Análise da Trabalhabilidade do Concreto com uso de Três Aditivos Plastificantes Quanto a Manutenção de Abatimento



Marcos Antônio da Silva Pedroso[1]; Patrícia Alvaristo[2]; Thiago Cezimbra Teixeira[3]; Lauri Anderson Lenz[4]
[1,2,3,4] *Faculdade Educacional Araucária (FACEAR)*

RESUMO
O crescente processo de desenvolvimento das cidades proporciona problemas na mobilidade urbana, acarretando morosidade na logística de entrega do concreto usinado, provocando atraso na aplicação e influenciando diretamente na perda de abatimento do concreto. Devido a isto para a correção do slump, geralmente, é realizada por meio da adição de água em obra, muitas vezes sem controle. Em virtude disso, foi avaliado a influência de duas tecnologias de aditivos na perda de abatimento do concreto ao longo do tempo, onde, através de analise em laboratório, avaliou-se também a influência da base química do aditivo nas propriedades do concreto. Os resultados demonstraram que o aditivo a base de lignosulfonato apresentou menor perda de abatimento ao longo do tempo quando comparado com o aditivo Midrange, verificou-se também melhores resultados para os ensaios de absorção e resistência a compressão, possibilitando redução no consumo de cimento.

Palavras chave: análise de desempenho de aditivo, Midrange, Lignosulfonato, manutenção de abatimento.

ABSTRACT
The growing process of urban development provides problems in urban mobility, resulting in delays in the logistics of delivery of the concrete, causing delay in the application and directly influencing the loss of concrete abatement. Due to this for slump correction, it is usually accomplished by adding water to the worksite, often without control. As a result of this, the influence of two additive technologies on the loss of concrete abatement over time was evaluated, where, through laboratory analysis, the influence of the chemical base of the additive on the concrete properties was also evaluated. The results showed that the lignosulfonate-based additive exhibited a lower loss of time over time when compared to the Midrange additive, but also better results for the absorption and compressive strength tests, allowing a reduction in cement consumption.

Key Words: Additive performance analysis, Midrange, Lignosulfonate, abatement maintenance.

1. INTRODUÇÃO

O uso de aditivos e adições na produção de concretos é essencial quando se busca propriedades diferenciadas, tanto no estado fresco, como no endurecido. Dentre os

principais ganhos almejados pode se citar: a melhora da trabalhabilidade, o aumento da resistência à compressão e ao ataque por sulfatos e cloretos, o aumento da impermeabilidade, em função do refinamento dos poros, o controle das reações álcali-agregados e da corrosão eletroquímica das armaduras. A busca na melhoria destas propriedades reflete diretamente no aumento da durabilidade do concreto, contribuindo para o aumento da vida útil das estruturas de concreto armado. A trabalhabilidade é uma das principais propriedades do concreto no estado fresco, pois está relacionada a resistência mecânica e a durabilidade do concreto. Durante a produção do concreto, algumas das suas características físicas influenciam na trabalhabilidade como o atrito interno entre os diversos componentes, adição de água ou aditivos adequados e a temperatura. A adição de água melhora a trabalhabilidade, porém não mantêm a homogeneidade do concreto e pode causar perda da resistência mecânica. (MARTINS, 2005)

Com a elevação da produção de cimento, aumentaram-se significativamente os impactos ambientais causados pelas usinas cimenteiras. Estima-se que para cada tonelada de clínquer moído produzido, é emitido na atmosfera aproximadamente 866 kg de gás carbônico (WBCSD, 2011). Para Metha e Monteiro (2008), a redução nos impactos causados pelo consumo de cimento pode ser alcançada através de dosagens adequadas dos componentes do concreto, sendo que os aditivos proporcionam reduções significativas de cimento na composição do traço.

2. DESENVOLVIMENTO

O objetivo do presente artigo foi investigar o efeito dos aditivos redutores de água plastificantes a base de policarboxilatos e de lignosulfonato na trabalhabilidade do concreto. Além disso, avaliou-se o custo de cada um dos concretos com a utilização dos aditivos utilizados nesta pesquisa.

Foi utilizado para o presente trabalho uma areia natural fina, obtida a partir de cavas, de origem quartzo, e a areia industrial, obtidas por britagem de rochas calcárias. Os agregados graúdos utilizados foram a brita 0 e brita 1, ambas de origem calcária. A Figura 1 mostra cada um dos agregados utilizados no estudo.

