EFEITO DA ADIÇÃO DE DIATOMITA NO COMPORTAMENTO REOLÓGICO E MECÂNICO DE ARGAMASSAS COLANTES

GOMES, V. L. L.[1],SILVA, A. V. R. [2], FARIAS, E. C. [2],

[1] Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio grande do Norte/Campus Nata Central, professor do curso técnico de edificações e superior em tecnologia das construções, doutorando, e-mail: Valtencir.gomes@ifrn.edu.br
[2] Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio grande do Norte/Campus Nata Central, aluna superior em tecnologia das construções, estudante, e-mail: andressa_varela@hotmail.com
[2] Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio grande do Norte/Campus Nata Central, aluna superior em tecnologia das construções, estudante, e-mail: evilane_cassia@globo.com

RESUMO

A argamassa é um dos produtos de grande uso na execução de obras da construção civil, estando presente principalmente nos diversos tipos de revestimento e assentamento de alvenarias. Apesar do intenso uso dos revestimentos de argamassa tipo colante, é muito frequente a ocorrência de manifestações patológicas nos mesmos, o que ocasiona danos e prejuízos nas fases envolvidas. Portanto, é de grande importância o estudo das manifestações patológicas incidentes sobre este tipo de revestimento e as medidas que devem ser previamente tomadas para evitar tais problemas. Propõe-se, neste trabalho, avaliar as diversas propriedades das argamassas confeccionadas no canteiro de obra e aditivadas com diatomita em substituição parcial de éteres celuloses que são usados como aditivos para melhorar a qualidade dos materiais à base de cimento. A diatomita está presente em nosso estado com abundância e seu uso controlado visa melhorar as propriedades de argamassas como retenção de água, trabalhabilidade e tempo em aberto. Além disso, a combinação de adição e aditivo interferena consistência da argamassa no estado fresco. O presente estudo visa obter um produto que atenda as especificações de norma e minimize o impacto ambiental oriundo da extração de matéria prima.

Palavras chave: argamassa; colante; diatomita; patologia.

ABSTRACT

The mortar is a product of great use in the execution of construction works, present mainly in the various types of coating and laying of masonry . Despite the heavy use of coats of adhesive mortar type, is very frequent occurrence of pathological manifestations of the same , which causes damages phases involved . Therefore, it is of great importance to study the pathological manifestations levied on this type of flooring and the measures that must first be taken to prevent such problems. It is proposed in this paper evaluate the different properties of mortars made in the construction sites and doped with diatomite partial substitution of cellulose ethers that are used as additives to improve the quality of cement-based materials . The diatomite is present in abundance in our state and its controlled use is to improve the properties of mortars as water retention, workability and open time . Furthermore , the combination of addition and additive interferen a consistency of the mortar in the fresh state . This study aims to provide a product that meets the specifications of standard and minimize the environmental impact resulting from the extraction of raw materials.

Keywords: mortar, adhesive; diatomite; pathology.

