



Aproveitamento de águas pluviais, uma alternativa viável para a preservação hídrica

MALLET, Pedro; PERTEL, Monica.

¹ Bacharel em Arquitetura e Urbanismo – UFF

² Professora Dr^a Adjunta da Escola Politécnica/UFRJ.

Informações do Artigo

Histórico:

Recebimento: 19 Out 2019

Revisão: 26 Out 2019

Aprovação: 30 Out 2019

Palavras-chave:

Aproveitamento

Águas pluviais

Preservação

Resumo:

O presente trabalho tem por finalidade apresentar uma orientação para a implantação do sistema de aproveitamento de águas pluviais em edificações, com o intuito de estimular esta prática na sociedade civil, demonstrando os cuidados que devem ser tomados e os benefícios do investimento. A cada dia, o acesso à água potável fica mais difícil, principalmente nas periferias e locais onde as companhias de água não chegam ou não atendem adequadamente, por isso, é preciso criar formas para que as edificações reduzam o consumo de água potável e não sofram com a escassez ou falta d'água. Além disso, para que o sistema seja realmente sustentável, ele precisa ser viável economicamente, promovendo não somente a preservação ambiental, mas também o retorno financeiro para aquele que decide implementá-lo.

1. Introdução

As dificuldades atuais relacionadas à gestão e uso dos recursos hídricos e energéticos são flagrantes, manifestadas nos principais fóruns especializados e nos principais veículos de informação em todo o planeta. Fruto da ineficiência relacionada à gestão dos recursos hídricos por parte dos governantes e de setores econômicos potencialmente poluidores, além do mau uso por parte do homem, muitas vezes desprovido de uma formação que valorize a educação ambiental, o ciclo urbano da água apresenta a cada dia, importantes desequilíbrios. E esse ciclo é apenas uma fração de um ciclo maior, que é o ciclo da água na natureza, onde os

desequilíbrios se apresentam de forma ampla e sistêmica. [1]

Ainda, segundo Gonçalves [1], um dos grandes desafios da atualidade colocados em pauta na discussão mundial é a sustentabilidade da água, visto que a tendência é o agravamento da situação para as próximas décadas. No Brasil, dentre os objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei 9433/97, pode-se destacar:

Assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos [2].

O que parece se tornar mais complicado a cada dia, pois em conjunto com o

desenvolvimento econômico de alguns países como o Brasil, também surgem problemas sociais estruturais, como o surgimento de grandes aglomerados urbanos, muitas vezes com crescimento desordenado, sem o planejamento da infraestrutura adequada para suportar o crescimento populacional. Além da questão cultural da população, muitas vezes preocupada apenas com a resolução dos problemas relacionados unicamente à sua habitação, sem levar em consideração todo o ciclo por trás de suas ações. Aliado a essas questões, a ineficiência ou ausência de sistemas de gestão dos recursos hídricos torna a situação cada vez mais complexa [1].

Entretanto, mesmo diante das dificuldades relatadas acima, Gonçalves [1] destaca que a prática do aproveitamento da água de chuva é crescente em edifícios urbanos em todo Brasil. Principalmente devido à emergência dos problemas ambientais, à possibilidade de redução dos custos com o consumo de água potável e à relativa facilidade de implantar um sistema de aproveitamento.

Sendo assim, torna-se imperativo a busca por fontes alternativas de abastecimento de água, visando a diminuição dos impactos causados pela ação do homem sobre os recursos hídricos. E é neste contexto que se insere o aproveitamento de água da chuva.

2. Sustentabilidade dos Sistemas de aproveitamento de água de chuva

A cada dia, a necessidade de conservação da água se faz mais necessária, principalmente devido à escassez e à perda de qualidade dos mananciais causada pela crescente poluição, além da ineficiência dos serviços de abastecimento público. Além disso, novos conceitos de gestão dos recursos hídricos estão surgindo em diversas partes do mundo, tanto em áreas urbanas, como rurais [3].

Na Austrália, estudos demonstram que os sistemas de aproveitamento da água de chuva proporcionam uma economia no consumo de

água nas residências de 45% e até 60% na agricultura [4].

