

---

## **Desempenho comparativo de aditivos redutores de água plastificantes e superplastificantes na produção de concreto**

### **RESUMO**

Os aditivos redutores de água para concreto são dispersantes de alta eficiência que promovem uma redução na viscosidade das suspensões, minimizando a quantidade de água utilizada na hidratação do cimento, permitindo a fabricação de concretos com excelentes propriedades. Entretanto, é observado diferentes formas de interações entre o cimento e o aditivo. Neste trabalho, investigou-se o efeito dos aditivos redutores de água plastificantes e superplastificantes nas propriedades do concreto. Na parte experimental, verificou-se a importância do uso desta tecnologia justificado com excelentes resultados obtidos nas propriedades reológicas dos concretos. Através dos ensaios, foi possível apontar uma discreta superioridade nas composições utilizando cimento Holcim em função de suas características física e química, onde o processo de interação se mostrou mais eficiente.

Palavras-Chave: concreto, reologia, aditivos redutores de água.

### **ABSTRACT**

Water-reducing additives for concretes are high efficiency dispersants that promote reduction of viscosity in suspensions, minimizing the amount of water used to hydrate the cement, and allowing the fabrication of concrete with excellent properties. However, different forms of interaction between cement and additives are observed. In this work the effect of water-reducing additives plasticizers in the properties of concrete were investigated. In the experimental part we verified the importance to use this technology justified by excellent results obtained for rheological properties of

the concretes. Through test it was possible to point a discrete superiority in composition using Holcim cement in function of its physical and chemical characteristics in which the interaction process showed to be more efficient.

Palavras-Chave: Cement, Rheology, Water-reducing additives

## **INTRODUÇÃO;**

Um dos maiores avanços em tecnologia do concreto tem sido o desenvolvimento dos aditivos redutores de água que são responsáveis pela defloculação do sistema, permitindo uma redução da quantidade de água para hidratar o concreto, o que geralmente, promove um aumento considerável na resistência mecânica. Com isso, pode-se ter à obtenção de concretos com excelentes propriedades; maior resistência mecânica à compressão (acima de 50 Mpa), menor porosidade, maior plasticidade e como consequência, concretos com maior durabilidade<sup>(7)</sup>. Em função destas propriedades, os concretos podem ser classificados em relação a sua massa específica ou resistência à compressão.

Em relação à massa específica, tem-se o concreto de densidade normal (areia natural, pedregulho ou agregados britados com massa específica na ordem de 2.400 kg/m<sup>3</sup>; este concreto é o mais utilizado para fins estruturais), concreto leve (massa específica menor que 1.800 kg/m<sup>3</sup>), concreto pesado (concreto produzido com agregados de alta densidade e geralmente possui massa específica maior que 3.200 kg/m<sup>3</sup>).

Em relação à resistência a compressão, tem-se o concreto de baixa resistência (menor que 20 MPa), concreto de resistência moderada (entre 20 e 40 MPa) e concreto de alta resistência (maior que 40 MPa).

Pode-se ter ainda outros tipos de concreto, quando alterada a dosagem dos seus componentes principais. Alterando estas dosagens, conseguimos obter o concreto com características específicas, tais como, concreto auto escoante (auto adensável), concreto bombeável, concreto de auto desempenho, concreto de alta resistência inicial, concreto resfriado com gelo, concreto com adições de fibras, concreto impermeável e concreto coloridos<sup>(7)</sup>.

## Água no processo de fabricação do concreto

A água é um dos principais componentes utilizados para o preparo do concreto, sendo responsável por desencadear todo o processo de reações físico-químico que ocorre na partícula do cimento anidro. Processos de hidratação, propriedades reológicas, retração, fluência e mecanismos de transportes são influenciadas diretamente pela água utilizada no preparo do concreto<sup>(3,5)</sup>.

Os produtos sólidos formados pela hidratação do cimento Portland (etringita, gel de CSH, hidróxido de cálcio, monossulfoaluminato de cálcio) se desenvolvem no espaço inicialmente ocupado pela água. Quando se reduz muito a quantidade de água, estamos diminuindo o espaço para que estes produtos de hidratação sejam formados<sup>(4)</sup>.

