

POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS DOS BLOCOS 71, 81 E 90 (LA4, LA5 E LA6) DO CEASA/PE

POTENTIAL USE OF RAINWATER USE OF THE BLOCKS 71, 81 AND
90 (LA4, LA5 AND LA6) OF THE CEASA/PE

Giovane Rodrigues de Melo

grdm1@discente.ifpe.edu.br

Ronaldo Faustino da Silva

ronaldofaustino@recife.ifpe.edu.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi propor o aproveitamento de águas pluviais dos blocos 71, 81 e 90 (Galpões LA4, LA5 e LA6) do Centro de Abastecimento e Logística de Pernambuco (CEASA/PE) como alternativa sustentável para diminuir o consumo de água potável fornecida pela concessionária COMPESA e pela Estação de Tratamento de Água (ETA) do entreposto supracitado. O estudo experimental foi realizado através de pesquisa bibliográfica com temas correlatos, normas técnicas e métodos de cálculos de dimensionamento de reservatórios e de estimativa da capacidade de drenagem das áreas dos telhados. O levantamento de dados foi feito junto ao Departamento de Engenharia do CEASA/PE através de visitas, fornecimento de projetos, arquivos e documentos. Para o dimensionamento dos reservatórios de águas pluviais captadas foram utilizados os métodos Rippl e Prático Brasileiro, 1.000 m³ e 90 m³, respectivamente, para uma demanda de 848 m³ e 12.232,15 m² de área de captação. Para o dimensionamento do reservatório específico para descarte das primeiras águas, aproximadamente 12,23 m³, foi utilizado o método descrito no manual para captação de águas de chuvas do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. O estudo aponta que serão necessários 3,569 litros de cloro para a desinfecção das águas pluviais captadas e que haverá uma economia média mensal de 238% no consumo de água potável. Este estudo indicou a viabilidade do aproveitamento de águas pluviais das áreas estudadas, sendo exequível, de acordo com o regime pluviométrico da localidade.

Palavras-chave: sustentabilidade; aproveitamento; captação; água de chuva.

ABSTRACT

The objective of this work was to propose the use of rainwater from blocks 71, 81 and 90 (Sheds LA4, LA5 and LA6) of the Centro de Abastecimento e Logística de Pernambuco (CEASA/PE) as a sustainable alternative to reduce the consumption of potable water supplied by the COMPESA concessionaire and by the Estação de Tratamento de Água (ETA) of the aforementioned warehouse. The experimental study was carried out through bibliographical research with related themes, technical norms and calculation methods for dimensioning reservoirs and estimating the

drainage capacity of roofs. Data collection was carried out with the Department of Engineering of CEASA/PE through visits, provision of projects, files and documents. For the dimensioning of the captured rainwater reservoirs, the Rippl and Prático Brasileiro methods were used, 1,000 m³ and 90 m³, respectively, for a demand of 848 m³ and 12,232.15 m² of catchment area. For dimensioning the specific reservoir for discarding the first water, approximately 12.23 m³, the method described in the manual for capturing rainwater from the Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo was used. The study points out that 3.569 liters of chlorine will be needed to disinfect the collected rainwater and that there will be an average monthly saving of 238% in the consumption of drinking water. This study indicated the feasibility of using rainwater from the studied areas, being feasible, according to the locality's rainfall regime.

Keywords: sustainability; use; catchment; rainwater.

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural e limitado que possui valor econômico e social. É um bem de domínio público que, em situações de escassez, o uso prioritário é o consumo humano e a dessedentação de animais. Sua gestão deve ser de forma descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades (BRASIL, 1997). Sob a ótica química, o óxido de hidrogênio (H₂O) é uma substância insípida, inodora e incolor que pode apresentar-se em pelo menos três estados físicos: sólido, líquido e gasoso. A hidrologia define água como a parte líquida que cobre aproximadamente 71% da superfície terrestre, sob a forma de oceanos, mares, lagos e rios, porém cerca de 97,5% de toda essa água disponível é salgada, ou seja, imprópria para o consumo humano. Aproximadamente 60% de toda água doce do planeta está concentrada no Brasil, Rússia, Canadá, Estados Unidos, Índia, Colômbia, China e República Democrática do Congo (SOUZA, 2022). Segundo PENA (2022), a distribuição de água doce se dá da seguinte forma: 69,2% estão em geleiras e neves eternas; 29,6% em águas subterrâneas; 0,9% em solos, pântanos e geadas e 0,3% em rios e lagos.

A água é essencial para a vida da maior parte dos organismos vivos. O corpo humano é formado por cerca de 60% a 75% de água (SOUZA, 2022). A humanidade deveria ser mais cautelosa na utilização deste recurso natural tão importante, no entanto, o que se observa no cotidiano é o aumento do desperdício e falta de conscientização das consequências de ações inadequadas como o descarte irregular de resíduos agrícolas, domésticos e industriais que contaminam os lençóis freáticos. Com base nos dados fornecidos pelo Ministério do Meio Ambiente do Brasil, o país apresenta um desperdício de 20% a 60% de toda a água destinada ao consumo (SOUZA, 2022). Vale ressaltar que este intervalo é grande porque os consumos não medidos, e conseqüentemente não tributados, pelas concessionárias fornecedoras de água potável são considerados por elas como desperdício. Ainda assim, o percentual de desperdício é muito elevado quando é relacionado diretamente com a disponibilidade deste recurso natural limitado.

A Organização das Nações Unidas (ONU) e seus parceiros no Brasil têm trabalhado para atingir os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que

são um apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade. Estes são os objetivos para os quais as Nações Unidas estão contribuindo a fim de que o Brasil possa atingir a Agenda 2030. O Supremo Tribunal Federal do Brasil (STF) define a Agenda 2030 da ONU como “um plano global para atingirmos em 2030 um mundo melhor para todos os povos e nações”. Dos 17 ODS, pelo menos 10 estão ligados diretamente à água.

As principais fontes alternativas de água atualmente são: água de chuva, dessalinização da água do mar e água de reúso. Mesmo não sendo uma fonte alternativa de água, ainda pode-se citar a despoluição, porque contribui com a sustentabilidade de forma geral. De acordo com o Art. 2º da Lei nº 9.433, de 08 de janeiro 1997, um dos objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) é “*incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais ou águas da chuva.*” (BRASIL, 1997). A Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro (CEDAE) afirma que “*a captação de água de chuva é uma alternativa eficiente para o reaproveitamento da água, podendo reduzir pela metade as despesas de consumo*” e que, recentemente, a captação de águas pluviais vem ganhando relevância nacional, sendo ponto principal de políticas nacionais de incentivo como, por exemplo, a Lei 13.501/2017 que estimula a criação de legislações estaduais e municipais focadas no aproveitamento (CEDAE, 2022).

