência a compressão foi realizado no laboratório de materiais da UFPB, após a desmoldagem dos corpos de provas que foram mantidos na devida cura até o dia do teste. O ensaio tem como objetivo a determinação da resistência mecânica do material e para isso os

CP's, foram submetidos a uma compressão numa prensa solotest hidráulica 100 tf manual. Foram rompidos três corpos de prova para cada idade de 3, 7, 28 e 60 dias. Antes do ensaio na prensa, os corpos de provas tiveram suas extremidades regularizadas com o uso de faceadora.

3.5.2 Carbonatação

O ensaio foi realizado para que analisasse a durabilidade dos concretos, logo foi ensaiado o processo de carbonatação, onde foi preparada uma solução com fenolftaleína, sendo está aplicada nos corpos de prova para verificar se haveria alguma reação no concreto. Aspersão com nitrato de prata. O ensaio foi realizado para analisar também a durabilidade dos concretos, logo foi aplicado a solução de nitrato de prata, nos corpos de prova para verificar se tinha precipitação de AgCl sendo a parte esbranquiçada indicando a presença de cloretos e a parte marrom a região de cloretos livres.

4 Resultados e Discursões

Durante os ensaios realizados no estado fresco de caixa L e Funil V, observou-se no traço 1 que o mesmo não admitiu os valores adequados referentes a norma, com isso foram feitas alterações nas relações (Tabela 1), reduzindo 16,85% de água/cimento e 55,43% de aditivo.

Tabela 1 - Alterações de dosagem do CAA

TRAÇO 2				
Cimento	Agregado Miúdo	Agregado Graúdo	a/c	Aditivo
1	1,45	1,46	0,3	0,015

Fonte: Autor, 2020

No entanto, essa quantidade de água e aditivo era suficiente para atingir uma consistência desejável, esse fator fez com que o concreto estivesse mais fluidez.

Ensaio no estado fresco

4.1.1 Slump Flow Test

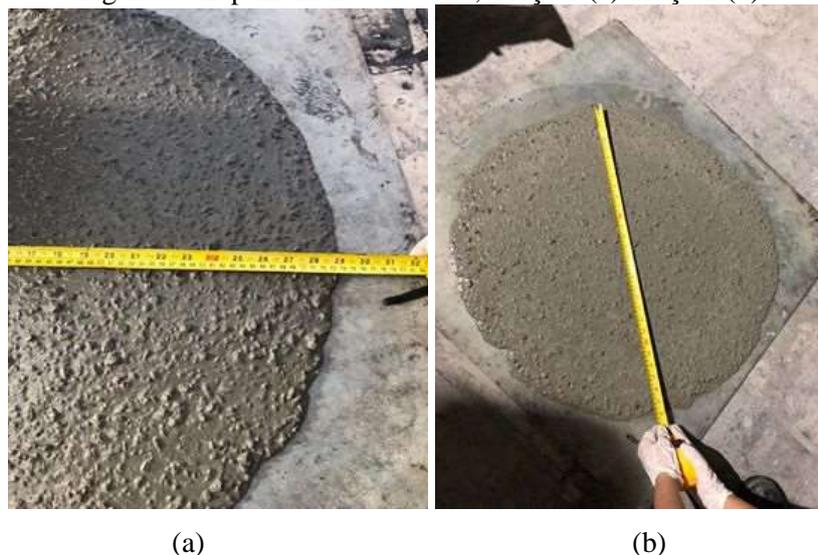
De acordo com a NBR 15823/2010, o ensaio de espalhamento ou slump flow test enquadrrou-se nos dois traços (Tabela 2), classificando o traço 1 - diâmetro de espalhamento 660 mm a 750 mm e o traço 2 - 760 mm a 850 mm. Com relação a segregação e exsudação na figura 6 mostra que não houve a presença.

Tabela 2 - Resultados slump flow test

Traço	Medida (mm)	Classificação
1	730	SF2 - NBR 15823
2	780	SF3 - NBR 15823

Fonte: Autor, 2020

Figura 6 - Espalhamento do CAA, Traço 1 (a) Traço 2 (b)



Fonte: Autor, 2020.

4.1.2 Caixa L

Para o ensaio de caixa L, de acordo com a norma 15823/2010, os 2 traços, admitiu valores de acordo com a tabela 3 do referencial teórico sendo $H2/H1 \geq 0,80$ mm. Por meio de avaliação visual foi possível constatar que não houve acúmulo de agregado nas barras.

Tabela 3 - Resultados caixa L

Traço	H1 (cm)	H2 (cm)	H2/H1	Classificação
1	10,5	9	0,85	PL 1 – NBR 15823
2	10	8	0,8	PL 2 - NBR 15823

Fonte: Autor, 2020

4.1.3 Funil V

Ao realizar o ensaio observou-se que quanto maior a quantidade de água e menor o uso do aditivo, menos viscoso o concreto se tornará, entretanto se o CAA for muito viscoso, se tornará mais difícil a sua aplicação. O traço 1 quando feito o ensaio não conseguiu atingir o tempo adequado (Tabela 4) prescrito pela norma NBR 15823, admite < 9 segundos. Já o traço 2 conseguiu atingir o tempo sendo o mesmo de 9 a 25 segundos.

