

VIABILIDADE DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA - CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA-PA

Data de submissão: 16/02/2025

Data de aceite: 05/03/2025

Kariny Silva de Oliveira
(IFPA)

Mirian Santos Alves
(IFPA)

Ana Paula Brandão Leal
(IFPA)

Eva Silvestre Araújo
(IFPA)

Jheiry Barbosa dos Santos
(IFPA)

Adria Lorena de Moraes Cordeiro
(IFPA)

Antônio Jorge Silva Araújo Junior
(UFOPA)

Addyson Macedo Silva

Laila Rover Santana
(IFPA)

RESUMO: A crescente demanda por água, aliada à degradação da qualidade dos mananciais, especialmente em centros urbanos, tem intensificado a preocupação quanto à sustentabilidade dos recursos hídricos. Desse modo, este estudo tem

como objetivo avaliar a viabilidade da implementação de um sistema de coleta de água da chuva no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), campus Conceição do Araguaia, visando soluções técnicas e econômicas para reduzir o consumo de água potável e promover a sustentabilidade hídrica na instituição. A metodologia incluiu a caracterização da área de estudo, o cálculo da demanda mensal e anual de água para descargas sanitárias, a obtenção de dados climáticos via satélite (CHIRPS) e a simulação do sistema no software Netuno. Os resultados indicaram que, considerando um reservatório inferior de 25.000 litros e um reservatório superior de 6.000 litros, o sistema poderia atender a 29,66% da demanda, resultando em uma economia diária média de 6.179,10 litros de água potável. A implementação do Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva (SAAC) no IFPA Campus Conceição do Araguaia demonstrou ser uma alternativa viável e sustentável para a redução do consumo de água potável e a preservação dos recursos hídricos, apresentando benefícios ambientais e econômicos, além de promover práticas sustentáveis na instituição.

PALAVRAS-CHAVE: Aproveitamento de

ABSTRACT: The growing demand for water, combined with the degradation of water source quality, especially in urban centers, has intensified concerns about the sustainability of water resources. Thus, this study aims to evaluate the feasibility of implementing a rainwater collection system at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Pará (IFPA), Conceição do Araguaia campus, aiming at technical and economic solutions to reduce drinking water consumption and promote water sustainability at the institution. The methodology included the characterization of the study area, calculation of monthly and annual water demand for toilet flushing, obtaining climate data via satellite (CHIRPS) and simulation of the system in the Netuno software. The results indicated that, considering a lower reservoir of 25,000 liters and an upper reservoir of 6,000 liters, the system could meet 29.66% of the demand, resulting in an average daily saving of 6,179.10 liters of drinking water. The implementation of the Rainwater Harvesting System (SAAC) at IFPA Campus Conceição do Araguaia has proven to be a viable and sustainable alternative for reducing drinking water consumption and preserving water resources, providing environmental and economic benefits, in addition to promoting sustainable practices in the institution.

KEYWORDS: Rainwater harvesting; Water resources; Sustainability.

1 | INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial para a manutenção da vida, sendo fundamental para a sobrevivência humana e a preservação da biodiversidade. Sua disponibilidade e qualidade influenciam diretamente a ocupação de territórios, o desenvolvimento de culturas e a sustentabilidade das espécies. Segundo Freitas et al. (2019), historicamente a presença ou ausência de recursos hídricos tem sido determinante na formação e manutenção de civilizações, impactando a organização territorial, a economia e a qualidade de vida das populações.

No Brasil, a demanda por água tem aumentado significativamente nas últimas décadas, impulsionada pelo crescimento populacional e pelo desenvolvimento econômico. De acordo com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2017), entre 1997 e 2017, houve um aumento de aproximadamente 80% na retirada total de água, com previsão de crescimento adicional de 30% até 2030. Esse cenário reforça a necessidade de estratégias eficazes para garantir a segurança hídrica no país, incluindo medidas voltadas para a conservação e o uso racional dos recursos hídricos.

A crescente demanda por água, aliada à degradação da qualidade dos mananciais, especialmente em centros urbanos, tem intensificado as preocupações quanto à sustentabilidade dos recursos hídricos. Fatores como a poluição e a urbanização desordenada agravam esse cenário, evidenciando a urgência na implementação de práticas e políticas voltadas para a conservação da água (ANA, 2017). Nesse contexto,

medidas de reaproveitamento hídrico tornam-se fundamentais para mitigar os impactos ambientais e garantir a disponibilidade de água para diferentes usos.

