

## **ANÁLISE DO CONCRETO COM DETERGENTE EM COMPARAÇÃO COM O CONCRETO COM ADITIVO INCORPORADOR DE AR**

**Anna Luiza Da Silva Rocha<sup>1</sup>**  
**Luiz Fernando Evangelista Guimarães<sup>2</sup>**  
**Fabício Santos De Souza<sup>3</sup>**  
**Pedro Genuino de Santana Junior<sup>4</sup>**  
**Mateus Zanirate de Miranda<sup>5</sup>**  
**João Antônio Sabino Júnior<sup>6</sup>**  
**Carlos Eduardo Cerqueira Marques<sup>7</sup>**

**pedro.genuino@gmail.com**

**ÁREA DO CONHECIMENTO:** Engenharias

### **RESUMO**

Aditivo é qualquer substância usada para alterar algumas propriedades da massa cimentícia. Há mais de 20 aditivos e, dentre eles, o aditivo incorporador de ar (AIA). Os AIA estimulam a formação de microbolhas de ar, dificultando a penetração de água na massa, deixando-a mais trabalhável e melhorando a coesão. O princípio ativo destes aditivos são as substâncias surfactantes, assim como as dos detergentes. Observou-se a utilização do detergente como aditivo incorporador de ar, devido ao seu baixo custo e disponibilidade. Assim, no presente trabalho, objetiva-se analisar a substituição do aditivo incorporador de ar pelo detergente nas matrizes cimentícias, verificando seu desempenho no concreto. Utilizou-se Cimento CP V-ARI, agregado graúdo e agregado miúdo, com traço 1:2:3 com a/c de 0,56, para a produção de misturas com aditivo comercial com detergente e um de referência. Para a avaliação das propriedades no estado fresco do concreto, efetuou-se o ensaio de abatimento do tronco de cone e, no estado endurecido, foi realizado o ensaio de resistência à compressão, com 14 e 28 dias, produzindo três corpos de prova para cada traço, totalizando em quarenta e dois corpos de prova. Os resultados revelaram que o detergente se assemelha ao aditivo incorporador de ar em relação à trabalhabilidade, entretanto, no que se refere à resistência mecânica, o detergente obteve um desempenho inferior em comparação ao aditivo comercial.

**PALAVRAS-CHAVE:** Concreto com aditivo; Detergente; Aditivo incorporador de ar; Linear Alquil Benzeno Sulfonato de Sódio.

<sup>1</sup> Acadêmica do Curso de Engenharia Civil da Univértix.

<sup>2</sup> Acadêmico do Curso de Engenharia Civil da Univértix.

<sup>3</sup> Professor do Curso de Engenharia Civil da Univértix.

<sup>4</sup> Professor do Curso de Engenharia Civil da Univértix.

<sup>5</sup> Professor do Curso de Engenharia Civil da Univértix.

<sup>6</sup> Professor do Curso de Engenharia Civil da Univértix.

<sup>7</sup> Professor do Curso de Engenharia Civil da Univértix.

## INTRODUÇÃO

O concreto é um material composto, desuniforme e isotrópico, formado pela junção de partículas e agregados. Na construção civil, ele é um dos elementos mais utilizados devido as suas características, tanto no seu estado fresco em referência à acomodação às diversas formas, quanto no estado endurecido com relação a sua resistência (GOTO; CAIXETA; CENTOFANTE, 2018).

Porém, em certas ocasiões, como no transporte vertical e no preenchimento dos elementos estruturais, o manuseio do concreto se torna complexo. Com isso, foi observada a necessidade da criação de materiais que beneficiassem a produção da matriz cimentícia (NARDY NETO *et al.*, 2018).

Dentre esses materiais, os aditivos entram como componentes fundamentais na produção do concreto. Aditivo é qualquer substância (exceto água, agregados, cimentos hidráulicos ou fibras) usada para alterar algumas propriedades da massa cimentícia, podendo ser adicionado antes ou durante a mistura, onde possibilita melhora de determinadas condições, trazendo finalidades importantes, como: aumentar a plasticidade do concreto sem aumentar o consumo de água; retardar ou acelerar o tempo de pega; aumentar a durabilidade do concreto em condições específicas de exposição, entre outras (METHA; MONTEIRO, 2008).

O uso dos aditivos está cada vez mais irradiado e importante, por razão das significativas vantagens físicas e econômicas ao concreto, como a utilização em circunstâncias difíceis e por proporcionar maior variedade de componentes na mistura (NEVILLE, 2016).

Há mais de 20 tipos de aditivos, cada um com sua finalidade, entre eles, os aditivos incorporadores de ar (AIA). Esses, estimulam a formação de microbolhas de ar, dificultando a penetração de água na massa e deixando o concreto mais trabalhável e com melhor coesão. O princípio ativo desses aditivos são as substâncias surfactantes, assim como as dos detergentes (MENDES, 2016).

Apesar de haver inúmeros aditivos usados na construção civil, alguns estudos mostram a substituição deles por Linear Alquil Benzeno Sulfonato de Sódio (LAS), um componente ativo do detergente doméstico de lavar louças, no concreto. Um exemplo dessa substituição ocorre em obras na cidade de Maringá- PR, na qual os

trabalhadores fazem essa alteração e a considera viável por ter baixo custo e executar a mesma função (MANHÃES; SOUZA; VIOLIN, 2016).

