XV SBTA Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas
Porto Alegre/RS - 11 a 13 de junho de 2025

IMPACTO DE DIFERENTES BASES QUÍMICAS DE ADITIVOS ESTABILIZADORES NOS TEMPOS DE PEGA DAS ARGAMASSAS DE HIDRATAÇÃO CONTROLADA

Impact of different chemical bases of stabilizing additives on the setting times of controlled hydration mortars

LUIZ TREVISOL[1], ELIZAMARY O. FERREIRA[2], FERNANDA F. RIBEIRO[3], SAMUEL A. BATAIOTE[4]
[1] Eng. Civil, MSc. Gerente Técnico – Hobi S.A. Mineração de Areia e Concreto, luiz.alberto@hobimix.com.br
[2] Eng. Civil, MSc. Sup. Desenvolvimento – Hobi S.A. Mineração de Areia e Concreto, elizamary@hobimix.com.br
[3] Eng. Civil, Sup. Técnica – Hobi S.A. Mineração de Areia e Concreto, fernanda@hobimix.com.br
[4] Engenheiro Civil, Analista Técnico – Hobi S.A. Mineração de Areia e Concreto, samuel@hobimix.com.br

RESUMO
A estabilidade das argamassas de hidratação controlada é fruto de um conjunto de fatores, um processo físico, impactado pelas propriedades dos materiais, e químico, vinculado ao tipo de aditivo. O tipo de cimento, o uso da cal e a base química do aditivo interferem no comportamento argamassa, no seu estado fresco e consequentemente no desempenho do estado endurecido. O estudo avaliou o comportamento dos tempos de início e fim de pega a partir do ensaio de calorimetria e identificou a diferença de comportamento entre aditivos estabilizadores de hidratação e retardadores de pega. A avaliação foi feita inicialmente em pastas, e posteriormente em argamassas. Os resultados identificaram comportamentos distintos tanto nos tempos de início quanto nos tempos de final de pega, entre um aditivo estabilizador de hidratação e um retardador. As evidências foram confirmadas pela substituição das bases químicas utilizadas na produção dos aditivos.

Palavras-chaves: Estabilidade. Argamassa de hidratação controlada. Bases químicas.

ABSTRACT
The stability of controlled hydration mortars is the result of a number of factors: a physical process, impacted by the properties of the materials, and a chemical process, linked to the type of additive. The type of cement, the use of lime and the chemical base of the additive affect the mortar's behavior in its fresh state and consequently its performance in the hardened state. The study evaluated the behavior of setting and setting times using calorimetry tests and identified the difference in behavior between hydration-stabilizing and setting-retarding additives. The evaluation was carried out initially on pastes and later on mortars. The results identified different behaviors in both the start and end of setting times between a hydration stabilizing additive and a retarder. The evidence was confirmed by the substitution of the chemical bases used in the production of the additives

Key-words: Stability. Controlled hydration mortar. Chemical bases.

Como citar:
TREVISOL, L.; FERREIRA, E. O.; RIBEIRO, F. F.; BATAIOTE, S. A. Impacto de diferentes bases químicas de aditivos estabilizadores nos tempos de pega das argamassas de hidratação controlada. XV SBTA 2025. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2025, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2025.

INTRODUÇÃO

O uso das argamassas estabilizada no Brasil se deu na década de 80, mais precisamente em 1985, na cidade de São Paulo, porém somente na década de 90 com o uso de aditivos na produção de argamassa o sistema ganhou notoriedade e ganhou projeção no mercado da construção civil, despertando o interesse no desenvolvimento técnico do material [1].

A utilização de aditivos inibidores de hidratação nas argamassas de hidratação controlada promove um aumento na plasticidade da argamassa por um maior período de tempo, pois atuam sobre o tempo de pega e o calor de hidratação do cimento. Tais aditivos interferem diretamente nas reações químicas de hidratação do cimento, fazendo com que o processo de formação de cristais seja postergado e os fenômenos de enrijecimento da pasta e, consequentemente os tempos de pega ligados a diferentes estágios do processo progressivo de cristalização também sejam alterados [2].

Outro aditivo utilizado na composição das argamassas de hidratação controlada é o aditivo incorporador de ar, cuja função principal é proporcionar plasticidade à argamassa, além de auxiliar na manutenção da estabilidade regulando a perda de água do material. São substâncias tensoativas aniônicas que atuam na diminuição da tensão superficial da mistura, proporcionando a formação de microbolhas de ar estáveis melhorando a reologia das argamassas [3].

