

INFLUÊNCIA DE ADITIVO POLIMÉRICO POLIACRILAMIDA NAS PROPRIEDADES DE ARGAMASSAS DE CIMENTO PORTLAND

Elias Pereira (Mestrando em Engenharia e Ciência dos Materiais, Universidade Estadual de Ponta Grossa) E-mail: elias_pereira@outlook.com

Sidnei Antonio Pianaro (Departamento de Engenharia de Materiais, Universidade Estadual de Ponta Grossa) E-mail: sidneipianaro@gmail.com

Marienne do R. M. M Costa (Departamento de Construção Civil, Universidade Federal do Paraná) E-mail: mariennemaron@gmail.com

Eduardo Pereira (Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Ponta Grossa) E-mail: eduardopereira@uepg.br

Resumo: Este artigo tem por objetivo analisar a influência da adição do polímero superabsorvente poliacrilamida, nos estados anidro e hidratado, em argamassas de cimento Portland, considerando as alterações na resistência à compressão, densidade no estado anidro e fresco, absorção por imersão e consistência. O aditivo poliacrilamida foi adicionado ao cimento nas proporções de, 0,15, 0,30, 0,45, 0,60%, em relação a massa de cimento, e para comparação foi executado o traço padrão sem a adição do polímero. A relação água cimento foi mantida constante em 0,50. As resistências à compressão se apresentaram reduzidas com o aumento da proporção de poliacrilamida na mistura, assim como a densidade das argamassas. A absorção de água das argamassas aumentou proporcionalmente com o aumento da adição de polímero e a consistência das argamassas mostrou-se sensível às alterações na proporção de poliacrilamida.

Palavras-chave: argamassas, poliacrilamida, consistência, absorção, densidade

INFLUENCE OF POLIACRYLAMIDE POLYMERIC ADMIXTURE IN PROPERTIES OF PORTLAND CEMENT MORTAR

Abstract: This paper aims to analyze the influence of the addition of polyacrylamide superabsorbent polymer, in anhydrous and hydrated states, in Portland cement mortars, considering the changes in compressive strength, density in dry and fresh, absorption by immersion and consistency. The polyacrylamide additive was added to the cement in the proportions of 00:15, 00:30, 00:45, 0.60% on cement mass, and comparison was performed trace pattern without the addition of the polymer. The relationship above water cement ratio was kept constant at 0.50. Compressive strengths are presented reduced with increasing proportion in the mixture of polyacrylamide, as well as the density of the mortar. The water absorption of the mortar increased proportionally with increasing polymer addition and consistency of the mortar was found to be sensitive to changes in the ratio of polyacrylamide

Keywords: mortars, polyacrylamide, consistency, absorption, density

1. INTRODUÇÃO

Os aditivos quando adicionados nas formulações de argamassas podem modificar as propriedades físico-químicas destas, com a finalidade de melhorar e facilitar a confecção, o lançamento e a aplicação, podendo eliminar efeitos indesejáveis como segregação, fissuramento, etc., melhorando as características de resistência mecânica, aderência, permeabilidade, aparência e durabilidade. Os aditivos, em função de sua natureza, podem modificar também as características de pega (solidificação da pasta de cimento) e endurecimento da pasta (ganho de resistência com o tempo), influenciando também na taxa de hidratação do cimento (CARASEK, 2007; MEHTA; MONTEIRO, 2008).

Existe no mercado uma infinidade de tipos de aditivos poliméricos para o uso na construção civil, os quais são obtidos a partir de processos químicos. Os polímeros superabsorventes (PSAs) são materiais poliméricos que têm a capacidade de absorver uma grande quantidade de líquido a partir dos arredores e retê-lo dentro de sua estrutura (JENSEN, 2008). Segundo Hasholt *et al.* (2012), os polímeros superabsorventes são chamados de “super” porque podem absorver uma quantidade acima de 1000 vezes o seu próprio peso. No entanto, o PSA é só um termo utilizado para um grupo de materiais, onde nem todos os membros do grupo são igualmente eficazes. Além disso, a capacidade de absorção pode ser dependente do fluido a ser absorvido (YAO *et al.*, 2011). A figura 1 mostra o polímero utilizado nos ensaios na sua forma anidra em pó (a), e na sua forma hidratada com a formação de cristais (b).



