

## **PROPOSTA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM CENTRO DE EDUCAÇÃO UNIFICADA NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA – PB**

Amanda Ribeiro Duarte (Graduada em Engenharia Civil, Centro Universitário de João Pessoa – UNIPE)

E-mail: amanda.ribeiro.97@hotmail.com

Marcos Pereira de Araujo (Graduado em Engenharia Civil, Centro Universitário de João Pessoa – UNIPE)

E-mail: marcoseng.unipe@gmail.com

Letícia Nunes de Aragão (Graduada em Engenharia Civil, Centro Universitário de João Pessoa – UNIPE)

E-mail: leticianunesec@gmail.com

Glauton de Moura Macedo (Graduado em Engenharia Civil, Centro Universitário de João Pessoa – UNIPE)

E-mail: glautonmm@outlook.com

Flávia Maria Cabral de Souza Evaristo (Graduada em Engenharia Civil, Centro Universitário de João Pessoa – UNIPE)

E-mail: flavinhacabral@gmail.com

Kleysa Rodrigues da Silva (Graduada em Engenharia Civil, Centro Universitário de João Pessoa – UNIPE)

E-mail: kleysar@gmail.com

**Resumo:** A crescente problemática da escassez de água no Brasil e no mundo, além das exigências da Lei nº 8.666/93 de licitação brasileira, alertam para estudos sobre sustentabilidade em edificações públicas. O presente trabalho tem por objetivo propor um sistema de captação de águas pluviais no Centro Educacional de João Pessoa localizado no bairro Mangabeira, dimensionando-se e detalhando-se toda captação, transporte e armazenamento das águas da chuva do Bloco 1, Bloco 2 e Ginásio, através de calhas, condutores verticais e horizontais, até o conjunto de reservatórios dimensionados pelo método de *Rippl*. Após cálculos das respectivas demandas, fez-se uma projeção para uso da água captada em descargas das bacias sanitária e irrigação de jardim. Através dos resultados desta pesquisa, foi possível constatar a eficácia e a viabilidade da proposta de um sistema de captação de águas pluviais para o Centro Educacional.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade, Edificações Públicas, Águas Pluviais.

## **PROPOSAL FOR RAINWATER RAINING FOR NON-DRINKING PURPOSES IN A UNIFIED EDUCATION CENTER IN THE CITY OF JOÃO PESSOA - PB**

**Abstract:** The growing water problem in Brazil and in the world, in addition to the requirements of Law Nº. 8.666/93 of Brazilian bidding, warns of sustainability indicators in public buildings. The objective of this work is to propose a rainwater harvesting system at the João Pessoa Educational Center located in the Mangabeira neighborhood, detailing and detailing the entire catchment, transport and storage of the waters at the edge of Block 1, Block 2 and Gymnasium, through rails, vertical and horizontal conductors, to the set of reservoirs sized by the *Rippl* method. After the requirements were raised, a projection was made for the use of the water collected in the discharges of the sanitary basins and irrigation of the garden. Through the results of this research, it was possible to verify the efficacy and economic viability of the proposal of a rainwater harvesting system for the Educational Center.

**Keywords:** Sustainability. Public Buildings. Rainwater.

### **1. Introdução**

A sustentabilidade é assunto de discussão mundial, atual e importante, pois busca garantir a preservação dos recursos naturais do planeta, principalmente diante da realidade preocupante que nos alerta para uma urgência na adoção de medidas preventivas e práticas socioeducativas e ambientais eficazes. Nesse contexto, a água como um meio indispensável à sobrevivência humana e essencial para o desenvolvimento das atividades em todos os setores, é vista como o recurso que mais necessita de intervenções, diante da situação alarmante evidenciada pela

escassez já presente nos dias atuais.

