

UNIEVANGÉLICA – CAMPUS CERES

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**MARCONDES MARTINS DE ARAÚJO NETO
WASHINGTON NUNES DA SILVA**

**AVALIAÇÃO DO USO DE POLIACRILATO DE SÓDIO EM MISTURAS
CIMENTÍCIAS**

PUBLICAÇÃO N°:

CERES / GO

2020

**MARCONDES MARTINS DE ARAÚJO NETO
WASHINGTON NUNES DA SILVA**

**AVALIAÇÃO DO USO DE POLIACRILATO DE SÓDIO EM MISTURAS
CIMENTÍCIAS**

PUBLICAÇÃO Nº:

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA.**

ORIENTADORA: JANAÍNE MÔNICA DE OLIVEIRA SOUSA

CERES / GO: 2020

FICHA CATALOGRÁFICA

NETO, M. M. A.;
SILVA, W. N.;

AVALIAÇÃO DO USO DE POLIACRILATO DE SÓDIO EM MISTURAS CIMENTÍCIAS, 2020, 16p. (UniEVANGÉLICA, Bacharel, Engenharia Civil, 2020). TCC – UniEVANGÉLICA Curso de Engenharia Civil.

1. Polímeros	I. ENC/UNI
2. Poliacrilato de sódio	II. Título (Série)
3. Mistura cimentícia	

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

NETO, Marcondes Martins de Araújo. SILVA, Washington Nunes da; **Avaliação do uso de poliacrilato de sódio em misturas cimentícias**. TCC, Publicação nº, Curso de Engenharia Civil, Unievangélica, Ceres, GO, 16p. 2020.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DOS AUTORES:

Marcondes Martins de Araújo Neto

Washington Nunes da Silva

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO:

Avaliação do uso de poliacrilato de sódio em misturas cimentícias.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil ANO: 2020

É concedida à Unievangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. Os autores reservam outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito dos autores.

Marcondes Martins de Araújo Neto
Rua Geraldo B. Ferreira, Arlindo Silva
76315000 – Rianópolis/GO – Brasil

Washington Nunes da Silva
Chácara Água Branca, zona rural
76305000 – Nova Glória/GO – Brasil

**MARCONDES MARTINS DE ARAÚJO NETO
WASHINGTON NUNES DA SILVA**

**AVALIAÇÃO DO USO DE POLIACRILATO DE SÓDIO EM MISTURAS
CIMENTÍCIAS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL.**

APROVADO POR:

**Professora Mestre JANAÍNE MÔNICA DE OLIVEIRA SOUSA
Orientadora – UniEVANGÉLICA**

**Professor Especialista LUIZ TOMAZ DE AQUINO NETO
Examinador interno – UniEVANGÉLICA**

**Professor Mestre VITOR MAGALINI ZAGO DE SOUSA
Examinador interno – UniEVANGÉLICA**

CERES/GO, 18 de JUNHO de 2020.

AVALIAÇÃO DO USO DE POLIACRILATO DE SÓDIO EM MISTURAS CIMENTÍCIAS

Marcondes Martins de Araújo Neto¹

Washington Nunes da Silva²

Janaíne Mônica de Oliveira Sousa³

RESUMO

Os polímeros superabsorventes estão presentes no dia a dia em diversas formas, por exemplo, em fraldas descartáveis e insumos agrícolas, porém o seu uso como agregado em misturas cimentícias vem sendo estudado em pequenas proporções com finalidades bem específicas, a fim de reduzir a retração em concretos de alta resistência (ORDÓÑEZ, 2013), o presente estudo visa avaliar o uso em proporções maiores do que as utilizadas pela pesquisadora, a fim de criar uma mistura que tenha uma parte do peso e volume, substituída pelo polímero hidratado com água de amassamento, criando ao final da cura orifícios vazios em meio a mistura cimentícia, reduzindo o seu peso em relação ao traço original da mistura e a sua viabilidade de uso no concreto. Nos experimentos realizados foi observado vários pontos, também analisados pela pesquisadora (ORDÓÑEZ, 2013), a redução de peso, a necessidade de se incorporar maiores quantidades de água, e a redução do volume final após a cura. De todas as misturas analisadas a combinação de poliacrilato de sódio e vermiculita apresentou melhores resultados de trabalhabilidade, mecânicos e de redução de peso, logo nos primeiros dias após a moldagem.

