



**CENTRO UNIVERSITÁRIO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
UNIPAC BARBACENA
ENGENHARIA CIVIL**

**JEFFERSON JOSÉ MARTIN
RODRIGO DOS SANTOS CAMPOS**

CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL

**BARBACENA
2021**

**JEFFERSON JOSÉ MARTIN
RODRIGO DOS SANTOS CAMPOS**

CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia civil do Centro Universitário Presidente Antônio Carlos, de Barbacena como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Dra Suymara Toledo de Miranda.

**BARBACENA
2021**

RESUMO

Captação e aproveitamento da água pluvial é um sistema que visa poupar recursos hídricos, com objetivo de atenuar a demanda do consumo da água tratada fornecida pelo sistema convencional através das concessionárias de água. Dentre os inúmeros benefícios do aproveitamento da água da chuva, destaca-se a diminuição dos custos de produção de energia elétrica, controle de enchentes e consumo consciente para fim não potável, como apresentado no presente trabalho. Foi realizado um estudo para utilização de um conjunto tradicional composto por calhas e tubos que fazem a captação da água do telhado e a condução até reservatórios, onde ocorre a distribuição para fins não potáveis como em descargas, lavagens de carros e quintais, entre outras finalidades. Através deste estudo, percebeu-se a viabilidade e necessidade de sistemas de captação e reaproveitamento de água pluvial a fim de obter resultados positivos em torno da conscientização do uso de água potável, em meio a uma época em que a preocupação com a crise hídrica e energética vem à tona. Diante da importância do tema, faz-se necessário desenvolver projetos que beneficiam o meio ambiente e a sociedade, tanto no ponto de vista econômico quanto dos pontos de vista social e ambiental, proporcionando legado mais sustentável as próximas gerações. Este trabalho tem como objetivo, através de uma revisão bibliográfica, evidenciar os principais componentes para implantação de um projeto de aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis.

Palavras-Chave: Sustentabilidade. Chuva. Reservatório.

ABSTRACT

Capture and use of rainwater is a system that aims to save water resources, with the objective of alleviating the demand for the consumption of treated water heated by the conventional system through water concessionaires. Among the countless benefits of using rainwater, the reduction in electricity production costs, flood control and conscientious consumption for non-cleaning purposes stand out, as presented in this paper. A study was carried out for the use of a traditional set consisting of gutters and tubes that collect water from the roof and conduct it to reservoirs, where it is distributed for non-potable purposes, such as flushing, washing cars and backyards, among other purposes. Through this study, the viability and need for rainwater capture and reuse systems are necessary in order to obtain positive results around the awareness of the use of drinking water, in the midst of a time when the concern with the water crisis and energy comes out. Given the importance of the topic, it is necessary to develop projects that benefit the environment and society, both from an economic point of view and from a social and environmental point of view, providing a more sustainable legacy as the next generation. This work aims, through a literature review, highlighting the main components for the implementation of a project to use rainwater for non-drinking purposes.

Key-words: Sustainability, rain, reservoir.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição de água no mundo.	9
Figura 2: Consumo de água por atividade humana.....	12
Figura 3: Esquema de Funcionamento de um sistema de aproveitamento da água da chuva.....	18
Figura 4: Indicações para cálculos da área de contribuição.....	21
Figura 5: Ábaco para determinação de diâmetros de condutores verticais	23
Figura 6: Calhas e Condutores verticais	24
Figura 7: Condutores verticais.....	25
Figura 8: Componentes de um reservatório de armazenamento.....	27
Figura 9: Bandeira tarifária.....	30
Figura 10: Valores das bandeiras tarifárias.....	31

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Produção hídrica do mundo por continente	10
Quadro 2 – Produção hídrica da superfície da América do Sul.....	10
Quadro 3 – Disponibilidade hídrica no Brasil por regiões	111
Quadro 4 – Regiões do Brasil com áreas em km ² e população.....	111
Quadro 5 - Parâmetros mínimos de qualidade para usos não potáveis supridas por água de chuva.....	155
Quadro 6: Chuvas intensas no Brasil para duração de 5 minutos de algumas cidades. .	29
Quadro 7: Estimativas de demanda residencial de água potável.....	29
Quadro 8: Utilização da água em uma residência.....	29

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. DESENVOLVIMENTO	9
2.1 Água e sua distribuição no Brasil e no mundo	9
2.2 Construções sustentáveis	13
2.3 Aproveitamento das águas pluviais	14
2.4 Qualidade da água das chuvas	15
2.5 Sistema de aproveitamento de água da chuva	17
2.5.1 Captação	17
2.5.2 Cálculo da intensidade e precipitação pluviométrica	19
2.5.3 Cálculo da vazão de projeto	20
2.5.4 Dimensionamento de calhas, condutores verticais e horizontais	22
2.5.5 Dimensionamentos de Reservatório	25
2.5.4.1 Método de Rippl	26
2.5.6 Componentes do reservatório de armazenamento	27
2.5.7 Sistemas elevatórios	28
2.5.8 Consumo de água residencial	28
2.6 Impactos ambientais e econômicos	30
3. CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS	34

1. INTRODUÇÃO

A água é uma substância líquida e insípida e é encontrada, em sua maior parte, em rios, oceanos, geleiras, calotas polares e abaixo do solo. É um recurso natural fundamental para o planeta, uma vez que foi através dela que surgiram as primeiras formas de vida e, então, originaram-se as formas terrestres, as quais somente alcançaram a sobrevivência à medida em que puderam desenvolver mecanismos fisiológicos que lhes permitiram retirar água do meio e retê-la em seus próprios organismos. A evolução dos seres vivos sempre foi dependente da água.

A privação dos corpos d'água é alarmante, visto que o que ainda existe de água doce disponível é uma pequena parcela quando considerada a demanda. Este trabalho faz-se necessário devido à recorrente crise hídrica que causa desabastecimento de água nos reservatórios e conseqüentemente acarreta bandeiras tarifárias mais caras, tanto para água quanto para energia elétrica, além de tratar-se de um dos recursos naturais mais valiosos do planeta e fonte de vida para a humanidade.

A captação da água da chuva traz algum retorno a quem adere a esse sistema, como, por exemplo, a economia financeira propiciada e a redução no consumo de água potável. Além disso, é importante também realçar outros benefícios que essa prática traz que são a melhor valorização do imóvel, sustentabilidade e auxílio na redução de enchentes, permitindo, assim, conscientizar os projetistas e consumidores sobre a importância da sustentabilidade de forma que as próximas gerações não sofram com desabastecimento de água, uma vez que, com o aumento da população e poluição, as fontes de água para abastecimento estão cada vez mais escassas.

2. DESENVOLVIMENTO

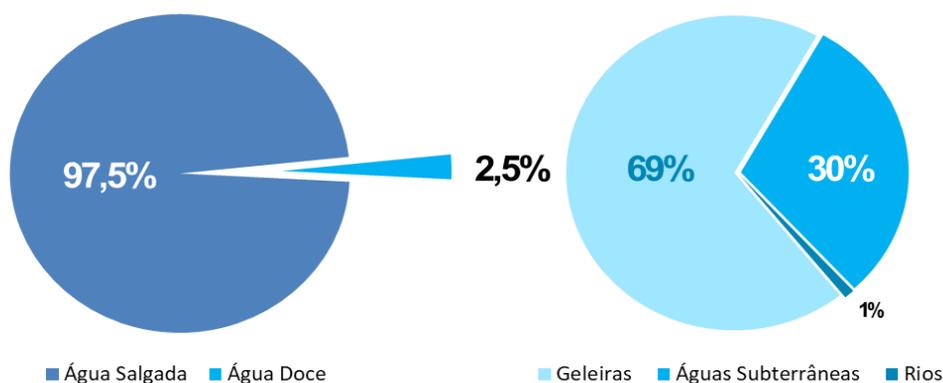
2.1 Água e sua distribuição no Brasil e no mundo

A água é um importante elemento para a vida humana. Segundo Francisco (2020, p.9), “a água é um recurso essencial a todos os seres vivos, responsável pela maioria das reações químicas e processos no nosso corpo, como regulação de temperatura e transporte de substâncias”.

