



Analysis of the implantation of clayey material and superplasticizer additive in mortar

Jacob Menezes de Souza¹, Bruna Barbosa Matuti²

^{1,2} Engenharia Civil - Centro Universitário do Norte (UNINORTE) - Manaus - AM.

Email: jacob.menen@hotmail.com, bruhmatuti@outlook.com

ABSTRACT

Received: October 30th, 2018

Accepted: November 27th, 2018

Published: December 31th, 2018

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM).

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International

License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



The use of clay material has a great contribution in the civil construction, not yet so well explored, besides presenting incredible characteristics, it can also solve daily problems in various types of works. In-line erosion, for example, caused by infiltration of water into the soil, due to the leakage to the outside of the deep drainage pipe, is a problem that can be solved by the application of clay and other materials. With the objective of minimizing the indices of landslides in the roads, researches were developed with the purpose of reducing these types of problems in all places with a drainage system. The present study aims, through experimental procedures, to analyze the application of clay material and super plasticizing additive in mortar. The purpose of the laboratory is to form a bond for deep drainage pipes, where the use of clay can inhibit the passage of water out of the pipes, preventing the infiltration of water into the soil and avoiding future erosion. In addition, the superplasticizer additive has been added, which eliminates air bubbles and can leave the bonding done with more resistant clay. The results indicate the feasibility of the use of pure clay and additive in mortar, where the analysis of the mixture, texture and strengths and evaluation of the material as a great solution for the leakage of water in the external part of the tubes was made.

Keywords: Mortar; mixture; pure clay; superplasticizer; resistance.

Análise da Implantação de Material argiloso e Aditivo superplastificante em Argamassa

RESUMO

O uso de material argiloso tem uma grande contribuição na construção civil, ainda não tão bem explorado, além de apresentar características incríveis, ele também pode solucionar problemas diários em diversos tipos de obras. As erosões em vias por exemplo, causada pela infiltração da água no solo, devido a vazamento para parte externa do tubo de drenagem profunda, é um problema que pode ser solucionado pela aplicação da argila e outros materiais. Com o objetivo de minimizar os índices de desmoronamentos nas vias, pesquisas foram desenvolvidas com intuito de reduzir esses tipos de problemas em todos os lugares que se tenha sistema de drenagem. O presente estudo, visa, através de procedimentos experimentais, analisar a aplicação de material argiloso e aditivo super plastificante em argamassa. Realizado em laboratório o intuito é formar uma colagem para tubos de drenagem profundas, onde a utilização da argila possa inibir a passagem da água para fora dos tubos, impedindo a infiltração da água no solo e evitando uma futura erosão. Além disso, foi acrescentado o aditivo super plastificante, que elimina as bolhas de ar e pode deixar a colagem feita com argila mais resistente. Os resultados obtidos indicam a viabilidade do uso da argila pura e do aditivo em argamassa, onde foi feita a análise da mistura, textura e resistências, e avaliação do material como uma grande solução para o vazamento de água na parte externa dos tubos.

Palavras-Chaves: Argila pura, superplastificante, argamassa, mistura, resistência.

I INTRODUÇÃO

Nos últimos anos têm-se intensificado as pesquisas mundiais com intuito de estudar materiais para criações de novos

experimentos que possam ser usados na construção civil. Uma das maneiras de se formar novos produtos é a mistura de materiais ao cimento e areia, todos os testes possíveis estão sendo feito em busca de soluções e resistência e em alguns casos até

substituindo o cimento. A tecnologia de substituir ou misturar o aglomerante com outros materiais se mostra bastante viável, visto que a agroindústria, uma das mais antigas atividades econômicas do país, apresenta elevado desenvolvimento tecnológico, somando boas condições geológicas e climáticas apresentadas no país. Estudos relacionados com a aplicação de argila com algum tipo de aditivo são de grande valia, uma vez que podem possibilitar a produção de produtos com maior resistência e durabilidade, além de proporcionar a redução de custos e de impactos ambientais. [3]

