Anais do Congresso Brasileiro de Patologia das Construções
CBPAT2016

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

ESTUDO DE ÁGUA SUBMETIDA A UM CAMPO QUÂNTICO UNIFICADO EM MATRIZ DE CIMENTO PORTLAND

W. DO NASCIMENTO ALVES
Acadêmico de Eng. Civil
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Mato Grosso do Sul; Brasil
weslleydonascimento@gmail.com

S. R. BERTOCINI
Mestre Eng. Civil
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Mato Grosso do Sul; Brasil
sandra.bertocini@ufms.br

E. E. SANTOS
Acadêmica de Eng. Ambiental
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Mato Grosso do Sul; Brasil
elvinainayaes@gmail.com

RESUMO

Muito pouco tem se estudado as caracteristicas químicas e físicas da água de amassamento, sendo esta de grande importância na hidratação do Cimento PortlandEstudos mostram que a magnetização da água proporciona uma redução de sua tensão superficial, por consequência uma melhor hidratação do cimento Portland. Com essa característica, há uma mudança na reologia do concreto, tanto no estado fresco quanto no endurecido, com aumento de resistência a compressão, trabalhabilidade e consistência. A partir dessa aplicação é possível verificar um aumento significativo na compressão, trabalhabilidade e redução de cimento Portland, garantido a durabilidade da matriz, sendo possível sua aplicação em grandes empresas de concretagem.

Palavras-chave: água magnetizada, durabilidade, tensão superficial.

ABSTRACT

Very little has been studied about the chemical and physical characteristics of the water that is used in concrete mixtures, which is of great importance in the hydration of Portland cement. This study investigated the use of water in paste by comparative tests between well water used at the Federal University Mato Grosso do Sul Foundation and water subjected to a magnetizing device, called "magnetized water". Studies show that water magnetization provides a reduction of its surface tension, therefore a better hydration of Portland cement. These properties generate a change in the rheology of fresh and hardened concrete. The compression resistance, workability and consistency also increase. With this application, it is possible to experience a significant increase in compression and workability, as well as a reduction of Portland cement in the mixtures. Guarantying durability of the cementitious matrix may turn this application a valuable alternative in large companies of concrete.

Keywords: magnetized water, durability, surface tension.

1. INTRODUÇÃO

A água de amassamento é necessária para que ocorra a hidratação adequada do concreto e de seus agregados. Seu estudo se faz necessário para que se tenha um concreto de melhor qualidade. Têm surgido em diversos países como Rússia, Japão, Estados Unidos e também no Brasil, pesquisas relacionadas à água magnetizada utilizada em concretos. Estudos realizados pelo departamento de Engenharia e Materiais de Construção (DEMC) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) revelaram que a magnetização da água a torna mais fluida e com uma maior capacidade de hidratação devido à redução de sua tensão superficial [1].

Ensaios revelaram que utilizar a água magnetizada, no lugar da água convencional proveniente das torneiras ou poços, faz com que um determinado traço de concreto tenha um aumento considerável na sua resistência à compressão e, devido a este acréscimo, tem se um ganho econômico por parte das indústrias concreteiras visto que, há principio, pode-se reduzir a quantidade de cimento utilizado mantendo-se a mesma resistência desejada [1].

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

A capilaridade, o índice de vazios e a massa específica dos concretos confeccionados com água magnetizada apresentam também melhores resultados, pois como a tensão superficial da água diminui ocorre uma melhor combinação entre os materiais constituintes do concreto e maior redução dos seus poros.

Ensaios como turbidez, condutividade elétrica, pH e salinidade são parâmetros importantes da água a serem avaliados. A turbidez é analisada segundo a presença de partículas sólidas em suspensão, que diminuem a transparência da água, sendo a medida por meio de um feixe de luz que atravessa certa quantidade de água. Medida pela capacidade de uma solução aquosa de conduzir uma corrente elétrica devido à presença de íons, a condutividade elétrica varia com a concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas na água e com a temperatura.
O pH é utilizado pra indicar a molaridade dos íons H_3O^+ presentes em uma solução. A sua escala é compreendida entre 0 e 14, e indica se o meio é ácido, básico ou neutro, quando o pH for menor, maior ou igual a 7, respectivamente. Já a salinidade mede a quantidade de sais dissolvidos na água de lagos e reservatórios, neste caso, na água de poço [2].

