



**FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
FUPAC FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO
CARLOS DE UBÁ ENGENHARIA CIVIL**

ANA CARLA ALVES ADÃO

REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA

**UBÁ-MG
2023**

ANA CARLA ALVES ADÃO

REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Fundação Presidente Antônio Carlos – FUPAC, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador (a): Msc Lívia Souza Oliveira

RESUMO

A preocupação com os recursos hídricos que se referem à quantidade total de água disponível para o consumo humano no planeta cresce a cada dia. Isso é decorrente do grande nível da degradação do planeta Terra, colocando em risco o fornecimento de água para a população. Esses recursos hídricos poluídos são consequência do lançamento de resíduos resultantes da atuação humana, alteração que vem acarretando sérios prejuízos ao homem e ao meio ambiente. Diante dessa problemática o armazenamento das águas pluviais, no meio urbano, vem ganhando força. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo: relatar a importância do reaproveitamento da água da chuva. Como metodologia foi realizada uma pesquisa bibliográfica retirando textos de livros, revistas, artigos acadêmicos, consultando leis, sites, cujos autores discutem sobre o tema. A viabilidade do uso de água proveniente da chuva é caracterizada pela diminuição na demanda de água fornecida pelas companhias de saneamento, tendo como consequência a diminuição do uso e desperdício da água potável e a minorar o risco de enchentes em caso de chuvas fortes. Conclui-se que a ideia de se reutilizar a água da chuva para fins não potáveis é um assunto muito importante, pois as consequências dessa prática afetam positivamente o meio ambiente, gerando uma possibilidade de um mundo mais sustentável e com menos risco de escassez extrema do recurso natural mais importante para a sobrevivência da vida que é a água.

Palavras-chave: Escassez. Meio Ambiente. Recurso Hídrico. Reúso

ABSTRACT

Concern about water resources, which refers to the total amount of water available for human consumption on the planet, grows every day. This is due to the great level of degradation of planet Earth, putting the water supply for the population at risk. These polluted water resources are a consequence of the release of waste resulting from human activities, a change that has caused serious damage to humans and the environment. Faced with this problem, the storage of rainwater in urban areas has been gaining momentum. Given the above, this work aimed to: report the importance of reusing rainwater. As a methodology, a bibliographical research was carried out, removing texts from books, magazines, academic articles, consulting laws, websites, whose authors discuss the topic. The viability of using rainwater is characterized by a decrease in the demand for water supplied by sanitation companies, resulting in a reduction in the use and waste of drinking water and reducing the risk of flooding in the event of heavy rain. It is concluded that the idea of reusing rainwater for non-potable purposes is a very important issue, as the consequences of this practice positively affect the environment, generating the possibility of a more sustainable world with less risk of extreme water shortages. most important natural resource for the survival of life is water

Keywords: Scarcity. Environment. Water Resources. Reuse

1 INTRODUÇÃO

A luta pela preservação dos recursos naturais é uma questão que vem sendo tema de vários debates da Organização das Nações Unidas (ONU) juntamente com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Dentre estes, a água é o mais precioso recurso, uma vez que é indispensável para a vida no planeta. No entanto, esse recurso tem se tornado cada vez mais escasso. O consumo da água potável aumenta, proporcionalmente, e com o crescimento da população, nos dias atuais há uma concentração muito grande de habitantes nos centros das grandes cidades brasileiras, avolumando o consumo da água potável. Em decorrência do crescimento da população há um aumento na poluição dos grandes rios, que são utilizados para a absorção de água para consumo humano, devido à grande quantidade de dejetos gerados e posteriormente despejados nesses rios.

Tendo em vista o período de crise hídrica que o Brasil enfrenta ao longo dos anos, e com o uso irregular de água potável, a necessidade de preservar o meio ambiente, principalmente a água, que é essencial para a sobrevivência e o desenvolvimento. A água está presente em toda a atividade humana, como na agricultura, nas indústrias, no setor comercial, na geração de energia elétrica, no abastecimento domiciliar, nas construções civis, dentre outras. Tendo em vista uma ação que vai ao encontro desse problema, visando combater a escassez da água, uma alternativa muito interessante é a captação da água da chuva. Essa água da chuva além de servir para o uso em fins não potáveis como na descarga sanitária, na lavagem de ruas, nos jardins, na limpeza de monumentos, em sistemas de controle de incêndio, nas construções civis, também tem importância no controle de inundações nos centros urbanos.

A reutilização da água surge como medida de desenvolvimento e uso racional da água como alternativa para a sociedade. No período de baixa precipitação e vazão dos rios, a racionalização da água é uma medida de controle adotada pelas concessionárias para os grandes centros urbanos, com um intuito de prevenir e mitigar os impactos da escassez de água.

A água da chuva é classificada como não potável podendo ser aproveitada com o intuito de melhorar a sustentabilidade ambiental. Estes sistemas de aproveitamento de água pluvial são aplicados para atender às demandas de água não potável, uma vez que se dispõe de água com qualidade razoável. Para o reúso planejado da água da chuva é preciso tratar, pois em sua composição há diversas substâncias prejudiciais à saúde como o dióxido de carbono e o óxido de nitrogênio. Não são apenas as substâncias originais que fazem com que a água da chuva seja impura para consumo, as impurezas do meio, junto com os dejetos de animais danificam a água.

Diante do exposto, este estudo teve como objetivo relatar a importância do reaproveitamento da água da chuva. Como metodologia foi realizada uma pesquisa bibliográfica retirando textos de livros, revistas , artigos acadêmicos, consultando leis, *sites*, cujos autores discutem sobre o tema.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Recurso Hídrico: Água

No Brasil, está em vigor a Portaria MS nº 888/2021, de 04 de maio de 2021, que estabelece os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade e define água potável como água aquela que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido no documento e que não ofereça riscos à saúde, já que outras substâncias, não listadas na portaria, podem estar sendo usadas em determinada região e pode atingir a água distribuída à população (BRASIL, 2021).

A Política Nacional de Recursos Hídricos no Brasil, na esfera federal, é regulamentada pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), sendo a responsável por regular o uso de recursos hídricos; pela prestação dos serviços públicos de irrigação e adução de água bruta; pela segurança de barragens e pela instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico. Sua missão é garantir a segurança hídrica para o desenvolvimento sustentável no país (BRASIL, 2022).

A Lei nº 9.433/1997, em seu art. 1º, estabelece, entre os fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), que “a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico”.

Segundo Silva (2021, p.1628),

A água é um elemento indispensável e essencial para a manutenção de todas as formas de vida e estruturação socioeconômica das sociedades ao redor do mundo. Os recursos hídricos referem-se aos corpos de água (e.g. água subterrânea, córregos, rios, riachos, lagos) existentes em uma dada região, cuja utilização é voltada para suprir demandas/necessidades da população ou auxiliar no desenvolvimento das atividades humanas. Esses sistemas podem ser divididos em: (i) ecossistemas de água doce e (ii) ecossistemas de água salgada.

