

## CONCRETO AUTOADENSÁVEL: COMPARATIVO ENTRE MISTURAS COM AGREGADO NATURAL E AGREGADO RECICLADO

Alysson de Lima Lessa <sup>1</sup>; Jasmyn Clara dos Santos Tenório de Lima <sup>2</sup>; Crismilia Alves dos Santos <sup>3</sup>  
Gislanne Gomes dos Santos <sup>4</sup>; Paulo César Correia Gomes <sup>5</sup>

**RESUMO:** O presente projeto tem como objetivo a avaliação do concreto autoadensável leve ecoeficiente, incorporando em sua composição agregados reciclados (CALAR) e agregados naturais (CALAN), ambos gerados pela indústria da construção civil. No cenário atual da indústria da construção civil, os principais problemas estão relacionados à alta demanda por métodos construtivos mais rápidos e eficientes. O excesso de resíduos gerados por este seguimento implica na busca por materiais alternativos, visando um desenvolvimento sustentável e, é nesse cenário, que entra os agregados reciclados. Tratando-se de tecnologia de concretos e argamassas, um grande avanço foi observado a partir do uso de adições minerais e aditivos químicos, os quais conferem a estas misturas características específicas, possibilitando atingir propriedades importantes, como maior resistência e durabilidade, maior trabalhabilidade, menor massa específica, dentre outras. A contribuição desse produto se dá na reutilização dos resíduos sólidos, contribuindo, dessa forma, para uma produção sustentável. A aplicação de concreto autoadensável possibilita dispensar o uso de equipamento para vibração e com isso reduz a utilização de energia elétrica, barateando, por exemplo, a confecção dos elementos pré-moldados. O diferencial desse concreto está na capacidade de preenchimento das fôrmas apenas pelo peso próprio do concreto, bem como apresentar menor peso quando comparado ao concreto tradicional.

**Palavras-Chave:** Autoadensável; Agregado; Concreto; Reciclado.

### 1 INTRODUÇÃO

O concreto é considerado um material composto, tendo como componentes principais o cimento, os agregados e a água. No caso dos concretos de alto desempenho, aditivos químicos e compostos minerais são incorporados à mistura “tradicional” para que uma variedade de propriedades possa ser obtida. Alguns desses aditivos têm a capacidade de tornar as misturas fluidas, ter uma melhor trabalhabilidade, e ser autoadensável.

<sup>1</sup> Afiliação: Universidade Federal de Alagoas – Campus A.C. Simões. Av. Lourival Melo Mota, S/N, Tabuleiro dos Martins, 57072-970; Maceió; Alagoas; Brasil.

Email: alyssonlima1@hotmail.com

<sup>2</sup> Afiliação: Universidade Federal de Alagoas – Campus A.C. Simões. Av. Lourival Melo Mota, S/N, Tabuleiro dos Martins, 57072-970; Maceió; Alagoas; Brasil.

Email: jasmynclara@gmail.com

<sup>3</sup> Afiliação: Universidade Federal de Alagoas – Campus A.C. Simões. Av. Lourival Melo Mota, S/N, Tabuleiro dos Martins, 57072-970; Maceió; Alagoas; Brasil.

Email: crismilia.alves@gmail.com

<sup>4</sup> Afiliação: Universidade Federal de Alagoas – Campus A.C. Simões. Av. Lourival Melo Mota, S/N, Tabuleiro dos Martins, 57072-970; Maceió; Alagoas; Brasil.

Email: gislanne.gomes@hotmail.com

<sup>5</sup> Afiliação: Universidade Federal de Alagoas – Campus A.C. Simões. Av. Lourival Melo Mota, S/N, Tabuleiro dos Martins, 57072-970; Maceió; Alagoas; Brasil.