Nessa situação, é de suma importância a adoção de medidas sustentáveis em todos os setores produtivos, especialmente na construção civil, visto como um dos setores que mais consome recursos naturais. Como alternativa sustentável na construção civil para a preservação da água, pode-se destacar o desenvolvimento e a utilização de sistemas de aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis, ou seja, utilizados em situações em que não seja necessário o uso de água potável.

Um sistema de aproveitamento de água de chuva é um sistema descentralizado e alternativo de suprimento de água visando entre outros a conservação dos recursos hídricos reduzindo a demanda e o consumo de água potável (GONÇALVES, 2006). De acordo com a NBR 15.527 (ABNT, 2007), a água não potável é utilizada para a lavagem de carros e calçadas, irrigação de jardins e descarga em bacias sanitárias, entre outros usos.

Dentre algumas das vantagens do sistema de aproveitamento de águas pluviais, Rodrigues (2010) destaca as seguintes: redução do consumo de água da rede pública; investimentos de tempo e dinheiro geralmente positivos podendo variar o tempo de retorno; importância ecológica e financeira pelo fato de não se desperdiçar um recurso natural escasso, especialmente quando este pode estar disponível em abundância no telhado; encoraja a conservação de água, a autossuficiência e uma postura ativa e positiva perante os problemas ambientais.

É importante enfatizar também o grande avanço na inclusão legal da sustentabilidade em obras públicas, através da alteração do art. 3º da Lei nº 8.666/93 de licitação, que prevê a licitação sustentável destinada a promover o desenvolvimento nacional sustentável, aliado a proposta mais vantajosa para a administração, seguindo o princípio constitucional da isonomia. Diante disso, a adoção de sistemas de aproveitamento de água de chuva é considerada uma eficiente medida para preservação dos recursos hídricos, visando a sustentabilidade e a preservação do meio ambiente.

De acordo com Scherer (2003), os edifícios escolares são uma fonte potencial para a implantação de sistemas de aproveitamento das águas pluviais para fins não potáveis. Vale ressaltar a grande área de telhado e cobertura que possui prédios escolares, sendo propício para captação, além de que o uso de água para fins não exigentes de padrões de potabilidade é expressivo. Além disso, a implantação desses sistemas em escolas conscientiza e motiva os cidadãos quanto ao uso eficiente da água pois contribui na formação socioeducativa e na conscientização do uso correto da água de forma econômica e sustentável.

Este trabalho objetiva propor a implantação de um sistema de captação de águas pluviais para fins não potáveis em um Centro de Educação Unificada no município de João Pessoa-PB. Com isso, serão apresentadas técnicas para a concepção e implantação do sistema e de seus elementos, bem como a definição do uso da água a ser aproveitada.

## **2. Referencial Teórico**

### **2.1 Uso da água**

Em qualquer processo de gestão, é de grande importância o conhecimento da quantidade de água que é consumida nas edificações, principalmente qualificando-se o uso por ambiente e ponto de consumo. Para Gonçalves (2009), o conhecimento desse consumo é importante para identificar os pontos que necessitam de ações de conservação da água.

Segundo Marinoski (2007), nos diversos usos da água potável, uma parcela significativa está destinada a fins não potáveis, como descargas de vasos sanitários, rega de jardins, lavação de automóveis e calçadas.

As escolas são ambientes que apresentam uma demanda representativa no consumo de água tanto para fins potáveis como para fins não potáveis.

Ywashima (2005) analisou três tipos de edificações educacionais no município de Campinas-SP para verificar o consumo de água nos diferentes ambientes das instituições. Foram analisadas: 6 Centros Municipais de Educação Infantil (CEMEI); 44 Escolas Municipais de Educação Infantil (EMEI); e 10 Escolas Municipais de Ensino Fundamental (EMEF). Na Tabela 1 estão especificados os consumos observados em cada ambiente das instituições de ensino.