As fontes alternativas de água no Brasil foram regulamentadas no ano de 2018, com a aprovação do Projeto de Lei do Senado nº 51 de 2015 pela Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (CMDAS) da Câmara dos Deputados, transformando-o em Projeto de Lei 10.108/2018. Em 2021, a Comissão de Desenvolvimento Urbano (CDU) também aprovou o PL supracitado, porém ainda segue em tramitação para posteriormente seguir para a Comissão de Constituição e Justiça e Cidadania (CCJC). Este projeto é responsável por regular o reúso da água de esgotos para diversos fins após tratamentos específicos e a coleta da água da chuva para reaproveitamento, desde que sejam seguidos os parâmetros de qualidade que são definidos pela União. A ideia é reduzir o consumo de água potável para fins que não sejam o consumo humano (BRK AMBIENTAL, 2019). VASCONCELOS (2016) afirma em sua dissertação que:

a implantação de práticas que busquem o uso racional da água, como o reúso, é de fundamental importância para a conservação desse recurso e para o desenvolvimento sustentável de uma região. Essa prática de uso racional envolve ações tecnológicas e mudanças culturais, que começam com a sensibilização da população quanto ao desperdício de água.

O sistema de reúso de águas pluviais possui diversas vantagens como: ter baixo custo, de fácil captação, ter qualidade aceitável e contribuir para a conservação e autossuficiência de água. Além destas citadas, a CEDAE (2022) lista mais outras vantagens para o aproveitamento da água da chuva que são:

- a) Ajuda o meio ambiente e diminui a perda hídrica;
- b) Evita o consumo de água potável quando não é necessário;
- c) Economiza até metade da conta de água;
- d) Possui diferentes capacidades de armazenamento de acordo com as necessidades;
- e) Reforça o abastecimento em períodos de estiagem;

f) *Pode ser instalado em ambientes rurais ou urbanos.*

Sob a ótica da gestão pública, a água precipitada sobre os telhados das edificações que geralmente é lançada nas vias públicas ou na rede de drenagem poderia ser captada e destinada a reservatórios para utilização futura, como descargas sanitárias (um dos três maiores consumos de uma residência), irrigação de jardins, lavagem de ruas, calçadas e veículos. Esse processo causaria grande impacto na economia da água nos mananciais e nos sistemas públicos de abastecimento. O reaproveitamento de águas pluviais além de propiciar a preservação do recurso hídrico, ajuda a controlar picos de cheias, pois reduz o volume da carga nos sistemas de drenagem urbanos e aquíferos, e também pode atuar como ferramenta de educação ambiental. O fato do Recife, capital pernambucana, estar a 4 metros acima do nível do mar, torna essa alternativa ainda mais atrativa. (VASCONCELOS, 2016). Ainda segundo VASCONCELOS (2016), nas atividades empresariais, comerciais e industriais, o uso de águas pluviais além de representar redução de custo, também contribui para a obtenção da certificação ambiental na norma ISSO 14001.

Dentre os grandes consumidores de água do país estão as Centrais de Abastecimento, conhecidas por CEASA. No Brasil, existem 72 unidades destas, filiadas a Associação Brasileira das Centrais de Abastecimentos (ABRACEN), entre as quais se encontra o Centro de Abastecimento e Logística de Pernambuco (CEASA-PE) (ABRACEN, 2022). A adoção de soluções sustentáveis em prédios públicos, sobretudo nas Centrais de Abastecimento do país, vem crescendo ao longo do tempo, como se pode observar na tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Soluções sustentáveis nas Centrais de Abastecimento do Brasil

2019	2020	2021	2022
Na troca de gestão das Centrais de Goiás foi <u>apresentado o desejo</u> de executar uma série de projetos visando à modernização dos entrepostos como reforma dos sistemas de <i>captação de água, esgoto e águas pluviais e implantação do sistema de drenagem</i> em todo o complexo.	A Central de Vitória da Conquista (BA) fez uma <u>licitação em complemento aos serviços executados em etapas anteriores</u> como obras na <i>rede de captação de águas pluviais e a cobertura das galerias de águas pluviais</i> . A Ceasa-DF <u>licitou</u> uma gama enorme de Projetos Preliminares para estudo da PPP. Entre eles estavam: <i>projetos de impermeabilização; projetos hidrossanitários e memoriais de cálculo de águas pluviais, instalações hidráulicas, captação de águas pluviais e esgotamento sanitário</i> .	A Ceasa/MS <u>apresentou</u> um projeto completo de adequação ambiental. Dentre as adequações, foi apresentado o projeto para a instalação futura de <i>grelhas para o direcionamento correto das águas servidas</i> , que, na época, estavam sendo encaminhadas indevidamente à rede de drenagem de águas pluviais.	A Ceasa de Campinas (SP) <u>iniciou obras</u> para modernização e agilidade no entreposto. Tais obras priorizam os aspectos de sustentabilidade e acessibilidade como a <i>economia de água através de chuveiros e torneiras com fechamento automático, e utilização da máxima iluminação natural</i> .

Fonte: AUTOR (2022)

O CEASA-PE é considerado o maior centro de abastecimento do Norte/Nordeste em volume de vendas, comercializando em torno de 90.000 t/mês de produtos

hortifrutigranjeiros, cereais e estivas, peixes, além de flores ornamentais e produtos orgânicos. Seu crescimento anual no volume de produtos comercializados é na ordem de 9%, assegurando a quarta posição no cenário nacional, após São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro. Seu consumo mensal de água varia de acordo com o período do ano, no início atinge uma média de 14.000 m³ e no final fica na faixa dos 12.000 m³. A COMPESA é responsável pelo fornecimento de pelo menos 6.000 m³ por mês (contrato de demanda mínima com tolerância de 5%). Todo o restante do consumo é direcionado para a ETA do CEASA/PE, visto que o custo do seu metro cúbico é aproximadamente 2,5 vezes menor que o da COMPESA (CEASA, 2022).