Palavras-chave: Polímeros. Poliacrilato de sódio. Mistura cimentícia.

¹ Discente do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Anápolis (UniEVANGÉLICA) – Campus Ceres. E-mail: marcondesmartins@hotmail.com

² Discente do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Anápolis (UniEVANGÉLICA) – Campus Ceres. E-mail: eng.washington.nunes@gmail.com

³ Mestre, professora do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Anápolis (UniEVANGÉLICA) – Campus Ceres. E-mail: monica.janaine@gmail.com

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. MATERIAL E MÉTODOS	7
2.1 Traço	7
2.2 Hidrogel	7
2.2.1 <i>Formulação</i>	9
2.2.2 <i>Aplicação</i>	9
2.2.3 <i>Utilização</i>	9
2.3 Ensaio de ruptura	9
2.4 Aplicação em água para o amassamento	10
2.5 Aplicação direta na mistura da argamassa	10
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	15
REFERÊNCIAS	16

1 INTRODUÇÃO

Diversos são os problemas enfrentados diariamente pela engenharia civil, um deles é a formulação de um concreto leve e resistente que atue de forma estrutural, um exemplo bem comum são os fôssos de elevadores e escadas rolantes, nos quais seus equipamentos, além de atuarem como cargas pontuais em lajes entre pisos de grandes prédios comerciais, ainda possuem a necessidade de serem protegidos com uma camada de concreto de resistência suficiente para resistir ao peso de algumas, se não, várias pessoas.

A adição de misturas cimentícias, para se obter concreto de resistência leve, é comum a utilização de materiais, agregados leves, como a vermiculita, argila expandida e poliestireno expandido, como forma de redução de peso. Mehta, (2008, apud SILVA, 2016) afirma que microestrutura desses agregados são constituídas por sistema celular de poros isolados entre si por paredes impermeáveis justificando valores de baixa massa específica e unitária.

A porosidade do concreto é obtida pela relação entre o volume de vazios e o volume de sólidos (PETRUCCI, 1973).

As propriedades do concreto poroso dependem da granulometria, quantidade de cimento, relação água/cimento e quantidade de vazios (AZAÑEDO, 2007).

Visando reduzir a massa final do concreto, e analisar os efeitos do polímero em massa e resistência, é proposto no presente estudo a utilização de poliacrilato de sódio, comumente chamado de hidrogel, é um polímero superabsorvente utilizado amplamente em agronomia com finalidade de reter a água, evitando assim o fenômeno de percolação e carreamento dos nutrientes para zonas abaixo da linha de acesso da raiz das plantas, fazendo a sua liberação lenta e gradual para a planta conforme sua necessidade, durante seu tempo de vida útil.

O presente estudo, usa o poliacrilato de sódio, polímero este analisado, aonde se possui a vantagem de grande aumento de seu volume e massa, absorvendo água, que por sua vez é consumida pelo processo de cura ou simplesmente evaporada com o tempo, e com isso proporcionando uma perda maior no seu peso final.

Segundo Mendonça et al., (2013), o hidrogel é um polímero retentor de água capaz não somente de armazenar várias vezes o seu volume inicial em água, como também é capaz de liberar lentamente esse volume para o meio em que se encontra, de forma cíclica ao longo de sua vida útil, que pode ser alterada de acordo com o meio em que o material se encontra, o material já tem amplo estudo e aplicações no cultivo de plantas como retentor de água, a fim de evitar o carreamento de nutrientes e fertilizantes das camadas superficiais do solo.

Propriedades do hidrogel e suas aplicações práticas, foram pouco estudadas para misturas cimentícias voltadas principalmente a misturas de grandes resistências.

Contudo, neste estudo, pretende-se analisar misturas de média resistência, tangíveis também a obras de pequeno e médio porte. Fundamentando em estudos já realizados nas áreas das ciências agrárias, é possível teorizar construções de pavimentos leves, possibilitando construções sustentáveis de baixo custo e fácil produção, redução de patologias relacionadas a elevada temperatura do calor de hidratação em estruturas de grande volume de concreto, como também a produção de um concreto mais leve com resistências próximas às normais, devido ao índice de vazios que será deixado para trás após a absorção do volume de água que envolvia o material, propriedade que poderá ser utilizada em vários fins, como isolamento acústico e permeabilidade de pavimentos.

