

ESTIMATIVA DA CAPACIDADE DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM ESCOLAS MUNICIPAIS DE MOSSORÓ-RN

David Mateus Fonseca da Silva¹, Sérgio Weine Paulino Chaves²

Resumo: Nas últimas décadas com o aumento da população e expansão da industrialização, a preservação ambiental e o uso consciente da água passaram a ser uma preocupação mundial. Uma das alternativas para diminuir a demanda por água tratada é o sistema de aproveitamento de água pluvial. Edifícios escolares geralmente apresentam uma maior dimensão de área de telhado e possuem demanda superior de água não potável devido a intensa circulação de pessoas. Este trabalho teve como objetivo principal estimar o volume de captação de água pluvial das escolas da rede municipal de Mossoró-RN. Para isso foram analisadas estações pluviométricas locais considerando uma série histórica de 25 anos e a área de cobertura das edificações escolares. Foi estabelecida uma relação entre a precipitação média mensal e as áreas de captação das escolas com base nas suas proximidades com os postos de coleta. Também foi feita uma análise econômica com base no preço do m³ de água cobrado pela Companhia de Água e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN). Obteve-se como resultado um volume de água de aproximadamente 4872 m³ somando todas as escolas. As escolas Marineide Pereira da Cunha e Professora Nina Ribeiro Macedo têm a maior área de cobertura e consequentemente obtiveram a maior estimativa do estudo, ambas com pouco mais de 1000 m². Já os benefícios gerados pela troca da água fornecida pela concessionária para usos menos nobres acarretaria numa economia anual de R \$31.352,65 aos cofres do município. As vantagens do uso desse sistema não se limitam apenas à questão financeira, mas ainda benefícios ambientais e sociais.

Palavras-chave: Instituições de ensino; Sistema de captação pluvial; Água da Chuva; Aproveitamento; Armazenamento.

1. INTRODUÇÃO

A água é o recurso mais importante do planeta, essencial para a existência e sobrevivência das diversas formas de vida. É nas margens dos rios que as cidades crescem e se desenvolvem, assegurar a disponibilidade hídrica para a população é de fundamental importância para que um local se desenvolva. Atualmente, presenciamos uma crise hídrica que só vem se agravando, não só no Nordeste como no restante do Brasil. Isso não se deve unicamente pela irregularidade das chuvas, mas também pela má administração dos recursos naturais diante da crescente demanda por água potável. Segundo a ANA (Agência Nacional de águas e Saneamento básico) [1], 70% do planeta é constituído por água, o que pode passar uma falsa impressão de tranquilidade, porém, 3% dela é doce, e 98% desse total é salgada.

Fato é que o crescimento das cidades nas últimas décadas, vem aumentando a demanda de consumo nos centros urbanos. Esse evento de crescimento desordenado em conjunto com a falta de conscientização dos consumidores agrava ainda mais a situação. Em Mossoró-RN também seguimos a mesma tendência de crescimento, segundo informações colhidas em 2022 pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) [2], no censo demográfico do ano 2000, o município se encontrava com 213.841 habitantes. Já no ano de 2020, uma estimativa do censo mostrou que no mesmo ano Mossoró chegou à marca de 300.000 habitantes, um valor que mostra que em apenas duas décadas a população da cidade cresceu 40%. O consumo de água aumentou consideravelmente em todo o planeta nas últimas décadas, onde segundo a ANA [3], a cada segundo são utilizados, em média, 2 milhões e 83 mil litros de água no Brasil (ou 2.083 metros cúbicos por segundo). Em 1931, eram utilizados apenas 131 mil litros por segundo – 6,3% do uso atual. O uso da água deverá crescer 24% até 2030, superando a marca de 2,5 milhões de litros por segundo.

Perante essa situação preocupante é preciso buscar novas alternativas de aproveitamento de água a fim de diminuir a demanda de mananciais avançando no caminho de práticas e ações sustentáveis para garantir o equilíbrio dos ecossistemas. Além das vantagens ambientais, pode gerar economia de retorno financeiro para a

população. De acordo com Tomaz [4], com o aproveitamento de água de chuva estima-se uma economia de 30% de água potável.