Figura 1 – Cotejo: ETA x Compesa

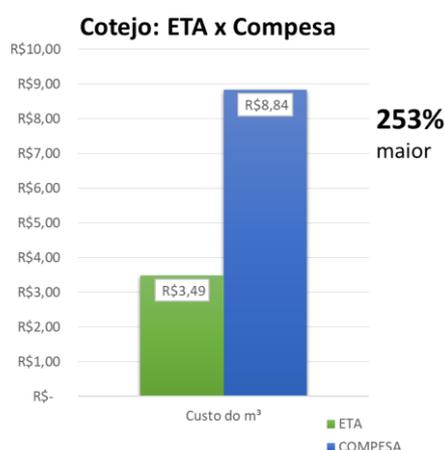
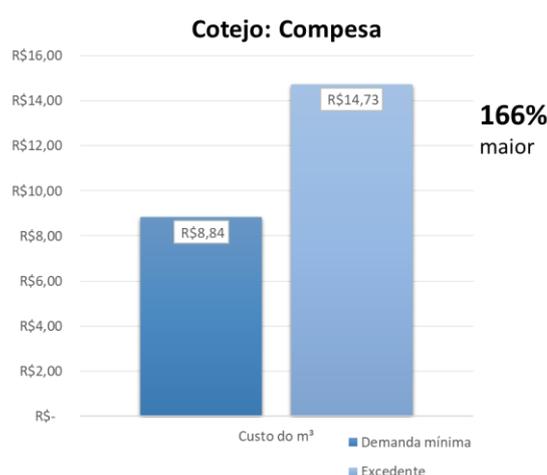


Figura 2 – Cotejo Compesa



Fonte: AUTOR, CEASA/PE (2022)

Fonte: AUTOR, CEASA/PE (2022)

É feito um acompanhamento diário dos consumos da ETA e da COMPESA através de leituras de três hidrômetros e de um medidor de energia pelo plantonista do CEASA/PE. Na ETA são feitas as leituras de dois hidrômetros responsáveis por medir o volume de água tratada na estação e de um medidor de energia responsável pela medição da quantidade de energia elétrica consumida pelas bombas durante as operações de tratamento. As leituras são tabeladas em planilha no Departamento de Engenharia do entreposto e através da análise dos dados coletados é possível identificar irregularidades no sistema e repará-las no menor tempo possível. Já a leitura do hidrômetro responsável pelo registro de água consumida da COMPESA é feita de forma remota através de telemetria. A telemetria permite acompanhar diversos dados em tempo real como consumo, vazão e pressão, reduzindo ainda mais o tempo entre a identificação do problema e a resolução do mesmo. O CEASA/PE visando à adesão futura de um sistema semelhante ao adotado atualmente pela COMPESA tem adquirido hidrômetros pré-equipados para telemetria para medição dos consumos de água dos seus permissionários e dos seus prédios administrativos.

Diante do que foi exposto, é notório o grande desafio de conscientizar a humanidade de que precisamos reduzir os desperdícios, melhorar a produção, a distribuição e aperfeiçoar a utilização deste bem tão precioso que ainda está à disposição de todos, sobretudo em repartições públicas como o Centro de Abastecimento e Logística de Pernambuco (CEASA/PE), pois as contas são pagas de forma coletiva embutidas em rateios, impostos e taxas, mas a utilização é individual. E pelo CEASA/PE ser um grande consumidor de água potável, este

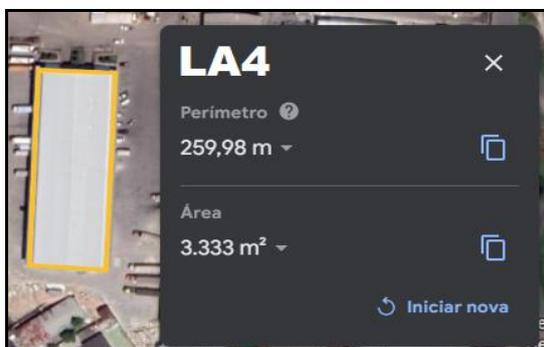
A rede de distribuição de água no entreposto foi vista através de uma visita in loco acompanhada por uma equipe do DENGGE composta por um encarregado de manutenção geral, um bombeiro hidráulico, um técnico de obras civis e pelo gerente do departamento. Foram observadas as fontes de abastecimento do CEASA/PE e os principais locais de utilização de água.

O fornecimento de água foi minuciosamente descrito pelo encarregado de manutenção geral do CEASA/PE, que é o responsável por toda a parte hidráulica do entreposto. Foi realizado o levantamento de quantitativo de água utilizada nos banheiros públicos e nas lavagens de galpões, ruas e calçadas do Centro relacionando a quantidade de caminhões pipa utilizados em tais atividades e a capacidade do tanque do caminhão pipa. A soma desses quantitativos foi considerada como demanda no estudo.

2.2 Cálculo de áreas de captação

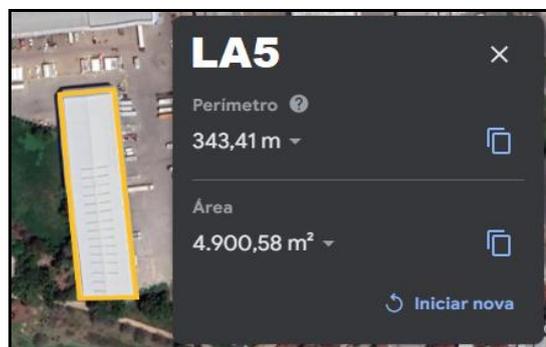
As áreas de cobertura do estudo de captação de águas pluviais em questão são os blocos 71, 81 e 90 (Galpões LA4, LA5 e LA6), destacados nas figuras a seguir:

Figura 4 – Bloco 71



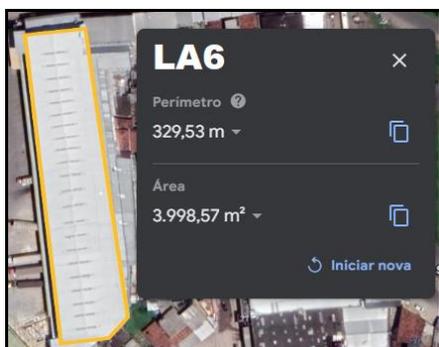
Fonte: ADAPTADO PELO AUTOR, GOOGLE EARTH (2022)

Figura 5 – Bloco 81



Fonte: ADAPTADO PELO AUTOR, GOOGLE EARTH (2022)

Figura 6 – Bloco 90



Fonte: ADAPTADO PELO AUTOR, GOOGLE EARTH (2022)

Figura 7 – Áreas de captação



Fonte: ADAPTADO PELO AUTOR, GOOGLE EARTH (2022)

As áreas de cobertura dos galpões foram calculadas conforme as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas: NBR 5626 (ABNT, 1998) - Instalação predial de água fria e NBR 10844 (ABNT, 1989) - Instalações prediais de águas pluviais e, em seguida, conferidas com as disponíveis no GOOGLE EARTH a fim de aumentar o grau de confiança dos dados levantados.