1. INTRODUÇÃO

O presente artigo apresenta resultados obtidos através de um estudo sobre formulações em argamassa colante do tipo I (uso interno), onde o mineral diatomita, material presente em nosso estado em abundância, e que possui alto poder de retenção de água, substitui em até 40% o uso de aditivos a base de celulose. Possibilitando verificar o atendimento das especificações de norma, diminuir os custos com relação aos aditivos utilizados, e consequentemente, diminuir o impacto ambiental oriundo da extração de matéria prima.
O embasamento deste trabalho foi dado nas pesquisas realizadas nos laboratórios de construção civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Campus Natal Central.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As argamassas são misturas compostas por entre um ou mais aglomerantes, areia, água e aditivos, classificadas no Brasil pela norma NBR 13.281 (ABNT, 2000). Nesta Norma consta os requisitos de classificação quanto à resistência à compressão, ao teor de ar incorporado e à retenção de água.
Como principal insumo em obras de construção civil, as argamassas devem obedecer a critérios de norma, para evitar que possíveis manifestações patológicas possam surgir. No entanto, deve-se analisar o aparecimento de novos materiais de construção, como aglomerantes, aditivos, adesivos, argamassas, painéis, plásticos, revestimentos, com eficiência e durabilidade ainda não devidamente comprovadas pelo uso e pela adequada utilização (BAUER, 2005).
A diatomita é um mineral de origem sedimentar e biogênica, constituída a partir do acúmulo de carapaças de algas diatomáceas que foram se fossilizando, desde o período pré-cambriano, pelo depósito de sílica sobre a sua estrutura. Algumas das propriedades físicas da diatomita que agregam valor comercial é a baixa densidade aparente, alta porosidade e área superficial, especiais para o mercado de filtração; outras características não menos importantes da diatomita é a alta abrasividade, alta capacidade de absorção e inércia química, requeridas em diversas aplicações industriais (BREESE, 1994).
A argamassa colante é basicamente composta por cimento, agregados e aditivos dosados industrialmente. Partindo do pressuposto, foi realizado um estudo sobre as propriedades de argamassa colante tipo I (uso interno) para revestimentos cerâmicos, com adição mineral (diatomita) que possui alto poder de retenção de água, e aditivos a base de celulose que visam melhorar as propriedades de trabalhabilidade e tempo em aberto, onde atuam de modo a aumentar ou diminuir a quantidade de água em sua composição. Sendo assim, busca-se obter e avaliar uma argamassa leve, através da ação combinada desses aditivos com a incorporação da adição mineral, resultando na produção de uma argamassa com melhores características técnicas, já que as adições minerais, em materiais cimentícios, reduzem a porosidade, diminui o calor de hidratação e, consequentemente, as fissuras de origem térmica (DAL MOLIN, 2011).

Trabalhabilidade é uma noção subjetiva, aproximadamente definida como o estado que oferece maior ou menor facilidade nas operações de manuseio com as argamassas e concretos frescos (BAUER,2005). Uma das propriedades principais da argamassa colante é o tempo em aberto, definido como o período de tempo após o espalhamento da argamassa sobre o substrato, em que é possível o assentamento da cerâmica obtendo-se a resistência de aderência adequada, definida pela NBR-14.083 (ABNT, 2000) como maior ou igual a 0,5 MPa.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A caracterização dos materiais antecede todo trabalho de formulação e avaliação das propriedades das argamassas, sendo de fundamental importância para uma dosagem adequada dos traços.

O cimento utilizado no decorrer da pesquisa foi o Cimento Portland CP II F-32, cuja caracterização constituiu na realização de ensaios de massa específica do cimento por meio do frasco de Lê Chatelier (NBR NM 23, 2000) e determinação da finura do cimento por meio da peneira 75 μm (NBR MB 3432, 1991). O valor do tempo de início e fim de pega foi obtido através do laudo técnico fornecido pelo fabricante. Os resultados da caracterização estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Características do cimento.

Cimento	
Massa específica	3,21 g/cm³
Finura	4%
Início de pega	165min
Fim de pega	226min

Na confecção das argamassas utilizou-se uma areia média, sendo caracterizada pelosensaios de determinação da composição granulométrica (NBR NM52, 2009), massa específica por meio do frasco de Chapman (NBR NM 248, 2003) e massa unitária (NBR NM 45, 2006). Os resultados da caracterização das propriedades físicas do agregado miúdo e sua curva granulométrica estão dispostos na tabela 2 e figura 1

Tabela 2 – Características físicas do agregado miúdo.

Areia	
Tipo de areia	Média
Módulo de finura	2,69
Massa específica	2,62 g/cm³
Massa unitária	1,52 g/cm³

