

SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE ALTO DESEMPENHO

HIGH PERFORMANCE WATER CAPTURE SYSTEM

Ronaldo Garcia da Costa

Acadêmico de Engenharia Civil. Universidade Estácio de Sá, UNESA
E-mail: rogacosta@hotmail.com

Rebecca Alves da Silva

Acadêmica de Engenharia Civil. Universidade Estácio de Sá, UNESA
E-mail: rebeccaalves.s@hotmail.com

José Ricardo Domingues

Acadêmico de Engenharia Civil. Universidade Estácio de Sá, UNESA
E-mail: ricardo.engenhariacivil@outlook.com

Bruno Matos de Farias

Mestre em Desenvolvimento Local. Professor de Engenharia Civil e
Arquitetura. Universidade Estácio de Sá, UNESA
E-mail: bmfarias@gmail.com

RESUMO

A água é um recurso natural limitado e imprescindível, sendo que a conservação e preservação da água vêm sendo cada vez mais discutido. Algumas soluções de aproveitamento de água pluvial contribuem para o seu uso racional, embora a sociedade ainda não tenha consciência do uso desse recurso. O objetivo deste trabalho é apresentar uma proposta do reuso de água pluvial juntamente com os seus benefícios ambientais e econômicos. A metodologia da pesquisa é qualitativa e descritiva, sendo realizada por meio de um estudo de caso. O campo da pesquisa é uma empresa localizada no Estado do Rio de Janeiro, com uma área do terreno de 34.125m², dos quais 10.849m² correspondem a área edificada e 18.415m² correspondem a área verde. Inicialmente, foi realizado um levantamento pluviométrico da região, sendo encontrado um volume de 1.278mm, anualmente. Atualmente, a respectiva empresa apresenta um sistema de drenagem, no entanto, essa captação não tem sido utilizada. Foi evidenciado na pesquisa que o volume captado pelo sistema pluvial deveria ser utilizado, tanto nas áreas verdes, quanto nas prumadas sanitárias. Essas estratégias foram evidenciadas por meio de uma análise de sensibilidade com dados fornecidos pela empresa, onde foi constatada uma possível economia de 35%. A partir de então, foi realizado uma análise de viabilidade econômica para a implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial. Sabendo que já existe um sistema de drenagem, o custo para implantação seria somente dos reservatórios. Outra vantagem é que o investimento realizado apresenta um retorno relativamente curto. A empresa em questão possui um enorme potencial para a aquisição do certificado LEED, concebido e concedido pela Organização não governamental-ONG americana U.S. Green Building Council (USGBC), de acordo com os

critérios de racionalização de recursos (energia, água, etc.). Portanto, há grande potencial de água na captação e o direcionamento à operação deste empreendimento industrial, tem como meta a sustentabilidade, com uma atenção voltada para o a preservação do meio ambiente.

Palavras-chave: Captação, águas pluviais, alto desempenho.

ABSTRACT

Knowing that water is a limited and indispensable natural resource, water conservation and preservation has been increasingly discussed. Some rainwater solutions are very sustainable as they contribute to rational use, although society does not yet have much awareness of this resource for future generations. The purpose of the work is to present a proposal of rainwater reuse along with its environmental and economic benefits. The methodology of the research is qualitative, descriptive, being carried out through a case study. The field of research is a company located in the state of Rio de Janeiro with an area of the land of 34.125 m², of which 10.849 m² correspond to the built area and 18.415 m² correspond to the green area. Initially, a rainfall survey of the region was carried out, and a volume of 1.278 mm was found annually. Currently, the company has a drainage system, however, this capture has not been used. It was evidenced in the research that the volume captured by the rain system should be used both in the green areas and in the sanitary descent. These strategies were evidenced by a sensitivity analysis with data provided by the company. A possible 35% savings were found in it. From then on, an economic viability analysis was carried out for the implementation of the rainwater utilization system. Knowing that there is already a drainage system, the cost for implantation would be only the reservoirs and the pump system. Another advantage is that the investment carried out shows a relatively short return. The company in question has a huge potential to acquire the LEED certificate conceived and granted by the non-governmental organization-American NGO U.S. Green Building Council (USGBC), according to the criteria for rationalization of resources (energy, water, etc.), as described the great potential of water in the capture and the direction to the operation of these industrial enterprises, with the goal of sustainability with an attention to the preservation of the environment.

Keywords: Rainwater. Catchment. high performance.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, vários países enfrentam problemas de escassez de água e as causas para este problema geralmente são as mesmas, o desenvolvimento desordenado das cidades, o crescimento populacional, aliado ao aumento da demanda de água pela indústria e pela agricultura, provocando o esgotamento das reservas naturais de água (PAZ; TEODORO; MENDONÇA, 2000).

Os autores afirmam que na tentativa de se solucionar este problema é preciso que se reformule o sistema de abastecimento de água que atualmente, utiliza água tratada e clorada para todos os fins tanto para higiene pessoal quanto para lavar calçadas e para carrear dejetos. Portanto, para estes últimos, os usos para fins não potáveis buscam-se fontes alternativas de água como o reuso por meio da precipitação que com a sua utilização traz benefícios como a redução do consumo de água potável e o controle de enchentes em regiões com grandes áreas pavimentadas.

O estudo propõe alternativa de captação e armazenagem de águas pluviais para consumo não potável em áreas verdes existentes, visando o aperfeiçoamento e a intensificação do uso da água de chuva com seu melhor aproveitamento, dentre outras utilizadas. Por meio da indicação de critérios técnicos para os materiais a serem utilizados, estes poderão ser úteis para garantir a qualidade da execução do respectivo sistema de utilização, bem como os parâmetros para a seleção da alternativa mais apropriada na escolha do emprego de captação, condução e armazenamento, em função do sistema a ser construído na edificação.