A água é um bem imprescindível à vida do ser humano, porém, se não estiver em boas condições de consumo, potável, pode se tornar um risco à saúde. Existem diversas doenças que podem ser causadas a partir da falta de acesso à água de qualidade. Tais doenças podem ocasionar diversos desconfortos, desde os gastrointestinais até casos que podem levar a óbito, sendo estes, na maioria das vezes, infantis (DUARTE; BARATELLA; PAIVA, 2015).

“Estima-se que 97,5% da água existente no mundo é salgada e não é adequada ao nosso consumo direto nem à irrigação da plantação. Dos 2,5% de água doce, a maior parte (69%) é de difícil acesso, pois está concentrada nas geleiras, 30% são águas VI Seminário Científico do UNIFACIG – 12 e 13 de novembro de 2020 V Jornada de Iniciação Científica do UNIFACIG – 12 e 13 de novembro de 2020 3 subterrâneas (armazenadas em aquíferos) e 1% encontra-se nos rios” (ANA, 2019 s/p).

Figura 1: Distribuição de água no mundo.



Fonte: LOCHER, Rodolfo. (2021)

Caso a taxa de crescimento da população mundial se mantenha em 1,6% ao ano, e o consumo per capita se mantiver, levando-se em conta que a água está envolvida nas principais atividades dos seres humanos, o planeta terá água por cinquenta anos garantidos e a partir de então a demanda será maior que a oferta (LIMA, 2010).

De toda água doce disponível no Planeta Terra, o território Sul-Americano detém 23,1%, a segunda região do mundo com maior vazão média, perdendo somente para a Ásia com 31,6%, conforme apresentado no QUADRO 1.

Quadro 1 – Produção hídrica do mundo por continente

Regiões do mundo	Vazão média (m³/s)	Porcentagem
Ásia	458.000	31,6%
América do Sul	334.000	23,1%
América do Norte	260.000	18%
África	145.000	10%
Europa	102.000	7%
Antártida	73.000	5%
Oceania	65.000	4,5%
Austrália e Tasmânia	11.000	0,8%
Total	1.448.000	100%

Fonte: Tomaz, 2005, p.20.

Na América do Sul, no que diz respeito à produção hídrica, o Brasil apresenta vazão média de 177.900 m³/s (53,3%), enquanto o restante do território apresenta apenas a vazão média de 156.100 m³/s (46,7%) (QUADRO 2). Em relação ao mundo, o Brasil tem 12% da produção hídrica de superfície, no entanto essa disponibilidade hídrica é distribuída de forma desigual em todo país (QUADRO 3) (TOMAZ, 2005).

Quadro 2 – Produção hídrica da superfície da América do Sul

América do Sul	Vazão média (m³/s)	Porcentagem
Brasil	177.900	53,3%
Outros países	156.100	46,7%
Total	334.000	100%

Fonte: Tomaz, 2005, p.21.

Quadro 3 – Disponibilidade hídrica no Brasil por regiões

Regiões do Brasil	Vazão (km³/ano)	Porcentagem
Norte	3.845,5	68,5%
Nordeste	186,2	3,3%
Sudeste	334,2	6%
Sul	365,4	6,5%
Centro-Oeste	878,7	15,7%
Total	5.610,0	100%

Fonte: Tomaz, 2005, p.21.

No QUADRO 4 é apresentada a área em km² e a população do Brasil, no ano 2010, segundo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (IBGE 2010).

Quadro 4 – Regiões do Brasil com áreas em km² e população

Regiões do Brasil	Área (km²)	População 2010	Porcentagem da população
Norte	3.869.637	15.864.454	8,3%
Nordeste	1.561.177	53.081.950	27,8%
Sudeste	927.286	80.364.410	42,1%
Sul	577.214	27.386.891	14,4%
Centro-Oeste	1.612.077	14.058.094	7,4%
Total	8.547.391	190.755.799	100%

Fonte: IBGE, 2010.

Analisando os QUADRO 3 e 4, nota-se que a região Norte detém 68,5% da água de todo o país, enquanto sua população representa apenas 8,3% da população do país. Há, portanto, um desequilíbrio entre oferta e demanda. O Sudeste, que possui maior população, é, por exemplo, uma região em que o problema do desperdício de água é acentuado pela poluição dos rios, em consequência da atividade industrial, utilização dos insumos agrícolas, poluentes e despejos urbanos (TOMAZ, 2005).

São diversos os fatores que contribuem para a falta de água. Destaca-se as irregularidades das precipitações, a poluição e a erosão de nascentes, a dissipação, o desmatamento, entre outros. O uso doméstico consome grande parte dos recursos hídricos, apesar de tal fator não ser o maior em uso: este, no caso, é a agricultura (FERREIRA 2014).

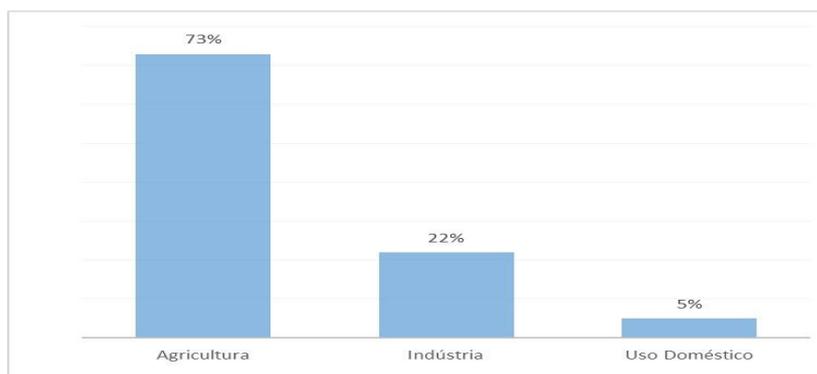
A agricultura brasileira é vista como a atividade humana que mais consome água potável e, somada à pecuária e à siderúrgica, transforma o país em um grande exportador de água, com quase 95% das exportações brasileiras assentadas sobre atividades econômicas que dependem do recurso natural. Os dados apresentados por Martins (2003) clarificam esta informação: a produção de um quilo de frango requer 20 litros de água; cada tonelada de aço produzida consome 2.000 de litros de água. O autor afirma ainda que

um quilo de carne corresponde a 18.000 litros de água que foram fornecidos direta ou indiretamente ao animal que lhe deu origem até a carne estar pronta para o consumo. A produção de uma tonelada de milho requer 1,6 milhão de litros de água, assim como 2,4 milhões de litros para uma tonelada de borracha sintética e 1,3 milhão para uma tonelada de alumínio (MARTINS, 2003, p 87).

Assim, ao mesmo tempo em que a agricultura consome 73% da água disponível no planeta, atendendo às necessidades de irrigação, a indústria consome 22% do total e, o uso doméstico apenas 5%. (GEO MUNDI, 2007, p 23).

Luna (2007) complementa que todas as atividades econômicas ocorrem a partir do envolvimento com a água, o que coloca o recurso natural em condição de mercadoria, sujeita à disponibilidade ou escassez.

Figura 2: Consumo de água por atividade humana



Fonte: Autores, (2021).

Outro problema facilmente encontrado em diversos casos é a má qualidade da água. As atividades humanas causam poluição e contaminam as nascentes. Desse modo, apesar de existir água disponível, pode ocorrer de ela não ser própria para consumo. Estima-se que 20% da população mundial não tenham acesso a água potável e segundo a

Organização Mundial da Saúde (2017) todos os anos morrem 361 mil crianças em função da falta de água própria para o consumo.

Segundo Sousa (2014), a qualidade da água é aspecto indispensável, em especial, para fins como o abastecimento humano. Tal uso sofre restrições significativas em função de prejuízos nas fontes de água, provenientes das ações naturais e também antrópicas, as quais alteram os aspectos de qualidade e quantidade de água disponível. Para que a água possa ser consumida sem oferecer danos à saúde da população, é necessário 13rotege-la dos constantes riscos de contaminação, físicos, químicos e também biológicos.