Tabela 1 – Consumo de água em três instituições de ensino

AMBIENTE	Consumo diário (L)		
	CEMEI	EMEI	EMEF
Banheiros	1775	2436	8609
Refeitório(s)	112	146	0
Copa	43	-	-
Lavanderia	336	-	-
Berçário	158	-	-
Cozinha	1696	720	1385
Área de serviço	15	-	-
Área externa	18	128	476
<b>TOTAL</b>	<b>4153</b>	<b>3430</b>	<b>10470</b>

Fonte: Adaptado de Ywashima (2005)

Já em um estudo realizado em uma Instituição de Ensino na cidade de Florianópolis-SC, Marinoski (2007) observou que mais de 63% da água que era consumida na Instituição tinha como destinação usos não potáveis, conforme Tabela 2. A autora enfatizou que o vaso sanitário se apresentava como o ponto de maior consumo.

Tabela 2 – Consumo de água na instituição de ensino

Finalidade do uso	Aparelho ou atividade	Consumo (L/dia)	Consumo (%)
Potável	Torneira	1644,47	18,8%
	Bebedouro	109,08	1,2%
	Tanque de laboratórios	79,94	0,9%
	Torneira de cozinhas	1329,73	15,2%
	Chuveiro	26,66	0,3%
Não potável	Vaso sanitário	3937,95	45,0%
	Mictório	973,28	11,1%
	Irrigação de jardins	41,14	0,5%
	Lavação de carros	172,8	2,0%
	Lavação de calçadas	14,4	0,2%
	Limpeza de vidros	0,54	0,0%
	Limpeza	420	4,8%
	<b>TOTAL</b>	<b>8749,99</b>	<b>100%</b>

Fonte: Adaptado de Marinoski (2007)

## 2.2 Sistema de aproveitamento de águas pluviais

A adoção de sistemas de aproveitamento de água de chuva é considerada uma eficiente medida para preservação do recurso hídrico, visando a sustentabilidade e a preservação do meio ambiente.

Segundo May (2004), o aproveitamento de água de chuva para uso doméstico, industrial e agrícola vem a cada dia ganhando ênfase mundial por ser considerado um sistema simples e capaz de atenuar o grave problema de escassez de água para o consumo.

Rodrigues (2010) descreve que o sistema de aproveitamento de águas pluviais consiste na coleta, condução e armazenamento das águas de chuva para posterior utilização, que tem por objetivo principal a substituição da água de uso doméstico, a qual possui tratamento com custo elevado, pelas águas pluviais nos locais que não possuem exigência de potabilidade.

De acordo com Gonçalves (2006), o gerenciamento de água de chuva em áreas urbanas ou rurais, está evoluindo em nível mundial. O autor ainda destaca que a escassez, a perda da qualidade dos mananciais pela poluição, e serviços de abastecimento público ineficientes despertam na sociedade a prática do aproveitamento da água da chuva.

Para Simioni et al. (2004 apud MARINOSKI, 2007), as vantagens do sistema são a utilização de estruturas existentes na edificação, baixo impacto ambiental, qualidade aceitável com pouco ou nenhum tratamento, complementação do sistema convencional e o fato de ser uma reserva para situações de emergência e/ou interrupção. Além disso, Anecchini (2005) enfatiza a simplicidade de instalação e funcionamento como vantagem do sistema.

Como exemplos de desvantagens, Rodrigues (2010) descreve o possível custo da instalação do sistema, a diminuição do volume de água captada nos períodos de seca e necessidade de manutenção e/ou limpeza.

### **3. Materiais e Métodos**

Este estudo teve como objeto de estudo o Centro de Educação Unificada (CEU), que se localiza no bairro Mangabeira, no município de João Pessoa-PB. Trata-se de uma unidade escolar municipal que se encontra em fase de execução na etapa I, onde estão sendo construídos dois blocos e um ginásio poliesportivo, conforme a Figura 1.