Este, parte de um sistema experimental de coleta e armazenamento para fins de aproveitamento de água de chuva de alta performance, onde será considerada a análise econômica da utilização do sistema em questão. Para a análise econômica foi feito cruzamento de dados entre o consumo e o volume armazenado. Espera-se que com este trabalho, o uso da água da captação de chuva de alta performance para consumo não potável proporcione aos seus usuários uma conscientização não só na economia, mas também quanto ao cuidado e melhor aproveitamento da água, por se tratar de um bem escasso.

No aproveitamento de água de chuva para consumo não potável são necessários alguns cuidados referentes à instalação e a manutenção do sistema, que serão apresentadas algumas técnicas podendo ser utilizadas para fazer a coleta de água de chuva.

O objetivo do estudo é apresentar métodos para a implementação de sistemas para captação e reaproveitamento de águas pluviais destinados a usos industriais e urbanos para fins não potáveis. Para tanto, os objetivos específicos são: Contribuir com a recarga do lençol freático; Minimizar o uso de água tratada para fins não potáveis; Estimar o volume de água de chuva a ser captada; Conscientizar quanto ao reuso e Estimular a implementação de um reservatório para água pluvial.

O conjunto das atividades humanas, cada vez mais diversificado, associado ao crescimento demográfico, vem exigindo atenção maior às necessidades de uso de água para as mais diversas finalidades. Uma das alternativas que se têm apontado para o enfrentamento do problema é o reuso de água, importante instrumento de gestão

ambiental do recurso água e detentor de tecnologias já consagradas para a sua adequada utilização.

Segundo a Organização Meteorológica Mundial (WMO, 2018), o consumo mundial de água aumentou mais de seis vezes em menos de um século, mais do que o dobro das taxas de crescimento da população, e continua a crescer com a elevação do consumo dos setores agrícola, industrial e doméstico. De acordo com dados que demonstram também que, nos próximos anos, a situação global das reservas hídricas tende a piorar, tanto nos aspectos quantitativos quanto nos qualitativos, caso não haja ações enérgicas visando à melhoria da gestão da oferta e da demanda da água para diferentes usos (FREITAS; SANTOS, 1999).

A aceitação pública é o mais crucial dos elementos na determinação do sucesso ou do insucesso de um programa de reuso de água. A experiência internacional tem mostrado que projetos dessa natureza podem ser tecnicamente viáveis. A água produzida comprovadamente segura, atestada pelos melhores procedimentos científicos disponíveis, pode ser aceita pelas agências oficiais de meio ambiente e de saúde pública e, ainda assim, não ser aceita pelo público.

A captação de água da chuva é uma prática muito difundida em países como a Austrália e a Alemanha, aonde novos sistemas vêm sendo desenvolvidos, permitindo a captação de água de boa qualidade de maneira simples e bastante efetiva em termos de custo benefício. A utilização de água de chuva traz várias vantagens:

- ✓ Redução do consumo de água da rede pública e do custo de fornecimento da mesma,
- ✓ Evita a utilização de água potável onde esta não é necessária, como por exemplo, na descarga de vasos sanitários, irrigação de jardins, lavagem de pisos, etc.;
- ✓ Os investimentos de tempo, atenção e dinheiro são mínimos para adotar a captação de água pluvial na grande maioria dos telhados, e o retorno do investimento é sempre positivo;
- ✓ Faz sentido ecológica e financeiramente não desperdiçar um recurso natural escasso em toda a cidade, e disponível em abundância no nosso telhado;
- ✓ Ajuda a conter as enchentes, represando parte da água que teria de ser drenada para galerias e rios.
- ✓ Encoraja a conservação de água, a autossuficiência e uma postura ativa perante os problemas ambientais da cidade.

Devido à escassez de água em praticamente todo o mundo, torna-se necessário amenizar a crise de água com todas as atitudes possíveis, inclusive com a captação das águas pluviais. Para tanto, o armazenamento consiste em desviar a água da chuva por meio de captação e direcionamento, e transportá-la até um reservatório. Em seguida, a

água da chuva pode ser aproveitada para uso doméstico, industrial e agrícola, podendo ser aproveitada para outros fins a sua utilização de acordo com a demanda.

Água para uso não potável, tem como principais usos: irrigação de jardins, descarga em vasos sanitários e lavagem de pisos, roupas e automóveis. Na agricultura, vem sendo empregada como um método altamente eficiente para a economia do recurso natural.

Os riscos à saúde humana e ao meio ambiente, associados ao reuso de água, preocupam a sociedade por dois motivos principais: a poluição dos recursos hídricos e as limitações das técnicas de tratamento de água que, apesar dos avanços obtidos nos últimos anos, estes não removem completamente todas as substâncias indesejadas da água. Assim sendo, é necessário equilibrar as relações risco/benefício e custo/eficácia das tecnologias de tratamento, tendo em vista que quanto mais nobre o uso pretendido, mais alto o custo dos investimentos necessários.

O gerenciamento dos riscos é o conjunto de procedimentos, normas e regras, tendo como objetivo controlar e minimizar riscos, sendo abrangente de todas as atividades técnicas, legais, decisórias, de escolhas sociais, políticas e culturais que se encontrem associadas, diretamente ou indiretamente, com as questões de risco em nossa sociedade.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia da pesquisa é qualitativa e descritiva, sendo realizada por meio de um estudo de caso de uma proposta para um reuso de água pluvial juntamente com os seus benefícios ambientais e econômicos. A pesquisa foi realizada em uma empresa localizada no Estado do Rio de Janeiro com uma área do terreno de 34.125m², dos quais 10.849m² correspondem a área edificada e 18.415m² correspondem a área verde.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 A Legislação Brasileira dos Recursos Hídricos

Ao lado da base técnica, é necessário um embasamento jurídico sólido. No Brasil, a Constituição Federal, o Código de Águas, a Legislação Subsequente, é a Lei de nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, com auxílio da Secretaria de Recursos Hídricos e a Agência Nacional de Águas, são fortes instrumentos e instituições de defesa dos Recursos Hídricos. Tendo como destaque a Lei de nº 9.433, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamentos de Recursos Hídricos.