Neste projeto o estudo dos materiais para implantação na argamassa foi através de análises e observações, via-se que em obras de drenagens haviam grandes problemas após a aplicação do revestimento simples para colagem, aplicava-se em determinado período e depois da espera da aplicação os resultados em inúmeras vezes não eram positivos, pois a colagem simples podendo ser chamada também de revestimento para drenagens profundas não estava mais suportando a pressão da água na parte interna do tubo. Pensando nisto, foi realizado em laboratório estudos para implantação de materiais que pudessem de alguma forma contribuir para o fim destes problemas. Neste processo foi misturado juntamente a argamassa, material argiloso e aditivo superplastificante, a pesquisa foi feita em cima desses materiais verificando suas características, vantagens e desvantagens de se usar. A argila apresentou resultados excelentes com características químicas que podem inibir a passagem de água quando o produto for usado, o superplastificante reduziu as bolhas de ar na confecção da colagem eliminando os índices de vazios e contribuindo para resistência deste produto quando aplicado. Os Resultados foram totalmente positivos, a aplicação em moldes deu-se a entender que é resistente e que funciona na prática.

II REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A utilização da Argila e aditivo superplastificante em argamassa podem contribuir para um novo material capaz de reduzir as erosões em vias quando aplicados em tubos de Drenagem profunda.

A argila corresponde aos minerais que apresentam tamanho inferior a $2\ \mu\text{m}$ em uma rocha. É uma herança dos estudos petrográficos efetuados pela microscopia óptica no fim do século XIX, quando os cristais que apresentavam tamanho inferior a $2\ \mu\text{m}$ não podiam ser distinguidos, sendo classificados pela denominação genérica "argila". Hoje, a denominação argila difere em função dos campos de estudo. Assim, em geotecnia, na qual o que interessa é sobretudo o comportamento mecânico dos solos, designa-se argila os materiais de granulometria inferior a $4\ \mu\text{m}$ [2].

O superplastificante possui teor de sólidos de 31,2 %, massa específica de $1.073\ \text{kg/m}^3$ e pH 6,2. O método empregado para avaliar a compatibilidade e o ponto de saturação do dispersante sobre as partículas finas é o ensaio de fluidez de pastas através do uso do funil de Marsh [1].

III MATERIAIS E MÉTODOS

III.1 COLETA DA ARGILA

A argila utilizada nesta pesquisa foi obtida diretamente do local de estágio, realizado em uma obra de drenagem profunda em Manaus – Am. Em requisitos críticos sempre se observava o constante desperdício de material argiloso no local. Visando os problemas diários nas obras de micro e macrodrenagem por diversos vazamentos de água para fora dos tubos, e com a crescente evasão de mão de obra e com a queda da produção no

local, surgiram ideias que pudessem melhorar os serviços no local e foi neste caso que a argila foi usada como estudo para uma futura reutilização em argamassa.



Figura 1: Argila coletada do Local de obra.

Fonte: Autores, (2018).

A característica da argila é justificada pela observação de em sua forma e cor. Geralmente o mais encontrada neste caso é sempre a argila pura. A Argila em estudo foram secadas ao sol para reduzir parcialmente sua umidade. Em seguida, uma secagem em estufa a 110°C foi feita de modo a preparar o material para o processo de moagem com a massa específica de $2,4149\ (\text{g/cm}^3)$. Foram moídos 2,4kg de Argila a 5000RPM por vez durante 4 horas em um moinho de bolas localizado no laboratório de Engenharia da Uninorte. Como última etapa desse processo essa cinza foi levada a uma indústria para homogeneizar a queima ficando no forno por mais 10 dias, completando a etapa de preparo do material. [7]

III.2 CIMENTO PORTLAND

Para a escolha do cimento, optou-se pelo modelo CP I-S-40 da marca CEMEX. Encontrado na cidade de Manaus, a escolha pela tipologia teve avaliações feitas segundo as normas da ABNT NBRA, os cimentos CP I-S possuem de 95% a 99% de clínquer com adição de gesso e apenas 1% a 5% de uma das adições estabelecidas em norma que no caso desta marca é o material pozolânico tornando-se assim o cimento mais puro e adequado para esta estudos e experimentos. [6]



Figura 2: Cimento Cemex.

Fonte: Autores, (2018).