Figura 1 – Projeto de instalação do CEU. Fonte: SEPLAN, João Pessoa

Para a concretização deste trabalho realizou-se um estudo de caráter exploratório,

quali/quantitativo, tendo como base revisão bibliográfica e estudo de caso. Com base na literatura especializada, buscou-se conhecer os parâmetros, fórmulas, exigências normativas e procedimentos para o projeto e dimensionamento de um sistema de aproveitamento de águas pluviais em edificações educacionais. Por meio de uma análise do projeto arquitetônico da edificação foram definidas todas as premissas necessárias para o dimensionamento do sistema.

No dimensionamento foram utilizadas equações e fórmulas específicas, incluindo o Método de Rippl para o cálculo do volume do reservatório. Analisou-se também as precipitações médias mensais no município de João Pessoa-PB. Com isso, foram definidos os elementos e dados para a proposta do sistema, a partir de estimativas de consumo de água, dimensionamento de calhas, condutores e reservatórios.

A estimativa do consumo diário de água na edificação foi realizada a partir da Equação 1. A taxa de ocupação e o consumo por aluno foram estimados a partir das especificações apresentadas por Borges (1992). Já a área foi obtida por meio do somatório das áreas dos Blocos 1 e 2.

$$\text{Consumo} = \frac{\Sigma \text{área}}{\text{taxa de ocupação}} \times \text{consumo por aluno} \quad (1)$$

Por utilizarem um volume de água que necessariamente não precisa seguir os padrões de potabilidade e por serem utilizadas o ano inteiro com praticamente a mesma frequência, as descargas dos vasos sanitários foram definidas como pontos de utilização da água proveniente do sistema de aproveitamento dos Blocos 1 e 2. Deboita e Back (2014) estimam que 70% das pessoas normalmente usam a descarga para eliminar dejetos líquidos, enquanto 30% a utilizam para a eliminação de dejetos sólidos. Considerando que cada descarga das bacias atuais utiliza 6 litros para a eliminação dos dejetos sólidos e 3 litros para os dejetos líquidos, calculou-se o consumo de água por meio do número de pessoas que podem utilizar a descarga dependendo da finalidade, além de considerar o volume de cada descarga e o número de descargas que podem ser realizadas por pessoa em um dia, assim como a quantidade de dias de utilização.

Levando em consideração o fato de que a edificação em estudo possui uma extensa área verde que necessita de água para a irrigação e considerando também que a água a ser utilizada nessa atividade não necessita ser potável, determinou-se que a água da chuva captada pelo sistema proposto para o Ginásio poderia ser utilizada na irrigação dessas áreas verdes. Considerou-se que o volume de água captado do Ginásio será utilizado para a irrigação durante um período de 10 dias mensais. Para o cálculo da demanda mensal de água necessária nessa atividade, utilizou-se a Equação 2:

$$D_m = 1,5 \times A_{\text{irrig}} \times n \quad (2)$$

onde:  $D_m$  = Demanda mensal;  $A_{\text{irrig}}$  = Área para irrigação;  $n$  = número de dias do mês.

A área de contribuição foi calculada através das especificações definidas pela NBR 10.844 (ABNT, 1989). Para isso, foram observados os formatos dos telhados dos Blocos 1 e 2 e do Ginásio e, assim, foi aplicada a Equação 3 que é utilizada para telhados do tipo “duas águas”.

$$A = \left(a + \frac{h}{2}\right) \times b \quad (3)$$

onde:  $A$  = Área de captação ( $m^2$ );  $a$  = Largura da água da cobertura (m);  $h$  = Altura da cobertura (m);  $b$  = Comprimento da cobertura (m).

Para o dimensionamento do volume do reservatório foi utilizado o método Rippl, sendo um dos mais eficazes da literatura. De acordo com Annechine (2005, p.53) “o método de Rippl é um método de cálculo do volume de armazenamento necessário para garantir uma vazão

regularizada constante durante o período mais crítico de estiagem observado”. Para o dimensionamento foram feitos dois conjuntos de reservatórios; um para as águas pluviais captadas do Bloco 1 e 2, e outro para o Ginásio.

