

APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM UTILIZAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE ARGAMASSAS E CONCRETOS

Subtítulo em Inglês

Thales Henrique Rodrigues Amaral ¹

¹Faculdade de Integração do Sertão – FIS, Serra Talhada-PE, Brasil.

Resumo

A água é o recurso natural essencial para todo tipo de vida. Desde as primeiras civilizações, os povos procuravam se assentar em lugares onde existisse abundância em recursos hídricos. Com o avanço geográfico das grandes cidades e o crescimento populacional desenfreado, um dos assuntos que mais preocupam é a escassez de água para as futuras gerações. Com isso é necessário que se promova em todas as esferas sociais uma educação que pense em racionalizar o consumo da água em todos os lugares do planeta. A captação de água de chuva para seu uso em fins não potáveis é uma das mais relevantes ações que deve ser implantada no meio urbano. Implantar um sistema de captação de água de chuva no laboratório de materiais da Faculdade de Integração do Sertão – FIS, para aproveitamento tanto no amassamento de argamassas e concreto, quanto para a limpeza dos equipamentos utilizados. Baseada em uma pesquisa de caráter exploratória, realizada com obtenção de dados através de pesquisas hidrológicas e meteorológicas para conhecer o potencial reserva de água pluvial. Com o levantamento de todos os dados referentes a intensidade pluviométrica, área de captação, valores dos materiais, foi feito um demonstrativo de economia em reais. Benefícios econômicos, sustentáveis que incentivam os alunos da instituição na descoberta de novas práticas sustentáveis.

Palavras-chave: Construção civil. Recursos hídricos. Reuso de águas pluviais. Sustentabilidade.

Abstract

Water is the essential natural resource for all life. Since the first civilizations, people sought to settle in places where there was an abundance of water resources. With the geographic advance of big cities and the unrestrained population growth, one of the issues that most concern is the scarcity of water for future generations. With that, it is necessary to promote in all social spheres an education that thinks about rationalizing the consumption of water in all places of the planet. The capture of rainwater for use in non-potable purposes is one of the most relevant actions that must be implemented in urban areas. Implement a rainwater catchment system in the materials laboratory of the Sertão Integration Faculty – FIS, for use both in the kneading of mortar and concrete, as well as for cleaning the equipment used. Based on an exploratory research, carried out with data collection through hydrological and meteorological research to know the potential reserve of rainwater. With the survey of all data referring to rainfall intensity, catchment area, material values, a demonstration of savings in reais was made. Economic benefits, sustainable that encourage the institution's students to discover new sustainable practices..

Keywords: Construction. Water resources. Rainwater reuse. Sustainability.

Introdução

A água é um recurso natural vital para o sustento de toda forma de vida no nosso planeta. Desde as primeiras civilizações, os homens estabelecem moradia, ou locais para acampar, em ambientes que proporcionem a disponibilidade de água em abundância, como podemos observar através das primeiras civilizações, que se deram início perto de alguma forma de fonte de água. A demanda de água aumentou junto com o crescimento da população, com isso houve a necessidade de se planejar e organizar o uso da água. Mesmo a água sendo um recurso abundante no planeta, onde sua superfície é composta 70% de água, apenas 3% dessa água é doce e própria para consumo (UNESCO, 2019).

Os recursos hídricos são as águas superficiais e subterrâneas disponíveis para uso, utilizados no desenvolvimento regional e até mesmo continental, esses recursos têm fundamental importância para os meios sociais econômicos e ambientais (EOS 2017).

Segundo Reis *et. al* (2005, p.118), no Brasil, experiências em administração e gestão de recursos hídricos, segundo a divisão por bacias hidrográficas, estão ainda se iniciando. Algumas unidades da Federação já aprovaram e estão implantando os seus planos de recursos hídricos, outras estão ainda se adaptando à nova política de recursos hídricos introduzidas pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, com destaque também para a Lei nº 12.984, de 30 de dezembro de 2005, que trata sobre a política estadual dos recursos hídricos em Pernambuco (Reis 2005).