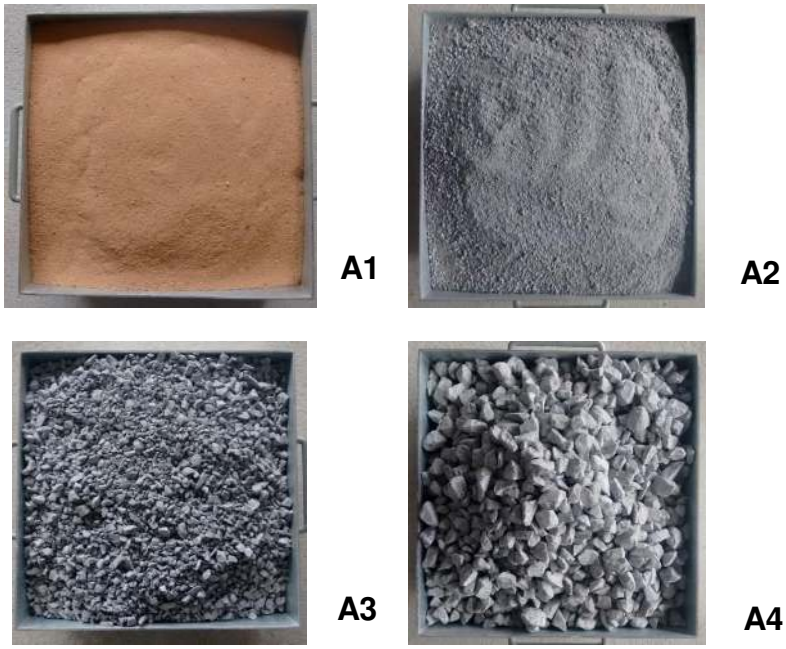


FIGURA 1 – AGREGADOS UTILIZADOS NA PESQUISA: (A1) AREIA NATURAL FINA, (A2) AREIA DE ARTIFICIAL, (A3) BRITA 0, (A4) BRITA 1
FONTE: OS AUTORES, 2016

Os ensaios de caracterização dos agregados são apresentados na Tabela 1, onde estão apresentados valores médios de 2 repetições para cada um dos ensaios listados.

TABELA 1 – RESULTADOS DOS ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DOS AGREGADOS

	AREIA ARTIFICIAL	AREIA FINA	BRITA 0	BRITA 1
Massa específica (g/cm³)	2,760	2,660	2,790	2,780
Massa unitária (g/L)	1,640	1,510	1,480	1,450
Material pulverulento (%)	12,700	3,100	2,300	1,100
Módulo de finura	3,230	2,050	5,600	7,080
Diâmetro máximo (mm)	4,800	2,400	9,500	19,000

FONTE: OS AUTORES, 2016

A Figura 2 apresenta a mescla dos agregados, bem como as respectivas zonas granulométricas recomendadas pela NBR 7211 (ABNT, 2009).