Tabela 4 - Resultados Funil V

Traço	Tempo (s)	Classificação
1	50	NÃO SE CLASSIFICA
2	20	VF 2 - NBR 15823

Fonte: Autor, 2020

4.1.4 Ensaio de resistência a compressão axial

Após a regularização, os corpos de prova foram medidos tanto o diâmetro quanto a altura para serem submetidos ao rompimento. O resultado referente ao ensaio encontra-se na tabela 5 e no

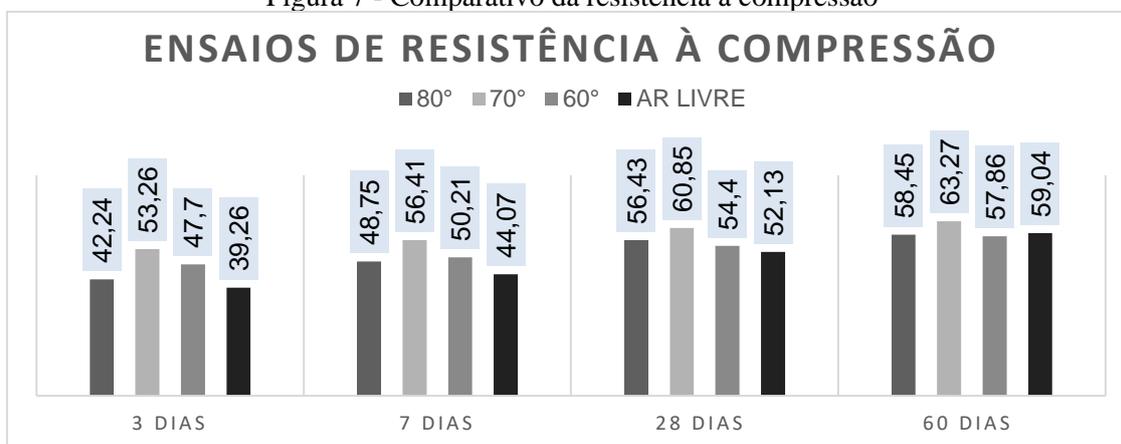
Figura 7, no qual, o valor da resistência em MPa foi uma média da resistência encontrada nos 3 corpos de prova rompidos nas idades e 3, 7, 28 e 60 dias e nas temperaturas 60°, 70°, 80° e ao ar livre.

Tabela 5 - Resultados dos ensaios de resistência à compressão do concreto

RESISTÊNCIAS (MPa)				
CP'S	3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS	60 DIAS
80°	42,24	48,75	56,43	58,45
70°	53,26	56,41	60,85	63,27
60°	47,7	50,21	54,4	57,86
AR LIVRE	39,26	44,07	52,13	59,04

Fonte: Autor, 2020

Figura 7 - Comparativo da resistência à compressão



Fonte: Autor, 2020

Com os valores presentes na tabela 5, foi possível traçar um gráfico para uma melhor análise das propriedades. A Figura 8, representa a resistência a compressão dos tipos de cura nos seus respectivos dias. A partir dos resultados é possível analisar e certificar-se que os corpos de prova de todas as estufas em cada idade aumentaram sua resistência.

Os corpos de prova ao ar livre apresentaram um resultado significativo, porém os resultados em banho maria, especificamente a estufa a 70° obteve maior resultado em relação as outras estufas devido ao tratamento térmico, pois potencializa as reações de finos do concreto aumentando assim a hidratação do mesmo tornando-se um CAA de qualidade e resistência eficiente.

4.1.5 Carbonatação

O ensaio de carbonatação foi realizado após o rompimento de resistência a compressão axial nos corpos de prova de idade 60 dias, com uma solução à base de fenolftaleína, os corpos de prova não evidenciaram ou reagiram a nenhuma alteração no aspecto físico e químico (Figura 8), comprovando assim que os corpos de prova garantem uma estabilidade que acarreta uma maior durabilidade a estruturas.

Figura 8 - Reação do concreto após a aspersão da fenolftaleína



Fonte: Autor, 2020

O estudo das patologias no concreto, em especial o da carbonatação é indicado para revelar os agentes agressores aos quais as estruturas em concreto estão expostas, para que as estruturas não apresentem patologias ou venham a ser corrigidas satisfatoriamente durante todo o período de vida útil.

4.1.6 Aspersão com nitrato de prata

A corrosão por cloretos é considerada por muitos pesquisadores a mais severa das manifestações patológicas que atacam as estruturas. O ensaio de nitrato de prata também foi realizado após o rompimento de resistência a compressão axial nos corpos de prova na idade de 60 dias. Os corpos de prova não reagiram nenhuma alteração no aspecto físico e químico (Figura 9), comprovando novamente que os corpos de prova garantem uma estabilidade que acarreta uma maior durabilidade a estruturas.