2.3 Coeficiente de escoamento superficial ou runoff

Conforme NBR 15527 (ABNT, 2019), as cobertas são em telhas metálicas tipo galvalume e assim o coeficiente de escoamento superficial está entre 0,80 e 0,95, segundo FENDRICH (2002) apud VASCONCELOS (2016). No estudo foi adotado o valor máximo porque as telhas das cobertas estudadas são novas.

2.4 Potencial de captação de águas pluviais

Para determinação do potencial de captação de águas pluviais foram catalogados os dados meteorológicos de uma Estação Meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia/INMET, a Estação Meteorológica do Recife da Várzea, tendo sua localização: Altitude 10m, Latitude 08°03'S e Longitude 34°57'W. A escolha desta estação meteorológica foi devido a sua localização ser próxima do empreendimento em estudo e possuir uma série histórica de dados dispostos no site da APAC (Agência Pernambucana de Águas e Clima) na seção de monitoramento pluviométrico. Segundo SANTOS et al (2014) apud VASCONCELOS (2016) esta prática é usual, já que uma estação meteorológica representa as características climáticas de um raio de até 100 km a partir de sua origem. Os dados meteorológicos da região próxima ao CEASA/PE foram obtidos através de uma pesquisa realizada na seção de monitoramento pluviométrico do site oficial da APAC com os seguintes filtros:

- a) Data inicial = 01/01/2011;
- b) Data final = 23/12/2022;
- c) Ordenação por = Data;
- d) Mesorregião = Metropolitana do Recife;
- e) Posto = Recife (Várzea).

2.5 Cálculo do reservatório

Para o dimensionamento do reservatório foram utilizados os métodos de Rippl e o Método Prático Brasileiro (Professor Azevedo Neto), de acordo com a NBR 15527 (ABNT, 2019). O dimensionamento tem início com o cálculo do volume de água de chuva no tempo determinado e o cálculo do volume de água de chuva no reservatório no mesmo tempo, sendo esta aplicação realizada para cada mês do ano. Quando o volume de chuva provocar a completa capacidade de armazenamento do reservatório, o excedente será escoado por extravasor para a rede de drenagem já existente. Com a finalidade de estabelecer o cálculo do reservatório, o método escolhido, especificado na NBR 15527 (ABNT, 2019), foi o método prático brasileiro por apresentar uma metodologia mais simples em relação aos demais, de acordo com TOMAZ (2009). O método da Simulação tem base na definição de um percentual de consumo a ser atendido pela água da chuva em função de um reservatório de armazenamento desta água com volume previamente definido. Igualmente, a definição do valor do volume a ser considerado a TOMAZ (2009), apud VASCONCELOS (2016) afirma que, o método de Rippl geralmente superdimensiona o reservatório, sendo recomendado usá-lo para verificar o limite superior do volume do reservatório de acumulação de águas de chuvas, sendo usado a priori o cálculo pelo método Rippl, como referência.

2.5.1 Método Rippl

É o método mais comum e o mais utilizado, pois geralmente apresenta o valor extremo do volume do reservatório, sendo importante obtê-lo sempre para se ter uma referência máxima. Considera-se que o reservatório no início esteja cheio e que a retirada de água do reservatório é suposta constante. Quanto maior a série histórica de dados para o uso do Método de Rippl, maior é encontrado o valor de volumes dos reservatórios.

Pelo método de Rippl para chuvas mensais, há a possibilidade de dimensionar os reservatórios de água pluvial somente quando há diferença positiva entre a demanda de água pluvial e o volume de chuva, em outras palavras, quando a demanda supera a precipitação. No método de Rippl, o volume de água no reservatório em um determinado tempo é calculado utilizando os valores de demanda de água e volume de chuva aproveitável, que é em função do coeficiente de escoamento superficial, da precipitação de chuva e da área de captação.

Para o cálculo da demanda de água usada como referência para o estudo (D_T) o Departamento de Engenharia do CEASA/PE informou a média mensal de consumo de água dos 18 banheiros públicos (40.000 litros por banheiro público) e a média semanal de consumo de água nas lavagens de galpões, ruas e calçadas (32.000 litros por caminhão pipa).

2.5.1.1 Demanda dos banheiros públicos

Para o cálculo da demanda média dos banheiros públicos (D_{BP}) utilizou-se a seguinte equação:

$$D_{BP} = C_{BP} \times Q_{BP} \quad (1)$$

Onde:

D_{BP} = demanda média dos banheiros públicos em Litros/mês;

C_{BP} = consumo médio mensal expresso em Litros;

Q_{BP} = quantidade de banheiros públicos.

2.5.1.2 Demanda do caminhão pipa

O cálculo da demanda média do caminhão pipa (D_{CP}) foi baseado numa relação entre a capacidade do tanque do caminhão pipa que presta serviços de lavagens de galpões, calçadas e ruas (8.000 litros) e a média de utilização mensal deste caminhão pipa (quatro vezes/semana).

Para o cálculo da demanda média do caminhão pipa (D_{CP}) considerou-se o mês com quatro semanas e utilizou-se a seguinte equação:

$$D_{CP} = C_{CP} \times Q_{CP} \quad (2)$$

Onde:

D_{CP} = demanda média do caminhão pipa em Litros/mês;

C_{CP} = capacidade do caminhão pipa expressa em Litros;

Q_{CP} = quantidade de utilizações do caminhão/mês.

2.5.1.3 Demanda total do estudo

Para o cálculo da demanda total do estudo (D_T) foram somadas as demandas médias mensais dos banheiros públicos (D_{BP}) e a demanda média mensal do caminhão pipa (D_{CP}) através da seguinte equação:

$$D_T = D_{BP} + D_{CP}$$

(3)

2.5.2 Método prático brasileiro (Professor Azevedo Neto)

O método empírico apresentado na NBR 15527 (ABNT, 2019) é definido pela seguinte equação:

$$V = 0,042 \times P \times A \times T$$

(4)

Onde:

- V = volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório (L);
- P = precipitação média anual (mm);
- A = área de coleta em projeção (m²);
- T = número de meses de pouca chuva ou seca.