No entanto, uma relação água/cimento de 0,32 é o mínimo de água que se deve utilizar para que se tenha espaço suficiente para a formação dos produtos de hidratação<sup>(6)</sup>. A partir daí, toda a água adicionada ao sistema estará em excesso, causando algum tipo de prejuízo em sua propriedade, seja no estado fresco, como exudação, retração superficial, perda de coesão, perda da trabalhabilidade e/ou no estado endurecido, onde o excesso de água aumenta a porosidade, diminuindo consideravelmente sua resistência mecânica. Um concreto poroso permite que a estrutura tenha um tempo de vida útil menor, pois está mais suscetível a ataques químicos, penetração de água, causando diversos tipos de patologias na estrutura<sup>(7)</sup>.

## Aditivos químicos defloculantes

Os aditivos são largamente empregados no preparo do concreto. A principal função do aditivo é aprimorar as propriedades do concreto no estado fresco ou endurecido. A norma referente aos aditivos para concreto no Brasil, ABNT NBR 11768 regulamenta uma série de aditivos, entre eles: os que aceleram ou retardam a pega do concreto, os redutores de água (plastificantes, superplastificantes), os incorporadores de ar, aceleradores de resistência e também temos uma gama de aditivos que não foram normatizados, mais são usados com muita frequência, entre eles os redutores de retração, expensor (compensar retração), promotor de viscosidade, hidrofugantes, promotor de adesão e os pigmentantes<sup>(8)</sup>.

Dentre os aditivos normatizados, os mais importantes são os aditivos redutores de água, que usualmente são chamados de plastificantes de primeira e segunda geração e superplastificantes de terceira geração<sup>(5)</sup>. Os principais aditivos

redutores de água são os lignossulfonatos, naftaleno sulfonato, melamina sulfonato e o policarboxilatos. Os lignossulfonatos são aditivos plastificantes de primeira geração, são polímeros que provem do rejeito do processo de fabricação da celulose. Os lignossulfonatos permitem uma redução até 5% do volume de água utilizada no preparo do concreto. Porém, eles apresentam efeitos secundários que podem levar ao retardo do tempo de pega, causado pela quantidade de açúcares presente e também podem promover a incorporação de ar<sup>(8)</sup>.

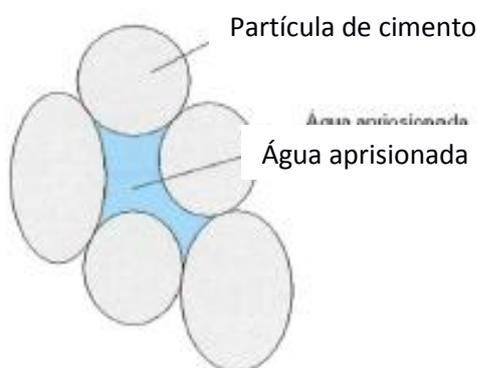
O concreto teve um avanço tecnológico muito grande com o desenvolvimento dos aditivos plastificantes e superplastificantes, sendo desenvolvido concreto mais duráveis, de alta resistência e concreto mais fluídos<sup>(8)</sup>. Os naftalenos sulfonatos e as melamina sulfonatos são aditivos superplastificantes de segunda geração, são polímeros sintéticos que permitem uma redução em até 12 % de água no preparo do concreto. Os policarboxilatos são aditivos superplastificantes de terceira geração, também são polímeros naturais, porém com algumas diferenças. Apresentam moléculas curtas com cadeias longas, sua estrutura molecular permite muitos arranjos, sua massa molecular é maior, quando comparada com os outros superplastificantes, permite um tempo de ação por mais tempo, aumentando o tempo para o transporte e para aplicação do concreto (trabalhabilidade), entre outras<sup>(5)</sup>.

#### Defloculação da partícula do cimento: processo estérico e eletrostático

Quando o cimento, um pó muito fino entra em contato com a água, líquido polar, existe uma tendência muito forte do cimento flocular. Estes flocos aprisionam água no seu interior, que por sua vez compromete muito a trabalhabilidade do concreto no estado fresco<sup>(8)</sup>. A figura 1 ilustra a água aprisionada entre as partículas do cimento em hidratação.

O que geralmente ocorre na tentativa de contornar o problema é a adição de mais água na mistura, uma vez que esta água aprisionada não será liberada mesmo no processo de homogeneização dos componentes<sup>(6)</sup>. Esta água só será liberada, aproximadamente, após quatro horas do início da hidratação, ou seja, depois que a estrutura já foi concretada.

Figura 1: Água aprisionada entre as partículas do cimento em hidratação.



Diversos são os efeitos quando a água é liberada. Ela pode permanecer embaixo de um agregado com dimensões maiores, causando ali uma porosidade localizada. Caso ela chegue até a superfície, vai causar um vazio por toda a extensão do caminho percorrido na superfície; esse excesso de água, ao secar, causa uma retração superficial, podendo levar à fratura.