Justifica-se que, o presente estudo visa analisar algumas das propriedades do hidrogel em misturas de concreto, afim de analisar seus efeitos e com isso desenvolver uma mistura cimentícia para o uso em construções mais sustentáveis.

A relação A/C (água/cimento, CASTRO, 2017) nos mostra que um elevado volume de água na massa afeta diretamente a resistência final do concreto, porém um baixo teor de água dificulta a aplicação em campo.

O baixo custo do material em relação ao seu consumo tem se mostrado promissor, de acordo com as especificações da marca (Acqua gel para plantio), 5 gramas do produto é capaz de reter em média 1 litro de água, lembrando que se trata de um produto agrícola de fácil acesso e de uso não controlado, e não prejudicial ao meio ambiente, se decompondo em 6 meses após sua aplicação, conforme as especificações da marca.

A relação custo/rendimento superior à de diversos materiais superabsorventes utilizados com a mesma finalidade em misturas cimentícias, obtém-se seu rendimento de, 1 quilograma de hidrogel possui a capacidade estimada de reter 200 litros de água, especificações da marca, volume extra que pode ser utilizado de forma calculada.

O objetivo geral da pesquisa realizada é criar uma mistura cimentícia que possa facilmente ser executada e sem grandes interferências no custo, que possa ser utilizada sem necessidade de equipamentos específicos para a aplicação do hidrogel, demonstrando a possibilidade da mistura do componente ao concreto ser leve e resistente.

Para tanto, este trabalho de conclusão de curso de Engenharia Civil, cujo título é: “Avaliação do uso de poliacrilato de sódio em misturas cimentícias.”

Em sequência, apresenta-nos materiais e métodos utilizados para a realização da pesquisa, tendo como base os objetivos gerais, bem como, os resultados e discussão da mesma, demonstrando a relevância e seriedade desses dados encontrados.

Ainda se encontram no trabalho, as considerações finais e as referências.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Traço

Visando o acesso universal, será utilizada uma dosagem empírica, aceita tanto pela comunidade científica como de uso ordinário, como estudado por (TUTIKIAN, 2011).

O traço referenciado como original da mistura cimentícia, ao decorrer do texto é oriundo de conhecimento empírico, adotado na forma de massa-volume nas seguintes partes: cimento (1), Areia (2) e água (0,44), sendo transcrito na forma de 1:2:0,44.

Os experimentos foram executados da seguinte forma.

A primeira série foi designada como padrão (original), contendo o traço em sua integridade, precedido de séries com substituição de 10% e 20% do volume total do corpo de prova por água de amassamento, e séries com substituição de 10% e 20% do volume total do corpo de prova por água de amassamento, com a adição do polímero, possibilitando comparações dos efeitos do polímero no experimento com o outro equivalente, sem a adição do polímero, como também, a comparação com o experimento com o traço padrão.

Por fim, foi realizado um teste de reatividade com o aço em solução saturada de hidrogel.

2.2 Hidrogel

Figuras 1 e 2 – Hidrogel Puro



Fonte: Próprio autor (2020)

Na agronomia, os Hidrogéis já são amplamente utilizados, devido às suas propriedades comprovadas de retenção e liberação gradual de água para o meio onde se encontra as plantas (AZEVEDO, 2002), favorecendo o crescimento e evolução em períodos de estiagem ou em veranicos (período sem chuva na estação chuvosa) este último por vezes tem causado grandes prejuízos afetando diretamente a o rendimento safrá (MENDONÇA et al., 2013).

A tecnologia de concretos não convencionais é estudada a quase 3 décadas, como nos mostra em seu livro (Nonconv. Concr. Technol, 1997), e assim abrindo caminho para novas tecnologias, como a relatada neste trabalho.

Figura 3 – Hidrogel hidratado



Fonte: Próprio autor (2020)

Constatada a falta de material acadêmico direcionado para engenharia civil a respeito do poliacrilato de sódio, se fez necessário diversos ensaios, para a definição de um caminho de exploração do componente em misturas cimentícias.