2.6 Tratamento de águas pluviais no CEASA/PE

2.6.1 Desvio das primeiras águas

Foi utilizado o método de descarte descrito no manual para captação de águas de chuvas do Instituto de Pesquisas Tecnológicas elaborado por ZANELLA (2015), onde se recomenda descartar um mm por metro quadrado de área de captação para um reservatório específico.

2.6.2 Desinfecção

Foi utilizado o método de Austrália (1998) descrito por TOMAZ (2009) apud VASCONCELOS (2016): cloração. O processo consiste na adição do cloro à água por meio de hipoclorito de sódio (na forma de água sanitária com concentração de cloro variando de 2 a 5%, na forma sólida ou em pó), cloro gás ou hipoclorito de cálcio. O método recomenda que para a cloração da água deve-se usar de 0,5 mg/L a 3mg/L e tempo de contato de 30 minutos. Como aproximação, precisa-se de 40 mL de cloro a cada 1000 litros de água para uma efetiva desinfecção, conforme Austrália (1998).

Para o cálculo da quantidade de cloro (CL) necessária para desinfetar as águas captadas armazenadas no reservatório utilizou-se a seguinte equação:

$$CL = V \times (0,04/1000)$$

(5)

Onde:

- CL = quantidade de cloro (L);
- V = volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório (L).

2.7 Percentual de economia

O percentual de economia estimado é uma relação entre o volume de chuva captada e a demanda total do estudo.

Desta forma tem-se:

$$PE = VCC / D_T$$

(6)

Onde:

PE = percentual de economia;

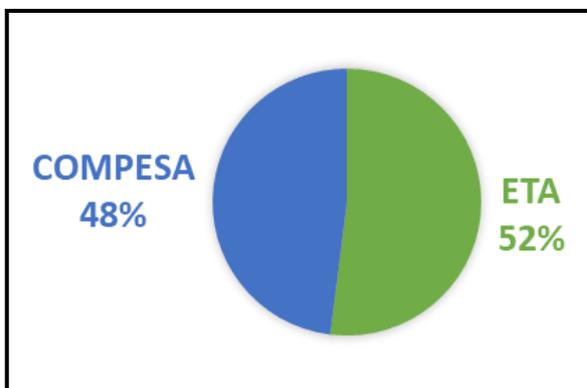
VCC = Volume de chuva captada;

D_T = Demanda do CEASA/PE.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

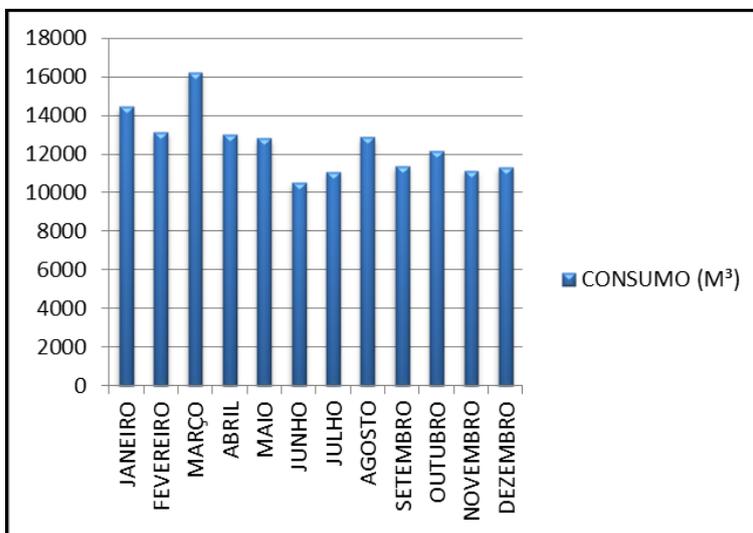
O consumo médio mensal de água potável do CEASA/PE é de 12.500 m³, sendo cerca de 6.500 m³ oriundos da Estação de Tratamento de Água (ETA) e 6.000 m³ fornecidos pela COMPESA.

Figura 8 – Consumo médio mensal (2022)



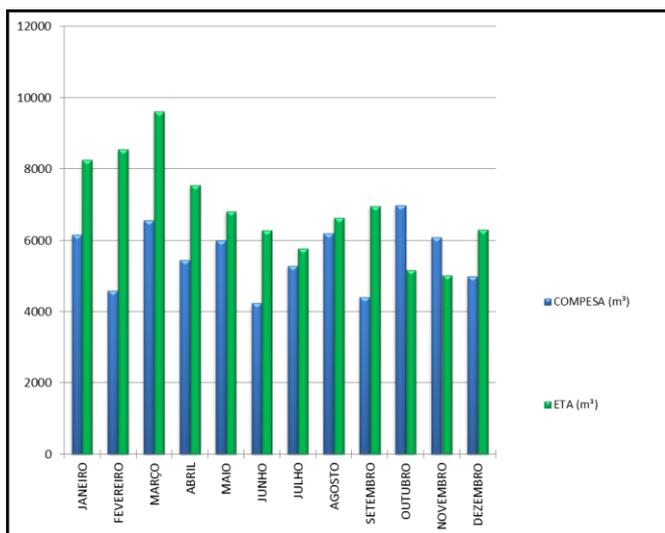
Fonte: AUTOR, CEASA/PE (2022)

Figura 9 – Consumos de água do CEASA/PE (2022)



Fonte: CEASA/PE (2022)

Figura 10 – Cotejo: ETA e Compesa (2022)



Fonte: CEASA/PE (2022)

O consumo médio mensal de água nos banheiros públicos é de 40 m³ por banheiro. O CEASA/PE possui 18 banheiros públicos. A capacidade do tanque do caminhão pipa é de 8.000 litros e a frequência de utilização nas lavagens é de quatro vezes por semana.

Figura 11 – Planta de locação



Fonte: CEASA/PE (2022)

Figura 12 – Planta de cobertura



Fonte: CEASA/PE (2022)

3.1 Áreas de Captação

- Área total disponível para captação de águas pluviais: 12.232,15 m².
 - Bloco 71 (LA4): 3.333,00 m².
 - Bloco 81 (LA5): 4.900,58 m².
 - Bloco 90 (LA6): 3.998,57 m².

3.2 Coeficiente de escoamento superficial ou runoff

- Telhas metálicas tipo galvalume: 0,95.