Os estados do Maranhão e de Rondônia iniciaram a elaboração dos seus Planos Estaduais de Recursos Hídricos (PERH), com previsão para conclusão até meados de 2019, enquanto Amazonas e Pará deram início aos processos licitatórios para a contratação dos estudos técnicos para a elaboração dos seus Planos Estaduais. O Estado do Espírito Santo deu continuidade ao processo de elaboração do seu Plano de Recursos Hídricos, iniciado em 2016. Em dezembro de 2017 foi concluído o Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina. Considerando os processos de elaboração de planos estaduais iniciados ou em andamento entre 2017 e 2018, apenas o Estado do Amapá encontra-se sem a previsão de elaboração desse instrumento de gestão (ANA, 2018).

O estado de Pernambuco destaca-se quando o assunto é menores índices em disponibilidades hídricas no Nordeste. Fato esse que evidencia o quanto a racionalização do consumo da água é pertinente para a situação do estado pernambucano (ANA, 2020).

Podemos observar que o aproveitamento de água das chuvas não é uma tecnologia nova, mas uma prática de bom manejo dos recursos naturais que tanto precisamos, em contrapartida, o crescimento desordenado das civilizações, acabou desencadeando um processo de descompromisso por parte da população pelo zelo e trato aos recursos hídricos, fazendo com que, o desperdício e mau uso desses recursos, fossem ganhando espaço no decorrer dos anos (GOULD & NISSEN-PETERSEN, 1999).

Os profissionais da engenharia têm grande parcela de responsabilidade no progresso e desenvolvimento das tecnologias da construção civil. É de grande importância que as instituições de ensino formem engenheiros que, além sustentabilidade às técnicas construtivas, e para que essas instituições auxiliem nesse processo de formação de novos engenheiros com mentes sustentáveis, faz-se necessário que tecnologias como a captação de água das chuvas para aproveitamento, estejam sendo utilizadas nas instalações, onde acontece uma parte significativa do processo de aprendizado.

Normalmente a água das chuvas apresenta uma boa qualidade, sendo bastante pura, devido principalmente ao processo de "destilação natural" que a mesma sofre. Esta destilação está ligada ao ciclo hidrológico, com os processos de evaporação e condensação. Mas dependendo da localização geográfica isso pode variar, pois em locais onde há muita poluição do ar como grandes centros urbanos e polos industriais, a água das chuvas pode apresentar vários tipos de poluentes como dióxido de enxofre e óxidos de nitrogênio (GOULD & NISSEN-PETERSEN, 1999).

Deste modo, o objetivo do trabalho consiste em, analisar a viabilidade da implantação de um sistema de captação de água das chuvas para uso no laboratório de materiais de

construção na Faculdade de Integração do Sertão – FIS, será feito o dimensionamento de todo o sistema com um reservatório inferior, instalações hidráulicas, levantamento de custos e tempo de retorno de investimento, em comparação dos valores pagos pela Instituição a concessionária do estado, responsável pelo abastecimento de água da região.

Materiais e Métodos

O sistema de captação de água das chuvas é um sistema de uso racional dos recursos hídricos e é uma das melhores alternativas para se implantar como uma prática sustentável, dando alternativa de melhoria no consumo da água em regiões onde há algum tipo de escassez ou crise hídrica.

A NBR 15.527/2007, descreve sobre o aproveitamento de água de chuva de telhados em áreas urbanas e para fins não potáveis, como por exemplo: lavagens de calçadas, ruas e veículos, irrigação de gramados e plantas, descargas em bacias sanitárias e diversas outras finalidades

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

A presente análise consiste em uma proposta de aproveitamento da água da chuva para ser utilizada na produção de concreto e argamassas no laboratório de materiais situado no complexo laboratorial da Faculdade de Integração do Sertão, e possui uma prerrogativa de pesquisa exploratória e descritiva.

A pesquisa exploratória constitui-se de pesquisas bibliográficas e documentais como: livros, revistas, artigos, teses, dissertações e normas. Podem incluir também, levantamentos de dados em campo e pesquisas para estudo de caso. A pesquisa descritiva apoia-se em estudo de viabilidade financeira, sendo analisado o potencial de captação de água, para posteriormente fazer o comparativo da economia gerada na conta da água fornecida pela concessionária versus o custo do investimento na construção do sistema de captação em questão e o tempo previsto para o retorno financeiro do investimento.

DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O campo de pesquisa escolhido é o laboratório de materiais da Faculdade de Integração do Sertão - FIS, instituição de ensino local, localizada a 415km da capital Recife, na cidade de Serra Talhada, bacia do Pajeú no sertão pernambucano. O clima é caracterizado pelo semiárido e vegetação do tipo caatinga hiperxerófila. O local do estudo se deu pelo fato da instituição ser pioneira da região na graduação em engenharia.

DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA

A análise dos dados será feita a partir do levantamento dos dados pluviométricos da região, posteriormente a descrição de materiais que será utilizado para instalar o sistema de captação de água, com a descrição dos preços retirados da tabela do SINAPI/PE. Após o levantamento de custos, será feito um comparativo da data que acontecerá o retorno do investimento financeiro utilizando os cálculos da economia realizada na tarifa de água e esgoto da concessionária

DADOS PLUVIOMÉTRICOS

Os dados de precipitação utilizados no presente trabalho, foram obtidos da Agência Pernambucana de Águas e Clima – APAC, através do banco de dados da agência. Foram considerados os dados de precipitação do ano de 2020 para cálculo e dimensionamento do sistema. Para efeito de cálculo de todo o sistema, será considerado o dia do ano em que houve maior precipitação, que foi o dia 20 de novembro de 2020 com uma precipitação de 149,50mm. A escolha dessa precipitação específica, permite o dimensionamento de um sistema de captação capaz de suportar precipitações extremas.

CÁLCULO DA CALHA

Foi utilizada a NBR 10.844/1989 para calcular a calha. Para obter a vazão de projeto é necessário que se conheça a área de contribuição (A) e a intensidade pluviométrica (I). Onde o I corresponde a maior precipitação registrada no ano de 2020. De acordo com a norma utiliza-se a equação a seguir para o cálculo da calha.

Eq. (1) – Manning-Strickler

$$Q = k \frac{A}{N} R^{2/3} I^{1/2} \quad (1)$$

Onde:

Q = Vazão de projeto (L/min)

A = área da seção molhada (m²)

N = Coeficiente de rugosidade

R = Raio hidráulico (m)

I = Declividade da Calha

K = 60.000 (conversão de m³/s para L/min)

Além disso, considera-se que:

Eq. (2) – Raio Hidráulico

$$R = \frac{S}{P} \quad (2)$$

Onde:

R = Raio hidráulico (m);

S = Seção molhada (m²);

P = perímetro molhado (m).

Vazão de Projeto

Seguindo as diretrizes da NBR 10.844/1989 (item 5.3.1), foi utilizada a seguinte equação para calcular a vazão do projeto:

Eq. (3) – Vazão de projeto

$$Q = \frac{I \times A}{60} \quad (3)$$

Onde:

Q = Vazão de projeto;

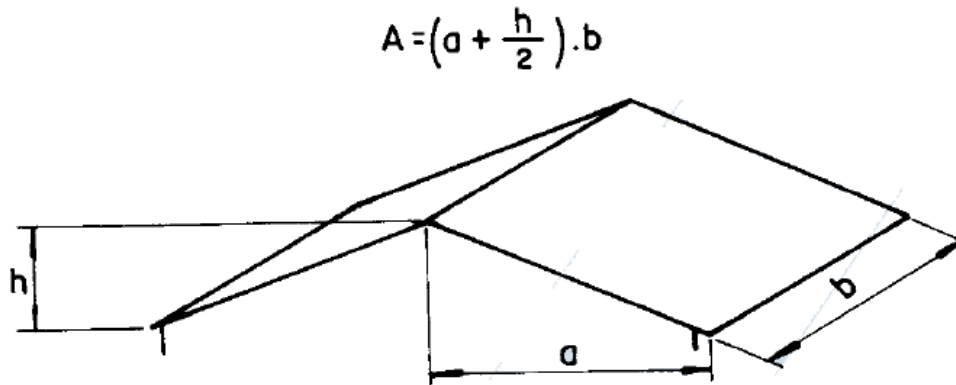
I = Intensidade Pluviométrica;

A = Área de contribuição do telhado.