Estima-se que 97,5% da água existente no mundo é salgada e não é adequada ao consumo direto, nem à irrigação da plantação. Dos 2,5% de água doce, a maior parte (70%) é de difícil acesso, pois está concentrada nas geleiras, 39% são águas subterrâneas (armazenadas em aquíferos) e 1% encontra-se nos rios. Logo, o uso desse bem precisa ser pensado para que não prejudique nenhum dos diferentes usos que ela tem para a vida humana (ANA, 2023).

De acordo com a ANA (2022), a divisão hidrográfica nacional, instituída pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), estabelece as doze regiões hidrográficas brasileiras: Amazônica, Tocantins/Araguaia, Parnaíba, Atlântico Nordeste Oriental, Atlântico Nordeste

Ocidental, Paraguai, Uruguai, Paraná, São Francisco, Atlântico Leste, Atlântico Sudeste e Atlântico Sul.

Carvalho (2014), apresenta como conceito de Bacia Hidrográfica sendo unidades espaciais de dimensões variadas, onde se organizam os recursos hídricos superficiais em função das relações entre a estrutura geológica-geomorfológica e as condições climáticas.

De acordo com a Declaração Universal dos Direitos da Água, publicada pela Organização das Nações Unidas (ONU,1992), a água é parte do patrimônio do planeta, no qual cada nação, região e cidadãos são responsáveis por esse recurso, que é a condição essencial de vida dos seres.

Castro (2012, p.7), discorre sobre a importância da água para a sobrevivência

A água é de suma importância para a existência da vida no planeta. Não só por ser essencial para as hidratações humana e animal, mas também pela sua importância no desenvolvimento de várias atividades antrópicas, como a agricultura e diversos processos industriais, além da manutenção e do equilíbrio dos ecossistemas terrestres.

2.2 Distribuição de Água no Brasil

O Brasil segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022) tem uma extensão territorial de aproximadamente 8,5 milhões de km² e uma população que aproximada de 204 milhões de pessoas e possui a maior reserva mundial de água potável, com cerca de 12%.

Segundo Pena (2022, p.1)

O Brasil é considerado uma potência econômica mundial, quando o assunto é a disponibilidade hídrica, haja vista que o território brasileiro concentra cerca de 12% de todas as reservas de água existentes no mundo. A região Norte é a que apresenta a maior parte da disponibilidade, enquanto as regiões Nordeste e Sudeste apresentam um número menor dessas reservas, seguindo uma ordem inversamente proporcional ao número de habitantes dos respectivos lugares em questão.

De acordo com o Estudo de Demandas ANA (2019, p.7)

O Brasil é um país privilegiado quanto à disponibilidade hídrica total, no entanto a ocorrência da água é desigual no território e durante o ano, bem como a demanda por

sua utilização e a infraestrutura hídrica adequada para o seu aproveitamento e conservação. A cultura da abundância hídrica tem sido progressivamente substituída pela ideia da água como bem finito e dotado de valor econômico, tornando as análises do balanço entre usos e oferta hídrica, cada vez mais importantes, ao revelar regiões de *déficits* de acesso à água e risco aos setores produtivos.

A distribuição da água no Brasil é naturalmente desigual, de modo que nas áreas menos povoadas do país é que concentram a maior parte dos recursos hídricos conforme mostra a TAB 1. A localização geográfica da disponibilidade desse recurso é o nascedouro do problema de água potável, no Brasil. Ao observar os recursos hídricos disponíveis, constata-se o desequilíbrio entre oferta e demanda pela água. Confere-se na TAB 1, a seguir, a relação entre densidade demográfica e a disponibilidade de água entre as diversas regiões do país (MARQUES; BRITO; MUNIZ, 2019).

Tabela 1 – Distribuição dos Recursos Hídricos e Densidade Demográfica do Brasil

Região	Densidade demográfica (hab/km ²)	Concentração dos recursos hídricos do país
Norte	4,12	68,5%
Nordeste	34,15	3,3%
Centro-Oeste	8,75	15,7%
Sudeste	86,92	6%
Sul	48,58	6,5%
Fonte: IBGE / Agência Nacional das Águas (2010)		

Fonte: Mundo Educação (2021)

Segundo a Empresa Brasil de Comunicação (EBC, 2018) a região Norte, que possui uma densidade de apenas 4,12 habitantes para cada quilômetro quadrado, concentra quase 69% de todos os recursos hídricos disponíveis no Brasil, a maior parte desses recursos encontra-se nos rios da Bacia do Amazonas.

A região nordestina, por outro lado, representa um desequilíbrio, pois conta com uma densidade de 34,15 pessoas para cada quilômetro quadrado, ao passo em que detém 3,3% de todos os recursos hídricos do país. A região do Polígono das Secas é que eventualmente sofre com a falta d'água e não a região nordestina como um todo (EBC, 2018).

A região Centro-Oeste apresenta uma situação estável. Sua densidade demográfica apresenta uma média de 8,75 habitantes, para cada quilômetro quadrado e sua população total representa pouco mais que 6% do total da população brasileira. A região possui cerca de 15,7% dos recursos hídricos do país, relativamente bem distribuídos em seu interior, embora o Pantanal-MG detenha a maior parte (EBC, 2018).

Já o Sudeste conta com apenas 6% dos recursos hídricos do país e uma densidade demográfica superior aos 86 habitantes para cada quilômetro quadrado, média que se acentua muito nas áreas das grandes cidades, principalmente, Rio de Janeiro, São Paulo e Belo Horizonte (EBC, 2018).

Por último, a região Sul do Brasil, apresenta um desequilíbrio menor, no entanto não menos preocupante. Com uma densidade demográfica de 48,58 habitantes por quilômetro quadrado e cerca de 15% da população brasileira, os sulistas detêm cerca de 6,5% da água do país (EBC, 2018).

2.3 Consumo de água no Brasil

O Brasil é um país privilegiado quanto à disponibilidade hídrica total, no entanto a ocorrência da água é desigual no território e durante o ano, bem como a demanda por sua utilização e a infraestrutura hídrica adequada para o seu aproveitamento e conservação. A cada segundo são utilizados, em média, 2 milhões e 83 mil litros de água no Brasil (ou 2.083 metros cúbicos por segundo). Em 1931, eram utilizados apenas 131 mil litros por segundo – 6,3% do uso atual. O uso da água deverá crescer 24% até 2030, superando a marca de 2,5 milhões de litros por segundo. Estas informações constam do Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil, elaborado pela ANA e que traça um panorama das demandas pelos recursos hídricos em todos os municípios brasileiros, entre 1931 e 2030 (LG AMBIENTAL, 2022).