Entre as alternativas viáveis para mitigar a escassez hídrica, destaca-se a implementação de Sistemas de Aproveitamento de Água de Chuva (SAAC). Esses sistemas permitem a captação e o armazenamento da água pluvial para usos não potáveis, como descargas sanitárias, limpeza e irrigação de áreas verdes, reduzindo a demanda e, conseqüentemente, a pressão sobre os recursos hídricos potáveis (YAO et al., 2022). Segundo Rezende e Tecedor (2017), estudos indicam que a adoção de SAACs pode resultar em economias significativas no consumo de água potável, além de contribuir para a gestão sustentável dos recursos hídricos urbanos. Ademais, Martins (2020) destaca que essas práticas estão alinhadas às diretrizes de sustentabilidade e eficiência hídrica, promovendo benefícios ambientais e econômicos.

Desse modo, este estudo tem como objetivo avaliar a viabilidade da implementação de um sistema de coleta de água da chuva no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), campus Conceição do Araguaia. A proposta visa a utilização da água captada em descargas sanitárias, visando soluções técnicas e econômicas para reduzir o consumo de água potável e promover a sustentabilidade hídrica na instituição.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi dividido em 5 etapas, inicialmente foi feita a caracterização da área de estudo; sequencialmente foi realizada a quantificação da demanda mensal e anual de água do *Campus* do IFPA em Conceição do Araguaia; coleta de dados pluviométricos e populacional; simulação do sistema de aproveitamento de água da chuva; e a identificação e verificação dos possíveis desafios e limitações para a implementação do sistema.

2.1 Área de estudo

O presente estudo foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, localizado na cidade de Conceição do Araguaia-PA (CDA), no Sudeste Paraense, nas coordenadas geográficas 49°15'31,487"W 8°15'7,647"S, situado às margens do Rio Araguaia (figura 01). Ferreira e Brito (2009) descrevem o clima do município como equatorial úmido e seco no inverno, do tipo Aw (clima tropical com estação seca no inverno), com a temperatura do ar média anual de 26,3°C e precipitação de 1.723,6 mm/ano.

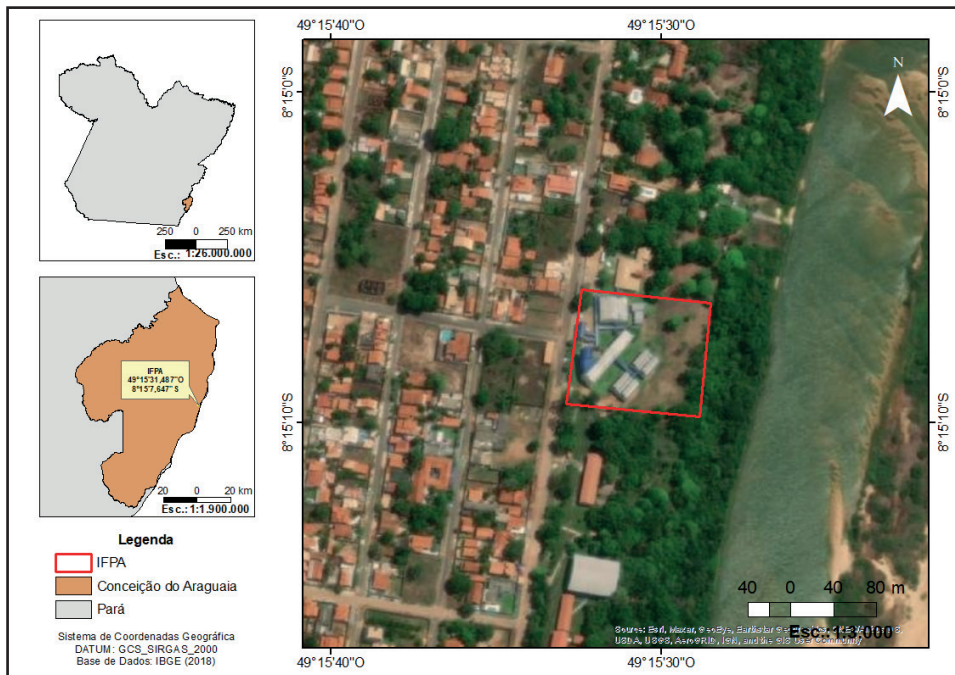


Figura 01 - Mapa de localização da área de estudo.

2.2 Demanda mensal e anual de água para descarga no *campus*

Para o cálculo da demanda geral, considerou-se o número de pessoas na instituição e estudos técnicos que fornecem dados da relação entre consumo e demanda de água. Para realizar o cálculo mensal foi preciso considerar o quantitativo de indivíduos a serem atendidos no período que possui aulas, uma vez que se trata de um prédio educacional. Para o cálculo mensal, considerou-se um período 25 dias no mês, abrangendo de segunda-feira a sábado. Já para o cálculo anual, considerou-se 10 meses, excluindo os meses de férias.

