



IX-455 - O USO DA CISTERNA CALÇADÃO EM CANTEIRO DE OBRA: UMA ALTERNATIVA PARA REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Anderson Carneiro de Souza⁽¹⁾

Engenheiro Químico pela Universidade Federal de Sergipe (UFS). Docente do curso de engenharia civil da UNEF – Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana e Especialista em Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Inema – Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do estado da Bahia. Mestre em Engenharia Civil e Ambiental na Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS).

Antônio Carlos Mansani da Silva Nascimento⁽²⁾

Engenheiro Civil pela Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana (UNEF).

Julianne Aparecida Carneiro Lima⁽³⁾

Engenheira Civil pela Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana (UNEF).

Taiara Borges Cordeiro⁽⁴⁾

Engenheira Civil pela Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana (UNEF).

Endereço⁽¹⁾: Avenida Luís Eduardo Magalhães, S/N – Subaé - Feira de Santana - BA - CEP: 44079-002 - Brasil - Tel: (75) 2101-9500 - e-mail: andersoncs@outlook.com

RESUMO

O consumo de água representa um dos principais desafios ambientais originados pela construção civil, onde uma quantidade significativa é destinada às atividades construtivas nos canteiros de obras. Esta água é utilizada na produção e cura de concreto, na higienização do ambiente e das ferramentas, além de ser essencial para o uso pessoal dos trabalhadores. Diante desse contexto, o objetivo deste estudo é avaliar a viabilidade da implementação de cisternas-calçadão nos canteiros de obras no município de Feira de Santana-BA, visando captar e aproveitar a água da chuva na construção civil. Para isso, foram analisados os dados de consumo de água em duas obras, bem como os registros de precipitação pluviométrica, a fim de dimensionar esse tipo específico de cisterna. Os resultados indicaram que, ao considerar as áreas máximas e médias para captação, a instalação do reservatório é capaz de suprir adequadamente as demandas das obras estudadas. No entanto, a viabilidade é comprometida pelas áreas de captação extensas devido à dimensão das cisternas. Por outro lado, nas áreas mínimas, a dimensão das cisternas é considerada adequada para implantação nessa atividade, porém o volume de água da chuva captado revelou-se insuficiente para atender plenamente à demanda exigida.

PALAVRAS-CHAVE: Cisternas-calçadão. Reúso. Captação. Águas pluviais. Construção Civil.

INTRODUÇÃO

A água, um recurso natural de grande importância ambiental, econômica e social, é fundamental para todas as atividades humanas, desde a agricultura básica até a produção industrial e tecnológica mais avançada. No entanto, a escassez de água é uma realidade global. Segundo Marcial (2015), estima-se que cerca de 40% da população mundial esteja atualmente vivendo em condições de “estresse hídrico”, com previsões futuras ainda mais alarmantes. A publicação prevê que, até 2050, um total de 4,8 bilhões de pessoas enfrentará a mesma situação.

A construção civil é uma das atividades humanas que mais consomem água, contribuindo significativamente para a escassez desse recurso e para as crises hídricas que enfrenta-se atualmente. Esse setor tem um impacto considerável sobre o meio ambiente, desde a concepção até a demolição das estruturas. Portanto, é crucial buscar soluções para essa problemática, como a gestão eficiente dos recursos hídricos nas edificações, visando à eficiência nos processos produtivos e à preservação desse recurso.



Assim, torna-se necessário realizar estudos sobre a possibilidade de utilização da água das chuvas em canteiros de obras como forma de reduzir esse consumo. Vale ressaltar que a água das chuvas não é tratada e não é potável. Em regiões com disponibilidade hídrica limitada, como o semiárido brasileiro, o aproveitamento da água da chuva por meio de cisternas-calçadão se mostra uma alternativa viável para garantir o abastecimento durante os longos períodos de estiagem. Essa inovação representa uma solução importante para o desafio do acesso à água em diversas atividades, ao mesmo tempo em que cria oportunidades econômicas.

A conscientização sobre o uso responsável dos recursos naturais é essencial e a mudança de comportamento e a adoção de práticas sustentáveis são necessárias em todas as áreas. No setor da construção civil, a busca pela sustentabilidade não apenas beneficia o meio ambiente, mas também reduz o desperdício e otimiza os custos das obras. A instalação de sistemas de coleta de águas pluviais, como as cisternas-calçadão, é uma estratégia que pode contribuir significativamente para essa causa.