3.3 Dados meteorológicos

O resultado da pesquisa realizada na seção de monitoramento pluviométrico do site oficial da APAC está disposto na tabela a seguir:

Tabela 2 – Série histórica de precipitação no município de Recife

Posto	Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Recife (Várzea)	2011	139,1	329,5	122,1	669,5	710,9	303,6	556,2	200,9	35,7	34,6	76	43
Recife (Várzea)	2012	197,4	190,6	139	56,1	190,3	295,6	260,5	173,3	20,1	53,9	9,9	25,1
Recife (Várzea)	2013	95,7	43,8	98,6	223,6	317,7	494,7	415,2	224	146	128,5	76,5	177,1
Recife (Várzea)	2014	106,3	150,9	251,6	339,4	312,5	319,9	278,4	162,3	250	146,5	56	71,3
Recife (Várzea)	2015	64,6	54	341,8	74,4	171	449,4	445,5	116,6	29,7	16,2	30,6	91,8
Recife (Várzea)	2016	119,6	70,9	244,3	291,6	478,8	146,7	111,1	58,3	46,6	13,7	16,2	67,8
Recife (Várzea)	2017	28,7	20,9	139,2	291,7	397,7	487	486,2	109,1	83,8	60	14,8	30,1
Recife (Várzea)	2018	153,6	119,8	120,6	466,4	183,1	133,6	94,2	105,5	50,3	21,1	37,4	74,5
Recife (Várzea)	2019	143,5	111,1	159,9	281	205	462,8	306,1	183,4	110	59,5	3,9	22,2
Recife (Várzea)	2020	56,2	84,3	166,2	251,1	246,9	329	186,9	119,4	62,4	17,4	55,4	62,9
Recife (Várzea)	2021	54,2	120	223,4	450,4	549,4	193,8	255,8	309	50,8	42,8	8,6	-
Somatório		1159	1296	2007	3395	3763	3616	3396	1762	885	594	385	666
Média pluviométrica		105,4	117,8	182,4	308,7	342,1	328,7	308,7	160,2	80,5	54,0	35,0	60,5

Fonte: ADAPTADO PELO AUTOR, APAC (2022)

3.4 Cálculo do reservatório

3.4.1 Método Rippl

3.4.1.1 Demanda dos banheiros públicos

Aplicando-se os dados obtidos na equação (1), temos que:

$$D_{CP} = C_{BP} \times Q_{BP}$$

$$D_{CP} = 4.000 \times 18$$

$$D_{CP} = 720 \text{ m}^3$$

3.4.1.2 Demanda do caminhão pipa

Aplicando-se os dados obtidos na equação (2), temos que:

$$D_{CP} = C_{CP} \times Q_{CP}$$

$$D_{CP} = 8.000 \times 16$$

$$D_{CP} = 128 \text{ m}^3$$

3.4.1.3 Demanda total do estudo

Aplicando-se os dados obtidos na equação (3), temos que:

$$D_T = D_{BP} \times D_{CP}$$

$$D_T = 720 + 128$$

$$D_T = 848 \text{ m}^3$$

Ou seja, a demanda do estudo em questão é de **848 m³/mês**.

Pelo método de Rippl temos a tabela abaixo que mostra qual o volume estimado do reservatório para que fosse atendida pelas águas de chuva a demanda elencada no início do estudo de 848 m³, superestimando o reservatório:

Tabela 3 - Quadro de Dimensionamento do reservatório de águas pluviais pelo Método de Rippl

Meses de 2011 a 2021	M (mm)	D _T (m ³)	AC (m ²)	VCC (m ³)	R (m ³)	RA (m ³)	VR (m ³)
Janeiro	105,4	848	12.232,15	1.224,8	-376,8	0,0	E
Fevereiro	117,8	848	12.232,15	1.368,9	-520,9	0,0	E
Março	182,4	848	12.232,15	2.119,6	-1271,6	0,0	E
Abril	308,7	848	12.232,15	3.587,3	-2739,3	0,0	E
Mai	342,1	848	12.232,15	3.975,4	-3127,4	0,0	E
Junho	328,7	848	12.232,15	3.819,7	-2971,7	0,0	E
Julho	308,7	848	12.232,15	3.587,3	-2739,3	0,0	E
Agosto	160,2	848	12.232,15	1.861,6	-1013,6	0,0	E
Setembro	80,5	848	12.232,15	935,5	-87,5	0,0	E
Outubro	54,0	848	12.232,15	627,5	220,5	220,5	D
Novembro	35,0	848	12.232,15	406,7	441,3	661,8	D
Dezembro	60,5	848	12.232,15	703,0	145,0	806,7	D
Total Anual	2084	10.176	-	24.217,21	-	Volume=806,7	-

Fonte: ADAPTADO PELO AUTOR, TOMAZ (2003)

Onde:

- M = Média das precipitações;
- D_T = Demanda do CEASA/PE;
- AC = Área de captação;
- VCC = Volume de chuva captada;
- R = Diferença entre D_T e VCC;
- RA = Diferença acumulada entre D e valores positivos;

- VR = Volume do reservatório para o período;
- D = Reduzindo o nível no reservatório de água de chuva;
- S = Aumentando o nível de água no reservatório;
- E = Água extravasando.

Como resultado, será necessário um reservatório de água da chuva de aproximadamente **810 m³**, que corresponde ao maior valor resultante para RA. Com a inserção dos dados na tabela do Método de Rippl, observa-se que a maioria dos valores para R resultaram em valores negativos, sendo assim analisa-se que o volume do reservatório se faz satisfatório para o volume de demanda mensal constante, que no caso é 848 m³. O sinal negativo significa que a quantidade de água de chuva mensal supera o necessário, se fosse positivo, indicaria que o consumo seria superior ao captado. Mesmo os três meses, outubro a dezembro, que deram valores positivos, o nível do reservatório de água de chuva foi reduzido, mas a demanda foi atendida (VASCONCELOS, 2016).

3.4.2 Método prático brasileiro (Professor Azevedo Neto)

Analisando os dados coletados, tem-se 173,67 mm de média anual de precipitações no período de 2011 a 2021, de uma série histórica de 11 anos. A área total de captação das águas pluviais é de 12.232,15 m². Ainda é possível verificar na

série histórica que há apenas um mês que possui pouca chuva, menos de 40 mm por mês.