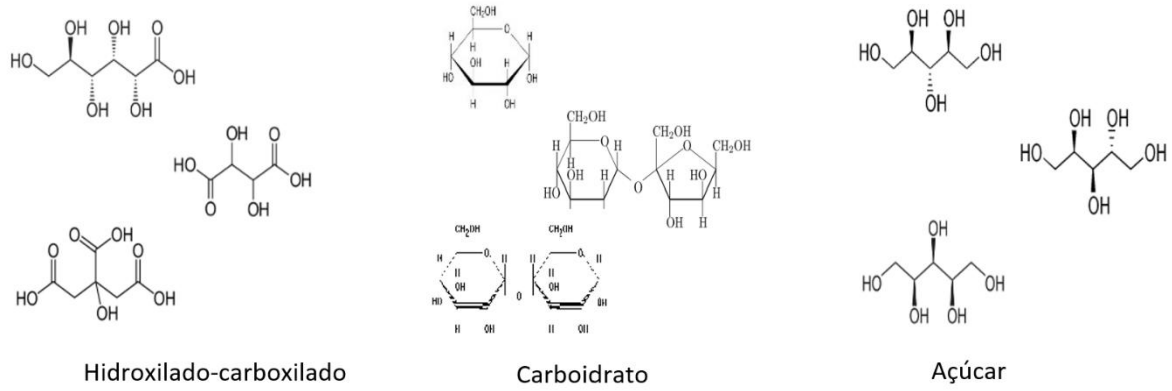
Além dos aditivos utilizados e de características intrínsecas, outros fatores podem afetar o desempenho das argamassas. O tempo e a energia de mistura, a base química dos aditivos utilizados e a compatibilidade desses com o cimento empregado, o uso ou não de um segundo aglomerante, como a cal, dentre outros fatores [4].

O primeiro ponto a ser avaliado, quando o assunto é o desempenho das argamassas de hidratação controlada é a manutenção das suas propriedades no estado fresco, ou seja, a argamassa deve se manter estável em relação a sua reologia durante o período pré-determinado de uso. Neste caso os desempenhos dos dois aditivos utilizados são de fundamental importância para que isso ocorra. Enquanto o incorporador de ar precisa proporcionar bolhas estáveis a fim de manter a estrutura da argamassa para que não haja perda de plasticidade e água, o aditivo estabilizador precisa atuar de maneira eficiente junto ao cimento para que o tempo de início de pega seja o mais próximo possível do final da estabilidade da argamassa e o tempo de fim de pega não seja muito longo para que não haja perda de água ocasionando a falta de hidratação da argamassa aplicada, causando esfarelamento [5].

O comportamento dos aditivos estabilizadores de hidratação varia de acordo com o tipo de cimento utilizado e principalmente em relação a sua base química. A relação entre o tempo de estabilidade e os tempos de pega altera consideravelmente quando se muda a base química do aditivo. Enquanto alguns aditivos proporcionam um início de pega mais lento e com variação mais amena na temperatura da reação de hidratação, outros aditivos retardam por um tempo mais longo e quando há o final da estabilidade a variação de temperatura é mais abrupta, variando de maneira mais rápida e numa amplitude maior.

As bases químicas mais utilizadas nos aditivos estabilizadores de hidratação são os açucares, que possuem cadeias longas e pesadas e que proporcionam uma estabilização mais lenta e duradoura, podendo às vezes, dependendo da dosagem causar um retardo excessivo nos tempos de pega. Os carboidratos que apresentam cadeias menores, mais leves e menos complexas, como os gluconatos, que proporcionam um efeito de estabilização mais eficiente, porém mais curto e com uma variação térmica nas temperaturas de pega mais altas. Por fim, os hidroxilados-carboxilados que apresentam uma estrutura que está entre os açucares e os carboidratos, seu comportamento está entre o efeito mais rápido de perda de estabilidade e o retardo proporcionado entre os tempos de início de pega. Na Figura 1 abaixo estão demonstradas as três bases químicas.

Figura 1 – Diferentes bases químicas de aditivos estabilizadores de hidratação.



Fonte: Crhyso – Saint Gobain.

OBJETIVO

O objetivo do trabalho foi avaliar o comportamento de três bases químicas utilizadas como matéria prima na produção de aditivos estabilizadores de hidratação e seu impacto nos tempos de início de pega das argamassas de hidratação controlada.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi organizado a partir da produção de três traços de argamassas para revestimento, classe RV 2, de estabilidade de 72 h, as características de dosagem foram mantidas variando-se apenas o tipo ou a base química do aditivo estabilizador de hidratação.