Contudo, objetivou-se com esse trabalho comparar a adição de aditivo comercial e a adição de detergente em concreto. É importante analisar a substituição do aditivo incorporador de ar pelo LAS nas matrizes cimentícias, verificando seu desempenho e seu processo químico durante e após o uso no concreto, visto que, o aditivo proposto é consideravelmente mais acessível, possui baixo custo e, ainda é biodegradável, causando menos impacto ambiental que os aditivos comerciais (GOMES; DAMACENA; OLIVEIRA, 2018).

## **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **Concreto de cimento Portland**

O concreto é um material feito através de uma mistura homogênea à base de cimento, água, agregados graúdos e miúdos podendo ter a adição de substâncias minoritárias, como os aditivos (ABNT, 2022).

Dentre os materiais utilizados para o preparo do concreto, o cimento Portland é uns dos principais componentes da mistura, que juntamente com a água, irá contribuir para que essa mistura seja bem estruturada, formando uma pasta menos fluida, onde é composta por partículas e agregados com diversas dimensões, para produzir um material que poderá ser moldado em diferentes formas (HELENE; ANDRADE, 2017).

Segundo a NBR (Norma Técnica) 11172 (1990, p.1), o cimento é um “aglomerante hidráulico constituído em sua maior parte de silicatos e/ou aluminatos de cálcio”. Já o cimento Portland, ainda segundo a NBR 11172, é definido como: “aglomerante hidráulico artificial, obtido pela moagem de clínquer Portland, sendo geralmente feita a adição de uma ou mais formas de sulfato de cálcio”.

Para Neville (2013), além do cimento, os agregados graúdos e miúdos também são importantes para adquirir um bom concreto, por influenciar no volume da pasta de cimento além de serem menos propícios de sofrerem ataques químicos. Contudo, a qualidade dos agregados irá interferir no desempenho estrutural da massa podendo influenciar na sua preparação, causando resultados desvantajosos.

Os agregados para o concreto são classificados conforme a sua distribuição granulométrica. Conceitua que agregados graúdos são aqueles que a maior parte

dos grãos fica retidos na peneira com abertura de malha de 4,75 mm e os agregados miúdos são aqueles que atravessam a peneira de malha de 4,75 mm e ficam cessados na peneira 75  $\mu\text{m}$  (GOTO; CAIXETA; CENTOFANTE, 2018).

O formato e a textura dos agregados são atributos importantes para a fabricação de concreto com bom desempenho. Eles interferem na resistência do concreto, tanto a resistência à compressão quanto a resistência à flexão, sendo esta a mais afetada, e com efeitos mais notáveis em concretos de alta resistência (NEVILLE, 2016).

Uma boa qualidade do concreto é alcançada através da análise de suas propriedades no estado fresco e endurecido. No estado fresco é observado o escoamento e a coesão, enquanto no estado endurecido, é considerado as características físicas e mecânicas do material, entre elas a resistência à compressão (MONTELONGO; PACHECO; CHRIST; TUTIKIAN, 2020).

Em algumas circunstâncias, precisa-se potencializar essas características do concreto convencional para alcançar resultados no comportamento e na qualidade, e é por meio do uso dos aditivos que se conseguem essas melhorias. O mercado atual fornece uma variedade de opções, cada um com o objetivo de atingir a característica necessária atendendo a situação que se aplica. Para garantir a funcionalidade descrita pelo fabricante do produto, é recomendável que o concreto aditivado passe por ensaios que verifiquem seu desempenho e a capacidade dos benefícios. Logo, os engenheiros da construção civil devem sempre estar informados sobre novos aditivos e adições que o mercado disponibiliza, fazendo o uso de maneira cautelosa (LISBOA; ALVES; MELO, 2017).

### **Aditivos**

Aditivo é determinado como um produto químico, o qual é acrescentado ao concreto com dosagens máximas de 5% em relação à massa cimentícia, durante a confecção da mistura ou em misturas adicionais antes do lançamento da massa, tendo como finalidade adquirir uma modificação característica ou alterações nas propriedades do concreto (NEVILLE, 2016).

O uso deles é essencial e vem crescendo por serem capazes de conceder vantagens ao concreto, adquirindo melhorias em suas propriedades, tanto no estado fresco quanto no estado endurecido. Com isso, possibilita que o produto seja

empregado em várias ocasiões, já que possui benefícios técnico-econômicos e ambientais, e ainda por diminuir a consumação de água e de cimento e por melhorar a trabalhabilidade. Logo, oferece benefícios que não seriam atingidos no tratamento normal (NEVILLE, 2016; PINHEIRO; CRIVELARO, 2020).

Atualmente no mercado, existem diferentes tipos de aditivos denominados pelo seu comportamento sobre o concreto, como alguns listados na ABNT NBR 11768-1/2019:

- Aditivo acelerador de pega (AP): diminui o tempo de pega do concreto;
- Aditivo redutor de permeabilidade (RP): reduz a permeabilidade capilar, por efeito de cristalização, bloqueando os poros e impedindo a passagem de água;
- Aditivo redutor de corrosão (RC): impede a entrada de íons cloretos no interior da armadura do concreto e assim, intensifica a diminuição de corrosão em seu interior;
- Aditivo modificador de viscosidade retentor de água (MV-RT): mantém a água dentro do concreto e assim diminuindo a migração da água para fora;
- Aditivo acelerador de resistência (AR): intensifica o índice de desenvolvimento das resistências iniciais do concreto, podendo ou não alterar o início de pega;
- Aditivo incorporador de ar: incorpora uma quantidade controlada de microbolhas de ar afastadas entre si e estáveis, permanecendo estes atributos no estado endurecido.