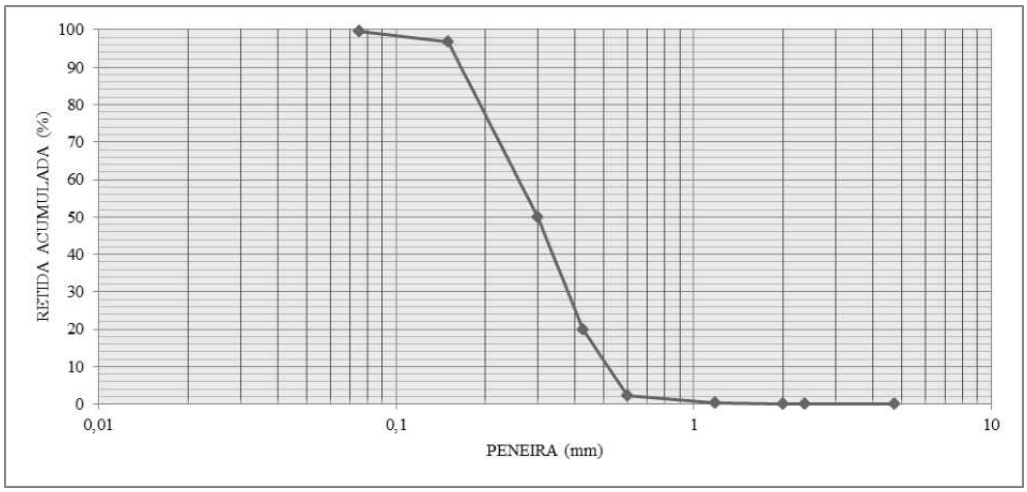

Figura 1 - Curva granulométrica da areia

Para o estudo foram utilizados dois aditivos plastificantes. O nome comercial dos mesmos será omitido por questão de concorrência de mercado, sendo simplesmente nomeados de aditvo A e aditivo B. Na Tabela 3 descrevem-se os dados técnicos dos aditivos conforme informações do fabricante.

Tabela 3 – Características técnica dos aditivos utilizados

	Aditivo A	**Aditivo B**
Base química	carboximetilcelulose de sódio	Hidroxipropil Metil Celulose
Aspecto	Solido (pó)	Solido (pó)
Cor	Branco a ligeiramente amarelado	Branco
Efeito pH	Queda da viscosidade	Queda da viscosidade

A diatomita utilizada foi obtida através do processo de queima controlada, extraída de lagoa a céu aberto, de alta poder higroscópico, composto de sílica e alumina no estado amorfo. Devido a este efeito higroscópico, acaba por aumentar a viscosidade da pasta e por reduzir o calor de hidratação, melhorando as reações de hidratação da pasta e aumento da resistência da argamassa.

Na Tabela 4 destacam-se as propriedades físicas e composição química da diatomita determinada no ensaio de espectroscopia de dispersão de raios-X em equipamento da marca Shimadzu, modelo EDX-720, realizado no Laboratório de Processamento Mineral e de Resíduos do IFRN.

Tabela 4 – Propriedades físicas e químicas da diatomita

Propriedades Físicas da diatomita		
Resíduo na peneira 325 (%)	0,8	NBR 12653
Massa Específica (kg/m³)	250	NBR NM 23 (2001)
Análise Química		
Composição Química		(%)
SiO2		72,69
Fe2O3		9,61
Al2O3		6,91
K2O		4,71
CaO		2,84
SO3		0,92
Ti02		0,72
Cr2O3		0,70
ZrO2		0,33
BaO		0,25
Outros		0,32

Para o desenvolvimento da pesquisa ficou estabelecido dez traços básicos de 1:4 em massa, contendo 0,2% de aditivos a base de celulose (aditivo 1 ou aditivo 2) e dois traços experimentais de 1:4 em massa, que substitui os aditivos em 10%, 20%, 30% e 40%com o uso da adição mineral (diatomita). A quantidade de materiais utilizados segue apresentada na Tabela 5.

Tabela 5 – Quantidade de materiais e nomenclatura dos traços.

Nomenclatura	Descrição (% das adições)	Cimento (g)	Diatomita (g)	Areia (g)	Água (g)	Aditivo A (g)	Aditivo B (g)
ARG_ 01	0% de DIATOMITA	617,5	0,0	2470	617,5	6,18	0,0
ARG _02	0% de DIATOMITA	617,5	0,0	2470	617,5	0,0	6,18
ARG_03	10% de DIATOMITA	617,5	0,62	2470	617,5	5,56	0
ARG_04	10% de	617,5	0,62	2470	617,5	0,0	5,56

	DIATOMITA						
ARG_ 05	20% de DIATOMITA	617,5	1,24	2470	617,5	4,94	0,0
ARG _06	20% de DIATOMITA	617,5	1,24	2470	617,5	0,0	4,94
ARG_07	30% de DIATOMITA	617,5	1,85	2470	617,5	4,33	0,0
ARG_08	30% de DIATOMITA	617,5	1,85	2470	617,5	0,0	4,33
ARG_09	40% de DIATOMITA	617,5	2,47	2470	617,5	3,71	0,0
ARG_10	40% de DIATOMITA	617,5	2,47	2470	617,5	0,0	3,71

A mistura da argamassa foi realizada por um misturador mecânico (argamassadeira), onde foram acrescentados aditivos e adições em pó, obedecendo a ordem de colocação para o acréscimo dos materiais.