MATERIAIS

As matérias primas utilizadas nos traços e suas respectivas caraterísticas técnicas estão listadas abaixo:

a. Cimento Portland tipo CP IV – RS;

Tabela 1 – Características químicas do cimento Portland tipo CPIV – RS.

Média 2024	QUÍMICOS									
	Al2O3	SiO2	Fe2O3	CaO	MgO	SO3	P. Fogo	CaO L.	R. Ins.	Eq. Alc.
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Média	9,34	28,25	3,7	45,49	2,88	2,18	5,42	1,51	24,87	1,12
Sd	0,09	0,39	0,06	0,55	0,33	0,04	0,09	0,14	0,31	0,03
Min	9,15	27,69	3,61	44,8	2,27	2,1	5,26	1,28	24,37	1,05
Max	9,48	29	3,83	46,53	3,5	2,25	5,54	1,72	25,35	1,15

Fonte: Cimento Itambé.

Tabela 2 – Características físicas do cimento Portland tipo CPIV – RS.

Média 2024	FÍSICOS						
	Exp. Quente	Tempos de pega (min)		Consist. Normal	Blaine	# 200	# 325
	mm	Início	Fim	%	cm²/g	%	%
Média	0,23	226	278	29,7	4263	0,48	2,03
Sd	0,12	7	8	0,2	70,62	0,03	0,22
Min	0	215	266	29,3	4152	0,42	1,78
Max	0,45	237	295	30	4362	0,53	2,59

Fonte: Cimento Itambé.

b. Cal hidratada CH I;

Tabela 3 – Ensaios químicos da cal hidratada.

Ensaios Químicos		Un	Valor	Limites		
				CH I	CH II	CH III
Perda ao fogo (PF)		%	26,89	-	-	-
Sílica + res. Insolúvel (SiO2) + RI		%	6,93	-	-	-
Óxido de Cálcio (CaO)		%	38,76	-	-	-
Óxido de magnésio (MgO)		%	28,22	-	-	-
Soma dos óxidos na base não voláteis (CaOt + MgOt)		%	90,85	≥ 90	≥ 88	≥ 88
Anidrido Sulfúrico (SO3)		%	n/d	-	-	-
Anidrido Carbônico (CO2)	fábrica	%	4,87	≤ 5	≤ 5	≤ 13
	depósito	%		≤ 7	≤ 7	≤ 15
Óxidos totais não hidratados		%	9,97	≤ 10	≤ 15	≤ 15
Óxido de cálcio não hidratado		%	0			

Fonte: Polical indústria e comércio de cal.

Tabela 4 – Ensaios físicos da cal hidratada.

Ensaios Físicos	Un	Valor	Limites		
			CH I	CH II	CH III
Retenção em peneira ABNT 030 (0,600mm)	%	0	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5
Retenção em peneira ABNT 200 (0,075mm)	%	8,95	≤ 10	≤ 15	≤ 15
Massa específica	g/cm³	n/d	-	-	-
Umidade	%	0	-	-	-
Densidade aparente	g/cm³	n/d	-	-	-

Fonte: Polical indústria e comércio de cal.

c. Areia natural fina – cava;

Tabela 5 – Ensaios físicas areia natural fina.

Propriedades	
Dmáx (mm)	1,2
Módulo de finura	1,4
Massa específica (g/cm³)	2,64
Massa unitaria (kg/dm³)	1,64
Teor de finos (%)	2,77

Fonte: Os autores (2025).

d. Aditivo estabilizador de hidratação – Base Açúcar;

Tabela 6 – Dados técnicos do aditivo estabilizador – Base açúcar.

Dados Técnicos	
Base química	Polissacarídeos
Aspecto	Líquido amarelado
Densidade (g/cm³)	1,155 a 1,195
pH	08/out
Sólidos (%)	39 a 43

Fonte: Crhyso – Saint Gobain.

e. Aditivo estabilizador de hidratação – Base Carboidrato;

Tabela 7 – Dados técnicos do aditivo estabilizador – Base carboidrato.