O cimento, quando hidratado, sofre uma reação química exotérmica que resulta no seu endurecimento, e a aguá têm grande importância neste processo. Porém, quando na massa do concreto fresco existe mais água do que o cimento necessário para endurecer, este excesso não é absorvido na reação e "sobra" água no concreto. Parte desse excedente de água migra do interior para a superfície da massa do concreto, formando canalículos no seu interior. Após o endurecimento e a perda de toda a água de amassamento por evaporação, o concreto apresenta vazios no formato de bolhas e canalículos, que são os responsáveis pela redução da resistência e da impermeabilidade do concreto [3].

É de amplo conhecimento que o cimento é o material mais caro na produção de um concreto e, ao utilizar a água magnetizada tem-se uma diminuição da quantidade de cimento empregado, obtendo-se um produto final mais barato. Além disto, esta redução também proporciona um concreto mais sustentável, pois se reduz a quantidade de matéria prima extraída da natureza, minimizando eventuais impactos ambientais oriundos desta extração em massa.

A água magnetizada também apresenta diversos benefícios para a saúde humana, como melhor oxigenação sanguínea, e para os animais e vegetais. Diversas pesquisas já foram realizadas utilizando como tema principal a água magnetizada, e estes estudos e pesquisas podem ser encontradas no site da Global Health Library, da Organização Mundial da Saúde (OMS).

1.1. Objetivo

Este trabalho estudou a aplicação de água de amassamento em matriz cimentícia através de ensaios comparativos entre água de poço usada na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e água submetida a um campo quântico unificado por meio de um aparelho magnetizador, chamada "água magnetizada". Realizando estudos de concreto no estado fesco e endurecido através de ensaios físicos e mecânicos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho foi realizado um estudo prévio de concreto e pasta de cimento Portland e análise das águas utilizadas. Foram ensaiados 2 (dois) traços, um com concreto (água, cimento Portland, agregados graúdos e miúdos e aditivo) e outro com pasta de cimento (água e cimento). Além disto, ensaios de turbidez, condutividade elétrica, pH e salinidade foram executados com as águas.

2.1. Água de Amassamento

Foco deste trabalho, a água de amassamento é de fundamental importância para a correta hidratação do concreto, sendo, de um modo geral, adequada ou não segundo a ABNT NBR 15.900/2009. Turbidez, condutividade, pH e salinidade foram alguns dos parâmetros estudados.

Relacionada à qualidade da água empregada no concreto, esta é de extrema importância principalmente no concreto armado, onde a presença de cloretos pode provocar corrosões nas armaduras. Um dito popular no meio da construção civil fala que "a água boa para o concreto é aquela que se pode beber". Não rigidamente, esse cuidado pode e deve ser tomado quando não se dispõe de uma análise química da água a ser empregada [4].

As figuras 1 e 2 mostram os ensaios da água de amassamento sendo executados no Laboratório de Qualidade Ambiental (LAQUA) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459



Figura 01 – Ensaio da água de poço (AP)



Figura 02 – Ensaio da água magnetizada (AM)

2.2. Resistência à Compressão

Para uma completa pesquisa em relação à eficiência da água magnetizada foram feitos 2 tipos de ensaio, conforme dito anteriormente. O primeiro foi realizado com um traço de concreto composto de areia natural, brita 01, cimento, plastificante e água (traço 01). O segundo teve como princípio estudar apenas a reação da água com o cimento, analisando uma matriz cimentícia composta somente por estes dois elementos (traço 02).

Em um primeiro momento foram moldados corpos de prova (CP's) conforme ABNT NBR 5738/2015 *(Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova).*

O primeiro traço (Traço 01), com 16 CP's, possuía massa total de agregados (graúdos e miúdos) igual a 4,5 (m = 4,5), e teor de argamassa igual a 49%, definido em virtude dos materiais constituintes do concreto disponíveis em Campo Grande/MS.

Um dos processos mais usuais para se conhecer a trabalhabilidade a partir da consistência do concreto, tanto nas obras quanto nos laboratórios, é o ensaio de abatimento do tronco de cone (Slump Test), regulamentado pela NBR NM 67/1998. O Slump utilizado foi de 100±20mm. Determinou-se que seria realizado ensaio de abatimento imediato após a mistura e depois de 15 minutos.