Para a realização dos ensaios de resistência mecânica foram moldados 24 corpos de prova cilíndricos, utilizando moldes de 5x10 cm (NBR 5739, 2007) e 48 corpos de prova prismáticos com 4 cm x 4 cm x 16 cm, de acordo com a norma (NBR 13279,2001) . Os moldes com as argamassas foram mantidos no laboratório e após 24 horas foram desmoldados e submetidos ao processo de cura por imersão, permanecendo em cura até o momento de serem ensaiados. Os ensaios de tração na flexão e resistência a compressão axial foram executados com 7 dias e 28 dias de idade, por meio de uma prensa computadorizada.

Todos os procedimentos, ensaiados no decorrer da pesquisa, foram realizados nos laboratórios de construção civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – Campus Natal Central.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho avaliaram-se os efeitos da adição de diatomita nas propriedades das argamassas colante ACI, comparando com as propriedades de argamassas colantes utilizando apenas os éteres celulose como aditivo. Com base nos ensaios de consistência, aderência, tempo em aberto, resistência à compressão, resistência à flexão, squeeze flow, teor de ar incorporado realizados nas argamassas aditivadas, a utilização da diatomita como adição mineral em substituição do éter celulose mostrou-se viável, considerando que as propriedades e requisitos de norma foram plenamente atendidos

4.1 Consistência

No estado fresco, para avaliar a reologia das argamassas, foi realizado ensaios de determinação do índice de consistência (NBR 13276, 2002) em cada traço produzido, onde foi mantida constante a relação água/cimento, sendo atendidas as propriedades de consistência e plasticidade pretendidas. Seguem os resultados na Figura 2:

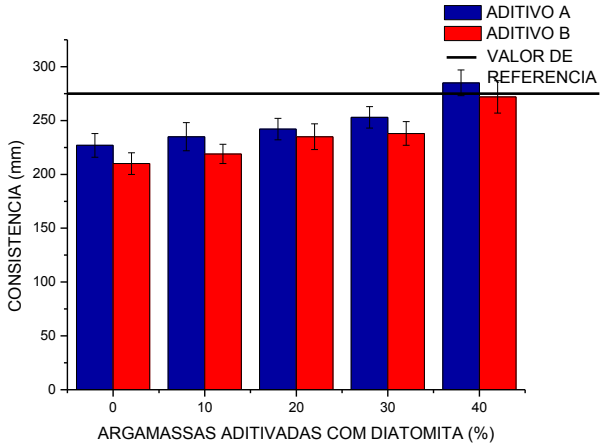

Figura 2 – Índice de consistência das argamassas.

A presença de ar incorporado nas argamassas é o resultado da utilização de aditivos que, devido a sua ação e natureza, produzem na matriz cimentícia microbolhas uniformemente dispersas na mistura no estado fresco. Na maioria das argamassas modificadas com polímeros, o teor de ar incorporado é maior quando comparadas com argamassas sem adição de polímeros (MANSUR et al., 2009).
As consistências obtidas nos experimentos confirmam que relação existente na incorporação de ar e a retenção de água devido o uso da diatomita melhoram a trabalhabilidade e plasticidade das argamassas formuladas

4.2 Resistencias de aderência

Ohama (1984) constatou redução na aderência à tração e à flexão entre argamassas modificadas com diferentes polímeros e placa cerâmica, devido ao efeito da absorção de água em argamassas modificadas com látices. Esta propriedade pode ser observada nas Figuras 3 e 4 com relação à resitencia da aderencia da argamassa colante.