Este mesmo estudo mostra que no sul deste mesmo país, 82% da população rural utiliza a água da chuva como fonte primária de abastecimento, enquanto que apenas 28% da população urbana faz uso da mesma forma. Incentivos financeiros são comuns em muitos países para o financiamento da construção de sistemas de aproveitamento de águas pluviais, como relata Tomas [5] quando cita o caso de Hamburgo, na Alemanha, onde é concedido um valor entre US\$ 1.500,00 a 2.000,00 para aqueles que decidem implementar um sistema de aproveitamento de água da chuva em suas residências ou estabelecimentos. Em consequência desta política, o poder público tem maior controle dos picos de cheia nas épocas chuvosas. Outro estudo realizado no Reino Unido sobre o uso de água de chuva em descargas de vasos sanitários, identificou uma economia de 30% do consumo de água potável nas residências, deixando evidente os benefícios da adoção deste sistema [6].

Não obstante, diversos setores da sociedade enxergam no aproveitamento de águas pluviais uma oportunidade rentável economicamente. Como destaca Gonçalves [3], indústrias, instituições de ensino, estádios, estabelecimentos comerciais como supermercados, shopping centers, empresas de ônibus, lava-jatos, condomínios residenciais, etc., buscam o aproveitamento de água de chuva visando retorno econômico, e mais ainda, buscando o apelo do ‘marketing’ proporcionado por essa prática, onde as empresas podem adquirir reconhecimento de responsabilidade social e ambiental.

Exemplos disso, são os estabelecimentos com certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). Dentre os benefícios da certificação, podemos destacar a diminuição dos custos operacionais, a diminuição dos riscos regulatórios, a valorização do imóvel para revenda ou locação, o aumento na velocidade de ocupação do empreendimento e a menor obsolescência da edificação [7].

No caso brasileiro, o consumo médio por habitante chega a 200 litros diários de água, destes, cerca de 32% são usados na descarga de vasos sanitários e mictórios; 14% na lavagem de roupas; e 8% destinados a lavagem de automóveis, de áreas externas e irrigação [8].

Assim sendo, utilizando-se água de chuva para estes usos, seria possível alcançar uma economia média de 55% de água potável nas residências brasileiras.

A captação de água de chuva não preserva somente a água potável, mas também economiza energia, levando em consideração o consumo necessário para a operação de uma estação de tratamento de água, o bombeamento e a distribuição, o custo energético fica entre 25% e 45% do custo total das operações dos sistemas de abastecimento. Com o aproveitamento, menos água potável precisa ser bombeada, gerando economia de energia [3].

Além dos benefícios citados, a captação da água da chuva ainda contribui para amenizar os efeitos provocados por enchentes e inundações nas grandes cidades nos períodos de chuvas intensas, isto porque diminui o volume de água que escoar para áreas superficiais impermeáveis e a carga nos sistemas de coleta pluviais [8].

3. Sistema de aproveitamento de águas pluviais

Atendendo ao princípio do saneamento ecológico, um sistema de aproveitamento de água da chuva possui características próprias e individualizadas, tornando-se independente de um sistema de abastecimento centralizado, promovendo autossuficiência e contribuindo para a conservação da água [3].

As técnicas mais comuns para a coleta de água da chuva se dão através da superfície de telhados ou da superfície do solo. No entanto, a coleta através de telhados é mais simples e quase sempre produz uma água de melhor qualidade [3].

Os sistemas de aproveitamento de águas pluviais basicamente funcionam da seguinte maneira: após a água de chuva cair nos telhados, a mesma é direcionada às calhas e, ao invés de ser descartada, é filtrada e levada a um reservatório inferior (cisterna), normalmente enterrado. Uma bomba simples transfere a água deste reservatório inferior para outro elevado (uma segunda caixa d'água) exclusivo para água de chuva e a partir daí a água é direcionada para os pontos que desejamos. Os sistemas mais simples direcionam esta água apenas para a irrigação de jardim, no entanto, após estar filtrada e no reservatório superior, também pode ser direcionada para os vasos sanitários, tanques e máquinas de lavar roupas. Essa água, embora imprópria para ser bebida, pode ser utilizada para estas finalidades sem grandes preocupações [9].

A figura 1 no ANEXO 1 ilustra o funcionamento do sistema descrito anteriormente.

De maneira geral, pode-se relacionar 5 subsistemas (captação, condução, tratamento, armazenamento e distribuição) e seus respectivos componentes de sistemas prediais de aproveitamento de água de chuva conforme a Tabela 1 do ANEXO 1. Além dos componentes básicos constantes na tabela em questão, podem compor o sistema equipamentos de bombeamento ou pressurização, sistemas eletromecânicos de automação, instrumentação de monitoramento, entre outras partes [1].