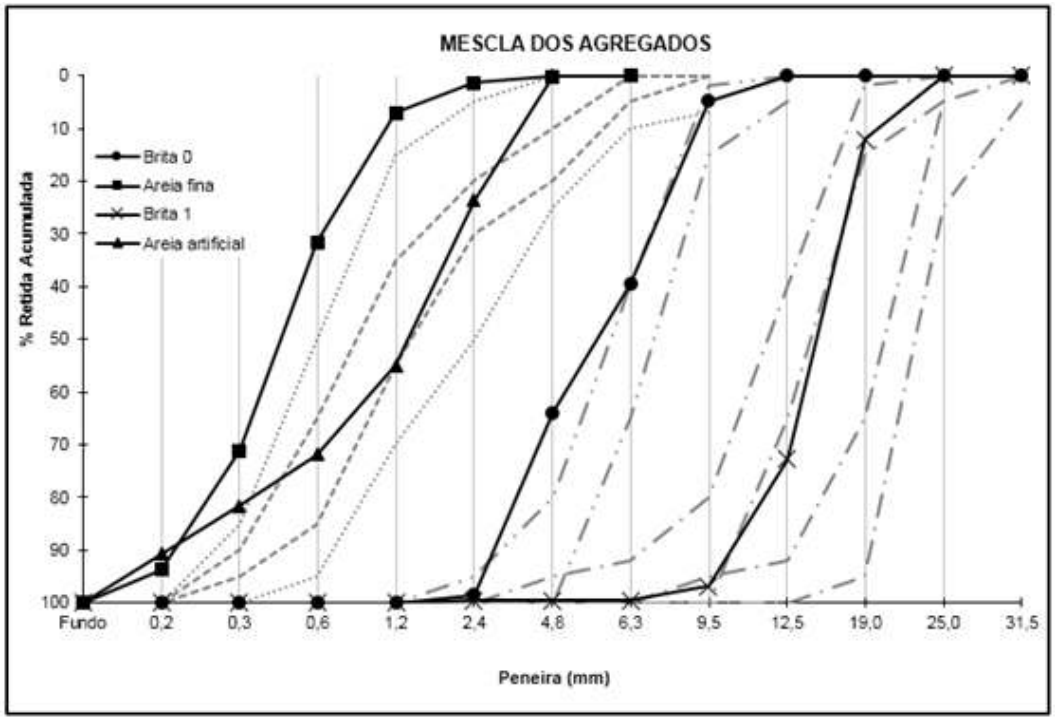


FIGURA 2 – MESCLA DOS AGREGADOS
FONTE: OS AUTORES, 2016

É possível verificar na Figura 2 que a areia fina possui distribuição granulométrica acima da faixa de utilização, apresentando maior percentual de material fino retido na malha 1,2mm, a areia artificial, possui distribuição um pouco mais grossa, com maior percentual de material retido nas malhas 1,2 e 2,4mm. A distribuição da areia fina apresentou-se fora dos limites indicados pela NBR 7211 (ABNT, 2009), porém quando os agregados analisados em conjunto atendem as especificações de distribuição.

Os agregados graúdos apresentam distribuição mais uniforme, a brita 0 possui distribuição granulométrica abaixo da peneira 12,5mm enquadrando-se na faixa de distribuição 4,75/12,5, a brita 1 apresenta distribuição na faixa 9,5/25. Conforme verificado, os resultados dos agregados graúdos tiveram pequena variação em suas respectivas faixas, sendo aceito pela norma NBR 7211 (ABNT, 2009), variação de 5% em seus limites.

O cimento Portland utilizado no estudo foi o CP II F 40, frequentemente utilizado na produção de concreto usinado em Curitiba e região.

A adição utilizada no estudo foi a pozolana tipo *Fly Ash*, proveniente da queima de carvão mineral.

Utilizou-se, para análise comparativa dos aditivos, dois fabricantes X e Y. Para o fabricante X, concreto com base química Lignosulfonato denominado A, para o fabricante Y dois concretos B e C, Lignosulfonato e Midrange respectivamente. A Tabela 2 apresenta as especificações dos aditivos.

TABELA 2: ESPECIFICAÇÕES DOS ADITIVOS

PROPRIEDADES	CONCRETOS		
	A	B	C
BASE QUÍMICA	Lignosulfonato	Lignosulfonato	Midrange
DENSIDADE (g/dm³)	1,180	1,160	1,090
pH	7,99	9,00	8,50
ESTADO FISICO	Liquido – Castanho escuro	Liquido - Castanho escuro	Liquido - Castanho claro
% RECOMENDADO	0,6 a 1	0,6 a 1	0,6 a 1
FABRICANTE	X	Y	Y

FONTE: CARACTERIZAÇÃO FORNECIDA PELO FABRICANTE X e Y

Para a confecção dos concretos dosados em laboratório, foi utilizado betoneira de 120 litros, seguindo os critérios da NBR NM 79 (ABNT, 1996), cuja ordem segue descrita na Tabela 3. Esse procedimento foi seguido para toda a produção dos concretos.

TABELA 3 – SEQUÊNCIA DE ADIÇÃO DOS MATERIAIS À BETONEIRA

ETAPAS DA MISTURA	TEMPO DE MISTURA
Imprimação da betoneira	--------
Adição do agregado graúdo (100%)	--------
Adição do agregado miúdo (100%)	--------
Água aproximadamente (80%)	1 minuto
Adição do material cimentício (100%)	1 minuto
Adição do aditivo	3 minutos
Adição do restante da água (20%)	Até a homogeneização

FONTE: CONCRETEIRA J, 2016

Para a determinação do desempenho do aditivo, quanto a perda de abatimento, foi utilizado como procedimento as recomendações da NBR 10342 (ABNT, 2012), no qual avaliou-se o concreto através do ensaio de abatimento, em intervalos de 15 min até obter abatimento (20±10)mm. Para simular o comportamento do concreto durante o transporte da central dosadora até a obra, foi utilizada a mesma betoneira da produção do concreto, que permaneceu ligada em ângulo de 45º, com rotação de 30rpm, até atingir o abatimento desejado.

A escolha do f_{ck} foi determinada a partir de pesquisa em concreteiras de Curitiba e região obtendo como valor médio 30 Mpa, com abatimento de (120±20) mm.

A dosagem do concreto foi cedida pela concreteira "J" situada no município de Curitiba com traço referência 1:3,2:4,57 (cimento, areias e britas). A Tabela 4 apresenta o consumo de cada material para composição da carta traço utilizada no estudo sem a utilização dos aditivos.

TABELA 4 - CARTA TRAÇO

MATERIAL	CONSUMO
Cimento (Kg/m³)	242
Areia natural (Kg/m³)	488
Areia artificial (Kg/m³)	292
Brita 0 (Kg/m³)	166
Brita 1 (Kg/m³)	940
Água (Kg/m³)	176
Pozolana (Kg/m³)	104

FONTE: CONCRETEIRA J, 2016

Conforme carta traço, verifica-se que os agregados graúdos foram proporcionados com 85% de brita 1 e 15% de brita 0, enquanto a areia foi proporcionada com 60% de areia natural e 40% de areia artificial, a porcentagem de pozolana em relação ao material cimenticio foi de 42,97%.