Portanto, o objetivo deste trabalho é analisar a viabilidade da utilização de cisternas-calçadão em canteiros de obra no município de Feira de Santana, visando ao aproveitamento da água de chuva na construção civil.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para atingir os objetivos deste trabalho, adotou-se uma abordagem qualitativa por meio do método de estudo de caso. Essa escolha se deve à sua abrangência como estratégia de pesquisa e à capacidade de analisar e investigar um tema específico em seu contexto real. O método de estudo de caso é uma forma de pesquisa descritiva e exploratória, com foco no estudo detalhado de um caso específico.

“O trabalho atribui-se como pesquisa bibliográfica, sendo exploratória, por possibilitar maior proximidade com o problema, tornando-o explícito ou organizando teses sobre ele, especialmente o levantamento bibliográfico. Por ser uma estirpe de pesquisa muito específica, quase sempre ela manifesta a forma de um estudo de caso” (GIL, 2021).

Para desenvolver este trabalho, foram realizadas pesquisas bibliográficas e coleta de dados em campo sobre o consumo de água para explorar a viabilidade do uso de cisternas-calçadão nos canteiros de obras para a captação de água da chuva, com base em dados pluviométricos da região.

De acordo com Dantas Neto (2008), a água é um componente essencial na construção civil. Ela é utilizada na produção de concretos e argamassas, na umidificação do solo, na compactação de aterros e na limpeza, resfriamento e cura do concreto.

Para analisar o uso da água em um canteiro de obras na cidade de Feira de Santana-BA, realizou-se um levantamento in loco em dois empreendimentos habitacionais distintos: a "Obra 01" e a "Obra 02".

- Obra 01: Trata-se de um edifício residencial, composto por um pavimento térreo e três pavimentos superiores. Sua área construída é de 4.427,00 m².
- Obra 02: É um condomínio residencial com 314 unidades habitacionais, todas no pavimento térreo. Além das residências, o condomínio possui salão de festas, piscina, quadra de futebol, Car Wash e Pet Wash. Sua área total é de 10.156,86 m².

A proposta da cisterna-calçadão é implantar nos projetos das obras analisadas, localizada abaixo da pavimentação das ruas dos condomínios. A área de captação da cisterna seria a própria rua, através de bocas de lobo que direcionam a água captada até o reservatório. O formato retangular da cisterna segue as dimensões das vias estabelecidas pela construtora, com uma largura de 7 metros. Assim, optou-se pela área média de captação, considerando sua maior viabilidade econômica e construtiva. Na metodologia deste trabalho, utilizou-se a Equação 1, fórmula desenvolvida por meio de análise e dedução de dados obtidos, possibilitando calcular a área de captação de água pluvial, considerando dados de consumo e a precipitação.



$$A = C_D * P_D * 1000$$

equação (1)

Onde:

A = Área de captação de água de chuva (m²)C_D = Consumo diário de água (m³)P_D = Precipitação diária (mm)

Para definição do volume da cisterna, utilizou-se a Equação 2, desenvolvida por meio de análise e dedução de dados obtidos, para definir o armazenamento de água por meio da captação pluvial, considerando a precipitação total no período avaliado e a área média necessária para captar a água, baseada nas precipitações mínimas, máximas e médias ocorridas em cada mês.

$$V_M = P_{TM} * A_{MED} * 1000$$

equação (2)

Onde:

V_M = Volume de água armazenada (m³)P_{TM} = Precipitação total no período avaliado (mm)A_{MED} = Área média de captação (m²)

Além das equações acima citadas, para dimensionar o reservatório e demonstrar a sua viabilidade foi utilizada a Equação 3, conhecida como método prático inglês, método empírico apresentado na NBR 15.527 (ABNT, 2007), onde 0,05 é uma constante determinada pela seguinte fórmula.

$$V_{NBR} = 0,05 * P_M * A_P$$

equação (3)

Onde:

V_{NBR} = Volume de água armazenada (L)P_M = Precipitação média mensal (mm)A_P = Área de coleta projetada (m²)

Os dados pluviométricos utilizados no presente estudo foram obtidos do acompanhamento pluviométrico realizado no município de Feira de Santana-BA, que tem como responsável a Agência Nacional de Águas (ANA) e como operador o Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Inema).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, foi realizado um levantamento de dados com relação à média de precipitação dos últimos dois anos na cidade de Feira de Santana-BA. Os resultados encontrados são dispostos na Tabela 01:

Tabela 01: Dados de precipitação em Feira de Santana/BA (2022-2023)