Todos estes efeitos causam um aumento de porosidade na microestrutura do concreto, diminuindo sua resistência à compressão. Para evitar os problemas anteriormente mencionados é necessária a adição de materiais que promovam a defloculação do cimento em hidratação e conseqüentemente melhorar a trabalhabilidade do concreto no estado fresco. Quando se tem um sistema defloculado, essa água, anteriormente aprisionada, agora será liberada para o sistema, fazendo com que se reduza a quantidade de água utilizada no preparo do concreto<sup>(7)</sup>.

O processo de hidratação das partículas de cimento também acontece de uma maneira mais completa, uma vez que agora se tem as partículas dispersas no sistema e não floculadas. Os dois processos de defloculação mais importantes são: a defloculação eletrostática, onde o aditivo adsorve a partícula do cimento, gerando cargas negativas na superfície das partículas fazendo com que as partículas se afastem por repulsão eletrostática, como é o caso dos lignossulfonatos, naftaleno sulfonatos, melamina sulfonatos e a defloculação estérica, onde as cadeias longas do polímero defloculante forma uma barreira física impedindo que as partículas se aproximem, promovendo a defloculação do sistema, inserindo como exemplo os poliacrilatos.

Os policarboxilatos (poliacrilatos) promovem a defloculação do sistema de maneira eletrostática, ou seja, uma parte com contribuição do efeito eletrostático e

do efeito estérico<sup>(7)</sup>. Alguns fatores são de fundamental importância para que o aditivo promova a dispersão das partículas de maneira eficiente: a compatibilidade química e física entre o cimento e aditivo, a adsorção do aditivo na partícula do cimento e a dosagem do aditivo, pois o aditivo em excesso pode causar segregação do concreto e nova floculação do sistema, bem como fluidez excessiva, ou retardo excessivo no tempo de pega<sup>(6)</sup>.

### Hidratação e período de dormência do cimento

O processo de hidratação do cimento inicia-se quando o cimento entra em contato com a água, desencadeando uma série de reações químicas, como variação de calor, variação de energia e velocidade de evolução das reações.

O processo de hidratação pode ser dividido em 5 etapas:

Etapa 1-Período pré-indução: Inicialmente ocorrerá uma dissolução dos compostos de cimento anidro que satura o meio líquido. Essa etapa é caracterizada pela rápida e alta liberação de calor e pode durar entorno de 15 minutos.

Etapa 2 -Período indução: Nesta fase ocorre a formação de um gel de CSH (silicato hidratado de cálcio) envolta da partícula de cimento. Esse gel formado na superfície da partícula do cimento desacelera o processo de hidratação. Esse período também é chamado de dormência do cimento, pois nesta fase conseguimos manter a trabalhabilidade do concreto, uma vez que as fases são formadas de maneira lenta. Esse período pode levar entre 15 minutos e 4 horas, e a liberação de calor é mínima e desprezível.

Etapa 3-Período de Aceleração: Nesta etapa a camada de gel de CSH já foi quase toda consumida pelo processo lento de hidratação da fase anterior. Nesta terceira etapa o meio líquido encontra-se saturado de espécies iônicas, e atravessa a camada fina de CSH entrando em contato com a partícula de cimento. O processo de hidratação agora, continua de uma forma muito acelerada, onde ocorre à liberação de calor, formação e desenvolvimento do gel de CSH em agulhas de etringita ( $CA\bar{S}H$ ) (Aft), e também cristais de hidróxido de cálcio CH (portlandita). Este período pode levar entre 4 e 8 horas.

Etapa 4-Nesta etapa continua a formação de CSH e  $CA\bar{S}H$  e CH de uma forma mais lenta, não a liberação de calor. Com o desenvolvimento das agulhas de etringita e os cristais de hidróxido de cálcio, o cimento vai endurecendo e o concreto vai perdendo sua trabalhabilidade. Este período pode levar entre 8 e 24 horas.

Etapa 5-Nesta fase, uma parte das agulhas de etringita pode desestabilizar e formar placas hexagonais  $C_2S \cdot H_2O$  monossulfato hidratado (Afm). Nesta etapa os produtos continuam sendo formados até o vigésimo oitavo dia. Neste período os produtos formados são: agulhas finas de etringita entrelaçadas, Cristais de hidróxido de cálcio e placas hexagonais de monossulfoaluminato de cálcio hidratado, podendo ter ainda gel de CSH, pois algumas partículas de cimento pode não estar hidratadas por completo. Esta fase teoricamente vai do segundo dia a o vigésimo oitavo dia, entretanto alguns autores afirmam que a hidratação do cimento se estende ao longo dos doze meses<sup>(7)</sup>.

