

O aproveitamento de água das chuvas contribuindo com o saneamento ambiental

Manoel Vicente Valentim Neto

Engenheiro Ambiental e Sanitarista, graduando em Engenharia Civil, Brasil

manoelvnestudos@gmail.com

ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0003-7240-3431>

O aproveitamento de água das chuvas contribuindo com o saneamento ambiental

RESUMO

Objetivo – O artigo tem como objetivo abordar os processos de captação e reuso das águas pluviais com ênfase na sustentabilidade, destacando sua importância frente à escassez de água potável. Pretende-se evidenciar o aproveitamento da água das chuvas como alternativa viável para a redução do consumo de água tratada e para o fortalecimento do saneamento ambiental.

Metodologia – A pesquisa foi desenvolvida por meio de revisão bibliográfica de caráter exploratório, baseada em fontes secundárias de informação. Foram consultados estudos que tratam da sustentabilidade da água e de práticas de reuso de águas pluviais, com enfoque na aplicação urbana e rural.

Originalidade/relevância – O estudo insere-se no debate contemporâneo sobre o enfrentamento da crise hídrica, trazendo como diferencial a ênfase em soluções acessíveis e sustentáveis de captação de águas pluviais. Sua relevância acadêmica e prática está em conscientizar sobre a responsabilidade ambiental e social associada ao consumo consciente da água, incentivando alternativas economicamente viáveis para famílias e comunidades.

Resultados – A análise aponta que o aproveitamento de águas pluviais contribui diretamente para a sustentabilidade dos sistemas de saneamento ambiental, auxilia na conservação dos lençóis freáticos e promove a manutenção adequada da drenagem urbana e rural. Além disso, demonstra a eficácia de sistemas básicos de captação como estratégias de economia de água potável.

Contribuições teóricas/metodológicas – O estudo amplia o conhecimento sobre práticas de reuso de águas pluviais, oferecendo fundamentos técnicos e conceituais que podem subsidiar políticas públicas, projetos de saneamento e pesquisas futuras. Reforça, ainda, a pertinência de métodos exploratórios na investigação de alternativas sustentáveis para a gestão da água.

Contribuições sociais e ambientais – A pesquisa evidencia que o reuso de águas pluviais gera benefícios ambientais, como a preservação de recursos hídricos, e sociais, como a redução de custos para famílias e comunidades. Ao conscientizar sobre o consumo responsável de água potável, o trabalho contribui para a construção de uma cultura de sustentabilidade e para a garantia de um futuro mais equilibrado no abastecimento hídrico da sociedade.

PALAVRAS-CHAVE: Reuso de águas pluviais; Sustentabilidade; Responsabilidade ambiental e social.

Rainwater Harvesting Contributing to Environmental Sanitation

ABSTRACT

Objective – This article aims to address the processes of rainwater harvesting and reuse with an emphasis on sustainability, highlighting its importance in the context of potable water scarcity. It seeks to demonstrate rainwater use as a viable alternative for reducing treated water consumption and strengthening environmental sanitation.

Methodology – The research was developed through an exploratory bibliographic review, based on secondary sources of information. Studies dealing with water sustainability and rainwater reuse practices were consulted, focusing on both urban and rural applications.

Originality/relevance – The study is part of the contemporary debate on tackling the water crisis, bringing as a differential the emphasis on accessible and sustainable solutions for rainwater harvesting. Its academic and practical relevance lies in raising awareness about the environmental and social responsibility associated with conscious water consumption, while encouraging economically viable alternatives for families and communities.

Results – The analysis indicates that rainwater harvesting directly contributes to the sustainability of environmental sanitation systems, supports the conservation of groundwater, and promotes the proper maintenance of urban and rural drainage. In addition, it demonstrates the effectiveness of basic harvesting systems as strategies for saving potable water.

Theoretical/methodological contributions – The study broadens knowledge on rainwater reuse practices, providing technical and conceptual foundations that may support public policies, sanitation projects, and future research. It also reinforces the pertinence of exploratory methods in investigating sustainable alternatives for water management.

Social and environmental contributions – The research shows that rainwater reuse generates environmental benefits, such as the preservation of water resources, and social benefits, such as cost reduction for families and communities. By raising awareness about responsible potable water consumption, the study contributes to building a culture of sustainability and ensuring a more balanced future for water supply in society.

KEYWORDS: Rainwater reuse. Sustainability. Environmental and social responsibility.

El Aprovechamiento del Agua de Lluvia como Contribución al Saneamiento Ambiental

RESUMEN

Objetivo – El artículo tiene como objetivo abordar los procesos de captación y reutilización del agua de lluvia con énfasis en la sostenibilidad, destacando su importancia frente a la escasez de agua potable. Se busca evidenciar el aprovechamiento del agua pluvial como una alternativa viable para reducir el consumo de agua tratada y fortalecer el saneamiento ambiental.

Metodología – La investigación se desarrolló mediante una revisión bibliográfica de carácter exploratorio, basada en fuentes secundarias de información. Se consultaron estudios sobre la sostenibilidad del agua y las prácticas de reutilización del agua de lluvia, con enfoque en aplicaciones urbanas y rurales.

Originalidad/relevancia – El estudio se inserta en el debate contemporáneo sobre el enfrentamiento de la crisis hídrica, aportando como diferencial el énfasis en soluciones accesibles y sostenibles de captación de agua pluvial. Su relevancia académica y práctica radica en concienciar sobre la responsabilidad ambiental y social asociada al consumo consciente del agua, incentivando alternativas económicamente viables para familias y comunidades.

Resultados – El análisis señala que el aprovechamiento del agua pluvial contribuye directamente a la sostenibilidad de los sistemas de saneamiento ambiental, ayuda en la conservación de los acuíferos y promueve el mantenimiento adecuado del drenaje urbano y rural. Además, demuestra la eficacia de sistemas básicos de captación como estrategias de ahorro de agua potable.

Contribuciones teóricas/metodológicas – El estudio amplía el conocimiento sobre prácticas de reutilización del agua pluvial, ofreciendo fundamentos técnicos y conceptuales que pueden respaldar políticas públicas, proyectos de saneamiento e investigaciones futuras. Refuerza, además, la pertinencia de métodos exploratorios en la investigación de alternativas sostenibles para la gestión del agua.

Contribuciones sociales y ambientales – La investigación evidencia que la reutilización del agua pluvial genera beneficios ambientales, como la preservación de los recursos hídricos, y sociales, como la reducción de costos para familias y comunidades. Al concienciar sobre el consumo responsable de agua potable, el trabajo contribuye a la construcción de una cultura de sostenibilidad y a garantizar un futuro más equilibrado en el abastecimiento hídrico de la sociedad.