É importante implementar novas técnicas e tecnologias referentes ao uso consciente da água, além de preservar e cultivar a ideia de sustentabilidade e seu uso consciente.

As medidas referentes ao uso racional da água são evoluções obtidas a partir da implantação de novas teorias e tecnologias que resultem em uma mudança de comportamento da sociedade, promovendo um uso sustentável da água. Já os incentivos são feitos por meio de campanhas, informações, educação pública, tarifas e regras que motivem os usuários a adotar medidas conscientes. (Montibeller & Schmidt, 2004 *apud* Marinoski, 2007, p.10).

2.2 Construções sustentáveis

Através de uma análise do cenário atual, é cada vez mais importante proteger os recursos hídricos. Carli, De Conto, Beal e Pessin (2013, p. 145) afirmam que “as ações de conservação surgem como alternativas potenciais para promover o uso sustentável da água”.

A crise hídrica que o país enfrenta tem piorado por causa da cultura de desperdício da água potável. Eckert, Corcini Neto e Boff (2015, p. 110) afirmam que “historicamente, países como o Brasil, por causa do atraso em aspectos tecnológicos, educacionais e sociais, além de um elevado grau de pobreza, dão prioridade para o crescimento econômico, sem preocupações efetivas com o meio ambiente”.

A conceituação de sustentabilidade não é definida pelo fato de se consumir em maior ou menor escala. Parte do pressuposto que se deve causar aos consumidores a ideia de que cada uma de suas escolhas gera consequências e, desse modo, motivá-los a incorporar hábitos de consumos menos lesivos (PEIXOTO; PEREIRA, 2013).

Por sua vez, Seeger, Sari e Paiva (2007) afirmam que, nos dias atuais, diante da crescente preocupação com o meio ambiente e também com o uso consciente da água, o uso de água tratada para alguns fins menos nobres tornou-se inviável e, tal fato tem

impulsionado o uso de sistemas de aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis.

A cada instante, tecnologias e inovações em diversos campos estão sendo desenvolvidas. Conciliar tais descobertas a um pensamento ecologicamente correto torna possível, além de usufruir dos recursos, preservá-los. Segundo Ferreira (2014, p. 4), a utilização de maneira mais racional dos recursos hídricos, particularmente no que diz respeito ao seguimento habitacional, com a captação de água potável de formas diferentes da tradicional, além do reuso dessas mesmas águas para finalidades menos nobres é um grande exemplo da contribuição positiva que tal desenvolvimento pode proporcionar.

A forma mais simples de coleta é a captação e aproveitamento da água das chuvas que cai nos telhados. Ela é escoada por meio de condutores verticais e horizontais (calhas) até um reservatório, chamado de cisterna (FERNANDES; MEDEIROS NETO; MATTOS, 2007).

2.3 Aproveitamento das águas pluviais

Ferreira (2014) afirma que resultam inúmeros benefícios de um sistema de aproveitamento de água da chuva, como a contenção de enchentes e da erosão, além da redução do consumo de água potável. Nesse sentido, o autor destaca que

(...) no que se refere à indústria da construção civil, o estudo e o consequente desenvolvimento de tecnologias e técnicas construtivas que levem a uma maior sustentabilidade, minimizando os impactos causados ao meio ambiente, justifica-se e assume importância vital para o desenvolvimento de uma nova concepção de cidade sustentável. (FERREIRA, 2014, p. 4).

A água da chuva pode ser reaproveitada para os mais diversos tipos de usos em que cada um vai exigir um determinado grau de tratamento diferente. O enfoque deste trabalho está em fins de uso não potável. Seu tratamento precisa de um processo mais simples que não gera custos ao sistema, o que facilita a implantação do sistema de aproveitamento de águas pluviais (ADAM, 2001).

Os sistemas de aproveitamento de águas pluviais (SAAPs) são geralmente adequados para qualquer tipo de edificação, podendo ser implantados desde a concepção dos projetos ou depois da construção das edificações (BAPTISTA; NASCIMENTO; BARRAUD, 2015).

O uso destes sistemas além de proporcionar o aumento da oferta de água para as edificações reduzindo o consumo de água potável se apresenta como uma boa alternativa no combate às enchentes, funcionando como uma medida não estrutural no sistema de drenagem urbana. Existem, portanto, dois motivos para a utilização de água de chuva em áreas urbanas: a redução do consumo de água potável e a melhor distribuição da carga de águas pluviais imposta ao sistema de drenagem urbana. A principal desvantagem é a diminuição do volume de água coletado em períodos de estiagem (CALHEIROS, 2014).

2.4 Qualidade da água das chuvas

A qualidade da água coletada e também seu destino final são os fatores importantes para definir o tipo e, ainda, a necessidade do tratamento das águas pluviais. Segundo Adam (2001), a qualidade da água irá variar de acordo com as atividades de sua utilização. A água potável serve para beber, cozinhar, lavar louças, realizar a higiene pessoal, entre outros; a água não potável serve para limpar ambientes e carros, lavar roupas, irrigar jardins, bacia sanitária, limpeza de calçadas, extintores de incêndio, entre outros.

Segundo a NBR 15527/2019 – “Aproveitamento de Água Da Chuva de Coberturas Para Fins Não Potáveis”,

o padrão de qualidade de água de chuva contempla todos os usos não potáveis estabelecidos na norma, exceto uso em sistemas de resfriamento. Assim como no caso da norma ABNT NBR 16.783:2019, nesse caso o padrão de qualidade deve ser estabelecido pelo fabricante, pelo responsável pela colocação do produto no mercado nacional ou por profissional habilitado. (NBR 15527/2019) (sic).

No QUADRO 5 é possível observar os parâmetros mínimos de qualidade para usos não potáveis supridas por água de chuva.

Quadro 5: Parâmetros mínimos de qualidade para usos não potáveis supridas por água de chuva

PARÂMETRO	VALOR
<i>Escherichia coli</i>	<200nmp/100mL
Turbidez	<5,0uT
pH	6,0 a 9,0

Fonte: NBR 15527:2019

A avaliação quantitativa de coliformes (*E.coli*) não deve ultrapassar 200 organismos a cada 100 ml de água. A análise deste requisito pode ser feita através da detecção da presença de organismos. Se constatado ausência na amostra o requisito está atendido. Para a turbidez, deve-se considerar 5 uT (unidades de Turbidez) para todas as amostras, visto que a alta densidade de matérias no líquido diminui sua transparência e tornaria a água imprópria para o reuso. O PH ideal está dentro de 6,0 a 9,0, sendo considerado neutro a levemente alcalino, garantindo a proteção das redes de distribuição.

Segundo Ferreira (2014), para uma eficaz inspeção de qualidade da água de chuva para consumo não potável, é importante ressaltar que todos os parâmetros devem ser analisados de maneira periódica e com frequência mínima semestral. As amostras devem ser coletadas na saída do reservatório de distribuição ou, ainda, na ausência após o tratamento.

Ainda segundo Ferreira (2014), a partir do momento em que for constatada a contaminação da água do sistema de aproveitamento de água da chuva, é necessário seguir alguns passos: suspender de modo temporário a utilização da água e repetir a análise de maneira a confirmar ou não a contaminação. Ao confirmar a contaminação, é necessário determinar e eliminar a sua causa e implementar procedimentos a fim de restaurar as condições de preservação da qualidade requerida na água.

Preocupada com tal fato, a Agência Nacional de Águas (ANA, 2019) criou normas que os sistemas de coleta e aproveitamento da água das chuvas devem seguir para promover o uso seguro da água não potável, através do Informe Anual “Conjuntura – Recursos Hídricos do Brasil – 2019” que

É a referência para o acompanhamento sistemático da situação dos recursos hídricos no país, através de um conjunto de indicadores e estatísticas sobre a água, seus usos e sua gestão. Além disso, é uma fonte estruturada de dados e informações disponibilizada a toda a sociedade brasileira. Ao longo dos anos, o relatório tem subsidiado diferentes ações governamentais, tais como o sistema de contas econômicas ambientais da água, o monitoramento do plano plurianual do governo federal e o cálculo de indicadores do objetivo de desenvolvimento sustentável 6 (ods 6): água e saneamento. Apóia também outras ações de instituições não governamentais. (ANA,2019, p.1)

Entre tais ações estão (a) a recomendação de pintar de cor diferenciada as linhas de coleta e de distribuição das águas pluviais, (b) a discriminação das conexões e sistemas de roscas com o objetivo de impedir que aconteça a conexão cruzada ao sistema de distribuição de água potável e (c) a manutenção de placas sinalizadoras perto das torneiras com a informação de “água não potável” (ADAM, 2001).