No Método de Rippl foi empregada a Equação 4:

$$S_{(t)} = D_{(t)} - Q_{(t)} \quad (4)$$

Nesse contexto da Equação 4, tem-se que:

$$Q_{(t)} = C \times \text{precipitação}_{(t)} \times A;$$

$$V = \sum S_{(t)}, \text{ somente para valores } S_{(t)} > 0; \text{ e}$$

$$\sum D_{(t)} < \sum Q_{(t)}.$$

onde:  $S_{(t)}$  é o volume de água no reservatório no tempo  $t$ ;  $Q_{(t)}$  é o volume de chuva aproveitável no tempo  $t$ ;  $D_{(t)}$  é a demanda ou consumo no tempo  $t$ ;  $V$  é o volume do reservatório; e  $C$  é o coeficiente de escoamento superficial.

No dimensionamento das calhas e condutores horizontais foram empregados os métodos e técnicas especificados pela NBR 10.844 (ABNT, 1989). Já no dimensionamento dos condutores verticais, aplicou-se o método apresentado por Carvalho Júnior (2014), que apresenta uma sugestão de pré-dimensionamento relacionando os diâmetros dos condutores verticais e a área do telhado para uma chuva crítica de 150 mm/h, que pode também ser usado como critério para João Pessoa-PB.

Para a determinação da vazão de projeto utilizada no dimensionamento desses elementos, foi empregada a Equação 5:

$$Q = \frac{I \times A}{60} \quad (5)$$

onde:  $Q$  = Vazão de projeto, em l/min;  $I$  = Intensidade pluviométrica, em mm/h;  $A$  = Área de contribuição de vazão, em m<sup>2</sup>.

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1 Consumo de água

Além do consumo diário total de água no CEU, foram realizadas as estimativas referentes ao consumo de água nas descargas dos vasos sanitários e na irrigação de jardins, definidas como as unidades e áreas onde poderá ser utilizada a água proveniente do sistema de aproveitamento.

Mediante as informações e dados expressos por Borges (1992), e considerando a edificação em estudo como sendo um prédio de uma só entidade locadora, determinou-se uma taxa de ocupação de uma pessoa por 7 m<sup>2</sup> de área. Considerado que a edificação em estudo se trata de uma escola externato, a partir dos dados explanados pelo autor supracitado, considerou-se um consumo diário de 50 litros/aluno. Para a determinação do consumo diário, utilizou-se também as áreas dos Blocos 1 e 2 que são, respectivamente, iguais a 1.097,46 m<sup>2</sup> e 1.273,92 m<sup>2</sup>. Por meio da Equação 1, estimou-se um **consumo de água na edificação em estudo de 16.938,43 litros/dia.**

Para a edificação em estudo, estimou-se uma população de 339 pessoas, incluindo alunos e funcionários. Com isso, analisou-se que para a descarga de dejetos líquidos são necessários 15.708 litros/mês e para a descarga de dejetos sólidos 13.332 litros/mês. **Logo, o consumo de água a ser utilizado para a alimentação das descargas na edificação é igual a 29.040 litros/mês.**

Através as informações apresentadas no projeto arquitetônico, verificou-se que a obra em

estudo apresenta uma área para irrigação igual a 2.342 m<sup>2</sup>. Por meio da Equação 2, obteve-se uma **demanda mensal de 35.130 litros para a irrigação de áreas verdes.**

#### 4.2 Áreas de contribuição

Por meio da Equação 3 foram determinadas as áreas de contribuição dos Blocos 1 e 2 e do Ginásio, tendo como base as dimensões das coberturas. Mediante os dados expressos na Tabela 3, podemos verificar as dimensões das coberturas e as áreas de contribuição definidas.

Tabela 2 - Dimensões das coberturas e áreas de contribuição

	Bloco 1	Bloco 2	Ginásio
Largura da água da cobertura (m)	6,95	6,95	17,00
Comprimento da cobertura (m)	31,30	35,70	47,50
Altura da cobertura (m)	0,695	0,695	6,87
Área de Contribuição (m <sup>2</sup> )	228,41	260,52	970,7

Fonte: Dados do projeto.