Segundo Martins (2005), no Brasil, ainda se nota uma resistência ao uso dos aditivos na fabricação do concreto, devido aos diversos tipos de cimento disponíveis, que alteram seu desempenho quando combinados; ao elevado custo de alguns tipos; a necessidade de realização de testes precedentes, e ainda, a relutância em adotar novos conhecimentos que podem influenciar na resistência mecânica do concreto.

### **Aditivo de incorporador de ar**

Segundo a norma NBR 11768 (2019, p. 3), os aditivos incorporadores de ar são “aditivos que permitem incorporar, durante o amassamento do concreto, uma quantidade controlada de pequenas bolhas de ar, uniformemente distribuídas, que permanecem no estado endurecido”.

O ar absorvido é formado por bolhas quase esféricas, as quais não criam canais para escoamento dos líquidos, não aumentando assim a permeabilidade do material (SANTOS, 2009 apud ANTONIAZZI, 2019). Porém, para Romano (2013) os incorporadores de ar são classificados segundo a estrutura de suas moléculas. Os requisitos essenciais de um aditivo incorporador de ar são: que ele forme rapidamente um sistema estável de espuma finalmente separada e que as bolhas individuais resistam à aglomeração. A espuma não deve ter um efeito nocivo sobre o cimento (NEVILLE, 2016).

Conforme (ROMANO; TORRES; PILEGGI, 2015), a aplicação de aditivos incorporadores de ar na formulação das argamassas, melhora as propriedades no estado fresco, aumenta a trabalhabilidade e diminui a massa específica, além de reduzir o módulo de deformação. No estado endurecido, diminui a resistência mecânica e aumenta a permeabilidade (ROMANO, 2013).

### **Detergente**

O detergente neutro biodegradável é um tensoativo aniônico constituído por uma mistura de homólogos e isômeros posicionais da cadeia linear, facilitando a eliminação de resíduos de uma determinada área (CASTRO, 2017).

Em concordância com Bombril (2018), o detergente é um produto químico utilizado para limpeza, é uma substância líquida, feita com tensoativo aniônico biodegradável, com composições ativas, conservantes, coadjuvantes, glicerina, espessantes, sequestrante, controlador de pH e água.

De acordo com Mendes (2016), os detergentes são compostos por tensoativos ou surfactantes. Acima de uma certa concentração crítica em água, as moléculas de surfactante em solução começam a se agregar na forma de micelas, formando um sistema dinâmico, no qual as micelas são continuamente formadas e destruídas.

O detergente relaciona-se ao grupo dos hidrófilos, radical com carga negativa (GAUTO, ROSA, 2013).

As moléculas dispõem de duas regiões de polaridades opostas em sua formação, sendo uma cabeça polar chamada de hidrofílica e a calda apolar sendo hidrofóbica (ROSSI; DANTAS; NETO; MACIEL, 2006).

Na porção hidrofílica dos tensoativos aniônicos contém carga negativa quando estando presente na sua fórmula aquosa e apresentam bom poder de detergência e espumação (AMIRALIAN; FERNANDES, 2018).

## METODOLOGIA

O presente trabalho trata-se de um estudo descritivo com abordagem quantitativa. Trata-se de um método que estabelece a coleta de informações para analisar hipóteses e dados, com a finalidade de explicar e prever os fatos pesquisados, examinando padrões e relações casuais entre os componentes (MARCONI; LAKATOS, 2022).

A investigação científica propõe abranger relações de causa e efeito entre variáveis. Logo, o investigador possui uma tese sobre o efeito gerado pela variação, mas é somente por meio de experimentação que define com precisão científica se as teorias principiantes se confirmam (CAUCHICK; *et al*, 2019).

Para atender ao objetivo desse trabalho, o traço do concreto utilizado foi adaptado do trabalho de Castro (2017): 1:2:3 em volume e com relação a/c fixa de 0,56. Na Tabela 1 apresenta a massa de cada material utilizado na preparação dos traços.

**Tabela 1:** Materiais usados para a mistura de concreto

<b>Características</b>	<b>Massa (g)</b>
Cimento Portland CP V-ARI	33712
Areia	93296
Brita	132300
Água	19047
Aditivo	27-30

Fonte: Os autores (2022)

Foi utilizado Cimento Portland de alta resistência inicial (CP V-ARI), o qual assegura elevadas resistências com maior rapidez, sílica ativa que atesta maior coesão às misturas e elaborado principalmente para procedimentos que utilizam aditivação (ANGELI; LINTZ; BARBOSA, 2018).

O aditivo utilizado foi o incorporador de ar – AIA, com as informações mostradas na Tabela 2, que possui as especificações sobre o produto de acordo com o fabricante.

**Tabela 2:** Propriedades e características do aditivo

<b>Características</b>	<b>Resultados</b>
Base de formulação	Surfactantes
Massa específica	1,002 a 1,004 kg/m <sup>3</sup>
Cor	Marrom claro
pH	4,5 a 7,5
Teor de sólidos	3,0 a 4,0%
Compatível do cimento tipo	CPI, CPII, CPIII, CPIV, CPV
Teor de adição sobre a massa de cimento	0,2 a 0,5%

Fonte: Weber (2019)

O detergente neutro empregado contém as características expostas na Tabela 3.

**Tabela 3:** Propriedades físicas e químicas do detergente

<b>Características</b>	<b>Resultados</b>
Estado físico	Líquido viscoso
Cor	Amarelo
pH	5,5 a 8,0
Surfactante – Linear Alquil Benzeno Sulfonato	<10

Fonte: Bombril (2021)

Utilizou-se água potável fornecida pela COPASA. O agregado miúdo utilizado foi a areia lavada do Rio Doce e o agregado graúdo foi a brita fornecida pela empresa Pedreira São Pedro de Raul Soares - MG.