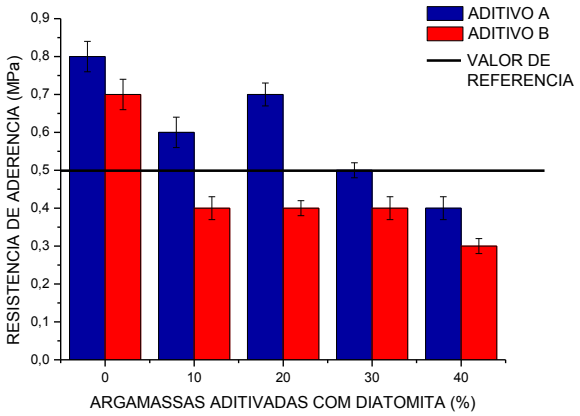

Figura 3 – Resistência de aderência (cura ao ar)

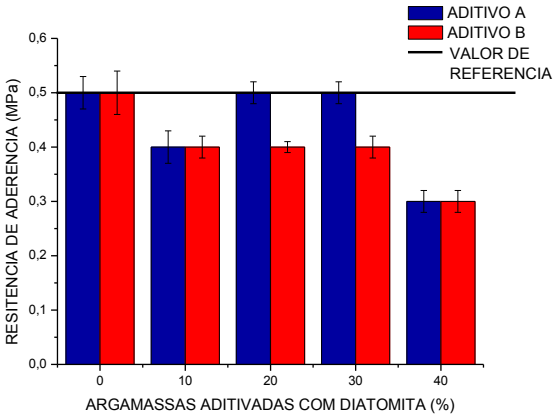

Figura 4 – Resistência de aderência (cura submersa)

A utilização da diatomita permite maior retenção de água nas argamassas devido a sua microscopia que evidencia a distribuição de grãos sólidos. No aspecto morfológico da diatomita, observarem-se que as frústulas diatomáceas intactas possuem formato cilíndrico e navicular, além de apresentar poros circulares e elípticos, os quais designam a elevada propriedade filtrante deste material e com isso as reações de hidratação podem ocorrem de forma gradativa. E por ser uma pozolana natural reage com o cimento e desta forma a sua resistência tende a ser elevada.

4.3 Teor de ar incorporado

De acordo com Carasek (2007), a massa específica varia com o teor de ar (principalmente se for incorporado por meio de aditivos) e com a massa específica dos materiais constituintes da argamassa, prioritariamente do agregado. Quanto mais leve for a argamassa, mais trabalhável será alongo prazo, reduzindo esforço em sua aplicação e resultando em maior produtividade. Os resultados referentes ao ar icorporado apenas com o aditvo A podem ser observados na Figura 5.

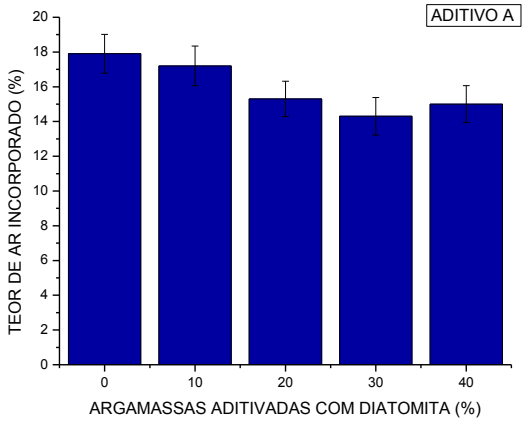

Figura 5- Teor de ar incorporado nas argamassas com aditivo A e diatomita

Percebe-se que, para obter boa trabalhabilidade e consistência da argamassa deve-se avaliar o teor de ar, pois quanto menor o valor do ar incorporado a argamassa necessita de uma grande quantidade de água. Por sua vez, a argamassa que apresentar um elevador teor de ar, não necessita de grande quantidade de água.

4.4 Squeeze flow

Quando se analisa o comportamento reológico das argamassas, este está associado com a quantidade de água e de aditivos na mistura para mantê-la trabalhável, além de afetar as propriedades no estado endurecido da mistura, uma vez que terá influência direta na hidratação do cimento e no fenômeno de aderência entre os componentes da argamassa com o substrato.

A técnica de squeeze-flow para a avaliação reológica de argamassas e outros materiais de construção mostrou-se bastante sensível e versátil, possibilitando a adequação da geometria de ensaio para materiais com características de consistência inicial e de aderência distintas. O teste é capaz de detectar pequenas alterações nas características reológicas dos materiais e, ao contrário dos ensaios tradicionais, fornece não apenas um valor medido, mas um perfil de comportamento de acordo com as solicitações impostas.