Figura 1 – Ensaio de consistência em mesa de espalhamento: (a) Amostra com 0% de polímero; (b) Amostra com 0,6% de polímero

Quanto à sua composição química, os PSAs apresentam uma estrutura interligada e iônica, formada por poliacrilatos ou poliacrilatos/poliacrilamidas copolimerizados (JENSEN, HANSEN, 2001). Estes polímeros encontram-se disponíveis em diferentes tamanhos e formatos como: pó, grãos e partículas que podem ser de uma variedade de tamanhos e formas diferentes (TRAMFLOC, 2012). Os mais utilizados são a Poliacrilamida (PA) e o Poliacrilato de Sódio (PAS) que absorvem água por meio da formação de pontes de hidrogênio e por osmose, respectivamente (MARCONATO, FRANCHETTI, 2002).

A proposta de utilização de PSAs é recente e parece ser vantajosa como aditivo de água-regulador. Segundo Mechtcherine *et al.* (2009), estes polímeros consistem em cadeias de ligação cruzada que têm grupos funcionais iônicos que facilitam a absorção de grandes quantidades de água e com capacidade de fornecer água aos capilares com o avanço da hidratação, com o intuito de reduzir a retração autógena. Porém, é de suma importância entender os processos químicos (hidratação) e físicos (microestrutura) que podem afetar as argamassas e as mudanças que se encontram associadas à pega (STRUBLE; LEI, 1995). Segundo Schröfl *et al.* (2012), uma vez que o PSA absorve água da mistura, é muito importante compensar essa água (perdida) com a adição de água extra para garantir a trabalhabilidade requerida da mistura em estado fresco. Os autores investigaram a absorvidade do PSA ao adicionar nas misturas diferentes teores e tipos de PSA.

Segundo López Ordóñez (2013), a adição de polímeros superabsorventes pode influenciar positivamente na contenção dos efeitos de retração, auxiliar no processo de cura interna, gerar uma melhora na trabalhabilidade de concretos e argamassa. O autor ressalta, no entanto, que em quantidades elevadas o polímero pode afetar negativamente na resistência final do material. Segundo Schröfl *et al.* (2012), quando se utiliza partículas PSA como uma mistura em materiais à base de cimento, é criada na matriz um número de espaços vazios que pode afetar a resistência do material de forma negativa. Uma diminuição da carga de ruptura foi repetidamente relatada em diversas publicações. Os autores assumem que essa perda de

resistência é atribuída ao aumento da porosidade devido aos vazios introduzidos por partículas de PSA. Também Craeye e De Schutter (2006) observaram uma redução na resistência à compressão em concretos com teor de PSA de 0,3%, 0,4% e 0,5% obtendo reduções na resistência aos 28 dias de 16%, 27% e 31%, respectivamente.

Baseado no exposto, o objetivo deste artigo é analisar a influência da adição de polímero superabsorvente poliácridamida em argamassas, com o intuito de identificar o seu efeito quando este é adicionado em seu estado anidro ao cimento e em sua forma hidratada na água de amassamento, analisando a densidade das argamassas no estado anidro e hidratado, consistência, resistência à compressão e absorção

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para avaliar o efeito do aditivo poliácridamida foram utilizadas as proporções de 0,15%, 0,30%, 0,45% e 0,60%, em relação à massa de cimento, foi tomado como base o trabalho feito por López Ordóñez (2013) para chegar nestas proporções de adição de polímero. O cimento usado foi o CPII-F-32 (cimento Portland com adição de filler calcário e resistência nominal de 32 MPa). O agregado miúdo é uma areia média quartzosa proveniente do Rio Tibagi - PR. O traço padrão utilizado foi de 1:2:0,5, sendo mantida a relação água cimento constante para todos os teores de aditivo. Os aditivos foram avaliados com adições no forma anidra (homogeneizado junto com o cimento antes da adição de água) e na forma hidratada (diluído na água de amassamento).

