# CONCRETO AUTOCICATRIZANTE COM USO DE CIMENTOS PORTLAND BRASILEIROS DE POZOLANA TIPO CP IV, CP II-Z E CP V, ATIVADOS POR ADITIVO CRISTALINO

*AUTOCICATRIZING CONCRETE WITH USE OF PORTLAND BRAZILIAN CEMENTS OF POZOLANA, ACTIVATED BY CRYSTAL ADDITIVE*

**ADRIANO. DAMASIO SOTERIO**
Engenheiro civil
Qualify laboratório de concreto e materiais
Santa Catarina; Brasil
adriano@qualify.eng.br

**EMILIO. MINORU TAKAGI**
Engenheiro civil
ITA / MC BAUCHEMIE
Santa Catarina; Brasil
emilio.takagi@mc-bauchemie.com.br

**BRUNO. ROMMEL CATTANI SARTORI**
Engenheiro civil - Professor
Faculdades Esucri
Santa Catarina; Brasil
brunorommel@esucri.com.br

**RESUMO**

Este trabalho apresenta os resultados do estudo realizado com concreto autocicatrizante (CAC) e auto adensável (CAA). Foi desenvolvido um traço de concreto com fck de 30 MPa utilizando os cimentos das classes CP IV, CP II-Z e CP V-ARI RS. Para cada tipo de cimento foram moldados 10 corpos de prova cilíndricos de tamanho 10x20 e aos 28 dias aplicou-se uma carga estimada de 90% da resistência ultima a compressão, gerando fissuras no interior dos mesmos. Logo após a aplicação da carga os corpos de prova foram imersos em água com o intuito de dar inicio ao processo de cicatrização das fissuras. Nas idades de 56, 84 e 112 dias as amostras foram novamente ensaiadas a compressão, para verificar quais dos cimentos apresentaram melhor comportamento de cicatrização.
*Palavra-Chave: Concreto Auto Cicatrizante, concreto auto adensável, aditivo cristalino, pozolana*

**ABSTRACT**

Self-compacting concrete (CAA). A concrete trait with a fck of 30 MPa was developed using the cements of classes CP IV, CP II-Z and CP V-ARI RS. For each type of cement, 10 cylindrical specimens of 10x20 size were molded and at 28 days an estimated load of 90% of the last resistance to compression was generated, generating cracks inside them. Immediately after the application of the load the specimens were immersed in water in order to start the healing process of the cracks. At the ages of 56, 84 and 112 days the samples were again compressed to verify which of the cements showed better healing behavior.
*Keyword: Auto Healing Concrete, self-compacting concrete, crystalline additive, pozzolan*

# 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, há uma grande preocupação com assuntos abordados no meio da auto sustentabilidade, por isso entendem-se que o concreto auto cicatrizante vem caminhando para a sustentabilidade na construção civil, sendo aplicado em obras com disposição em meios hidráulicos, como obras de fundações, barragens, saneamentos, reservatórios entre outros.

O concreto auto cicatrizante vem ganhando seu mercado em meio a estas obras e também se propõe uma maior durabilidade da estrutura. Tendo em vista que o concreto com presença de micro-fissuras será logo reparo por este efeito, a auto cicatrização vem sendo estudada pelo meio técnico desde 1994, quando a C. Dry foi a primeira pesquisadora a propor a introdução intencional de propriedades auto cicatrizantes no concreto e em 2005 foi criado o comitê técnico SHC 221 da RILEM, criando assim diferentes abordagens para se criar um concreto que tenha a capacidade de se reparar mediante a criação de fissuras em seu interior.

Neste estudo a criação de fissuras é o mecanismo de gatilho para a auto cicatrização, pois no aditivo cristalino é ativo na presença de água que penetra através das fissuras intencionais, promovendo a elevação da alcalinidade da água, dentro das fissuras, favorecendo a formação de produtos hidratadas estáveis na face internas das fissuras estáticas com aberturas de no máximo 0,4mm.

Para darmos início aos estudos com o aditivo cristalino, separamos amostras dos cimentos pozolânicos comerciais dos tipos CP IV, CP II-Z e CP V ARI RS.

Com o traço de concreto auto adensável, já pré-definido com Fck 30MPa, foram moldados corpos de prova cilíndricos utilizando os três tipos de cimento, sendo que de cada tipo de amostras foi criado amostras contendo o aditivo cristalino e outras para comparativos sem o aditivo cristalino.

Posteriormente, após a idade de 28 dias, foi aplicado 90% da carga de ruptura nos corpos de prova com e sem o aditivo cristalino e aguardado as idades de 56, 84 e 112 dias para novos ensaios de compressão axial, podendo com isso confirmar quais dos cimentos testados tiveram os melhores resultados no efeito de auto cicatrização.

# 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do traço de concreto auto adensável, foi usado o método de dosagem proposto por Tutikian e Dal Molin - 2º Edição - 2015.