4.5 Tempos em aberto (15 min)

No estado fresco, para avaliar a reologia das argamassas, foram realizados ensaios de determinação do tempo em aberto em cada formulação foi mantido constante o fator água/cimento, sendo observados os valores de referência da norma. Seguem os resultados na figura 6.

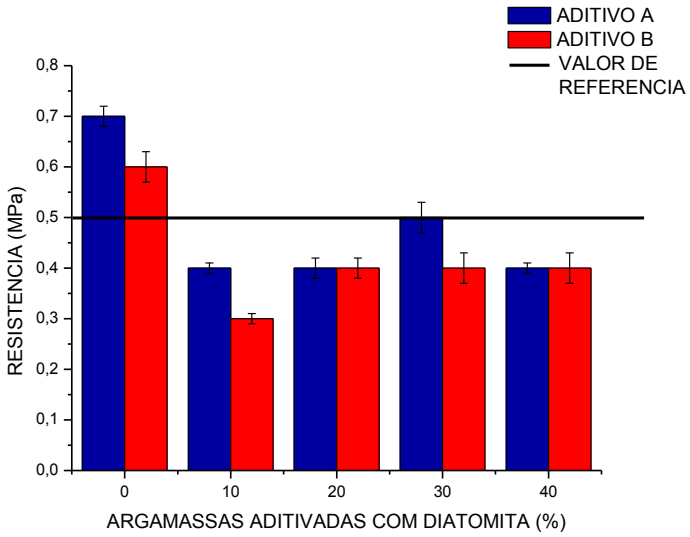

Figura 6 - Tempo em aberto (15 min)

Os polímeros causam modificações na microestrutura das argamassas colantes durante a sua evolução, refletindo nas propriedades das mesmas. Essas alterações influenciam diretamente a durabilidade do sistema cerâmico durante sua vida útil, sendo fundamental a compreensão do efeito dos látices poliméricos e éteres de celulose na microestrutura das argamassas.

4.6 Resistências mecânicas

No estado endurecido, foram realizados ensaios de resistência à compressão e resistência à tração na flexão, para avaliar a resistência mecânica das argamassas nos corpos-de-prova. Antes do rompimento, foi realizado o capeamento, para que a prensa, ao entrar em contato com o cilindro, pudesse agir uniformemente. Estes resultados podem ser melhores observados nas Figuras 7 e 8.

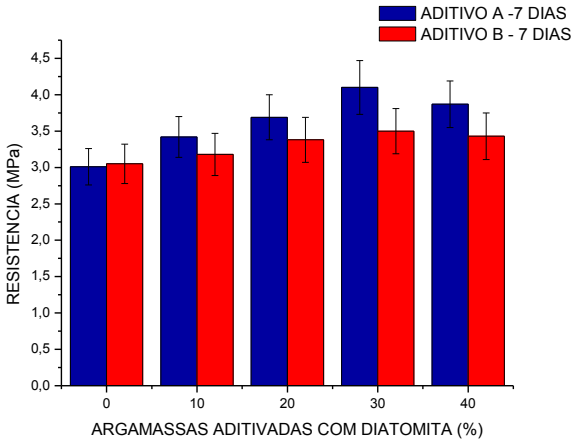

Figura 7 - Resistência à compressão – 7 dias (C.P. cilíndricos)

Observou-se, em alguns estudos (Ali Ergun, 2012) que a adição de 10% de diatomita em substituição do cimento não altera significativamente a resistência à compressão das argamassas, em qualquer idade. Com um novo aumento da quantidade de diatomita acima de 10% em substituição do cimento leva à concretos com resistência à compressão menor do que os concretos sem adição.

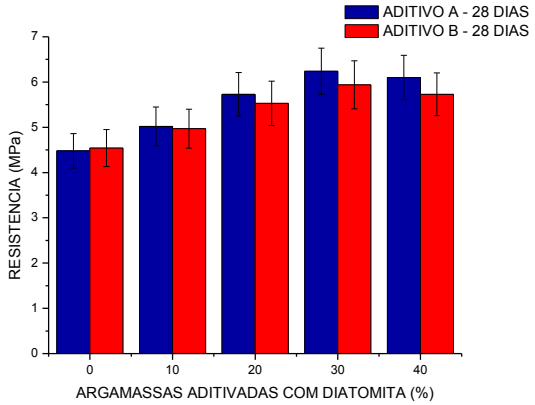

Figura 8 - Resistência à compressão – 28 dias (C.P. cilíndricos)

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos nas discussões expostas neste trabalho, pode-se concluir que: Realizou-se a caracterização dos materiais utilizados na confecção e das argamassas colantes observando o alto grau de sílica presente na diatomita.