Ano	Mês	Mínimo (mm)	Médio (mm)	Máximo (mm)
2022	janeiro	0,20	1,36	23,80
	fevereiro	0,20	0,80	17,20
	março	0,20	2,80	32,60
	abril	0,40	5,42	54,80
	maio	0,20	2,23	53,00
	junho	0,20	2,02	19,40
	julho	0,20	1,95	9,00
	agosto	0,20	2,23	31,40
	setembro	0,20	1,08	7,60



Ano	Mês	Mínimo (mm)	Médio (mm)	Máximo (mm)
	outubro	0,20	0,51	6,60
	novembro	0,20	3,09	27,20
	dezembro	0,20	1,45	17,20
2023	janeiro	0,20	1,26	28,80
	fevereiro	0,20	0,81	13,80
	março	0,20	3,06	18,40
	abril	0,20	1,05	16,00
	maio	0,20	1,55	18,80
	junho	0,20	2,65	31,00
	julho	0,20	1,00	10,00
	agosto	0,20	1,25	13,20
	setembro	0,20	0,46	7,00
	outubro	0,20	0,03	0,60

Fonte: Inema (2023)

Os dados relativos à água da chuva foram obtidos por meio da média dos registros pluviométricos diários coletados nas estações A-413 e PC Rio Branco, localizadas em Feira de Santana-BA. A seleção dessas estações baseou-se na disponibilidade e confiabilidade dos dados. Esses registros foram representados na Figura 01 para uma análise mais aprofundada do comportamento dessas informações.

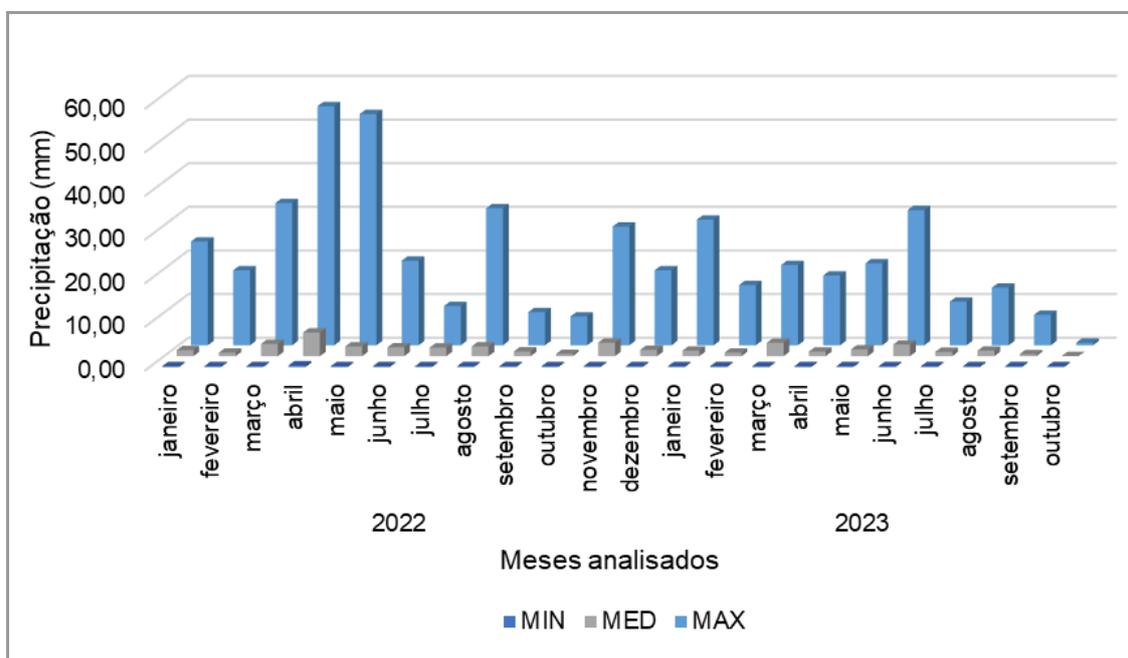


Figura1: Média de Precipitação (2022-2023) – Feira de Santana/BA

Analisando a Figura 01, fica evidente que os meses de abril e maio de 2022 registraram o maior volume de precipitação de chuvas na cidade. Essa observação sugere que esse período é o mais propício para a coleta de água da chuva visando o reaproveitamento em obras de construção civil.

Em seguida, conduziu-se um levantamento detalhado do consumo de água em cada uma das duas obras. A determinação do tamanho do reservatório foi baseada no consumo mensal do canteiro de obras, monitorado de março de 2022 a setembro de 2023. As informações sobre o consumo foram obtidas por meio das faturas

fornecidas pela Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. (Embasa), a concessionária responsável pelo abastecimento de água na cidade.