Email: pgomes@ctec.ufal.br

O concreto autoadensável (CAA), por sua vez, caracteriza-se especialmente pela sua alta trabalhabilidade, bem como seu autonivelamento, evitando o uso de vibradores. Em virtude de sua propriedade autonivelante, reduz consideravelmente a necessidade de desempenho para as superfícies nos elementos horizontais e de acabamentos nos elementos verticais (NUNES, 2001). Segundo Coppola (2000) a grande fluidez do CAA permite a eliminação dos macro defeitos, eliminação das bolhas de ar e de falhas na concretagem, que são responsáveis pela perda de desempenho mecânico. Coppola (2000) afirma ainda que este tipo de concreto possibilita um ganho de tempo de execução da concretagem na ordem de vinte a vinte e cinco por cento.

O objetivo do trabalho é avaliar o concreto autoadensável leve utilizando agregado reciclado e natural. Para essa avaliação, foi utilizado o concreto no seu estado fresco.

Seu autonivelamento se deve a sua capacidade de se mover no interior das fôrmas, ocupando todos os espaços existentes entre as armaduras, o que é conseguido apenas pelo peso próprio (OKAMURA, 1997). Em razão disso, não há necessidade de aplicação de cargas externas, a exemplo do uso do vibrador de imersão, para realizar o adensamento. A eliminação da vibração proporciona uma redução da mão de obra, redução do tempo de concretagem, garantia de maior qualidade das estruturas e redução do ruído promovido (MELO, 2005).

Segundo Lisbôa (2004 *apud* Skarendahl, 2000; Petersson, 2000; EFNARC, 2002; Gomes, 2002; Rooney, 2002) para que um concreto seja considerado como autoadensável o mesmo deve satisfazer determinadas propriedades no estado fresco: preencher todos os espaços das fôrmas apenas por ação de seu peso próprio, passar pelos obstáculos sem sofrer bloqueio (mesmo em situações de alta concentração de armaduras) e manter a estabilidade sem sofrer segregação de seus componentes, até o momento pós-lançamento.

Segundo Lisbôa (2004), a obtenção do CAA está associada a um alto volume de pasta e um menor diâmetro característico dos agregados. O uso dos aditivos superplastificantes torna-se indispensável para que o CAA seja obtido (MELO, 2005). De acordo com Gomes e Barros (2009) estes aditivos são uma categoria especial de agentes redutores de água, produzidos com materiais que permitem redução significativa ou trabalhabilidade extrema dos concretos em que são incorporados. De acordo com Repette (2011) pode-se dizer que em regra geral os aditivos superplastificantes devem promover cerca de 20% de redução de água no mínimo.

## 2 METODOLOGIA

A princípio, foi realizado um estudo bibliográfico acerca do concreto autoadensável leve, buscando um maior aprendizado sobre suas características e comportamento perante os ensaios para avaliar sua qualidade. Houve uma pesquisa também sobre uso de agregados reciclados na produção de concreto, em especial agregados oriundos de resíduos de blocos de concreto.

O traço para o concreto utilizado na pesquisa foi definido em trabalhos anteriores do grupo MECOEFIGON, onde foram testados, inicialmente, alguns traços produzindo pastas e argamassas, até chegar, posteriormente, em testes envolvendo concreto.

Os dados relativo as composições e os resultados realizados no trabalho de Amorim (2016) se encontram no quadro 1 a seguir:

Quadro 1 – Composição dos concretos e resultados dos ensaios realizados por Amorim (2016).

MATERIAIS	UNIDADE	CONCRETO	
		CALAR	CALAN
Relação água/cimento		0,50	
Cimento	dm <sup>3</sup>	129,03	
Agregado Miúdo	dm <sup>3</sup>	402,58	
Agregado Graúdo	dm <sup>3</sup>	268,39	
Água	dm <sup>3</sup>	200,00	
Incorporador de Ar (IA)	IA (%) IA/C Solução	0,20	
Superplastificante (SP)	(%) SP/C Sólidos	0,12	
Modificador de Viscosidade (VMA)	VMA (%) VMA/C Solução	0,50	

Fonte: Amorim, 2016.