Uma solução sustentável para ajudar nesse problema é o sistema de captação e aproveitamento da chuva. A captação da água de chuva para fins não-potáveis é executada a milhares de anos, realizada de maneira artesanal nas regiões áridas e semiáridas [5]. Já existem diversas alternativas de manejo de água com objetivo de captar e armazenar águas pluviais, onde já são implementadas no semi-árido como forma de compensar a desigualdade hídrica. A captação de águas pluviais em telhados já é usada nos centros urbanos como alternativa de economizar na conta de água. Segundo Scherer[6], os edifícios escolares são uma fonte potencial para a implantação de sistemas prediais de aproveitamento das águas pluviais para fins não potáveis, pois geralmente apresentam grandes áreas de telhados e outras coberturas.

Assim, o objetivo desta pesquisa é verificar o potencial que as escolas da rede municipal têm de captar água da chuva através da cobertura na cidade de Mossoró-RN e destacar a importância social e ambiental de um sistema sustentável de aproveitamento da água da chuva. Uma escola sustentável, além de promover a sustentabilidade, promove também um futuro com consumidores mais conscientes.

Neste contexto, se faz necessário a realização de um trabalho que faça a disseminação do uso consciente de água potável e a importância de sua conservação por meio de técnicas sustentáveis. Optou-se por se fazer a estimativa em escolas por terem como características uma grande área de cobertura e alto consumo de água não potável pelo elevado número de pessoas que um prédio escolar atende.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no período de agosto a novembro de 2022 na área urbana do município de Mossoró (5°11'16,8"S, 37°20'38,4" W, altitude 20 m) no interior do estado do Rio Grande do Norte, na Região Nordeste do Brasil (Figura 1). O clima da região, de acordo com a classificação de Koeppen, é do tipo BSw^h, ou seja, quente e seco; com precipitação pluviométrica bastante irregular, média anual de 673,9 mm; temperatura de 27°C e umidade relativa do ar média de 68,9% [7]. O município de Mossoró possui uma população estimada de 303.792 pessoas e uma densidade demográfica de 123,76 hab/km², ocupando uma área de aproximadamente 2.100 km², sendo o maior município do estado em área.

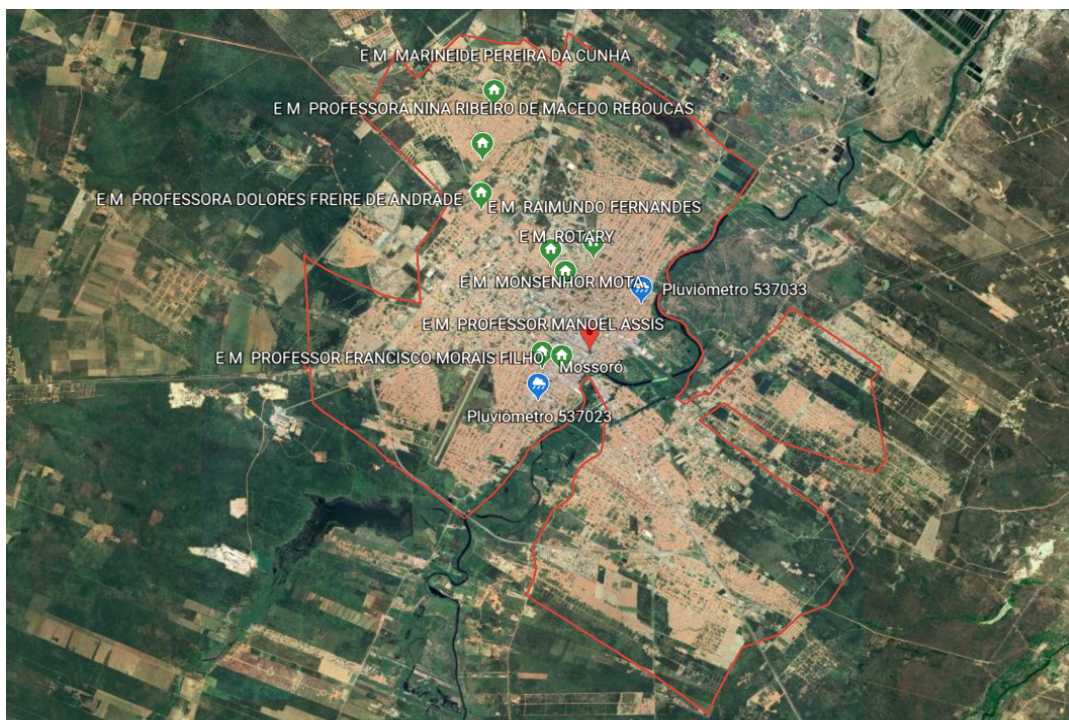


Figura 1. Localização do município de Mossoró e das escolas municipais. (Google Earth)

Para condução do trabalho foram selecionadas 8 escolas das 96 pertencentes à rede municipal de ensino (Tabela 1). As escolas foram distribuídas na área do município com base em 2 postos de coleta de dados pluviométricos (Tabela 2). O trabalho foi dividido em três etapas: estimativa da área de cobertura das escolas, coleta dos dados de precipitação e estimativa do volume coletado de água.