PALABRAS CLAVE: Reutilización de agua pluvial. Sostenibilidad. Responsabilidad ambiental y social.

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Por se tratar de um bem aparentemente abundante, muitas vezes, não conseguimos vislumbrar os efeitos da água para nossa saúde. A Ciência a considera o “solvente universal”; a Biologia, o elemento fundamental para a manutenção da vida; já a Ecologia como um bem que se encontra em perigo. Por isso e para minimizar os impactos causados pelo ser humano no meio ambiente, são utilizadas diversas técnicas, como, por exemplo, a reciclagem de materiais.

Nogueira (2003) evidencia que o planeta Terra tem abundância em água; no entanto, cerca de 97,5% desta água é salgada e apenas 2,5% é doce. Outro ponto importante é que, da menor porcentagem, apenas 0,5% está disponível nos corpos d’água da superfície para consumo.

De acordo com May (2004), conforme dados da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO, 2005), o Brasil possuía em 2003 cerca de 48.314 m³/hab/ano, tornando-se indispensável a reflexão por parte da sociedade brasileira acerca do uso consciente dos recursos hídricos. Destacamos, de antemão, que em setores como o da construção civil já ocorre a utilização de técnicas sustentáveis, como a reutilização de materiais de entulho, o *Wood frame*, da energia solar e da água das chuvas para fins potáveis e não potáveis, ou seja, para o reuso.

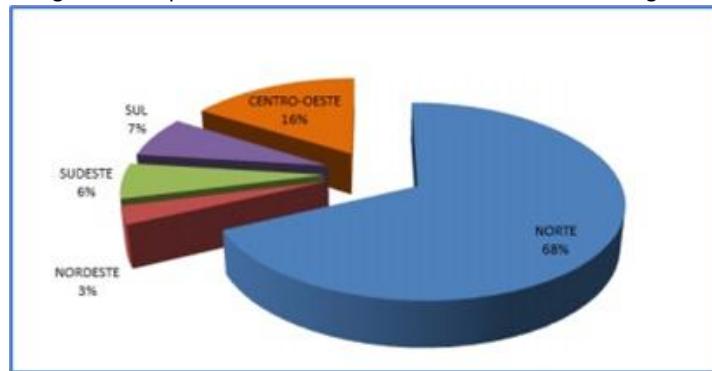
O Brasil é um dos países que mais possuem disponibilidade de água na superfície territorial (EBC, 2018) e, além dessa grande disponibilidade hídrica superficial, o país dispõe de um dos maiores reservatórios de água subterrânea do mundo: O Aquífero Guarani, que cobre uma superfície de quase 1,2 milhões de km², e está inserido na Bacia Geológica Sedimentar do Paraná, localizada entre 4 países vizinhos (Brasil, Paraguai, Uruguai e Argentina).

Devido a sua grandiosidade, o Aquífero apresenta-se como a principal reserva de água subterrânea da América do Sul, com um volume estimado em 46 mil km³, sendo que 2/3 da área total estão localizados em território brasileiro, entre os Estados de Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Aquiéfero Guarani, 2015).

Segundo Alves, Zanella e Santos (2008), muitas cidades brasileiras estão vivendo a escassez e a degradação dos recursos hídricos; e, para contornar essa situação, estão realizando a captação e o uso de águas pluviais. Esse sistema protege os recursos hídricos, diminui a demanda de água potável e o custo do consumo de água. Além das vantagens citadas, a utilização de águas pluviais contribui para a diminuição de inundações decorrentes de chuvas torrenciais, que ocorrem em locais com baixa altitude, onde há uma maior concentração de água devido ao escoamento superficial provindo de pontos de maior altitude.

Tomaz (2009) apresenta a distribuição de água doce, no Brasil, da seguinte maneira: 68,5% estão localizados na região Norte, 15,7% na Centro-Oeste, 6,5% na Sul, 6,0% na Sudeste e 3,3% na Nordeste (ver figura 1). Ademais, todos esses recursos não estão divididos igualmente entre a população brasileira, pois a região Sudeste é a que possui a maior concentração populacional, enquanto a Norte tem a maior disponibilidade de recursos hídricos e uma das menores concentrações de população.

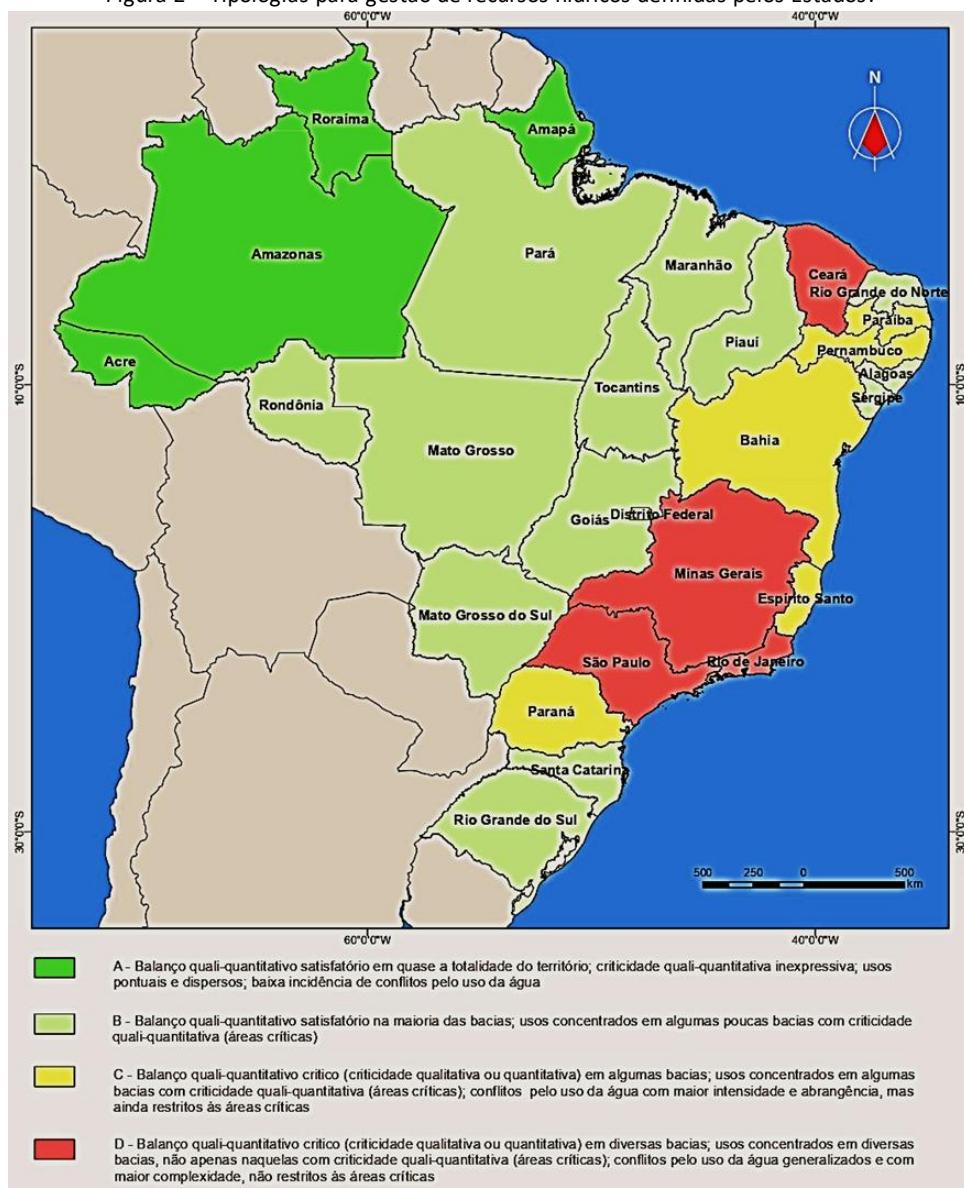
Figura 1 – Disponibilidade hídrica no Brasil de acordo com a região.