Para o projeto e dimensionamento das calhas coletoras e condutores verticais para o direcionamento da água da chuva do telhado ao reservatório, bem com sua instalação, pode-se utilizar como referência a NBR 10.844/89 [10].

Com relação ao reservatório de armazenamento final (cisterna), deve-se utilizar como referência para projeto e dimensionamento a NBR 15527/2007 [11].

4. Tratamento da água da chuva

Lamentavelmente, ainda hoje, em localidades onde não existe fornecimento de água potável por parte do poder público, utiliza-se água de chuva como fonte para o abastecimento doméstico, através da coleta simples e armazenamento, sem o tratamento adequado. Em áreas onde há abastecimento público, recomenda-se que a utilização se restrinja aos usos não potáveis, seguindo os critérios técnicos adequados de captação e tratamento [1].

Neste sentido, abordaremos algumas técnicas para garantir uma água de chuva de melhor qualidade.

Para isso, é necessário um primeiro tratamento feito através de telas ou grades, logo após a captação da água pelas calhas, para a remoção de materiais grosseiros como folhas, gravetos e demais detritos, afim de evitar a decomposição destes materiais no reservatório de armazenamento final [3].

Apesar da primeira filtragem conseguir reter as partículas maiores, a água de chuva ainda traz consigo sujeira bem fina que consegue passar pelas telas ou grades.

Por isso, após este primeiro tratamento, é necessário descartar a primeira água da chuva, pois esta é mais poluída por lavar a atmosfera e a superfície de captação, seja ela um telhado ou a superfície do solo [3].

A eliminação da primeira chuva é feita através de um reservatório de descarte, este sistema também é denominado de autolimpeza.

Segundo Zanella [12], recomenda-se descartar o primeiro 1 milímetro (mm) de chuva. Porém, em grandes cidades, a quantidade de poluentes e poeira no ar é maior, aumentando também o volume de água a ser descartada. Por isso recomenda-se o descarte de 2 mm de chuva. Ou seja, para cada metro quadrado (m²) de telhado, serão descartados dois litros de água. Assim, pode-se dimensionar o tamanho do reservatório para o descarte da primeira água de chuva.

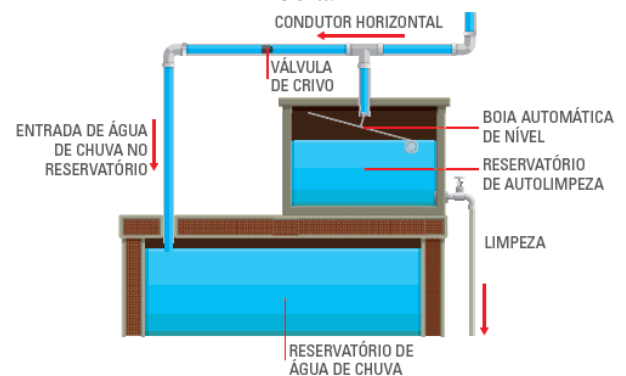
Existem diversas técnicas para o descarte desta água, no entanto, vamos nos ater a duas delas: o tonel para descarte com esfera flutuante (Figura 2) e o reservatório de descarte com torneira-boia (Figura 3), ambos representados a seguir.

Figura 2 – Reservatório de descarte com esfera flutuante



Fonte: Ilustração Adaptada de Gonçalves [3].

Figura 3 – Reservatório de descarte com torneira-boia.



Fonte: Ilustração adaptada de Dacach [13].

O reservatório de descarte com esfera flutuante (Figura 2) funciona da seguinte maneira: coloca-se uma esfera flutuante (isopor) com tamanho suficiente para fechar a entrada de água quando o reservatório encher. A água mais suja enche o reservatório e só então a água mais limpa vai para a cisterna. O registro de limpeza deve ser aberto após as precipitações [12].

Já o reservatório de descarte com torneira-boia (Figura 3) funciona de modo que ao chegar a um nível pré-estabelecido, a

boia fecha o condutor, retendo a primeira água de chuva e encaminhando água limpa para a cisterna. O registro de limpeza deve ser aberto após as precipitações [3].

Em pesquisa realizada pelo PROSAB em Vitória (UFES), verificou-se que a partir da eliminação da primeira chuva, a chuva direcionada ao reservatório de armazenamento final é de melhor qualidade, apresentando um valor máximo de turbidez de 1,2 UNT para a chuva no reservatório após eliminação de apenas 0,5mm de primeira chuva. Sem o tratamento de descarte da primeira chuva, este valor chega a 70 UNT, evidenciando a eficiência da autolimpeza [3].