Com a finalidade de determinação das características do agregado miúdo e graúdo, realizou-se o ensaio de granulometria, no Laboratório de Solos e Fundações da Univértix, seguindo a orientação da ABNT NBR 17054/2022 – Agregados – Determinação da composição granulométrica – Método de ensaio, onde foi determinada a distribuição granulométrica dos agregados, o módulo de finura e dimensão máxima característica de acordo com a NBR 7211 (ABNT, 2022).

Foram reservadas duas amostras de 500g de agregado miúdo seco e 2000g de agregado graúdo, e peneiradas por 5 minutos no agitador mecânico automático, com série de peneiras disponibilizada pelo laboratório de Engenharia Civil da Univértix.

Seguidamente, o material retido em cada peneira foi removido com o auxílio de um pincel e pesado, e assim fez-se a determinação do módulo de finura e dimensão máxima característica.

Os agregados miúdos também foram ensaiados em duplicata conforme a NBR 16916 (ABNT, 2021), para definir sua densidade. Em um frasco *Chapman*, disponibilizado pelo Centro Universitário Univértix, adicionou-se 500 g de agregado miúdo, determinou-se a massa, acrescentou-se água potável até próximo da marca de 450 ml, e o movimentou para que as bolhas de ar fossem eliminadas. Após 1 hora, completou-se com água até a marca de 450 ml e definiu-se a massa total, que equivale à massa da amostra seca, mais a massa do frasco, mais a massa da água. Seguidamente, foi calculada a densidade das duas amostras do agregado miúdo, e o resultado foi de  $2,89\text{g/cm}^3$ , sendo essa a média das duas determinações.

Para a análise do comportamento das misturas de concreto contendo aditivo incorporador de ar e o detergente, primeiramente desenvolveu-se um traço de referência (sem aditivo) e posteriormente, três traços de concreto com aditivo comercial e três traços com o aditivo proposto.

Mendes (2016), sugere que as dosagens do detergente, como incorporador de ar, sejam entre 0,05% a 0,15%, já que dosagens acima de 0,2% ocasionam em resultados desfavoráveis. Porém, para assemelhar com as dosagens recomendadas pelo fabricante do aditivo comercial, foram escolhidas duas dosagens acima das indicadas e uma relacionada aos limites propostos, sendo elas: 1g, 2g e 5g, tanto para o aditivo sugerido quanto ao aditivo comercial, para equiparar.

O preparo do concreto foi feito em uma betoneira disponibilizada pelo Centro Universitário Univértix. Com a betoneira em funcionamento, foram colocados o agregado graúdo e a metade da água, em seguida, adicionou-se o agregado miúdo e o restante da água, por fim foi acrescentado o Cimento Portland. Por cerca de 2 minutos foi feito o amassamento dos materiais na betoneira.

Para analisar a trabalhabilidade do concreto, que é uma propriedade do concreto fresco, foi medida a consistência do concreto antes de endurecer. Trabalhabilidade é uma medida da dificuldade ou facilidade de formar, consolidar e terminar o concreto (FIGUEIRÊDO FILHO, 2011). Portanto, de acordo a norma NBR 16886 (ABNT, 2020), foi realizada a coleta de amostra para o ensaio de abatimento do tronco de cone (*Slump Test*). A NBR 16889 (ABNT, 2020), além de especificar a aparelhagem, indica também os procedimentos para o ensaio. Foi colocada a placa de base em uma superfície plana, horizontal e sem vibração. Logo após, foi inserido

o molde na placa de base e umedeceu-se o conjunto de peças. Em seguida, o tronco de cone foi preenchido com concreto. Nessa fase, o operador de teste manteve os pés nas alças da forma para permanecê-la estável. Foram aplicados 25 golpes uniformemente espaçados a cada camada, com a haste de metal, com a finalidade de adensar. Após a última camada, o excesso de concreto foi removido, a fim de alisar a superfície. Posteriormente, o molde foi retirado cuidadosamente na direção vertical, e com o auxílio de uma trena, realizou-se a medição do abatimento do concreto, determinando a diferença entre a altura do molde e a altura da amostra.

Para avaliar o concreto no estado endurecido, foram moldados 42 corpos de prova com 100 mm de diâmetro e 200 mm de altura. Foram empregados 6 corpos de prova de cada dosagem, sendo 3 para fazer o teste com 14 dias, e posteriormente 3 para o teste com 28 dias na prensa hidráulica. O adensamento foi realizado de forma manual, possuindo duas camadas, aplicando 12 golpes por camada, de acordo com a norma NBR 5738 (ABNT, 2015).

A cura inicial dos corpos de provas foi realizada conforme a norma NBR 5738 (ABNT, 2015), em temperatura ambiente, em um local protegido dos efeitos da luz solar e de outros tipos de adversidades. Depois de 24 horas, os corpos de prova foram desmoldados, identificados conforme cada traço e colocados em um recipiente com água e cal.

Após 14 e 28 dias, respectivamente, foi realizado o ensaio de compressão sobre o concreto endurecido de acordo com os métodos da norma NBR 5739 (2018). Logo depois da remoção do local de cura, cada corpo de prova foi retificado com o auxílio de uma esmerilhadeira, com a finalidade de ajustar suas extremidades para que a força aplicada seja distribuída igualmente em sua superfície, certificando assim uma melhor precisão ao testar a resistência no ensaio. Os corpos de prova foram limpos e posicionados corretamente para ser iniciado o teste. Para ser verificada a resistência alcançada por cada um dos traços, a prensa aplicou uma carga sem interrupção até os corpos de prova romperem. O teste à compressão foi definido pela prensa hidráulica fornecida pelo Centro Universitário Univértix.