Conhecida como a Lei das Águas, institui a Política de Recursos Hídricos cujos fundamentos são:

a) A água é um bem de domínio público de uso do povo. O Estado concede o direito de uso da água e não de sua propriedade. A outorga não implica alienação parcial das águas, mas o simples direito de uso;

b) Usos prioritários e múltiplos da água. O recurso tem de atender a sua função social e a situações de escassez. A outorga pode ser parcial ou totalmente suspensa, para atender ao consumo humano e animal. A água deve ser utilizada considerando se projetos de usos múltiplos, tais como: consumo humano, consumo para os animais, diluição de esgotos, transporte, lazer, paisagística e potencial hidrelétrico. As prioridades de uso serão estabelecidas nos planos de recursos hídricos;

c) A água como um bem de valor econômico. A água é reconhecida como recurso natural limitado e dotado de valor, sendo a cobrança pelo seu uso um poderoso instrumento de gestão, onde é aplicado o princípio de poluidor-pagador, que possibilitará a conscientização do usuário. A Lei nº 9.433/97 no artigo 22 informa que “os valores arrecadados com a cobrança pelo uso de seus recursos hídricos serão aplicados prioritariamente na bacia hidrográfica em que foram gerados”. Isso pressupõe que os valores obtidos com a cobrança propiciarão recursos para obras, serviços, programas, estudos, projetos na bacia;

d) A gestão descentralizada e participativa. A bacia hidrográfica é a unidade de atuação para implementação dos planos, estando organizada em Comitês de Bacia. Isso permite que diversos agentes da sociedade opinem e deliberem sobre os processos de gestão de água, pois, nos comitês, o número de representantes do poder público, federal, estadual e municipal, está limitado em até 50% do total.

Sobre águas pluviais, estabelece que: “As Águas Pluviais pertencem ao dono do prédio onde caírem diretamente, podendo o mesmo dispor delas à vontade, salvo existindo direito em sentido contrário” (CÓDIGO DAS ÁGUAS, 1934). Porém, não é permitido desperdiçar essas águas em prejuízo dos outros prédios que delas possam se aproveitar, sob pena de indenização aos proprietários dos mesmos, além de desviar essas águas de seu curso natural para lhes dar outro curso, sem consentimento expresso dos donos dos prédios que irão recebê-las.

Para o Reuso da água é necessário observar a resolução do CONAMA nº 357/2005 em que o uso é dividido em classes com seus respectivos usos permitido. No estudo em questão os usos permitidos melhor se enquadram na Classe 2, conforme pode ser observado no Quadro 1.

| CLASSE | USOS PERMITIVOS |
|----------|---|
| Especial | <ul style="list-style-type: none"> • Ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; • À apresentação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; • À preservação dos ambientes em unidades de conservação de proteção integral. |
| 1 | <ul style="list-style-type: none"> • Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; • À proteção das comunidades aquáticas; • À recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho. Conforme a Resolução CONAMA no 274, de 2000; • À irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolveram rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; • À proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas. |
| 2 | <ul style="list-style-type: none"> • Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; • À irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; • À pesca amadora; • À recreação de contato secundário; • À dessedentação de animais. |
| 3 | <ul style="list-style-type: none"> • À navegação; • À harmonia paisagista. |

Quadro 1: Classificação das águas doces segundo seus usos preponderantes
 Fonte: adaptado da Resolução CONAMA nº 357/2005.

3.2 Índice Pluviométrico

A quantidade de precipitação é o primeiro fator determinante do potencial de captação. O índice anual de chuva do local onde se deseja instalar o sistema é uma informação fundamental. O índice pluviométrico mede quantos milímetros chove por ano em um m².

O índice pluviométrico é uma medida em milímetros, resultado da somatória da quantidade da precipitação de água (chuva, neve, granizo) em um determinado local durante um dado período de tempo.

No estudo realizado na cidade de Rio de Janeiro, a precipitação média foi obtida por meio do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018) conforme pode ser observada abaixo, a precipitação média em cada mês do ano e, também, a precipitação média total que será usada no cálculo da viabilidade econômica do projeto.