Cálculo da área de contribuição do projeto

A NBR 10.844/1989 regulamenta o cálculo de área de contribuição de telhado com superfície inclinada. Como podemos ver na Figura 1.

Figura 1 – Cálculo de área de contribuição com superfície inclinada.



Superfície inclinada

Fonte: ABNT NBR 10844/1989, adaptado pelo autor.

Logo, obtemos a seguinte equação:

Eq. (4) – Área de contribuição de telhado com superfície inclinada

$$A = \left(a + \frac{h}{2} \right) b \tag{4}$$

ÁREA DE CAPTAÇÃO

A superfície escolhida para ser a área de captação é o telhado do prédio que compõe o laboratório de materiais da Instituição. Como mostrado na figura 2.

Figura 2 – Vista do telhado onde seria implantada a área de captação.



Fonte: Google Maps (2020), adaptado pelo autor.

Para se ter dimensão do potencial de captação, utiliza-se a fórmula à seguir:

$$\text{Potencial de captação (m}^3\text{)} = \text{Área de captação (m}^2\text{)} \times \text{Precipitação (m)} \tag{5}$$

Resultados e Discussão

Com a utilização da NBR 10.844/1989 foi possível obter todas as fórmulas necessárias para calcular os dados referentes a vazão do projeto, através da vazão, pode-se projetar o sistema com o quantitativo e valores dos materiais que deverão ser empregados.

ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO

Dados obtidos através de medições no local:

$$a = 8,85$$

$$b = 28,50$$

$$h = 1$$

Aplicando-se esses dados na fórmula, obtemos:

$$A = 267\text{m}^2$$

CÁLCULO DA VAZÃO DE PROJETO DA CALHA

Aplicando os dados na Eq. (3):

Dados:

$$I = 149,50/24 = 6,23 \text{ mm/h}$$

$$A = 267\text{m}^2$$

Obtemos:

$$Q = 27,7 \text{ L/min}$$

DIMENSÕES DA CALHA

Para o dimensionamento da calha é necessário se conhecer o coeficiente de rugosidade do material escolhido (PVC). A tabela 1 mostra qual valores serão adotados para o coeficiente de rugosidade do plástico.

Tabela 1- Coeficientes de rugosidade.

Material	η
Plástico, fibrocimento, aço, metais não ferrosos	0,011
Ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida	0,012
Cerâmica, concreto não alisado	0,013
Alvenaria de tijolos não revestida	0,015

Fonte: NBR 10844/1989, adaptado pelo autor.

De acordo com a NBR 10.844/1989, para materiais com o coeficiente de rugosidade (η) igual a 0,011, pode-se dimensionar o diâmetro de uma calha através da tabela 2.

Tabela 2 - Capacidade de calhas semicirculares com coeficientes de rugosidade $\eta = 0,011$ (L/min).

Diâmetro interno (mm)	Declividades		
	0,5%	1%	2%
100	130	183	256
125	236	333	466
150	384	541	757
200	829	1.167	1.634

Fonte: NBR 10844/1989.

Baseado na tabela, o menor diâmetro e a menor declividade atende com folga a necessidade de vazão do projeto, logo a calha terá as seguintes dimensões:

Diâmetro(\emptyset) = 100mm
 Declividade = 0,5%

RESERVATÓRIO

Levando-se em consideração, a precipitação escolhida no valor de 149,50 mm e a área de contribuição de 267m² encontrada anteriormente, tem-se que nesse dia, o potencial de captação foi o seguinte:

Potencial de captação (m³) = Área de captação (m²) x Precipitação (m)
 Potencial de captação = 39.916 Litros

Então, apenas nesse dia, obteve-se um potencial de captar um volume de 39.916 L para reserva. O reservatório deveria ser instalado no nível do terreno para que possa ser instalado uma torneira em um ponto abaixo do nível d'água, fazendo com que a mesma seja utilizada sem a necessidade de bombeamento elétrico.