A Tabela 02 apresentada abaixo mostra os dados iniciais da Obra 1 entre março de 2022 e setembro de 2023, e com base no consumo foi calculada as áreas necessárias para a cisterna calçadão.

Tabela 02: Área da cisterna calçadão necessária para captação de água de chuva na Obra 1

Ano	Mês	Consumo (m ³)	Precipitação (mm)				Áreas (m ²)		
			Mínima	Média	Máxima	Total	Máxima	Média	Mínima
2022	março	32,00	0,20	3,58	32,60	111,0	5.333,33	297,90	32,72
	abril	45,00	0,40	4,85	54,80	150,4	3.750,00	309,18	27,37
	maio	56,00	0,20	3,22	53,00	99,8	9.333,33	579,71	35,22
	junho	65,00	0,20	2,05	19,40	61,6	10.833,33	1.056,91	111,68
	julho	9,00	0,20	1,95	9,00	60,4	1.500,00	153,85	33,33
	agosto	5,00	0,20	2,24	31,40	69,4	833,33	74,40	5,31
	setembro	7,00	0,20	1,08	7,60	32,4	1.166,67	216,05	30,70
	outubro	9,00	0,20	0,51	6,60	15,8	1.500,00	588,24	45,45
	novembro	13,00	0,20	2,99	27,20	92,8	2.166,67	144,93	15,93
	dezembro	12,00	0,20	1,45	17,20	45,0	2.000,00	275,56	23,26
2023	janeiro	11,00	0,20	1,26	28,80	39,2	1.833,33	291,01	12,73
	fevereiro	8,00	0,20	0,74	13,80	22,8	1.333,33	360,36	19,32
	março	13,00	0,20	3,06	18,40	95,0	2.166,67	141,61	23,55
	abril	10,00	0,20	1,12	11,60	29,2	1.666,67	297,62	28,74
	maio	66,00	0,20	1,84	18,80	57,0	11.000,00	1.195,65	117,02
	junho	29,00	0,20	3,14	31,00	97,4	4.833,33	307,86	31,18
	julho	58,00	0,20	0,98	10,00	30,4	9.666,67	1.972,79	193,33
	agosto	57,00	0,20	1,10	13,20	34,2	9.500,00	1.727,27	143,94
	setembro	70,00	0,20	0,47	7,00	14,6	11.666,67	4.954,34	333,33
Média							4.846,49	786,59	66,53

Para determinar os valores listados na Tabela 02, analisou-se os dados de precipitação pluviométrica e o consumo mensal, com base nas faturas da concessionária da cidade de Feira de Santana-BA, durante os meses



de duração da obra. A partir desses dados, calculou-se a área de captação ideal para a cisterna-calçadão, atendendo às necessidades do empreendimento, conforme a Equação 1. Para obter esses resultados, foi considerado que: a área máxima é determinada pela precipitação mínima; e a área mínima é determinada pela precipitação máxima. Essa relação ocorre porque, quanto maior o volume de chuva, menor a área de captação necessária, e vice-versa.

Após o cálculo dessas áreas é possível calcular o volume da água armazenada, como mostra a Tabela 03. Além disso, são demonstrados o percentual de atendimento do consumo de água na obra para cada mês.

Tabela 03: Volume de água de chuva a ser armazenada com base nas áreas da cisterna-calçadão da Obra 1.

