

ANÁLISE DA ÁGUA DE AMASSAMENTO EM CANTEIROS DE OBRAS

RIBEIRO, Iracira José da Costa (1); SILVA, Maria Aline Aparecida Teixeira (2); NEVES, Alan Max Francisco (3); SILVA, Lais Gomes (4); SANTOS, Crismayra Pereira (5)

1. Profª. Mestre em Eng. Civil, iracira@hotmail.com
Curso de Construção de Edifícios - Instituto Federal da Paraíba – Campus Monteiro (IFPB).
2. Aluna do Curso de Tecnologia em Construção de Edifícios, aline.6589@gmail.com
3. Aluno do Curso de Tecnologia em Construção de Edifícios, alan_max3@msn.com
4. Aluna do Curso de Tecnologia em Construção de Edifícios, lais-silva11@hotmail.com
5. Aluna do Curso de Tecnologia em Construção de Edifícios, c-mayra@hotmail.com
Instituto Federal da Paraíba – Campus Monteiro (IFPB).

RESUMO

Nas atividades do canteiro de obra é comum ocorrer negligência referente à qualidade e armazenamento da água, como também o controle da dosagem na produção de concretos e argamassas. Outro fato relevante é a demanda de água durante a execução dos serviços, principalmente na lavagem de equipamentos, pois não há controle no consumo. Assim, de forma a atribuir benefícios para o meio ambiente e para a construção civil e manter o desempenho e durabilidade das edificações é que foi embasada a ideia de analisar a água utilizada nos canteiros de obras na cidade de Monteiro-PB. A metodologia se baseia em observações visuais, coletas de informações por meio de fichas pré-elaboradas e coleta de uma amostra de água para análise química e avaliação de sais a luz da NBR 15900 (2009). As observações mostraram que em dez canteiros visitados há uso de água do abastecimento público, de poço e de barreiro, armazenada em cocho emborrachado, em tambor metálico ou de plástico e em caixa de polipropileno com capacidades entre 200 e 1000 litros. Os resultados de cloretos e sulfatos foram abaixo dos especificados na norma, mas também há quantidades de carbonatos, bicarbonatos, sódio, potássio, magnésio e cálcio.

Palavras-chave: Água, Canteiro de obra, Sais, Qualidade, Monteiro-PB.

ABSTRACT

In the activities of the construction site negligence regarding the quality and storage of the water, as well as the control of the dosage in the production of concrete and mortars is common. Another relevant fact is the demand of water during the execution of services, mainly in the washing of equipment, because there is no control in the consumption. Thus, in order to obtain benefits for the environment and for a civil construction, the performance and durability of the

buildings is a task of analysis applied in the construction sites of the city of Monteiro-PB. The methodology is subject to visual observations, information collection through pre-elaborated sheets and the collection of a water sample for chemical analysis and evaluation of salts in the light of NBR 15900 (2009). The observations showed that in ten construction sites visited there is water from the public supply, well and barreiro (water reservoir natural), stored in rubberized trough, metal or plastic drum and polypropylene box with capacities between 200 and 1000 liters. The results of chlorides and sulphates were below those specified in the standard, but there are also quantities of carbonates, bicarbonates, sodium, potassium, magnesium and calcium.

Keywords: Water, Construction site, Sais, Quality, Monteiro-PB.

1. INTRODUÇÃO

A escassez de recursos hídricos é um problema cada vez mais grave em todo o mundo devido a fatores como o consumo excessivo de água bruta, as mudanças climáticas, a poluição da água e o consumo insustentável deste bem. De acordo com o comitê temático da água do CBCS (Conselho Brasileiro de Construção Sustentável), a construção civil é responsável por grande parte do consumo de água potável no mundo (COSTA FILHO; SILVA; BRITO, 2013).