Além do reservatório de descarte (ou autolimpeza), também existe a alternativa de se utilizar um filtro de areia, pois contribui para a remoção de cor e turbidez da água. [14]

Mesmo com o descarte da primeira chuva, algumas substâncias ainda permanecem na água, por isso podem ser utilizados alguns dispositivos para sua eliminação dependendo do tipo de uso que se deseja, como demonstrado por Group Raindrops [15] conforme Tabela 2 no ANEXO 1.

No entanto, o mesmo Group Raindrops [15] ressalta que se a água de chuva não for utilizada para fins potáveis como beber, cozinhar e tomar banho, não é necessária a desinfecção. Este tipo de tratamento aumentaria os custos e exigiria do usuário uma permanente manutenção.

Mesmo assim, algumas medidas de prevenção e que objetivam melhorar a qualidade da água captada podem ser adotadas ao longo de todo o sistema em função da sua localização, como apresentado na Tabela 3 no ANEXO 1.

5. Armazenamento da água de chuva

Para higienização simples da água no reservatório final de armazenamento (cisterna) segundo Zanella [12] são necessários 10 ml de água sanitária para cada 100L d'água. Porém, essa prática não garante

a desinfecção total da água, ou seja, ela ainda terá microrganismos. A água sanitária possui cloro na sua formulação e este age sobre a água por apenas 1 ou 2 dias. Se a água for estocada por mais tempo, a higienização deve ser repetida periodicamente.

Os reservatórios de água de chuva podem estar apoiados no solo, enterrados, semienterrados ou elevados, podendo ser construídos in loco, geralmente em concreto armado ou alvenaria estrutural, ou já virem prontos para instalação como é o caso das cisternas de polietileno, aço e fibra de vidro [3].

Quando há a possibilidade de planejar e prever a instalação dos componentes do sistema de aproveitamento de águas pluviais, como é o caso de novas construções, é possível instalar o reservatório logo abaixo do telhado, de maneira a evitar os gastos com bombeamento da água [3].

Para a garantia da qualidade da água, alguns cuidados devem ser tomados:

- *As paredes e a cobertura do reservatório devem ser impermeáveis;*
- *Deve-se evitar a entrada de luz no reservatório para evitar a proliferação de algas;*
- *A entrada da água no reservatório e o extravasor devem ser protegidos por telas para evitar a entrada de insetos e pequenos animais;*
- *O reservatório deve ser dotado de uma abertura, também chamada de visita, para inspeção e limpeza;*
- *A água deve entrar no reservatório de maneira a não provocar turbulência, evitando a suspensão dos sólidos depositados no fundo do mesmo;*
- *O reservatório deve ser limpo uma vez por ano para a retirada do lodo depositado no fundo do mesmo. [3]*

O reservatório de água de chuva (cisterna) também funciona com um decantador, proporcionando a sedimentação dos sólidos presentes na água coletada. Em uma pesquisa realizada pela UFES na cidade

de Vitória, observou-se significativa redução da turbidez da água após alguns dias de espera. No entanto, em termos químicos e microbiológicos, não houve grande alteração na qualidade da água, mas mesmo assim é importante utilizar “freios-d’água” na entrada da água no reservatório com o objetivo de evitar a suspensão de sólidos sedimentados no fundo do mesmo [3].

Para que um sistema de aproveitamento de água da chuva seja bem-sucedido, é de suma importância que o mesmo seja eficiente na captação da água de chuva. Esta eficiência varia de acordo com alguns fatores, dentre eles podemos destacar o índice pluviométrico da região e o coeficiente de escoamento superficial (C) que varia de acordo com a inclinação dos telhados e o tipo de material da superfície de captação [3].

Assim, pode-se afirmar que quanto maior a área de captação, mais chuva é captada, e em última análise, quanto maior o volume do reservatório de armazenamento final (cisterna), mais chuva poderá ser armazenada e mais eficiente será o sistema [3].

No entanto, quanto maior a cisterna, mais custoso será a implantação do sistema, visto que este é o componente mais caro do sistema. Por isso, é importante dimensioná-lo de maneira correta para que a implantação do sistema não se torne economicamente inviável [3].

Existem diversos métodos para o dimensionamento dos reservatórios de armazenamento final, como o método de Rippl, um dos mais utilizados. No entanto, para maiores detalhes e orientações, aconselha-se a consulta à NBR 15527/2007 [11].