Figura 9 - Reação do concreto após a aspersão do nitrato de prata



Fonte: Autor, 2020

Observou-se com os resultados experimentais da pesquisa que a aplicabilidade do método vem a ser de grande relevância para o meio técnico, por ser um método qualitativo, de fácil aplicação, barato e provendo informações rápidas para que os profissionais possam diagnosticar com segurança as estruturas com corrosão contaminadas por cloreto.

5. Conclusão

O concreto autoadensável por ser um concreto novo no mercado faz com que haja poucos estudos na área, com isso cada procedimento adotado na pesquisa serve para aumentar ainda mais as informações nesse ramo da construção civil. Finalmente, pode-se afirmar que o CAA representa uma solução para a construção civil, pois necessita de inovações técnicas que acarretem reduções nos prazos de execuções. Se faz necessário reconhecer o emprego do CAA, com menos ciclos de concretagens, ganhos de qualidade, durabilidade, redução de equipamentos e mão de obra. Com base nos objetivos especificados, a metodologia utilizada para o desenvolvimento da pesquisa mostrou-se satisfatória. Sendo possível a elaboração e execução de um concreto autoadesável, com ótimas trabalhabilidades e capazes de serem utilizados em elementos estruturais. O presente trabalho que submeteu a um estudo em laboratório, a partir de então foi possível tirar conclusões, como: nos ensaios de estado fresco o traço aplicado para os ensaios caixa L, Funil V e Slump Flow test diante das normas exigidas foram satisfatórios.

No ensaio de estado endurecido, as resistências em nenhuma idade baixaram, obteve-se resistências com o Fck acima de 30 Mpa, sendo a temperatura de 70° a mais satisfatória diante das idades de 7, 14, 28 e 60 dias e temperaturas de 60°, 70°, 80° e ar livre. Nos ensaios químicos, os corpos de prova em aspensão não apresentaram nenhuma alteração.

Conclui-se que o concreto autoadensável pode ser uma alternativa para se utilizar em elementos estruturais tipo pilar, vigas, lajes, dentre outros, pois o presente estudo possui resistência de até 63 MPa, admitido pela norma NBR 6118/2014, apresentando um concreto de alta durabilidade e qualidade. Por fim, o CAA não pode admitir que seja lançado, manuseado ou produzido de uma forma desqualificada para que não altere sua qualidade e durabilidade.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15823**: Concreto Autoadensável. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7389**:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT **NBR 5733**. Cimento Portland de alta resistência inicial. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7809**: Agregado graúdo – Determinação do índice de forma pelo método do paquímetro – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, **NBR-5739**: Concreto – ensaios de compressão em corpos-de-prova cilíndricos, Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, **NBRNM 248**: Agregados – determinação da composição granulométrica, Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NM 53**. Agregado graúdo – Determinação da massa específica, massa específica aparente e absorção de água. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NM 45**: Agregados - determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro, 200

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738**: Concreto – procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2015.

ALDEA, C. M.; YOUNG, F. B.; SHAH, S. P. (2000). Effects of curing conditions on properties of concrete using slag replacement. *Cement and Concrete Reserch*, v. 30, n. 3, p. 465.

ASTM C 1202 - 97. Standard test method for electrical indication of concrete's ability to resist chloride ion penetration. American Society for Testing and Materials, USA, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15823**: Concreto Autoadensável. Rio de Janeiro, 2010.

EFNARC - **European Federation for Specialist Consiruction Chemicals and Concrete**,2015.

GOMES, P.C.C.; BARROS, A.R.. **Métodos de dosagem de concreto autoadensável**. 1 ed. São Paulo: PINI, 2009.

FARIA, R. **Solução Fluida**.Revista Téchné, v. 132, 2008.

JUNIOR, Béda et al. **concreto auto-adensável (caa), mais do que alternativa ao concreto convencional (cc)**. 2015. ed. Recife: EDUPE, 2016. 263 p. v. 1.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto**. 5 ed. São Paulo: PINI, 2015

KUSTER JUNIOR, J.S. **Avaliação da incorporação de agregado reciclado na composição de concretos autoadensáveis**. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2018.

SERRA, J. H. F. **Avaliação da Utilização do Concreto Autoadensável em Substituição ao Concreto Convencional Em uma Obra de Edificação Vertical**. Fortaleza, 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

Systems. **Specification and guidelines for self-compacting concrete**. In: EFNARC. Fevereiro, 2002.

TUTIKIAN, B. F.; DAL MOLIN, D. C. **Concreto Auto-adensável**. São Paulo: Pini, 2008. 140p.

TUTIKIAN, B.F. **Método para dosagem de concretos auto-adensáveis**.Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

OKAMURA, H.; OUCHI, M. (2003) **Self-compacting concrete**. *Journal of Advanced Concrete Technology*, v. 1, n. 1, p. 5-15.