Para caracterização da argamassa em seu estado fresco foi feita a determinação do índice de consistência normal utilizando a mesa de abatimento segundo a NBR 7215 (1996). Este teste avalia a viscosidade do sistema, a tensão de escoamento e a tendência de segregação da argamassa. A Figura 2a apresenta o comportamento da argamassa na mesa de abatimento sem a adição de poliácridamida na mistura, enquanto a Figura 2b apresenta o comportamento da argamassa com 0,6% do polímero misturado previamente ao cimento em sua forma anidra, com adição posterior da água de amassamento.



Figura 2 – Ensaio de consistência em mesa de espalhamento: (a) Amostra com 0% de polímero; (b) Amostra com 0,6% de polímero

Para a caracterização da argamassa endurecida foram executados os ensaios de resistência a compressão axial (NBR 7215: 1997), densidade de massa no estado anidro e no estado fresco (NBR 9778: 2005) e absorção de água por imersão (NBR 9778: 2005). A Figura 3a apresenta o corpo de prova sem a adição de poliácridamida após o seu rompimento no ensaio de compressão axial, e a Figura 3b apresenta o corpo de prova com 0,6% do polímero misturado previamente com o cimento de forma anidra, após o seu rompimento no ensaio de compressão axial.



Figura 3 – Ensaio de compressão axial: (a) Amostra com 0% de polímero; (b) Amostra com 0,6% de polímero.

Os corpos de prova com adição de polímero misturado previamente, apresentam poros macroscópicos, nitidamente maiores em relação aos poros do corpo de prova sem adição de poliacrilamida em sua composição.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 4 são apresentados os resultados de resistência à compressão axial das argamassas com aditivo poliacrilamida adicionado em pó na mistura e após mistura com a água de amassamento.

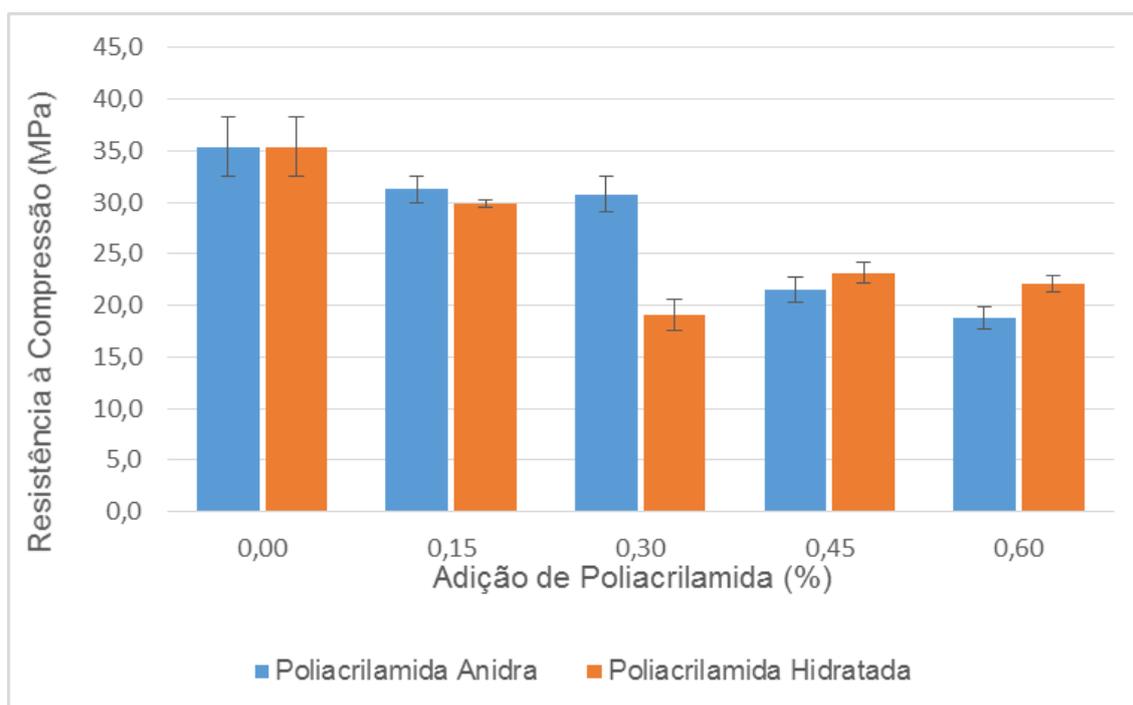


Figura 4 - Gráfico Resistência a Compressão x Adição de Poliacrilamida.