A Resolução N° 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água, ganhou uma resolução complementar a Resolução 430/2011 de 13 de maio de 2021, na qual se encontram as diretrizes ambientais para o seu enquadramento e padrões de lançamento de efluentes. Tais resoluções declaram que as águas doces, que são as próprias para consumo humano contendo salinidade igual ou inferior a 0,5, podem ser classificadas em 5 classes conforme segue:

I - Classe especial: águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e

c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - Classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;^[4]
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e
- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esportes e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- e) à aquicultura e à atividade de pesca.

IV - Classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;
- d) à recreação de contato secundário; e
- e) à dessedentação de animais.

V - Classe 4: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística.

O GRAF 1 mostra que a água é utilizada em vários setores, sendo a sua escassez uma preocupação para todos, pois ao longo das décadas com o crescimento populacional e industrial o consumo de água tem crescido consideravelmente. Em relação ao consumo de água, em geral, a maior parte é utilizada pela agricultura, que ocupa cerca de 34% da água, 31% corresponde à evaporação seguida pelo abastecimento urbano (17%) indústria (7%) e as demais áreas que respectivamente utiliza cerca de 11% da água para consumo (ANA, 2021).

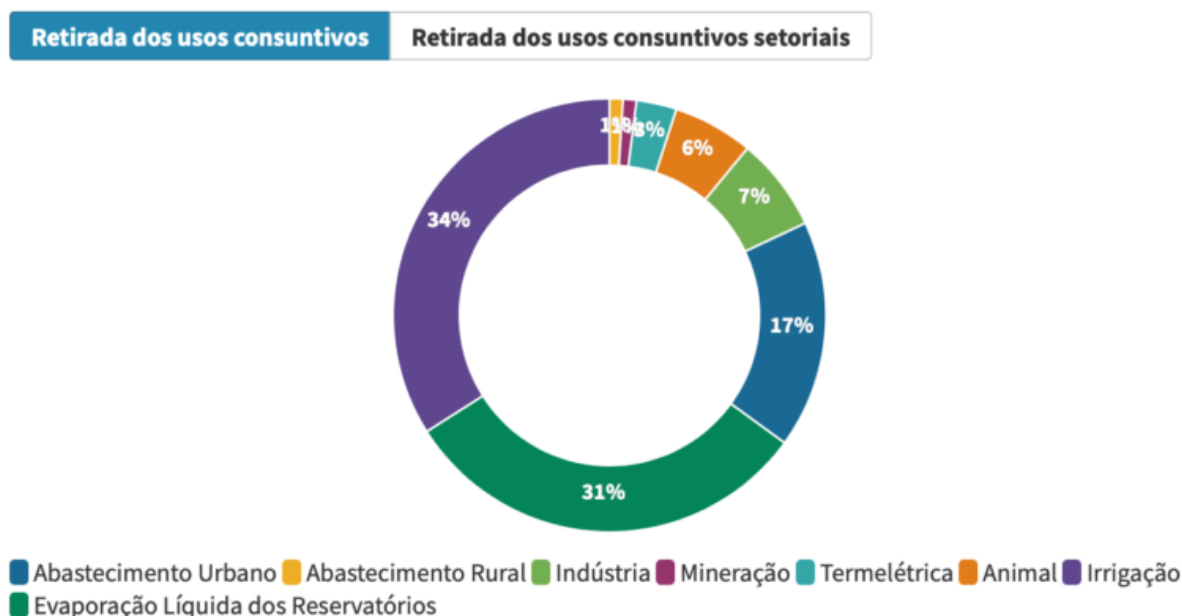
Gráfico 1: Consumo de Água no Brasil

Usos Consuntivos da Água no Brasil

Em 2020, em %

Total dos usos consuntivos: $2.831,65 \text{ m}^3/\text{s} \approx 89,36$ trilhões de L/ano

Total dos usos consuntivos setoriais: $1.947,55 \text{ m}^3/\text{s} \approx 61,46$ trilhões de L/ano



Fonte: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico • Figura atualizada em novembro de 2021.

Fonte: Auditoria Cidade (2022)

2.4 Escassez de água no Brasil

Segundo Gonçalves (2018, p.11),

A preocupação com a garantia da segurança hídrica para abastecimento é crescente no cenário brasileiro atual, especialmente, devido ao agravamento da escassez de água em determinadas regiões. A crise hídrica que grandes centros urbanos têm enfrentado ocorre, principalmente, em função da expansão urbana motivada por crescimento populacional, de baixos índices pluviométricos e de falhas no gerenciamento integrado dos recursos hídricos.

O crescimento populacional e econômico tem imposto uma enorme pressão sobre os recursos hídricos, levando a um estresse hídrico generalizado em muitos países (KILIÇ, 2020).

Segundo Ribeiro; Santos; Silva (2019, p.15)

A água é uma substância indispensável à vida e que propicia diversas atividades humanas, mas que se tornou um recurso raro. Isso porque ela tem que estar junto ao

usuário, ou ser transportada até ele. Em locais de elevada concentração humana ou de uso intensivo, seja na indústria, seja na agricultura, a escassez pode ocorrer.

Pahl-Wostl (2017) defende a ideia de que a escassez hídrica é proveniente não apenas de baixos índices pluviométricos, das mudanças climáticas e da falta de infraestrutura, mas também da deficiência ou ausência da governança da água está associada à forma como a sociedade utiliza e conservar seus recursos.

De acordo com Beeckman (2020, p.9)

A escassez e o uso inadequado dos recursos hídricos representam um risco crescente ao desenvolvimento sustentável e à proteção do meio ambiente. A saúde coletiva e o bem-estar, a segurança alimentar, o desenvolvimento industrial e dos ecossistemas dos quais todos dependem estão ameaçados se os recursos hídricos e a natureza não forem gerenciados de forma mais eficiente no presente e no futuro, do que no passado.

A governança da água e a capacidade do governo de encadear a gestão de recursos hídricos com outras áreas que impactam as águas, por meio da integração entre diferentes setores e níveis da administração pública, o envolvimento de diversos segmentos da sociedade, a participação e o controle social (BEZERRA; SILVA *et al.*, 2019). Na perspectiva da governança da água, a gestão de recursos hídricos envolve, necessariamente, outras áreas da administração pública, pois o planejamento para a sustentabilidade como perspectiva de longo prazo, requer uma abordagem holística e o envolvimento ativo na resolução de problemas, com foco em um território específico (SOTTO *et al.*, 2019). Trata-se de uma abordagem sistêmica que envolve multidisciplinaridade e intersetorialidade. De modo prático e flexível, é orientada para soluções em contextos específicos e pode ser aplicada em diversas escalas de gestão (BUTTERWORTH *et al.*, 2010; COHEN; DAVIDSON, 2011; PAHL-WOSTL, 2017; JIMENÈZ *et al.* 2020).

Granziera (2019, p.456) acredita que

Há desafios a serem vencidos no âmbito da governança da água, em relação à coordenação de ações visando ao cumprimento das normas existentes sobre gestão e a qualidade da água. De um lado, é preciso buscar alternativas para o aumento da demanda da água e, de outro, alertar que a aplicação de tecnologias avançadas para o tratamento da água não prescinde da capacidade institucional das entidades envolvidas, de cumprir e fazer cumprir a legislação ambiental brasileira, no que concerne ao tripé da sustentabilidade: crescimento econômico, desenvolvimento social e prudência ambiental, conforme preconizado na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Rio/1992.