A partir do traço referência, buscou-se a quantidade adequada de aditivo para obter abatimento inicial de 140 mm. Através da análise experimental em laboratório verificou-se que os percentuais de aditivo obtidos foram similares nos concretos A e B e com dosagem inferior para o concreto C conforme apresentados na Tabela 5.

TABELA 5 –PERCENTUAL DE ADITIVO PARA ABATIMENTO 10±2

CONCRETO	COMPOSIÇÃO QUÍMICA	%	FABRICANTES
A	Lignosulfonato	1,21	X
B	Lignosulfonato	1,21	Y
C	Midrange	0,48	Y

FONTE: OS AUTORES, 2016

Foram realizados os seguintes ensaios de caracterização e análises do concreto no estado fresco:

- Consistência pelo abatimento de tronco de cone, ou *slump test*, segundo a NBR NM 67 (ABNT, 1998);

A avaliação da consistência dos concretos produzidos foi realizada através do teste de abatimento do tronco de cone, o *slump test*. A Figura 3 apresenta os resultados dos ensaios dos concretos A, B e C ao longo do tempo, onde verificou-se a perda de abatimento em intervalos de 15 minutos. A verificação foi realizada fixando abatimento inicial em (120±20) até (20±10) mm conforme NBR 10342 (ABNT, 2012), de modo a simular o trajeto central dosadora de concreto até obra.

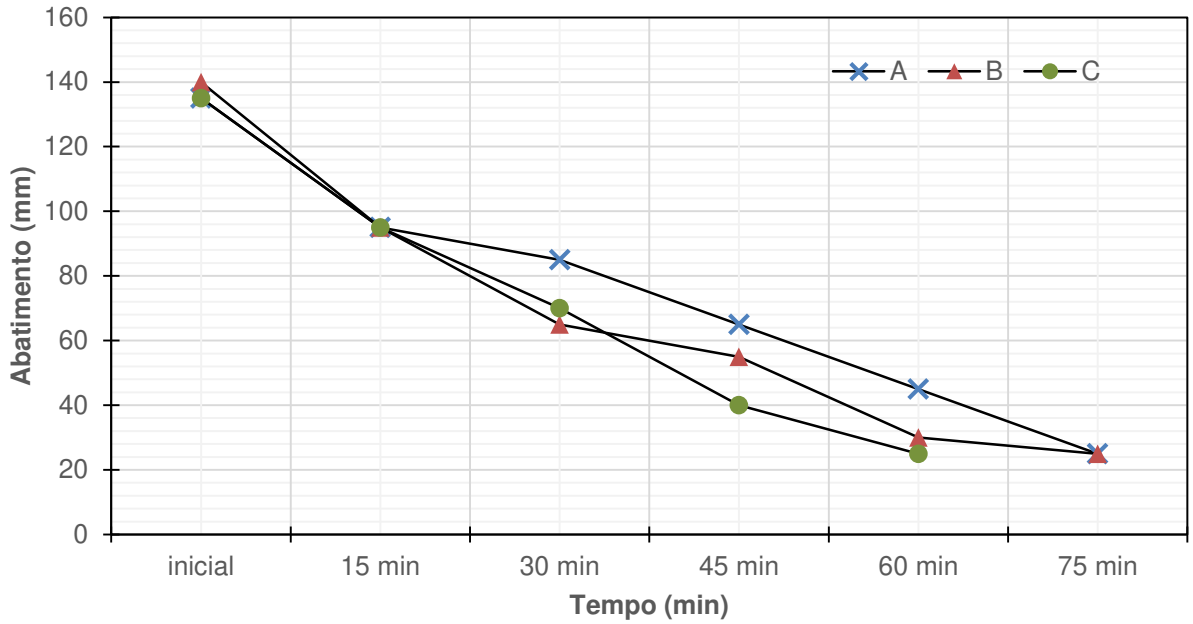


FIGURA 3 – PERDA DE ABATIMENTO
FONTE: OS AUTORES, 2016

Conforme resultados apresentados na Figura 3, é possível verificar que o concreto C com uso de Midrange obteve comportamento quase linear, obtendo perda de abatimento mais acelerada, chegando ao slump (20+-10) mm com 60 minutos. O concreto B com uso de aditivo lignosulfonato apresentou característica muito próxima do concreto C nos primeiros 30 minutos, e pequeno retardo aos 45 minutos, chegando ao slump 20+-10 aos 75 min. Já o concreto A com aditivo a base de lignosulfonato apresentou maior retardo na perda de abatimento comparado com os demais, onde partir dos 30 minutos de análise manteve linearidade, perdendo 20 mm a cada 15 minutos.