Diversos ensaios exploratórios, não documentados de forma detalhada foram realizados, afim de determinar um caminho a seguir com a análise.

Na moldagem, optou-se por adotar tubos de PVC (policloreto de vinil) de 50mm x 100mm e em uma das extremidades vedada com cap (tampa), específica para o tubo, afim de obter maior exatidão nos resultados.

Observando os estudos de (TUTIKIAN, 2004) para concretos auto adensáveis, prevendo um aumento significativo da plasticidade devido ao volume excedente de água, é possível projetar essas propriedades em algum grau no experimento.

Optou-se para explorar o componente em três aspectos: formulação, aplicação e utilização.

2.2.1 Formulação

O componente é oriundo da indústria agrícola, vendido em frações de quilogramas, tem finalidade amplamente difundida por retenção de água na proporção de 1 litro para cada 5 gramas do produto puro, de acordo com as especificações da marca (Acqua gel para plantio).

Em testes, foram analisados a velocidade de hidratação e a capacidade real de absorção, em ambos os casos os resultados referentes a absorção foram próximos ao especificado, mas a velocidade de hidratação acontecia de forma lenta.

Foi observado que à medida que o produto era adicionado melhorava, optou-se então por uma relação de 5 gramas para cada 200 mililitros de água, em uma forma densa, similar a raspa de gelo.

2.2.2 Aplicação

A água utilizada na produção do concreto tem duas funções principais: reagir quimicamente com as partículas de cimento e controlar a trabalhabilidade (AÏTCIN,1995 apud PRADO, 2006).

O componente tem a capacidade de reter algumas moléculas solúveis em água, visando isso, surgiu a hipótese de análise de aplicação em água pura e em argamassa pronta, sendo acrescentado como último componente.

2.2.3 Utilização

O componente demonstrou que uma vez aplicado, quanto mais tempo gasto misturando, menos denso se tornava, chegando à fluidez próximo a da água, optou-se na aplicação na finalização da mistura.

Após a etapa de exploração e análise do componente, formulou-se dois métodos de aplicação: aplicação direta na água, e aplicação finalizando o processo de amassamento.

2.3 Ensaios de ruptura

O concreto é o material de construção mais importante e mais utilizado na construção civil. É resultante da mistura de aglomerante, agregados miúdos e agregados graúdos com água (SILVA, 1991).

Definido os métodos de aplicação e utilização, deu-se início às moldagens dos corpos de provas, previstos em suas respectivas proporções, definidas previamente, optou-se analisar dois modos de aplicação, afim de aferir as qualidades de absorção de outras moléculas pelo componente.

Adotou-se um coeficiente de retenção de água para avaliar a dificuldade imposta ao cimento em concorrer pela água com o hidrogel e a evaporação ambiente. Em ensaios exploratórios foi visível, pela tonalidade em comparação ao traço original, aonde que o mesmo havia muito mais água retida, o que pode afetar em curto e longo prazo a sua resistência.

O coeficiente de cura se trata de uma relação entre o peso dos componentes secos e a água contida.

Todos os corpos de prova foram submetidos a cura seca em local ventilado, em temperatura ambiente, que na região do centro-oeste brasileiro na cidade de Ceres-GO onde a temperatura varia entre 26 e 32°C.

A cura húmida não foi analisada pelo fato de que o poliacrilato de sódio, em sua meia vida (6 meses), mantém a capacidade de absorver água novamente.

2.4 Aplicação em água para o amassamento

O método mostrou-se problemático, ao primeiro momento o componente denso, não transfere a água para a mistura de argamassa de forma homogênea e com o passar do tempo o amassamento faz com que o componente perca sua estrutura semirrígida, e torne-se cada vez mais fluído, chegando ao ponto de fluidez próximo ao da água.

Nos ensaios realizados utilizando esse método de aplicação, utilizou-se a mistura via seca dos agregados e cimento da argamassa, acrescentando-se o componente hidratado ao final, deixando-se misturar a massa por 4 minutos.

Como resultado obteve-se uma grande redução da resistência final, quando comparada ao traço original, observou-se fisicamente a segregação do componente neste tipo de aplicação, aonde que o componente migra para a parte superior dos corpos de prova, em geral a aparência física é mais rústica, ao qual se dá a redução de volume final após a cura, com elevados índices de cavidades em substituições mais elevadas.