Os dados populacionais do IFPA foram obtidos por meio da Secretaria Acadêmica (SEAC), que disponibilizou o quantitativo de alunos matriculados no ano letivo de 2024, totalizando 686 indivíduos. O número de servidores públicos e colaboradores terceirizados foi obtido junto à Coordenação de Gestão de Pessoas (CGP), somando 80 pessoas. O total de pessoas atendidas pelo sistema é de 766.

Após a obtenção dos dados populacionais, realizou-se uma pesquisa para determinar a relação entre o número de indivíduos e o consumo de água por descarga. Com base nos estudos de Tomaz (2005) *apud* Novakoski, Marques e Conterato (2013), foram adotados os parâmetros apresentados na Tabela 01 para estimar o consumo de água por descarga.

Uso interno	Unidade	Parâmetros		
		Inferior	Superior	Mais provável
Descarga na bacia	Descarga/pessoa/dia	4	6	5
Volume de descarga	Litros/descarga	6,8	18	9

Tabela 01 - Parâmetros de engenharia para estimativa da demanda residencial de água para uso interno.

Fonte: Tomaz (2005) apud Novakoski, Marques e Conterato (2013).

O cálculo da demanda *per capita* foi obtido a partir do produto dos valores inferiores da descarga na bacia e dos volumes de descarga. Foi considerado o volume inferior da tabela acima, uma vez que o local de implementação não é um ambiente cuja população permanece por muito tempo, ou seja, o consumo é reduzido. Assim, na equação 1 é estimado o volume de consumo de água nas descargas diariamente, e as equações 2 e 3 para a estimativa mensal e anual, respectivamente.

Equação (1)

$$Vd = nd * p * Vdesc$$

Onde:

Vd = Volume de consumo de água nas descargas diário (L/dia);

nd = Número de descarga por indivíduo (dec/hab/dia);

p = População (hab);

Vdesc = Volume em cada descarga (L/dec).

Equação (2)

$$Vmensual = Vd * 25$$

Onde:

Vmensual = Volume de consumo de água nas descargas mensal (L/mês).

Equação (3)

$$Vanual = Vmensual * 10$$

Onde:

Vanual = Volume de consumo de água nas descargas anual (L/ano).

2.3 Coleta de dados pluviométricos

Além dos dados populacionais, foi necessária a aquisição de dados de precipitação. Esses dados foram obtidos por meio de satélites, especificamente do *Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station* (CHIRPS). De acordo com Uliana (2024), o CHIRPS integra um sistema de climatologia interna e imagens em satélite, que possibilita estimativas de precipitação em locais de difícil acesso ou sem monitoramento, sendo essencial para suprir a falta de dados precisos em regiões remotas.

Desde 1981, o CHIRPS compila dados provenientes de satélites e climatologia interna, sendo uma alternativa relevante para sensoriamento remoto e softwares de modelagem climática. Esses dados permitem estimativas de precipitação em locais sem monitoramento direto (Junior e Neto, 2019). Desta forma, os dados de precipitação foram extraídos da plataforma *Google Earth Engine* no formato “.csv”.

2.4 Simulação do sistema de aproveitamento da água da chuva

A simulação do sistema de captação de águas pluviais, realizada no software Netuno, foi fundamental para avaliar a viabilidade do projeto. Com base nos dados inseridos, o software permite a modelagem do sistema, gerando resultados como a estimativa da economia de água potável pelo aproveitamento da água pluvial, a capacidade ideal do reservatório, o volume extravasado, entre outros (Gishi e Cordova, 2014).

Os dados de entrada no programa incluem precipitação (arquivo CSV), área de captação, demanda total de água, número de moradores, percentual da demanda suprida por água pluvial, coeficiente de escoamento superficial e tipo de reservatório (superior, inferior ou ambos). Os resultados gerados pelo programa incluem a indicação do volume ideal para o reservatório inferior, gráficos de consumo de água pluvial, planilhas de dados e outras informações relevantes.

Após a obtenção dos dados de precipitação para a coordenada do IFPA, os dados foram tratados no software Excel, removendo colunas desnecessárias para a simulação no programa Netuno. Apenas os valores de precipitação foram mantidos, resultando em um arquivo com uma única coluna. Com esse arquivo ajustado, foi possível realizar a simulação e quantificar o potencial de aproveitamento das águas pluviais nas bacias sanitárias do campus IFPA.

2.5 Desafios e limitações para a implementação do sistema

Diante do arcabouço de informações adquirido ao longo da pesquisa, foi realizada a análise e interpretação dos dados de saída do programa Netuno. Para tal, a discussão foi construída com base na literatura, com foco nas experiências apresentadas por outros projetos de reuso da água da chuva para fins não potáveis.

A verificação da viabilidade econômica foi feita considerando aspectos como a redução dos custos energéticos, visto que a água do campus provém de um poço semiartesiano, que utiliza bomba para recalque ao reservatório.