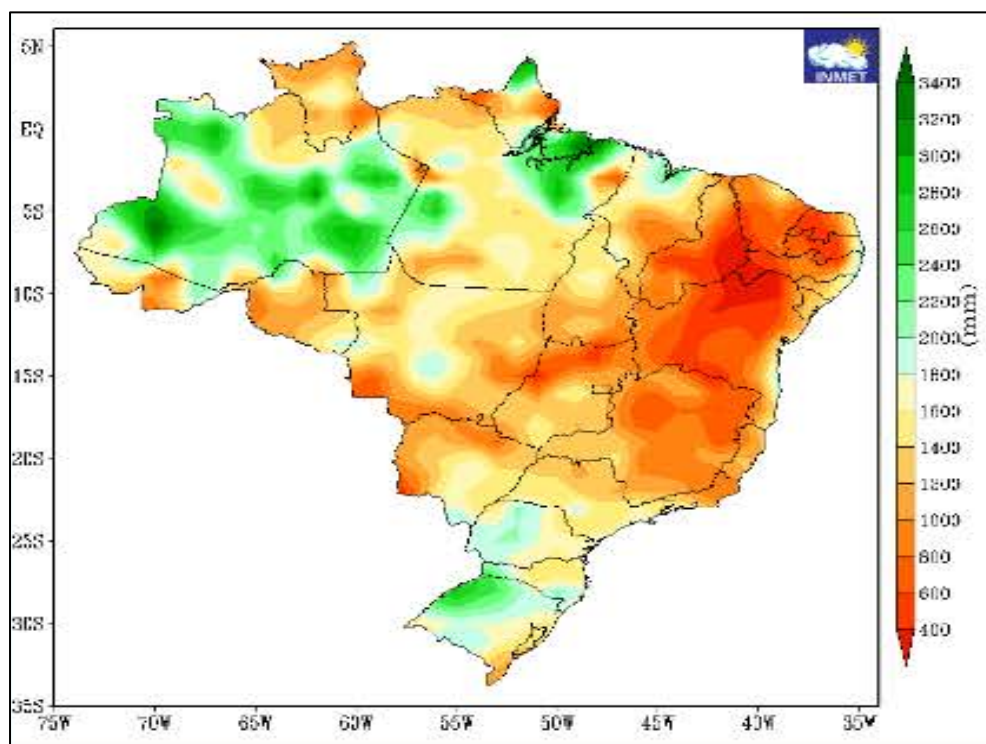


Figura 1: Precipitação média no Brasil– INMET (2017)

Fonte: INMET, 2018.