Verifica-se que a resistência à compressão aos 28 dias das argamassas diminuiu com o aumento da proporção de polímero nas composições. Este efeito está associado a absorção de parte da água de amassamento pela poliacrilamida. O uso do aditivo anidro acarretou em uma redução de resistência menor do que a adição do polímero previamente hidratado, até a proporção de 0,3%. Isso pode ser explicado pela possível dificuldade de hidratação da poliacrilamida na presença de uma porcentagem maior de cimento, gerando assim vazios

menores após a desidratação e por consequência uma resistência à compressão maior em relação aos corpos de prova com adição do produto previamente hidratado.

A partir da adição 0,45% os corpos de prova moldados com polímero previamente hidratado passaram a apresentar resistências à compressão maiores que os moldados com o polímero na forma anidra. Este efeito provavelmente deve-se a formação de vazios na argamassa ocasionados pela hidratação deficiente da poliacrilamida quando adicionada ao cimento, podendo a água de amassamento não ser suficiente para a hidratação de todo o material.

Na Figura 5 são apresentados os resultados de índice de consistência correlacionadas às porcentagens de poliacrilamida anidra e hidratada na mistura.

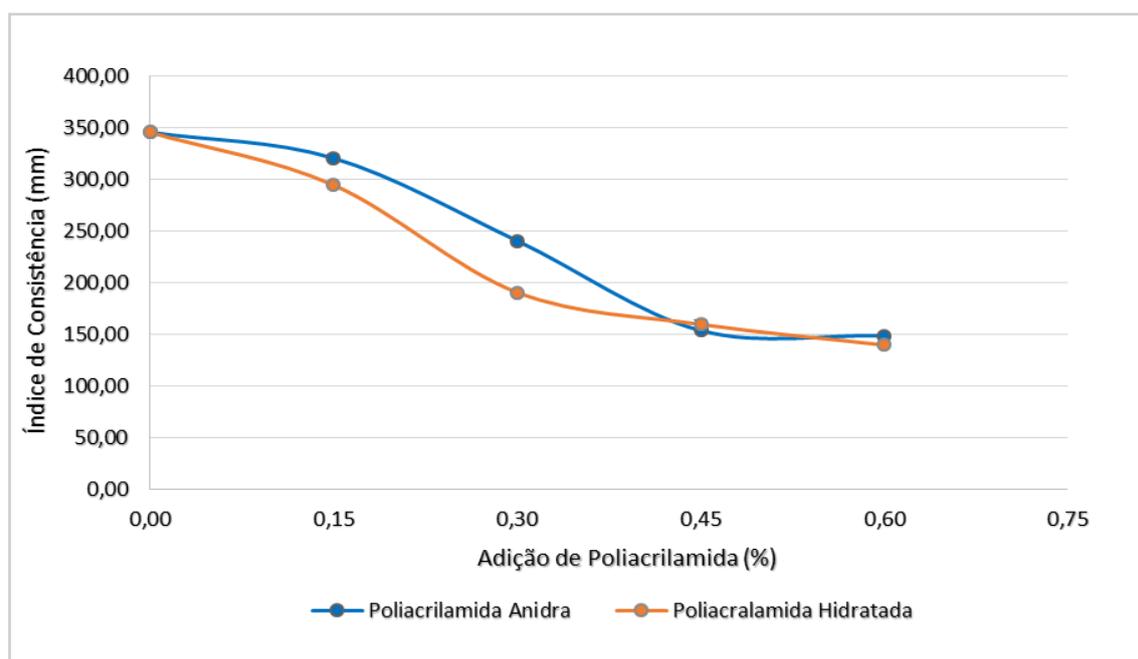


Figura 5 - Gráfico Índice de Consistência x Porcentagem de Poliacrilamida

Com o aumento da proporção de poliacrilamida houve um decréscimo no índice de consistência, tornando a amostra mais seca, sendo que, a partir da adição de 0,45% as alterações na trabalhabilidade da argamassa impossibilitaria sua aplicação para os fins convencionais como o assentamento de alvenarias e execução de revestimentos devido à perda de capacidade de adesão ao substrato. A partir da concentração máxima de 0,60 % de poliacrilamida os aditivos se apresentarão como finos por não terem contato efetivo com a água de amassamento na mistura, aumentando a consistência.