Foram utilizados no projeto o Concreto Autoadensável Leve com Agregado Reciclado – CALAR e o Concreto Autoadensável Leve com Agregado Natural – CALAN. Quanto à

produção de concreto com agregado reciclado, foram utilizados agregados oriundos de blocos de concreto.

Foram realizados ensaios envolvendo o concreto, para avaliação das propriedades no estado fresco, sendo eles:

- Slumpflow – Esse ensaio é preconizado pela norma NBR 15823-2 (ABNT, 2010), este ensaio tem a finalidade de medir a capacidade de espalhamento do concreto em função de seu peso próprio bem como o tempo necessário para que o espalhamento possa atingir 500 mm ( $T_{500}$ ).
- Funil V - Este ensaio está descrito pela NBR 15823-5 (ABNT, 2010), e consiste no preenchimento de um funil no formato da “letra v”, abre-se uma comporta para que o concreto escoe e é medido o intervalo de tempo de fluxo completo da massa (AMORIM, 2016).
- Caixa L – O ensaio da Caixa L está preconizado pela NBR 15823-4 (ABNT,2010), esse ensaio avalia a capacidade de passagem de um concreto, sob a força de seu peso próprio, por obstáculos que simulam armaduras, sem que haja bloqueio.

Após os ensaios, houve a elaboração de planilhas com os resultados para discussões e comparativos de análise de desempenho dos concretos.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O resultado final do traço do concreto utilizado nesse trabalho teve como base trabalhos anteriores do grupo de pesquisa MECOEFIGON, em especial o de Silva (2015), do qual foi modificado o quantitativo de aditivos, afim de melhorar o desempenho do concreto e se aproximar ainda mais das características de um Concreto Autoadensável Leve.

Com isso, adotou-se o seguinte traço:

Quadro 2 – Traço definido para o CALAR, em massa e volume.

a/c	Traço (massa)	Cimento	AMR	AGR	Água	Aditivos		
		Composição em massa (kg/m <sup>3</sup> )				SP (%)	IA (%)	MV (%)
						SP/C Sólidos	IA/C Solução	MV/C Solução
0,5	1 : 2,51 : 1,67	400	1004	669,29	198, 88	0,12	0,20	0,50

Fonte: Autor.

Com traço definido, produziu-se o concreto e em sem estado fresco foram feitos ensaios no quais os resultados se encontram no quadro 3.

Quadro 3 – Resultados dos ensaios realizados.

Propriedades no estado fresco	Ensaio	Und	CALAR	CALAN	Classe	
					CALAR	CALAN
Capacidade de preenchimento	Espalhamento	mm	653	593	SF2	SF1
Tempo de escoamento	t500	s	0,7	0,73	VS1	VS1
Capacidade de preenchimento	Funil V	s	5,2	4,65	VF1	VF1
Capacidade de passagem	Caixa L	Adm.	0,8	0,8	PL2	PL2

Fonte: Autor.

Para fins de comparação, o Quadro 4 apresenta os resultados dos ensaios obtidos por Silva (2015).

Quadro 4 – Propriedades no estado fresco do concreto obtido por Silva (2015).

	Espalhamento (mm)	T500 (s)	Funil V (s)	Caixa L
Silva (2015)	533	0,4	5,33	-

Fonte: Silva (2015).

Ao analisar o Quadro 3 e comparar com os resultados obtidos por Silva (2015) (Quadro 4), percebe-se a melhoria no concreto com a mudança dos aditivos. Os resultados dos ensaios de Espalhamento e T500 foram maiores, aproximando-se mais das características de um concreto autoadensável.

Os concretos trabalhados, CALAR e CALAN, foram fluidos o suficiente para preencher as formas de maneira que não fosse utilizado qualquer tipo de adensamento.

O quadro 5 mostra aplicações sugeridas pela NBR 15832-1:2010 de acordo com suas classificações.

Quadro 5 – Algumas aplicações.