III.3 AREIA

A areia usada no Experimento foi doada pela empresa POLIMIX, situada na cidade de Manaus-AM. A areia passou pelas peneiras de #300 e #200 e passou pelo processo de secagem pela estufa, a massa específica foi de $2.625 \text{ (kg/m}^3\text{)}$ e a composição granulométrica do agregado utilizado foi determinada conforme a normas regulamentadoras de agregados [4].



Figura 3: Areia doada pela Empresa Polimix.
Fonte: Autores, (2018).

III.4 ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

Doado pela Empresa POLIMIX, o material serviu de bom uso para o experimento. O aditivo superplastificante adotado para esta pesquisa foi o GLENIUM 21 - BASF. Trata-se de um superplastificante de terceira geração à base de éter policarboxílico. Por efeito da repulsão eletrostática, o superplastificante dispersa as partículas de cimento, fazendo com que se necessite de menos água para se atingir uma dada trabalhabilidade.

O superplastificante possui teor de sólidos de 31,2 %, massa específica de 1.073 kg/m^3 e pH 6,2. O método empregado para avaliar a compatibilidade e o ponto de saturação do dispersante sobre as partículas finas é o ensaio de fluidez de pastas através do uso do funil de Marsh. O superplastificante foi misturado com 0,250 g de água conforme a Figura 4. [5]



Figura 4: Aditivo Superplastificante.
Fonte: Autores, (2018).

IV PROCESSO DE MISTURA

O processo de mistura dos materiais é muito simples, porém deve ser feito com cuidado e com todos os equipamentos

adequados em um laboratório. O processo escolhido foi o manual, onde se mistura o cimento e areia primeiramente, depois a argila e o superplastificante misturado com a água. Deve ser misturado rapidamente não perdendo a intensidade da mistura. Observa-se um bom desempenho, quando se apresenta uma boa textura e cor barrenta. [5]



Figura 5: Processo Mistura 1.
Fonte: Autor, (2018).

Na primeira etapa do procedimento se mistura os materiais, primeiro vem o aglomerante, a argila e o agregado miúdo, em seguida vai o aditivo superplastificante misturado com água e sendo misturado com cuidado e aos poucos.



Figura 6: Procedimento de Mistura 2.
Fonte: Autores, (2018).

Na segunda etapa foi implantado o aditivo superplastificante e em seguida foi realizado o processo de mistura e ao mesmo tempo observações do comportamento dos materiais durante o processo.



Figura 7: Procedimento de Mistura 3.
Fonte: Autores, (2018).

Nesta fase os movimentos devem ser leves e precisos, a formação da pasta vem com coloração barrenta por conta da argila e do aditivo. Feito este processo se tem um material novo obtidos através destas implantações, onde se comportaram muito bem, apresentando características de um bom produto, ótima textura e homogeneidade, e o resultado dessa mistura pode ser observado na Figura 8. [8]



Figura 8: Processo de Mistura Finalizado.
Fonte: Autores, (2018).

VI.1 DOSAGEM E PRODUÇÃO DOS CORPOS DE PROVAS

As dosagens dos corpos foram realizadas através Método do Empacotamento Compressível (MEC). Trata-se de um método científico, cuja eficiência já foi testada em diversos concretos com resistências normais, de alto desempenho, auto adensáveis, entre outros.

O fator água/cimento utilizado nas misturas foi de 0,25. A moldagem dos corpos de prova para o concreto de referência ocorreu em moldes cilíndricos de 100mm de diâmetro e 200mm de altura. Já os corpos de prova dos concretos em que se utilizou a argila os moldes apresentavam 75mm de diâmetro e 150mm de altura. Essa diferenciação ocorreu, pois não se dispunha de muita quantidade de cinza para a pesquisa. Sendo assim, foi necessário um volume maior para a moldagem do concreto de referência e, conseqüentemente, um peso maior para os materiais.

Todos estes procedimentos foram realizados no Laboratório do centro universitário do Norte - Uninorte Laureate, com todos os materiais e equipamentos utilizados conforme as normas da ABNT, e acompanhado por um orientador e alguns profissionais do ramo da construção civil. [12]

As Tabelas 1 e 2 apresentam, respectivamente, a massa dos materiais para as moldagens dos corpos de referência, argamassa com a implantação de 8% e 10% de argila e 7% de superplastificante. [8]

Tabela 1: Dosagem para 8% de Argila

Dosagem – 8% Argila	
Material	Kg
Água	0,25
Cimento	1
Areia	0,5
Aditivo	7%
Argila	8%

Fonte: Autores, (2018).