2.5 Aplicação direta na mistura da argamassa

O método observado como mais eficiente, onde o componente é aplicado após a mistura da argamassa incluindo a água, após a aplicação houve uma janela maior para a mistura, chegando próximo de 5 minutos antes de se tornar fluído novamente.

Tanto a aparência quanto a performance após a cura se destacaram com esse método, visivelmente o componente foi capaz de absorver moléculas de cimento incorporando melhor na mistura, reduzindo as cavidades nos corpos de prova.

Neste método também foi possível ver uma retenção de água através da tonalidade, no qual a retração do volume final foi pequena se comparada ao outro método analisado.

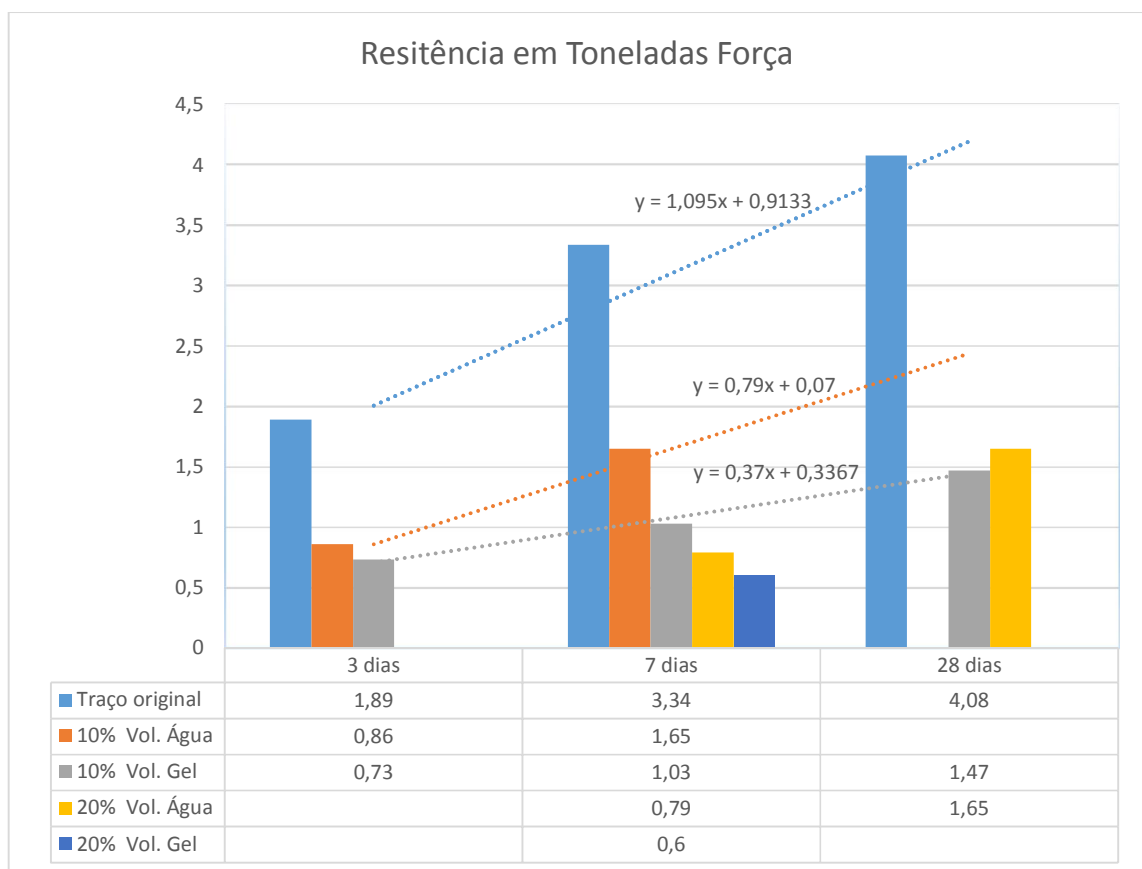
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Seguindo os princípios da metodologia científica explanados por (Lakatos et al., 2003) e adaptados para a nossa realidade, estabeleceu-se os experimentos em 3 séries distintas (traço original, 10% e 20%) cada uma com 3 repetições, e cada repetição composta por 3 espécimes, rompidas na seguinte ordem 3, 7 e 28 dias, a fim de coletar melhor os dados distribuídos da seguinte forma:

Identificação contendo a série, quantidade de hidrogel utilizado, repetição e dia; resistência (tonelada força); peso (gramas); relação resistência - peso (Mpa/gr – Megapascal/gramas).