Mês / ano	Consumo (m ³)	Água armazenada (m ³)					
		Máxima	% Atendimento	Média	% Atendimento	Mínima	% Atendimento
mar/22	32,00	538,0	1681,13%	87,3	272,85%	7,4	23,08%
abr/22	45,00	728,9	1619,81%	118,3	262,90%	10,0	22,24%
mai/22	56,00	483,7	863,71%	78,5	140,18%	6,6	11,86%
jun/22	65,00	298,5	459,30%	48,5	74,54%	4,1	6,31%
jul/22	9,00	292,7	3252,53%	47,5	527,89%	4,0	44,65%
ago/22	5,00	336,3	6726,93%	54,6	1091,79%	4,6	92,35%
set/22	7,00	157,0	2243,23%	25,5	364,08%	2,2	30,80%
out/22	9,00	76,6	850,83%	12,4	138,09%	1,1	11,68%
nov/22	13,00	449,8	3459,65%	73,0	561,50%	6,2	47,49%
dez/22	12,00	218,1	1817,43%	35,4	294,97%	3,0	24,95%
jan/23	11,00	190,0	1727,11%	30,8	280,31%	2,6	23,71%
fev/23	8,00	110,5	1381,25%	17,9	224,18%	1,5	18,96%
mar/23	13,00	460,4	3541,67%	74,7	574,82%	6,3	48,62%
abr/23	10,00	141,5	1415,18%	23,0	229,68%	1,9	19,43%
mai/23	66,00	276,3	418,56%	44,8	67,93%	3,8	5,75%
jun/23	29,00	472,0	1627,75%	76,6	264,19%	6,5	22,35%
jul/23	58,00	147,3	254,02%	23,9	41,23%	2,0	3,49%
ago/23	57,00	165,8	290,79%	26,9	47,20%	2,3	3,99%
set/23	70,00	70,8	101,08%	11,5	16,41%	1,0	1,39%
Média		295,5	1775,37%	47,96	288,14%	4,06	24,37%

Analisando os dados obtidos na Tabela 3, referente à quantidade de água armazenada nas respectivas áreas, máxima, média e mínima, alinhada com a porcentagem listada na tabela que se refere a quantidade do consumo mensal atendido com base na água coletada, verifica-se que implantando um sistema de cisterna calçadão para as áreas máxima e média tem-se a demanda de água atendida na obra. No entanto, seria necessárias áreas de captação extensão, variando entre 786,59 e 4.846,49 m², e comprimento de 112 a 692 m, tornando inviável do ponto de vista locacional.

Quando se analisa a área mínima, verifica-se que a dimensão da área (7m x 9,4 m) de captação se torna viável a ser implantada em uma via do condomínio, mas o consumo não é atendido em nenhum dos meses analisados, atingindo um percentual médio de 24,37%.

Para melhor compreensão dos resultados da Obra 1, foi elaborada a Figura 02, fazendo a relação entre o consumo de água e a quantidade armazenada.

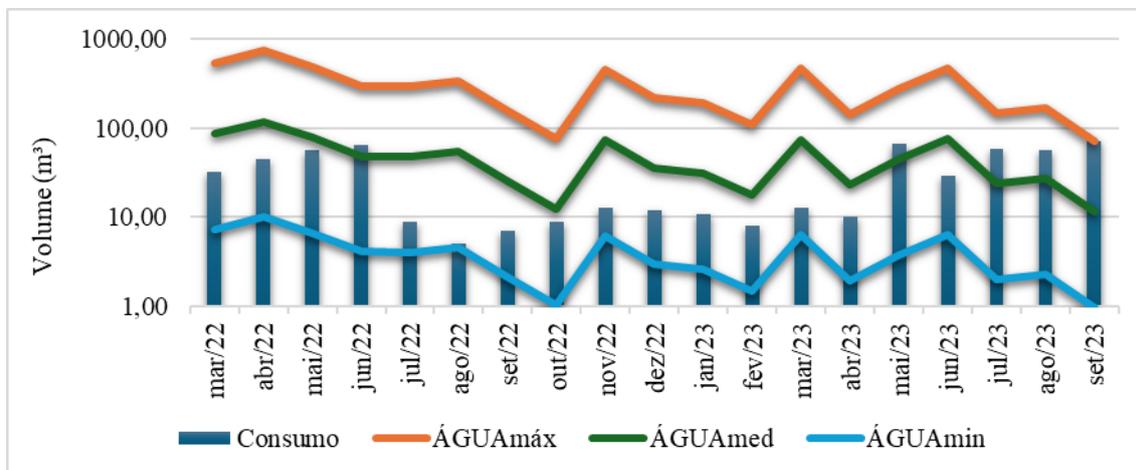


Figura 2: Relação consumo/água armazenada (obra 1)

A Obra 02 também passou por análise durante o período de janeiro de 2023 a outubro de 2023. De maneira análoga à Obra 1, a Tabela 04 possibilita a análise dos dados de precipitação ao longo do cronograma de execução da obra e permite encontrar a média das áreas calculadas.

Tabela 04: Área da cisterna calçadão necessária para captação de água de chuva na Obra 2.