Para o estudo de dosagem do concreto auto adensável, utiliza-se praticamente os mesmos insumos (cimento, agregados miúdos e graúdos, água, aditivos e adições) de um concreto convencional (CCV), tendo como sua particularidade, os aditivos superplastificantes e seus agregados miúdos e graúdos que tendem a ter uma melhor classificação dos grãos, não sendo indicados materiais no qual, principalmente, os agregados graúdos tenham grãos com baixo índice de lamilariedade.

Os aditivos superplastificantes, segundo Tutikian e Dal Molin - 2º Edição - 2015, podem elevar o custo do concreto CAA, recomendando o uso de adições ao traço, como filer e outros materiais finos. Porém, em nossos estudos estaremos utilizando apenas a adição dos aditivos superplastificantes como auxiliador para obtenção do concreto CAA, por não disponibilizarmos para este estudo produtos para adições e também por estarmos usando em nosso estudo cimento que já tem em suas composições o uso da pozolana.

## 2.1 Aglomerantes

Os cimentos testados foram disponibilizados pelo fabricante, sendo testados os seguintes cimentos: CP IV, CP II Z e CP V ARI RS. Os cimentos são fornecidos comercialmente, tanto em saco como em granel e foram usados estes cimentos por serem cimentos utilizados no dia a dia das obras em nosso estado. Na tabela 1, apresentamos as massas específicas dos cimentos:

Tabela 1: Massa específica dos cimentos (g/cm³)

| TIPOS DE CIMENTO USADOS | | |
|---|---|---|
| CP IV | CP II-Z | CP V |
| 2,93 | 2,96 | 2,99 |

## 2.2 Agregados

Os agregados utilizados na mistura foram disponibilizados por fornecedores locais, fornecedores estes que já disponibilizam estes materiais em escala comercial.

Os agregados foram caracterizados em laboratório para obter suas características físicas, podendo assim entender um pouco mais sobre cada material utilizado e assim poder definir a melhor composição para o traço de concreto aqui apresentado.

Para este estudo foram utilizados Areia Natural Média, Areia Natural Fina, Brita 9,5mm e Brita 19mm. Na tabela 2, apresentamos os ensaios físicos com os agregados utilizados:

Tabela 2: Demonstrativo dos resultados obtidos na caracterização dos agregados

| AGREGADOS UTILIZADOS | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Agregados | Módulo de Finura | Dmáx (mm) | Massa Específica (g/cm³) | Massa Unitária (g/cm³) | Absorção (%) | Pulverulento (%) |
| Areia Nat. Média | 2,32 | 4,75 | 2,63 | 1,42 | 0,50 | 2,86 |
| Areia Nat. Fina | 1,18 | 0,60 | 2,65 | 1,46 | 0,30 | 0,47 |
| Brita 9,5mm | 6,02 | 9,50 | 2,99 | 1,46 | 1,04 | 2,22 |
| Brita 19mm | 6,89 | 19,00 | 2,99 | 1,56 | 0,94 | 1,32 |

## 2.3 Aditivos

Para a produção do auto adensável, é indispensável o uso de aditivos, principalmente dos da linha de superplastificantes.
Neste estudo foi usado aditivos superplastificantes a base de policarboxilatos (Maxfluid 970), aumentando a fluidez e coesão do concreto.
Também foi utilizado aditivos do tipo polifuncionais a base de lignosulfonato (NT 14).

## 2.4 Adições

Como adição aos traços ensaiados foram utilizados o aditivo cristalino, tendo seu nome comercial o Xypex C500 NF, que é um aditivo para impermeabilização, proteção e melhoria do concreto.
Quando adicionado ao concreto, as substâncias ativas reagem com a umidade do concreto fresco e com os subprodutos da reação de hidratação do cimento, causando uma reação catalítica.
Esta reação gera uma formação cristalina insolúvel nos poros e capilaridades do concreto tornando-o permanentemente selado contra a penetração da água ou substâncias agressivas de qualquer direção e também protegida contra a deterioração mesmo em condições ambientais severas.

## 2.5 Ensaios de compressão axial

Após 28 dias de cura em água e temperatura controlada, foram ensaiados 2 corpos de prova para cada amostra.
Foram levados os 2 corpos de prova à ruptura total, obtendo-se as resistências a compressão axial, conforme a NBR 5739:2007 e apresentado na tabela 5.
Após os ensaios de compressão axial, e já conhecendo a carga nominal de cada amostra, foram aplicados em todos os restantes dos corpos de prova 90% da carga nominal, tendo o cuidado de manter essa carga por um período de tempo de 60 segundos para que não resultasse na ruptura das amostras.
Posteriormente colocado os corpos de prova em tanque de cura para novamente ensaiá-los a compressão axial nas idades de 56, 84 e 112 dias, para então serem analisados os resultados e comparados com os corpos de prova ensaiados aos 28 dias.
Todos os resultados estão sendo apresentados na tabela 5.
Nos estudos de Sahmaran *et al* (2008, p.2) foi utilizado também a carga de 70% e 90%, nos estudos de TAKAGI E.M. (2013 p.75) esta carga foi de 90%.