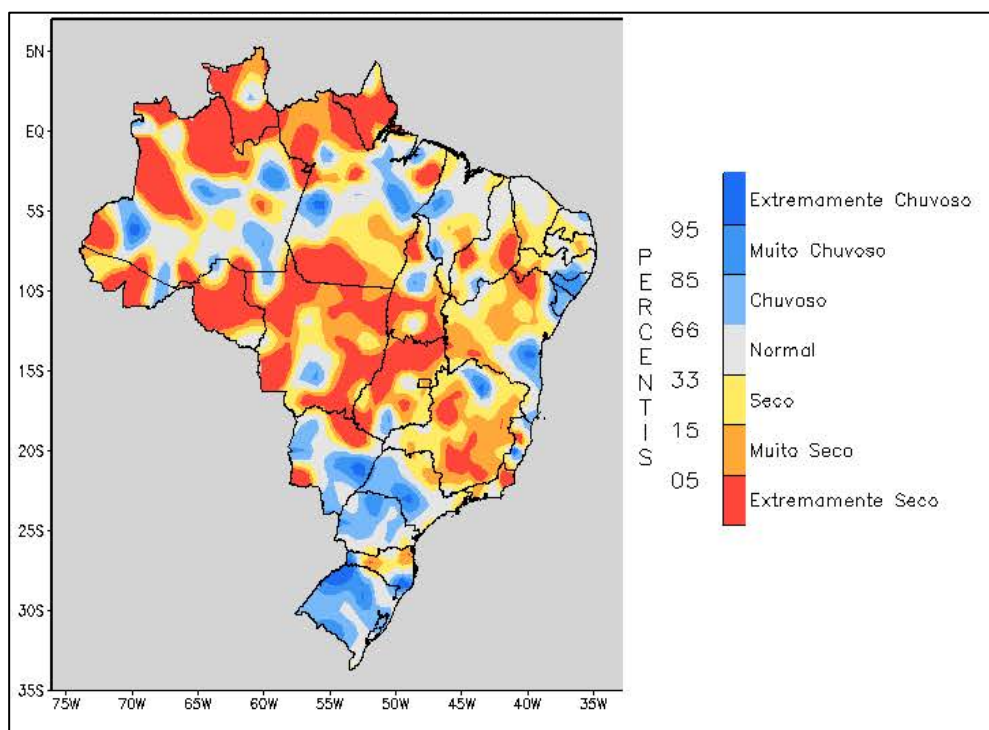


Figura 2: Precipitação média em (%) no Brasil– INMET 2017

Fonte: INMET, 2018

| Normais Climatológicas do Estado do Rio de Janeiro | | | | | | | | | | | | | | INMET | |
|--|-----------------------------|----|---------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|---------|----------|----------|--------|
| Precipitação Acumulada Mensal e Anual (mm) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Código | Nome da Estação | UF | Janeiro | Fevereiro | Março | Abril | Mai | Junho | Julho | Agosto | Setembro | Outubro | Novembro | Dezembro | Ano |
| 83007 | Alto da Boa Vista | RJ | 245,9 | 178,4 | 207,1 | 203,9 | 175,2 | 114,9 | 136,5 | 137,3 | 179,0 | 194,1 | 234,5 | 228,9 | 2235,7 |
| 83788 | Angra dos Reis | RJ | 241,0 | 221,9 | 233,4 | 163,8 | 105,3 | 74,3 | 71,9 | 78,9 | 109,0 | 152,1 | 171,0 | 261,1 | 1883,6 |
| 83765 | Araras | RJ | 308,5 | 232,1 | 165,5 | 82,7 | 56,4 | 29,1 | 34,7 | 35,5 | 44,3 | 162,7 | 218,1 | 296,4 | 1666,0 |
| 83790 | Bangu | RJ | 182,4 | 149,4 | 156,1 | 104,9 | 66,4 | 35,9 | 45,1 | 48,0 | 54,5 | 83,4 | 122,8 | 179,1 | 1228,0 |
| 83752 | Barreirinha | RJ | 281,3 | 220,1 | 173,3 | 88,3 | 44,4 | 33,1 | 26,4 | 43,8 | 71,3 | 181,2 | 212,8 | 254,0 | 1629,9 |
| 83719 | Cabo Frio (Alcalis) | RJ | 74,6 | 37,0 | 58,1 | 78,6 | 74,0 | 47,9 | 47,1 | 37,6 | 58,1 | 90,6 | 92,7 | 88,3 | 784,5 |
| 83698 | Campos | RJ | 135,1 | 75,4 | 73,1 | 85,4 | 56,6 | 29,9 | 47,3 | 33,3 | 57,7 | 118,3 | 185,8 | 157,4 | 1055,3 |
| 83807 | Carmo | RJ | 269,7 | 195,2 | 132,2 | 87,3 | 35,0 | 26,7 | 28,6 | 28,6 | 65,3 | 149,1 | 218,5 | 278,7 | 1515,0 |
| 83718 | Cordeiro | RJ | 208,8 | 105,2 | 104,5 | 95,8 | 31,7 | 43,5 | 24,1 | 23,4 | 79,0 | 148,0 | 204,3 | 232,4 | 1300,7 |
| 83741 | Ecologia Agrícola | RJ | 202,4 | 153,2 | 160,5 | 96,7 | 53,8 | 39,5 | 29,2 | 41,8 | 59,1 | 107,2 | 135,5 | 195,6 | 1274,3 |
| 83792 | Engenho de Dentro | RJ | 161,9 | 146,9 | 131,8 | 96,5 | 97,1 | 33,9 | 44,6 | 41,2 | 47,1 | 90,2 | 107,9 | 166,2 | 1165,4 |
| 83758 | Ilha Guaíba | RJ | 177,7 | 124,4 | 143,6 | 161,7 | 87,5 | 48,7 | 55,6 | 56,5 | 105,1 | 114,5 | 152,0 | 208,7 | 1436,0 |
| 83695 | Itaperuna | RJ | 158,7 | 85,8 | 106,7 | 92,9 | 43,0 | 24,4 | 31,3 | 26,2 | 49,8 | 114,7 | 198,4 | 203,1 | 1134,9 |
| 83793 | Jacarepaguá | RJ | 173,9 | 170,9 | 153,1 | 107,6 | 82,6 | 41,5 | 45,9 | 56,6 | 58,2 | 102,7 | 121,7 | 191,4 | 1306,0 |
| 83796 | Jardim Botânico | RJ | 179,8 | 219,3 | 193,7 | 158,2 | 128,8 | 82,1 | 110,8 | 85,2 | 94,1 | 147,5 | 158,1 | 178,9 | 1736,5 |
| 83745 | Nova Friburgo | RJ | 232,1 | 165,2 | 154,6 | 61,4 | 39,8 | 32,3 | 24,7 | 23,7 | 52,4 | 86,3 | 186,1 | 221,2 | 1279,8 |
| 83791 | Penha | RJ | 184,5 | 168,6 | 117,3 | 91,2 | 58,5 | 33,0 | 38,6 | 38,9 | 36,2 | 86,9 | 116,2 | 184,1 | 1154,0 |
| 83754 | Pinheiral | RJ | 270,2 | 221,0 | 181,2 | 62,1 | 41,0 | 25,6 | 22,7 | 37,6 | 36,5 | 124,8 | 149,5 | 227,5 | 1399,7 |
| 83757 | Piraí | RJ | 214,0 | 158,4 | 130,2 | 80,9 | 43,8 | 32,9 | 28,8 | 31,5 | 46,9 | 111,4 | 152,5 | 209,5 | 1240,8 |
| 83738 | Resende | RJ | 279,0 | 208,7 | 213,9 | 102,5 | 40,4 | 29,2 | 20,0 | 30,0 | 58,8 | 131,1 | 177,7 | 261,1 | 1552,5 |
| 83743 | Rio de Janeiro | RJ | 137,1 | 130,4 | 135,8 | 94,9 | 69,8 | 42,7 | 41,9 | 44,5 | 53,6 | 86,5 | 97,8 | 134,2 | 1069,4 |
| 83696 | Santa Maria Madalena | RJ | 235,2 | 144,2 | 103,7 | 80,1 | 62,7 | 57,7 | 50,2 | 35,9 | 84,9 | 121,2 | 194,3 | 218,2 | 1388,3 |
| 83798 | Santa Teresa | RJ | 170,5 | 149,4 | 150,5 | 155,4 | 116,5 | 55,8 | 81,1 | 86,0 | 74,4 | 122,3 | 125,7 | 164,5 | 1452,0 |
| 83802* | São Bento (Duque de Caxias) | RJ | 220,2 | 142,1 | 140,9 | 98,5 | 56,9 | 31,7 | 32,8 | 44,5 | 48,6 | 105,2 | 139,6 | 208,3 | 1269,2 |
| 83806 | Teresópolis - P. Nacional | RJ | 401,9 | 322,6 | 263,3 | 226,3 | 120,7 | 69,8 | 83,4 | 101,3 | 143,7 | 264,5 | 351,5 | 425,4 | 2774,3 |
| 83763 | Tinguá | RJ | 327,1 | 232,0 | 232,0 | 135,3 | 83,0 | 56,2 | 58,0 | 70,0 | 106,0 | 171,6 | 215,5 | 313,5 | 2000,3 |
| 83742 | Vassouras | RJ | 249,4 | 159,7 | 149,7 | 69,2 | 35,3 | 29,8 | 23,3 | 28,3 | 65,5 | 113,8 | 159,7 | 246,2 | 1329,8 |
| 83764 | Xerém | RJ | 421,5 | 350,4 | 285,9 | 163,9 | 104,5 | 64,6 | 104,4 | 100,6 | 104,2 | 229,0 | 268,6 | - | - |

Figura 3: Precipitação nas estações no Estado do Rio de Janeiro– INMET 2017

Fonte: INMET, 2018

3.3 Implantações do sistema de captação e armazenamento da água coletada

O sistema para captação e reaproveitamento de águas pluviais, caracterizado por compreender um dispositivo de coleta de água pluvial, capaz de coletar a água que chega a telhados de edificações, no estudo será captado por uma calha no telhado seguindo para uma filtração primária, onde serão removidas folhas, papéis e outros resíduos granulados maiores.



Figura 4: Sistema de captação nas calhas

Fonte: Próprio Autor, 2018



Figura 5: Edificação de captação da água pluvial
Fonte: Próprio Autor, 2018

O filtro utilizado para o sistema de filtragem da água de chuva de telhados suporta áreas até 1500 m². O seu grau de eficiência varia em torno de 90 a 95% de retenção de sólidos, isso dependendo da intensidade da precipitação.