Pode ser percebida uma redução na resistência à compressão das argamassas relacionada ao índice de consistência. A diminuição do índice de consistência com o acréscimo do PSA deve-se ao decréscimo da água de amassamento devido retenção da mesma no processo de hidratação do polímero, tornando a argamassa seca e sem a formação de pasta de cimento suficiente para envolver adequadamente as partículas de agregado. Essa mudança na fluidez que determina a consistência, altera as características de plasticidade e permite a maior ou menor deformação da argamassa quanto a trabalhabilidade.

Na Figura 6 são apresentados os resultados de absorção de água das argamassas com adição de poliacrilamida anidra e hidratada em sua composição.

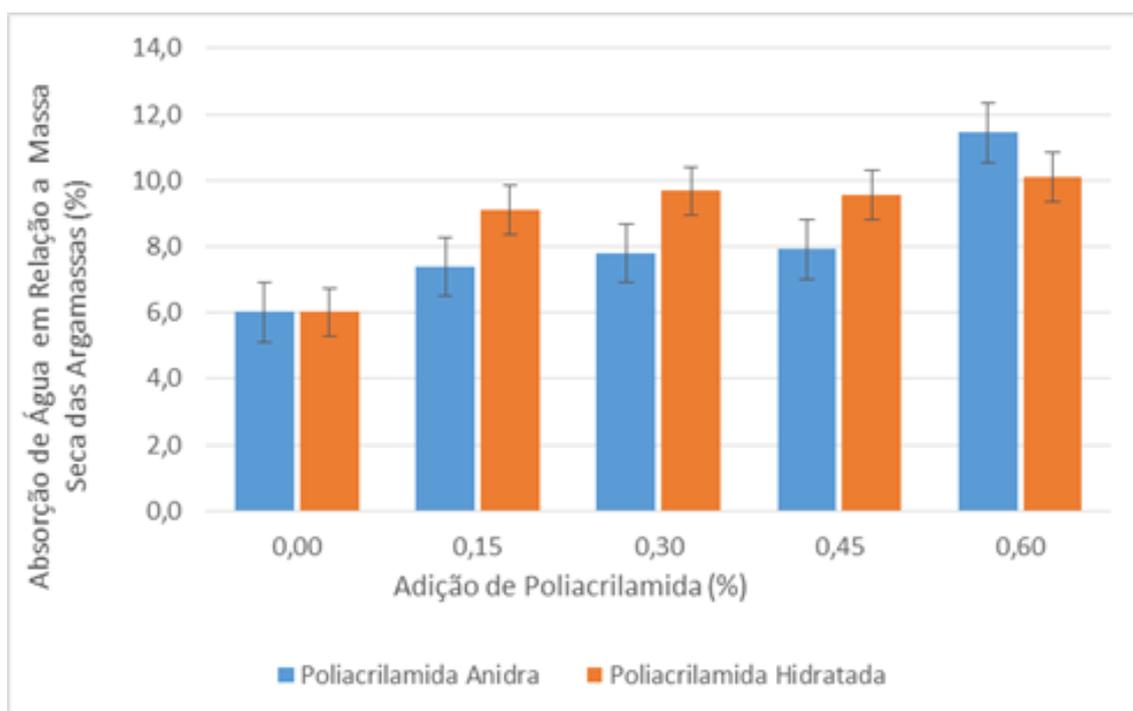


Figura 6 - Gráfico Absorção de água x Porcentagem de Poliacrilamida Anidra e Hidratada

A absorção de água das argamassas aumentou com a adição de poliacrilamida devido ao acréscimo de vazios deixados pela desidratação do polímero após a cura da argamassa. Estes vazios tem a capacidade de absorver água, deixando o material mais suscetível aos efeitos do ambiente, como a umidade. Os corpos de prova com adição de poliacrilamida hidratada apresentaram uma maior absorção de água em relação aos confeccionados com o polímero na forma anidra, isso ocorreu devido a melhor hidratação do polímero isoladamente.