Através desta análise verifica-se que os concretos A e B, apresentaram menor perda de abatimento ao longo do tempo quando comparados com o concreto C. É possível verificar na Tabela 4 que os concreto A e B ambos com uso de aditivo lignosulfonato apresentaram maior percentual de aditivo para obter abatimento referência, cerca de 2,5

vezes a dosagem do concreto C com uso do Midrange. De acordo com Schwaab (2015) apud Correa (2010), a “maioria dos lignosulfonatos utilizados no Brasil possuem açúcar em sua composição”, visto que retardam a pega e atuam na ação plastificante, retardam a osmose da água nos grãos de cimento contribuindo com melhor distribuição de calor no concreto. A Figura 4 apresenta o abatimento do concreto no estado fresco ao longo do tempo.



FIGURA 4 – REPRESENTAÇÃO DO *SLUMP TEST*
FONTE: OS AUTORES, 2016

Conforme orientação da NBR 5738 (ABNT, 2015), os corpos de prova foram desformados após 24 horas da realização da moldagem, identificados e enviados para tanque de cura, imersos em solução saturada de hidróxido de cálcio, com temperatura controlada 23±2°C, permanecendo até data preestabelecida para realização da planicidade dos corpos de prova conforme Figura 5.



FIGURA 5 – TANQUE DE ARMAZENAMENTO
FONTE: OS AUTORES, 2016

Os ensaios de caracterização do concreto em estado endurecido foram realizados nas idades indicadas na Tabela 6, está também mostra o número de corpos de prova produzidos para cada ensaio. Os ensaios de caracterização realizados são apresentados a seguir:

- Resistência à compressão, segundo a norma NBR 5739 (ABNT, 2007);
- Absorção de água por capilaridade, segundo a norma NBR 9778 (ABNT, 2005).

TABELA 6 - QUANTIDADE DE CORPOS DE PROVA

ENSAIOS REALIZADOS	CP'S	IDADE (DIAS)	CP'S/ ADITIVO	F_{ck} (MPa)	TOTAL
Resistência a compressão	3	3, 7 e 28	11	C30	27
Absorção por capilaridade	2	7			6
				TOTAL	33

FONTE: OS AUTORES, 2016

Os corpos de prova referentes as datas de 7 e 28 dias foram retirados do tanque na data de rompimento para a realização da regularização das faces, utilizou-se retifica automática modelo Setor indústria SET 100, tipo horizontal, devidamente adequada e aferida.

O rompimento dos corpos de prova seguiu as recomendações da NBR 5739 (ABNT,2007). Utilizou-se prensa automatizada modelo SOLOTEST, com capacidade de 100 tf para o ensaio, devidamente aferida e adequada para realização dos ensaios.

Os resultados de resistência à compressão dos concretos estudados estão indicados na Tabela 7. Ressalta-se que os resultados apresentados são uma média de três corpos de prova para cada idade.

TABELA 7 RESULTADOS DO ENSAIO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

	CONCRETOS								
TRAÇOS	3 DIAS			7 DIAS			28 DIAS		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Resistência à compressão (MPa)	17,9	18,7	25,3	30,8	32,8	30,5	40,0	41,5	40,48
	18,0	17,5	25,6	31,4	32,6	31,7	41,4	43,6	38,67
	17,9	18,9	25,8	31,7	32,0	30,2	39,0	42,5	40,96
Médias (MPa)	17,93	18,37	25,57	31,30	32,47	30,80	40,13	42,53	40,04
Desvio padrão (MPa)	0,047	0,618	0,205	0,374	0,340	0,648	0,984	0,858	0,986

FONTE: OS AUTORES, 2016

Conforme análise dos resultados, podemos verificar que para os resultados de 3 dias, o concreto C obteve melhores resultados em comparação com os concretos A e B, sendo 25,47% superior aos resultados de resistência à compressão do concreto A e 24% superior ao do concreto B. Para os resultados de 7 dias os concretos apresentaram semelhança nos resultados, ficando evidente o baixo crescimento do concreto C quando comparado com os demais. Aos 28 dias é possível verificar que o concreto B obteve maiores resultados, com aproximadamente 6% a mais de resistência.

Ao analisar o desenvolvimento dos concretos fica evidente o ganho de resistência aos 3 dias do concreto C, apresentando 85,2% de crescimento, porem quando analisada a evolução deste aos 7 e aos 28 dias, percebe-se baixo percentual de evolução quando comparado com os concretos A e B, apresentando crescimento de 20,5% de 3 para 7 dias e 29,9% de 7 para 28 dias. Para o concreto B verifica-se que este apresentou 61% de crescimento aos 3 dias de idade, apresentando expressiva evolução de 3 para 7 dias com 76,8% de crescimento, já o desenvolvimento de 7 para 28 dias verificou-se 31% de crescimento. O concreto A demonstrou comportamento semelhante ao concreto B, com 59,7% de crescimento aos 3 dias,74,5% de crescimento de 7 para 28 dias e 28,2% de crescimento de 7 para 28 dias.