“As concentrações de poluentes, e outras impurezas nas águas pluviais são maiores nos primeiros milímetros da chuva, assim recomenda-se principalmente a filtração simples, e um procedimento que é denominado de autolimpeza da água da chuva” (OLIVEIRA; CHRISTMANN; PIEREZAN, 2014, p. 7-8).

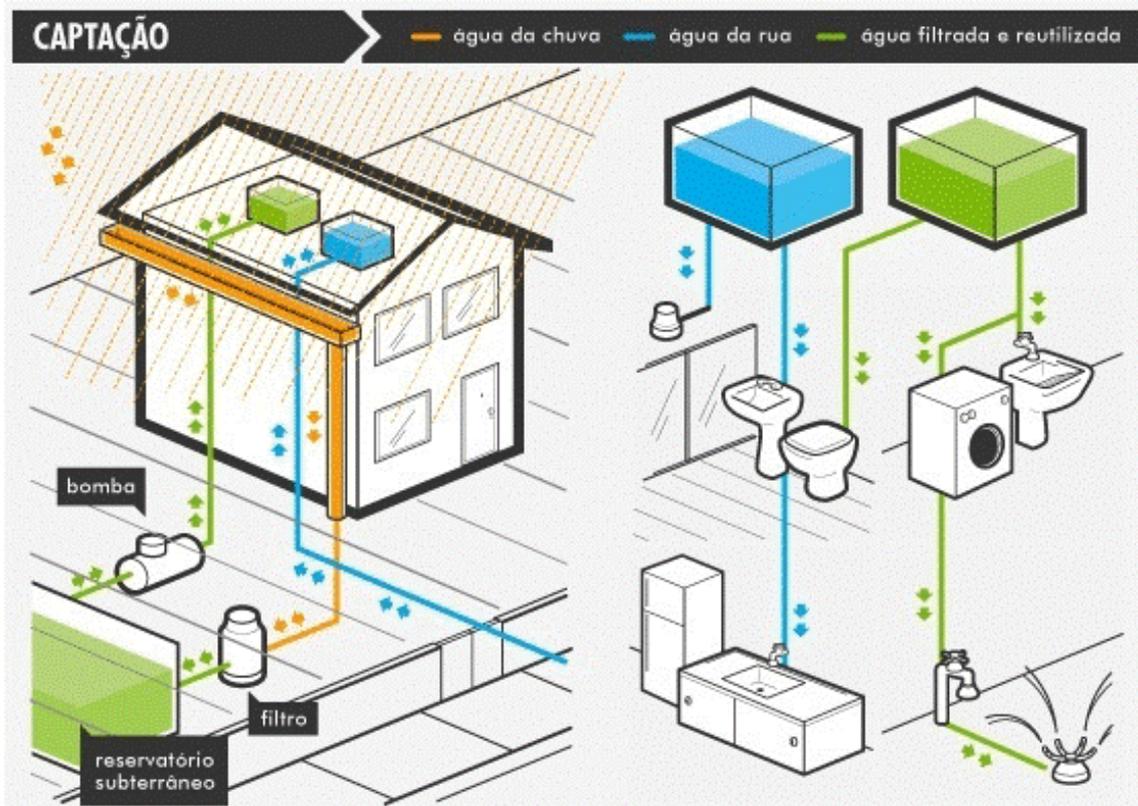
Tal procedimento é de suma importância, visto que os primeiros milímetros de água possuem contaminantes, como concentrações de matéria orgânica e também sólidos dissolvidos, depositados pelo vento, pássaros ou insetos. Desse modo, existe um reservatório vazio que acolhe a água quando a chuva se inicia até atingir determinado nível e, apenas após tal fato, é que a água da chuva passa a escoar para o reservatório final (OLIVEIRA; CHRISTMANN; PIEREZAN, 2014; CAVALEIRO, 2014).

2.5 Sistema de aproveitamento de água da chuva

2.5.1 Captação

Para que ocorra o aproveitamento da água de chuva para fins não potáveis, existe um conjunto de elementos cujo objetivo é a captação e o armazenamento da água da chuva para uso futuro. Tal aproveitamento acontece basicamente pela área de impermeabilização, calhas e condutores verticais, filtro autolimpante, reservatório de descarte e reservatório para armazenagem e também o tratamento da água (FIG.3).

Figura 3: Esquema de Funcionamento de um sistema de aproveitamento da água da chuva.



Fonte: FORTE (2010)¹

A água de chuva captada pode ser utilizada no comércio e nas edificações residenciais para usos não potáveis, tais como descargas de bacias sanitárias, irrigação de jardins, lavagem de automóveis, lavagem de pisos, bem como em diversos processos industriais, e na composição do concreto na construção civil. Esta limitação deve-se à dificuldade de controle dos diversos fatores ambientais que levam a contaminação da água ao entrar em contato com as coberturas (May, 2004).

¹ FORTE... - Veja mais em <https://mulher.uol.com.br/casa-e-decoracao/colunas/fernando-forde-e-rodrigo-marcondes-ferraz/2010/08/13/como-e-o-sistema-para-aproveitar-agua-da-chuva.htm?cmpid=copiaecola>

2.5.2 Cálculo da intensidade e precipitação pluviométrica

Segundo a ABNT: NBR 10884/1989, a determinação da intensidade pluviométrica “I” para fins de projeto deve ocorrer por meio da fixação de valores adequados para a duração de precipitação e o período de retorno. Tomam-se como base dados pluviométricos locais. A NBR 10844/1989 estabelece o seguinte:

- a. Duração da precipitação: deve ser fixada em 5 minutos.
- b. Período de retorno (Número médio de anos em que, para a mesma Duração de precipitação, uma determinada intensidade pluviométrica é igualada ou ultrapassada apenas uma vez): deve ser fixado segundo as características da área a ser drenada, obedecendo:
 - c. T = 1 ano, para áreas pavimentadas, onde empoçamentos possam ser tolerados;
 - d. T = 5 anos, para coberturas e/ou terraços;
 - e. T = 25 anos, para coberturas e áreas onde empoçamento ou extravasamento não possa ser tolerado.

Então, a equação 1 relaciona intensidade, duração e ainda, frequência da chuva, para diferentes localidades:

$$I = \frac{k_x T^a}{(t+b)^c}$$

(Equação 1)

Nela, os parâmetros K, a, b e c variam de acordo com a localidade e podem ser obtidos por meio do software Pluvio.net 2.1, desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa – UFV. A NBR 10844/1989 ressalta que para construções de até 100m² de área de projeção horizontal, salvo casos especiais, pode-se adotar I igual a 150mm/h.