6. Análise da viabilidade econômica para um sistema de aproveitamento de águas pluviais.

A fim de ilustrar a viabilidade econômica dos sistemas de aproveitamento de águas pluviais, utilizou-se como referência uma tese realizada na UFAM na cidade do Amazonas.

Para a eficácia do resultado do estudo foi necessário avaliar os custos para a implantação de um SAAP (Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais), onde foram englobadas todas as despesas para a construção dos reservatórios de armazenamento de água da chuva. O critério de avaliação econômica proposta foi baseado no *payback* descontado, com o propósito de verificar o período de retorno do investimento, no valor presente líquido para determinar se o projeto é viável ao longo da vida útil do sistema a uma taxa mínima de atratividade e, por fim, na avaliação das economias geradas para os diferentes cenários que se pretendiam instalar o SAAP [17].

O estudo em questão foi realizado em três estabelecimentos universitários, no entanto, daremos ênfase aos valores obtidos para a Residência Universitária.

Após o estabelecimento dos volumes dos reservatórios, contabilizou-se os custos para a construção dos mesmos. Os resultados obtidos estão na Tabela 4 do ANEXO 1.

Para a execução dos serviços para a implantação do sistema foi considerado um prazo estimado de 30 dias, resultando na importância de R\$ 3.778,00 para custear a mão de obra.

Para atender às necessidades de bombeamento, deveria ser investido o valor de R\$ 1.673,00 em uma motobomba submersa de 1CV.

Além destes custos para a implantação, foram considerados custos relativos às tarifas de água/esgoto e energia, obtidos junto às concessionárias.

Também foram contabilizados custos para tratamento da água, manutenção e operação do sistema, além do custo para limpeza anual das cisternas.

Após determinar o volume e a demanda de água potável e não potável necessária para atender às necessidades de cada edificação, assim como os recursos envolvidos para a construção, manutenção e operação do SAAP,

Morais [17] avaliou a economia financeira gerada pelo sistema.

A Tabela 5 do ANEXO 1 demonstra o valor da conta de água sem a utilização de água pluvial, onde a mesma resultou no valor de R\$ 70.335,93. No entanto, com a implantação do SAAP, o valor da conta foi reduzido para R\$ 53.620,73, gerando uma economia anual de R\$ 16.715,18.

Morais [17] obteve graficamente estimativas precisas dos custos com e sem a utilização de águas pluviais, conforme Gráfico 1 no ANEXO 1 e as economias mensais geradas conforme gráfico 2 do ANEXO 1.

A partir dos resultados obtidos na pesquisa, Moraes [17] utilizou o programa NETUNO para calcular o Valor Presente Líquido (VPL) através do somatório do valor presente do fluxo de caixa mensal das entradas e saídas para a data atual do investimento, com o intuito de determinar a viabilidade de investimento no projeto.

Com o resultado do VPL determinou-se o período de retorno no investimento pelo método o payback descontado, levando em consideração o valor do capital investido no período e descontando os fluxos de caixa à uma taxa mínima de atratividade [17].

Através do cálculo da TIR (Taxa Interna de Retorno) foi possível analisar a viabilidade financeira do projeto em questão, utilizando uma fórmula matemática-financeira, onde a taxa de juros é determinada quando, em determinado momento do tempo, o valor presente líquido (economia na conta d'água) se iguala com o valor das saídas previstas de caixa (custos de instalação e manutenção), ou seja, ocorre o retorno do valor do capital investido [17].

Os resultados obtidos seguem na tabela a seguir:

Tabela 6 - Resultado do investimento com a implantação do SAAP (residência Universitária)

Resultado da análise econômica	
Tempo de retorno do investimento (meses)	27
Valor presente líquido (R\$)	147.482,06
Taxa interna de retorno (% ao mês)	4,62

Fonte: Moraes [17].

Através deste estudo pode-se avaliar a viabilidade econômica da implantação de um SAAP, de modo que foi possível observar que o retorno financeiro foi obtido a médio prazo, neste caso em 27 meses (dois anos e três meses). Além dos benefícios econômicos diretamente refletidos na conta de água, onde pôde-se observar a queda dos valores da mesma com a utilização da água de chuva. Por fim, com a implantação do sistema, foi possível gerar uma economia anual de R\$ 16.715,18, evidenciando a viabilidade do mesmo.

7. Conclusão

Diante do conteúdo exposto pelo presente artigo, pode-se concluir que o aproveitamento de águas pluviais se mostra como uma alternativa importante e viável para a preservação ambiental, mais especificamente em relação à sustentabilidade e conservação da água potável.