A escassez está associada a um quadro em que a demanda de água pela sociedade é superior à vazão disponível, podendo ter caráter crônico ou sazonal; várias regiões do mundo já sofrem com problemas relacionados à escassez hídrica (PAVÃO; NASCIMENTO, 2019).

Segundo Moraes (2017), um dos principais fatores que influenciam na escassez de água potável é a falta de consciência das ações humanas na natureza como a poluição dos mananciais, reduzindo, significativamente, a disponibilidade desse recurso e o desperdício de água potável.

De acordo com Romanel e Junior (2013), a preocupação com os recursos naturais do planeta vem manifestando um interesse para manter e preservá-los para gerações futuras.

2.5 Reúso da Água

O reúso de água vem como uma solução alternativa que pode ajudar a diminuir a utilização de águas potáveis para atividades que não necessitam de potabilidade, pois mesmo que renováveis, os recursos hídricos de qualidade e potabilidade são escassos (MOURA, *et al.*, 2020).

Barbosa (2021, p.298) traz os três tipos de reúso da água

Na construção civil, a água reutilizada é dividida em três grupos: águas cinzas, águas negras e águas pluviais. As águas negras são as provenientes dos vasos sanitários. O grupo das águas cinzas se divide em águas cinzas claras (provenientes de chuveiros, banheiras, lavatórios e máquinas de lavar roupas) e águas cinzas escuras (provenientes de pias de cozinha e máquinas de lavar pratos). As águas pluviais são as águas provenientes das chuvas, as quais são captadas por ralos ou calhas na cobertura das edificações.

Mediante a escassez, é fundamental a discussão de planos alternativos, e principalmente eficazes, para a redução do consumo e desperdício da água, a captação de águas pluviais é uma prática antiga e valiosa que tem sido utilizada ao longo da história para garantir o abastecimento de água para diversas finalidades. Essa prática envolve a coleta e armazenamento da água da chuva que cai em superfícies como telhados, terraços e outras áreas impermeáveis. Existem várias formas de aproveitar as águas pluviais, desde métodos simples até técnicas mais avançadas de engenharia (SILVA JUNIOR, 2022).

A água reaproveitada pode desempenhar papéis essenciais em uma variedade de aplicações, incluindo a recarga do lençol freático, a geração de energia elétrica, a reabilitação de corpos d'água nas indústrias, a refrigeração de equipamentos, a lavagem de ruas e feiras livres, a limpeza de monumentos, os sistemas de controle de incêndio, a limpeza de banheiros

e pátios, as descargas sanitárias, as fontes luminosas, entre outros. Em diversos países ao redor do mundo, a prática planejada de reúso de água já se estabeleceu como uma solução bem-sucedida em vários processos (RAMON, 2017).

O reaproveitamento ou reúso da água refere-se ao processo no qual a água, seja tratada ou não, é reaproveitada para o mesmo propósito ou outros usos considerados menos críticos, como lavagens de vias e pátios industriais, irrigação de jardins e pomares, descargas de banheiros, entre outros. Esse método busca maximizar a eficiência do uso da água, promovendo sua utilização em diversas atividades, contribuindo para a conservação dos recursos hídricos e reduzindo a dependência de fontes de água potável para fins que não exigem essa qualidade. A reutilização da água pode ocorrer de forma direta ou indireta, seja como resultado de ações planejadas ou não. É crucial perceber o reúso de água como um componente integrante de uma abordagem mais abrangente, que é o uso racional ou eficiente da água. Essa abordagem abrange não apenas o reúso, mas também inclui o controle de perdas e desperdícios de água, além da minimização da produção de efluentes e da redução do consumo total de água. Ao adotar estratégias que englobam todas essas dimensões, é possível promover uma gestão sustentável dos recursos hídricos, garantindo sua disponibilidade para as gerações futuras (CHAGAS e FONTENELE, 2017).

A Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), em seu Art. 2º traz as seguintes definições sobre o reúso da água:

- I-água residuária: esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratados ou não;
- II-Reúso de água: utilização de água residuária;
- III-água de reúso: água residuária, que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas;
- IV-Reúso direto de água: uso planejado de água de reúso, conduzida ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos;
- V-produtor de água de reúso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que produz água de reúso;
- VI-Distribuidor de água de reúso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que distribui água de reúso; e
- VII-usuário de água de reúso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que utiliza água de reúso.

Para Ramon (2017), a grande vantagem da utilização da água de reúso é a preservação da água potável, reservando-a, exclusivamente, para o atendimento às necessidades que exijam a sua potabilidade para o abastecimento humano.

O estudo da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP, 2005 p.61) mostra:

Que a utilização de águas pluviais, como fonte alternativa ao abastecimento de água necessita, da gestão da qualidade e quantidade. A água pluvial pode ser utilizada desde que haja controle de sua qualidade e verificação da necessidade de tratamento específico, de forma que não comprometa a saúde de seus usuários, nem a vida útil dos sistemas envolvidos.

O Reúso da água da chuva pode fornecer água limpa e confiável tornando-se uma boa vertente para o problema de água, desde que os sistemas de coleta sejam construídos e mantidos de forma adequada e a água seja tratada apropriadamente, conforme o uso previsto (GONÇALVES, 2018).

No Brasil o reúso da água é uma alternativa presente em empresas como a Petrobrás, que no ano de 2018, reutilizou um total de 84 milhões de m³, que correspondem a 31,5% do total de água doce utilizada pela empresa, no resfriamento de torres da Refinaria Gabriel Passos (REGAP), por exemplo (PETROBRAS, 2020).

2.5.1 Vantagens do reúso da Água

Os autores Cardoso, Fernandes e Argolo (2020, p. 5-6) classificam alguns benefícios gerados pelo reúso da água, águas essas que seriam descartadas no meio ambiente

- Preservação da água potável;
- Redução do lançamento de efluentes diretos no meio ambiente, propiciando o uso sustentável dos recursos hídricos e consequentemente diminuindo a agressão aos mananciais;
- Estimula o uso inteligente de águas potáveis e de melhor qualidade e aumento da disponibilidade de água, para usos mais exigentes.
- Diminuição do consumo de água potável, para fins não potáveis, como lavagem de calçadas e automóveis, por exemplo.
- Diminuição dos custos com empresa concessionária de água, aderindo ao reúso como método de economia.
- Oferecer uma visão sustentável, para o caso de empresas e indústrias

2.6 Reúso de águas pluviais : Consumo Residencial

A captação e o reúso de água da chuva são assuntos que já vêm sendo discutidos ao longo dos anos e a ideia vem ganhando força tornando-se uma solução viável para minimizar a escassez de água (ALMEIDA 2021 p.2).