Para mensurar os benefícios, utilizou-se a metodologia comparativa, considerando as vertentes de implementação do sistema e a viabilidade ambiental como um todo. Ademais, procurou-se avaliar se a região possui capacidade, em termos de precipitação,

para atender à demanda de uso de água potável nas descargas, substituindo-a por água pluvial.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Sistema de água para descarga convencional

Inicialmente, com base nas etapas realizadas, foi possível determinar valores essenciais para a viabilidade do projeto de aproveitamento da água da chuva. Um dos principais parâmetros obtidos foi o quantitativo de pessoas atendidas pelo sistema, totalizando aproximadamente 766 indivíduos, considerando os alunos matriculados no ano letivo de 2024 e os servidores.

Além disso, ao analisar a Tabela 1 e considerar o valor inferior de 4 descargas por pessoa, obtém-se um total aproximado de 3.064 descargas diárias no prédio educacional, o que representa 20.835,2 litros de água utilizados apenas para esse fim. O edifício em estudo possui um reservatório com capacidade de 44m³ (44.000 litros de água), conforme informado por funcionários. Esse reservatório, localizado no bloco de salas de aula, é o principal ponto considerado para a implementação do sistema de captação e aproveitamento da água da chuva, conforme ilustrado na Figura 02.



Figura 02 - Mapa de visualização da área de captação.

Com base nesses dados iniciais, estima-se que aproximadamente 61,28% da água armazenada em um reservatório de 34.000 litros seja utilizada para descargas em um único dia. Esse cálculo considera a reserva de 10.000 litros destinados a emergências, como incêndios. Por se tratar de um prédio educacional, a demanda mensal, considerando um período de 25 dias letivos, será de 520.880 litros de água apenas para descargas sanitárias. Já a demanda anual, desconsiderando os períodos de férias, será de 5.208.800 litros de água.

Além disso, segundo a literatura, edifícios escolares (externatos), onde os alunos permanecem apenas durante o período de aula e retornam para suas residências, possuem um consumo per capita tabelado de 50 litros por dia, conforme indicado na Tabela 02. O valor correspondente ao consumo total per capita está na tabela, enquanto o per capita para descargas sanitárias foi calculado com base na Equação 1, resultando em 27,2 litros por dia por pessoa.

Outro fator essencial para o sistema é o conhecimento do material do telhado, pois ele influencia diretamente no volume de água a ser armazenado. No caso do prédio em estudo, o telhado é composto por telha metálica, o que confere um coeficiente de escoamento superficial de 0,90 e uma área total de 1.754,85 m². Assim, foi necessário inserir esses valores no software Netuno, a fim de simular os cenários e validar a viabilidade do projeto.

Prédio	Consumo (litros/dia)
Alojamento provisório	80 per capita
Ambulatórios	25 per capita
Apartamentos	200 per capita
Casas populares ou rurais	150 per capita
Cavalariças	100 por cavalo
Cinemas e teatros	2 por lugar
Creches	50 per capita
Edifícios públicos ou comerciais	50 per capita
Escolas (externatos)	50 per capita
Escolas (internatos)	150 per capita
Escolas (semi-internato)	100 per capita
Escritórios	50 per capita
Garagens e postos de combustível	50 por automóvel 200 por caminhão

Tabela 02 - Consumo predial diário (ou consumo diário).

Fonte: Adaptado de Carvalho Júnior (2014)

3.2 Sistema de água da chuva para descarga de bacias sanitárias

Os dados obtidos anteriormente são essenciais para a verificação da viabilidade de implementação do sistema de captação da água da chuva nos edifícios do Instituto Federal

de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, campus Conceição do Araguaia. A simulação no software Netuno indicou que, com base nos dados de entrada, apenas 23,47% da demanda poderia ser atendida pela água da chuva. Isso resultaria em uma redução de 4.890,93 litros diários no consumo de água potável para descargas sanitárias.

As informações foram obtidas pelo carregamento dos dados pluviométricos extraídos do satélite CHIRPS, utilizado para identificar os meses com maior contribuição ao sistema de aproveitamento da água da chuva. A partir do Gráfico 01 de índice pluviométrico mensal, essa verificação também foi realizada. Além dos dados de precipitação, foi necessário informar a demanda total, a área de captação, número de pessoas a serem atendidas, o coeficiente de escoamento, entre outros, como pode ser observado na Figura 03.