Tabela 1. Escolas municipais selecionadas no município de Mossoró e seus respectivos bairros (Autoria própria).

ESCOLAS	BAIRRO
E. M. ROTARY	SANTO ANTONIO
E. M. PROFESSOR FRANCISCO MORAIS FILHO	BOM JARDIM
E. M. RAIMUNDO FERNANDES	SANTO ANTONIO
E. M. PROFESSOR MANOEL ASSIS	BOA VISTA
E. M. MARINEIDE PEREIRA DA CUNHA	SANTA DELMIRA I
E. M. PROFESSORA NINA RIBEIRO DE MACEDO REBOUÇAS	ABOLICAÇÃO IV
E. M. MONSENHOR MOTA	ABOLICAÇÃO I
E. M. PROFESSORA DOLORES FREIRE DE ANDRADE	ABOLICAÇÃO III

Tabela 2. Postos de coleta selecionados no município de Mossoró e suas localizações na cidade. (Autoria própria)

POSTOS DE COLETA	BAIRRO
CÓDIGO 537033	PAREDÕES
CÓDIGO 537023	ALTO DA CONCEIÇÃO

Por meio do programa Google Earth foi realizado um “print” aproximado das escolas para traçar as linhas de delimitação das áreas de cobertura dos telhados, utilizando o recurso do programa “Adicionar polígono/Medidas/Área” (Figura 2). De acordo com a NBR 15.527:2019 [8], “é a área projetada na horizontal da superfície impermeável da cobertura onde a água da chuva é captada”.

A cidade possui 96 escolas municipais, sendo a cobertura dessas escolas o objeto de estudo. Infelizmente a Prefeitura Municipal de Mossoró não possui plantas arquitetônicas das escolas nem registros das informações buscadas. Portanto, a aquisição dos dados foi feita fazendo uso da ferramenta “Medir distância e Área” dentro do programa Google Earth, sobre a projeção 2d, foram obtidos os valores das áreas de coberturas dos edifícios escolhidos. Na figura 2, são mostradas vistas superiores das coberturas de cada escola as quais foram obtidas no programa.



Figura 2. Vista superior do telhado das escolas. (Google Earth)

2.1 CONDIÇÕES DE PRECIPITAÇÃO DO LOCAL

O outro fator a se definir é a quantidade de chuva que cairá na nossa área de coleta, que se dá pelo índice pluviométrico, medidor de milímetros de chuva que cai por metro quadrado. Neste trabalho os dados da precipitação pluviométrica foram obtidos no Portal HidroWeb considerando uma série histórica de 25 anos em dois postos da cidade. Foram escolhidos dois postos nos bairros Paredões e Alto da Conceição para associá-los de acordo com a proximidade dos edifícios escolhidos. A fim de obter um volume de coleta mensal foi feito a precipitação média mensal, de acordo com as Figuras 5 e 6, as precipitações médias mensais de Mossoró são:

A média pluviométrica é calculada nas duas estações localizadas no bairro Paredões e Alto da Conceição, entre os anos de 1994 a 2019. A partir desses dados e das áreas de cobertura se pretende calcular o volume estimado da captação de água pluvial das escolas de interesse. A proposta para este trabalho foi estimar a quantidade de água que as escolas têm capacidade de armazenar durante um ano. E como forma de expressar o valor de água possível de se armazenar de forma mais representativa, foi feita a transformação da quantidade em economia com base na cobrança da rede de abastecimento do estado CAERN (Companhia de Águas e Esgoto do Rio Grande do Norte).