#### 4.3 Vazões de projeto

A NBR 10.844 (ABNT, 1989) disponibiliza os valores de intensidade pluviométrica referente às chuvas intensas, com duração de 5 minutos, para cada localidade. A cidade de João Pessoa, para um período de retorno (T) de 25 anos, possui intensidade de 163 mm/h.

Conhecidos os valores da intensidade pluviométrica e da área de contribuição dos blocos 1 e 2 e do ginásio, calculou-se a vazão de projeto por meio da Equação 5.

Com isso, foram obtidas as seguintes vazões de projeto:

- Bloco 1:  $Q = 620,5$  litros/minuto;
- Bloco 2:  $Q = 707,7$  litros/minuto;
- Ginásio:  $Q = 2.637,1$  litros/minuto.

#### 4.4 Calhas

Com as áreas de contribuição e as vazões de projeto determinadas, realizou-se a determinação dos diâmetros internos das calhas, que têm papel um importantíssimo no sistema, visto que são as responsáveis por receber as águas dos telhados e conduzi-las aos condutores verticais.

Neste estudo, foram definidas calhas semicirculares de PVC do tipo platibanda, que apresentam um coeficiente de rugosidade (n) de 0,011. Sabendo que os Blocos 1 e 2 apresentam quatro descidas d'água cada um, as vazões de projeto foram fracionadas em quatro partes. Já em relação ao Ginásio, a vazão de projeto foi fracionada em seis partes (valor equivalente ao número de descidas). Além disso, definiu-se uma inclinação de 1% para todas as calhas.

Considerado que a capacidade de escoamento da água nas calhas é equivalente às vazões de projeto fracionadas e, considerando a inclinação adotada, por meio das especificações da NBR 10.844 (ABNT, 1989) expressas na Tabela 4, definiu-se o diâmetro interno de 100 mm para as calhas dos Blocos 1 e 2 e de 150 mm para o Ginásio.

Tabela 3 – Capacidade de calhas semicirculares (vazão em L/min)

DIÂMETRO (mm)	Declividade = 1%
100	183
150	541

Fonte: Adaptado de ABNT (1989)

#### 4.5 Condutores verticais

Para os Blocos 1 e 2 foram definidos quatro condutores verticais em cada bloco. Para o Ginásio, adotou-se seis condutores. Com isso, as áreas de contribuição foram fracionadas de acordo com o número de condutores definidos em cada edificação.

A partir dos valores de área fracionados determinados e mediante os dados expressos na Tabela 5 definidos por Carvalho Júnior (2014), determinou-se para os Blocos 1 e 2 condutores verticais de 100 mm e para o Ginásio condutores de 150 mm.

Tabela 4 – Área máxima de cobertura para condutores verticais de seção circular

DIÂMETRO (mm)	VAZÃO (l/s)	ÁREA DO TELHADO (m <sup>2</sup> ) Chuva 150 mm/h
100	3,78	90
150	11,53	275

Fonte: Adaptado de Carvalho Júnior (2014)

#### 4.6 Condutores horizontais

Como material para os condutores horizontais definiu-se a utilização de PVC, que apresenta coeficiente de rugosidade  $n = 0,011$ . Considerando uma inclinação de 1% nos condutores horizontais e as vazões de projeto definidas para cada edificação que compõe o CEU, determinou-se, por meio das especificações da NBR 10.844 expostas na Tabela 6 (ABNT, 1989), diâmetros de 100 mm para os condutores horizontais dos Blocos 1 e 2 e de 150 mm para os do Ginásio.