Relacionado ainda à trabalhabilidade do concreto tem-se a utilização de aditivos plastificantes, tendo como objetivo reduzir a quantidade de água de amassamento na mistura de concreto. O plastificante foi empregado em uma proporção de 0,6% em relação à massa de cimento.

Abaixo segue a *Tabela 01* com um resumo do traço 01, no qual foi subdividido em mistura AP e AM, que serão aqui definidos como:

Mistura AP (água de poço): Padrão utilizando água convencional de poço da UFMS, não-magnetizada;
Mistura AM (água magnetizada): Mesmo traço de AP, contudo substituindo a água convencional por água magnetizada.

Tabela 01 – Resumo do traço 01

Traço 01		
	Mistura AP	**Mistura AM**
m – Massa total de agregados	4,5	4,5
α – teor de argamassa	49%	49%
Proporção dos materiais empregados no concreto		
Cimento CP-V ARI	1	1
Areia Natural	1,7	1,7
Brita 01	2,8	2,8
Plastificante	0,006	0,006
Água	0,45	0,47

As figuras 3,4 e 5 mostram o reservatório de armazenamento das águas (AP e AM), a execução do Slump Test e o ensaio de compressão, respectivamente.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459



Figura 3 – Armazenamentos das águas



Figura 4 – Realização do ensaio de compressão



Figura 05 – Detalhes dos CP's rompidos

2.3. Resistência à tração na flexão

Em um segundo momento foi moldado corpos de prova segundo especificações da NBR 13.276/2005, definindo-se como traço 02. Prismáticos (4x4x16mm), os corpos de prova seguiram a mesma classificação do primeiro traço (traço 01), ou seja, aqueles confeccionados somente com água convencional de poço da UFMS e cimento receberam a denominação de Mistura AP, e aqueles preparados com água magnetizada e cimento denominaram-se Mistura AM. Os ensaios foram realizados utilizando matriz cimentícia, pois desta forma ter-se-ia uma melhor análise do comportamento da água, sem a interferência de outros componentes, como os agregados miúdos e graúdos e plastificante, testados anteriormente.

A tabela 02 abaixo mostra os dados referentes à confecção dos CP's.

Tabela 02 – Resumo do traço 02

Traço 02		
	Mistura AP	Mistura AM
Cimento	1	1
Água	0,5	0,5

O concreto é um material que apresenta baixa resistência à tração e normalmente não se pode contar com a ajuda desta. Porém é necessário conhece-la, pois esta pode estar relacionada diretamente com a capacidade resistente da peça quando submetida a esforços cortantes e fissuração [5].

Os ensaios de resistência à tração na flexão seguiram a NBR 13.279/2005 e foram realizadas no laboratório de materiais de construção civil da UFMS, utilizando uma máquina universal de ensaios, com capacidade de 120 tf.

Conforme estabelecido pela norma, o ensaio de tração na flexão deve seguir tal fórmula:

$$R_f = \frac{1{,}5 . F_f . L}{40^3} \quad (1)$$

Sendo:
R_f – a resistência à tração na flexão, em megapascals;
F_f – é a carga aplicada verticalmente no centro do prisma, em newtons;
L – é a distância entre os suportes, em milímetros.

Nas figuras 6 e 7 abaixo têm-se a execução dos ensaios de índice de consistência e de tração na flexão.



Figura 06 – Ensaio de índice de consistência



Figura 07 – Ensaio de tração na flexão

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Água de Amassamento

Abaixo, na tabela 03 tem-se um comparativo das características das 2 águas de amassamentos estudadas, a água convencional de poço da UFMS (AP) e a água magnetizada (AM).

Tabela 03 – Resumo dos parâmetros estudados das águas

Água de Amassamento		
	AP	**AM**
Turbidez	0,26	0,48
Condut. Elétrica (µS/cm)	38,6	40,2
pH	6,92	6,98
Salinidade	0	0

Como se pode ver, a água magnetizada apresenta maior turbidez quando comparada com a água sem tratamento, porém possui maior condutividade elétrica e ligeiramente maior pH, praticamente sendo classificadas como neutras. Em relação a salinidades, ambas não apresentaram nenhuma quantidade de sais dissolvidos.