2.2 POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Para se calcular o potencial de captação foi realizado o cálculo de volume de chuva captada através da precipitação média histórica, área de captação estudada, coeficiente de Runoff e o rendimento do sistema, usando a equação:

$$V_c = \frac{(A \times P_m \times 0,8)}{1000} \quad (1)$$

Sendo: V_c = volume de coleta, m³; A = Área de cobertura apta para captação, m²; P_m = Precipitação Pluviométrica, mm; Coeficiente de Runoff = 0,8.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ambos os postos tiveram um formato semelhante, mas com variações nos valores. Na figura 3, a precipitação pluviométrica se concentra em alguns meses do ano, especialmente entre fevereiro e abril com acumulação mensal média entre 88,08 e 181,32 mm, enquanto que no período mais seco se encontra entre os meses de setembro até novembro com a média mensal entre 1,18 e 1,55mm.

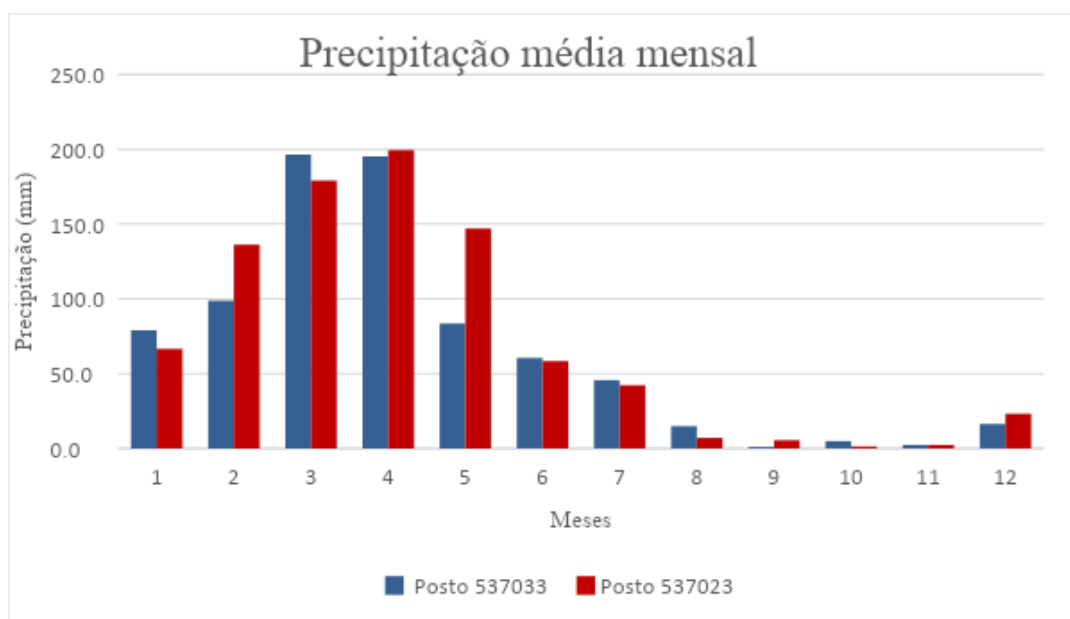


Figura 3. Precipitação média mensal para os postos 537033 e 537023 entre 1994 a 2019. (Autoria própria)

Tabela 3. Valores das áreas das coberturas (AC), capacidades de captação de água nas coberturas (CCAC) e de economia de água (EA) nas escolas municipais de Mossoró-RN. (Autoria própria)

ESCOLAS	AC (m ²)	CCAC (m ³)	EA (R\$)
E M ROTARY	753,4	601,6	3.871,17
E M PROFESSOR FRANCISCO MORAIS FILHO	218,8	190,0	1.222,96
E M RAIMUNDO FERNANDES	704,9	562,8	3.621,66
E M PROFESSOR MANOEL ASSIS	977,3	848,8	5.462,25
E M MARINEIDE PEREIRA DA CUNHA	1045,9	835,1	5.373,89
E M PROFESSORA NINA RIBEIRO DE MACEDO REBOUÇAS	1033,4	825,2	5.309,87
E M MONSENHOR MOTA	664,7	530,7	3.415,11
E M PROFESSORA DOLORES FREIRE DE ANDRADE	598,6	478,0	3.075,73
TOTAL	5997,0	4872,2	31.352,64
MÉDIA	729,15	582,2	37.46,415
DESVIO PADRÃO	276,19	225,65	1.451,95
ERRO	97,6	79,8	513,34
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO	38%	39%	39%

Nota: 1m³ equivale a 1000L.