Tabela 2: Dosagem para 10% de Argila

Dosagem – 10% Argila	
Material	Kg
Água	0,25
Cimento	1
Areia	0,5
Aditivo	7%
Argila	10%

Fonte: Autor, (2018).

Para a moldagem dos corpos, acontecida no Laboratório da Uninorte, como citado foram utilizados corpos-de-prova cilíndricos com dimensões 5 x 10 cm (concreto com argila) e 10 x 20 cm (argila e superplastificante já misturados). Para cada mistura foram moldados 3 corpos-de-prova com o intuito de ter 6 corpos de prova para realização de ensaios mecânicos nas quatro idades definidas (7, 14 e 28 dias).



Figura 9: Corpo 10x20 Cm.
Fonte: Autores, (2018).

O produto foi produzido em sala climatizada à temperatura de (21 ± 1) °C. Para produção foi utilizado um misturador planetário e também betoneira com capacidade de até 200 litros, todos estes procedimentos também foram realizados no Centro Universitário do Norte - Uninorte Laureate, seguindo as recomendações das normas da ABNT.



Figura 10: Corpo de prova 5x10 cm.
Fonte: Autores, (2018).

A análise das propriedades da argamassa no estado fresco ocorreu logo após a mistura. Para análise das propriedades no estado endurecido foram moldados corpos-de-prova, após adensamento e vibração em três camadas através de uma mesa vibratória. Os corpos de prova foram retirados dos moldes após 24 horas, sendo então identificados e levados à câmara úmida

onde permaneceram até a data dos respectivos ensaios. A cura aconteceu com temperatura de $(21\pm 1)^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de 100%. De lá, saíram para serem capeados com pasta de enxofre para garantia da planicidade e paralelismo entre as bases e perpendicularidade ao cilindro. [11]



Figura 11: Corpo de Prova após os procedimentos.
Fonte: Autores, (2018).

VI. 2 ENSAIOS MECÂNICOS

O grande lema da resistência mecânica dos materiais nos projetos de engenharia é de fundamental importância. Embora na presente pesquisa o objetivo seja analisar o impacto dos materiais implantados, o comportamento mecânico dos concretos também foi investigado através da evolução da resistência à compressão e da resistência à tração por compressão diametral nas quatro idades definidas. [13]

VI.3 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

Dos 6 corpos-de-prova por idade destinados ao ensaio mecânico, 3 deles sofreram ruptura por compressão simples em uma prensa servo-controlada. Ocorrência no Laboratório de Ensaio Mecânicos do Uninorte, de acordo com as prescrições da NBR 5739 (1994) com velocidade de carregamento de 0,2 mm/min.



Figura 12: Ensaio á Compressão.
Fonte: Autores, (2018).

O comportamento tensão versus deformação foi obtido com emprego de transdutores elétricos para medição dos deslocamentos longitudinais. Além disso, foi calculado o módulo de elasticidade para cada corpo de prova rompido. O cálculo foi feito considerando apenas o trecho linear elástico inicial. [10]



Figura 13: Ensaio á Compressão axial.
Fonte: Autores, (2018).

VI.4 RESISTÊNCIA À TRAÇÃO POR COMPRESSÃO DIAMETRAL

O ensaio de compressão diametral apresenta-se como alternativa para se estimar a resistência à tração devido à facilidade de execução. O ensaio consiste, basicamente, na aplicação de um carregamento compressivo ao longo de duas geratrizes situadas em um mesmo plano diametral no corpo-de-prova cilíndrico. Determina-se a carga de ruptura que ocorre quando se inicia a abertura de fratura neste plano diametral em decorrência da geração de um estado de tensões biaxiais na região do plano que contém a carga aplicada.

Para este experimento, foram separados dois corpos-de-prova por idade, sendo estes divididos ao meio, totalizando 4 pequenos cilindros que sofrerão o ensaio. Também se fez uso da prensa. Uma amostra do corpo-de-prova após o ensaio é ilustrada na Figura 14. [13]



Figura 14: Corpo de prova após o ensaio.
Fonte: Autores, (2018).