# 3. DOSAGEM DO CONCRETO CAA

O estudo de dosagem para o concreto deste estudo foi desenvolvido segundo o método de dosagem Tutikian & Dal Molin (2015), onde Utiliza os conceitos de 0'Reilly (1992) para determinar o empacotamento granular máximo, os conceitos de De Larrard (1999) para a escolha dos materiais, o diagrama de dosagem do IPT/EPUSP para permitir os cálculos de qualquer CAA dentro da faixa avaliada da mesma família estudada, o acerto do teor de aditivo, relação água/cimento e o procedimento básico de Tutikian (2004). Ainda acrescenta pontos novos, como a junção de todas essas teorias, o teor de argamassa variável, a inclusão da curva de custo no diagrama de dosagem e o diagrama de desempenho. Certamente estes pontos tornam o método inovador e contribuem para o desenvolvimento cada vez maior do CAA.
Também deverão ser seguido passos e assim desenvolver uma família de CAA sendo: escolha dos materiais, determinação do esqueleto granular.

## 4. TRAÇO DE CONCRETO CAA OBTIDO

O estudo de concreto autoadensável resultou no traço descrito nas tabelas 3 e 4, descrita abaixo. Onde serão apenas substituídos os cimentos para acompanhamento do processo de cicatrização dos corpos de prova em seus ensaios de compressão axial.

Tabela 3: Dosagem do CAA - Proporções

| TRAÇO DE CONCRETO CAA - PROPORCÕES | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cimento | Areia Natural Fina | Areia Natural Média | Pedrisco (9,5mm) | Brita 19mm | Aditivo Cristalino | Aditivo Polifuncional | Aditivo Superplastif. | Fator A/C |
| 1,0 | 0,81 | 1,89 | 1,53 | 0,27 | 2,5% | 0,6% | 1,0% | 0,45 |

Tabela 4: Dosagem do CAA - Quantidades/m³

| TRAÇO DE CONCRETO CAA - MASSA | |
|---|---|
| **Insumos** | **Quantidades (kg/m³)** |
| Cimento | 411 |
| Adição - Aditivo Cristalino | 10,3 |
| Água | 185 |
| Areia Natural Fina | 333 |
| Areia Natural Média | 777 |
| Pedrisco (Brita 9,5mm) | 629 |
| Brita 19mm | 111 |
| Aditivo Polifuncional | 2,06 |
| Aditivo Superplasticante | 4,11 |
| Teor de Finos | 449,7 |

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste estudo pretende-se entender o comportamento dos cimentos pozolânicos e também para o CP V ARI RS quando adicionados o aditivo cristalino.

Na tabela 5, estão sendo apresentados os resultados de compressão axial, com e sem a fissuração, sendo que a série 1 apresenta os resultados médios de compressão das amostras com ruptura total aos 28 dias.

A série 2 apresenta os resultados médios de compressão axial das amostras com aplicação de carga de 90%. Na figura 1 estão sendo apresentado o comportamento da resistência a compressão devido a fissuração e ao efeito de cicatrização das micro fissuras.

Tabela 5: Resultados de compressão axial Fonte

| AMOSTRAS | CIMENTO | Resultados de resistência à compressão axial (MPa) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Série 1 | | Série 2 | | | | | |
| | | 28 dias | 28 dias (Carga 90%) | 56 dias | Ganho após fissuração | 84 dias | 112 dias | Recuperação de 28 p/ 84 dias | Recuperação de 28 p/ 112 dias |
| AM-01 | CP V ARI RS | 24,7 | 22,1 | 25,8 | 4,5% | 26,5 | 27,1 | 7,5% | 9,9% |
| AMx-02 | CP V ARI RS + Aditivo Crist. | 23,0 | 20,7 | 24,4 | 5,9% | 24,6 | 25,5 | 6,7% | 10,9% |
| AM-03 | CP II Z | 21,4 | 19,2 | 23,8 | 11,2% | 24,8 | 24,9 | 15,9% | 16,6% |
| AMx-04 | CP II Z + Aditivo Crist. | 20,0 | 18,0 | 22,1 | 10,5% | 22,9 | 24,1 | 14,5% | 20,3% |
| AM-05 | CP IV ARI RS | 19,4 | 17,5 | 20,8 | 7,0% | 22,2 | 26,3 | 14,2% | 35,3% |
| AMx-06 | CP IV ARI RS + Aditivo Crist. | 17,9 | 16,1 | 19,1 | 6,4% | 20,3 | 27,8 | 13,4% | 55,3% |

Na tabela 6, está sendo apresentados o desvio padrão das amostras ensaiadas em suas respectivas idades de controle.