Os dados obtidos serão organizados utilizando o *Microsoft Office Excel* e será realizada análise estatística descritiva.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para se obter um concreto resistente, durável e de boa qualidade, é preciso conhecer os seus materiais constituintes (cimento, água, agregados) e suas influências em relação às propriedades físicas e químicas, pois essas são capazes de intervir no desempenho do concreto no seu estado fresco e endurecido (RIBEIRO JÚNIOR, 2015).

### Ensaio de Granulometria dos agregados

Os agregados foram submetidos ao ensaio de granulometria para determinar a composição granulométrica, e posteriormente as suas características, como o módulo de finura e dimensão máxima característica, já que para Ribeiro Júnior (2015), obter o conhecimento desses aspectos é um requisito para a dosagem dos concretos.

A Tabela 4 expressa os resultados adquiridos no ensaio realizado no agregado miúdo.

**Tabela 4:** Distribuição granulométrica do agregado miúdo utilizado

Peneira (mm)	Massa Retida (g)		% Retida		% Acumulada		Média	
	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 1	Amostra 2	% Retida	% Acumulada
9,50	0	0	0	0	0	0	0	0
4,75	12	8	2,44	1,62	2,44	1,62	2,03	2,03
2,38	14	18	2,85	3,64	5,29	5,26	3,24	5,27
1,18	34	38	6,93	7,69	12,22	12,95	7,31	12,58
0,6	174	190	35,51	38,46	47,73	51,41	36,98	49,57
0,3	162	160	33,06	32,38	80,79	83,79	32,72	82,26
0,15	74	66	15,10	13,36	95,89	97,15	14,23	96,52
Fundo	20	14	4,08	2,83	99,97	99,98	3,45	99,97
Total	490	494	99,97	99,98	-	-	99,96	-

Fonte: Os autores (2022)

A composição granulométrica dos agregados miúdos está ligada a coesão, segregação e exsudação do concreto. Portanto, areias grossas tornam a mistura mais áspera, pouco trabalhável e com possibilidade de segregação. No entanto, areias muito finas ocasionam em misturas muito coesas e aumentam a demanda de

*Anais do FAVE – Fórum Acadêmico da Univértix, Matipó, setembro, 2023.*

água, podendo também causar a separação dos grãos (WEIDMANN, 2008). Com os resultados da Tabela 4, conclui-se que o módulo de finura foi 2,48 e a dimensão máxima característica foi 4,75. Conforme a norma NBR 7211 (2022), o diâmetro médio da areia tem que estar entre 0,2 e 0,6 mm. Após o ensaio de granulometria verificou-se que aproximadamente 69,70% dos agregados miúdos estavam dentro dos padrões da norma, atingindo-se o diâmetro necessário exigido.

O mesmo ensaio foi realizado no agregado graúdo, e a Tabela 5 mostra o relatório obtido:

**Tabela 5:** Distribuição granulométrica do agregado graúdo utilizado

Peneira (mm)	Massa Retida (g)		% Retida		% Acumulada		Média	
	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 1	Amostra 2	% Retida	% Acumulada
50	0	0	0	0	0	0	0	0
37,50	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0
19	134	58	6,70	2,90	6,70	2,90	4,8	4,8
9,50	1796	1902	89,89	95,19	96,59	98,09	92,54	97,34
Fundo	68	38	3,40	1,90	99,99	99,99	2,65	99,99
Total	1998	1998	99,99	99,99	-	-	99,99	-

Fonte: Os autores (2022)

Com os resultados da Tabela 5, conclui-se que o módulo de finura foi 1,02 e a dimensão máxima característica foi 19. Seguindo os padrões especificados pela NBR 7211 (2022), o agregado graúdo analisado corresponde como brita 1, encontrando-se sua maioria na faixa de 19 mm e 9,5 mm. Para os agregados graúdos, a dimensão máxima tem uma interferência expressiva com a trabalhabilidade e com a resistência à compressão, já que, quanto maior a partícula, menor será a área específica a ser molhada e com isso menor será o consumo de água para uma mesma trabalhabilidade. Apesar disso, os agregados maiores tendem a diminuir a área de aderência à pasta, e assim formar zonas de transição mais microfissuradas, e pode se opor a vantagem obtida pela menor demanda de água, a resistência. Então, a dimensão máxima para os agregados graúdos é restrita por quesitos construtivos (tamanho da peça, cobrimento e distância entre

armaduras) ou de transporte e execução (diâmetro da tubulação de bombeamento) (WEIDMANN, 2008).