Fonte: Adaptado de ANA (2005).

Na sequência, há uma síntese das tipologias definidas pelos Estados brasileiros, para uma gestão de recursos hídricos (ver figura 2):

Figura 2 – Tipologias para gestão de recursos hídricos definidas pelos Estados.



Fonte: Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos, no Brasil, em 2015 (ANA, 2016).

Com base nesses apontamentos, é prioritário que se faça algo para diminuir o consumo de água potável e promover a sua economia. Conforme Nogueira (2003), de 200 litros de água consumidos diariamente em uma residência familiar, cerca de 27% são de consumo básico, como preparação de alimentos e consumo *in natura*, 25% são utilizados na higiene pessoal, 12% nos processos de lavagem das roupas, 3% para lavagem do automóvel e manutenção de jardins, enquanto 33% são usados durante as descargas dos vasos sanitários. Com isso, podemos afirmar que, com o uso de água proveniente das chuvas para fins não potáveis, como, por exemplo, a lavagem de um automóvel ou na jardinagem, pode-se diminuir em torno de 36% da quantidade de água potável consumida em residências. Ademais, a água das chuvas também pode ser utilizada para fins potáveis, através de filtros e/ou outros dispositivos que auxiliem na sua captação (Nogueira, 2003).

Alves, Zanella e Santos (2008) asseguram que, para se fazer o dimensionamento dos reservatórios, deve-se levar em conta a oferta e a demanda de água das chuvas. Nesse dimensionamento, a oferta é analisada de acordo com as séries históricas de precipitação pluvial na região onde será implantado o sistema; já a demanda é calculada conforme a quantidade de pessoas que utilizam a água e a quantidade que cada indivíduo consome no dia. Tal procedimento auxilia no planejamento da melhor opção de reservatórios de água das chuvas a ser utilizado quanto à capacidade de armazenamento, ou seja, seu nível, levando o proprietário a se servir do sistema de água potável fornecido pela Companhia de Saneamento do Estado, sendo essa troca de sistema citada pela NBR 5626:1998 (ABNT:1998).

O aproveitamento de água das chuvas é uma ferramenta que pode ser acionada para atender à sustentabilidade dos sistemas de saneamento ambiental das pequenas e grandes cidades. Deve ser considerado como uma ferramenta de gestão ambiental, para que as cidades sejam mais sustentáveis, pois essa forma de aproveitamento da água fornecida pela natureza compensa parte da água (por meio de telhados, lajes, calçadas e outras superfícies de captação) que seria desperdiçada nas ruas, e ainda pode ser utilizada no atendimento às demandas residenciais passando por um sistema de filtragem.

Diante do exposto, o presente estudo aborda o uso consciente da água, assim como o seu aproveitamento para atividades domésticas a partir da utilização pluvial. Por se tratar de um bem primordial para os seres viventes, desde o início da história da civilização, devido à manutenção das necessidades de sobrevivência, a água também é fundamental para as diversas atividades do dia a dia, sendo muito preciosa em regiões de grandes períodos de seca. Até o presente momento, este estudo apontou que os recursos hídricos estão sendo degradados, em função de atividades errôneas, como: a destruição de áreas de charcos, mangues e rios, a partir de construções de represas irregulares; o despejo de resíduos líquidos e/ou sólidos tóxicos, em locais de nascente, como o mercúrio que é utilizado em garimpos ilegais; entre muitas outras. O que ocasiona a deterioração e a diminuição da qualidade da água para consumo humano e animal.

2 O QUE É SUSTENTABILIDADE?

O ser humano também é natureza, e vale afirmar que o sujeito é produto do meio ambiente, nas suas mais intrínsecas dimensões, seja natural, seja construído de geração a geração. Há leis da própria natureza que já preexistem ao ser humano, como os flagelos

destruidores, que se conformavam ciclicamente até que pudessem ser compreendidos, ao passo que os humanos passaram a intervir na natureza, provocando nela mudanças negativas.

A atual sociedade vive uma consciência ambiental e sustentável, emancipada de inações de não-poluidores ou movimentos reacionários à natureza, bem como de destruidores ou pseudos ambientalistas, que usam do discurso ecológico em troca de interesses escusos contra a vida ambiental.

Todavia, não basta a mera sensibilidade declarada à questão do meio ambiente. Diante de tantos descaminhos arbitrários na experiência humana, é preciso conscientizar que ele, além de interagir com a vida, dá sinal de um interesse que não é do homem propriamente dito, mas da natureza em si, como algo comum a ela.

Nessa conjuntura, tanto o substantivo “sustentabilidade” quanto o adjetivo “sustentável” e o seu composto derivado “desenvolvimento sustentável” têm sido objetos de estudo semântico. Boff (2012, p. 19) informa que o termo “sustentabilidade” foi extraído do campo da Economia e usado, pela primeira vez, por Carl Von Carlowitz, em 1713, na publicação do livro, escrito em latim, *De sylvicultura oeconomica*.