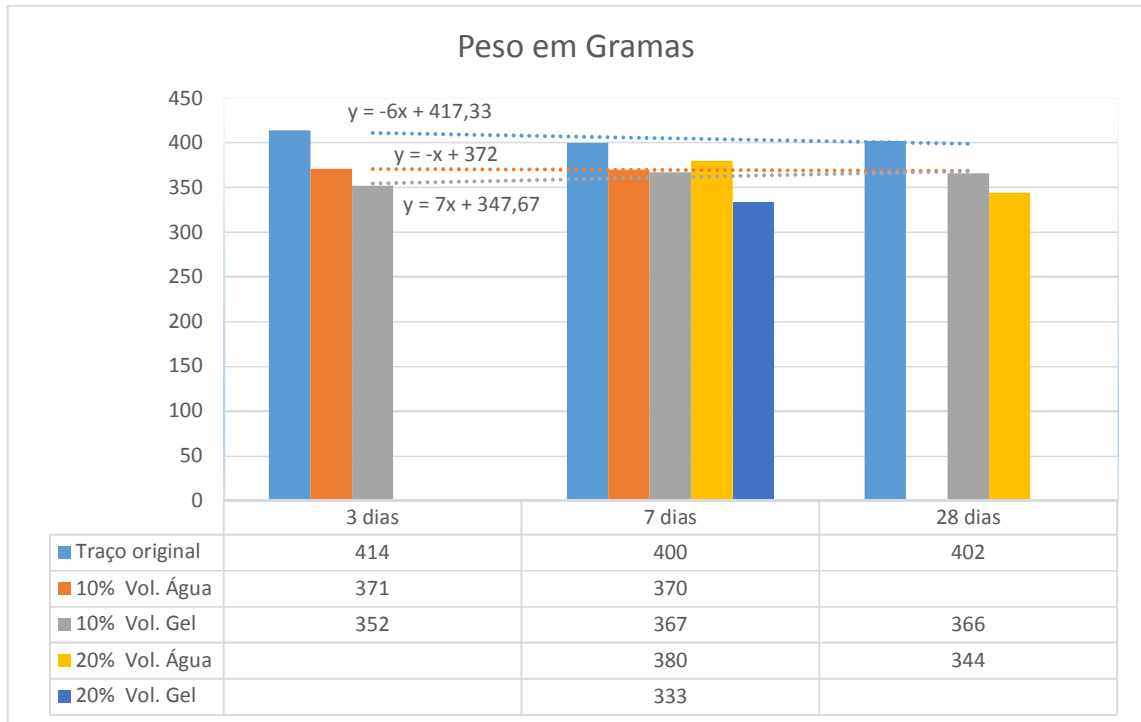
Para os ensaios foi utilizado cimento CII-F-32, areia grossa lavada e água tratada.