V RESULTAOS DA RESISTÊNCIA Á COMPRESSÃO AXIAL

A Tabela 3 apresenta os resultados dos ensaios de resistência à compressão. Na tabela também é mostrado o coeficiente de variação obtido entre as amostras aos 7, 14 e 28 dias. Os valores foram obtidos através de uma média entre os corpos-de-prova rompidos, descartando-se aquele resultado cujo coeficiente de variação fosse maior que 10% a fim de dispor de maior confiabilidade nas análises.

Para o primeiro corpo de prova de referência foi obtido uma resistência aos 7 dias de 9 MPa com 8%, enquanto que o com 10% de argila atingiu uma resistência de apenas 12 MPa, fato que comprova o que foi mostrado em estudos anteriores que a influência da argila na resistência do concreto não ocorre de maneira imediata e se acentua ao longo do tempo.[9]

serem materiais que apresentam diferentes tensões superficiais pode ter contribuído para este resultado. Apesar disso, é possível afirmar que houve uma interação física entre os componentes do concreto, isto é, ocorreu um empacotamento das partículas existentes. [9]

V.1 ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DO PRODUTO EM MOLDE DE GARRAFA PLÁSTICA COM A APLICAÇÃO DE ÁGUA

Segundo a avaliação do resultado da Mistura, observou-se que o material estava apto a ser aplicado em moldes para experimentos. Neste caso foi feito um molde de garrafa plástica, onde foram usadas duas garrafas de 500ml, cortando-as ao meio. Feita a junção, o molde estava pronto para receber a aplicação do material.

Tabela 3: Resultado das Resistências dos Corpos de Provas

7 DIAS		14 DIAS		28 DIAS	
Mistura	MPA	Mistura	MPA	Mistura	MPA
8% AG	9	8% AG	17	8% AG	26
10% AG	12	10% AG	24	10% AG	37

Fonte: Autores, (2018).



Figura 17: Aplicação no Molde de garrafa plástica. Fonte: Autores, (2018).

Na etapa da aplicação do produto ao molde de plástico, foi analisado seu comportamento, visando que foi realizado com sucesso, enfatizando que não houve nenhum problema no procedimento. Feita esta etapa, passamos para o tempo de secagem, onde se espera 24 horas até o produto está totalmente seco no molde. No dia seguinte com experimento já aplicado e seco, a sua estrutura também foi avaliada e estava totalmente apta para o próximo passo, nesta situação foi feita a aplicação da água no molde. Esta etapa foi de grande importância, pois era ela que iria determinar se o material suportava a água que ali foi aplicada.

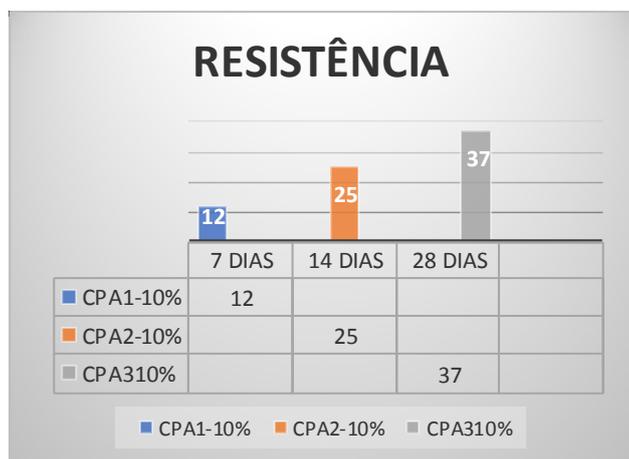


Figura 15: Resistência 10% de argila. Fonte: Autores, (2018).