Tabela 5 – Capacidade de condutores horizontais de seção circular (vazão em L/min)

DIÂMETRO (mm)	$n = 0,011$ ; declividade = 1%
100	287
150	847

Fonte: Adaptado de ABNT (1989)

#### 4.7 Reservatórios

Na determinação dos volumes dos reservatórios considerou-se alguns dados necessários para essa etapa do projeto. Dentre esses, tem-se as precipitações mensais observadas no município de João Pessoa entre os anos de 2015 e 2019 que estão expressas na Tabela 7.

Tabela 7 – Médias mensais de precipitação em João Pessoa, 2015 – 2019

Mês	Média (mm)	Mês	Média (mm)	Mês	Média (mm)	Mês	Média (mm)
Janeiro	57,42	Abril	215,98	Julho	258,58	Outubro	16,43
Fevereiro	121,1	Maio	312,08	Agosto	59,6	Novembro	7,9
Março	184,46	Junho	254,33	Setembro	49,58	Dezembro	69,85

Fonte: AESA, 2019

Além das informações relacionadas à precipitação no município, foram utilizados os dados expressos na Tabela 8.

Tabela 6 – Dados para projeto de dimensionamento dos reservatórios

	Blocos 1 e 2	Ginásio
ÁREA DE CAPTAÇÃO (m <sup>2</sup> )	931,3	1.615
DEMANDA MENSAL (m <sup>3</sup> )	29,040	35,130

Fonte: Dados de projeto

Para o dimensionamento, foram feitos dois conjuntos de reservatórios: um para as águas pluviais captadas do Bloco 1 e 2, e outro para o Ginásio. Com isso, foram determinados os volumes de chuva mensais aproveitáveis, os volumes de água mensais nos reservatórios e as diferenças acumuladas dos valores positivos do volume de água. Para isso, considerou-se o seguinte:

- **Volume de chuva mensal aproveitável:** dado pelo produto dos valores correspondentes a chuva média mensal (Tabela 7), a área de captação (Tabela 8) e ao Coeficiente de Runnoff (igual a 0,8);
- **Volume de água no reservatório:** obtido a partir da diferença entre demanda mensal (volume de água potável que pode ser substituído por água de chuva (Tabela 8)) e o volume de chuva mensal reaproveitável. Os resultados negativos desta subtração indicam que há excesso de chuva, e os resultados positivos indicam que há falta de chuva, ou seja, o volume demandado é superior ao volume de chuva produzido;
- **Diferença acumulada dos valores positivos do volume de água:** determinada a partir dos valores positivos correspondentes aos volumes de água nos reservatórios. Neste caso, não são computados valores negativos de volumes de água, pois indicam que há sobra de água da chuva. Por fim, o volume do reservatório corresponde ao valor máximo encontrado.

Por meio da Tabela 9 foram definidos, então, os volumes nos reservatórios que atenderão os Blocos 1 e 2 e o Ginásio, respectivamente.

Tabela 9 – Volume dos reservatórios

Mês	Vol. de chuva mensal aproveitável (m <sup>3</sup> )		Volume de água no reservatório (m <sup>3</sup> )		Diferença acumulada dos valores positivos do volume de água (m <sup>3</sup> )	
	Blocos 1 e 2	Ginásio	Blocos 1 e 2	Ginásio	Blocos 1 e 2	Ginásio
Janeiro	42,78	74,19	-13,74	-39,06	0	0
Fevereiro	90,22	156,46	-61,18	-121,33	0	0
Março	137,43	238,32	-108,39	-203,19	0	0
Abril	160,91	279,05	-131,87	-243,92	0	0
Mai	232,51	403,21	-203,47	-368,08	0	0
Junho	189,49	328,59	-160,45	-293,46	0	0
Julho	192,65	334,09	-163,61	-298,96	0	0
Agosto	44,40	77,00	-15,36	-41,87	0	0
Setembro	36,94	64,06	-7,90	-28,93	0	0
Outubro	12,24	21,23	16,80	13,90	16,80	13,90
Novembro	5,89	10,21	23,15	24,92	39,95	38,83
Dezembro	52,04	90,25	-23,00	-55,12	0	0

Fonte: Dados do Projeto

Pode-se constatar que a demanda nos meses de outubro e novembro é maior do que o volume de chuva mensal coletado. Sendo assim, **o volume máximo do reservatório do Bloco 1 e 2 deve ser de 39,95 m<sup>3</sup> e do Ginásio deve ser de 38,83 m<sup>3</sup>** para atender a demanda nos meses de estiagem.