3.2. Resistência à compressão

A partir deste traço 01 definido, foi feito o ensaio de resistência à compressão conforme a ABNT NBR 5739/2007 (*Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos*), sendo realizado nas idades de 24 horas, 7 dias, 28 dias e 63 dias. A resistência à compressão é a principal característica do concreto. Para a realização deste ensaio foi utilizada uma máquina universal de compressão de capacidade de 120 tf, e obteve-se os seguintes resultados apresentados nas tabelas 04 e 05, [5].

Tabela 04 – Resultados da moldagem dos CP's do traço 01

Traço 01		
	Mistura AP	**Mistura AM**
Temperatura ambiente (°C)	32,7	
Temperatura da água (°C)	29,8	30,3
Slump teste (imediato/15min) - mm	105/83	102/77

Tabela 05 – Resultados do ensaio de compressão do traço 01

Traço 01		
Idade	**Resistência [2] (MPa)** [2] Maior valor obtido entre 2 CP's ensaiados.	
	Mistura AP	**Mistura AM**
24 horas	14,51	16,55
7 dias	36,16	39,98
24 dias	46,35	49,91
63 dias	49,15	50,67

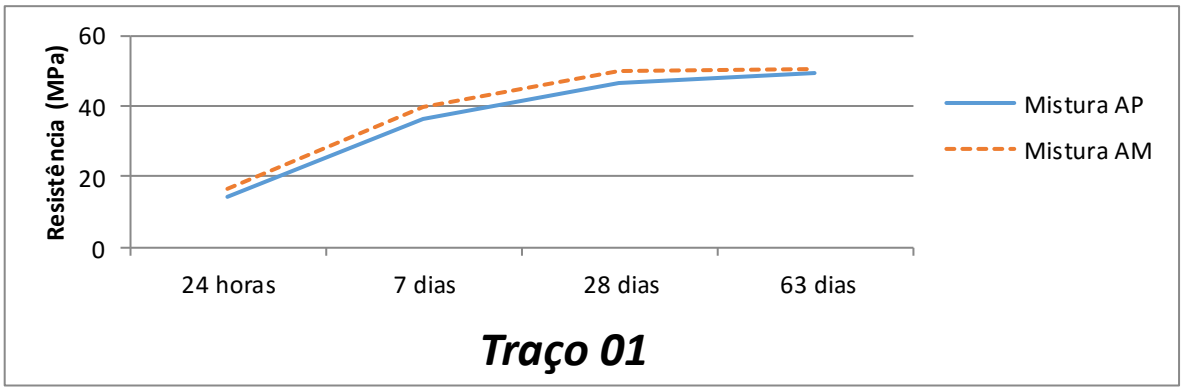

Figura 01 – Resistências à compressão do traço 01

É notável que neste traço (figura 01), rico devido a pequena quantidade de agregados e consequentemente maior quantidade de cimento, houve um aumento da resistência na mistura que continha água magnetizada, resistência esta que chegou a aproximadamente 10% (aos 7 dias) a mais quando comparada com a mistura em que havia apenas a água proveniente do poço, e 7% aos 28 dias. A utilização de água magnetizada pode proporcionar um aumento de até 18% na resistência à compressão de um concreto quando comparado com aquele feito com água convencional. [1]

3.3. Resistência à tração na flexão

Na tabela 06 a seguir, têm-se os dados referentes à moldagem da pasta de cimento, com os respectivos valores dos índices de consistência.

Tabela 06 – Resultados da moldagem dos CP's do traço 02

Traço 2		
	Mistura AP	Mistura AM
Temp. Ambiente (°C)	25,8	
Temp. água (°C)	27,8	28,5
Umidade relativa do ar (%)	55	
Índice de consistência (imediato/15min) - mm	300/309	310/321

Como se pode notar, o índice de consistência de ambas as misturas aumentou com o passar dos 15 minutos, fato este que deve ser estudado mais afundo, mas possivelmente ocorreu em virtude do tempo mínimo de reação da água com o cimento. É notável também que a mistura contendo água magnetizada apresentou maior índice, e consequentemente maior trabalhabilidade.