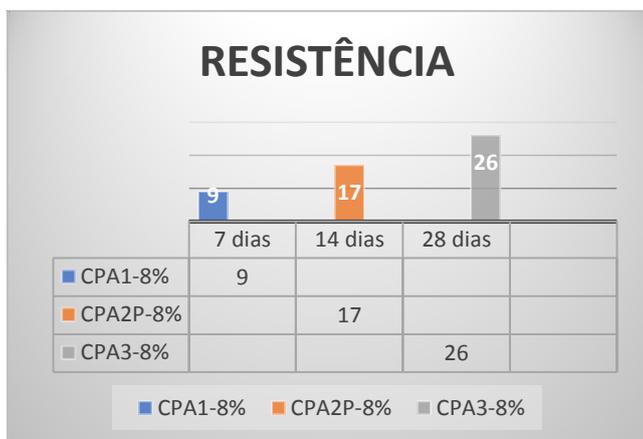


Figura 16: Resistência com 8% de argila. Fonte: Autores, (2018).

Aos 28 dias, a mistura com 8% de argila apresenta um pouco mais de 75% da resistência atingida pelo concreto de referência na mesma idade, já o concreto com 10% de argila esse indicativo foi de 83%. O fato da argila e o aditivo e cimento



Figura 18: Produto seco após aplicação. Fonte: Autores, (2018).

Depois da aplicação da água, o experimento ficou em observação por 4 horas, e análise que foi obtida, foi que a água não vazou para fora do material e nem do molde apresentado na Figura 17. [8]



Figura 19: Aplicação da água.
Fonte: Autores, (2018).

Dessa forma, se enfatiza-se que a implantação de Argila e Aditivo superplastificante em argamassa, é eficaz, tem durabilidade, resistência e estaria preparada para ser aplicada em tubos de drenagem profundas. A figura 18 mostra o resultado no Molde de garrafa plástica onde não houve vazamento de água.



Figura 20: 4 horas de observação.
Fonte: Autores, (2018).

V.2 ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DO PRODUTO EM MOLDE DE CONCRETO

Em virtude de todos os experimentos realizados desde a mistura com a implantação da Argila e aditivo superplastificante na argamassa e entre aplicações do material, todos estes testes foram bem sucedidos, para o experimento final deste projeto, foi feito dois moldes de concreto, onde ambos simbolizam um tubo de drenagem profunda em pequenas dimensões. A ideia geral do experimento é adequar o material realizado aos tubos de drenagens onde este produto serviria como uma argamassa colante, onde as características dos materiais aplicados pudessem neutralizar a passagem para fora da estrutura e dando maior resistência a mesma.



Figura 21: Produção dos Moldes.
Fonte: Autores, (2018).

O molde de pequena escala tem 15x6, 15 centímetros de diâmetro por 6 centímetros de altura, a mistura foi novamente aplicada neste molde como o seguinte traço: 1:0,50:0,25 (Cimento, areia, água), 7% de aditivo e 10% de Argila. O material foi aplicado com sucesso e está apto para ser usados em tubos de concreto. [14]



Figura 22: Moldes Prontos.
Fonte: Autores, (2018).



Figura 23: Aplicação no Molde.
Fonte: Autores, (2018).

Com os moldes prontos foi aplicado o produto, as avaliações foram positivas e material se comportou muito bem quando aplicado no molde, enfatizando que esse experimento está apto a ser aplicado em tubos de concreto, o resultado da aplicação é ilustrado na Figura 22 [8].



Figura 22: Resultado.
Fonte: Autores, (2018).

V.3 ANÁLISE DO RESULTADO DA IMPLANTAÇÃO DA ARGILA E SUPERPLASTIFICANTE EM ARGAMASSA

Foi observado durante o preparo das amostras usando argila e aditivo superplastificante na argamassa os resultados durante o processo de mistura, onde a argila se comportou muito bem formando uma massa homogênea e boa de se trabalhar, suas propriedades químicas trabalharam muito bem com as dos demais materiais. Também foi acrescentado o aditivo superplastificante onde o intuito era reduzir os índices de vazios e no final do processo dar uma boa resistência, o aditivo teve uma ótima reação na mistura.

Dessa forma, o processo de mistura onde se era observado a implantação do uso de material argiloso e aditivo superplastificante em argamassa para fim de usos em tubos de drenagem profundas foi um sucesso. O colante ficou exatamente como o esperado e a aplicação tanto no molde de concreto como de garrafa plástica foi bem sucedida.