Tabela 6: Desvio padrão

| AMOSTRAS | CIMENTO | Desvio Padrão (MPa) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 28 dias | 56 dias | 84 dias | 112 dias |
| AM-01 | CP V ARI RS | 0,21 | 0,49 | 0,57 | 0,42 |
| AMx-02 | CP V ARI RS + Aditivo Cristalino | 0,14 | 0,49 | 0,49 | 0,42 |
| AM-03 | CP II Z | 0,21 | 0,21 | 0,64 | 0,42 |
| AMx-04 | CP II Z + Aditivo Crist. | 0,28 | 0,28 | 0,07 | 0,35 |
| AM-05 | CP IV ARI RS | 1,13 | 0,78 | 0,35 | 0,35 |
| AMx-06 | CP IV ARI RS + Aditivo Cristalino | 0,57 | 0,21 | 0,85 | 1,13 |

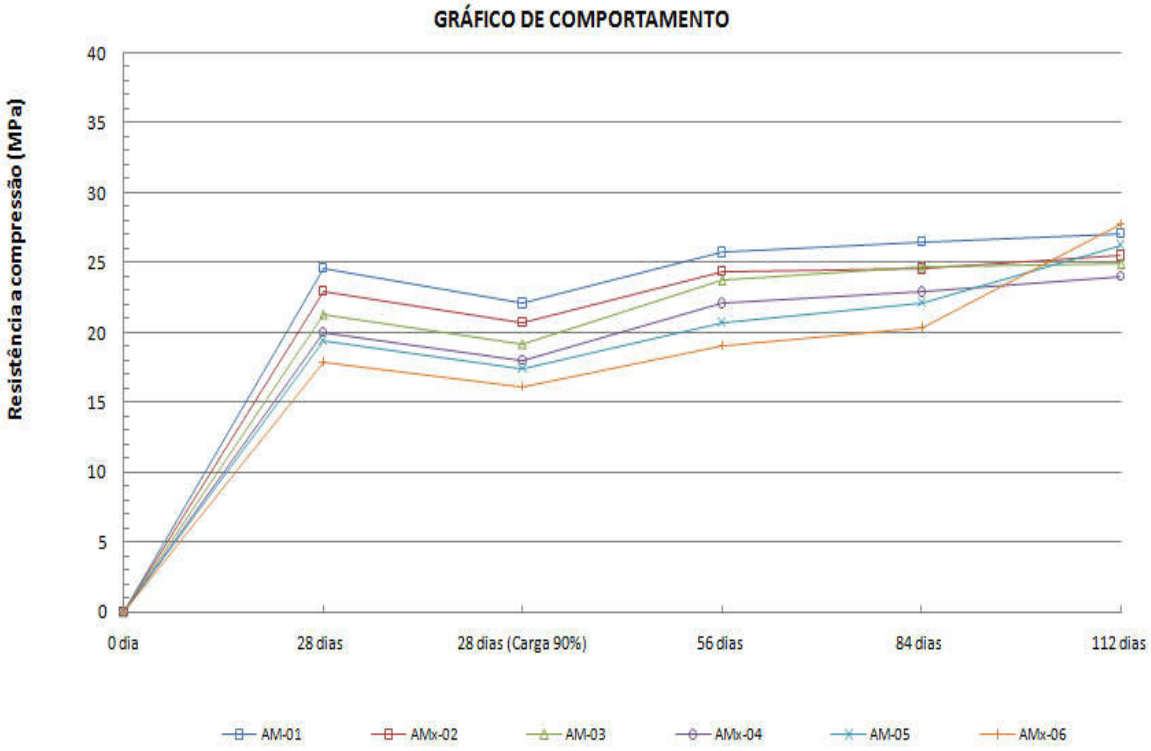



Figura 1: Gráfico de evolução das resistências a compressão axial (Análise 19/11/16)
Fonte: Autor 2016