Segundo a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB,2016), as águas de chuva são dispostas pela legislação brasileira hoje como esgoto.

Para Barbosa e Moreno (2022) a água pluvial, em razão da grande quantidade de gases poluentes na atmosfera, não é potável, tal característica não descarta a utilização da mesma para fins não potáveis. Uma pesquisa da Universidade da Malásia deixou claro que após o início da chuva, somente as primeiras águas carregam desses gases poluentes sendo que normalmente pouco tempo após a mesma já adquire características de água destilada, que pode ser coletada em reservatórios fechados (CETESB, 2016).

Para Nunes (2018 p. 26),

Nos sistemas de abastecimento de água podem ocorrer perdas físicas ou não– físicas. As perdas físicas são aquelas que estão relacionadas à água que não chega ao consumidor, devido a vazamentos nas redes de distribuição e nas ligações com as residências ou ramais prediais. Existem também as perdas não–físicas ou comerciais, que são os erros na medição de hidrômetros, fraudes, ligações clandestinas ou falhas no próprio cadastro mediante esta questão a utilização da água da chuva tem sido considerada como uma fonte alternativa, podendo ser inserida no sistema de gestão integrada de águas urbanas, já que visa ao seu aproveitamento no próprio local de captação, tornando assim um sistema descentralizado, no qual sua gestão é compartilhada com o usuário.

Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2022) a captação e o armazenamento da água de chuva são uma ótima alternativa para minimizar o problema de estiagens severas em algumas épocas do ano. Ainda conforme a EMBRAPA (2022), para utilização dessa água, deve-se prestar atenção em dois aspectos principais:

- A. Se a água da chuva for utilizada para o consumo animal, ela deve ser analisada e receber, antes, um tratamento adequado, que garanta sua qualidade.
- B. Se a água da chuva for utilizada para outros fins, como, por exemplo, para acionar a descarga de vasos sanitários, na lavagem de carros e de calçadas, ou mesmo na irrigação de jardins, o seu tratamento deverá ser mínimo e antes de seu uso ela não necessitará de análise que verifique a sua qualidade.

A captação da água da chuva pode ser feita em telhados de casas, na cidade e também em construções de propriedade rural. Para isso, devem ser usadas calhas e encanamentos condutores e logo depois, armazenar a água coletada em cisternas ou noutro tipo de reservatório as cisternas e os reservatórios devem receber os mesmos cuidados exigidos para as caixas

d'água; ou seja, devem ser construídos com materiais apropriados, estarem limpos (EMBRAPA, 2022). Sobre as cisternas Gonçalves (2018 p.310), afirma:

As cisternas podem estar sobre o solo, enterradas, semienterradas ou elevadas e ter diversas formas: retangular, quadrada, cilíndrica ou cônica. Dependendo da pressão que a estrutura da cisterna poderá exercer na superfície de apoio, a estabilidade do solo deve ser avaliada.

De acordo com Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA, 2016), as tecnologias mais conhecidas de captação e armazenamento de água de chuva para o uso com fins não potáveis são, o da cisterna-calçadão (FIG 1), que é uma tecnologia que capta a água de chuva por meio de um calçadão de cimento construído sobre o solo.

Figura 1: A Cisterna-calçadão



Fonte: Tecnologias Sociais (2015)

E o outro tipo de cisterna existente, trata-se de um calçadão de cimento construído sobre o solo; cisterna-enxurrada (FIG 2), onde o terreno é utilizado como área de captação, a água de chuva escorre pela terra antes de cair para a cisterna.

Figura 2: Cisterna-enchurrada



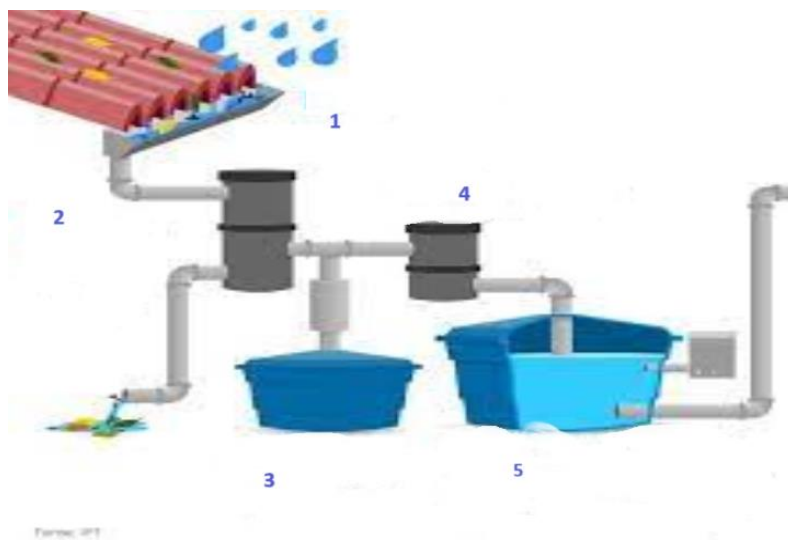
Fonte: Tecnologia Sociais (2015)

De acordo com a Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA,2016) o sistema mais conhecido é a captação de água de chuva pelo telhado em edificações, este é essencial para captar a chuva precipitada e permitir seu escoamento para um reservatório por meio de calhas e tubulações.

Segundo Nunes (2018) reaproveitar a água pluvial é um dos métodos mais usuais de reúso, pois o sistema de aproveitamento é simples como mostra a FIG 3 esse sistema consiste em um reservatório que faz a captação e armazenamento da água da chuva. É um equipamento economicamente sustentável e seguro utilizado para o reaproveitamento da água no uso doméstico. O uso de equipamentos é indispensável para um bom desempenho do reservatório, pois através deles tem-se um controle da qualidade da água, uma vez que o processo de armazenamento da água consiste na captação da água que cai na cobertura das edificações, filtragem, armazenamento e distribuição da água.

De acordo com a FIG, existem as etapas da coleta da água pluvial em que o número 1 representa a água da chuva, captada no telhado carregando sujeiras como folhas, fuligem e dejetos. Após ser captada como mostra o número 2 a 1ª água deve passar por um filtro grosso que tem por finalidade separar as sujeiras maiores, número 3 um dispositivo descarta a “1ª água” da chuva, carregado de impurezas, logo no processo de número 4 um filtro mais fino retém as impurezas. A última etapa representada pelo número 5 é a desinfecção por cloro, ozônio ou ultravioleta. Nesse ponto, a água deve ser mantida em um reservatório diferenciado, conectado a encanamentos específicos de acordo com o uso (NEIS, 2020).