Nos gráficos 1 e 2 apresenta-se os resultados dos ensaios. Percebe-se que o valor de abatimento para a mistura com 8% de argila mantém-se próximo a faixa estabelecida para a argamassa de referência, ao passo que a argamassa com 10% de argila apresentou um abatimento bem superior aos outros.

Pode-se dizer que a plasticidade do concreto melhorou ao aumentar o teor de Argila. Nesse caso, não necessitaria nem fazer uso de mais aditivo, pois só com a inserção da própria argila já foi adquirida uma boa trabalhabilidade. O correto seria manter a mesma consistência para ambas argamassas, variando apenas a adição de superplastificante, mas como se trata de um estudo exploratório não houve essa preocupação.

VI CONCLUSÃO

Com intuito de realizar novos experimentos, este estudo apresenta o uso de material argiloso e aditivo superplastificante em argamassa, com objetivo de alcançar resultados positivos que possam contribuir para ramo da Engenharia civil. Os materiais utilizados foram analisados e testados, verificando se eram compatíveis com os demais. Em processo de mistura foi avaliado que este procedimento é positivo quando implantados na

argamassa, obtendo resultados excelentes. Avaliando a mistura e suas características, o material foi aplicado em um molde de garrafa plástica e logo depois de seco foi posto a água para verificar se haveria vazamentos, em diversas observações, não houve vazamento, comprovando que o material eficaz e pode ser utilizado em tubos de drenagem profundas.

Com resultados positivos obtidos no primeiro teste, o material foi aplicado em um pequeno molde de concreto para simular uma aplicação em uma futura obra de drenagem, as análises foram precisas e empolgantes, onde o material se comportou muito bem. Diante disto, foi realizado o ensaio à compressão para encontrar a resistência desse material, foram moldados corpos de provas para 7,14,28 dias, sendo que em 28 dias a resistência com 10% de Argila e 7% de superplastificante foi de 37 Mpa, definindo que este produto também é resistente.

Boa Homogeneidade, textura, resistência e ótimas reações quando aplicados em moldes, este material apresenta um bom comportamento na mistura e é capaz de inibir a passagem da água para parte externa de um tubo de drenagem profunda.

Dessa forma, a implantação de material argiloso e aditivo superplastificante em argamassa é totalmente eficaz, onde esse experimento apresentou resultados positivos e que podem contribuir para futuras obras na construção Civil.

VII REFERÊNCIAS

- [1] ABCP, **Associação Brasileira de Cimento Portland e Aditivos. Emissão de CO2 oriunda da fabricação de cimento.** Disponível em <www.abcp.org.br/>. Acesso em 15 de setembro de 2012.
- [2] Andriolo, F. R., 1999, “**Relatório final – Panorama Brasileiro Fundamentos da Argila**”. In: Simpósio sobre reatividade álcali-agregado em estruturas de concreto, Goiânia: Comitê Brasileiro de Barragens e Furnas centrais Elétricas S.A., pp. 12-59.
- [3] Araújo, R. D. E. A., 2011, **Desenvolvimento de concretos de baixo impacto ambiental para a produção de elementos construtivos: contribuições à sustentabilidade das edificações.** In: 53º. Congresso Brasileiro do Concreto: IBRACON, Florianópolis, SC, Brasil.
- [4] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 248: **Agregados Determinação da composição granulométrica**, 2003.
- [5] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9776: **Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco Chapman**. Rio de Janeiro, 1997.
- [6] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5732: **Cimento Portland comum**. Rio de Janeiro, 1991.
- [7] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12653: **Materiais pozolânicos**. Rio de Janeiro, 1992.
- [8] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7222: **Argamassa e concreto – Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos-de-prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 1994.
- [9] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739: **Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 1994.

[10] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7215: **Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão – Método de ensaio**. Rio de Janeiro, 1997.

[11] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 67: **Concreto–Determinação de consistência pelo abatimento do tronco de cone**. Rio de Janeiro, 1998.

[12] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 53: **Agregado graúdo e miúdo – Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água**. Rio de Janeiro, 2003.

[13] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8522: **Concreto– Determinação dos módulos estáticos de elasticidade e de deformação e da curva tensão-deformação**. Rio de Janeiro, 2003.

[14] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: **Projeto de estruturas de concreto - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2007.