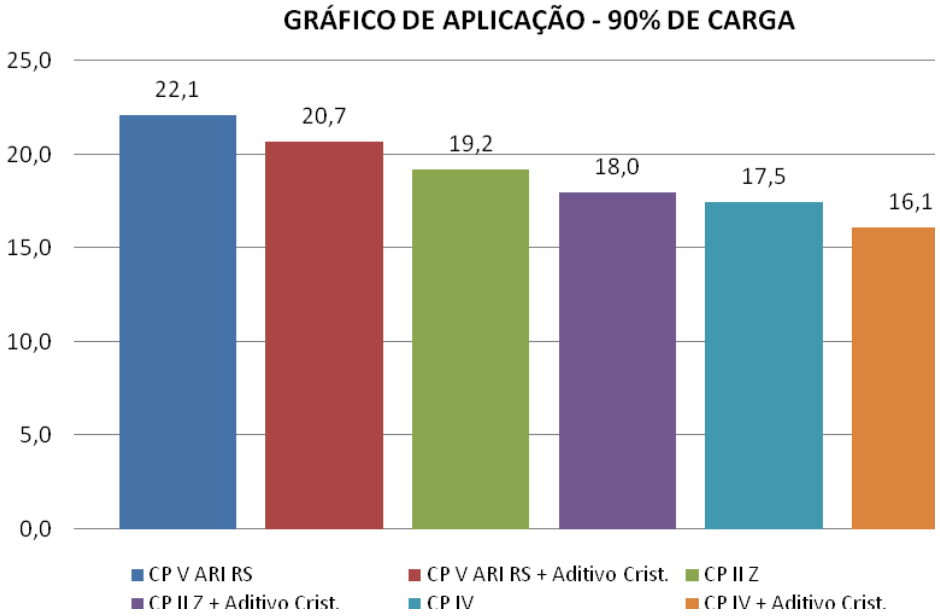



Figura 2: Gráfico demonstrativo de aplicação de 90% da carga média (Análise 21/10/16)
Fonte: Autor 2016

A figura 2, apresenta as cargas atingidas para levar as amostras a ruptura total, sendo as idades de ensaio para 28 dias, que apresenta as maiores resistências para as amostras onde foram utilizados os cimentos CP V.
Conforme observados, as amostras com adição do aditivo cristalino, observa-se uma redução do slump test e flow em relação às amostras sem a adição. Isso por ter um aumento nos finos, conseqüentemente maior área superficial para cobrir com a mesma quantidade de água. Na idade de 28 dias, foram ensaiados a compressão axial 2 corpos de prova de

cada amostragem, para obtenção das resistências médias e aplicação da carga de 90%, conforme apresenta a figura 3, em relação as resistências médias obtidas, conforme mostrado na tabela 5 coluna "28 dias (Carga 90%)". Observaram-se diferentes percentuais de ganho de resistência à compressão axial, quando comparados os resultados de resistência a compressão axial das amostras com idades de 28 dias para 56 dias, valores obtidos pela fórmula:

$$Gn = \frac{A - B}{A}$$

Sendo:

$Gn = Ganho\ de\ resistência\ após\ fissuração$

$A = Amostra\ com\ idade\ de\ 28\ dias, resistência\ média$

$B = Amostra\ com\ aplicação\ de\ 90\%\ de\ carga\ e\ ensaiada\ aos\ 56\ dias$

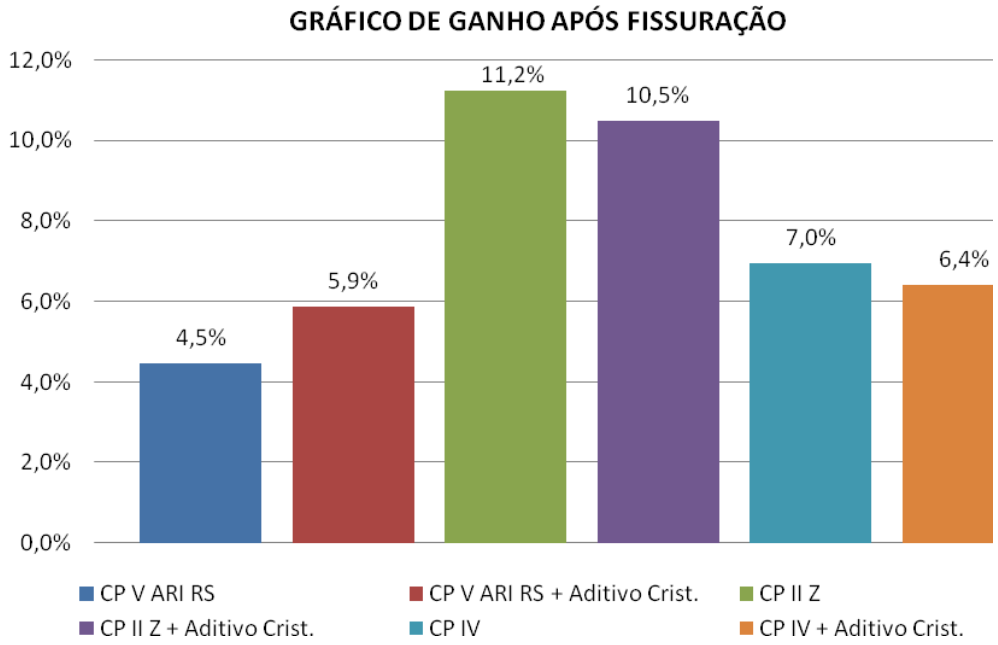



Figura 3: Gráfico de ganho de resistência após fissuração (Análise 21/10/16)
Fonte: Autor

Para os resultados das idades de 84 dias, quando relacionadas as idades de 28 dias, se observa uma recuperação por cicatrização com percentuais satisfatórios para cada cimento testado, foi obtido os percentuais de cicatrização pela fórmula:

$$Rc = \frac{C \quad A}{A}$$

Sendo:

$Rc = Recuperação\ por\ cicatrização$

$A = Amostra\ com\ idade\ de\ 28\ dias, resistência\ média$

$C = Amostra\ com\ aplicação\ de\ 90\%\ de\ carga\ e\ ensaiada\ aos\ 84\ dias$

Em analise aos resultados de compressão na idade de 84 dias, mostram que as propriedades mecânicas têm uma melhor recuperação nos cimentos CP II Z e CP IV, ficando o percentual de recuperação muito próximo, quando analisadas as duas amostras, porém um percentual levemente maior para o cimento CP II Z.