A água é um dos componentes mais importantes na execução de concretos e argamassas e uma ferramenta eficaz nas atividades de limpeza e cura do concreto, portanto se faz necessário a gestão desse recurso principalmente em canteiros de obras. Em pesquisa realizada em três obras em Maringá-PR, foi verificado que a quantidade de água gasta por m² de área construída foi de 0.20 a 0.25 m³ e, para confecção de 1 m³ de concreto em central dosadora era consumido em media 211 litros de água. As atividades de concretagem apontaram como sendo uma grande vilã de água nas obras, correspondendo entre 39.15 e 68.63% do consumo final acumulado no período analisado que variou de 13 a 27 meses (SILVA; VIOLIN, 2013).

Dados semelhantes ao consumo de água foram encontrados na pesquisa desenvolvida por Marques; Gomes; Brandli (2017) em seis obras na cidade de Passo Fundo-RS, mediante o monitoramento dos consumos mensais ao longo de cinco anos. Foi verificado uma variação no consumo de água entre 0,02 m³/m² e 0,28 m³/m² e apontaram o comprometimento da direção da empresa com a eficiência no uso dos recursos na obra como ponto crucial para a implementação de ações de melhoria, uma vez que estas envolvem investimentos, desde um projeto racional, uso de tecnologias e materiais economizadores, alocação da mão de obra para manutenção e inspeção.

O uso de água em uma usina de concreto é intenso e gera grandes impactos ao meio ambiente e uma das maneiras de minimizar esses impactos é o reuso da água. Mas um dos problemas na água residuária é o alto valor de pH entre 11 e 12 e consequentemente uma alta alcalinidade pela presença de hidróxidos e carbonatos, além de um elevado teor de sódio, sendo necessário de um adequado tratamento antes de sua disposição

final. A qualidade da água residuária do concreto indica a necessidade de tratamento adicional para o reuso não potável na própria usina, levando em consideração os documentos de referência que vêm sendo empregados no país para este fim. Para tanto há necessidade de correção do pH, da cor aparente, da turbidez, alcalinidade e dureza (PAULA; ILHA, 2014).

Certificar-se sobre a qualidade da água é essencial, pois as impurezas contidas nela podem acarretar várias objeções para o concreto e argamassa. Muitas especificações definem que a água potável é adequada para uso em concreto, visto que raramente é encontrado grandes quantidades de sólidos dissolvidos em sua composição. Porém, nem sempre isso condiz, pois se obter alta concentração de sódio e potássio ou existir risco de ocorrência de reação álcali-agregado a mesma não será própria para o uso como água de amassamento. Em regra, a água potável é segura, mas não potável também pode ser satisfatória, desde que seja sem sabor salino ou salobro e contenha pH entre 6,0 e 8,0. As levemente ácidas são inofensivas. As que possuem ácidos orgânicos podem afetar no endurecimento do concreto. E as altamente alcalinas devem ser ensaiadas (NEVILLE; BROOKS, 2013).

Ainda segundo Neville; Brooks (op cit) a água do mar não é considerada viável para utilização no amassamento, uma vez que diminui a resistência nas maiores idades, afeta o tempo de pega, tem tendência a causar umidade constante e eflorescências. No concreto armado, aumenta a probabilidade de corrosão das armaduras. Em contrapartida, quando o concreto armado permanece submerso, seja em água doce ou do mar, o uso da água do mar na mistura parece não possuir efeitos danosos.

A água de amassamento como qualquer outro componente do concreto deve passar por avaliações de qualidade. Para esse fim existe a norma NBR 15900 (2009) que especifica os limites dos constituintes na água para utilização no concreto, além de orientar os métodos para a análise preliminar e química da água. Esta norma classifica a água em função de sua origem e estabelece todos os requisitos que devem ser obedecidos para que possa ser usada para a preparação do concreto. Entre esses requisitos estão a quantidade de cloretos e de sulfatos aceitáveis na água, além de outros elementos e características físicas.

Segundo essa norma (op cit) a quantidade de cloretos permitida na água de amassamento para o concreto protendido é de até 500 miligramas de cloreto por litro de água; para o concreto armado, o limite é 1000 miligramas de cloreto por litro de água e, para o concreto simples, até 4500 miligramas de cloreto por litro de água.