Por questões de economia e baseado na capacidade de precipitação encontrada, seria adotado apenas um reservatório, toda a água capitada pela calha iria alimentar esse reservatório. O volume seria de 10.000L. como ilustrado na figura 3, que demonstra a modelagem do sistema de captação de água da chuva.

Figura 3 - Modelagem do sistema de captação de água da chuva.



Fonte: Modelagem feita no Revit, acervo pessoal (2021).

Outro dado importante a ser levado em consideração para o resultado do projeto, é a média mensal de precipitação que foi registrada durante o ano de 2020 na cidade de Serra Talhada conforme a tabela 3, visto que, essa média mensal obtida, potencializa a implantação desse sistema, demonstrando que as precipitações possuem volumes satisfatórios durante todo o ano.

Tabela 3 - Precipitação pluvial do ano de 2020 em Serra Talhada.

Meteorologia – Chuvas – APAC(2020)		
Cidade	Acumulada total(mm)	Média climatológica/mês(mm)
Serra Talhada	1082,3	71,9

Fonte: Agência Pernambucana de Águas e Clima - APAC (2020).

ANÁLISE DE CUSTOS

O custo foi baseado no quantitativo dos materiais que compõem o sistema. Todos os valores foram coletados da tabela do Sinapi. A tabela 4 mostra o quantitativo dos materiais que podem ser utilizados.

Tabela 4 - Orçamento do projeto.

Orçamento do Projeto					
Código/Sinapi	Item	Unidade	Quantitativo	Custo unitário	Custo
100434	CALHA DE BEIRAL, SEMICIRCULAR DE PVC, DIAMETRO 125 MM, INCLUINDO CABECEIRAS, EMENDAS, BOCAIS, SUPORTES E VEDAÇÕES, EXCLUINDO CONDUTORES, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF 07/2019	m	28,5	57,73	1.645,30
89578	TUBO PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM CONDUTORES VERTICAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS. AF 12/2014	m	12,5	39,50	493,75
s/c	Tanque Polietileno 10.000L	und	1	5.000,00	5.000,00
89584	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM CONDUTORES VERTICAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS. AF 12/2014	und	2	36,42	72,84
86913	TORNEIRA CROMADA 1/2 OU 3/4 PARA TANQUE, PADRÃO POPULAR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 01/2020	und	1	19,39	19,39
CUSTO TOTAL					7.231,28

Fonte: Acervo pessoal (2021).

ECONOMIA EM REAIS

Considerando que o reservatório chegue a sua capacidade máxima, tem-se um volume de 10.000L ao mês. De acordo com a estrutura tarifária da Compesa, tabela 5, podemos observar que a instituição classifica-se como categoria comercial.

Tabela 5 - Estrutura tarifária da Compesa.

Comercial	Tarifa Mínima – Consumo até 10.000 litros/mês	R\$ 66,40
------------------	---	------------------

Fonte: Compesa (2021), adaptado pelo autor.

De acordo com essa classificação em categoria Comercial, podemos calcular uma economia mensal. Como mostra a tabela 6.