Gráfico 1 – Resistência em toneladas força



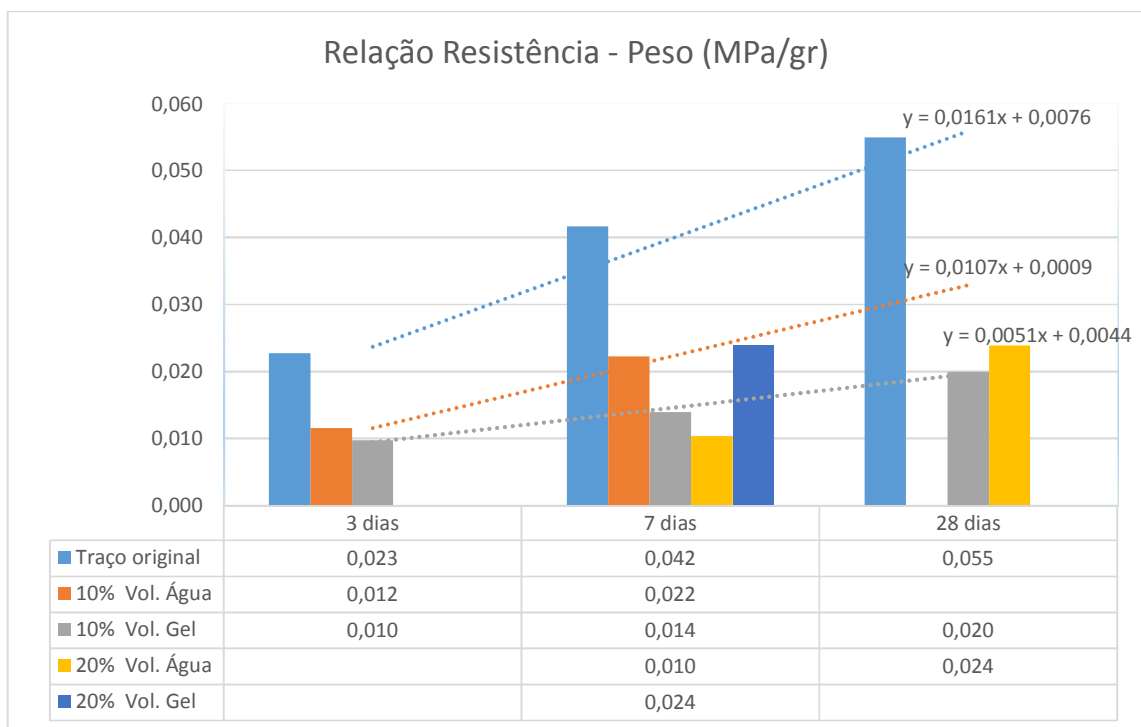
Fonte: Próprio autor (2020)

Gráfico 2 – Peso em gramas



Fonte: Próprio autor (2020)

Gráfico 3 – Relação resistência – peso (Mpa/gr)



Fonte: Próprio autor (2020)

Do mesmo modo que observado por (ORDÓÑEZ, 2013) em misturas de alta resistência, foi encontrado uma redução da resistência dos corpos de prova, outrora valores insignificantes na perda de resistência encontrados pela pesquisadora em pequenas adições, valores significantes encontrados em maiores proporções afetando drasticamente a resistência a compressão, e igualmente significativas em relação ao peso final.

Ordóñez, 2013, buscou uma maneira de reduzir a retração do concreto aplicando polímeros superabsorventes.

A cadeia de experimentos buscou reduzir o peso final da mistura cimentícia, aplicando substituições de seu volume total por hidrogel e água.

No experimento foi observado grandes retrações considerando-se que grande parte do volume total fora substituído por volume de polímero hidratado com água, já se era esperado, o fenômeno observado em misturas com substituições maiores que 10% de seu volume total.

Os resultados apresentaram grande perda de resistência com o aumento do volume de hidrogel hidratado condizendo com a relação Água/Cimento, pois o seu volume detém grande quantidade de água, porém observados resultados levemente maiores para o método de aplicação em mistura pronta, ou seja, após a adição de todos componentes da mistura exceto o hidrogel observado também que o aspecto físico deste método obteve melhor aparência que o método de aplicação com o hidrogel hidratado.

Um ponto peculiar observado, foi que a porcentagem de retenção de água em corpos de prova com a substituição do volume total por hidrogel, ficava a baixo do experimento da série o qual o volume era substituído por água pura, ao contrário do esperado, a água se perde mais rapidamente com a aplicação do hidrogel.

O ensaio de reatividade com o aço, não apresentou nenhuma alteração visual no corpo de prova durante os 40 dias de observação, o ensaio se fez necessário por haver sódio na composição do hidrogel, elemento alcalino altamente reativo, mesmo em solução supersaturada afim de acelerar o processo de reação.