As absorções para as proporções de polímero anidro, previamente misturado ao cimento, resultaram em valores semelhantes de absorção de água, apresentando diferença significativa apenas para a proporção de 0,60%. As absorções para as proporções de polímero previamente hidratado na água de amassamento, resultaram em valores semelhantes de absorção de água, apresentando diferença significativa apenas em relação a argamassa de referência, sem a presença do aditivo. As densidades anidra e no estado fresco diminuíram com o aumento da proporção de poliacrilamida devido ao acréscimo de vazios deixados pela desidratação do polímero após a cura da argamassa.

Na Figura 7 são apresentados os resultados de densidade no estado fresco das argamassas com adição de poliacrilamida anidra e hidratada. Na Figura 8 constam os resultados de densidade no estado endurecido das argamassas com adição de poliacrilamida anidra e hidratada em sua composição.

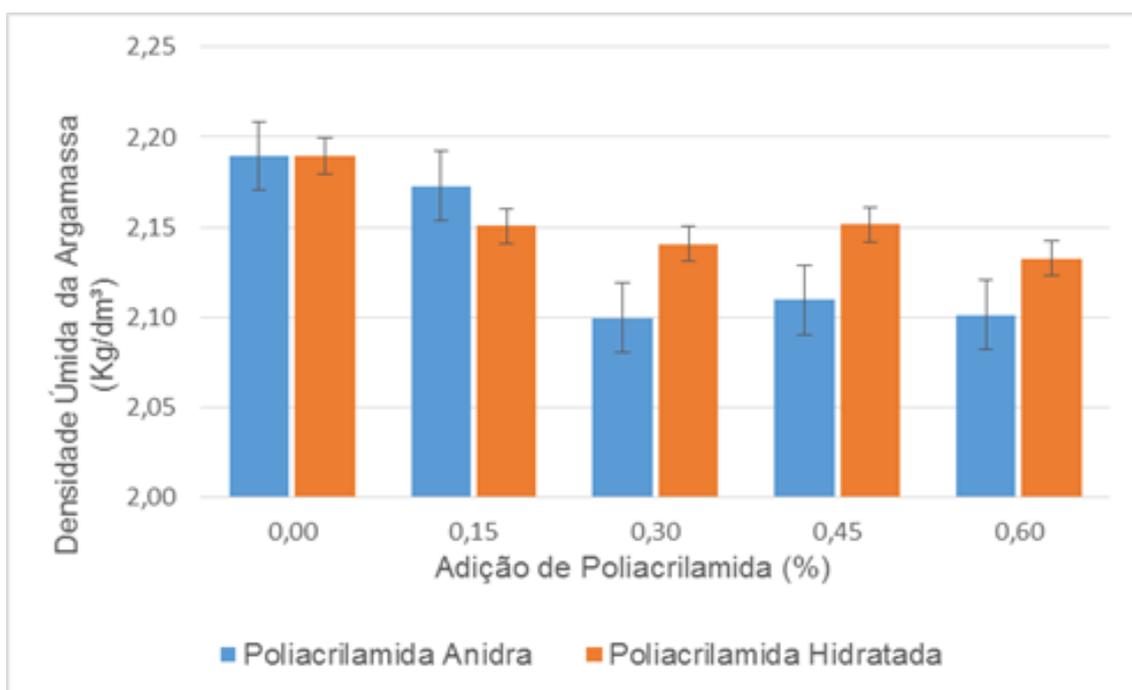


Figura 7 - Gráfico Densidade Úmida x Porcentagem de Poliácridamida Anidra e Hidratada.