Figura 3 - Sistema de captação de água



Fonte: NEIS, (2020) Adaptado pelo Autor

A Associação Brasileira de Normas Técnicas. (NBR 10844, p.3) – Instalações Prediais de Águas Pluviais apresenta as seguintes exigências de instalações de drenagem de águas pluviais.

a) recolher e conduzir a Vazão de projeto até locais permitidos pelos dispositivos legais; b) ser estanques; c) permitir a limpeza e desobstrução de qualquer ponto no interior da instalação; d) absorver os esforços provocados pelas variações térmicas a que estão submetidas; e) quando passíveis de choques mecânicos, ser constituídas de materiais resistentes a estes choques; f) nos componentes expostos, utilizar materiais resistentes às intempéries; g) nos componentes em contato com outros materiais de construção, utilizar materiais compatíveis; h) não provocar ruídos excessivos; i) resistir às pressões a que podem estar sujeitas; j) ser fixadas de maneira a assegurar resistência e durabilidade. 4.2.2 As águas pluviais não devem ser lançadas em redes de esgoto usadas apenas para águas residuárias (despejos, líquidos domésticos ou industriais). 4.2.3 A instalação predial de águas pluviais se destina exclusivamente ao recolhimento e condução das águas pluviais, não se admitindo quaisquer interligações com outras instalações prediais. 4.2.4 Quando houver risco de penetração de gases, deve ser previsto dispositivo de proteção contra o acesso destes gases ao interior da instalação (ABNT 1989).

2.6.1 Parâmetros de qualidade da Água para reúso

O manual de conservação e reúso da água em edificações (FIESP, 2005) apresenta algumas exigências mínimas para o uso da água não potável, conforme se verifica a seguir:

a- Água para irrigação, irrigação de jardim, lavagem de pisos: - não deve apresentar mau-cheiro; - não deve conter componentes que agredam as plantas ou que estimulem o crescimento de pragas; - não deve ser abrasiva; - não deve manchar superfícies; - não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.

b- Água para descarga em bacias sanitárias: - não deve apresentar mau-cheiro; - não deve ser abrasiva; - não deve manchar superfícies; - não deve deteriorar os metais sanitários; - não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.

c- Água para refrigeração e sistema de ar condicionado: - não deve apresentar mau-cheiro; - não deve ser abrasiva; - não deve manchar superfícies; - não deve deteriorar máquinas; - não deve formar incrustações.

d- Água para lavagem de veículos: - não deve apresentar mau-cheiro; - não deve ser abrasiva; - não deve manchar superfícies; - não deve conter sais ou substâncias remanescentes após secagem; - não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.

e- Água para lavagem de roupa: - deve ser incolor; - não deve ser turva; - não deve apresentar mau-cheiro; - deve ser livre de algas; - deve ser livre de partículas sólidas; - deve ser livre de metais; - não deve deteriorar os metais sanitários e equipamentos; - não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.

f- Água para uso ornamental: - deve ser incolor; - não deve ser turva; - não deve apresentar mau-cheiro; - não deve deteriorar os metais sanitários e equipamentos; - não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.

g- Água para uso em construção civil: na preparação de argamassas, concreto, controle de poeira e compactação de solo: - não deve apresentar mau-cheiro; - não deve alterar as características de resistência dos materiais; não deve favorecer o aparecimento de eflorescências de sais; - não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.

Para o reúso não potável o manual da FIESP (2005), sobre conservação e reúso de água em edificações, separa a água de reúso em classes de acordo com a qualidade exigida para cada fim, são elas:

1. Água de reúso classe 1: os principais usos para as águas tratadas desta classe, nos edifícios, são descarga de bacias sanitárias, lavagem de pisos e fins ornamentais (chafarizes, espelhos de água etc.), lavagem de roupas e de veículos.
2. Água de reúso classe 2: os usos preponderantes nessa classe são associados às fases da construção civil como, lavagem de agregados, preparação de concreto, compactação do solo e controle de poeira;
3. Água de reúso classe 3: o uso preponderante das águas dessa classe é na irrigação de áreas verdes e rega de jardins.
4. Água de reúso classe 4: o uso preponderante para esta classe é no resfriamento de equipamentos nas indústrias.

2.6.2 Benefícios do uso da água da chuva

O desperdício de água é um problema constante no Brasil e no mundo, segundo Cardoso *et al.* (2020) a água é o recurso natural responsável pela existência de vida no planeta, uma vez

que é a fonte da vida de várias espécies vegetais e animais. O instituto Trata Brasil, após estudos realizados, chegou à conclusão de que o desperdício de água potável tratada é muito grande, a cada 100 litros de água captados da natureza e tratados, cerca de 40 litros são perdidos (TRATA-BRASIL, 2021).

A captação de água da chuva pode gerar uma economia de até 55% nas despesas com o fornecimento de água (Portal Tratamento de Água, 2017).

A gestão de recursos hídricos é uma demanda importante no planejamento de complexos residenciais em consequência à diminuição do suprimento de água doce (GARCIA-MONTOYA *et al.*, 2016).

Para Silva Junior (2022, p 18.)

O aproveitamento da água pluvial tem ainda várias outras vantagens, como a contribuição na preservação do meio ambiente; a redução de custo da distribuição pública de água; utilização de estruturas existentes na edificação (telhado, lajes e rampas), o retorno rápido do investimento para implementação do sistema de captação (em média dois anos e meio); água com qualidade aceitável para vários fins, com pouco ou nenhum tratamento, aumento da segurança hídrica para atender ao crescimento populacional ou para atender às áreas deficientes de abastecimento; redução dos investimentos na captação da água em mananciais, cada vez mais distantes das concentrações urbanas, para atender à demanda diária e à de pico; redução dos custos energéticos de transporte e dos custos de tratamento, pois a água terá o nível de tratamento adequado a seu uso, melhor distribuição da carga de água pluvial imposta ao sistema de drenagem; redução dos riscos de enchentes, erosão dos leitos dos rios e as assoreamento nas áreas planas no início da temporada de chuvas torrenciais e em eventos isolados; redução dos custos proporcionados por inundações e alagamentos; possibilidade de uso para recarga dos lençóis subterrâneos e manutenção dos níveis do lençol freático elevado; redução do volume de água a ser captada e tratada e minimização do uso de água tratada para fins secundários, dentre outras.

De acordo com Lamberts, Dutra e Pereira (2014), a captação de águas de chuva pode ser um recurso com grande influência no Brasil, pois após a chuva, a água é captada pelas calhas sendo, normalmente, conduzida para a rede de drenagem pluvial e para as redes de esgoto e, por fim, para um curso d'água ou lagoa algo que, em grande proporção, acarreta diretamente as inundações. Caso seja feita a interceptação da água e instalados filtros e reservatórios, essa água poderá ser reutilizada para irrigação de jardins, limpeza de carros, pisos e descargas.

O Portal Embrapa (2022) traz como benefício a conservação e a autossuficiência de água diminuindo a utilização da água potável, nos locais onde ela não é necessária, como na lavagem de granjas da suinocultura e avicultura; na descarga de vasos sanitários; na irrigação de hortas e de jardim. Com a armazenagem da água da chuva, a tendência é diminuir a

ocorrência de enchentes, além de ser uma postura ambientalmente correta perante os problemas ambientais existentes no meio rural.