No QUADRO 6 estão representados, segundo a NBR 10844/1989, as chuvas intensas no Brasil para duração de 5 minutos de algumas cidades:

Quadro 6: Chuvas intensas no Brasil para duração de 5 minutos de algumas cidades

Local	Intensidade pluviométrica		
	Período de retorno (anos)		
	1	5	25
Barbacena	156	222	265
Belém	138	157	185
Belo Horizonte	132	222	230
Florianópolis	114	120	144
Fortaleza	120	156	180
Goiânia	120	178	192
João Pessoa	115	140	163
Maceió	102	122	174
Manaus	138	180	198
Niterói	130	183	150
Porto Alegre	118	146	167
Rio de Janeiro	122	167	227

Fonte: ABNT: NBR 10844/1989

2.5.3 Cálculo da vazão de projeto

Para o cálculo da vazão utiliza-se a Equação 2 conforme sugerido pela NBR 10844/89:

$$Q = \frac{I \cdot A}{60}$$

(Equação 2)

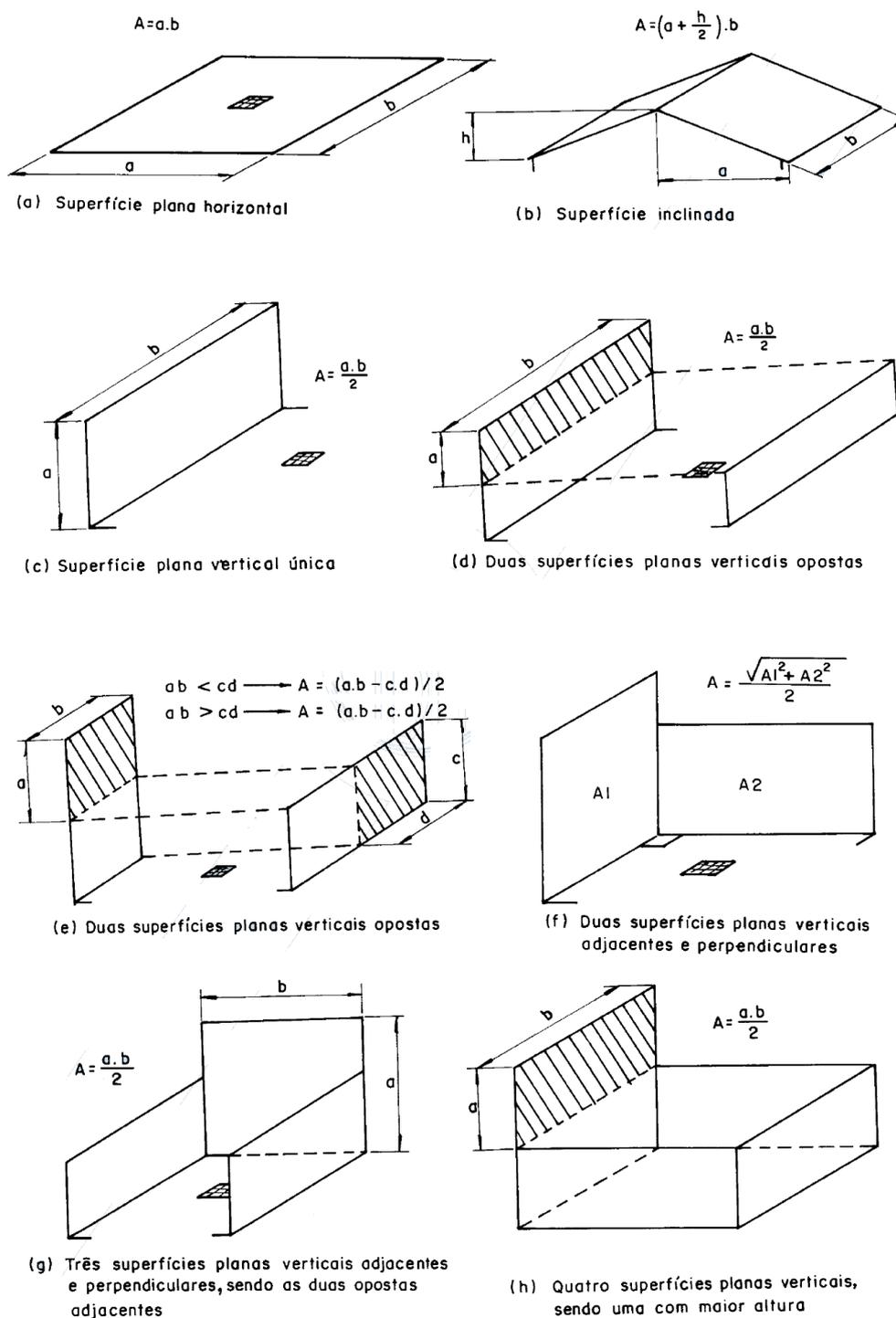
Sendo:

Q = Vazão de projeto (litros /min)

I = Intensidade pluviométrica (mm /h)

A = Área de contribuição (m²): Soma das áreas das superfícies que, interceptando chuva, conduzem as águas para determinado ponto da instalação.

Figura 4: Indicações para cálculos da área de contribuição



Fonte: ABNT: NBR 10844/1989

2.5.4 Dimensionamento de calhas, condutores verticais e horizontais

Segundo a ABNT: NBR 10884/89, a disposição das calhas pode ser feita através da fórmula de Manning-Strickler, indicada na Equação 3 a seguir, ou de qualquer outra fórmula equivalente:

$$Q = 60.000 \times \left(\frac{A}{n}\right) \times R_H^{2/3} \times S^{1/2}$$

(Equação 3)

Em que:

K=60.000 = constante para transformação de m³/s para L/min

Q = vazão do projeto (L/min)

A = área da seção molhada (m²)

P = Perímetro molhado (m)

RH = A/P = raio hidráulico (m)

n = coeficiente de Manning

S = declividade (m/m)

Ainda de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT em sua NBR 10844, “a inclinação das calhas de beiral e platibanda deve ser uniforme, com valor mínimo de 0,5%.” (ABNT, 1989, p.6).