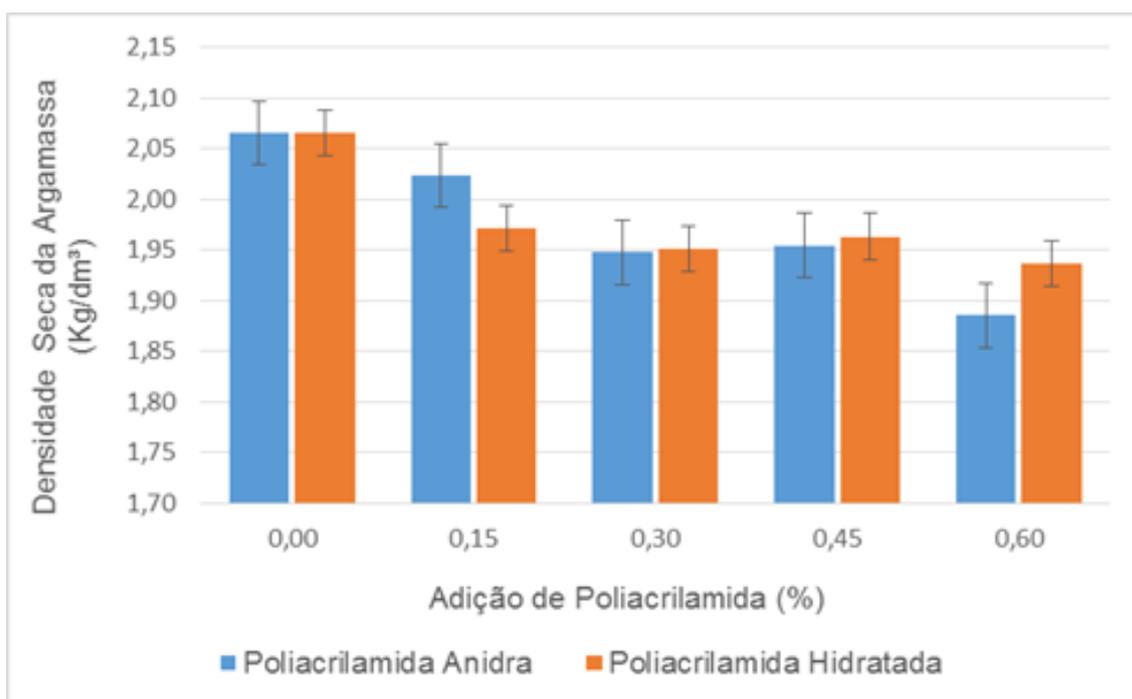


Figura 8 - Gráfico Densidade Seca x Porcentagem de Poliácridamida Anidra e Hidratada.

Os valores de densidade no estado fresco referentes ao traço sem adição e a proporção de 0,15% de polímero adicionada em sua forma anidra ao cimento, não apresentaram diferença significativa. Da mesma forma os valores de densidade fresca referentes as proporções de 0,30%, 0,45% e 0,60% de polímero adicionada em sua forma anidra ao cimento, não diferem. O valor de densidade fresca da argamassa de referência apresentou valores superiores as outras proporções de 0,15; 0,30; 0,45 e 0,60% de polímero previamente hidratado na água de amassamento.

Os valores de densidade endurecida referentes ao traço sem adição e a proporção e 0,15% de polímero adicionada em sua forma anidra ao cimento, não apresentaram diferença significativa. Da mesma forma os valores de densidade fresca referentes as proporções de 0,30 e 0,45% de polímero adicionada em sua forma anidra ao cimento, não apresentaram diferença significativa. O mesmo ocorreu nos valores de densidade úmida referentes as proporções de 0,30 e 0,60% de polímero adicionada em sua forma anidra ao cimento. Desta forma apresentaram três grupos distintos que demonstram a diminuição gradativa da densidade anidra com a adição de poliacrilamida em seu estado anidro ao cimento. O valor de densidade endurecida para a argamassa de referência apresentou uma redução significativa perante as outras proporções de 0,15; 0,30; 0,45 e 0,60%.

4. CONCLUSÕES

A adição do polímero superabsorvente poliacrilamida, no estado anidro e hidratado em argamassas de cimento Portland, acarreta em alterações nas suas propriedades tanto no estado fresco como endurecido. O polímero mostrou-se viável para ser utilizado para a confecção de argamassas com um maior volume de vazios e menor densidade. Estas características podem ser exigidas em alguns projetos de edificações visando a diminuição da massa total da construção, trazendo uma economia estrutural. A resistência à compressão das argamassas apresenta uma queda gradativa com o aumento da proporção de poliacrilamida, isso se deve ao aumento do número de vazios deixados após a desidratação do polímero. Desta forma, a utilização de poliacrilamida como aditivo redutor de densidade e incorporador de vazios deve ser avaliada para que a resistência final dos revestimentos ou painéis não sejam afetadas por essa redução de capacidade portante. A trabalhabilidade das argamassas também é influenciada pela adição de poliacrilamida, sendo que com o aumento da proporção de polímero a mistura apresenta uma queda no abatimento, sendo assim, a utilização do produto deve levar em consideração a finalidade da argamassa.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao CNPq pela concessão da bolsa de iniciação científica e a Universidade Estadual de Ponta Grossa por ter cedido os laboratórios e equipamentos necessários para a pesquisa.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – *Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos Preparo da mistura e determinação do índice de consistência – NBR 13276. Rio de Janeiro, 2002. 3p.*