Em consonância com o pensamento de Polomo (2022, p.5) diz :

Um dos benefícios importantes de reutilizar a água é que reduz a demanda de água superficiais ou subterrânea disponíveis, também traz com o uso consciente uma economia considerável para toda a sociedade, além de economizar energia ela reduz os investimentos em infraestruturas e implementa melhorias nas indústrias.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa teve como objetivo trazer os benefícios causados ao meio ambiente através do reúso das águas pluviais. A água é o elemento mais utilizado pelos seres humanos em todos os setores existentes. Dessa forma, o reúso torna-se uma alternativa para a diminuição da utilização da água potável, para fins não potáveis.

Diante ao quadro histórico de crise hídrica que ocorre no Brasil, o reúso tornou-se uma estratégia fundamental para este problema. Trata-se de uma alternativa viável que através de sistema de captação em cisternas instaladas, exclusivamente, para o armazenamento e tratamento dessa água, diminui o uso e o desperdício de água potável, uma vez que em tempos de chuva constante, há um volume menor de água lançada nos bueiros, sendo direcionada aos rios diminuindo o número de enchentes nas cidades.

Esta é uma alternativa que vem ganhando espaço ao longo dos anos, mesmo sendo uma alternativa limitante, pois para o seu funcionamento é primordial a chuva, pois é através dela que acontece a captação da água para o reúso.

Portanto, a ideia proposta de se reutilizar a água da chuva para fins não potáveis é um assunto muito importante, pois as consequências dessa prática afetam positivamente o meio ambiente, gerando uma possibilidade de um mundo mais sustentável e com menos risco de escassez extrema da água potável.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **Manual de usos consuntivos da água no Brasil** / Agência Nacional de Águas. - Brasília: ANA, 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Regiões hidrográficas**. Brasília Ana 2022 disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/panorama-das-aguas/regioes-hidrograficas>. Acesso em: 23 de out 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2022**: Informe Anual. Brasília: ANA, 2023. Disponível em: [file:///C:/Users/Caio/Downloads/ConjunturaInforme_2022_PDF_Final_RevDIREC%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Caio/Downloads/ConjunturaInforme_2022_PDF_Final_RevDIREC%20(1).pdf). Acesso em: 17 de out. 2023.

ALMEIDA, Bruno Chaves de; MAURO, Giovanni Macedo; LUCA, Gustavo Machado de; FRANCO, Murilo Moreira; MAGALHÃES, Pablo Santos. **Projeto de reaproveitamento e utilização de água da chuva para fins não potáveis**. Centro Universitário UNA, 2021.

ARTICULAÇÃO SEMIÁRIDO BRASILEIRO – ASA; Disponível em: <https://www.asabrasil.org.br/>; Acesso em 30 out. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10844** – Instalações Prediais de Águas Pluviais. Rio de Janeiro (1989).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13.969/97** Tanques sépticos: unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos. Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: ABNT. (1997).

AUDITORIA CIDADE. 17 de junho 2022. **BREVE ESTUDO SOBRE O USO DE ÁGUA BRUTA NO BRASIL**. Disponível em: <https://auditoriacidada.org.br/conteudo/breve-estudo-sobre-o-uso-de-agua-bruta-no-brasil/>. Acesso em: 03 dez. 2023.

BARBOSA, L. D. A. (2021). SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: REUSO DA ÁGUA. **Revista Ibero-Americana De Humanidades, Ciências E Educação**, 7(7), 296–301. <https://doi.org/10.51891/rease.v7i7.1685>.

BEEKMAN, G. B. **Gerenciamento integrado dos recursos hídricos**. Brasília: IICA, 1999. . Disponível em: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/12152/BVE20098516p.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 20 out. 2023.

BEZERRA E SILVA, FC; LIMA, AJR; CASARIN, F.. (Org.) **Protocolo de monitoramento-Orçamento da Governança das Águas** . Observatório das Águas (OGA). Outubro, 2019.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução no 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=2747>. Acesso em 25 de out 23.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução no 430, de 13 de maio de 2011.** Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Disponível em <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=118583>. Acesso em 03 de dez 23.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005.** Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água, e dá outras providências. Disponível e <http://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-CNRH/Resolucao-CNRH%2054.pdf> Acesso em 25 de out de 2023

BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria nº 888/2021 , de 04 de maio de 2021** Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, 2021.

BRASIL. **Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA)** Gov,26 de maio. 2022. Disponível em :<https://www.gov.br/pt-br/orgaos/agencia-nacional-de-aguas> . Acessado em: 23 de out.2023

BUTTERWORTH, J. et al. **Finding practical approaches to Integrated Water Resources Management.** Water Alternatives, v.3, n.1, p.68-8, 2010.

CARDOSO, D. K. FERNANDES, L. V. O. FERNANDES, C. E., FERNANDES, L. I. F. DE A. & ARGÔLO, E. D. (2020). **Reutilização de água: uma alternativa para o desperdício e economia da água em residências** / Water reuse: an alternative to waste and saving water in homes. Brazilian Journal of Development, 6(5), 24566–24581. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n5-056>

CARVALHO, R. G. As bacias hidrográficas enquanto unidades de planejamento e zoneamento ambiental no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia, Presidente Prudente**, n. 36, Volume Especial, p. 26-43, 2014. Disponível em: https://revista.fct.unesp.br/index.php/cp_g/article/view/3172. Acesso em: 23 de out. 2023.

CASTRO, Cesar Nunes. **Gestão das águas: experiências internacional e brasileira.** IPEA .Brasília 2012

CETESB. **Reuso de Água.** Disponível em:<https://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/informacoes-basicas/8-2/reuso-de-agua/>; Acesso em 25 de out de 2023.

CHAGAS, Alexandre Rafael das; FONTENELE, Zilfran Varela. **A horta vertical como conteúdo de educação ambiental na educação básica.** IV Congresso Nacional de Educação CONEDU, João Pessoa-PB, 2017

COHEN, A.; DAVIDSON, S. **The Watershed Approach:** challenges, antecedents, and the transition from technical tool to governance Unit. Water Alternatives, v.4, n.1, p.1-14, 2011.

EMPRESA BRASIL DE COMUNICAÇÃO (EBC).Disponível em
:https://www.ebc.com.br/Acesso em: 03 nov.2023.

FIESP - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo ,2005 disponível em
UsoH2O.indb (windows.net) Acesso em 28 de out 2023.

GARCÍA-Montoya, M., SENGUPTA, D., Nápoles-RIVERA, F., PONCE-ORTEGA, J. M., & EL-HALWAGI, M. M. (2016). Environmental and economic analysis for the optimal reuse of water in a residential complex.**Journal of Cleaner Production**,130, 82-91

GRANZIERA, M. L. M. Qualidade da água: um enfoque jurídico e institucional do reúso indireto para fins potáveis. **Novos Estudos Jurídicos**, Itajaí- (SC), v. 24, n. 2, p. 453–482, 2019. DOI: 10.14210/nej. v24n2.p453-482. Disponível em:
https://periodicos.univali.br/index.php/nej/article/view/14960. Acesso em: 29 out. 2023.