Veiga (2010), por sua vez, assegura que o adjetivo “sustentável” ganha amplitude de sentidos apenas a partir dos anos 1980; até então, “não passava de um jargão técnico usado por algumas comunidades científicas para evocar a possibilidade de um ecossistema sem perder sua resiliência” (Veiga, 2010, p. 11). Naquela década, começou a ser usado para qualificar o desenvolvimento e, logo em seguida, foi legitimado no histórico ano de 1992.

No presente momento, segundo Veiga (2010), seu sentido gira em torno das poucas noções de continuidade, durabilidade ou perenidade. Pretendendo remeter à construção de futuro, mas servindo, ao mesmo tempo, a gregos e troianos, a palavra “sustentabilidade” pode estar sendo utilizada, de forma metafórica, para colorir de verde o que é, na verdade, cinza chumbo.

Boff (2012) estabelece uma distinção entre a sustentabilidade substantiva e, a versão mais usada, a sustentabilidade adjetiva. A respeito dessa última, ele explica que agregar o termo a qualquer coisa sem alterar a sua natureza, sem interferir nas relações estabelecidas de produção, exploração e utilização dos recursos naturais, é uma maneira de manter o foco no lucro e na competição, acomodando a acepção de sustentabilidade ao sistema econômico vigente. “Posso diminuir a poluição química de uma fábrica colocando filtros melhores em suas chaminés que expelem gases. Mas, a maneira pela qual a empresa se relacionada com a natureza [...] não muda” (Boff, 2012, p. 9).

Por sustentabilidade substantiva, aquela que nega a acomodação e produz a mudança, Boff (2012) entende a completa alteração de visão de mundo, destacando a necessidade de que os humanos têm de se perceberem parte “da rede de relações, que envolve todos os seres, para o bem e para o mal” (Boff, 2012, p. 10).

A ausência de uma única definição consensual não deve, entretanto, ser motivo para o não entendimento ou a não aceitação dos seus sentidos. É preciso lembrar o fato de ser a sustentabilidade um novo valor, que só começou a firmar-se meio século depois da adoção, pela Organização das Nações Unidas (ONU), na Declaração Universal dos Direitos Humanos, em 1948 (Agenda 21, 1995).

Então, o termo “sustentabilidade” é cada dia mais badalado, podendo ser definido de diferentes formas, todas elas contendo, porém, o elemento essencial de futuro: a preocupação com as gerações que estão por vir, suas condições de existência e, primordialmente, sua

viabilidade de vida. Consoante Veiga (2010, p. 89), é preciso nos atentarmos para o processo acelerado de extinção da humanidade, tomando o devido cuidado para evitar que o número de gerações futuras possíveis seja reduzido.

A crise climática é até o momento o maior desafio que a humanidade já enfrentou. Ela é resultado de anos de um modelo de desenvolvimento econômico predatório com relação aos recursos ambientais e desumanos com a população global. Nesse sentido, se fazem necessárias, desde já, todas as ações possíveis para evitar os piores cenários projetados da crise climática e assumir a responsabilidade de que muitas pessoas terão vidas muito piores no presente e no futuro.

Para além da visão de futuro, precisamos reconhecer que essa crise está acontecendo, com milhares de pessoas em nosso país sendo impactadas diariamente. Mas há algumas soluções e são elas que desejamos que se tornem práticas em todas as famílias. Mesmo assim, ainda estamos distantes do engajamento necessário para lidar com esse desafio nos governos, nas empresas e na sociedade civil.

Frente ao exposto, o conceito de desenvolvimento sustentável foi ampliado e consagrado para o “tripé da sustentabilidade” (*Triple Bottom Line*), porque se entendeu que o desenvolvimento econômico deve seguir, sim, seu curso; entretanto, aliado ao desenvolvimento ambiental e social. Eles devem caminhar juntos, de forma equilibrada, sustentando-se no pilar econômico, no pilar social e no pilar ambiental.

Para expandir essa nova mentalidade, o Programa Nacional de Educação Ambiental (ProNEA), coordenado pelo órgão gestor da Política Nacional de Educação Ambiental, prevê as ações voltadas ao âmbito educativo, para a integração equilibrada das múltiplas dimensões da sustentabilidade – ambiental, social, ética, cultural, econômica, espacial e política – ao desenvolvimento do país, focando em melhor qualidade de vida para toda a população brasileira, através do envolvimento e da participação social na proteção e na conservação ambiental, bem como na manutenção dessas condições a longo prazo.

3 O AUMENTO POPULACIONAL E O CONSUMO HÍDRICO

O grau de urbanização sem planejamento somado à falta de educação ambiental são as causas principais da poluição das águas, juntamente com o uso exacerbado por parte da população, fato este que tem causado custos cada vez mais altos para a recuperação das áreas afetadas.

Atualmente, grande parte da água captada por reservatórios não é consumida. Por esse motivo, acaba por retornar à sua fonte, proveniência, sem que ocorra alterações significativas no seu padrão de qualidade. Como citado na introdução, a água é um solvente versátil, sendo frequentemente utilizada como transporte de restos considerados residuais de outras atividades para um local distante daquele onde houve a produção. Porém, aquilo que sobra como rejeito residual que é transportado através da água é, na maioria, proveniente de produtos tóxicos, como o mercúrio (exemplo já mencionado). Sua presença gera a degradação significativa da vida no rio onde ocorre seu descarte, bem como prejuízos sérios à comunidade ribeirinha residente nas proximidades do rio, lago ou riacho afetado.

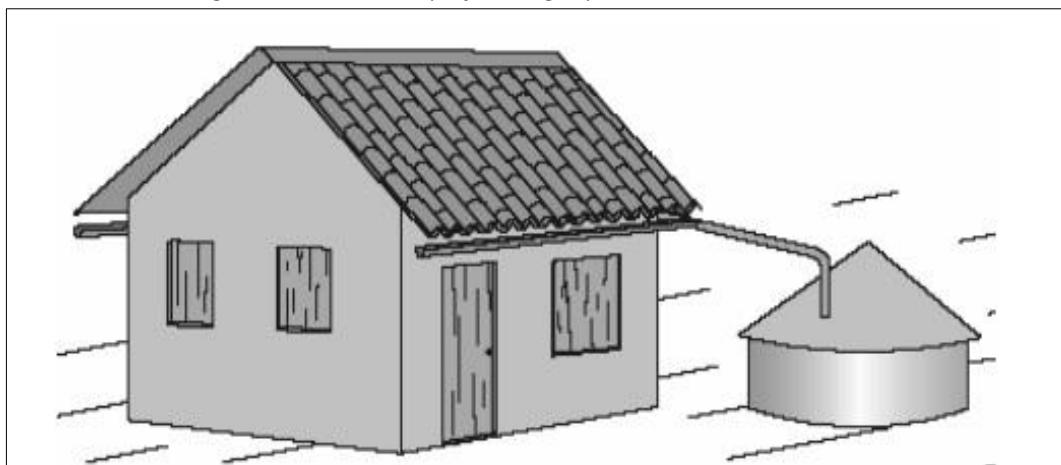
A urbanização acelerada também contribuiu para o aumento populacional daqueles com baixo poder socioeconômico em áreas impróprias para a moradia, resultando em periferias muito carentes dos serviços de abastecimento de água e de saneamento básico. Esse fato

contribui de maneira significativa para o aumento da poluição em áreas concentradas, gerando assim sérios problemas de drenagem, que acabam se agravando pelo inadequado descarte do lixo produzido nesses ambientes, além do assoreamento dos corpos d'água e a consequente diminuição tanto da capacidade quanto da velocidade do escoamento das águas.