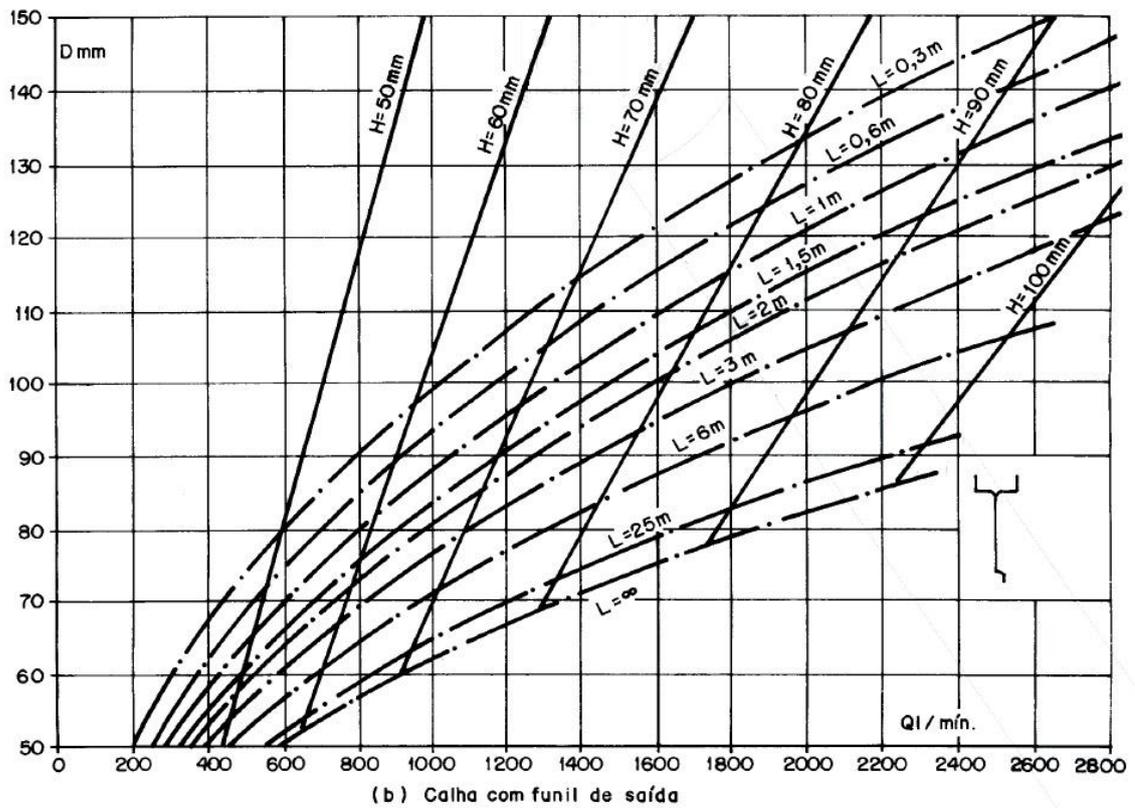
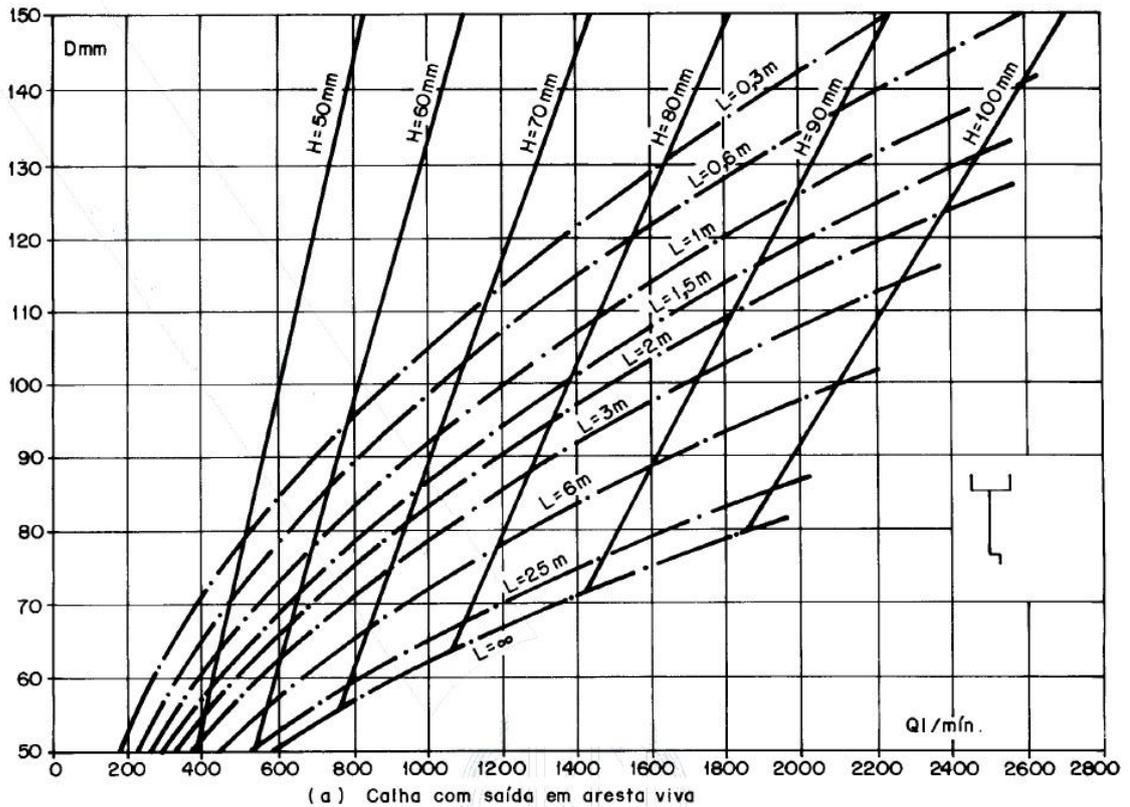
Segundo a NBR 10844, tem-se que “Condutor vertical Tubulação vertical é destinada a recolher águas de calhas, coberturas, terraços e similares e conduzi-las até a parte inferior do edifício” (NBR 10844, 1989, p. 2).

O dimensionamento dos condutores verticais não acontece de modo direto, visto que seu escoamento pode ser livre e/ou forçado, a depender das condições de entrada e saída da água na canalização (VIANA, 2019).

Dessa maneira, a NBR 10844/1989 sugere ábacos que proporcionam o dimensionamento destas tubulações (FIG. 2). Tais ábacos foram construídos para tubos rugosos e permitem seu dimensionamento, uma vez que sejam identificadas as seguintes condições:

- Vazão de dimensionamento (Q), em L/min;
- Altura da Lâmina de água na Calha (H), em mm;
- Comprimento do condutor vertical (L); em m.

Figura 5: Ábaco para determinação de diâmetros de condutores verticais



Fonte: NBR 10844 (ABNT, 1989).

A NBR 10844 recomenda ainda que o diâmetro mínimo adotado seja de 70mm e, os condutores sejam de maneira preferencial projetados em uma única prumada. Quando isso não é possível, deve-se utilizar curvas de 45° ou 90° e projetar pontos de inspeção.

Nas FIG 3 e 4 é possível observar a implementação das calhas e condutos verticais, em um sistema de captação de água de chuva.

Figura 6: Calhas e Condutores verticais



Fonte: Acervo dos autores, (2021).

Figura 7: Condutores verticais



Fonte: Acervo dos autores, (2021).

Já os condutores horizontais devem, tal como as calhas, ser projetados como condutos livres. Desta maneira, seu dimensionamento também acontece pela Equação 3. É necessário adotar uma declividade mínima de 0,5% para estas tubulações e quando se tratar de tubos circulares, a lâmina de água não deve ultrapassar $2/3$ do diâmetro adotado.

2.5.5 Dimensionamentos de Reservatório

Nos sistemas de captação de água de chuva, o reservatório é um dos acessórios com maior importância e maior valor agregado, principalmente pelo fato de possuir um dimensionamento criterioso. Visto que existem vários métodos de dimensionamento do

reservatório de armazenamento, cabe ao projetista/empreendedor avaliar o mais adequado para sua realidade.

Atualmente, no Brasil, a captação e a utilização de águas pluviais são regulamentadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) por meio da norma NBR 15527/07 (ABNT, 2007). Esse documento sugere seis métodos de dimensionamento de reservatório de água pluvial que são alvo de uma análise mais aprofundada na sequência deste trabalho.

O primeiro método descrito nessa norma técnica é o Rippl, procedimento de regularização de vazões que define a capacidade do reservatório para um dado consumo. Ele foi concebido a fim de conferir 100% de garantia ao abastecimento. Desta forma, sua utilização acarreta reservatórios com grandes volumes (MIERZWA et al., 2007; AMORIM & PEREIRA, 2008).

2.5.5.1 Método de Rippl

Segundo Thomaz (2003), no método de Rippl, utilizam-se séries históricas de precipitações, e estas são transformadas em vazões que alimentam o reservatório em cada mês, uma vez que Thomaz aponta que, de forma a facilitar o cálculo, é comum se formularem séries sintéticas, ou seja, elaboradas a partir de uma série histórica de precipitação, que pode ser em base diária ou mensal.

$$S(t) = D(t) - Q(t)$$

(Equação 4)

Em que:

$$Q(t) = C \times P(t) \times A$$

Onde:

S(t) é o volume de água no reservatório no tempo t;

Q(t) é o volume de chuva aproveitável no tempo t;

D(t) é a demanda ou consumo no tempo t;

P(t) é a precipitação no tempo t;

C é o coeficiente de escoamento superficial.

Por fim, a capacidade do reservatório de água pluvial recomendada, é dado por:

$$V = \sum S(t), \text{ somente para valores } S(t) > 0$$

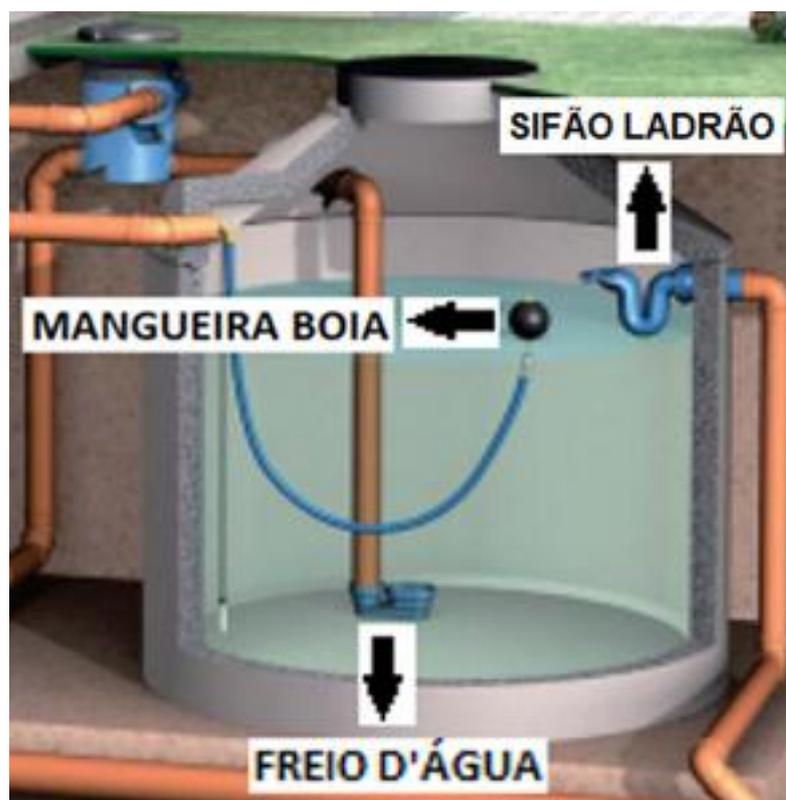
Sendo que: $\sum D(t) < \sum Q(t)$

2.5.6 Componentes do reservatório de armazenamento

Segundo Azevedo Neto (1998), o reservatório de água deve possuir diversos dispositivos com o intuito de aumentar seu armazenamento e também preservar sua qualidade, a fim de impedir que alguns animais e insetos percorram seu interior. Os dispositivos são:

- a) Freio d'água: oxigena a água, ajuda na decantação, minimiza a turbulência, dificulta a ressuspensão de sólidos e o arraste de materiais flutuantes;
- b) Sifão-ladrão: previne a entrada de animais e insetos dentro do reservatório, além de eliminar todas as impurezas na água (NBR15527, ABNT,2007);
- c) Mangueira boia: coleta a água de melhor qualidade sem que os sedimentos do fundo ou da superfície sejam puxados. É recomendado que essa retirada seja feita 15cm abaixo da lâmina d'água (NBR15527, ABNT,2007)

Figura 8: Componentes do reservatório de armazenamento



Fonte: Adaptado de Ecosoli (2021).

2.5.7 *Sistemas elevatórios*

Segundo Azevedo Netto (1998), os sistemas elevatórios nada mais são do que sistemas hidráulicos em pressão que, com o uso de uma bomba hidráulica, eleva a linha de energia. A carga hidráulica do fluido é potencializada por meio da bomba, que transforma a energia elétrica em energia mecânica. Um sistema elevatório de água, geralmente, é composto por três partes:

- a) Sucção: é feita por meio de canos que ligam o reservatório inferior à bomba juntamente com as conexões e todos os outros acessórios;
- b) Conjunto Elevatório: é feito através de uma ou mais bombas;
- c) Recalque: que é feito pelos canos que ligam a bomba até o reservatório superior.

2.5.8 *Consumo de água residencial*

A água de chuva é um recurso hídrico com quantidade que pode atender a diversas demandas e funções. A chuva pode ser a fonte mais viável de água em alguns locais, enquanto que em outros, pode ser utilizada como recurso complementar de abastecimento não potável (FERREIRA, 2014).

Segundo a NBR 15527 (ABNT, 2007), a água da chuva pode ser utilizada apenas para fins não potáveis, como por exemplo, rega de jardim, descarga de bacias sanitárias, limpeza de ruas e calçadas, lavagem de veículos, espelhos d'água, irrigação e usos industriais.

A água é utilizada em diversas atividades diárias de uma residência e uma grande parcela de seu uso é destinada a fins não potáveis, quantidade que pode ser substituída por água de chuva sem causar danos aos usuários.

No QUADRO 7, estão os parâmetros que podem ser utilizados como base para calcular a demanda residencial de água potável.

Quadro 7: Estimativas de demanda residencial de água potável.

Usos de água	Unidades	Valores
Descarga na bacia	descarga/pessoa/dia	3
Volume de descarga	litros/descarga	9
Frequência de banho	banho/pessoa/dia	1
Duração de banho	minutos	7,3
Vazão dos chuveiros	litros/segundo	0,15
Máquina de lavar roupa	carga/pessoa/dia	0,37
Volume de água (maq. Lavar roupa)	litros/ciclo	108
Vazão da torneira (cozinha)	litros/segundo	0,15
Torneira de banheiro	minutos/pessoa/dia	4
Vazão da torneira (Banheiro)	litros/segundo	0,15
Gramado ou jardim	litros/dia/m ²	1,5
Lavagem de piso	litros/dia/m ²	1,3
Lavagem de carros	litros/lavagem/carro	150
Frequência de lavagem de carros	lavagem/mês	4

Fonte: Adaptada de Azevedo Netto (1998).

Já no QUADRO 8, existem os dados do uso de água potável em uma residência em porcentagem. É possível observar que, para os itens descarga, lavagem de roupa, lavanderia, rega de jardins e também lavagem de carros, pode-se fazer uso de água de chuva, visto que são itens caracterizados como não potáveis.

Quadro 8: Utilização de água em uma residência

Tipos de uso da água	Porcentagem (%)
Descargas na bacia sanitária	41
Banho e lavagem de roupa	37
Cozinha - água para beber e cozinhar	2 a 6
Cozinha - lavagem de pratos	3 a 5
Cozinha - disposição de lixos	0 a 6
Lavanderia	4
Limpeza da casa	3
Rega de jardins	3
Lavagem de carros	1
Total	100

Fonte: Azevedo Netto (1998)

É possível perceber que aproximadamente 50% do consumo residencial pode ser considerado como uso não potável. É viável então, substituir tal parcela de água potável por água proveniente de chuva, tanto pelo ponto de vista ambiental, quanto pelo econômico.

2.6 Impactos ambientais e econômicos

A proficuidade de água pluvial possui inúmeras características positivas. Ela facilita a redução no consumo de água potável e acarreta diretamente a diminuição do custo de água fornecido pelas companhias de abastecimento, reduz o risco de enchente e, ainda, contribui para a preservação do meio ambiente, o que leva a reduzir também a escassez dos recursos hídricos (FERREIRA,2014).

Desde 2012, diferentes municípios do Brasil se depararam com reduções da pluviosidade, delineando um cenário complexo de escassez hídrica. Este fenômeno climático causou impactos graves na oferta de água para o abastecimento público e outros usos, como irrigação e geração de energia elétrica (ANA, 2014), como afirma a FIGURA 9 e FIGURA 10.

Figura 9: Bandeira Tarifária



Governo anuncia bandeira tarifária 'escassez hídrica'; custo será de R\$ 14,20 a cada 100 kWh

Bandeira é ainda mais 'grave' que a vermelha 2, que vinha sendo aplicada, e deve ser mantida até abril de 2022. Alta é de 49,63% em relação aos R\$ 9,49 pagos atualmente.

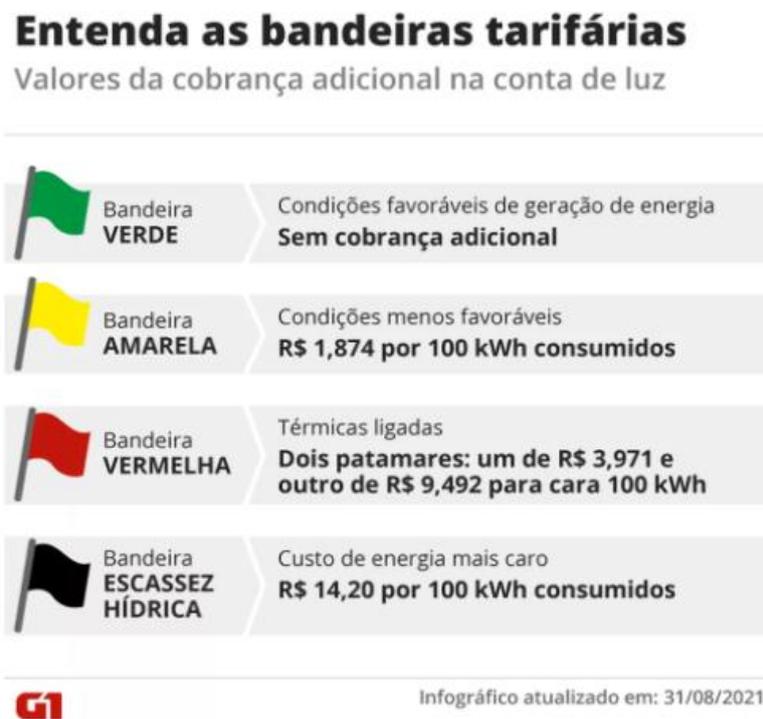
Por **Jéssica Sant'Ana, G1** — Brasília
31/08/2021 17h20 · Atualizado há 3 meses