Com relação ao ensaio de consistência, a diatomita atuou como retentor de agua. O volume de água adicionado na mistura (200ml/kg de material seco) se manteve constante e mesmo assim as propriedades de trabalhabilidade e plasticidade atingiram características aceitáveis com esta adição em substituição do éter celulose.

As densidades das argamassas colantes com adição de 30% de diatomita e 70% de éter celulose do aditivo A apresentaram valores pertinente em relação às argamassas de mercado. O teor de ar incorporado sofreu um decréscimo dos seus valores, devido a absorção de água pela estrutura molecular da diatomita.

Considerando o ensaio de aderência, algumas argamassas aditivadas com diatomita e aditivo A de éter celulose atingiram valores dentro do mínimo exigido por norma (≥ 0,5Mpa), apenas as argamassas com adição de 40% de diatomita não atendem as especificações nos dois tipos de curas propostas no trabalho (ao ar e submersa)

Para a avaliação do tempo em aberto das argamassas colantes foi observado que todas as formulações atingiram valores menores do que o proposto pela norma (≤ 0,7MPa) quando analisadas no tempo de 15 minutos de mistura e aplicação.

Considerando o ensaio de squeeze flow, as curvas apresentadas pelas argamassas aditivadas com 30% de diatomita atenderam as expectativas propostas pela metodologia, estando no estagio II que caracteriza o material aplicável nas argamassas colantes.

No geral, os valores da consistência, aderência, densidades, tempo em aberto e squeeze flow das argamassas aditivadas com 30% de diatomita, confirmaram que as propriedades reológicas das argamassas colantes formuladas foram plenamente atendidas e esta adição pode ser aplicada nas formulações propostas.

Considerando as propriedades mecânicas, a adição da diatomita a resistência das argamassas colantes sofreram um acréscimo até o valor máximo de 30% e em seguida, observou-se uma redução significativa da resistência. Confirmando com isso que o valor ideal para substituição é de 30% de diatomita.

Neste trabalho formularam-se argamassas colantes ACI com adição de diatomita que ofereceu melhorias nas propriedades mecânicas e reológicas, podendo evitar possíveis formações de trincas e fissuras na superfície da argamassa devido as reações de hidratação do cimento por serem controladas pela diatomita. Os resultados encontrados para as formulações com adição da diatomita, demonstram que as argamassas estudadas apresentam resistências mecânicas satisfatórias para uma argamassa colante tipo ACI segundo as normas vigentes atualizadas.

6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 23 – Cimento portland e outros materiais em pó – Determinação da massa específica. Rio de Janeiro, 2000.

_____. NBR NM 45: Agregado – Determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro: 2006.

_____. NBR 7217: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 1987.

_____. NBR 7222: Argamassa e concreto – Determinação à tração por compressão diametral de corpos-de-prova cilíndrico. Rio de Janeiro: 1994.

_____. NBR 9776: Agregados – Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco Chapman. Rio de Janeiro, 1987.

_____. NBR MB 3432: Cimento Portland – Determinação da finura por meio da peneira 75 μm (nº 200). Rio de Janeiro, 1991.

_____. NBR 13276: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2012.

_____. NBR 13279: Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro, 2012.

_____. NBR 13.281: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos. Rio de Janeiro, 2012.

_____. NBR-14.083: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Determinação do tempo em aberto. Rio de Janeiro, 2012.

BAUER, L. A. Falcão. Materiais de construção1. 3. Ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros técnicos e científicos, 2005. 405 p.

BREESE, R. O. Y. Diatomite. In: Industrial Minerals and Rocks, Ed. SMME, 6ª edition, Senior Editor: CARR, D. D., 1994. p..397 – 412.

DAL MOLIN, D. C. C. Adições Minerais. In: 53º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, Florianópolis, 2011. p. 261 – 309.

CARASEK, Helena. Mecanismos e fatores intervenientes na aderência de argamassas à base de cimento Portland aplicadas sobre substratos porosos. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.