Para a quantidade máxima de sulfato, a norma especifica até dois mil miligramas por litro. Outro item observado é com relação à quantidade de álcalis no concreto. Segundo a norma, adotar medidas preventivas à reação álcali-agregado (RAA) pode assegurar maior durabilidade às estruturas de concreto. Por isso o equivalente alcalino de óxido de sódio não pode exceder 1500 miligramas/litro.

Os sais dissolvidos na água podem agir, acelerando ou retardando a velocidade do processo corrosivo no concreto armado, pois influenciam com maior frequência os processos de corrosão. Os principais são cloretos, sulfatos, sais hidrolisáveis, sais oxidantes, bicarbonatos de cálcio, de magnésio e de ferro no caso de presença íons sulfato, deve-se considerar a possibilidade de ocorrência de corrosão microbiológica, originada por bactérias redutoras de sulfato. Como a água pode decompor alguns sais dissolvidos, deve-se considerar essa ação, que é chamada de hidrólise, em água usada industrialmente (GENTIL, 2011).

Os cloretos estão presentes nos mais diversos meios (solo, água e ar). A sua interação com o concreto armado é especialmente estudada em regiões litorâneas, nas quais a proximidade do mar promove a formação de aerossóis e a deposição de gotículas sobre as estruturas (CERQUEIRA et al, 2012).

Segundo Souza; Ripper (2009) a água utilizada no amassamento do concreto deve ser potável e não deve conter: matérias em suspensão, impurezas químicas (cloretos e sulfatos), resíduos industriais e hidratos de carbono (açúcares). A influência da água na alteração das propriedades do concreto acontece através das substâncias nela dissolvidas ou em suspensão como as argilas. As partículas dissolvidas podem estar presentes nas águas magnesianas em que os íons reagem com o cálcio do cimento, influenciando no endurecimento do concreto. Os íons álcalis ou sulfatos podem provocar reações expansivas no concreto, enquanto os cloretos, sulfetos, amônio e nitratos podem provocar a corrosão das armaduras.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Essa pesquisa tem uma fonte de informação direta, pois o pesquisador irá diretamente ao objeto a ser estudado, com finalidade básica, sem nenhum interesse comercial. É do tipo descritiva, pois descreve uma realidade sem interferir nela, observando e registrando os fenômenos. É de natureza qualitativa e quantitativa com visitas realizadas ao canteiro de obra para observação in loco e obtenção das amostras para quantificação dos sais presentes na água. Em relação à temporalidade o estudo foi transversal, pois foi feita apenas uma visita a cada canteiro, não havendo a necessidade de ficar acompanhando por mais tempo. .

Foi realizado um estudo de campo, do tipo qualitativo, onde inicialmente elaborou-se uma ficha de inspeção para coletar informações relevantes sobre as amostras. Para a coleta de amostras de água em cada canteiro foram utilizadas garrafas plásticas higienizadas de 500 ml e 1500 ml. No ambiente da pesquisa, a garrafa passava por um processo de enxague com a água de amassamento encontrada na obra e após esse processo era realizada a coleta diretamente no recipiente. Foram visitados 10 canteiros de obras e todos os dados foram obtidos de forma direta, através de visualizações a olho nu, uso de fotografias e aplicativo móvel.

A amostragem foi coletada em dez canteiros de obras em atividade entre maio e agosto de 2018 e foram levadas a laboratórios da Universidade Federal de Campina Grande para os ensaios de análises químicas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante as visitas foram preenchidas fichas de investigação com informações sobre a água utilizada no canteiro. Os dados foram sintetizados na Tabela 1 em que consta a localização no canteiro, origem da água, tipo de depósito, como e quanto era armazenada. A quantidade armazenada variou de 200 litros a 2000 litros. As obras visitadas eram residenciais e comerciais de médio e grande porte. As cinco primeiras obras usavam água do abastecimento público (CAGEPA) e, as demais eram de poços escavados no próprio canteiro ou de poços distantes transportadas por meio de carro pipa. A última obra usava água de um barreiro localizado no próprio terreno.