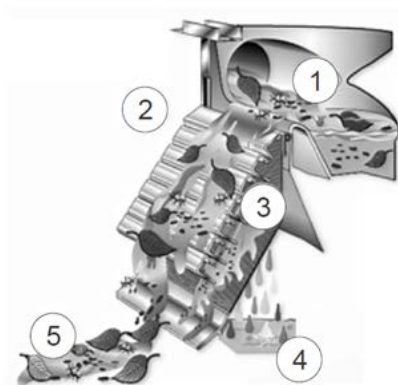


Figura 6: Filtro AcquaSave VF6
Fonte: AcquaSave, 2018

Os resíduos separados não se acumulam, pois são encaminhados por um sistema de descarga alternativo. A filtragem em dois estágios permite reduzir a manutenção para duas vezes ao ano, salvo situações muito especiais onde se acumula uma quantidade maior de resíduos sólidos na área coberta.

3.4 Sistema de filtragem e seu modo de funcionamento e filtragem

A água da chuva, ao chegar ao filtro, é freada na bacia superior, sendo então conduzida a descer nas cascatas e assim a limpeza preeliminar, retirando a sujeira mais grossa (folhas, etc.) que passa por cima dos vão tendo destino o descarte em galerias de esgotamento.

A água já livre de impurezas maiores, passa por uma tela que se encontra na parte inferior da cascata. Devido ao desenho especial da malha da tela e sua espessura, ela conduz a sujeira retirada também para o descarte e com isso ele se torna autolimpante. Com isso a possibilidade de obstrução no sistema se torna reduzida.

A água limpa encaminha se para o reservatórios de armazenamento. A sujeira retirada pela filtragem é direcionada para o descarte na canalização pluvial. Após a filtragem primária a água segue para reservatórios conjugados através de tubulações, onde a água é armazenada para posterior utilização.

O armazenamento será constituído de vários reservatórios fixados verticalmente totalizando 684, constituídos de tubos de PVC com o diâmetro de 200 mm, com capacidade de armazenamento para 0.188 m³ de água a cada tubo reservatório, no qual fornecerá o destino do reuso da água pluvial para as áreas de interesse.



Figura 7: Edificação para armazenamento do reservatório
Fonte: Próprio Autor, 2018

Os reservatórios serão munidos com um respiro, que permite a variação da pressão interna em função da entrada ou saída de água, além de um pequeno vertedouro para que não extrapole o limite da capacidade, sendo descartados para um sumidouro, que antes abastecerá os reservatórios técnicos de combate a incêndio.

Portanto, o reservatório será responsável para usos não potáveis como a irrigação de áreas ajardinadas entre o abastecimento do reservatório técnico, possuirá duas fontes de abastecimento por seção de armazenagem, em um total de seis seções. Sendo que funcionará de forma manual com o seu peso próprio conforme a demanda existente e em caso de falta de água no reservatório, está será direcionada para o fornecimento de água com abertura de registro de gaveta que permitirá a ligação de água da Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro (CEDAE, 2018) para não prejudicar o funcionamento do sistema.

3.5 Fluxogramas do modelo de Captação e Armazenamento de água Pluvial

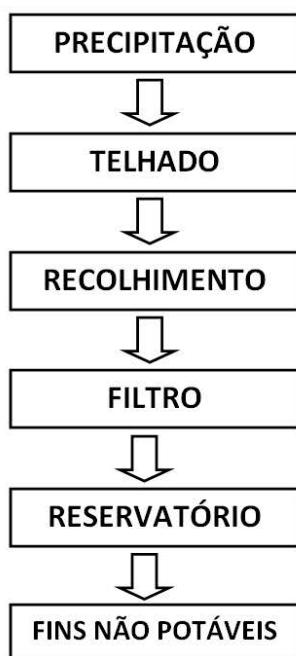


Figura 8: Fluxograma do sistema proposto para captação e armazenamento de água pluvial para fins não potáveis.

Fonte: Próprio Autor, 2018

- Cálculos do volume de água captado

Para o cálculo do volume de água captada, basta multiplicar a área do telhado (8.430 m^2) pela precipitação pluviométrica média anual (1.069 mm).

$$V_{\text{captado}} = 8.430 \text{ m}^2 * 1.069 \text{ mm}$$

$$V_{\text{captado}} = 9.011 \text{ m}^3$$

- Cálculos do volume de água armazenado

Para o cálculo do volume de água armazenada, basta multiplicar a área do tubo (0,03 m²) pelo comprimento (6,00 m) e sua quantidade (684 und), totalizando 128.93 m³. Para os cálculos da economia na taxa de água será considerada como estrutura tarifária de uma área industrial maior de 30 m³ mês, com fonte alternativa de água.

| ESTRUTURA TARIFÁRIA | | | | | |
|-------------------------|--------------------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|
| CATEGORIA DE USUÁRIOS | CONSUMO (m ³ / MÊS) | MULTIPLI-CADOR | TARIFA 1 (A) | TARIFA 2 (A) | TARIFA 3 (A) |
| DOMICILIAR CONTA MÍNIMA | | 1,00 | 3,375011 | | |
| DOMICILIAR | 0 - 15 | 1,00 | | 3,866412 | 3,866412 |
| | 16 - 30 | 2,20 | | 8,506107 | 8,506107 |
| | 31 - 45 | 3,00 | | 11,599237 | 11,599237 |
| | 46 - 60 | 6,00 | | 23,198475 | 23,198475 |
| | > 60 | 8,00 | | 30,931300 | 30,931300 |
| COMERCIAL | 0 - 20 | 3,40 | | 13,145802 | 13,145802 |
| | 21 - 30 | 5,99 | | 23,159811 | 23,159811 |
| | > 30 | 6,40 | | 24,745040 | 24,745040 |
| INDUSTRIAL | 0 - 20 | 5,20 | | 20,105345 | 20,105345 |
| | 21 - 30 | 5,46 | | 21,110612 | 21,110612 |
| | > 30 | 6,39 | | 24,706376 | 24,706376 |
| PÚBLICA | 0 - 15 | 1,32 | | 5,103664 | 5,103664 |
| | > 15 | 2,92 | | 11,289924 | 11,289924 |
| PÚBLICA | 0 - 15 | 1,32 | 4,455014 | | |
| (*) ESTADUAL | > 15 | 2,92 | 9,855032 | | |