GONÇALVES, Pamela Brenda Carvalho. **Avaliação de medidas de gerenciamento da demanda no sistema hídrico do descoberto e interligações com sistema Santa Maria/Torto**. 2018. 114f. Trabalho de Monografia (Obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Ambiental), Departamento Acadêmico de Construção Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em:https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-doterritorio/estrutura-territorial/15761-areas-dosmunicipios.html?=&t=o-que-e. Acessado em: 24 de out. 2023

JIMÉNEZ, A. et al. **Unpacking Water Governance**: a framework for practitioners. Water, v.12, n.827, 2020.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. 3. ed. Rio de janeiro: ELETROBRÁS/PROCEL, 2014. Disponível em:
http://labeee.ufsc.br/sites/default/files/apostilas/eficiencia_energetica_na_arquitetura.pdf. Acesso em: 04 nov. de 2023.

Lei nº 9.433/97. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Senado Federal, Brasília, DF. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 15 nov. 2023

LG AMBIENTAL Disponível em : https://lgambiental.com.br/noticias/estudo-da-ana-aponta-perspectiva-de-aumento-do-uso-de-agua-no-brasil-ate-2030/ .Acesso em : 15 nov.de 2023.

MARQUES, A.T.; BRITO, G.R. de; MUNIZ, T. **Sustentabilidade** - desafio 2 - água limpa. Programa de Pós-Graduação em Administração e Programa de PósGraduação em Economia FEA/PUC-SP, 2019.

MOURA, P. G., ARANHA, F. N., HANDAM, N. B., MARTIN, L. E., SALLES, M. J., CARVAJAL, E., JARDIM, R., SOTERO-MARTINS, A. (2020) **Água de reuso**: uma alternativa sustentável para o brasil. engenharia sanitária e ambiental, 25(6), 791-808.
https://doi.org/10.1590/S1413-4152202020180201

NEIS, Julia. **Captação de água da chuva e sustentabilidade**. Esferajr, 2020. Disponível em: Captação de água da chuva e sustentabilidade (esferajr.com). Acesso em: 15 , nov de 2023.

NUNES, Sheila Patrícia. **Sistema de aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis: Estudo de implantação em uma edificação residencial no município de São Paulo**. 2018. 93f. Trabalho de Monografia (Especialização em Construções Sustentáveis), Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Declaração Universal dos Direitos da Água**. Paris: ONU, 1992

PAHL-WOSTL, C. (2017). An evolutionary perspective on water governance: from understanding to transformation. **Water Resources Management**, 31(10), 2917-2932.

PAVÃO, Bianca Borges Medeiros; NASCIMENTO Elimar Pinheiros do. Water crisis as an analytical unit about the Brazilian's water regulation. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, [s. l.], v. 52, n. 0, 2019. DOI 10.5380/dma. v52i0.65212. Disponível em: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,uid&db=edsdoj&AN=edsdoj.316b24c88b2a43e98ced56543e6d06ac&lang=pt-br&site=eds-live>. Acesso em: 30 out. 2023.

PENA, Rodolfo F. Alves. Distribuição da água no Brasil; **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/distribuicao-agua-no-brasil.htm>. Acesso em 16 de outubro de 2023.

PETROBRÁS. **Recursos hídricos, Brasil**, 2020. Disponível em: <https://petrobras.com.br/pt/sociedade-e-meio-ambiente/meio-ambiente/recursos-hidricos/>. Acesso em: 29 de out. 2023.

PINHEL , A. S. *et al*. Projeto de aproveitamento água de Chuva nas escolas – A2C . Em: **Captação e manejo de água de chuva**, 6, 2007, Belo Horizonte. Simpósio. Belo Horizonte: Águas de Chuva: Pesquisas, Políticas e Desenvolvimento Sustentável, 2007.

POLOMO, Guilherme Henrique Santos; SOARES, João Pedro do Valle; RIOS, Lucas dos Santos; RIBEIRO, Marcos Vinicius; SILVA, *et al* **Reutilização de água pluvial para áreas comuns** 2022. 123p. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/27592> . Acesso em: 15 nov.2023.

PORTAL EMBRAPA. Contando Ciência na Web: **Reaproveitando a água da chuva**. Disponível: https://www.embrapa.br/contando-ciencia/agua/-/asset_publisher/EljjNRSeHvoC/content/vamos-reaproveitar-a-agua-da-chuva- Acesso em: 30 de out de 2023

RAMON, Diogo. **A importância do reuso de águas cinzas para fins residuários** 2017. 30f. Trabalho de Conclusão de Curso, ao curso de Engenharia Civil, Fundação Presidente Antonio-FUPAC Ubá 2017.

RIBEIRO, W. C.; SANTOS, C. L. S. dos; SILVA, L. P. B. da. Conflito pela água, entre a escassez e a abundância: Marcos teóricos. **AMBIENTES: Revista de Geografia e Ecologia Política**, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 11, 2019. DOI: 10.48075/amb. v1i2.23619. Disponível em: <https://saber.unioeste.br/index.php/ambientes/article/view/23619>. Acesso em: 25 out. 2023.

ROMANEL, C. JUNIOR, J. V. B. Sustentabilidade na indústria da construção: uma logística para reciclagem dos resíduos de pequenas obras. urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana** (Brazilian Journal of Urban Management), v. 5, n. 2, p. 27-37, jul./dez. 2013.

SILVA., F., L., FUSHITA., A., T., CUNHA-SANTINO, M.B., BIANCHINI Jr., I., VENEZIANI JÚNIOR Jr, J., C., T. Gestão de recursos hídricos e manejo de bacias hidrográficas no Brasil: elementos básicos, histórico e estratégias. 2021. 28f. **Revista Brasileira de Geografia**. 2021

SILVA JÚNIOR, O. do C. (2022). Benefícios do reuso de água pluvial em edificações residenciais / Benefits of rainwater reuse in residential buildings. **Brazilian Journal of Development**, 8(2), 15435–15456. <https://doi.org/10.34117/bjdv8n2-457>

SOTTO, D. *et al.* Sustentabilidade urbana: dimensões conceituais e instrumentos legais de implementação. **Estudos Avançados**, v.33, n.97, 2019.

TECNOLOGIA SOCIAL. 2011. **Cisterna Calçada Para Potencialização De Quintais Produtivos**. Disponível em: <https://transforma.fbb.org.br/tecnologia-social/cisterna-calçada-para-potencializacao-de-quintais-produtivos>. Acesso em: 03 dez. 2023.

TRATA BRASIL (2021). O Brasil perde mais água potável do que alguns países na América Latina e África. **Trata Brasil**, [s.d.]. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/brasil-perde-mais-agua-potavel-do-que-alguns-paises-na-america-latina-e-africa/>. Acesso em: 10 nov. 2023.