Tabela 1 – Informações da água de amassamento em canteiros de obras

Amostra	Localidade	Tipo de abastecimento	Local de armazenamento	Quantidade armazenada (litros)
1	Bairro Altiplano	CAGEPA	Emborrachado (cocho) Externo sem cobertura	1000
2	Bairro Altiplano Lote 01/02/ Quadra 1	CAGEPA	Caixa de PVC Externo (canteiro)	1000
3	Bairro Altiplano	CAGEPA	Caixa de PVC Externo (canteiro)	1000
4	Bairro Altiplano	CAGEPA	Caixa de PVC Externo (rua)	2000
5	Rua Leonor Maria da Conceição Bezerra	CAGEPA	Caixa de PVC Externo (canteiro)	1000
6	Rua Olímpio Gomes	Água de poço (carro pipa)	Caixa de PVC Externo (canteiro)	300
7	Rua Manoel Joaquim da Silva	Poço local	Tambor metálico Externo (canteiro)	200

8	Rua Joaquim Luiz de Almeida	Água de poço (carro pipa)	Tambor PVC Externo (canteiro)	250
9	Rua Joaquim Luiz de Almeida	Poço local	Tambor PVC Externo (canteiro)	250
10	Rua Joaquim Luiz de Almeida	Água de barreiro local	Caixa de PVC Interno (garagem)	500

A água era armazenada em vários tipos de depósitos (ver Figura 1) como caixa de plástico (polietileno), caixa de fibrocimento, tambor tanto de plástico como metálico e a primeira obra usava um depósito emborrachado (cocho). Todos os depósitos estavam sem tampa e o aspecto da água era turvo (partículas em suspensão). A coleta em cada depósito era por meio de balde que contaminava a água pelos materiais aderidos, principalmente cimento e areia.

Figura 1 – Armazenamento da água em caixa de plástico, tambor plástico e metálico e cocho emborrachado

Os dados obtidos a partir dos ensaios estão demonstrados na Tabela 2, em que se determinaram teores de cálcio, magnésio, sódio, potássio, carbonatos e bicarbonatos, cloretos, sulfatos, condutividade elétrica e pH.

Tabela 2 – Resultados das análises químicas

Tipos de íons	Amostras									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cálcio	4,79	0,79	4,42	1,88	0,37	3,19	1,01	1,00	1,07	0,85

(meq/l)										
Magnésio (meq/l)	1,45	0,86	1,72	1,11	0,60	8,17	5,33	5,30	6,17	0,85
Sódio (meq/l)	1,78	2,03	2,29	2,12	0,50	0,93	0,79	10,19	8,49	0,72
Potássio (meq/l)	0,68	0,24	0,61	0,32	0,86	0,14	0,35	0,07	0,54	0,27
Carbonatos (meq/l)	11,02	0,54	11,44	4,22	1,06	0,00	0,88	0,00	0,00	0,40
Bicarbonatos (meq/l)	---	0,67	---	---	0,81	12,25	3,35	7,63	3,56	1,63
Cloretos (meq/l)	4,25	2,42	3,60	2,07	0,45	13,27	7,92	9,02	11,35	0,40
Sulfatos (mg/l)	73,7	27,0	78,1	26,2	22,7	123,0	72,0	33,0	79,5	15,6
CE ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	2158,0	584,0	2195,0	996,0	343,0	3337,0	1942,0	2190,0	2472,0	397,0
pH	11,52	9,21	11,59	11,16	9,83	7,54	8,20	7,31	7,50	8,82

De acordo com a NBR 15900 (2009) a água de amassamento de abastecimento público é considerada adequada no uso do concreto e não necessita de ensaios. Já a água de fonte subterrânea e captação pluvial deve ser ensaiada. As amostras de 1 a 5 são do abastecimento público (CAGEPA), mas todos os resultados se diferenciaram, pois a água se contamina durante a coleta, principalmente com cimento, comprovado pela presença de carbonatos. Os valores de pH estão de acordo com a norma, pois apresentaram valores superiores a cinco. De acordo com dados da Tabela 3 a quantidade de cloretos e de sulfatos foram inferiores aos valores recomendados por esta norma na água de amassamento.