Dados Técnicos	
Base química	Carboidrato
Aspecto	Líquido amarelado
Densidade (g/cm³)	1,116 a 1,175
pH	08/out
Sólidos (%)	39 a 43

Fonte: Crhyso – Saint Gobain.

f. Aditivo estabilizador de hidratação – Base Hidroxilado-carboxilado;

Tabela 8 – Dados técnicos do aditivo estabilizador – Base hidroxilado-carboxilado.

Dados Técnicos	
Base química	Gluconato
Aspecto	Líquido amarelado
Densidade (g/cm³)	1,117 a 1,185
pH	08/out
Sólidos (%)	39 a 43

Fonte: Crhyso – Saint Gobain.

g. Água – poço artesiano.

METODOLOGIA

ARGAMASSAS E ENSAIOS

Para aferição dos parâmetros de dosagem e estado fresco das argamassas foi utilizada como referência um traço de argamassa de revestimento de estabilidade 72 h. Foram mantidos os parâmetros de umidade, consumo de aglomerante bem como relação água aglomerante igual para os três traços produzidos. O consumo de aditivo incorporador de ar foi variado de tal forma a manter a mesma densidade de massa e de teor de ar incorporado das três argamassas. Para a caracterização dos parâmetros do estado fresco das argamassas foi utilizado como referência a dosagem de aditivo estabilizador de hidratação de 1,4% sobre a massa de aglomerante.

Os ensaios utilizados para aferição dos parâmetros físicos do estado fresco das argamassas foram os seguintes:

a. Índice de consistência – ABNT NBR 13276:2016 [6];
b. Densidade e teor de ar incorporado – ABNT NBR 13278:2005 [7];
c. Retenção de água – ABNT NBR 13277:2005 [8].

Na Tabela 9, a seguir estão representados os ensaios de caracterização das argamassas para cada uma das bases químicas utilizadas, levando em consideração a dosagem de aditivo estabilizador de hidratação de 1,4% sobre a massa de ligante.

Tabela 9 – Ensaios de caracterização das argamassas de hidratação controlada.

TRAÇOS	ESTADO FRESCO					
	Tempo (h)	Ar (%)	F.T.	Ret. H_2O	Var. Ar	Var. Flow
Arg 1 Base Açúcar	00:10:00	24,66%	279	93,78%	12,72%	8,60%
	24:41:00	24,69%	268	81,35%		
	48:30:00	24,90%	275	76,48%		
	72:29:00	23,70%	261	87,25%		
	97:30:00	21,52%	255	49,28%		
Arg 2 Base Hidroxilado Carboxilado	00:10:00	25,29%	274	95,46%	5,71%	8,39%
	24:41:00	23,66%	265	73,64%		
	48:30:00	24,30%	261	71,26%		
	72:29:00	23,56%	255	61,31%		
	97:30:00	23,85%	251	88,35%		
Arg 3 Base Carboidrato	00:10:00	24,52%	269	91,57%	6,77%	7,32%
	24:41:00	23,36%	255	93,11%		
	48:30:00	23,40%	250	74,01%		
	72:29:00	23,35%	251	93,62%		
	97:30:00	22,86%	249	97,21%		

Fonte: Os autores (2025).

CALORIMETRIA

Com os parâmetros físicos do estado fresco das argamassas ajustados, foram variadas as dosagens dos aditivos estabilizadores de hidratação para a avaliação dos ensaios de calorimetria.

O estudo de calorimetria foi organizado a partir das cinco dosagens diferentes de cada tipo/base de aditivo estabilizador de hidratação. A finalidade da variação das dosagens foi entender qual o comportamento para cada base. As dosagens utilizadas foram as seguintes:

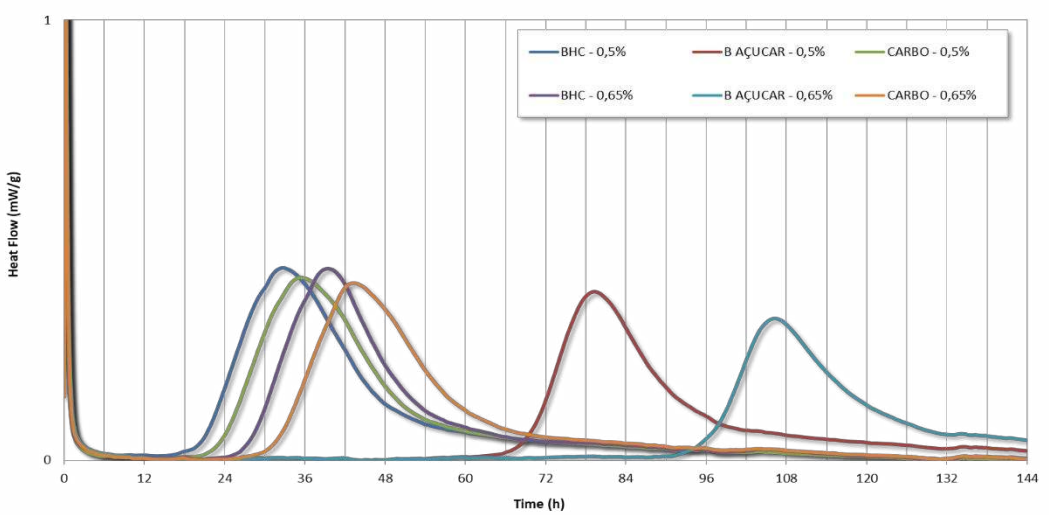
Os ensaios foram realizados em calorímetro isotérmico. Os dados foram tratados através de apontamentos em gráficos plotados com as curvas sobrepostas. A avaliação dos resultados foi realizada a partir de leituras obtidas em intervalos de 24 horas e num período máximo de avaliação de 72 horas.

RESULTADOS

Os resultados dos ensaios de calorimetria mostraram comportamentos distintos entre as três bases estudadas. Mesmo variando as dosagens de aditivos os comportamentos se mantiveram de acordo com cada tipo de aditivo.

Na Figura 2 a seguir estão apresentados os resultados das duas primeiras dosagens, a de 0,5% e 0,65% sobre a massa de ligante.

Figura 2 – Gráfico do ensaio de calorimetria Isotérmica das dosagens de 0,4% e 0,65%.



Fonte: Os autores (2025).

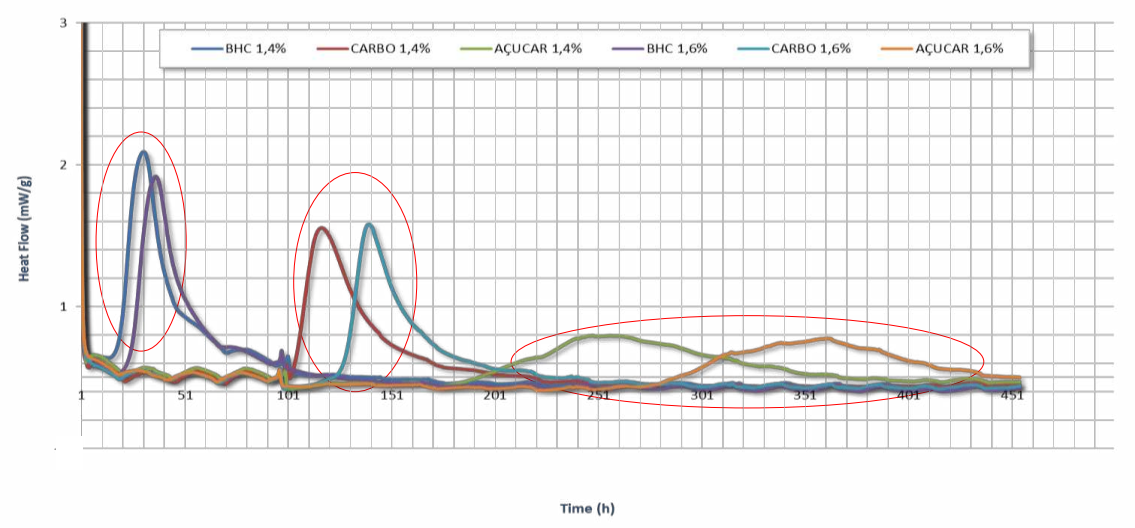
Na Figura 2, acima é possível perceber que nos aditivos estabilizadores de base açúcar os tempos de início e fim são demasiadamente prolongados. Na menor dosagem que é de 0,4% o início de pega deu-se com aproximadamente 72 horas, enquanto a dosagem de 0,65% teve seu início de pega com aproximadamente 96 horas. Em ambos os casos o início de pega aconteceu posterior ao término de pega das outras argamassas produzidas com os outros dois aditivos.

Quando a análise é feita comparando as outras duas bases químicas, hidroxilado-carboxilado e carboidrato, a primeira base apresenta tempos de pega mais curtos em ambas as dosagens.

Em relação as temperaturas de pico de pega, os açucares apresentam temperaturas menores em relação as outras duas bases, em seguida os carboidratos apresentam fluxo de calor de pico acima dos açucares porém abaixo dos hidroxilados-carboxilados.