Observou-se a simplicidade das técnicas requeridas para a implementação de um sistema de aproveitamento, onde a natureza faz a maior parte do trabalho, cabendo a nós, como sociedade, a tarefa de utilizar os recursos hídricos disponíveis da melhor maneira possível, seguindo sempre os critérios técnicos necessários para obter uma água de chuva de melhor qualidade para uso.

Também foi possível observar a economia de água potável gerada pelo sistema, a exemplo disso, podemos citar a possibilidade de diminuição em 55% da quantidade de água potável em uma residência através do aproveitamento.

Além disso, o sistema mostrou-se viável economicamente, pois o retorno financeiro após a implantação é obtido em médio prazo, embora a economia na conta de água seja imediata, como mostra o estudo realizado na UFAM no Amazonas.

Sendo assim, ficam evidentes os benefícios obtidos com a implantação do sistema, pois além de preservar o ciclo da água na natureza e evitar enchentes e inundações no meio urbano, ainda gera economia financeira e energética.

8. Referências

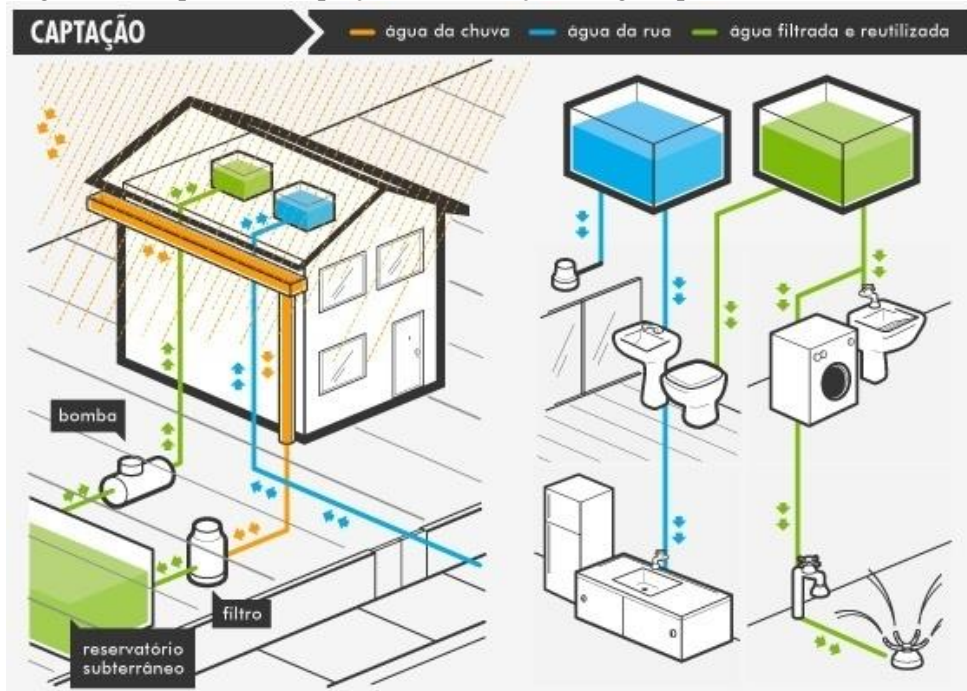
- [1] GONÇALVES, R. F. (Coord.). Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água. Rio de Janeiro: ABES, 2009
- [2] BRASIL. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 8 jan. 1997.
- [3] GONÇALVES, R. F. (Coord.). Uso racional da água em edificações. Rio de Janeiro: Abes, 2006.
- [4] HEYWORTH, J. S., MAYNARD, E. J., CUNLIFFE, D. Who consumes what: potable water consumption in South Australia. *Water* v. 1, n. 25, p. 9-13, 1998.
- [5] TOMAZ, P. Aproveitamento de Água de Chuva: para áreas urbanas e fins não-potáveis. São Paulo: Navegar, 2003.
- [6] FEWKES, A. Modelling the performance of rainwater collection systems: towards a generalised approach. *Urban Water*, v. 1, n. 4, p. 323-333, 1999. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1462075800000261>. Acesso em: 15 out. 2019.
- [7] GBCBrasil. Green Building Council Brasil. Certificação LEED. 2014. Disponível em: <https://www.gbcbrasil.org.br/certificacao/certificacao-leed/>. Acesso em: 16 out. 2019.
- [8] PORTE EMPRESA JR. Captação de águas pluviais. 2016. Disponível em: <https://portejr.com.br/captacao-de-aguas-pluviais/>. Acesso em: 16 out. 2019.
- [9] FORTE e FERRAZ. Como é o sistema para aproveitar água da chuva? UOL, 2010. Disponível em: <https://mulher.uol.com.br/casa-e-decoracao/colunas/fernando-forte-e-rodrigo-marcondes-ferraz/2010/08/13/como-e-o-sistema-para-aproveitar-agua-da-chuva.htm>. Acesso em: 16 out. 2019.
- [10] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10.844: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.
- [11] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas.. NBR 15.527: Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.
- [12] ZANELLA, Luciano. (Coord.). Manual para captação emergencial e uso doméstico de água de chuva São Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2015. Disponível em: http://www.ipt.br/banco_arquivos/1200-Manual_para_captacao_emergencial_e_u_so_domestico_de_AGUA_DA_CHUVA.pdf. Acesso em: 16 out. 2019.
- [13] DACACH, N. G. Saneamento básico. 3ª ed. revisada. Rio de Janeiro: EDC-Ed. Didática e Científica, 1990.
- [14] SANTOS, D. C. Os sistemas prediais e a promoção da sustentabilidade ambiental. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 2, n. 4, p. 7-18, 2002.
- [15] RAINDROPS Group. Aproveitamento da Água da Chuva. In: KOBAYAMA, M.; USHIWATA, C. T.; AFONSO, M. A. Editora Organic Trading – Curitiba/PR, 2002.