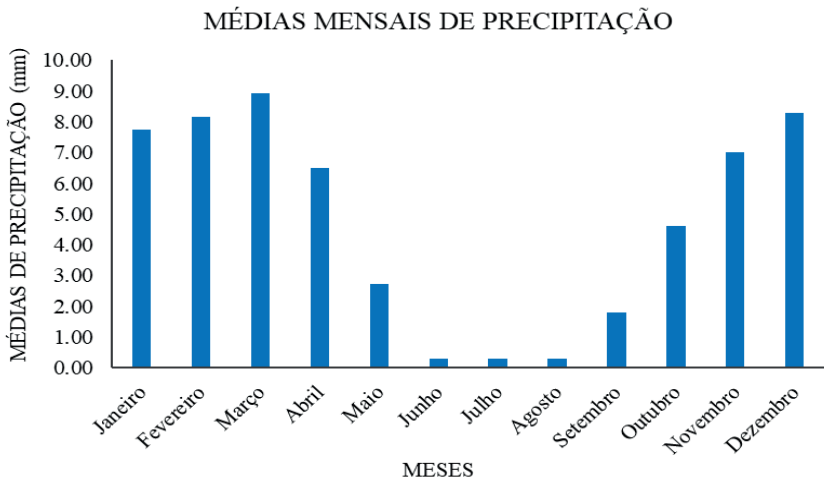


Gráfico 01 - Índice pluviométrico mensal no período de 1994-2023

Carregar dados de precipitação	CHIRPS_IFPA_ORV
Número de registros	10956
Data inicial (dd/MM/yyyy)	01/01/1994
Descarte escoamento inicial (mm)	1

Área de captação (m²)

Demanda total de água (litros per capita/dia)

Número de moradores

Percentual da demanda total a ser substituída por água pluvial

Coeficiente de escoamento superficial

Reservatório inferior
☐ Simulação para reservatório com volume conhecido
☒ Simulação para reservatórios com diversos volumes

Intervalo da simulação
 Volume máximo (litros)

Intervalo entre volumes (litros)

☒ Indicar volume ideal para o reservatório inferior

Diferença entre potenciais de economia de água potável por meio do aproveitamento de água pluvial (%/m³)

Figura 03 - Interface com os dados de entrada no programa Netuno.

Por outro lado, a partir das informações fornecidas ao software, foi possível gerar gráficos e tabelas pertinentes à análise do sistema geral, além da ampliação de possibilidades que mais se adequem à realidade do local. Desta forma, a primeira simulação ocorreu levando em consideração reservatórios com diversos volumes para o reservatório inferior, tal escolha ocorreu para visualizar a melhor sugestão gerada pelo software. Conforme os dados apresentados pela figura 03, foi possível obter a tabela 03, que possui no seu teor informações dos meses que terá maior contribuição para a coleta da água da chuva.

Mês	Potencial de utilização de água pluvial (%)	Volume consumido de água pluvial (litros)	Volume consumido de água potável (litros)	Volume extravasado (litros)	Atendimento parcial (%)	Sem atendimento (%)
Jan.	39,37	8.202,86	12.632,34	4.005,97	66,77	33,23
Fev.	39,71	8.272,66	12.562,54	4.605,05	67,06	32,94
Mar.	41,74	8.696,14	12.139,06	5.372,69	68,71	31,29
Abr.	30,34	6.320,38	14.514,82	3.951,58	50,78	49,22
Mai	12,82	2.671,52	18.163,68	1.617,79	22,58	77,42
Jun.	2,11	440,00	20.395,20	33,79	5,11	94,89
Jul.	2,11	440,51	20.394,69	27,14	5,81	94,19
Ago.	2,0	416,37	20.418,83	43,24	5,27	94,73
Set.	10,88	2.267,04	18.568,16	579,13	21,22	78,78
Out.	26,28	5.475,96	15.359,24	1.799,88	48,71	51,29
Nov.	35,54	7.405,75	13.429,45	3.642,01	63,67	36,33
Dez.	39,82	8.296,50	12.538,70	4.766,05	69,21	30,79

Média	23,47	4.889,93	15.945,27	2.525,35	41,11	58,89
Total anual	-	63.795,62	207.061,98	921.752	-	-

Tabela 03 - Valores mensais simulados pelo Netuno para reservatório inferior com volume variado.

Conforme a Tabela 03, verifica-se que os meses com maior contribuição por precipitação, segundo os dados fornecidos pelo CHIRPS, são de novembro a abril, com potencial de utilização da água pluvial entre 30,34% e 41,74%. Nesses meses, o volume consumido de água pluvial em litros por dia varia entre 8.696,14 e 6.320,38 litros, com atendimento parcial entre 50,78% e 69,21%. Esses valores representam a economia de água potável, considerando que 61,28% do total armazenado nos reservatórios do local de estudo é utilizado.

Além das informações previamente apresentadas, o software Netuno gerou gráficos relacionando o percentual de atendimento com o volume do reservatório inferior. O programa identificou que o volume ideal para o reservatório inferior é de 15.000 litros, proporcionando uma economia de 23,47% de água potável, conforme apresentado no Gráfico 02. No entanto, a utilização de água necessária para descargas ao longo de um dia é de aproximadamente 21.000 litros.