### **Análise das propriedades do concreto no estado fresco**

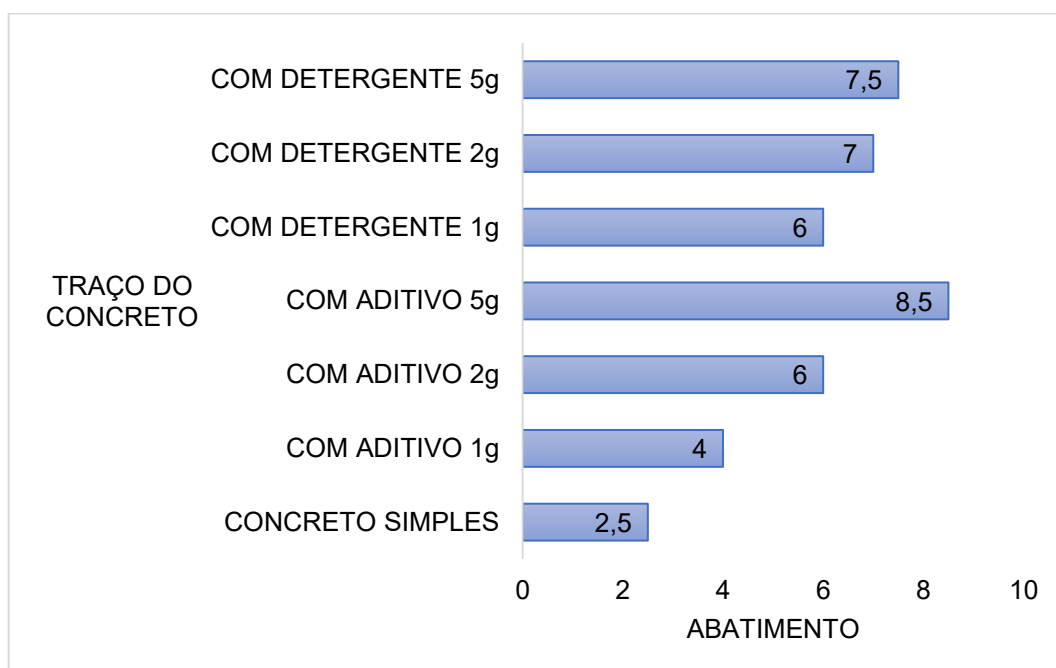
No estado fresco do concreto, foi realizado o ensaio de abatimento do cone, para avaliar a trabalhabilidade da mistura. Esse ensaio é uma parte indispensável no controle tecnológico, pois além de determinar a trabalhabilidade, também é analisado se há presença de falha de concretagem, segregação, exsudação e vazios no concreto. A partir disso, pode-se realizar correções no que é observado no ensaio, de acordo com o que se pede na norma vigente (AMARAL, 2022).

Com o resultado do ensaio, foi observado que o concreto convencional, sem adição, teve um abatimento de 2,5 cm, um valor abaixo em comparação aos outros traços, e isso ocorreu por não obter um bom adensamento. O adensamento do concreto é o método de redução dos vazios pelo meio da expulsão do ar no interior da massa, e com isso, intensifica a compacidade entre os agregados, a regularidade, trabalhabilidade, entre outros. O adensamento errôneo pode acarretar em patologias, como ninhos de concretagem, separação dos agregados e cobertura insuficiente (CAVALLINI NETO; COELHO, 2016). Essas patologias são mostradas na Figura 1.



**Figura 1:** Slump test do concreto convencional  
**Fonte:** Arquivo Pessoal (2022)

O concreto acompanhado com 5g do aditivo proposto (detergente) apresentou abatimento do cone de 7,5 cm. Já o concreto com adição de 5g de aditivo incorporador de ar comercial apresentou o teor de maior abatimento, que foi de 8,5 cm. Como apresentado no Figura 2.



**Figura 2:** Abatimento do concreto  
**Fonte:** Arquivo Pessoal (2022)

Durante a confecção da mistura, observou-se que ao adicionar o aditivo incorporador de ar e o aditivo proposto, ocorre um maior abatimento. Conforme aumenta a quantidade de ambos, aumenta também o abatimento do cone. Isso ocorre por causa da alteração do volume gerado pelas bolhas de ar e pela melhora na coesão da mistura. Isso se dá porque o aditivo modifica os aspectos superficiais do meio líquido, reduz o atrito entre os grãos quando estão ligados e afasta os agregados (ROMANO, 2013).

### **Cura dos corpos de prova**

Após o ensaio de abatimento do cone, efetuou-se o processo de moldagem dos corpos de prova e a identificação de cada um em relação ao seu respectivo traço (FIGURA 3) e depois de 24 horas, os corpos de prova foram desmoldados,

novamente identificados e colocados em um recipiente com uma solução saturada de hidróxido de cálcio, como mostra a Figura 4.