Foi verificado uma grande variação nas áreas dos telhados analisados (Tabela 3), respectivamente entre as escolas Francisco Moraes, Professora Dolores, Monsenhor Mota, Raimundo Fernandes, Rotary, Manoel Assis, Nina Rebouças e Marineide Pereira a variação foi de 173,58%; 11,03%; 6,05%; 6,68%; 29,71%; 5,75% e 1,21%. O total de área de captação somando as 8 escolas foi de aproximadamente 6000 m².

Com a capacidade de captação das edificações variando 39% entre 174,7 m³ e 835 m³. os resultados demonstram um satisfatório volume de água para aproveitamento, com destaque para as escolas Marineide pereira e Nina Rebouças que obtiveram a maior estimativa.

A economia gerada pela substituição da água fornecida pela CAERN em usos não potáveis é estimada em torno de R \$31.352,65 anualmente aos cofres municipais. Vale salientar que esses valores não incluem as taxas de esgoto cobradas pela empresa, em que o valor é proporcional ao consumo de água.

4. CONCLUSÕES

Os resultados da pesquisa confirmaram a capacidade que as escolas têm de captar águas pluviais, bem como a redução no consumo da água tratada fornecida pela concessionária tem grande potência de retorno financeiro para os cofres públicos.

As vantagens do uso desse sistema não se limitam apenas à questão financeira, mas ainda benefícios ambientais e sociais.

Devido à falta de padronização dos prédios escolares houve uma variação razoavelmente elevada da área de cobertura, o que mostra que para cada escola deve haver um estudo individualizado para a implementação desse sistema. Portanto, recomenda-se para trabalhos futuros, o dimensionamento e análise da viabilidade técnica para cada caso.

Ao visitar algumas das escolas analisadas, foi sugerido pelos funcionários, alguns destinos de uso para a água captada pelo sistema, entre eles estão: Limpeza de pisos, descarga em banheiros, regar plantas e o uso para manter uma horta para a alimentação dos alunos. A qualidade da água depende do local onde foi coletada, na tabela 4 podemos observar como a água da chuva é classificada em relação a sua qualidade e uso, segundo Raindrops apud Oliveira [9].

Tabela 4. Qualidade da água de acordo com o local de coleta. (Group Raindrops 2002)

Grau de Purificação	Área de Coleta da Chuva	Uso da Água da chuva
A	Telhados (lugares não ocupados por pessoas e animais).	Lavar banheiros, regar as plantas, a água filtrada é potável.
B	Telhados (lugares frequentados por pessoas e animais).	Lavar banheiros, regar as plantas, a água não pode ser usada para beber.
C	Terraços e terrenos impermeabilizados, áreas de estacionamento.	Mesmo para usos não potáveis, necessita de tratamento.
D	Estradas, vias férreas elevadas.	Mesmo para usos não potáveis, necessita de tratamento.

A água captada pelas escolas de acordo com a classificação de Group Raindrops [9] quanto a qualidade, tem grau de purificação do tipo A, o que significa que as escolas podem usar a água armazenada para regar as plantas, lavar pisos e utilizar para a criação da horta sugerida pelos funcionários das escolas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ANA. Agência Nacional de águas. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/cooperacao-internacional/agua-no-mundo/>> Acesso em 22 de julho de 2022.
- [2] AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil. Brasília: ANA, 2019. Disponível em: <<http://snirh.gov.br/usos-da-agua/>>. Acesso em: 25 de julho de 2022.
- [3] IBGE – INSTITUTO BRASIL EIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rn/mossoro.html>. Acesso em: 2 fev. 2022.
- [4] TOMAZ, P. Aproveitamento da água de chuva. 2 ed. São Paulo: Navegar, 2003. 180p
- [5] GROUP RAINDROPS. Aproveitamento da Água de Chuva. Editora Organic Trading, 1ª Edição, Curitiba, 2002.
- [6] SCHERER, F. A. Uso Racional da Água em Escolas Públicas: Diretrizes Para Secretarias De Educação. Dissertação (Mestrado). Curso de Pós-Graduação em Engenharia da construção civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- [7] CARMO FILHO F; OLIVEIRA OF. 1989. Mossoró um município do semi-árido nordestino: características climáticas e aspectos florísticos. Mossoró: 62p. (Coleção Mossoroense, 672. Série B).
- [8] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527: Água de Chuva - Aproveitamento de Coberturas em Áreas Urbanas para Fins Não Potáveis. Rio de Janeiro, 2019. 8 p.
- [9] GROUP RAINDROPS. Aproveitamento da Água de Chuva. Editora Organic Trading, 1ª Edição, Curitiba, 2002.