A Figura 3 abaixo apresenta os resultados dos ensaios de calorimetria das dosagens de 1,4% e 1,6% sobre o peso do ligante.

Figura 3 – Gráfico do ensaio de calorimetria Isotérmica das dosagens de 1,4% e 1,6%.



Fonte: Os autores (2025).

As dosagens maiores de aditivo evidenciam de maneira clara a diferença de comportamento entre as bases químicas utilizadas. As bases hidroxilados-carboxilados apresentam tempos de pega mais curtos que as outras duas bases. Se comparadas as duas primeiras dosagens o tempo de início de pega aumento em aproximadamente 15 horas, ou seja, o acréscimo de 1% na dosagem do aditivo proporciona um retardo no tempo de início de pega de 45%.

Já para os aditivos de base carboidrato a diferença foi um pouco maior, aproximadamente 100 horas a mais que as dosagens inferiores apresentadas na Figura 2. Um Acréscimo de 76% nos tempos de início de pega.

Para os aditivos de base açúcar a diferença foi ainda maior. Um acréscimo médio entre as dosagens maiores em relação às menores de 165 horas.

Já, se a análise for feita isolando as bases entre si verificamos que o comportamento é distinto. Enquanto os hidroxilados-carboxilados apresentam variações pequenas quando a dosagem do aditivo sobe, os carboidratos apresentam uma variação maior em relação a primeira base. Já os açucares apresentam uma variação significativa, ou seja, o efeito do aumento da dosagem é maior para essa base.

Em relação ao fluxo de calor os aditivos com bases carboxilados-hidroxilados e carboidratos não apresentam grandes variações entre si e em relação às dosagens menores de aditivo. Para os aditivos com base açucar a diferença é significativa, chegando a uma redução de 50% no pico de temperatura em relação as dosagens inferiores. Esse comportamento de pega tardia provoca muitas vezes nas argamassas de hidratação controlada uma falta de hidratação do cimento, pois a demora em atingir o final da pega faz com que a água utilizada na hidratação do não esteja presente quando o aditivo perder seu efeito, ocasionando o esfarelamento da argamassa.

CONCLUSÃO

A análise final dos resultados mostra que os aditivos de base açúcar apresentam uma variação em relação ao fluxo de calor desprendido e, tempos de pega muito superiores em relação as outras duas bases químicas estudadas. O retardo excessivo verificado e a baixa temperatura de pico de pega para as duas últimas dosagens fazem com que a hidratação do cimento seja prejudicada pela falta de água, podendo muitas vezes causar o apodrecimento e/ou esfarelamento das argamassas.

As bases carboxilados-hidroxilados e carboidratos apresentam um comportamento mais eficiente, aproximando os tempos de início de pega dos tempos finais de estabilidade das argamassas de hidratação controlada. A aproximação dos tempos de final de estabilidade com os tempos de início de pega faz com que a utilização desses tipos de base de aditivos seja mais confiável, pensando no desempenho técnico das argamassas de hidratação controlada no seu estado endurecido.

A dosagem racional e o entendimento da compatibilidade desses tipos de base em relação aos ligantes utilizados fazem com que o desempenho técnico da argamassa em seu estado fresco seja mais bem controlado.

REFERÊNCIAS

[1] MARTINS NETO; N. A. A. A.; DJANIKIAN, J. G. Aspectos de desempenho da argamassa dosada em central. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**. São Paulo serie BT/PCC/235, p. 23, 1999.

[2] MEHTA, P. K. E MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: Estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo:Pini, 1994.

[3] MEHTA, P. K. e MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais**. IBRACON, 2 Ed, 2014.

[4] ROMANO, R.C.O. **Incorporação de ar em materiais cimentícios aplicadas em construção civil**. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

[5] TREVISOL JUNIOR, L.A. **Estudo comparativo entre as argamassas: estabilizada dosada em central, industrializada e produzida em obra por meio de ensaios fisicos nos estados fresco e endurecido**. Dissertação de mestrado. PPGDT, Instituto de Engenharia do Paraná, 2015.

[6] **ABNT NBR 13276:2016**, Argamassa de revestimento e assentamento de paredes e tetos – Determinação do índice de consistência.

[7] **ABNT NBR 13278:2005**, Argamassa de revestimento e assentamento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado.

[8] **ABNT NBR 13277:2005**, Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da retenção de água.