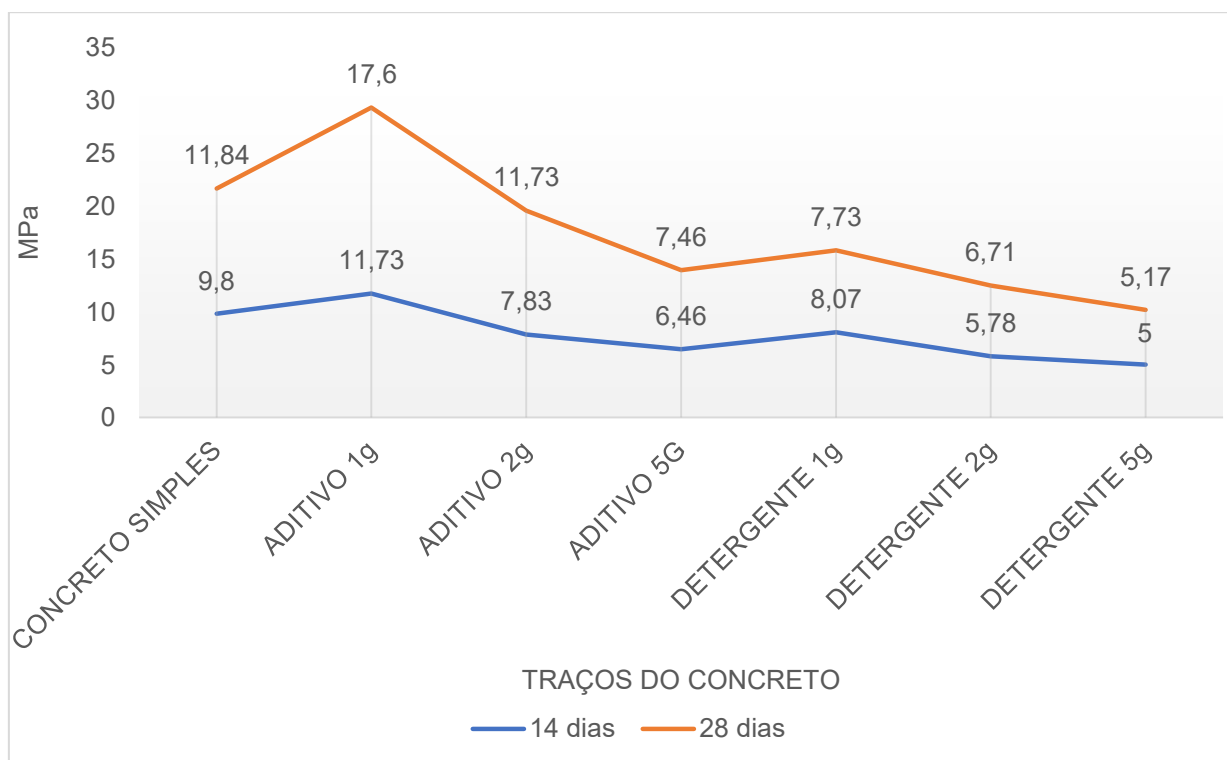
**Figura 3:** Moldagem e identificação dos corpos de prova  
**Fonte:** Arquivo Pessoal (2022)



**Figura 4:** Cura dos corpos de prova  
**Fonte:** Arquivo Pessoal (2022)

### **Resistência à compressão do concreto**

A Figura 5 exibe os resultados para a resistência a compressão das matrizes cimentícias.



**Figura 5:** Resistência do concreto (Mpa)  
**Fonte:** Arquivo Pessoal (2022)

O aditivo incorporador de ar comercial influenciou de forma positiva na resistência do concreto na dosagem 1g e foi reduzindo à medida que a dosagem aumentava. Segundo Castro (2017), isso se dá por causa do teor de ar incorporado na massa, e quanto maior a quantidade de ar maior será o volume de vazios incluso no concreto e assim será menor a sua resistência. Esse fator mostra a relevância do cuidado com a dosagem desse aditivo, visto que, sua quantidade é prejudicial para essa propriedade.

Verificou-se que os traços compostos com detergente revelaram uma resistência menor do que os traços com AIA comercial. Na análise de 14 dias, os traços com aditivo demonstraram uma resistência média de 8,67 MPa e os traços com LAS apresentaram uma média de 5,96 MPa. Já na verificação de 28 dias, a média com aditivo foi de 12,26 MPa e com o detergente foi de 6,85 MPa. Nota-se então, que as misturas com aditivo apresentaram uma resistência 38,76% maior que as misturas com detergente e 11,74% maior que a mistura simples.

De acordo com Castro (2017), para resolver esse declínio de resistência, é preciso reparar a quantidade de água adicionada a massa à medida que aumentasse a dosagem do aditivo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos, foi possível observar que o comportamento do detergente foi semelhante ao aditivo incorporador de ar no teste de consistência, obtendo um bom desempenho.

No estado endurecido, notou-se que em ambos os aditivos reduziram a resistência mecânica do concreto à medida que a dosagem aumentava. No entanto, verificou-se que os traços produzidos com detergente foram os que apresentaram menor resistência e os traços com aditivo incorporador de ar comercial apresentaram maior resistência.

## REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11172**: Aglomerantes de origem mineral. Rio de Janeiro, 1990.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11768-1**: Aditivos químicos para concreto de cimento Portland - Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro, 2019.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655**: Concreto de cimento Portland – Preparo controle, recebimento e aceitação – Procedimento. Rio de Janeiro, 2022.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16886**: Concreto – Amostragem de concreto fresco. Rio de Janeiro, 2020.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16889**: Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 2020.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16916**: Agregado miúdo – Determinação da densidade e da absorção de água. Rio de Janeiro, 2021.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 17054**: Agregados – Determinação da composição granulométrica – Método de Ensaio. Rio de Janeiro, 2022.

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

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739:** Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2018.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211:** Agregados para concreto – Especificação. Rio de Janeiro, 2022.

AMARAL, F. H. N. **Teoria e prática no curso de Edificações: Análise do ensaio de abatimento de tronco de cone (*slump test*) em uma visita técnica.** Orientador: Prof. Me. Caio César da Silva Garcia, 2022. 20 f. Dissertação (Especialização em Docência para Educação Profissional e Tecnológica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, São Bento, 2022.

AMIRALIAN, L.; FERNANDES, C. R. Fundamentos da cosmetologia: Shampoo. **Cosmetics & Toiletries**, Osasco, v. 30, p. 30-33, jan./fev. 2018.

ANGELIN, A. F; LINTZ R. C. C; BARBOSA L. A. G. Fresh and hardened properties of self-compacting concrete modified with lightweight and recycled aggregates. **IBRACON Structures and Materials Journal**, São Paulo, v. 11, n. 7, p. 76-94, fev. 2018.