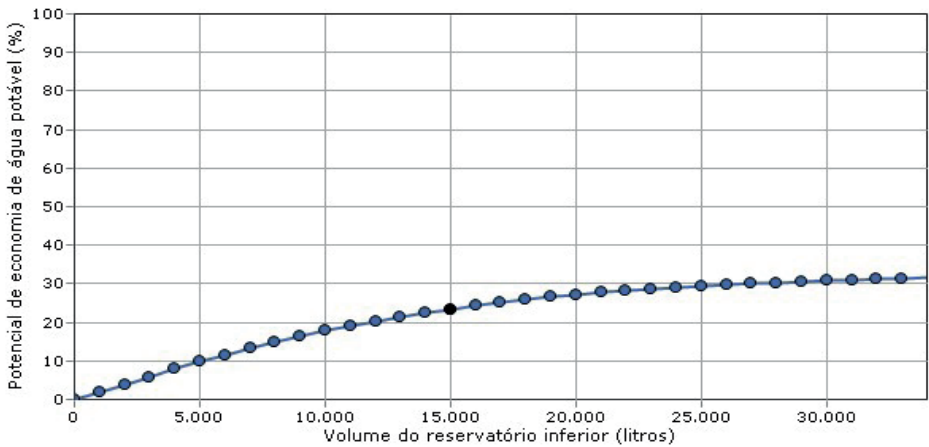


Gráfico 02 - Representação do percentual de economia de água potável.

Posto que o consumo diário já informado é superior aos 15.000 litros, foi realizada outra simulação. Dessa vez, em vez de considerar um volume variável para o reservatório inferior, definiu-se um volume fixo de 25.000 litros, resultando em um potencial de economia de água potável de 29,66%. Além de informar o volume do reservatório inferior, foi informado o valor do reservatório superior de 6.000 litros com um percentual do volume superior abaixo do qual há recalque de 50%, ou seja, quando a altura da lâmina d'água estiver

em 3.000 litros será acionado um dispositivo hidráulico que irá abastecer o reservatório superior, como mostra a tabela 04.

Mês	Pot. de utilização água pluvial (%)	Vol. consumido água pluvial (litros)	Vol. consumido de água potável (litros)	Vol. extravasado (litros)	Atend. completo (%)	Atend. parcial (%)	Sem atend. (%)	Média diária de recalques
Jan.	50,05	10.428,75	10.406,45	1.776,89	22,47	52,26	25,27	3,40
Fev.	51,15	10.656,62	10.178,58	2.252,97	25,03	51,36	23,61	3,50
Mar.	54,40	11.334,94	9.500,26	2.718,56	27,10	50,54	22,37	3,77
Abr.	39,27	8.182,71	12.652,49	2.094,81	19,11	40,56	40,33	2,68
Mai	16,38	3.412,72	17.422,48	892,28	7,42	19,89	72,69	1,11
Jun.	2,26	470,24	20.364,96	5,23	0,11	5,22	94,67	0,13
Jul.	2,22	461,61	20.373,59	6,05	0,11	5,81	94,09	0,13
Ago.	2,17	451,76	20.383,44	7,41	0,22	5,16	94,62	0,13
Set.	12,72	2.650,99	18.184,21	191,06	3,22	20,22	76,56	0,81
Out.	31,39	6.539,22	14.295,98	719,80	9,35	43,44	47,20	2,05
Nov.	44,57	9.285,94	11.549,26	1.733,79	19,56	52,33	28,11	3,01
Dez.	50,75	10.573,88	10.261,32	2.503,82	24,00	53,39	22,60	3,47
Média	29,66	6.179,10	14.656,10	1.236,16	13,08	33,25	53,67	2,01
Total anual	-	80.628,48	190.229,12	451.199	-	-	-	-

Tabela 04 - Valores mensais simulados pelo Netuno para reservatório inferior com volume conhecido.

As simulações indicaram que o sistema de armazenamento de água da chuva mais eficiente para atender à demanda do local de estudo foi o que possui um reservatório inferior de 25.000 litros e um reservatório superior de 6.000 litros, operando com um recalque de 50%. Esse sistema permitiu um consumo médio diário de 6.179,10 litros de água pluvial, resultando em uma economia adicional de 1.289,17 litros por dia em comparação com a primeira simulação. Além disso, houve redução no volume de água extravasado, conforme evidenciado nas tabelas 03 e 04.

A segurança dos resultados obtidos é corroborada pelo estudo de Borges et al. (2023), que analisou a confiabilidade do programa Netuno para dimensionamento do potencial de economia e porcentagem de atendimento da demanda por água pluvial. Essa ferramenta permitiu uma correlação precisa entre os dados de entrada e a realidade do local de estudo, garantindo que o projeto de captação de água da chuva fosse viável e eficiente na redução do consumo de água potável.