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – *Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão – NBR 7215. Rio de Janeiro, 1997. 4p.*

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – *Argamassa e concreto endurecido – Determinação da absorção de água por imersão – Índice de vazios e massa específica – NBR 9778. Rio de Janeiro, 2005. 3 p.*

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – *Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água por capilaridade – NBR 9779. Rio de Janeiro, 2012. 2 p.* CARASEK, H. Argamassas. In: G. C. Isaia. (Org.). *Materiais de Construção Civil. 1 ed. São Paulo: Instituto Brasileiro do Concreto - IBRACON, 2007, v. 1.*

CRAEYE, B., DE SCHUTTER, G. *Experimental evaluation of autogenous shrinkage by means of a vertical dilatometer for concrete. In: RILEM Proc. PRO 52 Volume Changes os*

Hardening Concrete: Testing and Mitigation, Jensen OM, Lura P, Kovler K (eds) RILEM Publications S.A.R.L., Bagnex France, 2006. PP. 21-30.

HASHOLT, M. T., JENSEN, O. M., KOVLER, K., & ZHUTOVSKY, S. *Can superabsorbent polymers mitigate autogenous shrinkage of internally cured concrete without compromising the strength.* *Construction and Building Materials*, 31, 2012. PP. 226-230

JENSEN, O.M. *Use of superabsorbent polymers in construction materials.* *1st International Conference on Microstructure Related Durability of Cementitious Composites 13-15 October 2008, Nanjing, China.*

JENSEN, O.M.; HANSEN, P.F. *Autogenous deformation and RH-change in perspective,* *Cem. Concre. Res* 31, 2001b. PP. 1859 – 1865.

LÓPEZ ORDÓÑEZ, S. T. *Mitigação da Retração Autógena em Microconcretos de Alta Resistência com Adição de Polímeros Superabsorventes e Aditivo Redutor de Retração.* 2013, 160 f. *Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.*

MARCONATO, J. C.; FRANCHETTI, S. M. M. *Polímeros Superabsorventes e as Fraldas Descartáveis. Um material alternativo para o ensino de polímeros.* 2002. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc15/v15a09.pdf>>. Acesso em: 3 abril 2016.

MECHTCHERINE, V., DUDZIAK, L., & HEMPEL, S. *Mitigating early age shrinkage of Ultra - High Performance Concrete by using Super Absorbent Polymers (SAP).* *120 Creep, Shrinkage and Durability Mechanics of Concrete and Concrete Structures.* Instituto de Materiais de Construção, TU Dresden, Alemanha, 2009.

REINHARDT, H.W, ASSMANN, A. *Application of Super Absorbent Polymers*

(SAP). *In Concrete Construction. RILEM State of the Art Reports Volume 2, 2012. PP. 115 - 135.*

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. *Concreto: estrutura, propriedades e materiais.* 1ª Edição. São Paulo: IBRACON, 2008. 674 p.

SCHRÖFL, C.; MECHTCHERINE, V.; GORGES, M. *Relation between the molecular structure and the efficiency of superabsorbent polymers (SAP) as concrete admixture to mitigate autogenous shrinkage,* *Cement and Concrete Research.* 2012

STRUBLE, L. J.; LEI, W. G. *Rheological changes associated with setting of cement pastes.* *Advanced Cement Based Materials*, v. 2, p. 224-230, 1995.

TRAMFLOC, INC. (2012). *Polímeros superabsorventes para retenção de água e controle de erosão.* Disponível em: <<http://www.tramfloc.com/tf62.html>>. Acesso em: 03 abril 2012.

YAO, Y; ZHU, Y; YANG, Y. *Incorporation superabsorbent polymer (SAP) particles as controlling pre-existing flaws to improve the performance of engineered cementitious composites (ECC).* *Construction and Building Materials* 28, 2011. PP. 139– 145