ANTONIAZZI, J. P. **O efeito dos aditivos incorporador de ar e estabilizador de hidratação nas propriedades das argamassas estabilizadas.** Orientador: Prof. Dr. Gihad Mohamad, 2019. 258 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2019.

BOMBRIL. **Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos – FISPQ:** Detergente Limpol, 2021.

BOMBRIL. **Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos – FISPQ:** Detergente Limpol Baby, 2018.

CASTRO, S. M. **Análise de desempenho do aditivo linear alquil benzeno sulfonato de sódio como incorporador de ar em concreto.** Orientador: Fabiana Goia Rosa de Oliveira, 2017. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2017.

CAUCHICK, P, *et al.* **Metodologia Científica para Engenharia.** 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019.

CAVALLINI NETO, G.; COELHO F. M. A importância do correto adensamento do concreto e seu impacto na resistência final da peça. **Revista Projectus**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 4, p. 17-39, out./dez. 2016.

FIGUEIRÊDO FILHO, J. G. L. **Avaliação da trabalhabilidade de concretos contendo agregado reciclado de argamassa.** Orientador: Monica Batista Filho, 2011. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil e Ambiental) –

Departamento de Tecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2011.

GAUTO, M.; ROSA, G. **Química industrial**. 1 ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

GOMES, J. B; DAMACENA, S. de S; OLIVEIRA, J. D. de. **Análise do linear alquilbenzeno sulfonato de sódio como incorporador de ar em argamassas**. 2018. Disponível em: <<https://multivix.edu.br/wp-content/uploads/2018/06/analise-do-linear-alkuilbenzeno-sulfonato-de-sodio-como-incorporador-de-ar-em-argamassas.pdf>>. Acesso em: 13, jun. 2022.

GOTO, H; CAIXETA, J. P. R.; CENTOFANTE, R. **Materiais da construção**. 1 ed. Porto Alegre: SAGAH, 2018.

HELENE, P; ANDRADE, T. Concreto de Cimento Portland. *In*: ISAIA, G. C. (ed.). **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. 3 ed. São Paulo: IBRACON, 2017. p. 905-944.

LISBOA, E. S; ALVES E. S; MELO, G. H. A. G. de. **Materiais de Construção: Concreto e Argamassa**. 2 ed. Porto Alegre: SAGAH, 2017.

MANHÃES, G; SOUZA, L. V. da S; VIOLIN, R. Y. T. **Análise de viabilidade da incorporação de detergente sintético em concreto de cimento portland**. 2016. Disponível em: <<https://www.unicesumar.edu.br/mostra-2016>>. Acesso em: 14, mai. 2022.

MARCONI, M. de A; LAKATOS, E. M. **Metodologia científica**. 8 ed. Barueri (SP): Atlas, 2022.

MARTINS, V. C. **Otimização dos processos de dosagem e proporcionamento do concreto dosado em central com a utilização de aditivos: Estudo de caso**. Orientador: Prof. Dr. Luiz Roberto Prudêncio Jr. 2005. 186 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

MEHTA, P. K; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: Microestrutura, propriedades e materiais**. 3 ed. São Paulo: IBRACON, 2008. p. 289

MENDES, J. C. **Viabilidade técnica do uso de Linear Alquil Benzeno Sulfonato de Sódio como aditivo incorporador de ar para matrizes cimentícias**. Orientador: Prof. Dr. Ricardo André Fiorotti Peixoto, 2016. 84 f. Dissertação (Pós-Graduação em Construções Metálicas) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2016.

MONTELONGO, A; PACHECO, F; CHRIST, R; TUTIKIAN, B. F. Study on concrete through its hardened state properties. **IBRACON Structures and Materials Journal**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 87-94, fev. 2020.

NARDY NETO, A. M; CARDOSO, G. M; CHALEGRE, J. M. V. B. L; *et al.* **Estudo da influência de aditivos em concreto**. Orientador: Henrique Raymundo. 2018. 52 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário FAAT, FAAT FACULDADES, Atibaia, 2018.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do Concreto**. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.

NEVILLE, A. M. **Tecnologia do Concreto**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

PINHEIRO, A. C. F. B; CRIVELARO M. **Materiais de construção**. 3 ed. São Paulo: Érica, 2020.

RIBEIRO JÚNIOR, E. Propriedades dos materiais constituintes do concreto. **Revista On-line IPOG: Especialize**, Goiânia, v. 01, n. 10, p. 1-2, dez. 2015.

ROSSI, C. G; DANTAS, T. N.; NETO, A. A.; MACIEL, M. A. Tensoativos: uma abordagem básica e perspectivas para aplicabilidade industrial. **Revista Universal Rural: Série Ciências Exatas e da Terra**, Seropédica, v. 25, n.1-2, p. 73-85, jan./dez. 2006.

ROMANO, R. C O. **Incorporação de ar em materiais cimentícios aplicados em construção civil**. Orientador: Rafael Giuliano Pileggi, 2013. 200 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

ROMANO, R. C. O; TORRES, D. R; PILEGGI, R. G. Impact of aggregate grading and air-entrainment on the properties of fresh and hardened mortars. **Construction and Building Materials**. v. 82. p. 219-226, mai, 2015.

WEBER Saint-Gobain. **Boletim Técnico**: Aditivo Plastificante Quartzolit, 2019.

WEIDMANN, D. F. **Contribuição ao estudo da influência da forma e da composição granulométrica de agregados miúdos de britagem nas propriedades do Concreto de Cimento Portland**. Orientador: Prof. Dr. Luiz Roberto Prudêncio Júnior, 2008. 273 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis, 2008.