Figura 9: Cálculo da economia na taxa de água
Fonte: CEDAE, 2018

Para o cálculo da economia da taxa de água multiplica-se o valor do m³ (valor cobrado por m³ do responsável pelo fornecimento de água na cidade, que pode ser observado no quadro 3) pelo volume captado, e então obtêm-se o valor economizado por ano na taxa de água.

Economia tx. água = Valor m³ * Vcaptado

Economia tx. água = R\$ 24,70 * 9.011 m³

Economia tx. água = R\$ 222.571,00

- Cálculos da economia na taxa de esgoto

Para o cálculo da economia referente ao esgoto foi multiplicado o valor do m³ pelo volume captado e por 0,80 uma vez que se considera 20% de perda, ou seja, a cada 1 litro de água que chega à residência é cobrado 0,8 litros para o tratamento do esgoto.

Para os cálculos da economia na taxa de esgoto será considerado uma residência normal com fonte alternativa de água, como pode ser observado na Figura 9.

Economia tx. água = Valor m³ * Vcaptado * 0,80

Economia tx. água = R\$ 24,70 * 9.011 m³ * 0,80

Economia tx. água = R\$ 178.057,00

- Cálculos do retorno do investimento

Para o cálculo do retorno do investimento divide-se o valor investido pela economia anual com a implantação do sistema de captação e reaproveitamento da água pluvial.

Retorno/Investimento = Valor Investido / Economia Anual

- Análise econômica do uso eficiente da água

A abordagem desta análise apresenta uma ideia dos trabalhos e verbas envolvidas, descrevendo como “outputs” balanços anuais, dos quais se pode deduzir o tempo de retorno do investimento. Como é habitual, vai ser conduzida numa perspectiva de contabilização dos custos e benefícios e tomar-se-á como exemplo.

3.6 Investimento

O custo mais significativo é o investimento na concretização da obra. Há a considerar o reservatório propriamente dito, os equipamentos, alguns trabalhos complementares, o custo da rede de adução desde os locais de captação até aos reservatórios e, finalmente, a rede de distribuição exterior que leva excedentes até os reservatórios técnicos.

(i) Custo do reservatório

O custo dos reservatórios está associado à capacidade dos mesmos. Repare-se que, em regra, os critérios para dimensionamento fornecem a capacidade útil, mas na prática os reservatórios terão que ser um pouco maiores. Em termos gerais será de considerar que a capacidade real é cerca de 20% maior que a capacidade útil encontrada.

(ii) Custo dos equipamentos

Os equipamentos geralmente presentes incluem o sistema de captação, filtro, sistema próprio para entrada da água, tomada de água e pequenos acessórios, tubagem de adução terá características semelhantes à de uma rede de drenagem de águas pluviais. Em princípio será em tubo plástico para

baixas pressões, com diâmetros da ordem dos 100 a 200 mm dependendo da sua utilização.

(iii) Custo de trabalhos complementares

Nestes trabalhos complementares está geralmente incluído o serviço de instalação do sistema.

3.7 Sistemas Internacionais de Certificação Ambiental

O sistema de avaliação ambiental voluntário LEED é um sistema americano de avaliação e certificação ambiental de edifícios de caráter voluntário, desenvolvido pelo U.S. *Green Building Council* (USGBC), uma organização sem fins lucrativos empenhada na expansão de práticas sustentáveis nos edifícios. Desde seu lançamento que este sistema tem sofrido pequenas modificações, sempre no sentido de melhorar e facilitar a sua aplicação. Atualmente o LEED já vai à versão LEED v3. Nesta versão melhorou-se a definição das categorias de avaliação e a plataforma de certificação on-line foi igualmente aprimorada (USGBC, 2018).

No LEED foram desenvolvidas diferentes versões do sistema, dependendo do tipo de utilização do edifício. Nas versões LEED disponíveis encontram-se, variantes destinadas às residências (*Homes*), aos espaços comerciais interiores (*Commercial Interiors*), aos elementos de construção do edifício, como a estrutura, envolvente e AVAC (*Core & Shell*), à nova construção (*New Construction*), aos edifícios de serviços (*Schools, Healthcare, Retail*) e aos edifícios existentes (*Existing Buildings*). Neste momento encontra-se em desenvolvimento uma aplicação do LEED na variante de desenvolvimento da envolvente (*Neighborhood Development*), com base no *smart growth*. Cada variante prende-se com as diferentes fases do projeto (USGBC, 2018). É de referir que apesar da aplicação da metodologia entre as diferentes versões ser semelhante, a ponderação entre os respectivos critérios a que se distinta.



Figura 10: logomarca da LEED
Fonte: USGBC, 2018

Estruturalmente, o LEED subdivide-se categorias, relacionadas com a sustentabilidade local, eficiência de água, energia e atmosfera, materiais e recursos, qualidade do ambiente interior, desenho e inovação. A atribuição de créditos por cada uma destas categorias é feita segundo a Fig. 11, abaixo.