Por isso que, ao evidenciar possíveis soluções para o correto uso da água de forma a beneficiar a população, nos referimos ao aproveitamento hídrico através da captação fornecida pela própria natureza, advinda de fontes próprias para a utilização no abastecimento domiciliar, na agricultura familiar, na cultura de animais, na saúde pública, na recreação, entre outras destinações, trazendo melhoria da qualidade de vida para populações mais carentes, como as residentes em periferias, ou com condições climáticas extremas, como das regiões do semiárido, da caatinga e do sertão nordestino.

Neste caso, a captação direta de água de chuvas por meio de cisternas para o abastecimento familiar rural difuso, no semiárido brasileiro, é uma alternativa viável (ver figura 3), tanto do ponto de vista tecnológico como econômico, e é socialmente desejável (Andrade Neto, 2014).

Figura 3 – Modelo de captação de água pluvial: Cisterna na zona rural.



Fonte: https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Desenho-esquematico-de-cisterna-de-placa-implementada-na-zona-rural_fig1_268325371. Acesso em: 10 abr. 2022.

De acordo com a Agência Nacional de Águas,

Quando cozinhamos, lavamos a louça ou as roupas, nem sempre nos damos conta de onde a água vem e para aonde vai. A água que hoje usamos é a mesma que existe há 5 bilhões de anos. Ela apenas passa por constantes modificações em um grande ciclo que chamamos de Ciclo da Água (ANA, 2005).

Devido a esses fatores, é que se vislumbrou a possibilidade do uso da água pluvial através de seu aproveitamento. Essa é uma estratégia global para a administração da qualidade da água, proposta pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e pelas Nações Unidas para o meio ambiente.

Já no meio urbano, a finalidade do uso de águas pluviais é a diminuição e/ou o não uso da água potável em indústrias, condomínios residenciais e comércios, que passariam a utilizar a água proveniente das chuvas, criando uma cultura de aproveitamento, economia, sustentabilidade e cuidado com o meio ambiente.

Nas zonas urbanas, em constante crescimento, há uma sobrecarga nos reservatórios, principalmente pelos seguintes fatores: a falta de educação ambiental da população, a falta de saneamento básico e o uso exagerado da água potável para a limpeza doméstica e a industrial, muitas vezes com desperdícios voluntários ou involuntários através de pequenos vazamentos (WRI Brasil, 2019). Diante dessas constatações, se torna imperativa a busca por outras formas de aproveitamento das águas pluviais e seu uso consciente, evitando o desperdício.

Outro ponto importante a ser destacado é o fato de o nosso planeta possuir oceanos que compõem cerca de 70% da água em superfície. Assim, a maior parte dessa água é imprópria para consumo. Segundo a Agência Nacional de Águas (2014), do total, 97% são água do mar, muito salgada para beber ou para ser usada nas indústrias; 1,7% estão congeladas nos polos e 1,2% fica escondido no interior da Terra. Sobraram apenas 0,007% de água adequada para o consumo (ANA, 2014). Quanto à água doce, 70% são utilizados pela agricultura, e mais da metade dessa água se perde em forma de fugas ou má distribuição por seus irrigadores.

Na sequência (ver figura 4), há uma síntese gráfica do ciclo da água:

Figura 4: Ciclo da água.



Fonte: ANA (2005).

O uso da água das chuvas contribui para a sustentabilidade do sistema de saneamento ambiental, já que esse uso tem como benefícios: a redução do consumo de água potável fornecida pela Companhia de Saneamento, a conservação da água e a redução do risco de enchentes (May, 2004, p. 131). Esse decréscimo do consumo diminui os custos do fornecimento, estanca a escassez de recursos hídricos e minimiza os riscos de enchentes, práticas que diminuem os impactos socioambientais gerados.

O fato de a água das chuvas consistir em uma fonte de água doce que ainda não tem o seu uso cobrado pelo governo e a adoção dessa solução como um sistema de suporte à sustentabilidade dos serviços de saneamento ambiental torna essa prática sustentável e viável na atualidade.

Levando em consideração o *déficit* do abastecimento de água em algumas cidades e as crises hídricas que atingiram regiões que tinham abastecimento de água regular, o aproveitamento de água das chuvas se apresenta como uma alternativa sustentável para o uso desse recurso natural.

Durante séculos, os recursos naturais foram explorados pela humanidade sem a consciência de que um dia haveria escassez deles (Tundisi, 2003). No entanto, com o aumento da população mundial e o consequente aumento da demanda por recursos, começaram a aparecer os sinais de desequilíbrio ambiental. Segundo Keeler e Burke (2010), hoje, o consumo de recursos naturais pela humanidade ultrapassa a capacidade de regeneração do planeta.

Uma das ferramentas que pode ser usada para mensurar a pressão do consumo humano sobre os recursos naturais é a “pegada ecológica”. O conceito foi introduzido pelos cientistas canadenses William Rees e Mathis Wackernagel, no início da década de 1990, com a publicação do livro *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*, 6 anos após o início das suas pesquisas (WWF-Brasil, 2016).

A pegada ecológica se refere à área produtiva de terra e água (em hectares globais) que seria necessária para produzir os recursos consumidos e suportar os resíduos gerados por determinado indivíduo ou população durante um ano. Para o cálculo da referida pegada, consideram-se as variadas formas de consumo da população (alimentação, habitação, energia, bens e serviços, transporte) que serão convertidas, por meio de tabelas específicas, em áreas territoriais para a produção dos bens de consumo (áreas de cultivo, pastagens, oceanos, florestas e áreas construídas). Também se incluem as utilizadas para receber os resíduos gerados e aquelas para garantir a manutenção da biodiversidade (WWF-Brasil, 2016).