Seguindo a fórmula do ensaio de tração na flexão, obtiveram-se os seguintes dados, com base em 2 CP's prismáticos para cada mistura, apresentados na tabela 07 a seguir.

Tabela 07 – Resultados do ensaio à tração na flexão do traço 02

Traço 02		
	Mistura AP	Mistura AM
Resistência Média (MPa) – 28 dias	3,4	4,1
Desvio absoluto máximo (MPa)	0,1	0,1

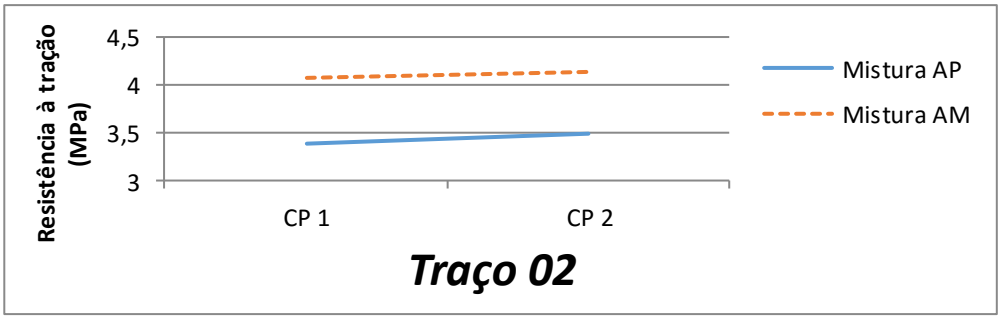

Figura 02 – Resistências à tração na flexão do traço 02

Houve, portanto, um ganho de resistência média à tração na flexão por volta de 17% na mistura da água magnetizada em relação à água de poço sem tratamento, como se pode ver na figura 02.

3. CONCLUSÃO

O presente artigo mostrou que a utilização de água magnetizada como água de amassamento na produção de concretos beneficia diretamente a resistência deste, tanto à compressão axial quanto à tração na flexão. A mistura que continha água magnetizada proporcionou um aumento de 7%, aos 28 dias, na resistência à compressão e 17% na resistência à tração na flexão, quando comparada com a mistura que possuía água convencional de poço. Houve mudanças positivas também no que se refere à consistência e trabalhabilidade do concreto, fato este que pode ser confirmado pelo aumento do índice de resistência do segundo ensaio (traço 02), e consequentemente diminuição da tensão superficial. Com isto, pode-se afirmar que existiram mudanças significativas na reologia do concreto, tanto no seu estado fresco quanto no endurecido, aumentando sua resistência, trabalhabilidade e consistência, caraterísticas estas de grande interesse por parte das empresas de concretagem.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] GUIMARÃES, C.O. **Avaliação do uso da agua magnetizada na produção de concretos em centrais**. 2006. 191p. Dissertação (mestrado) – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais.

[2] ATKINS, Peter. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente.** 5ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2012. 1026p.

[3] MEHTA, P.K. & MONTEIRO, J.M.M. Concreto: microestrutura, propriedades e materiais. 2ª edição. São Paulo: IBRACON, 2014.

[4] **SITE ENGENHARIA.COM.BR: O portal do construtor**. Disponível em: http://www.sitengenharia.com.br/diversosprejudicial.htm. Acesso em 10 fev. 2016.

[5] CARVALHO, R. C. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado: segundo a NBR 6118:2003**. 3ª edição. São Carlos: UdUFSCar, 2012. 368p.

[6] ISAIA, G.C. **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais**. 1ª edição. São Paulo: IBRACON, 2007. 2v. 1712p.

[7] BONTEMPO, M. **Guia científico Acqua Vitae: Água corrigida por campo quântico unificado para a promoção da saúde**. Brasília: Thesaurus, 2015. 112p.

[8] Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT **NBR 5738**: Concreto – Procedimento para moldagem e cura dos corpos de prova. Rio de Janeiro, 2015.

[9] Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT **NBR 5739**: Concreto – Ensaios de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007.

[10] Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT **NBR 13276**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e teto – Preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2005.

[11] Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT **NBR 13279**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e teto – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro, 2007.

[12] Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT **NBR 15900**: Água para amassamento do concreto. Rio de Janeiro, 2009.