Ano	Mês	Consumo (m³)	Precipitação (mm)				Áreas (m²)		
			Mínima	Média	Máxima	Total	Máxima	Média	Mínima
2023	janeiro	7,49	0,20	1,26	28,8	39,2	1.248,33	198,15	8,67
	fevereiro	27,60	0,20	0,74	13,8	22,8	4.600,00	1.243,24	66,67
	março	31,99	0,20	3,06	18,4	95,0	5.331,67	348,47	57,95
	abril	31,85	0,20	1,12	11,6	29,2	5.308,33	947,92	91,52
	maio	63,30	0,20	1,84	18,8	57,0	10.550,00	1.146,74	112,23
	junho	88,12	0,20	3,14	31,0	97,4	14.686,67	935,46	94,75
	julho	100,74	0,20	0,98	10,0	30,4	16.790,00	3.426,53	335,80
	agosto	65,07	0,20	1,10	13,2	34,2	10.845,00	1.971,82	164,32
	setembro	65,39	0,20	0,47	7,0	14,6	10.898,33	4.628,06	311,38
	outubro	69,18	0,40	0,03	0,6	1,0	5.765,00	71.486,00	3.843,33
MÉDIA --->>>							8.917,59	1.649,60	138,14

Da mesma forma que na Obra 1, foi calculado o volume da água armazenada para a Obra 02, conforme apresentado na Tabela 05.



Tabela 05: Volume de água de chuva a ser armazenada com base nas áreas da cisterna-calçada da Obra 2.

Mês / ano	Consumo (m ³)	Água armazenada (m ³)					
		Máxima	% Atendimento	Média	% Atendimento	Mínima	% Atendimento
jan/23	7,49	349,57	4667,15%	64,66	863,34%	5,415	72,30%
fev/23	27,6	203,32	736,67%	37,61	136,27%	3,150	11,41%
mar/23	31,99	847,17	2648,24%	156,71	489,88%	13,124	41,02%
abr/23	31,85	260,39	817,56%	48,17	151,23%	4,034	12,67%
mai/23	63,3	508,30	803,01%	94,03	148,54%	7,874	12,44%
jun/23	88,12	868,57	985,67%	160,67	182,33%	13,455	15,27%
jul/23	100,74	271,09	269,10%	50,15	49,78%	4,200	4,17%
ago/23	65,07	304,98	468,70%	56,42	86,70%	4,725	7,26%
set/23	65,39	130,20	199,11%	24,08	36,83%	2,017	3,08%
	Média	415,96	1288,36%	76,94	238,32%	6,44	19,96%

Observa-se, de maneira análoga à situação apresentada na Obra 1, que a capacidade de armazenamento de água na Obra 2 é insuficiente para suprir suas demandas, mesmo considerando uma área mínima mais que dobrada em relação à primeira obra. Essa deficiência é evidenciada pelo percentual de atendimento ainda mais baixo, alcançando apenas 19,96%, quando comparado com o desempenho da outra obra.

Em relação às áreas máximas e médias, o contexto na Obra 2 se assemelha ao da Obra 1, sendo inclusive mais desfavorável, pois as dimensões estimadas para essa obra variam entre 7 m x 235 m e 7 m x 1.273 m, tornando sua viabilidade ainda mais questionável. Para facilitar a compreensão dos dados levantados, foi elaborada a Figura 03, que visualiza a relação entre o consumo de água durante o período considerado e a capacidade de armazenamento disponível.

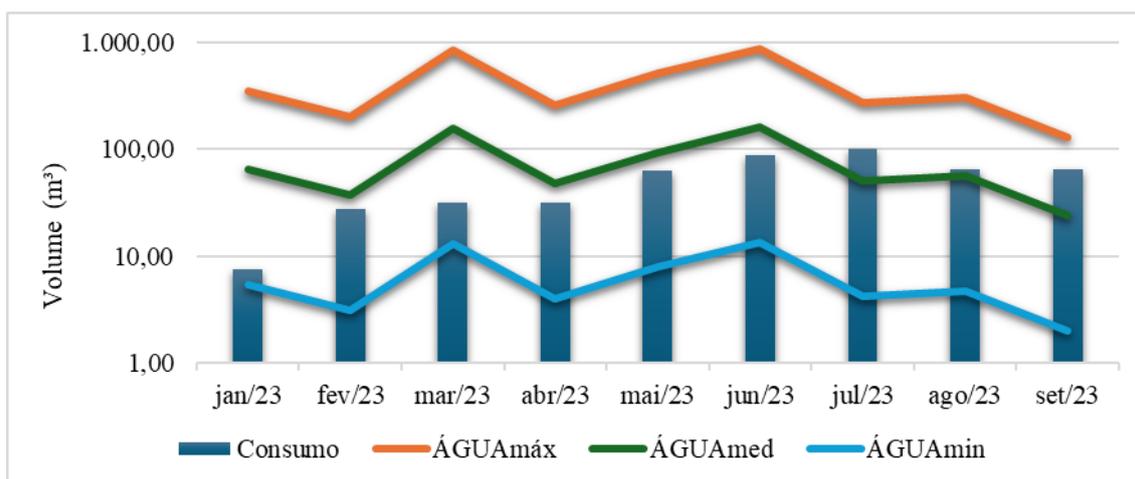


Figura 3: Relação consumo/água armazenada (obra 2)