4 POSSÍVEIS SOLUÇÕES PARA O APROVEITAMENTO HÍDRICO

De acordo com a WWF-Brasil (2016), desde o final dos anos 1970, a demanda da população mundial por recursos naturais tem sido maior do que a capacidade do planeta em renová-los. Devido à necessidade atual da população por uma demanda cada vez maior de quantidade de litros d'água para o consumo, é que se tornou urgente a busca por soluções capazes de amenizar a escassez hídrica nos centros urbanos.

Algumas das medidas que podem ser empregadas para a otimização do consumo de água são: a medição de água individualizada; a utilização de aparelhos e equipamentos que gerem a economia; além da própria conscientização dos usuários através do uso racional da mesma; bem como a busca por fontes alternativas de água, que podem advir da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial (Brito, 2006).

Esse sistema de aproveitamento das águas pluviais pode ser feito por meio da captação de água na cobertura de uma edificação, que posteriormente deverá ser armazenada em um reservatório para então ser distribuída. Essa água captada poderá ser destinada a usos não potáveis, como, por exemplo, descargas de vasos sanitários, irrigação de jardins, lavagens de roupa e limpeza geral. Também é possível utilizar a água para consumo potável, desde que seja feito um tratamento específico com filtros.

A utilização da água pluvial é uma técnica consolidada e largamente aceita, sendo que em áreas rurais a água pluvial pode ser a única fonte acessível e o dimensionamento do sistema de captação utiliza o princípio de coletar e armazenar a maior quantidade de água durante o período de chuva para uso nos períodos de estiagem (Andrade Neto, 2014).

Historicamente, já foi comprovada através de descobertas arqueológicas a prática de aproveitamento de água das chuvas em algumas civilizações antigas. Foram encontradas estruturas de armazenamento de água das chuvas em diversos locais, como em Israel, Índia,

Grécia, Itália, Egito, Turquia e México, algumas delas anteriores a 3.000 a.C. (Krishna *et al.*, 2002 *apud* Dornelles, 2012).

De acordo com Tomaz (2009), foi encontrada no Oriente Médio, próximo a Israel, a pedra *Moabita*, com uma das inscrições mais antigas do mundo, datada de 830 a.C. e escrita na linguagem canaanita, conforme a imagem abaixo (ver figura 5).

Figura 5 – Pedra *Moabita*.

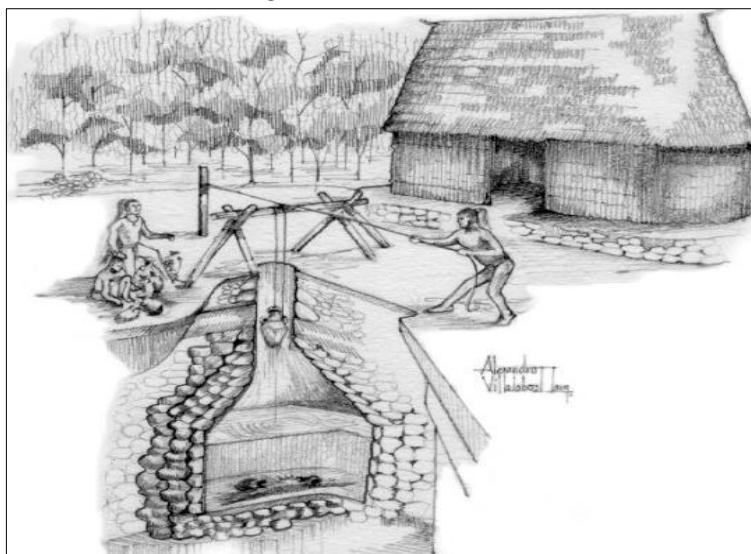


Fonte: Tomaz (2009).

Nessa pedra, o rei *Mesha*, dos Moabitas, sugeriu que fosse feito um reservatório em cada casa para aproveitamento da água das chuvas.

Para Gnädlinger (2000), referendado por Souza (2015), também há evidências de que os Incas, os Maias e os Astecas utilizavam a água das chuvas para o cultivo de alimentos, através de cisternas chamadas *Chultuns*, com capacidade de 20.000L a 45.000L, como pode ser observado na imagem seguinte (ver figura 6).

Figura 6 – Cisterna *Chultun*.



Fonte: <http://www.latinamericanstudies.org/chultun.htm>.

Acesso em: 05 maio 2020.

O aproveitamento da água das chuvas pelas sociedades, segundo Cardoso (2010), teve declínio com a inserção de tecnologias mais modernas de abastecimento, a partir da construção de grandes barragens, do desenvolvimento de técnicas para o aproveitamento de águas subterrâneas, da irrigação encanada e da implementação dos sistemas de abastecimento. No entanto, em decorrência da escassez hídrica no mundo, a captação de água pluvial se tornou preponderante, devido à economia de água potável que essa prática produz.

Quando pensamos no reuso de águas pluviais, nos remetemos também ao primeiro relato de aproveitamento da água das chuvas, proveniente de um sistema construído na Ilha Fernando de Noronha, durante a Segunda Guerra Mundial, pelo exército norte-americano, em 1943 (Hagemann, 2009).

O Brasil, por ser o quinto país do mundo em extensão, tem seu território com 8,5 milhões Km² divididos em cinco regiões geográficas, totalizando 5.565 municípios e doze regiões hidrográficas. Recebe uma abundante quantidade de chuvas, que varia mais de 90% sobre seu território (Campos; Azevedo, 2013). Outro fator é que o Brasil também é um dos países mais ricos em recursos hídricos do planeta: 12% de água doce superficial do planeta estão em território brasileiro, ao passo que, em regiões da Europa, como Portugal e Espanha, além de Oriente Médio e grande parte da África, a escassez de água é crônica (Campos; Azevedo, 2013).

Segundo Matos *et al.* (2007), o Brasil é rico em disponibilidade hídrica, mas apresenta variação temporal e espacial das vazões de água. As bacias hidrográficas localizadas em áreas que possuem baixa disponibilidade hídrica e grande utilização de seus recursos enfrentam situações de escassez e uma série de problemas sociais causados pela falta de água.

A sua grande extensão territorial permite que ocorram diferentes regimes climatológicos e hidrológicos, o que pode ser exemplificado com a abundância do Rio Amazonas, o maior em descarga fluvial no mundo. Em contrapartida, tem-se o semiárido nordestino, com sérios problemas de secas e estiagens.