Tabela 3 – Teor de cloretos e sulfatos em mg/l

Tipos de íons	Amostras									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Cloretos (mg/l)	150,87	85,91	127,80	73,48	15,97	471,09	281,16	320,21	402,93	14,20
Sulfatos (mg/l)	73,7	27,0	78,1	26,2	22,7	123,0	72,0	33,0	79,5	15,6

Outras normas mostram os limites para sais, segundo Battagin e Battagin (2010) as normas internacionais da Associação Mercosul de Normalização - NM 137 (1997); da American Society for Testing Materials - ASTM C 1602/C (2006); da European Committee For Standardization - EN 1008 (2002) e da International Organization For Standardization - ISO/FDIS 12439 (2009) apresentam valores próximos a normatização brasileira como mostrado na Tabela 4. Os resultados obtidos nos ensaios estão de acordo com estas normas, exceto o de pH para a norma NM 137, em que superou o valor nas cinco primeiras amostras da água da CAGEPA.

Tabela 4 – Limites de sais nas normas internacionais

Fonte: Battagin e Battagin (2010)

O gráfico da Figura 2 mostra a quantidade de sais nas dez amostras e pode-se verificar que ocorreram maiores quantidades de cloretos (Amostras 6, 7, 8 e 9) e, na sequência bicarbonatos (Amostras 6 e 8), carbonatos (Amostras 1 e 3), sódio (Amostras 8 e 9) e magnésio (Amostras 6, 7, 8 e 9). Os carbonatos predominaram na água de abastecimento público enquanto que nas águas dos poços surgiram mais cloretos, bicarbonatos, sódio e magnésio.