## 5. Considerações Finais

É notável a eficácia do sistema de captação de águas pluviais no CEU, diante das grandes áreas que os Blocos e Ginásio possuem, reduzindo a demanda de água potável em cerca de sessenta e quatro mil litros, utilizados para descarga sanitária e irrigação de jardim.

É importante enfatizar que a adoção de projetos de aproveitamento de águas pluviais pode contribuir na redução do valor total da obra e que, além disso, por estar sendo investido em numa edificação escolar, já representaria um grande investimento em termos de educação para com o meio ambiente, servindo de modelo e exemplo para milhares de crianças que passarão pelo educandário.

Podemos ainda destacar que o valor financeiro da implantação do sistema de aproveitamento é totalmente recuperável, visto que, considerando a demanda mensal e o custo de distribuição da água, de acordo com a regra tarifária de companhia local, em, mais ou menos, cinco anos o sistema estaria pago.

Vale ressaltar, ainda, que a implantação de sistemas como o da presente pesquisa, pode funcionar como um importante estímulo, para despertar o papel da sensibilização dos agentes e órgãos públicos para a inclusão de políticas sustentáveis nas edificações, não somente de aproveitamento de águas de chuva, mas de implantação de sistemas de energias renováveis, aproveitamento de águas cinzas dentre outros.

Levando-se em consideração o descrito no parágrafo anterior, como sugestão de trabalhos futuros, indica-se a adoção de pesquisas de viabilidade de outros sistemas sustentáveis de reaproveitamento, como aproveitamento de águas servidas (cinzas) e aplicação de energia solar para redução da conta de energia elétrica, de uma edificação similar ao CEU.

**Referências**

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** *NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais.* Apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** *NBR 15527: Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis.* Apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.
- AESA – AGENCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS.** *Meteorologia-chuvas.* Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas/>. Acesso em: 18 fev. 2020.
- ANNECCHINI, K.** *Aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis na cidade de Vitória (ES).* 2005. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.
- BORGES, R. S.** *Manual de instalações prediais hidráulico-sanitárias e de gás.* 4. ed. São Paulo: Pini, 1992.
- CARVALHO JÚNIOR, R.** *Instalações prediais hidráulico-sanitárias: princípios básicos para elaboração de projetos.* São Paulo: Blucher, 2014.
- DEBOITA, M. & BACK, N.** *Consumo de água em bacias sanitárias com a utilização de descarga de duplo acionamento: estudo de viabilidade econômica.* Trabalho de conclusão de Curso. Santa Catarina: Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2014.
- GONÇALVES, R. F.** *Uso racional da água em edificações.* Projeto 84 PROSAB. Rio de Janeiro: ABES, 2006.
- GONÇALVES, R. F.** *Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água.* Rio de Janeiro: ABES. v.5. 352 p. 2009.
- MARINOSKI, A. K.** *Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC.* Trabalho de conclusão de curso. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.
- MAY, S.** *Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações.* Dissertação (Mestrado). Curso de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2004.
- RODRIGUES, J. C. M. R.** *Sistema de aproveitamento de águas pluviais: Dimensionamento e aspectos construtivos.* Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia: Universidade do Porto, 2010.
- 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.
- YWASHIMA, L. A.** *Avaliação do Uso de Água em Edifícios Escolares Públicos e Análise de Viabilidade Econômica da Instalação de Tecnologias Economizadoras nos Pontos de Consumo.* Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo; Universidade Estadual de Campinas, 2005.