Aplicando-se os dados obtidos na equação (4), temos que:

$$V = 0,042 \times 173,67 \times 12.232,15 \times 1$$

$$V = 89.223,01 \text{ litros ou } 89,22 \text{ m}^3$$

Assim, a demanda mensal (D_T) do CEASA/PE é:

$$D_T = 848 \text{ m}^3 / \text{mês}$$

$$\mathbf{V \text{ reser.} = 90 \text{ m}^3}$$

3.5 Tratamento de águas pluviais

Para melhorar a qualidade das águas das chuvas alguns cuidados devem ser tomados para garantir níveis de contaminantes em quantidades aceitáveis. O desvio das primeiras águas de chuva, por exemplo, que, junto com filtros instalados antes da entrada das águas pluviais no reservatório reduzem tanto contaminantes microbiológicos quanto contaminantes físico-químicos. No caso específico do CEASA/PE, há nas proximidades das áreas de cobertura um sistema de galerias pluviais em perfeito funcionamento, o que facilita a instalação deste sistema. O descarte das primeiras águas é de fundamental importância, uma vez que são essas águas que carregam partes significativas das impurezas da superfície de captação. Todavia esse sistema necessita de manutenção, visto que, com o passar do tempo, as telas de filtração e grelhas que impedem a entrada de animais, insetos, galhos, folhas e contaminantes nos reservatórios sofrem desgastes naturais e corrosão, prejudicando o seu desempenho.

3.5.1 Desvio das primeiras águas

Embora as telas e grelhas contribuam para a redução de contaminantes, uma vez que impede a entrada de corpos indesejáveis no reservatório, elas não são suficientes para garantir uma qualidade mínima desejável para utilização das águas pluviais, há a necessidade do descarte das primeiras águas. O sistema em tela pode ser manual, operado pelo responsável pelo sistema de captação, apenas retirando a conexão do tubo da calha; ou automático, com a construção de aparato de desvio, podendo ou não haver o aproveitamento da água descartada, no caso em estudo não haverá o aproveitamento das primeiras águas. Segundo o Manual para captação de águas de chuvas do Instituto de Pesquisas Tecnológicas elaborado por ZANELLA (2015), como a área de captação é de 12.232,15 m², é necessário um **descarte de 12.232,15 litros de águas pluviais**, com a construção de um reservatório específico para o descarte das primeiras águas, com dimensões sugeridas de 2,00 metros de profundidade, largura de 2,50 metros e comprimento de 2,50 metros. Com o extravasamento das águas executada mensalmente.

3.5.2 Desinfecção

Os métodos mais usados nos processos de desinfecção da água são a cloração, a adição de dióxido de cloro, a ozonização e a radiação ultravioleta. Neste estudo foi utilizado o processo de cloração, porque, além de ser o mais utilizado nos processos de desinfecção, o cloro e seus compostos, mesmo não sendo desinfetantes perfeitos, apresentam melhores resultados, possuem baixo custo e são mais acessíveis. Esse processo é bastante comum em Estações de Tratamento de Água

(ETAs). O cloro é um produto eficiente na remoção de alguns agentes causadores de doenças de veiculação hídrica (bactérias e vírus).

Aplicando-se os dados obtidos na equação (5), temos que:

$$CL = 89.223,01 \times (0,04 / 1000)$$

$$CL = 3,569 \text{ litros}$$

Para este estudo, necessita-se de **3,569 L de cloro** para desinfetar as águas captadas armazenadas no reservatório do CEASA/PE. Poderá ser usado hipoclorito de sódio ou de cálcio nesse processo. (TOMAZ, 2009 apud VASCONCELOS, 2016).

3.6 Percentual de economia

Tabela 4 - Quadro de economia

Meses de 2011 a 2021	Média das precipitações (mm)	Demanda do CEASA/PE (m³)	Área de captação (m²)	Volume de chuva captada (m³)	Necessidade de água bombeada (m³)	Percentual de economia (%)
Janeiro	79,4	848	12.232,15	1.224,8	0	144
Fevereiro	50,9	848	12.232,15	1.368,9	0	161
Março	93,4	848	12.232,15	2.119,6	0	250
Abril	124,9	848	12.232,15	3.587,3	0	423
Maio	176,9	848	12.232,15	3.975,4	0	469
Junho	252	848	12.232,15	3.819,7	0	450
Julho	197,1	848	12.232,15	3.587,3	0	423
Agosto	122,2	848	12.232,15	1.861,6	0	220
Setembro	62,7	848	12.232,15	935,5	0	110
Outubro	23,9	848	12.232,15	627,5	220,5	74
Novembro	14,1	848	12.232,15	406,7	441,3	48
Dezembro	38,5	848	12.232,15	703,0	145,0	83
Média Economia						238

Fonte: AUTOR (2022)

4 CONCLUSÕES

O aproveitamento de águas pluviais é de fato uma excelente alternativa de baixo custo e com grandes expectativas de retorno quanto à economia. No caso específico do CEASA/PE, este estudo indicou a viabilidade do aproveitamento de águas pluviais das áreas estudadas, sendo exequível, de acordo com o regime pluviométrico da localidade. O volume do reservatório necessário de águas captadas é de 90 m³ pelo método prático brasileiro e os 12.232,15 m² de área de captação dos três galpões atendem muito bem à demanda solicitada de 848 m³ referentes aos consumos de vasos sanitários dos banheiros públicos, lavagens de galpões, ruas e calçadas.

Na verdade, além de atender à demanda, o estudo identificou que grande parte desta água será extravasada, ou seja, o volume de água captada é muito maior do que se pretendeu utilizar inicialmente. Sendo assim, toda a água “excedente” poderá substituir outras atividades não contempladas no estudo que ainda utilizam água potável como serviços de jardinagem.

Outra opção é a construção de uma nova estação de tratamento específica para águas pluviais, aumentando ainda mais o leque de utilizações, gerando uma maior economia nos custos diretos da empresa. E por se tratar de uma Organização Social, sem fins lucrativos, toda a economia poderá ser revertida pela administração pública em outros projetos e estudos sustentáveis como este.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 5626 – Instalação predial de água fria** – Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15527 – Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA. **Manual de Conservação e Reuso em Edificações**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília. 2009. Disponível em: <https://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/manual-de-conservacao-e-reuso-de-agua-na-agroindustria-sucroenergetica/>. Acesso em: 23 dez. 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA. **ATLAS ÁGUA**. Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano. 2021. Disponível em: <https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/storymaps/stories/1d27ae7adb7f4baeb224d5893cc21730>. Acesso em: 23 dez. 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA. **Gestão das águas**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas>. Acesso em: 23 dez. 2022.

BRASIL. Agência Pernambucana de Águas e Climas – APAC. **Monitoramento Pluviométrico**. Governo do Estado de Pernambuco. 2022. Disponível em: <http://old.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramento-pluvio.php>. Acesso em: 23 dez. 2022.