- [16] TEXAS (1997) Texas Guide to Rainwater Harvesting. Texas Water Development Board in Cooperation with the Center for Maximum Potential Building Systems. 2nd Ed. Austin, Texas, 1997.
- [17] MORAIS, J. W. A. Viabilidade Técnica/econômica no aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis em uma instituição de ensino do Amazonas. UFAM. Amazonas, AM, 2017.

9. Anexos

ANEXO 1

Figura 1 – Esquema de captação e distribuição de águas pluviais numa residência



Fonte: FORTE e FERRAZ (2010) [8]

Tabela 1 – Componentes básicos de um sistema predial de aproveitamento de água de chuva
SUBSISTEMAS DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA

Captação	Condução	Tratamento	Armazenamento	Distribuição
Telhados	Calhas	Filtros de material grosseiro	Reservatórios ou cisternas ¹	Tubulações, conexões e peças de utilização
Lajes	Caixas de amortecimento	Filtros de material fino		
Toldos	Tubos de queda, conexões e condutores horizontais	Dispositivos de descarte de primeira chuva		
Pátios específicos	Caixas de desvio e inspeção	Equipamento de desinfecção		

Fonte: GONÇALVES (2009) [1].

Tabela 2 – Diferentes Qualidade de Água para diferentes aplicações

Uso requerido pela água	Tratamento necessário
Irrigação de jardins	Nenhum tratamento
Prevenção de incêndio, condicionamento de ar	Cuidados para manter o equipamento de estocagem e distribuição em condições de uso
Fontes e lagoas, descargas de banheiros, lavação de roupas e lavação de carros	Tratamento higiênico, devido o possível contato do corpo humano com a água
Piscina/banho, consumo humano e no preparo de alimentos	Desinfecção, para a água ser consumida direta ou indiretamente

Fonte: Group Raindrops (2002) [15].

Tabela 3 – Técnicas de tratamento de água de chuva em função da localização.

Técnicas de tratamento		
Método	Local	Resultado
Telas e grades	Calhas e tubo de queda	Previne entrada de folhas e galhos no sistema
Sedimentação	No reservatório	Sedimenta matéria particulada
Filtração Na linha de água Carvão ativado Osmose reversa Camadas mistas Filtro lento	Após bombeamento Na torneira Na torneira Tanque separado Tanque separado	Filtra sedimentos Remove cloro Remove contaminantes Captura material particulado Captura material particulado
Desinfecção Fervura/destilação Tratamento químico (cloro ou iodo)	Antes do uso No reservatório ou no bombeamento (líquido, tablete/pastilha ou granulado)	Elimina microorganismos Elimina microorganismos
Radiação ultravioleta	Sistemas de luz ultravioleta devem estar localizados após passagem por filtro	Elimina microorganismos
Ozonização	Antes da torneira	Elimina microorganismos

Fonte: Texas Guide to Rainwater Harvesting (1997) [16].