A temperatura influencia de maneira direta todo este processo, podendo acelerar a pega quando a temperatura está muito alta ou retardar a pega em temperaturas mais baixas<sup>(7,3)</sup>.

### Reológica do concreto nas primeiras idades

Reologia é a ciência que estuda a deformação e a fluidez da matéria, com relação direta entre tensão, deformação e o tempo. Tem por finalidade prever a força necessária para causar um escoamento ou uma deformação. Em termos gerais, a reologia estuda materiais cujas propriedades ao escoamento são mais complicadas do que as de um fluido simples como um líquido ou um gás<sup>(4)</sup>. Classifica-se o concreto como sendo uma suspensão de partículas sólidas (agregados) em suspensão em um líquido viscoso (pasta de cimento). Sendo seu comportamento reológico no estado fresco dependente da viscosidade da matriz e a ela, contendo os agregados.

O modelo reológico do concreto segue o modelo de Bingham; ou seja, o concreto necessita de uma tensão mínima inicial para que ele possa fluir ou escoar. Estas propriedades reológicas do concreto no estado fresco são muito importantes, pois etapas de lançamento e escoamento do concreto na forma, estão diretamente ligadas à capacidade do concreto fluir a partir da aplicação de uma força apropriada<sup>(4)</sup>.

### Fatores que influenciam comportamento reológico do concreto

O concreto no estado fresco pode ser considerado um tipo de suspensão com concentração de sólidos sendo maior que 5% do volume do material. Neste caso o comportamento reológico do concreto passa a depender de fatores como a

concentração volumétrica dos materiais sólidos, a característica do meio líquido, a temperatura e as características físicas das partículas.

Assim, o comportamento reológico do concreto está diretamente relacionado com as características de cada suspensão e a magnitude da taxa de cisalhamento aplicada. De uma maneira geral a reologia do concreto no estado fresco se resume em trabalhabilidade, ou seja, o concreto tem que ser transportado, bombeado, e se deixar moldar nas formas, e em alguns casos, o concreto é injetado. Todas essas ações devem ocorrer sem que o concreto apresente problemas de segregação (referem-se ao agregado graúdo com tendência a se separar da pasta do sistema), exudação (água se separa do concreto), coesão (refere-se em manter o concreto homogêneo onde todos os materiais encontram-se juntos) e consistência (capacidade de moldar o concreto sem oferecer muita dificuldade<sup>(4,7)</sup>).

## **MATERIAIS E MÉTODOS;**

Os materiais utilizados nos ensaios foram: cimento tipo CPII E 32 de dois fabricantes: Cauê e Holcim e aditivos pastificantes; base Lignossulfonato e Naftaleno sulfonato, e superplastificante de terceira geração de base Policarboxilato, ambos do fabricante Basf. S.A. Como agregado miúdo pó de brita e agregado graúdo brita 1, ambos da região de Pouso Alegre-MG. O procedimento experimental envolveu; a caracterização dos cimentos (Cauê e Holcim) quanto a sua composição química bem como suas principais propriedades físicas e mecânicas.

No concreto, foi realizado estudo comparativo em sua principal propriedades no estado fresco, á plasticidade. Na fabricação do concreto utilizou-se cimento dos fabricantes Cauê e Holcim e aditivos plastificantes e superplastificante com dosagem de 0,6% sobre o peso do material cimentício.

A caracterização física e determinação da resistência mecânica dos cimentos foram realizadas no laboratório da ABCP, Associação Brasileira de Cimento Portland - São Paulo; a caracterização química semiquantitativa (fluorescência de raios X) foi realizada na Indústria de Refratários Togni S/A – Poços de Caldas. A determinação na propriedade reológica dos concretos, á plasticidade, foi realizada no laboratório de Tecnologia do Concreto do Instituto Federal do Sul de Minas campus Pouso Alegre-MG.

A tabela 1 refere-se à nomenclatura adotada na identificação das dosagens, a tabela 2, indica a quantidade de cada matéria prima utilizada na preparação dos concretos.