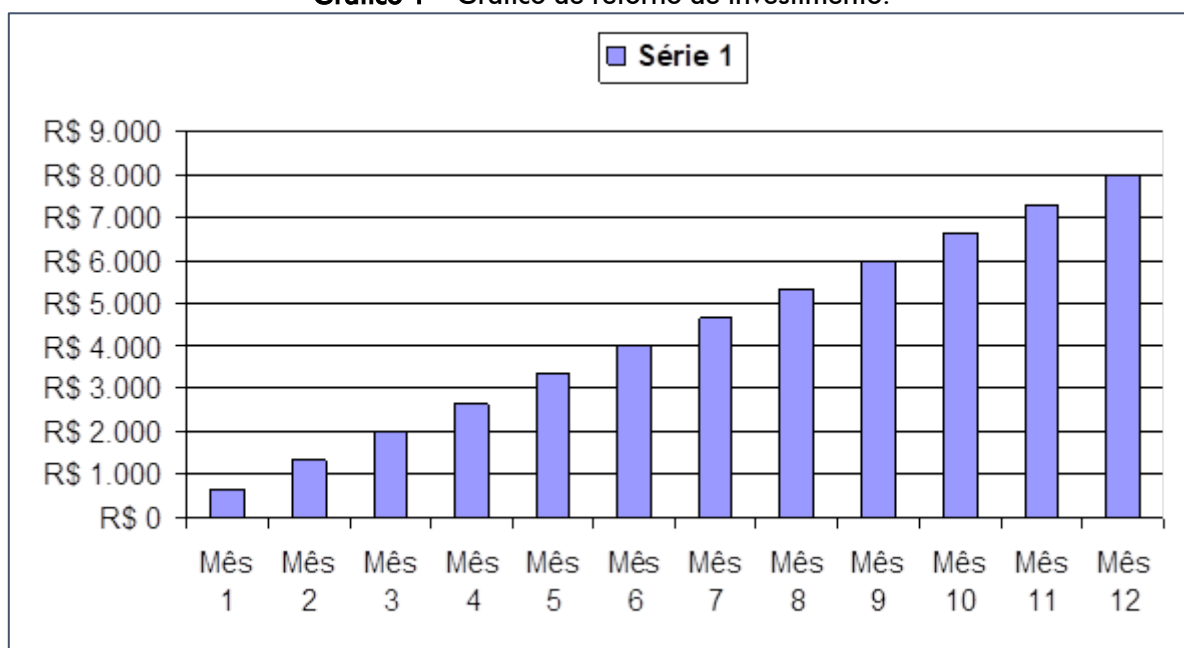
Tabela 6 - Economia mensal.

Tarifa da Compesa por m ³	Capitação mensal (m ³)	Economia mensal
R\$ 66,40	10	R\$ 664,00

Fonte: Acervo pessoal (2021).

O Gráfico 1 demonstra a evolução do retorno financeiro ao longo do tempo.

Gráfico 1 – Gráfico de retorno de investimento.



Fonte: Acervo Pessoal (2021)

Como mostrado no gráfico, ao término do 11º mês, após a conclusão da instalação do sistema, aconteceria o retorno financeiro de todo valor investido para a construção do sistema, uma vez que, estaria gerando uma economia de R\$ 7.304,00, sendo que o valor do projeto foi de R\$ 7.231,28.

UTILIZAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL NA PRODUÇÃO DE ARGAMASSAS E CONCRETOS

A NBR 15.900/2009, que trata de água para amassamento do concreto, descreve em sua parte 1, os requisitos que regularizam o tipo de água que pode ser usado para a produção de concreto, determinando que, para a água ter usabilidade para esse fim, é necessário atender os requisitos apresentados na Tabela 7:

Tabela 7 - Requisitos e procedimentos de ensaio para inspeção preliminar de água destinada ao amassamento do concreto.

Parâmetro	Requisito	Procedimento de Ensaio
Óleos e Gorduras	Não mais do que traços visíveis	ABNT NBR 15900-3
Detergentes	Qualquer espuma deve desaparecer em 2 min	
Cor	A cor deve ser comparada qualitativamente com água potável devendo ser amarelo claro a incolor, exceto para a água classificada em 3.3	
Material sólido	Máximo de 50 000 mg/L	Para água de fontes classificadas em 3.3, utilizar a metodologia do Anexo A ou ABNT NBR 15900-3. Para os demais tipos de água aplica-se o Projeto ABNT NBR 15900-3
Odor	Água de fontes classificadas em 3.3 não devem apresentar cheiro, exceto um leve odor de cimento e, onde houver escória, um leve odor de sulfeto de hidrogênio após a adição de ácido clorídrico Água de outras fontes deve ser inodora e sem odor de sulfeto de hidrogênio, após a adição de ácido clorídrico	ABNT NBR 15900-3
Ácidos	pH ≥ 5	
Matéria orgânica	A cor da água deve ser mais clara ou igual à da solução-padrão, após a adição de NaOH	

Fonte: NBR 15.900-1/2009, adaptado pelo autor.