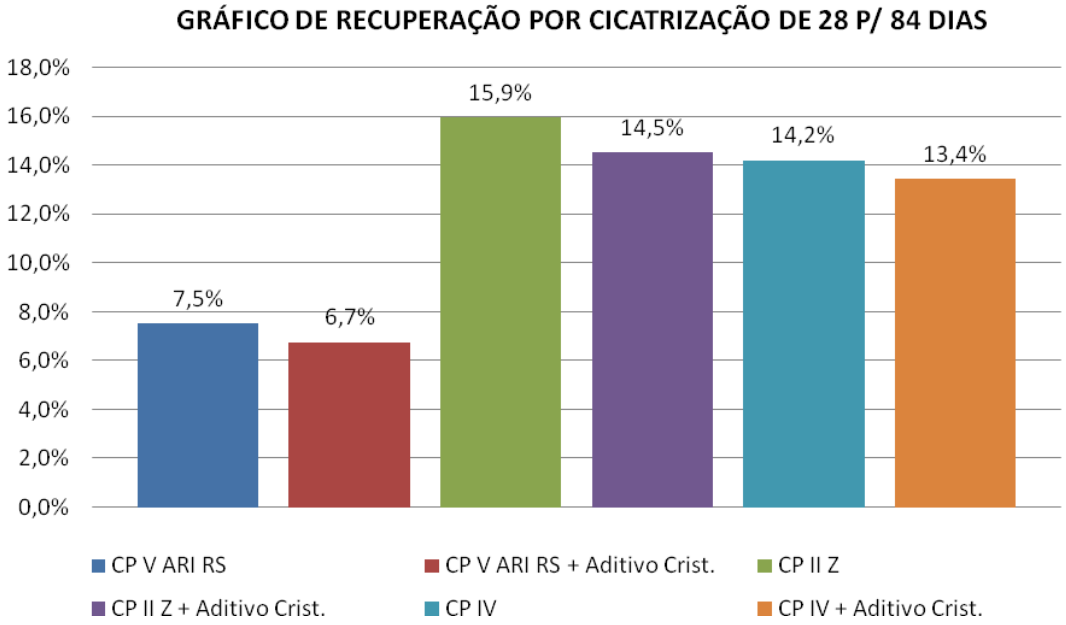



Figura 4: Gráfico de recuperação por cicatrização (Análise 21/10/16)
Fonte: Autor

Para os resultados de compressão axial na idade de 84 dias, quando analisados individualmente os resultados observa-se que o aditivo cristalino melhora em 6,7% a resistência para o cimento CP V ARI RS, em 14,5% para o cimento CP II Z e em 13,4% para o cimento CP IV.
Aos 112 dias foram realizados os últimos ensaios de compressão axial nos corpos de prova da série 2, sendo apresentados os resultados de forma gráfica na figura nº 5.