A observação da Figura 03 revela que, da mesma forma que na Obra 1, na Obra 2, apesar da ampliação da área de coleta, o que resulta em maior armazenamento de água, esse volume ainda é insuficiente para suprir as necessidades de consumo da obra.

Após o cálculo da quantidade de água armazenada e utilizada nas obras em relação à precipitação e ao volume de chuva na cidade de Feira de Santana-BA entre 2022 e 2023, os cálculos foram realizados conforme a Equação 3. Essas análises demonstram a viabilidade (ou falta dela) da utilização da cisterna-calçada nessas duas obras, conforme apresentado na Tabela 06.

Tabela 06: Dados para a construção da cisterna-calçadão retangular

Obra	Área de captação (m ²)			PMM* (mm)	Volume de captação (m ³)					
	Máx.	Méd.	Mín.		Máx.	% AT**	Méd.	% AT**	Mín.	% AT**
1	4.846,49	786,59	66,53	57,00	13,81	45,65%	0,54	1,80%	0,002	0,01%
2	8.917,59	1.649,60	138,14	42,08	18,76	34,07%	1,55	2,81%	0,01	0,02%
Observações:										
(*) Precipitação mensal média.										
(**) Percentual de atendimento ao consumo de água na obra										

Analisando a Tabela 6, percebe-se que utilizando o método prático inglês, método empírico apresentado na NBR 15.527 (ABNT, 2007), têm-se os cenários ainda mais restritivo ao abastecimento de água nas Obras 1 e 2. Os melhores percentuais de abastecimento estão ligados a grandes áreas de captação, tornando, como já dito nesse trabalho, inviável a sua implantação.

Com base na NBR 15.527 (ABNT, 2019a), é crucial que o projeto do sistema de coleta e aproveitamento de água atenda aos requisitos estabelecidos pela NBR 10.844 (ABNT, 1989), que trata das instalações prediais de água de chuva. Além disso, a determinação do tamanho da cisterna segue as diretrizes da primeira norma mencionada, considerando critérios técnicos, econômicos e ambientais, e aderindo às boas práticas da engenharia.

Nas obras analisadas, a cisterna-calçadão teria um formato retangular com largura de 7 metros. Sua implantação ocorreria abaixo da pavimentação das ruas dos condomínios, e a área de captação estaria localizada na própria rua, através de bocas de lobo que conduziriam a água captada até o reservatório, obedecendo às normas mencionadas acima. Para se ter noção do consumo de água na construção civil, Barboza (2008) estimou que para cada metro quadrado de área construída, 200 litros de água seriam utilizados.

Ao analisar as Tabelas 03 e 05, que apresentam a quantidade de água armazenada mensalmente em relação ao consumo da obra e às áreas calculadas, fica evidente que as áreas máximas e médias previstas para a instalação da cisterna nas obras em estudo conseguiram suprir a demanda de consumo, embora exigissem áreas de captação consideráveis. Por outro lado, as áreas mínimas de captação, embora viáveis para implementação em canteiros de obra, não conseguiram captar água suficiente para atender às demandas dos empreendimentos analisados.

Os dados obtidos em ambos os estudos indicam que, apesar de não ser capaz de atender plenamente ao consumo de água nas obras, esse sistema pode representar uma alternativa para otimizar o uso de água na construção civil, especialmente considerando os aspectos ambientais. A utilização de água não potável contribui para reduzir os impactos nos mananciais, que são fundamentais para o abastecimento fornecido pelas companhias de saneamento. Além disso, é importante destacar que o uso de água não potável ajuda a minimizar os impactos das águas pluviais sobre as bacias, reduzindo os riscos de alagamentos, um problema cada vez mais comum nos centros urbanos em expansão (MAY, 2004).