A Figura 6 apresenta os resultados das médias das resistências a compressão dos corpos de prova correspondente aos concretos analisados.

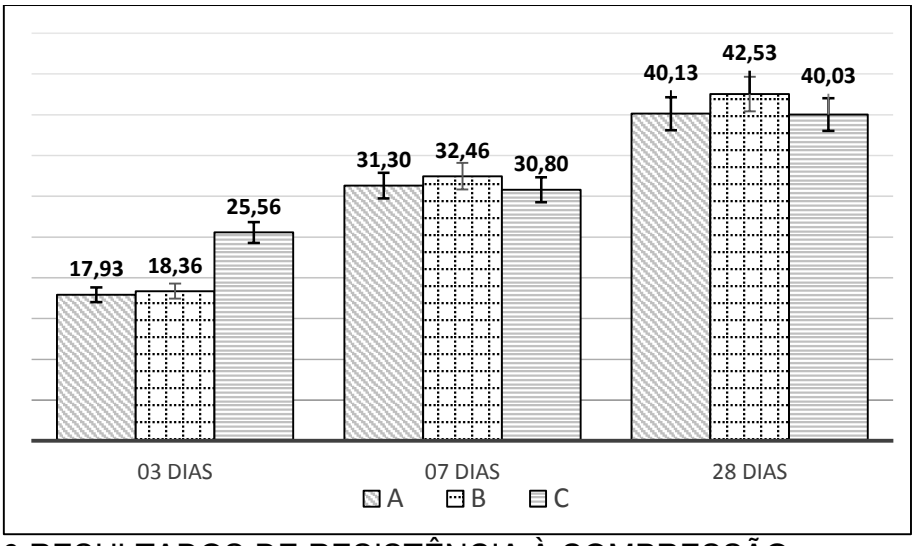


FIGURA 6 RESULTADOS DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO
FONTE: OS AUTORES, 2016

A partir da resistência à compressão dos concretos, realizou-se análise estatística de modo a verificar diferenças entre os resultados, avaliando assim a variabilidade das médias. Observa-se na Figura 2 que não existem diferenças significativas entre as resistências à compressão dos concretos nas idades de 7 e 28 dias. Aos 3 dias, entretanto, o concreto C apresentou crescimento superior a 40,0% aos concretos A e B obtendo variação significativa entre as resistências analisadas.

Observando o referido gráfico verifica-se que os concretos A e B possuem grande semelhanças no comportamento de desenvolvimento da resistência ao longo do tempo. Já o concreto C apresentou elevado crescimento inicial, porém baixo crescimento após os 7 dias. Através dos resultados de compressão é possível verificar que todos os concretos

apresentaram resistência superior a 30 MPa, demonstrando que todos possuíram resultados satisfatórios quanto a obtenção de resistência a compressão aos 28 dias.

Segundo Frizzo (2001, apud Lopes, Silva & Nepomuceno, 1999). Os ensaios de absorção de água por capilaridade no concreto são substancialmente reduzidos quando se empregam adições minerais ao traço desejado.

Para o ensaio de absorção de água por capilaridade foi utilizado um recipiente que permite manter o nível de água constante ao longo de todo o ensaio, segundo recomendações do método de ensaio. A Figura 7 mostra o ensaio sendo efetuado.



FIGURA 7 – ENSAIO POR CAPILARIDADE
FONTE: OS AUTORES, 2016

Foram realizados os ensaios de capilaridade conforme a NBR 9779 (ABNT, 1995), a fim de analisar o concreto quanto ao tipo de aditivo utilizado na dosagem. A Tabela 8 apresenta os resultados do ensaio de absorção por capilaridade para os concretos estudados.

TABELA 8 RESULTADOS DOS ENSAIOS DE CAPILARIDADE

CONCRETO	**LEITURAS MASSAS (Kg) / TEMPO (H)**								
	0	3	6	24	48	72	Média	Desvio padrão	Absorção (g/cm²)
A	3,69	3,70	3,70	3,70	3,70	3,70	3,70	0,004	0,144
B	3,70	3,71	3,71	3,71	3,71	3,71	3,71	0,004	0,161
C	3,72	3,73	3,74	3,74	3,74	3,75	3,74	0,009	0,206

FONTE: OS AUTORES, 2016

O Figura 8 mostra a evolução da absorção de água por capilaridade dos concretos estudados com o tempo. Os resultados apresentados são uma média de 2 corpos de prova.