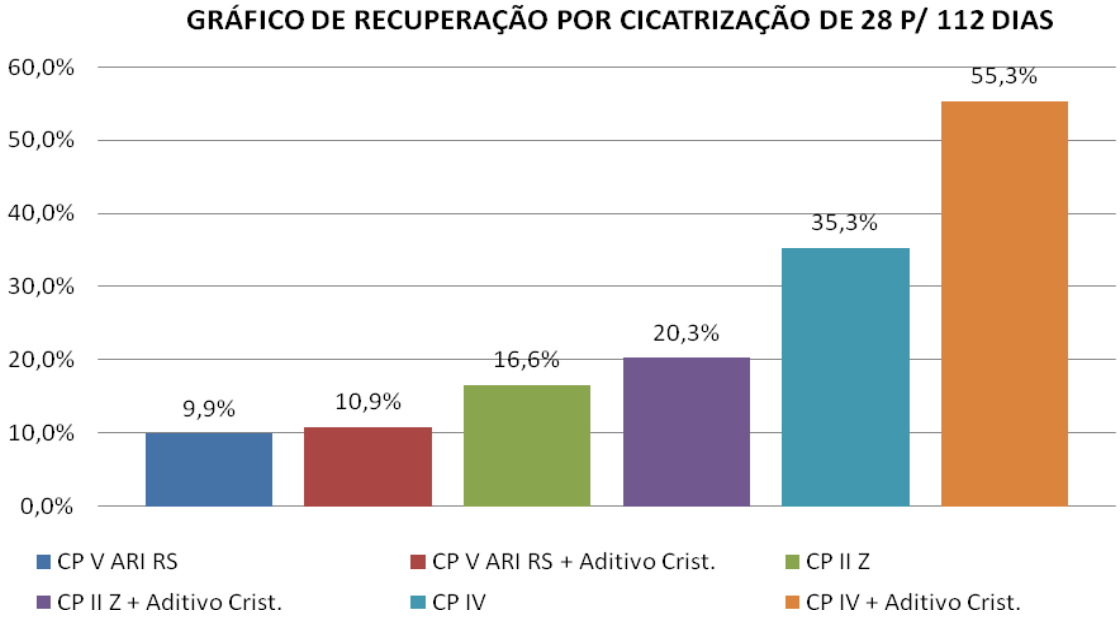



Figura 5: Gráfico de recuperação por cicatrização (Análise 19/11/16)
Fonte: Autor

Para os resultados de compressão axial na idade de 112 dias, quando analisados individualmente os resultados observa-se que o catalisador cristalino melhora em 9,9% a resistência para o cimento CP V ARI RS, em 20,3% para o cimento CP II Z e em 55,3% para o cimento CP IV.
Quando avaliada os percentuais de evolução entre as idades de 84 e 112 dias, observamos que:

- ✓ O cimento CP V ARI teve um ganho de 2,4%
- ✓ O cimento CP V ARI + Catalisador teve um ganho de 4,2%
- ✓ O cimento CP II Z teve um ganho de 0,7%
- ✓ O cimento CP II Z + Catalisador teve um ganho de 5,8%
- ✓ O cimento CP IV teve um ganho de 21,1%
- ✓ O cimento CP IV + Catalisador teve um ganho de 41,9%

Sendo seus valores apresentados na figura 9, abaixo.

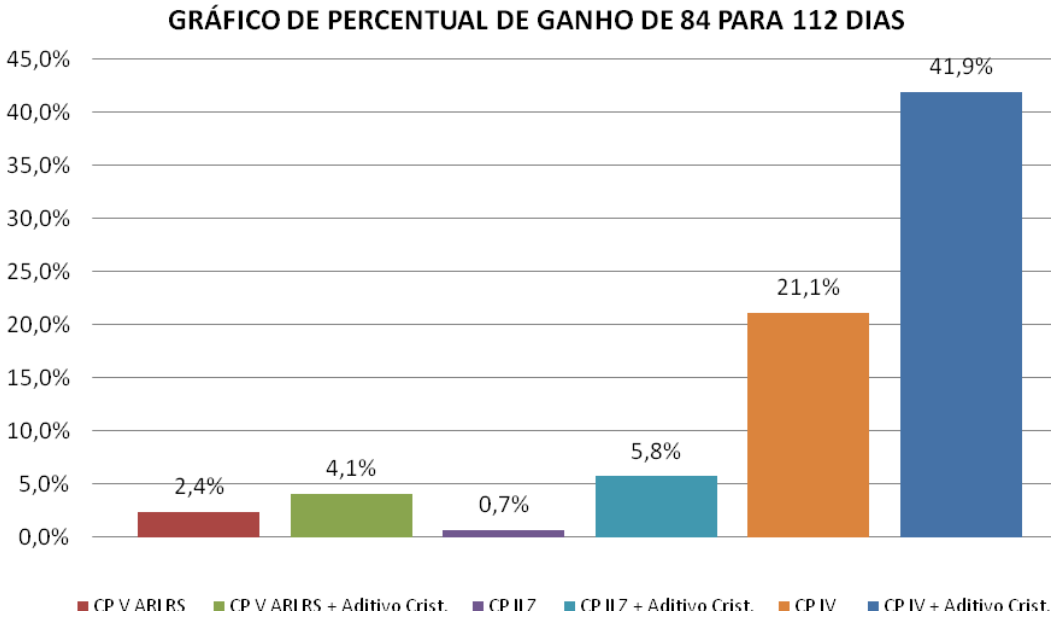



Figura 6: Gráfico de recuperação por cicatrização (Análise 19/11/16)
Fonte: Autor

Conforme se pode observar na figura 6, o cimento CP IV + Aditivo Cristalino teve um comportamento de evolução bem elevado, quando comparado aos outros cimentos testados, sendo este percentual, quando comparado ao percentual de evolução do Cimento CP IV (sem adição do Aditivo Cristalino), que ficou em 21,1%.

## 6. CONCLUSÃO

O intuito deste estudo é analisar os resultados reológicos e também os comportamentos de autocicatrização dos concretos utilizando cimentos pozolânicos comerciais, então foram realizadas as análises tanto no estado fresco e principalmente no estado endurecido.