Thomaz (2015, p. 14) menciona alguns casos de reuso de água da chuva, como na Alemanha, onde essa prática é direcionada para irrigação de jardins, descarga de bacias sanitárias, lavagem de roupas e uso comercial e industrial desde 1980, sempre para fins não potáveis. Por sua vez, Chilton et al. (2000) afirmam que, no Reino Unido, a construção de reservatórios para aproveitamento da água da chuva leva em média 12 anos para recuperar o investimento, o que sugere que o aspecto econômico não é altamente relevante em obras como as analisadas neste estudo.

A instalação para reuso de águas pluviais mais antiga do Brasil encontra-se na ilha de Fernando de Noronha, construída em 1943 pelos norte-americanos (MAY, 2004), e ainda está em operação nos dias de hoje.



Conforme Schistek (2011, apud MAY, 2004), em regiões semiáridas do Brasil, caracterizadas por chuvas irregulares e alta evaporação potencial, a captação de água da chuva emerge como uma alternativa eficiente não só para o consumo humano e doméstico, mas também para a construção civil, dependendo das condições meteorológicas.

Os resultados deste estudo, quanto à viabilidade da instalação da cisterna-calçadão, estão intimamente ligados ao volume de chuva local e à área disponível para captação. Observou-se que, nessas condições, a implantação do reservatório não consegue suprir adequadamente o consumo das obras analisadas. Em geral, a irregularidade das chuvas não possibilita um abastecimento consistente do sistema em curtos períodos, tornando-se necessário o racionamento da água durante os longos períodos de estiagem até a próxima precipitação.

CONCLUSÕES

Os resultados e análises desta pesquisa sobre a viabilidade da implementação da cisterna-calçadão estão intrinsecamente ligados ao volume de precipitação no local e à área disponível para captação. Foi observado que a instalação do reservatório é capaz de fornecer uma quantidade suficiente de água para atender às demandas das obras analisadas quando são utilizadas as áreas máximas e médias, porém torna-se inviável pelas áreas de captação extensas devido à sua dimensão. Por outro lado, nas áreas mínimas, a dimensão é proporcionalmente viável para implantação em canteiros de obra, mas o volume de água de chuva captado é insuficiente para atender à demanda.

Apesar dos resultados desfavoráveis para a utilização da cisterna-calçadão em Feira de Santana na atividade de construção civil, compreende-se que este equipamento deve ser avaliado em outras regiões, especialmente aquelas com um regime de precipitação pluvial mais regular, já que na região analisada existem longos períodos de escassez.

É fundamental destacar que a qualidade da água não foi o foco deste estudo. Portanto, é recomendável que em pesquisas futuras essa condição seja avaliada, considerando seu impacto na construção civil, incluindo aspectos como a cura do concreto, a higienização do ambiente e das ferramentas, além do uso pessoal dos trabalhadores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **NBR 10.844**: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.
2. ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **NBR 15.527**: Água de chuva: aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis: requisitos. Rio de Janeiro, 2019a, 14p.
3. BARBOZA, M. R.; B., P. S. Traços de concreto para obras de pequeno porte. **Concreto e Construção**, v. 36, p. 32-36, 2008.
4. CHILTON, J. C.; MAIDMENT, G. G.; MARRIOTT, D.; FRANCIS, A.; TOBIAS, G. Case Study of a Rainwater Recovery System in a Commercial Building With a Large Roof. **Urban Water**, v. 1, n. 4, p. 345-354, 2000.
5. DANTAS NETO, J. . **Uso Eficiente Da Água: Aspectos Teóricos e Práticos**. 2008. [online]. <<http://www.eumed.net/librosgratis/2008c/447/CONSUMO%20DE%20AGUA%20NOS%20CANTEIROS.htm>>. Acesso em: 12/10/23.
6. GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2021.
7. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Inema). **Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos**: Módulo de monitoramento. Disponível em: <http://monitoramento.seia.ba.gov.br/login.xhtml/>. Acesso em: 14/11/2023.
8. MARCIAL, Elaine C. et. al. **Megatendências mundiais 2030**. Brasília: Ipea, 2015. Disponível <https://ppgtic.ufsc.br/files/2015/11/151013_megatendencias_mundiais_2030.pdf>. Acesso em 08/01/2024.
9. MAY, S. Estudo de viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações. 2004. 159 f. **Dissertação (Mestrado)** – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2004.
10. SCHISTEK, H. **A cisterna de tela de cimento**. In: 3º Simpósio Brasileiro de Captação e manejo de água de chuva. Campina Grande, Brasil, 21-23 novembro, 2001.



11. THOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água da chuva**. 1º Edição, Volume 1, setembro. Editora Navegar: São Paulo, 2015.