Por essa razão, que existem uma infinidade de “Brasis” dentro do Brasil, em diversos aspectos, inclusive aqueles ligados ao clima. As regiões Norte e Centro-Oeste possuem abundância de água, com 89% da potencialidade das águas superficiais do país, mas nessas regiões vivem apenas 14,5% dos brasileiros. Tal aspecto gera uma demanda hídrica de 9,2% do total nacional. Enquanto isso, os restantes 11% do potencial hídrico estão espalhados nas regiões Nordeste, Sul e Sudeste, onde estão localizados 85,5% da população e 90,8% da demanda de água do país (EBC, 2018).

Em regiões do semiárido e do sertão brasileiro, nas quais o nordestino sofre com a falta de chuvas e longos períodos de seca, o aproveitamento da água pluvial em cisternas tem beneficiado a população carente, bem como o pequeno agricultor na manutenção da sua área de plantio e na cultura de animais para sua alimentação e comercialização. Desse modo, esse agricultor deixa de depender exclusivamente do auxílio governamental por meio dos “carros/caminhões pipa”.

Entendemos que, para suprir a necessidade de abastecimento de água, é urgente repensar os sistemas de irrigação utilizados, como a construção de reservatórios de aproveitamento de águas das chuvas; dessalinizadores para utilizar as águas provindas do mar; transposição de grandes bacias hidrográficas por canais, como ocorreu com a transposição do Rio São Francisco; investimentos em políticas que combatam a contaminação de rios e açudes,

juntamente com políticas públicas que promovam a educação ambiental, o que propiciará novas ações que visem à preservação do meio ambiente.

Ademais, conforme nos aponta Hagemann (2009), o aproveitamento de águas pluviais tem sido praticado, em maior escala, principalmente na região Nordeste, em decorrência do problema da escassez hídrica, característico de parte da região. Em julho de 2003, iniciou-se o Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido: um Milhão de Cisternas Rurais – P1MC, com o objetivo de beneficiar cerca de 5 milhões de pessoas na região semiárida, com água potável, através da construção de cisternas.

Destacamos, também, de acordo com o Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB, 2006), que algumas das principais causas da escassez de água, além dos processos de urbanização elevada e desordenada na infraestrutura urbana, é a impermeabilização e a erosão do solo; há, igualmente, a ocupação irregular de locais com mananciais, o que consequentemente gera a poluição e o assoreamento das margens; diversos conflitos agrários por água; o fenômeno conhecido como “indústria da seca”, devido ao monopólio de nascentes por parte dos mais poderosos; migrações populacionais motivadas pela escassez de água; entre outros.

Em decorrência desses motivos, torna-se importante um planejamento acerca de qual sistema de captação hídrica melhor se ajustará às necessidades do usuário. Cada sistema de aproveitamento de água possui características próprias, com princípios ecológicos de conservação de água potável e auto eficiência em locais carentes do recurso. Além da conservação da água, pode-se considerar economia de energia em relação à desnecessidade de tratamento, bombeamento e operação de distribuição entre os reservatórios (ANA, 2016).

Em regiões com chuvas constantes e distribuídas durante o ano, nas novas edificações, onde não há necessidade de quebras, a alternativa de utilizar a água das chuvas pode ser viável ao ser aplicada no uso doméstico (exceto na preparação de alimentos e na ingestão), na jardinagem, em serviços de limpeza de automóveis, como vimos reafirmando.

Por isso, antes da implementação desse sistema, devem-se realizar estudos em relação às características da água da chuva a qual se pretende armazenar, pois esta pode carregar substâncias tóxicas, que podem desencadear problemas de saúde nos usuários. Quando o uso dessa água envolver contato direto com seres humanos, ao ser armazenada, ela deve passar por tratamento específico. O aproveitamento da água das chuvas é mais comum em indústrias; somente nos últimos anos é que vem se difundindo em comércios e algumas residências, por enfatizar o caráter sustentável.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Economizar a água potável implica não somente a redução da sua utilização, mas também o seu consumo consciente, aquele que contribui com um futuro melhor para toda a população no que se refere ao abastecimento de água em residências. Infelizmente, em nossa sociedade, o simples hábito de utilizarmos água encanada todos os dias ainda se resume em uma realidade muito distante para muitos outros.

Como apontamos neste estudo, existe parte da população brasileira que, além de não usufruir da rede de saneamento básico, precisa se deslocar por longas distâncias para captar água em açudes ou pequenos lagos represados. Em decorrência, graves problemas de saúde pública são desencadeados, devido à utilização de uma água imprópria para o consumo, por

muitas vezes estar contaminada para a ingestão. Nesse cenário, o uso de um sistema de captação de água poderia se mostrar eficaz e mudar essa realidade.

Tomaz (2009) recomenda que não se utilize, em hipótese alguma, água das chuvas urbanas para fins potáveis, pela presença de substâncias tóxicas advindas da atmosfera, mas somente para fins que não envolvem ingestão e preparo de alimentos.

Torna-se oportuno mencionar que, embora haja informações disponíveis sobre o tratamento da água pluvial captada em meio urbano, seria necessário enviar um requerimento para análise, tendo um custo de, aproximadamente, 40 reais por amostra para se verificar a quantidade de antígenos coliformes termo tolerantes, e 20 reais para análise de coloração, turbidez e cloro residual (SAMAES, 2022).

Recomenda-se, portanto, que essa água captada e armazenada seja utilizada em atividades de limpeza geral, jardinagem, irrigação de hortas sustentáveis em domicílio e outros fins que não envolvam consumo direto.

Desta forma, economizando a água tratada e a utilizando somente para consumo em que se exija que esta seja potável, somados ao uso de águas fluviais captadas destinadas para fins não potáveis, estaremos contribuindo, enquanto sociedade, com a preservação de nascentes, rios e lagos.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15527**: Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro: [s.n.], 2007.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro: [s.n.], 1998.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro: [s.n.], 1989.

AGENDA 21. **Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento**: de acordo com a Resolução nº 44/228 da Assembleia Geral da ONU, de 22-12-89, estabelece uma abordagem equilibrada e integrada das questões relativas a meio ambiente e desenvolvimento. Brasília, DF: Câmara dos Deputados; Coordenação de Publicações, 1995. Disponível em: <http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/agenda21.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2022.

ALVES, W. C. ZANELLA, L. SANTOS, M.F.L. **Sistema de aproveitamento de águas pluviais para usos não potáveis**, abr./2008. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/133/artigo286496-1.aspx>. Acesso em: 28 mar. 2022.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Avaliação Oferta/Demanda de Água**, 2016. Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/Geral.aspx?est=5&mapa=diag>. Acesso em: 31 mar. 2022.

ANA. Agência Nacional de Águas. **A água no planeta para crianças**: A distribuição de água no mundo. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/arquivos/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2014/AAquaNoPlanetaParaCrianças2014.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2022.