Águas pluviais devem ser submetidas a ensaios preliminares previstos na norma, que são ensaios de composição química que estejam ligados a alguns efeitos da durabilidade em relação ao concreto. Existem duas alternativas dos componentes que mudam a cinética de hidratação do cimento e do concreto. Uma está relacionada aos componentes presentes na água, e que podem influenciar quimicamente o concreto. Outra opção é ir diretamente às propriedades que são relacionadas à resistência e ao tempo de pega, em comparação à água tratada. São importantes esses ensaios, que vão detectar, por exemplo, presença de detergentes e de óleos, além do pH da água (Arnaldo, 2015)

CLORETOS

Segundo Helene (1986), quando existe a presença de íons cloreto no concreto, ocorre a quebra da película existente de passivação, com o elemento funcionando como um catalizador, acelerando a corrosão das armaduras. O período de iniciação é aquele em que os agentes agressivos penetram na camada de cobertura das armaduras, até que atingem em quantidade suficiente para eliminar a proteção da camada de passivação e iniciar a corrosão. Uma vez iniciada, entra-se no período de propagação, em que a armadura é consumida pelo processo corrosivo (HELENE, 1993).

Tabela 8 - Teor máximo de cloreto em água para amassamento.

Uso final	Teor máximo de cloreto mg/L	Procedimento de ensaio	
Concreto protendido ou graute	500	ABNT	NBR 15.900-6
Concreto armado	1.000		
Concreto simples(s/ armadura)	4.500		

Fonte: NBR 15900-1/2009.

TEOR DE SULFATOS

O "ataque por sulfatos" representa uma outra forma de ataque ao concreto, ocorrendo quando a estrutura está em contato com águas ou solos com a presença dos íons de sulfato (SO_4). Os sulfatos quando reagem com os componentes da matriz de cimento, geram produtos expansivos, surgindo dilatações que desagregam e fissuram o concreto. O ataque por sulfatos ocorrem em três estágios:

1º - Os íons de sulfato penetram na matriz de cimento

2º - A seguir reagem com o hidróxido de cálcio ($Ca(OH)_2$) formando o gesso ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$).

3º - O gesso reage com os aluminatos resultando compostos expansivos como a etringita ($3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 32H_2O$).

O terceiro estágio representa a reação mais perigosa, por ocasionar os efeitos mais expansivos, devido ao acréscimo de cristais de etringita e da dilatação devida à absorção de água por parte da etringita. As características do concreto como o teor de sulfatos na água e no solo em contato com o concreto, é que definem o tamanho do ataque, notando-se ainda que os sulfatos são mais agressivos quando estão dissolvidos na água. O teor de sulfato na água, ensaiada de acordo com ABNT NBR 15.900-7/2009, não deve exceder 2 000 mg/L (Soares, 2015).

CONTAMINAÇÃO PREJUDICIAL

Contaminações na água de amassamento do concreto por substâncias como açúcares, fosfatos, nitratos, chumbo e zinco podem alterar os tempos de pega e resistências do concreto. Para aprovação da água quanto a esses contaminantes, podem ser executados ensaios quantitativos de detecção de açúcares, fosfatos, nitratos, chumbo e zinco respeitando os limites máximos estabelecidos pela NBR 15.900-1/2009, sendo de 500mg/L para nitratos e 100mg/L para os demais (NBR 15.900-1/2009).

Tempos de pega e resistência a compressão

Os tempos de início e fim de pega em amostras de pasta preparadas com a água em ensaio, não devem diferir mais de 25 % dos tempos de início e fim de pega obtidos com amostras de pastas preparadas com água destilada ou água deionizada (NBR 15.900-1/2009). Os limites dos tempos de início e fim de pega, obtidos em pastas preparadas com a água em ensaio, devem estar de acordo com a Norma Brasileira do cimento utilizado (NBR 15.900-1/2009). A resistência média à compressão aos 7 dias e 28 dias de corpos-de-prova de concreto ou de argamassa, preparados com a água em ensaio, deve alcançar pelo menos 90% da resistência à compressão média de corpos-de-prova preparados com água destilada ou deionizada (NBR 15.900-1/2009).