Ensaio	Resultado	Unid.	Classe	Aplicação sugerida pela NBR 15823-1:2010
Espalhamento	653	Mm	SF2	Adequado para a maioria das aplicações correntes.  Ex.: Paredes, vigas, pilares e outras.
T 500	0,7	S	VS1	Adequado para elementos estruturais com alta densidade de armadura e embutidos, mas exige controle de exsudação e segregação.  Concretagens realizadas a partir do ponto mais alto com deslocamento livre.

Funil V	5,2	S	VF1	Ex.: Lajes, paredes-diafragma, pilares-parede, indústria de pré-moldados e concretos aparentes
Caixa L (3 barras)	SB	Adm.	0,8	Adequado para a maioria das aplicações correntes. Elementos estruturais com espaçamentos de abertura de 60 mm a 80 mm.  Ex.: Vigas, pilares, tirantes, indústria de pré-moldados.

Fonte: Autor.

O Ensaio da Caixa L não foi realizado por Silva (2015), não sendo possível uma comparação entre os dois trabalhos, entretanto o resultado foi satisfatório, pois percebeu-se que não houve obstrução na grade do equipamento, podendo ser sugerido para várias aplicações, como mostra o Quadro 5 mostrado anteriormente.

Outra característica do concreto melhorada em relação ao produzido por Silva (2015), foi a massa específica. O concreto da Silva (2015) possuía uma massa específica de 1852,85 kg/m<sup>3</sup>, enquanto o CALAR tinha 1811,20 kg/m<sup>3</sup>, sendo mais leve.

## 4 CONCLUSÕES

Desta forma, conclui-se a partir destes resultados, que o CALAR após todo estudo desenvolvido para determinar as dosagens dos aditivos que o melhorassem quanto as características de autoadensabilidade e leveza, atendeu aos objetivos previstos. Ao comparado os seus resultados aos obtidos por Silva (2015), o concreto produzido neste trabalho apresentou maior coesão da mistura, permitindo enquadrar-se nas propriedades esperadas para um concreto autoadesável leve, que são habilidades de preenchimento e estabilidade da mistura, mostrando-se úteis para diversas aplicações.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

\_\_\_\_\_. **NBR 7211** – Agregados para concreto -Especificação. Rio de Janeiro, 2009.

\_\_\_\_\_. **NBR 15823-1**: Concreto auto- adensável-Parte 1: Classificação, aceitação no estado fresco. Rio de Janeiro, 2010.

\_\_\_\_\_. **NBR 15823-2**: Concreto auto- adensável-Parte 2: Determinação do espalhamento – Método do cone de Abrams. Rio de Janeiro, 2010.

\_\_\_\_\_. **NBR 15823-4**: Concreto auto- adensável-Parte 4: Determinação da habilidade passante– Método da caixa L. Rio de Janeiro, 2010.

AMORIM, T. F. de. **Propriedades de Durabilidade de Concreto Autoadensável Leve com Agregado Reciclado**. Universidade Federal de Alagoas – UFAL. Maceió, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 35**: Agregados leves para concreto estrutural. Rio de Janeiro, 1995.

COPPOLA, L. Self-compacting concrete. **In Concrete Technology**. P. 42-47, 2000.

GOMES, P. C. C.; BARROS, A. R. D. **Método de Dosagem de Concreto Autoadensável**. 1 edição. ed. [S.l.]: Pini, 2009. 16 - 18 p.

GOMES, P. C. C. Optimization and characterization of high-strength self-compacting concrete. 2002. 139 p. Tese - Escola Tècnica Superior D'Engenhes de Carmins, Universitat Politècnica de Catalunya, Catalunya, 2002.

NUNES, S. C. B. **Betão auto-compactável: Tecnologia e propriedades.** Pós-graduação em Estruturas de Engenharia Civil – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, 198p., 2001.

OKAMURA, H. **Self-compacting high performance concrete.** Concrete International, v. 19, n. 7, p. 50-54, July 1997.

SILVA, N.V. **Obtenção de Concreto Autoadensável Leve com Agregado Reciclado.** Maceió/AL: Trabalho de Conclusão de Curso - UFAL, 2015.