ANA. Agência Nacional de Águas. **A História do Uso da Água no Brasil**: Do descobrimento ao século XX. Versão Preliminar. São Paulo: [s.n.], 2007. 159 p. il.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Conservação e Reuso da Água em Edificações**. São Paulo: Prol Editora Gráfica, 2005. 151 p. il.

ANDRADE NETO, C. O. de. Água de Chuva: alternativa para conviver com a seca. *In: XII Simpósio Ítalo-brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Natal-RN, *online*, 2014.

AQUÍFERO GUARANI. **Departamento Autônomo de Água e Esgoto (DAAE)**, 2015. Disponível em: <http://www.daaeararaquara.com.br/guarani.htm>. Acesso em: 3 mar. 2022.

BOFF, Leonardo. **O cuidado necessário**. São Paulo: Vozes, 2012.

BRITO, Giziane. **Estudo para Aproveitamento de Água Pluvial e Reaproveitamento de Água Servida: do Bloco "S"** da UNESC. 2006. 74f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2006.

CAMPOS, A. C.; AZEVEDO, J. C. **A água e a segurança hídrica em Portugal**. Lisboa: ICS, 2013.

CARDOSO, D. C. **Aproveitamento de águas pluviais em habitações de interesse social**: Caso – “Minha Casa Minha Vida”. Projeto (Graduação) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Feira de Santana, 2010.

DORNELLES, F. **Aproveitamento de água de chuva no meio urbano e seu efeito na drenagem pluvial**. 2012. 234f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

EBC. Onde está a água no Brasil? **EBC**, 2018. Disponível em: <https://conteudo.ebc.com.br/portal/projetos/2018/especiais-agua/agua-no-brasil/>. Acesso em: 31 mar. 2022.

HAGEMANN, S. E. **Avaliação da qualidade da água da chuva e da viabilidade de sua captação e uso**. 2009. 141f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2009.

KEELER, M.; BURKE, B. **Fundamentos de projeto de edificações sustentáveis**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2010.

MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. 2004. 159 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MATOS, B. A.; TEIXEIRA, A. L. de F.; BURNETT, J. A.; ZOBY, J. L. G.; FREITAS, M. A. de S. Disponibilidade e demandas de recursos hídricos nas 12 regiões hidrográficas do Brasil. *In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, São Paulo, p. 1-20, nov. 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/275958839_DISPONIBILIDADE_E_DEMANDAS_DE_RECURSOS_HIDRICOS_NAS_12_REGIOES_HIDROGRAFICAS_DO_BRASIL#fullTextFileContent. Acesso em: 05 abr. 2022.

NOGUEIRA, P. F. **Escassez de água**. 04 fev. 2003. Disponível em: [http://www.meioambientenews.com.br/conteudo.ler.php?q\[1|conteudo.idcategoria\]=27&id=1894](http://www.meioambientenews.com.br/conteudo.ler.php?q[1|conteudo.idcategoria]=27&id=1894). Acesso em: 05 abr. 2022.

PROSAB. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. **Uso Racional da água em Edificações**. Rio de Janeiro: ABES, 2006. 325p. il.

SAMAE. **Tabela de Tarifas de Água e Esgoto**, 2022. Disponível em: www.samaeoreleans.sc.gov.br. Acesso em: 15 mar. 2022.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva**: Vol. 1. São Paulo: [s.n.], 2009. Disponível em: <http://pliniotomaz.com.br/livros-digitais/>. Acesso em: 29 abr. 2022.

SOUZA, R. L. **Análise comparativa dos métodos de dimensionamento de reservatórios para aproveitamento de águas pluviais**: estudo de caso Hospital Federal do Andaraí/RJ. 2015. 137f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade do Rio de Janeiro, Programa de Engenharia Urbana, Rio de Janeiro, 2015.

TUNDISI, J. G. **Água no Século XXI: Enfrentando a Escassez**. São Carlos: RiMa, 2003.

VEIGA, J. E. da. **Sustentabilidade**: A legitimação de um novo valor. São Paulo: SENAC, 2010.

WRI Brasil. Ranking mostra onde há maior risco de faltar água no Brasil e no mundo. **WRI Brasil**, 06 ago. 2019. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/ranking-mostra-onde-ha-maior-risco-de-faltar-agua-no-brasil-e-no-mundo>. Acesso em: 29 abr. 2022.

WWF-Brasil. **Relatório Final 2016**. Disponível em: https://wwfbrnew.awsassets.panda.org/downloads/6set17_wwf_relatorio_final.pdf. Acesso em: 29 abr. 2022.

DECLARAÇÕES

CONTRIBUIÇÃO DE CADA AUTOR

Ao descrever a participação de cada autor no manuscrito, utilize os seguintes critérios:

- **Concepção e Design do Estudo:** Manoel Vicente Valentim Neto.
 - **Curadoria de Dados:** Manoel Vicente Valentim Neto.
 - **Análise Formal:** Manoel Vicente Valentim Neto.
 - **Aquisição de Financiamento:** Não houve financiamento.
 - **Investigação:** Manoel Vicente Valentim Neto.
 - **Metodologia:** Manoel Vicente Valentim Neto.
 - **Redação - Rascunho Inicial:** Manoel Vicente Valentim Neto.
 - **Redação - Revisão Crítica:** Profa. Dra. Léa Evangelista Persicano e Prof. Dr. Francisco de Assis Ferreira Melo.
 - **Revisão e Edição Final:** Prof. Dr. Francisco de Assis Ferreira Melo e Profa. Dra. Léa Evangelista Persicano.
 - **Supervisão:** Karla Caroliny Martins Idelfonso.
-

DECLARAÇÃO DE CONFLITOS DE INTERESSE

Eu **Manoel Vicente Valentim Neto**, declaro que o manuscrito intitulado "**O aproveitamento de água das chuvas contribuindo com o saneamento ambiental**":

1. **Vínculos Financeiros:** Não possui vínculos financeiros que possam influenciar os resultados ou interpretação do trabalho. Nenhuma instituição ou entidade financiadora esteve envolvida no desenvolvimento deste estudo.
 2. **Relações Profissionais:** Não possui relações profissionais que possam impactar na análise, interpretação ou apresentação dos resultados. Nenhuma relação profissional relevante ao conteúdo deste manuscrito foi estabelecida.
 3. **Conflitos Pessoais:** Não possui conflitos de interesse pessoais relacionados ao conteúdo do manuscrito. Nenhum conflito pessoal relacionado ao conteúdo foi identificado.
-