A implementação de sistemas de aproveitamento de água da chuva tem sido amplamente incentivada em diversas regiões, especialmente em países que enfrentam desafios hídricos. De acordo com Vaz et al. (2023), a utilização de água da chuva pode contribuir significativamente para a redução da demanda por água potável em atividades

como combate a incêndios, limpeza e irrigação urbana. Em Santa Catarina, por exemplo, a adoção desses sistemas poderia economizar até R\$ 350.000 por ano apenas no fornecimento de água para combate a incêndios. Esse dado reforça a importância de ampliar a implementação dessas soluções em infraestrutura pública e privada.

Nesse sentido, os projetos de aproveitamento de água da chuva têm se consolidado como uma solução sustentável e economicamente vantajosa. Segundo o estudo de Sakati et al. (2023), o uso doméstico da água pluvial pode aliviar a pressão sobre fontes convencionais, sendo viável para regar plantas, lavar pisos e até mesmo para cocção de alimentos, desde que os padrões de qualidade sejam atendidos. Além disso, a pesquisa de Boyacı et al. (2024) revelou que, em estufas hidropônicas na Turquia, a captação de água da chuva atendeu até 80,79% da demanda de irrigação, reduzindo custos operacionais e mitigando os impactos da variabilidade climática.

No entanto, alguns desafios devem ser considerados para garantir a eficácia do sistema. Como destacado por Ertop et al. (2023), durante o escoamento da água da chuva nos telhados, perdas podem ocorrer devido à ação do vento, inclinação do telhado, tipo de material de cobertura, evaporação e vazamentos. Essas variáveis impactam diretamente a eficiência do sistema e exigem um planejamento criterioso para minimizar desperdícios. Outra recomendação fundamental, segundo Santos (2012), é o descarte dos minutos iniciais da chuva, pois essa fase inicial pode conter resíduos poluentes acumulados na atmosfera e na superfície dos telhados. Esse descarte melhora a qualidade da água coletada e reduz a necessidade de tratamentos posteriores.

Diante dessas considerações, para futuras implementações do sistema na instituição estudada, é fundamental considerar aspectos arquitetônicos, como a locação estratégica dos reservatórios, e logísticos, como a instalação de dispositivos de filtragem e descarte inicial da água contaminada. Essas medidas garantirão uma captação mais eficiente e uma maior economia de água potável ao longo do tempo.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação de um sistema de aproveitamento de água da chuva no IFPA, *Campus Conceição do Araguaia*, demonstrou ser uma alternativa viável e sustentável para a redução do consumo de água potável e a preservação dos recursos hídricos. O estudo evidenciou que o sistema projetado pode atender significativamente à demanda por água não potável, especialmente para o abastecimento de descargas sanitárias, proporcionando uma economia expressiva no consumo de água tratada. Além disso, a utilização de ferramentas de simulação, como o programa Netuno, permitiu um dimensionamento preciso dos reservatórios, otimizando a eficiência do sistema e minimizando desperdícios.

Além dos benefícios ambientais e econômicos, o projeto também reforça a importância de práticas sustentáveis em instituições públicas, servindo como um modelo para futuras

iniciativas de gestão hídrica. A captação de água da chuva pode ser expandida para outros usos, como irrigação de áreas verdes e limpeza, ampliando ainda mais sua contribuição para a redução do consumo de água tratada. No entanto, para garantir a eficiência do sistema a longo prazo, é essencial considerar aspectos climáticos, infraestrutura adequada e mecanismos de manutenção periódica.

Apesar dos desafios operacionais, como custos iniciais de instalação e controle da qualidade da água coletada, a implementação desse sistema representa um avanço significativo na busca por soluções hídricas sustentáveis. Com a crescente preocupação com a escassez de água, projetos como este demonstram o potencial da captação e aproveitamento da água pluvial como uma estratégia eficaz para promover a conservação dos recursos naturais e a conscientização sobre o uso responsável da água.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Agência Nacional de Águas (ANA). **Relatório da ANA apresenta a situação das águas do Brasil no contexto de crise hídrica**. Brasília: ANA, 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/relatorio-da-ana-apresenta-situacao-das-aguas-do-brasil-no-contexto-de-crise-hidrica>. Acesso em: 04 de Dezembro de 2024.

CABRAL, Jaime Joaquim Silva Pereira et al. Projeto piloto de uma caixa de descarga eficiente, econômica e à prova de vazamentos. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 22, n. 05, p. 953-959, 2017.

CARVALHO JUNIOR, Roberto de. **Instalações Prediais Hidráulico-Sanitárias: Princípios básicos para elaboração de projetos**. São Paulo: Blucher, 2014.