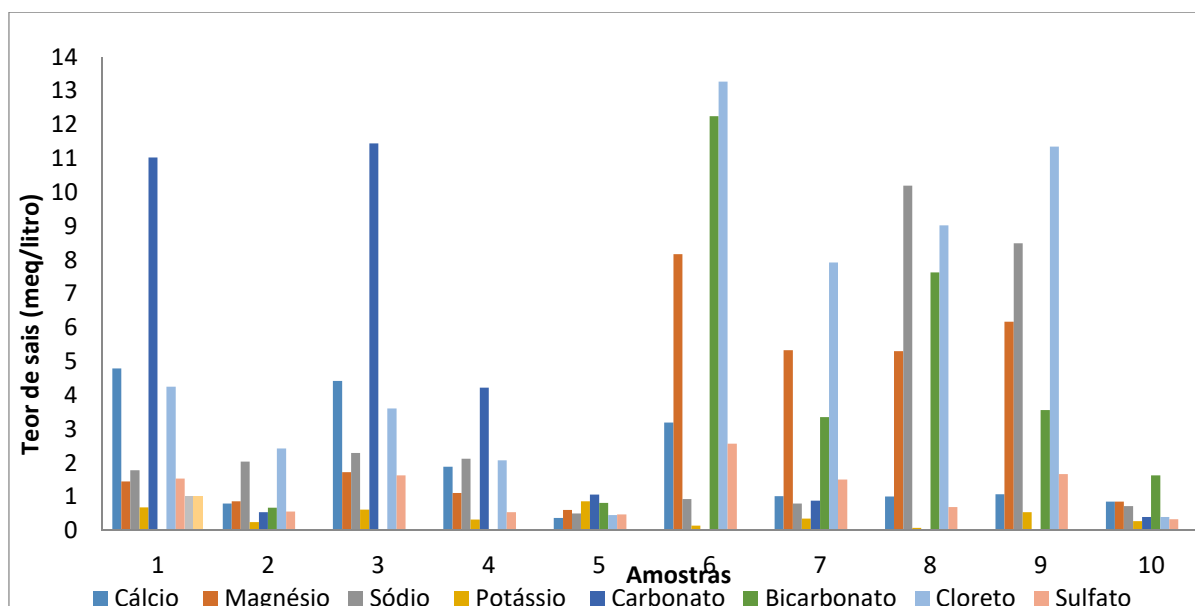


Figura 2 – Gráfico dos teores de sais na água de amassamento

Os resultados também mostraram que a Amostra 5 (CAGEPA) e a Amostra 10 (barreiro) tiveram os menores índices de sais. Na análise visual da água dos reservatórios foi observado que as amostras 5 e 10 estavam menos turvas que as demais e provavelmente os menores teores se deve a isso, como pode ser visto na Figura 3.

Figura 3 – Água em caixa de fibrocimento na obra 5 com aspecto límpido

4. CONCLUSÃO

Foi observado nos canteiros que a água era armazenada sem muito cuidado e não há separação de água para traço e para limpeza. Ficam armazenadas em depósitos diversos e sem tampas. A cor tinha aspecto turvo na maioria das obras pela contaminação do balde de coleta que era depositado no solo e levava partículas diversas para a água, inclusive de cimento. A quantidade de cloretos e sulfatos está de acordo com a norma NBR 15900 (2009) como também o pH. Também estão coerentes com algumas normas

internacionais, exceto o pH para a NM 137, em que superou o valor nas cinco primeiras amostras da água da CAGEPA.

Os carbonatos predominaram na água de abastecimento público enquanto que nas águas dos poços surgiram mais cloretos, bicarbonatos, sódio e magnésio.

Diante dos resultados obtidos na pesquisa questiona-se a necessidade de analisar também outros tipos de sais que ocorreram em abundância como carbonatos, bicarbonatos e magnésio e verificar sua influência na durabilidade do concreto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA (ABNT). **NBR 15900-1: Água para amassamento do concreto. Parte 1: Requisitos.** Rio de Janeiro, 2009.

BATTAGIN, A. F. A.; BATTAGIN, I. L. S. Norma Brasileira de água de amassamento do concreto – uma contribuição para a sustentabilidade. **Concreto & Construções**. n. 58, p.37-45, 2010.

CERQUEIRA, D.; PORTELLA, K.; PORTELLA, G.; CABUSSÚ, M.; MACHADO, E.; SILVA, G. Deterioration rates of metal and concrete structures in coastal environment of the South and Northeast Brazil: case studies in the Pontal do Sul, PR, and Costa do Sauípe, Bahia. **Procedia Engineering**, 42, pp. 384-396, 2012.

COSTA FILHO, E.; SILVA, S. R.; BRITO, I. G. G.. Consumo de água em canteiros de obra da região metropolitana do Recife. **In: ENCONTRO LATINOAMERICANO DE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS**, CURITIBA – PR, 2013.

GENTIL, V. **Corrosão**. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. 360 p.

MARQUES, C. T.; GOMES, B. M. F.; BRANDLI, L. L. Consumo de água e energia em canteiros de obra: um estudo de caso do diagnóstico a ações visando à sustentabilidade. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 79-90, 2017.

PAULA, M. H; ILHA. M. S. O. Qualidade da água residuária de usina de concreto para fins de aproveitamento. **Revista Ibracon de Estruturas e Materiais**. v. 7, n. 3, p.349-366, 2014.

NEVILLE, A. M; BROOKS, J. J. **Tecnologia do concreto**. 2 ed., São Paulo: Bookman, 2013. 390 p.

SILVA, R. R.; VIOLIN, R. Y. T. Gestão da água em canteiros de obras de construção civil. **In:** VIII ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA, Maringá, 2013.

SOUZA, V.C. RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**, São Paulo: Pini, 2009. 256 p.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal da Paraíba pela motivação em forma de bolsa para os alunos desenvolverem as atividades e aos construtores das obras visitadas na cidade de Monteiro pela aceitação de coleta da água e informações prestadas.