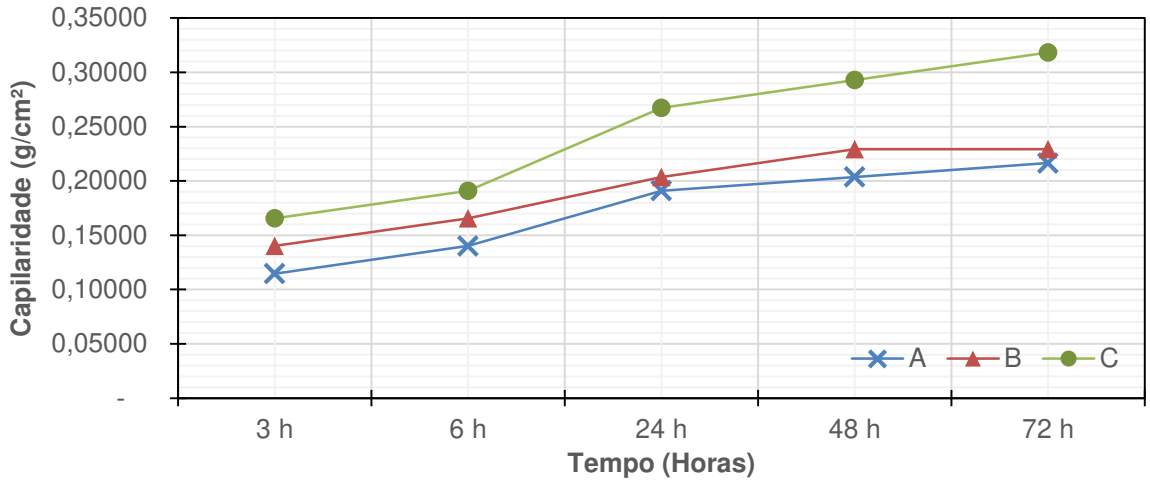


FIGURA 8 RESULTADOS DOS ENSAIOS DE CAPILARIDADE
FONTE: OS AUTORES, 2016

Através deste ensaio é possível verificar o potencial de absorção do concreto, visto que valores mais baixos indicam maior dificuldade de penetração, sendo a absorção capilar, portanto, dependente da porosidade do concreto.

Conforme dados apresentados na Figura 8, pode-se verificar que o concreto C obteve maior absorção de água em relação aos concretos A e B, apresentando porcentagens de 44% e 28% superiores aos concretos A e B respectivamente.

A absorção por capilaridade pode servir como parâmetro de análise quanto ao potencial de absorção do concreto em ambientes agressivos. Segundo Frizzo (2001), baixos valores obtidos da relação água/cimento e adições minerais no concreto reduzem significativamente sua porosidade.

Com o objetivo de verificar a viabilidade econômica da produção dos concretos com diferentes tipos de aditivos, realizou-se uma breve avaliação de custos de produção destes concretos. Na Tabela 9 segue o custo unitário de cada material e o custo total dos concretos.

TABELA 9 CUSTOS DOS MATERIAIS ENVOLVIDOS NA PRODUÇÃO DOS CONCRETOS

MATERIAL	CUSTO UNITÁRIO (R$/kg) [1]	CONCRETOS DESENVOLVIDOS							
		CONCRETO A		CONCRETO B		CONCRETO C		Referencia	
		Consumo (kg/m³)	Custo total (R$/m³)	Consumo (kg/m³)	Custo total (R$/m³)	Consumo (kg/m³)	Custo total (R$/m³)	Consumo (kg/m³)	Custo total (R$/m³)
Cimento	0,43	242	104,06	242	104,06	242	104,06	242	104,06
Pozolana	0,08	104	8,32	104	8,32	104	8,32	104	8,32
Areia fina	0,03	488	14,64	488	14,64	488	14,64	488	14,64
Areia artificial	0,04	292	11,68	292	11,68	292	11,68	292	11,68
Brita 0	0,03	166	4,98	166	4,98	166	4,98	166	4,98
Brita 1	0,04	940	37,60	940	37,60	940	37,60	940	37,60
Aditivo A	2,4	2,92	7,01	---------	---------	-------	-------	-------	-------
Aditivo B	2,4	---------	---------	2,92	7,01	-------	-------	-------	-------
Aditivo C	8,00	---------	---------	---------	---------	1,16	9,28	-------	-------
Total (R$/m³)		188,29		188,29		190,56		181,28	
Redução do custo (%)		0		0		1,2		-------	
Resistência à compressão (MPa) aos 28 dias		40,13		42,53		40,04		30	
Custo relativo (R$/m³.MPa)		4,69		4,43		4,76		6,04	

[1] Data base dos valores – Novembro / 2016.