Figuras 4 e 5 – Ensaio exploratórios



Fonte: Próprio autor (2020)

Figura 6 – Concreto com hidrogel



Fonte: Próprio autor (2020)

Figura 7 – Ensaio de ruptura



Fonte: Próprio autor (2020)

Figura 8 – Pequenas cavidades resultantes pela desidratação do hidrogel



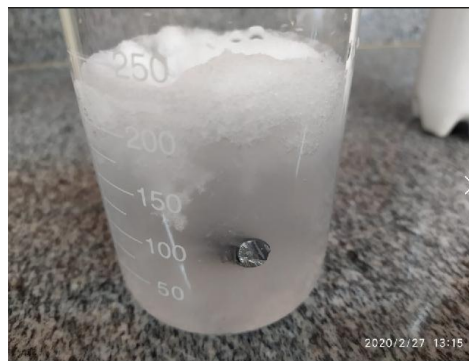
Fonte: Próprio autor (2020)

Figura 9 – Textura Fluida de mistura com 20% do volume substituído por hidrogel, onde se misturou por mais de 5 minutos após a adição.



Fonte: Próprio autor (2020)

Figura 10 – Teste de reatividade com o aço em solução saturada, com 5gr hidrogel/200ml água.



Fonte: Próprio autor (2020)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O hidrogel detém propriedades dignas de atenção, os ensaios realizados de forma exploratória, demonstraram várias possibilidades de serem utilizadas na construção civil, demonstrando uma nova tecnologia a ser explorada.

Houveram diferenças de resistências entre o mesmo traço, alterando-se o modo de aplicação, ou seja, o poliacrilato de sódio interfere reduzindo a resistência final da mistura cimentícia analisada.

O estudo mesmo que breve, conseguiu atingir o objetivo de criar uma mistura cimentícia leve, apenas misturando e calculando as substituições necessárias.

Um estudo mais detalhado seria o ideal, embasado neste estudo exploratório executado, podendo ser possível aprofundar em melhores conjunturas de aplicações utilizáveis da mistura cimentícia, o hidrogel, em construções de engenharia civil em um futuro próximo.

REFERÊNCIAS

- AZAÑEDO, W. H. M., HELARD, C. H., MUÑOZ, R. G. V., **Diseño de mezcla de concreto poroso con agregados de la cantera La Victoria, cemento pórtland tipo i con adición de tiras de plástico, y su aplicación en pavimentos rígidos, en la Ciudad de Cajamarca**, Universidade Nacional de Cajamarca, 2007.
- AZEVEDO, Tédson Luis de Freitas; BERTONHA, Altair; GONÇALVES, Antônio Carlos Andrade. **Uso de hidrogel na agricultura. Revista do Programa de Ciências Agroambientais**, v. 1, n. 1, p. 23–31, 2002.
- CASTRO, M. P. B. **Dosagem de Concreto. Dosagem de Concreto**. Materiais Naturais e Artificiais, 2017.
- LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica, Fundamentos de metodologia científica**. [S.l: s.n.], 2003.
- MENDONÇA, Thaís Gradizoli et al. **Hidrogel como alternativa no aumento da capacidade de armazenamento de água no solo**. Water Resources and Irrigation Management, 2013.
- Nonconventional Concrete Technologies. [S.l: s.n.], 1997. TUTIKIAN, Bernardo Fonseca. **Método para dosagem de concretos auto adensáveis**. Ufrgs, 2004.
- ORDÓÑEZ, S. T. L. **Mitigação da Retração Autógena em Micro concretos de Alta Resistência com Adição de Polímeros Superabsorventes e Aditivo Redutor de Retração**. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil). Publicação E.DM-002A/13, Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 160p. 2013.
- PETRUCCI, E. G. R. **Concreto de cimento portland**. 2º edição, 277p. Ed. Globo, Porto Alegre, 1973.
- PRADO, L. A. **Módulo de deformação estático do concreto de Baixa e alta relação a/c pelo método ultrassônico**, 2006, 226p. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia Civil - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.
- SILVA, F. H. L., SAMPAIO, Z. L. M., EUSTÁQUIO, H. M. B., ALBUQUERQUE, A. A., CAMPELO, M. S., SILVA, I. O. B., AMORIM, A. S., CABRAL, F. R. **Análise das propriedades de blocos de concreto leve visando o atendimento da norma de desempenho**. 2p. Natal, RN, Brasil, 2016.
- SILVA, M. B. **Materiais de Construção**. 2ª Ed. Rev. PINI. São Paulo, 1991.
- TUTIKIAN, Bernardo Fonseca; HELENE, Paulo. **Dosagem dos Concretos de Cimento Portland**. Concreto: Ciência e Tecnologia, 2011.