COSTA, Liane de Moura Fernandes. **Análise do impacto de políticas de incentivo à implantação de sistemas de aproveitamento de águas de chuva (SAAC) na perspectiva de companhias de saneamento**. 2024.

DE LIMA BORGES, Ana Paula et al. Potencial de economia de água potável devido ao uso das águas pluviais em shopping center do Recife/PE. **Scientific Journal ANAP**, v. 1, n. 1, 2023.

ERTOP, Hasan et al. The importance of rainwater harvesting and its usage possibilities: Antalya example (Turkey). **Water**, v. 15, n. 12, p. 2194, 2023.

FERREIRA, Rosaria Rodrigues; BRITO, José Ivaldo Barbosa de. Avaliação da susceptibilidade à desertificação em Barbalha (CE) e Conceição do Araguaia (PA) através do índice de aridez. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), 2009.

FREITAS, Adelson Humberto Lima; DE FREITAS, João Batista; DA SILVA, Leonardo Henrique Dias. Importância do uso consciente da água nos processos produtivos da agroindústria sucroalcooleira. **Revista Eletrônica Organizações e Sociedade**, v. 8, n. 9, p. 37-55, 2019.

MADZIA, Marek. Reduction of treated water use through application of rainwater tanks in households. **Journal of Ecological Engineering**, v. 20, n. 9, p. 156-161, 2019.

MARTINS, Byanca Evely dos Santos. **Análise da viabilidade econômica do aproveitamento de água de chuva para edificações verticais do tipo residencial na cidade de João Pessoa-PB.** 2020. Disponível em: Repositório Institucional da UFPB: Análise da viabilidade econômica do aproveitamento de água de chuva para edificações verticais do tipo residencial na cidade de João Pessoa-PB.

NOVAKOSKI, C. K.; MARQUES, M. G.; CONTERATO, E. Análise do Método da Simulação para Dimensionamento de Reservatórios de Águas Pluviais em Residências Unifamiliares. **XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 17-22 nov. 2013, Bento Gonçalves-RS. Disponível em: (Microsoft Word - an\341lise m\351todo da simula\347\343orev3 \2\)).

SANTOS, Hélio Vitor Reis dos. Reuso não potável de água em edifícios. 2012. 62 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental) - Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2012. Disponível em: <https://bdtd.ucb.br:8443/jspui/handle/123456789/1632>

SELLA, Marcelino Blacene. **Reúso de águas cinzas: avaliação da viabilidade da implantação do sistema em residências.** 2011. 87 f. Trabalho de Diplomação (Bacharel) - Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 2011. Disponível em: Marcelino_B_Sella_16072011.

Junior, Vinícius Gomes Costa; Neto, Alfredo Ribeiro. **Avaliação Preliminar de Eventos Extremos pelo Chirps Através da Ferramenta Climateserv.** Disponível em: <https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/133/II-END0084-1-20201015-143952.pdf>.

GISHI, Enedir. Cordova, Marcelo Marcel. **Netuno 4 Manual do Usuário.** Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC Departamento de Engenharia Civil Laboratório de Eficiência Energética em Edificações - LabEEE. Florianópolis de 2014.

ULIANA, Eduardo Morgan et al. Validação e análise espaço-temporal de dados de precipitação obtidos por sensoriamento remoto CHIRPS para o estado de Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 35, p. 630-654, 2024.

Rezende, J. H., & Tecedor, N. (2017). Aproveitamento de água de chuva de cobertura em edificações: dimensionamento do reservatório pelos métodos descritos na NBR 15527. *Revista Ambiente & Água*, 12(6), 1040-1053.

Tobias, M., Zini, P. A., Mores, R., & Schuck, A. (2023). Análise do aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis em praça municipal de concórdia, Santa Catarina. *Revista de Gestão e Secretariado*, 14(4), 4883-4898.

YAO, J., WANG, G., JIANG, X., XUE, B., WANG, Y., DUAN, L. Exploring the spatiotemporal variations in regional rainwater harvesting potential resilience and actual available rainwater using a proposed method framework. *Science of The Total Environment*, v. 858, 2022.

Vaz, I. C. M., Ghisi, E., & Souza, J. C. (2023). Potential use of rainwater as a tool for fire stations and firefighting: Literature review, environmental and cost assessments. *Science of The Total Environment*, 165510.

Sakati, S. N., Mallongi, A., Ibrahim, E., Palutturi, S., & Kanan, M. (2023). Utilization of Rainwater as Consumable Water with Rainwater Harvesting Methods: A Literature Review. *Pharmacognosy Journal*, 15(6s).

Boyacı, S., Atılğan, A., Kocięcka, J., Liberacki, D., & Rolbiecki, R. (2024). Use of Rainwater Harvesting from Roofs for Irrigation Purposes in Hydroponic Greenhouse Enterprises. *Atmosphere*, 15(8), 884.