FONTE: CONCRETEIRA J, 2016

Ao comparar os custos mostrados na Tabela 9, nota-se que, de uma forma geral, os custos totais obtidos para os concretos A e B foram inferiores ao C. Do ponto de vista econômico, percebe-se que ao utilizar os aditivos A e B houve diminuição no custo total, obtendo valores semelhantes, com 1,2% de redução no custo final em relação ao concreto C. A redução do consumo de cimento, além diminuir o custo final do concreto, contribui para a diminuir os impactos ambientais relativos a indústria cimenteira e que foram discutidas no início desse trabalho.

Outra análise pertinente é em relação ao custo relativo do concreto C30. O concreto A apresentou um custo relativo de R$ 4,69 por m³ de concreto por MPa, 1,43% inferior ao concreto C, porém 5,64% superior ao concreto B, que alcançou um valor de R$ 4,43 por m³ de concreto por MPa. O concreto B apresentou custo relativo de R$ 4,43 por m³ de concreto por MPa, 5,64% inferior ao concreto A e 7,5% menos que o concreto C, onde este último alcançou valor relativo de R$ 4,76 por m³ de concreto por MPa. Ao comparar os três concretos analisados, verifica-se que o concreto B apresenta menor custo relativo, enquanto o concreto C apresentou maior custo.

Os valores apresentados neste trabalho são indicativos, podendo sofrer variações em função dos custos de cada material em diferentes regiões do país. Deve-se levar em consideração outros aspectos relacionados as etapas de concretagem para a avaliação

dos custos como aqueles relacionados aos equipamentos necessários para lançamento e adensamento, por exemplo, e mão de obra para produção, transporte, lançamento e cura dos concretos.

3. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos é possível verificar que a perda de abatimento obteve melhor resultado nos concretos A e B, podendo ser explicado devido ao percentual mais elevado de aditivo quando comparado com o concreto C, ocasionando leve retardo no concreto, com perda de abatimento menos intensa ao longo do tempo. Já o concreto C com uso do Midrange permitiu redução de água no traço, proporcionando relação água/aglomerante mais baixo.

Ao observar os resultados de absorção dos concretos, constatou que o concreto C apresentou maior capacidade de absorção por capilaridade, apresentando maior capacidade de penetração de agentes agressivos quando comparados com os concretos A e B.

Nos ensaios de resistência a compressão de corpos de prova, constatou elevado crescimento aos 3 dias dos corpos de prova do concreto C e menor evolução nos resultados de 7 para 28 dias. Já os concretos A e B apresentaram menor crescimento inicial, porém com evolução nos resultados de 7 para 28 dias mais elevados que o Midrange.

Em relação ao custo dos concretos com uso de aditivo, observou-se que o concreto B apresentou menor custo relativo, possibilitando redução no consumo de cimento no traço, no qual levaria a uma economia no custo. Já o concreto C obteve maior custo. O custo mais elevado do aditivo Midrange em relação aos lignosulfonatos deve-se ao do produto ser novo no mercado dos aditivos com pouca demanda entre as concreteiras.

4. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738. **Concreto — Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova.** Apresentação. Rio de Janeiro, 2009.

... NBR 5739. **Concreto - Ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos.** Apresentação. Rio de Janeiro, 2009.

... NBR 7211. **Agregados para concreto — Especificação.** Apresentação. Rio de Janeiro, 2009.

... NBR 9779. **Argamassa e concreto endurecidos – determinação da absorção de água por capilaridade.** Apresentação. Rio de Janeiro, 1995.

... NBR 10342. **Concreto – Perda de abatimento.** Apresentação. Rio de Janeiro, 2012.

... NBR 11768. **Aditivos químicos para concreto de cimento Portland – Requisitos.** Apresentação. Rio de Janeiro, 2011.

... NBR NM 67 **Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone.** Apresentação. Rio de Janeiro, 1998.

... NBR NM 79 **Concreto - Preparação de concreto em laboratório.** Apresentação. Rio de Janeiro, 1996.

FRIZZO, B, T. (2001). **Influência do teor e da finura de pozolanas na permeabilidade ao oxigênio e na absorção capilar do concreto**. Santa Maria – RS.

MARTINS, V. C. (2005). **Otimização dos processos de dosagem e proporcionalmente do concreto dosado em central com a utilização de aditivos: estudo de caso.** Florianópolis – SC.

METHA, P. K., & MONTEIRO, P. J. (2008). **Concreto - Microestrutura, propriedades e materiais.** São Paulo: Ibracon.

SCHAWAAB. S. (2015). **Efeito da adição de aditivo plastificante retardador de pega nas propriedades de concretos usinados de cimento portland usando planejamento fatorial**. Joinville – SC.

Endereço eletrônico

WBCSD, 2011. Corporate Ecosystem Valution. Disponível em: http://www.wbcsd.org/workprogram/ecosystems/cev.aspx. Acesso em 10/08/2016.