Considerações Finais

De acordo com o estudo hidrológico das chuvas, na região de Serra Talhada, onde é situado o complexo laboratorial de Engenharia Civil da FIS, o índice pluviométrico pode-se considerar um fator potencialmente positivo para a instalação do sistema de captação de água da chuva.

Com toda a análise técnica feita do dimensionamento do sistema de captação de água da chuva, seguindo as diretrizes da NBR 10.844/1989, Podemos observar que o sistema de calhas foi dimensionado com folga para a possível ocorrência de chuvas mais fortes.

O Reservatório, que pode ter um volume de 10.000L, ofereceria ao laboratório de materiais uma quantidade ideal de água para amassamento de concreto e argamassas utilizados no local, além de possíveis análises físico-químicas dessa água.

A economia financeira é um fator também potencialmente positivo, pois de acordo com a análise dos custos, ao final do 11º mês de conclusão da obra, seria consumado o retorno financeiro do investimento inicial feito, e a partir desse mês, todo o volume de água captada e utilizada, seria um volume que deixaria de ser tarifado pela concessionária do estado.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527**: Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Disponível em <<https://www.ana.gov.br/aguas-no-brasil/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua#:~:text=Em%20termos%20globais%2C%20o%20Brasil,de%20%C3%A1gua%20doce%20do%20planeta.&text=A%20regi%C3%A3o%20Norte%2C%20por%20exemplo,apenas%205%25%20da%20popula%C3%A7%C3%A3o%20brasileira.>>. Acessado em 04/11/2020.

APAC – AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA, Disponível em <http://old.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramento-pluvio.php>, acesso em 16/02/2021.

BATTAGIN, A. F. **Água da chuva para produzir concreto. É possível?**. Disponível em <<https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/agua-da-chuva-para-produzir-concreto/>>, acessado em 27/10/2020.

BEEKMAN, G. B. **Gerenciamento integrado dos recursos hídricos**. IICA, Brasília,DF (Brasil), 2000.

COMPESA – CIA PERNAMBUCANA DE SANEAMENTO. Disponível em <https://lojavirtual.compesa.com.br:8443/gsan/exibirConsultarEstruturaTarifariaPortalAction.do>, acesso em 16/02/2021

EOS. ORGANIZAÇÃO E SISTEMAS LTDA. Disponível em <<https://www.eosconsultores.com.br/o-que-sao-os-recursos-hidricos/>> Acesso em: 27 de outubro de 2020.

GOOGLE. **Google Maps website**. 2020. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/Faculdade+de+Integra%C3%A7%C3%A3o+do+Sert%C3%A3o++FIS/@7.9824065,38.277037,177m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x7a7164c6ef6f52f:0x3695e0d35db9c779!8m2!3d-7.9821414!4d-38.2768936?hl=pt-BR&authuser=0>. Acesso em: 27 de Outubro de 2020.

GOULD, J.; NISSEN-PETERSEN, E. **Rainwater catchment systems for domestic supply: Design, construction and implementation**. Londres, ITDG Publishing, p. 335, 1999.

HELENE, PR do L. Contribuição ao estudo da corrosão em armaduras de concreto armado. **São Paulo**, v. 231, p. 14, 1993.

IWANAMI, H. **Rainwater utilization system in building**. In CIBW62 SEMINAR, Tokyo Japan. Proceeding 1985.

REIS, Lineu Belico dos; FADIGAS, Eliane Aparecida Faria Amaral; CARVALHO, Cláudio Elias. **Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável**. In: Série Ambiental. Manole, 2005.

SOARES, M. E. A. **As formas de degradação direta nas estruturas de Concreto Armado**. Disponível em <<http://www.secovi-ce.com.br/index.php/noticias/1843-asformas-de-degradacao-direta-nas-estruturas-de-concreto-armado-.html>>. Acessado em 27/10/2020.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva – Para Áreas Urbanas e Fins não Potáveis**. Navegar Editora, São Paulo, 2003.

UNESCO. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2019**. Não deixar ninguém para trás. Resumo Executivo. 2019.

Recebido: 20/12/2022

Aprovado: 09/01/2023