Tabela 1: Identificação das composições dos concretos

<b>C</b>	Cimento Portland CP II E- 32
<b>CC</b>	Concreto com cimento fabricante - Cauê
<b>CH</b>	Concreto com cimento fabricante - Holcim
<b>Pc</b>	Aditivo Policarboxilato Basf. S.A
<b>Na</b>	Aditivo Naftaleno Sulfonato Basf. S.A
<b>Lig.</b>	Aditivo Lignossulfonato Basf. S.A

Tabela 2: Dosagem dos Concretos

Dosagem por betonada							Aditivo PC
Identificação	a/c	Cimento (kg)	Pó de Brita (kg)	Pedra (kg)	Água (L)	Diferença	s.p.c (g)
<b>CC</b>	0,440	9,68	21,94	19,72	4,26	0	0
<b>CH</b>	0,440	9,68	21,94	19,72	4,26	0	0
<b>CC - Pc 0,83%</b>	0,440	9,68	21,94	19,72	4,26	-0,17%	80
<b>CC - Na 0,83%</b>	0,440	9,68	21,94	19,72	4,26	-0,17%	80
<b>CC - Lig 0,83%</b>	0,440	9,68	21,94	19,72	4,26	-0,17%	80
<b>CH - Pc 0,83%</b>	0,440	9,68	21,94	19,72	4,26	-0,17%	80
<b>CH - Na 0,83%</b>	0,440	9,68	21,94	19,72	4,26	-0,17%	80
<b>CH - Lig 0,83%</b>	0,440	9,68	21,94	19,72	4,26	-0,17%	80

## RESULTADOS E DISCUSSÕES;

Através das análises químicas e físicas (tabelas 3 e 4), observou-se que os cimentos são bastante semelhantes.

Tabela 3: Caracterização química dos cimentos

Elemento Químico (%)	Cimento Holcim	Cimento Cauê	Elemento Químico (%)	Cimento Holcim	Cimento Cauê
PF	5,200	4,100	ZrO <sub>2</sub>	0,020	0,300
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>5,620</b>	<b>7,110</b>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,070	0,040
<b>SiO<sub>2</sub></b>	<b>22,300</b>	<b>22,450</b>	F	0,734	0,956
TiO <sub>2</sub>	0,270	0,300	I	0,045	0,039
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>2,230</b>	<b>2,490</b>	MnO	0,238	0,372
<b>CaO</b>	<b>57,830</b>	<b>57,090</b>	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,022	0,024
MgO	2,880	2,650	<b>SO<sub>3</sub></b>	<b>0,892</b>	<b>0,864</b>
Na <sub>2</sub> O	0,530	0,600	SrO	0,147	0,214
K <sub>2</sub> O	0,740	0,710	ZnO	0,027	0,000
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,160	0,000			

Para o ensaio da massa específica e ensaio de finura na peneira de 75  $\mu$ m (tabela 4), apesar da semelhança nos resultados foi observado para o cimento Holcim, um tempo de início de pega consideravelmente menor (uma hora e vinte minutos) quando comparado com o cimento Cauê.

Os cimentos que possuem partículas mais finas apresentam uma cinética de hidratação diferente; ou seja, hidratam-se mais rápido e, conseqüentemente, apresentam resistência mecânica inicial maior quando comparado à hidratação mais lenta dos cimentos com partículas maiores.

Tabela 4: Caracterização física dos cimentos

	Normas	Resultado		Limites da
		Cauê	Holcim	NBR 11578/91
Finura na peneira de 75 $\mu$ (%)	NBR 11579/91	4,3	4,4	$\leq 10$
Água da pasta de consistência normal (%)	NBR NM 43/03	28,2	25,0	--
Início de pega (h:min.)	NBR NM 65/03	05:05	03:45	$\geq 1h$
Fim de pega (h:min.)	NBR NM 65/03	06:30	05:00	$\leq 10 h$
Tempo em aberto (h:min)	--	01:25	01:15	--
Permeabilidade ao ar (Blaine $m^2/kg$ )	NBR NM 76/98	357	385	$\geq 380$
Massa específica ( $g/cm^3$ )	NBR NM 23/01	2,99	3	--
Expansabilidade (mm)	NBR NM 11582/91	0	0,5	$\leq 5$

A tabela 5 apresenta os resultados de resistência mecânica dos cimentos Cauê e Holcim. Observou-se uma semelhança aparente nos resultados, ocorrendo uma ligeira superioridade na resistência mecânica dos corpos de prova utilizando-se cimento Holcim.