Figura 11: Definição e ponderação das categorias de avaliação LEED
Fonte: BAUER, 2009

Para obter uma certificação, em primeiro lugar o projeto tem de satisfazer todos os pré-requisitos e um número mínimo de pontos descritos no sistema para cada aspecto. Os pontos obtêm-se por cumprimento de créditos que são requisitos a atingir. A contabilização dos pontos é feita mediante uma soma simples dos critérios comprovadamente cumpridos levando depois à atribuição dos seguintes níveis de certificação, conforme o resultado (USGBC, 2018):

- Certificado – 40 a 49 pontos;
- “Prata” – 50 a 59 pontos;
- “Ouro” – 60 a 79 pontos;
- “Platina” – ≥ 80 pontos;



Figura 12: Escala da classificação final LEED

Fonte: BAUER, 2009

Tem se verificado um aumento significativo de projetos avaliados através deste sistema. O aumento do interesse dos promotores pela sustentabilidade tem sido o principal impulsionador do desenvolvimento deste sistema. O sucesso do LEED nos Estados Unidos inspirou o desenvolvimento de outros sistemas de certificação ambiental nos restantes países. A categoria deste sistema que diz respeito à poupança de água é a *Water Efficiency (WE)* na qual os seguintes créditos foram propostos:

- Crédito WE 2 – Redução do uso de água potável nos sanitários (urinóis e autoclismos) em 50% através do uso de equipamentos de poupança ou uso de água não potável (água da chuva, águas cinzentas recicladas e águas residuais tratadas no local ou nos sistemas municipais). Outra alternativa é fazer um tratamento terciário a 50% das águas residuais. Essa água deverá ser usada ou infiltrada no local;
- Crédito WE 3.1 - Redução em 20% no consumo total de água potável através de sistemas de poupança, aproveitamento de águas pluviais ou reciclagem das cinzentas;
- Crédito WE 3.2 – Redução em 30% no consumo total de água potável pelos mesmos métodos;
- Crédito Extra – Este crédito é atribuído para performances exemplares e implica a redução em 40% no consumo total de água potável da mesma forma.

É de referir que todos os créditos relativos à poupança de água, assumem a possibilidade de utilização de sistemas de aproveitamento de águas pluviais e cinzentas para fins não potáveis, permitindo assim que o uso deste tipo de aproveitamento beneficie de forma positiva a classificação final segundo o LEED.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a implementação de sistemas para captação e reaproveitamento de águas pluviais em coberturas é possível dar uma destinação mais adequada à água que iria se tornar esgoto. O reuso é uma técnica utilizada há muito tempo principalmente em regiões que vivem problemas de escassez de água. O Brasil, apesar de ser um dos países com maior disponibilidade de água, também enfrenta problemas em algumas regiões com baixo índice pluviométrico e/ou água de má qualidade. Sendo assim, portanto, totalmente viável que o uso de água de boa qualidade seja totalmente destinado a fins mais nobres.

Do ponto de vista econômico, considerando a taxa de precipitação média no Rio de Janeiro para diversos valores de consumo, os resultados foram todos positivos, mostrando-se uma alternativa economicamente viável, uma vez que o empreendimento que venham a instalar este tipo de sistema possuirá uma vida útil longa, portanto, o custo para implantação será ressarcido e a partir daí haverá economia para o proprietário.

O desenvolvimento urbano através de superfícies impermeáveis e canalização do escoamento pluvial aumentam de forma significativa o escoamento superficial. O somatório deste aumento produz inundações frequentes nas áreas de jusante dos riachos urbanos e ao longo de grande parte da rede de drenagem. Para resolver este tipo de problema é necessário buscar medidas de controle sustentáveis, com o controle do escoamento na fonte do problema, através de recuperação da capacidade de infiltração ou da retenção do escoamento adicional gerada pelas superfícies urbanas. Portanto haverá melhorias ambientais com a implantação do sistema de captação e aproveitamento de água pluvial, contribuindo assim na mitigação dos impactos atuais referentes à drenagem urbana.

O estudo após a implantação do sistema, o foco estará alinhado para a certificação LEED, a edificação visa satisfazer todos os pré-requisitos e um número mínimo de pontos descritos com os critérios de racionalização de recursos (energia, água, etc.) no sistema pontuações para obtenção do certificado LEED.

5 REFERÊNCIAS

ACQUASAVE. Filtro AcquaSave VF6. Disponível em: <http://acquasave.com.br/>. Acesso em: 01 mai. 2018.

BAUER, M.; MOSLE, P.; SHWARZ, M. Green Building – Guidebook for Sustainable Architecture. Springer, Alemanha, 2009.

BRASIL. Código de Águas (1934). Decreto nº. 24.643 de 10 de julho de 1934. Casa Civil. Brasília, DF, 1934.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. (2005). Resolução nº. 357 de 17 de março de 2005. DOU. Brasília, DF, 2005.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

BRASIL. Política Nacional de Recursos Hídricos (1997). Lei nº. 9.433 de 8 de janeiro de 1997 Casa Civil. Brasília, DF, 1997.

CEDAE. Companhia Estadual de Águas e Esgotos – CEDAE (2018). Guia do Usuário Guia do Usuário. Disponível em: <http://www.cedae.com.br/>. Acesso em: 01 mai. 2018.

FREITAS, M. A. V. de; SANTOS, A. H. M. Importância da água e da informação hidrológica. In: FREITAS, M.A.V. de. (Ed.) O estado das águas no Brasil: perspectivas de gestão e informações de recursos hídricos. Brasília: ANEEL/MME/ MMA-SRH/OMM, 1999. p.13-16.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia (2018). Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/>. Acesso em: 01 mai. 2018.

PAZ, V. P. S; TEODORO, R. F; MENDONÇA, F. C. Recursos Hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.4, n.3, p.465-473, 2000 Campina Grande, PB, DEAg/UFPB

USGBC. U. S. Green Building Council (2018). Disponível em: <https://new.usgbc.org/>. Acesso em: 01 mai. 2018.

WMO. World Meteorological Organization (2018). Disponível em: <https://www.wmo.int/>. Acesso em: 01 mai. 2018.