BRASIL. Centrais de Abastecimento de Mato Grosso do Sul – CEASA/MS. **Com empresas contratadas, Ceasa/MS apresenta projeto completo de adequação ambiental**. Governo do Estado de Mato Grosso do Sul. 2021. Disponível em: <https://www.ceasa.ms.gov.br/com-empresas-contratadas-ceasa-ms-apresenta-projeto-completo-de-adequacao-ambiental/>. Acesso em: 23 dez. 2022.

BRASIL. Centrais de Abastecimento do Distrito Federal – CEASA/DF. **Projetos Preliminares Para Estudo da PPP**. Governo do Distrito Federal. 2020. Disponível em: <https://ceasa.df.gov.br/projetos-preliminares-para-estudo-da-ppp/>. Acesso em: 23 dez. 2022.

BRASIL. Centro de Abastecimento e Logística de Pernambuco – CEASA/PE. **Quem somos**. Governo do Estado de Pernambuco. 2022. Disponível em: <https://www.ceasape.org.br/quemsomos>. Acesso em: 23 dez. 2022.

BRASIL. Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro – CEDAE. **Captação de água da chuva**. Governo do Estado do Rio de Janeiro. 2022. Disponível em: <https://cedae.com.br/captacaoaguachuva>. Acesso em: 23 dez. 2022.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde – FUNASA. **Manual de Cloração de Água em Pequenas Comunidades**. Utilizando o Clorador Simplificado Desenvolvido pela Funasa / Fundação Nacional de Saúde. Brasília: Funasa. 2014. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manualdecloracaodeaguaempequenascomunidades.pdf. Acesso em: 23 dez. 2022.

BRASIL. Lei 9.433, de 08 de janeiro de 1997. **DA POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 23 dez. 2022.

BRASIL. Lei 13.501, de 30 de outubro de 2017. **DA POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/L13501.htm. Acesso em: 23 dez. 2022.

BRASIL. Projeto de Lei 51/2015. **Regula o reúso da água de esgotos para diversos fins após tratamentos específicos e a coleta da água da chuva para reaproveitamento**. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/119767>>. Acesso em: 23 dez. 2022.

BRASIL. Prefeitura da Cidade do Recife – PCR/PE. **CARACTERIZAÇÃO DO TERRITÓRIO**. Governo do Estado de Pernambuco. 2022. Disponível em: <https://www2.recife.pe.gov.br/pagina/caracterizacao-do-territorio>. Acesso em: 23 dez. 2022.

BRASIL. Prefeitura de Campinas - PC/SP. **Ceasa formaliza investimento em infraestrutura e modernização**. Governo do Estado de São Paulo. 2022. Disponível em: <https://portal.campinas.sp.gov.br/noticia/46699>. Acesso em: 23 dez. 2022.

BRASIL. Prefeitura de Vitória da Conquista – PMVC/BA. **Revitalização da Ceasa: Prefeitura publica Tomada de Preços para mais uma etapa**. Governo do Estado da Bahia. 2020. Disponível em: <https://www.pmvc.ba.gov.br/revitalizacao-da-ceasa->

prefeitura-publica-tomada-de-precos-para-mais-uma-etapa/. Acesso em: 23 dez. 2022.

BRASIL. Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento - SEAPA. **Nova presidente da Ceasa toma posse no dia 2**. Governo do Estado de Goiás. 2019. Disponível em: <https://www.agricultura.go.gov.br/noticias/2989-nova-presidente-da-ceasa-toma-posse-no-dia-2.html>. Acesso em: 23 dez. 2022.

BRASIL. Supremo Tribunal Federal – STF. **AGENDA 2030**. Poder Judiciário. 2020. Disponível em: <https://portal.stf.jus.br/hotsites/agenda-2030/>. Acesso em: 23 dez. 2022.

BRK AMBIENTAL. **O uso de fontes alternativas de água é estímulo para um consumo consciente**. 2019. Disponível em: <https://blog.brkambiental.com.br/fontes-alternativas-de-agua/>. Acesso em: 23 dez. 2022.

BRK AMBIENTAL. **Preservação da água: como garantir que esse recurso não acabe?** 2020. Disponível em: <https://blog.brkambiental.com.br/preservacao-da-agua/>. Acesso em: 23 dez. 2022.

FENDRICH, R. **Aplicabilidade do armazenamento, utilização e infiltração das águas pluviais na drenagem urbana**. Curitiba, 2002, 504f. Tese (Doutorado em Geologia Ambiental). Setor Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2022. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 23 dez. 2022.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **ONU alerta contra impactos ambientais da dessalinização para fornecimento de água doce**. 2019. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/83075-onu-alerta-contrainc-ambientais-da-dessalinizacao-para-fornecimento-de-agua-doce>. Acesso em: 23 dez. 2022.

PENA, Rodolfo F. Alves. **Distribuição da água no mundo**. Brasil Escola. 2022. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/distribuicao-agua-no-mundo.htm>. Acesso em: 23 dez. 2022.

PERNAMBUCO. **Lei Estadual de Pernambuco 14.572 de 27 de dezembro de 2011**. Estabelece normas para o uso racional e reaproveitamento das águas nas edificações do Estado de Pernambuco e dá outras providências. Disponível em: <https://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?id=5170&tipo>. Acesso em: 23 dez. 2022.

SOUSA, Rafaela. **Água**. Brasil Escola. 2022. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/agua.htm>. Acesso em: 23 dez. 2022.

VASCONCELOS, Edlene Costa. **USO DE ÁGUAS PLUVIAIS E RESIDUAIS EM INSTALAÇÕES PREDIAIS: SUBSÍDIOS PARA GESTÃO AMBIENTAL EM PRÉDIOS PÚBLICOS**. Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE, Campus Recife, Coordenação de Pós-Graduação - Mestrado Profissional em Gestão Ambiental, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ifpe.edu.br/xmlui/handle/123456789/44>. Acesso em: 23 dez. 2022.

VICTOR, João. **Coeficiente de runoff ou de deflúvio: conceito e cálculo**. 2020. Disponível em: <https://www.guiadaengenharia.com/conceito-coeficiente-runoff/>. Acesso em: 23 dez. 2022.

ZANELLA, Luciano. **MANUAL PARA CAPTAÇÃO EMERGENCIAL E USO DOMÉSTICO DE ÁGUA DE CHUVA**. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo. Governo do Estado de São Paulo. 2015. Disponível em: http://www.ipt.br/download.php?filename=1200-Manual_para_captacao_emergencial_e_uso_domestico_de_AGUA_DA_CHUVA.pdf. Acesso em: 23 dez. 2022.