Tabela 5: Resistência à compressão dos cimentos

Idade (dias)	Cimento Cauê		Cimento Holcim	
	Média (Mpa)	Desvio relativo máximo (%)	Média (Mpa)	Desvio relativo máximo (%)
3	<b>20,2</b>	2,0	21,4	2,3
7	<b>28,4</b>	1,1	29,9	3,5
28	<b>35,9</b>	4,5	38,7	2,8

Em relação ao abatimento (*Slump*) do concreto, levando em consideração todas as composições, verificou-se que o concreto fabricado com o cimento Holcim obteve um abatimento maior em todas as dosagens quando comparado com o concreto fabricado com o cimento Cauê, conforme tabela 6.

Tabela 6: Resultado do abatimento (*Slump*) dos concretos fabricados com cimento Cauê e Holcim em função do tipo de defloculante.

Identificação das composições	Relação a/c	Aditivo s.p.c (g)	Slump (cm)
<b>CC</b>	0,44	0	0,98
<b>CH</b>	0,44	0	1,02
<b>CC - Pc 0,83%</b>	0,44	80	12,56
<b>CC - Na 0,83%</b>	0,44	80	9,52
<b>CC - Lig 0,83%</b>	0,44	80	3,89
<b>CH - Pc 0,83%</b>	0,44	80	13,88
<b>CH - Na 0,83%</b>	0,44	80	10,87
<b>CH - Lig 0,83%</b>	0,44	80	4,41

## CONCLUSÕES;

Através dos resultados, ficou evidente o aprimoramento das propriedades reológicas dos concretos quando dosados com aditivos plastificantes e superplastificante, com resultados bem interessantes envolvendo todas as dosagens, quando comparada com a dosagem de referência.

Os concretos dosados com o cimento Holcim, apresentaram uma pequena superioridade no ensaio de plasticidade quando comparada com as dosagens envolvendo o cimento Cauê. Com isso, pode-se apontar uma pequena superioridade do cimento Holcim no processo de interação da partícula do cimento com o aditivo, onde o processo se mostrou mais eficiente. Esta eficiência pode estar atribuída ao resultado de superfície específica do cimento Holcim (*Blaine*), ou seja, como o aditivo atua na superfície da partícula, espera-se que cimento com maior área superficial tenha um processo mais eficiente de interação com as moléculas do aditivo.

## **AGRADECIMENTOS;**

Os autores agradecem à Indústria BASF S.A pelo apoio financeiro a esta pesquisa, disponibilizando os aditivos.

Ao IFSULDEMINAS pela utilização do laboratório de Tecnologia do Concreto do Instituto Federal do Sul de Minas câmpus Pouso Alegre-MG.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS;**

<sup>(1)</sup>ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA CIMENTO PORTLAND. **NBR 11768: Aditivos químicos para concreto de cimento Portland-requisitos.** Rio de Janeiro: ABNT,2011.

<sup>(2)</sup>ABNT.- NM 67: Concreto- **Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone.** Rio de Janeiro, 1998.

<sup>(3)</sup>ARAGÃO, M. **Seção de Ensino de Engenharia de Fortificação e Construção, Materiais de Construção II.** apostila de aula, IME, INSTITUTO MILITAR EXERCITO, 2012.

<sup>(4)</sup>CASTRO, A. L.; PANDOLFELLI, V. C. **Revisão: Conceitos de dispersão e empacotamento de partículas para a produção de concretos especiais aplicados na construção civil.** Artigo publicado, Cerâmica 55 p.18-32, 2009.

<sup>(5)</sup>GAVA, P. P.; MENEGUETTI, L. C.; DALCANA, P. R.; POSSAN, E. **Concreto de normal e alta resistência – definição do teor de aditivo redutor de água e dosagem para materiais da região do oeste do Paraná.** Anais do 43<sup>o</sup> Congresso Brasileiro do Concreto, 2001.

<sup>(6)</sup>HARTMANN, C. T.; HELENE, P. R. L. **Avaliação de aditivos superplastificantes base policarboxilatos destinados a concretos.** Artigo publicado, Boletim Técnico Escola Politécnica Usp, 2003.

<sup>(7)</sup>MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: Microestrutura, Propriedades, e Materiais.** 2<sup>a</sup> ed., São Paulo. IBRACON, 674p.,2008.

<sup>(8)</sup>MELO, K. A.; MARTINS, V. C.; REPETTE, L. W. **Estudo de compatibilidade entre cimento e aditivo redutor de água.** Artigo publicado, Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, v.9,n.1,p.45-46, 2009.