Nos ensaios de abatimento com o concreto fresco e apresentado na tabela 19, mostra que os concretos perdem seu abatimento quando adicionado o aditivo cristalino, comparando com as amostras que não tiveram a adição, ainda no estado plástico, se pode observar uma mudança considerável em seu aspecto plástico, melhorando visivelmente a plasticidade das amostras do concreto com o uso do aditivo cristalino. Para essas mudanças no estado plástico podemos considerar, que as elas ocorrem por se tratar de uma adição de material fino (filer), gerando maior área superficial, logo maior consumo de água, melhora no aspecto plástico e também no empacotamento entre os grãos para essas amostras.

Avaliando os resultados obtidos no estado endurecido, o estudo realizado apresenta resistências abaixo do esperado, quando temos um consumo de cimento de 395 kg/m³, se imagina, que os resultados tenham sido conseqüência do aumento do fator A/C que foi trabalhado no desenvolvimento das amostras, sendo fixado em 0,54.

Também podemos levantar o fato de no momento deste estudo não ter sido encontrado agregados com grãos de baixa lamilariedade, que poderia melhorar significativamente tanto os resultados de ensaios no concreto fresco quanto no estado endurecido, proporcionando principalmente uma melhora no fator A/C.

Outro aspecto que pode ter influenciado para as resistências a compressão terem tido valores baixos, foi não ter usado neste estudo um agregado miúdo com maior teor de material passante na # 0,075mm (peneira 200), tendo sido usado apenas agregados miúdos naturais.

Analisando os resultados obtidos no estado endurecido do concreto, se pode observar que nas idades de 84 dias os percentuais de recuperação ficaram muito próximos para os cimentos CP II Z e CP IV, mas podendo ser confundido com as reações da pozolana contida com maior percentual no cimento CP IV, que tem suas reações mais lentas e nas idades mais elevadas (de 80 a 120 dias).

Quando analisado os resultados com idades de 112 dias, observa-se que os percentuais de evolução são melhores para os cimentos CP IV, tendo ganhos consideráveis para as amostras constituídas pelo cimento CP IV + Aditivo Cristalino, deixando mais claro que a adição do aditivo cristalino tem efeitos consideráveis de cicatrização para o cimento CP II Z e principalmente para o cimento CP IV com idades superiores a 90 dias.

Fica claro nos estudos aqui apresentados, que a amostra de cimento que melhor se comporta com o efeito de autocicatrização é o CP II Z, que mesmo tendo seus percentuais de recuperação próximos ao do cimento CP IV, ainda assim apresenta uma melhor recuperação.

Na construção civil tem-se cada vez mais realizado reparos em estruturas com fissuração, seja ela por esforços mecânicos sofridos pelas estruturas ou por outros efeitos diversos, sendo estes reparos de forma convencionais, realizados por métodos de aplicação de película elastomérica impermeabilizante ou através de injeção de resinas, para que possa garantir a durabilidade dessas estruturas de concreto.

Por isso com este estudo, se pode demonstrar que o concreto cicatrizante pode sim impermeabilizar o concreto integralmente mesmo usando cimentos pozolanicos, com a aplicação do aditivo cristalino e com fissuras menores que 0,4mm (MORI, KURAMOTO, TAKAGI, HORIE, TANIMOTO, 1996).

Ficou claro que a adição do aditivo cristalino foi eficaz na melhora das propriedades mecânicas do concreto CAA após a sua fissuração.

## 7. REFERÊNCIAS

TAKAGI, EMILIO MINORU. **Concretos autocicatrizantes com cimentos brasileiros de escória de alto forno ativados por catalisador cristalino**, p. 1-100, 2013.

TUTIKIAN B.; DAL MOLIN D. **Concreto Autoadensável**, 2º edição, 2015.

FUSCO B. P. **Tecnologia do concreto estrutural - Projeto, execução e utilização das construções de concreto estrutural**, 2º Edição, 2012.

MEDEIROS F. H. M.; ANDRADE O.J.J; HELENE P. Concreto: **Ciência e Tecnologia, Durabilidade e vida útil das estruturas de concreto**, capítulo 22, p. 1-37, IBRACON 2011.

MUSTAFA SAHMARAM, SUELYMAN B. KESKIN, GOZDE OZERDAN, ISMAIL O. YAMAN. **Auto-cura de concreto auto-consolidado mecanicamente carregado Com altos volumes de cinzas volantes,** 2008.

TAKAGI E., LIMA M., HELENE P.Revista Concreto 73: **Concretos autocicatrizantes com cimentos brasileiros de escória de alto forno ativados por catalisador cristalino**, p. 75-79, 2014.

ABNT NBR 5738:2015 - **Concreto: Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova**

ABNT NBR 5739:2007 - **Concreto: ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos**

ABNT NBR 6118:2014 - **Projeto de estruturas de concreto - Procedimento**

ABNT NBR 15823:2010 - **Concreto Auto-adensável**

ABNT NBR 5674:2012 - **Manutenção de edificações - Requisitos para o sistema de gestão de manutenção**