Tabela 4 – Custo de Implantação dos reservatórios de armazenamento de água da chuva na Universidade Federal do Amazonas

Descrição	Residência Universitária	Faculdade de Tecnologia	Faculdade de Ciências Agrárias
Volume da cisterna (m ³)	15	15	10
Taxa de compra/venda em R\$	3,036	3,036	3,036
Custo do reservatório em US\$	3.357,51	3.357,51	2.378,70
Custo do reservatório em R\$	10.195,00	10.195,00	7.223,00

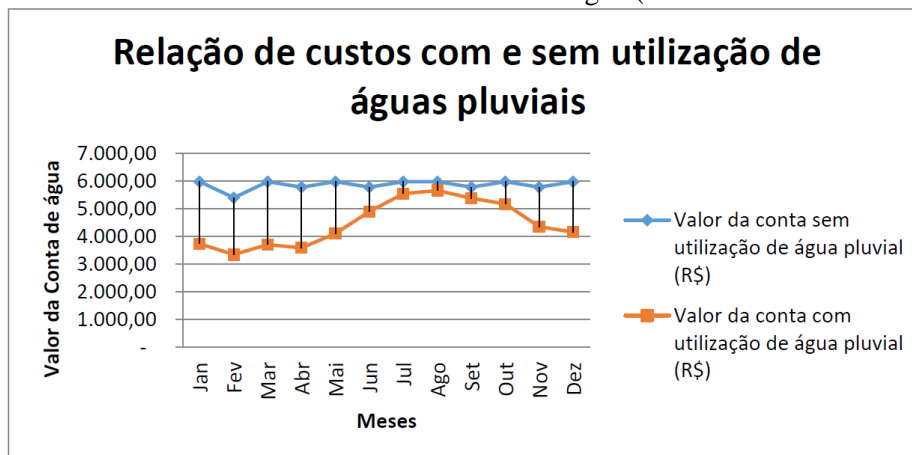
Fonte: Moraes (2017) [17].

Tabela 5 – Estimativas mensais de economia de água (Residência Universitária)

Mês	Valor da conta sem utilização de água pluvial (R\$)	Valor da conta com utilização de água pluvial (R\$)	Economia mensal (R\$)
Jan	5.973,74	3.736,90	2.236,83
Fev	5.395,63	3.345,29	2.050,34
Mar	5.973,74	3.703,72	2.270,02
Abr	5.781,03	3.584,24	2.196,79
Mai	5.973,74	4.104,80	1.868,93
Jun	5.781,03	4.893,89	887,15
Jul	5.973,74	5.544,10	429,63
Ago	5.973,74	5.655,05	318,69
Set	5.781,03	5.376,54	404,49
Out	5.973,74	5.173,36	800,37
Nov	5.781,03	4.347,05	1.433,99
Dez	5.973,74	4.155,79	1.817,95
Total	70.335,93	53.620,73	16.715,18

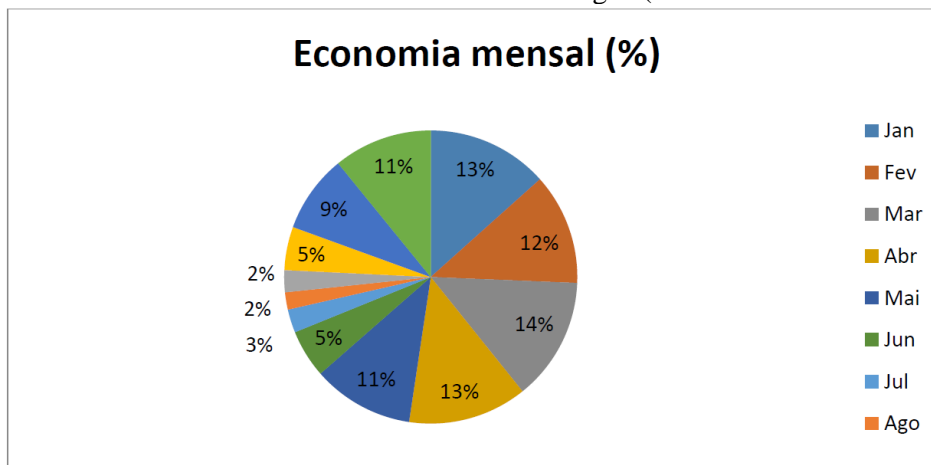
Fonte: Moraes (2017) [17].

Gráfico 1 – Estimativas mensais dos custos com água (Residência Universitária)



Fonte: Moraes (2017) [17].

Gráfico 2 – Percentuais mensais de economia de água (Residência Universitária)



Fonte: Moraes (2017) [17].