Fonte: SANT'ANA(2021)²

² <https://g1.globo.com/economia/crise-da-agua/noticia/2021/08/31/governo-anuncia-criacao-da-bandeira-tarifaria-escassez-hidrica-acima-da-vermelha-patamar-2.ghtml>

Figura 10: Valores das bandeiras tarifárias



Fonte: SANT'ANA(2021)³

Diversos estudos desenvolvidos no Brasil têm demonstrado que houve impactos positivos na saúde humana e na qualidade de vida decorrentes do acesso aos programas de aproveitamento de água de chuva, muito embora tenha sido demonstrado em alguns deles que os efeitos na saúde poderiam ser ampliados caso cuidados adicionais e ações fossem adotados, sobretudo aqueles relacionados a melhores práticas de higiene e manuseio da água (LUNA, 2011; SILVA et al., 2012; FONSECA, 2012; SILVA; HELLER; CARNEIRO, 2012; FONSECA et al., 2014; GOMES; HELLER, 2016).

A viabilidade econômica de implantação desse sistema está diretamente relacionada aos custos envolvidos na construção do reservatório de acumulação. A importância na definição do volume otimizado para suprir determinada demanda por água pluvial, para determinada região com intensidade e frequência pluviométricas específicas, fez com que fossem desenvolvidos diversos métodos de dimensionamento. A maioria dos métodos existentes tem como parâmetros de entrada a intensidade pluviométrica, a área de captação e a demanda de água potável e não potável, os quais possuem influências variadas no volume final do reservatório, dependendo do local de estudo (GHISI, 2010).

³ <https://g1.globo.com/economia/crise-da-agua/noticia/2021/08/31/governo-anuncia-criacao-da-bandeira-tarifaria-escassez-hidrica-acima-da-vermelha-patamar-2.ghtml>

A incomplexidade na composição do sistema existe como o principal ponto para o aproveitamento da água da chuva. Tal ponto implica diretamente na redução dos custos de implantação e manutenção. Dessa maneira, o uso de cisternas, pelo fato de apresentar baixo custo e, ainda, ser eficaz para o uso excessivo de água potável pelo ser humano, torna-se viável economicamente (OLIVEIRA; CHRISTMANN; PIEREZAN, 2014).

É válido mencionar que a economia em aspectos financeiros decorrente da instalação de um sistema de coleta de água pluvial não apresenta diferença significativa em um primeiro momento, tornando-se um benefício a longo prazo (ADAM, 2001).

A conscientização sobre a importância de economizar água potável e de qualidade para utilidades nobres em meio a uma época em que tanto se fala em escassez de água potável, é fundamental, sendo primordial o uso de novas soluções individuais (JABUR, VARGAS; MILANI, 2010).

Com o aumento da malha urbana, e com isso a consequente impermeabilização exagerada do solo, a canalização de rios e córregos e a incorporação das várzeas dos rios ao sistema viário acaba por ocorrer a aceleração dos escoamentos, aumentando os picos de vazão e ocasionando enchentes a jusante (CANHOLI 2005).

3. CONCLUSÃO

Conclui-se, por meio desta pesquisa que, os benefícios da captação e reaproveitamento de águas pluviais são inúmeros, dentre eles podemos destacar a redução da escassez hídrica que assola o Brasil e o mundo, por consequência reduzindo assim as tarifas de energia elétrica e também a necessidade do uso de outras fontes, como por exemplo as Termelétricas, atenuando também a demanda das concessionárias de água.

Muito importante também mencionar a redução da agressão ao meio ambiente. Qualquer que seja o volume coletado da água de chuva, quando bem aproveitado, faz com que todo e qualquer Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais seja viável do ponto de vista ambiental.

Através desta pesquisa, confirmou-se que é possível diminuir o desperdício de água potável com o uso consciente do recurso natural. Identificou-se os meios que possibilitam tal prática.

A mudança de hábitos da sociedade no que diz respeito à implantação de novas tecnologias referentes ao melhor uso da água é um desafio, mas acredita-se que a informação e a conscientização possam ser aliadas nesse processo.

Diante da importância do tema, faz-se necessário desenvolver projetos que conciliam a teoria à prática para assim, mostrar as estratégias do uso consciente da água e seus benefícios para o meio ambiente e sociedade, tanto no ponto de vista econômico quanto dos pontos de vista social e ambiental, deixando assim, um legado mais sustentável para as próximas gerações.

REFERÊNCIAS

ADAM, R. S. (2001). **Princípio do Ecoedifício: Interação entre ecologia, consciência e edifício.** São Paulo: Aquariana.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil** - Encarte Especial sobre a Crise Hídrica. 2014. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/docs/crisehidrica.pdf>.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. (2005). **Conservação e reúso da água em edificações.** São Paulo. Disponível em http://www.sindusconsp.com.br/downloads/prodserv/publicacoes/manual_agua_em_edificacoes.pdf > Acesso dia 27/09/2021 às 09:15.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2019: informe anual / Agência Nacional de Águas.** -- Brasília: ANA, 2019. 100p.

AMORIM, S.V.; PEREIRA, D.J.A. (2008) **Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 53-66

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS. NBR 10.844: **Instalações prediais de águas pluviais: procedimento.** Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS. NBR 15.527: **Água de chuva: aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis: requisitos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS. NBR 15527: **Guia Orientativo Das Normas De Conservação De Água, Fontes Alternativas Não Potáveis E Aproveitamento De Água De Chuva Em Edificações.** Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

AZEVEDO NETTO, J. M., et al. **Manual de hidráulica.** Ed. Edgard Blücher Ltda, 8ª Edição, São Paulo, 1998.

BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. (2015) **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana 2.** ed Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos.

CANHOLI, A. P. **Drenagem urbana e controle de enchentes.** 2ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

CARLI, L. N., DE CONTO, S. M., BEAL, L. L., & PESSIN, N. (2013). **Racionalização do uso da água em uma instituição de ensino superior – Estudo de caso da Universidade de Caxias do Sul**. GeAS – Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, 2(1), 143-165.

CAVALEIRO, A. R. (2014). **Reuso de Águas Cinzas e Águas Pluviais em Edifícios Residenciais**. Dissertação (mestrado) – Universidade São Judas Tadeu, São Paulo.

DUARTE, Patrícia Silva Costa; BARATELLA, Ricardo; PAIVA, Aléxia Salim. **As doenças de veiculação hídrica: um risco evidente**. Encontro de pesquisa em educação, v. 8, 2015.

ECKERT, S., CORCINI NETO, S. L. H., & BOFF, D. S. (2015). **Iniciativas e práticas ambientais das pequenas e médias empresas do Vale do Caí-RS**. GeAS – Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, 4(1), 108-123.

ECOSOLI. **Filtro da água da chuva**. 2018. Disponível em: <https://www.ecosoli.com.br/economia-de-agua/aproveitamento-de-agua-de-chuva.html>. Acesso em: 10 de dezembro de 2021 às 20:32hs.

EJESAM, Empresa Júnior de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Captação de água da chuva – uma solução ecológica e econômica**. Santa Catarina, 2015. Disponível em: < <https://ejesam.ufsc.br/captacao-de-agua-da-chuva-uma-solucao-ecologica-e-economica-2/> > Acesso em 03/10/2021 às 07:12;

FERNANDES, D. R. M., MEDEIROS NETO, V. B., & MATTOS, K. M. da C. (2007) **Viabilidade Econômica do Uso da Água da Chuva: Um Estudo de Caso da Implantação de Cisterna na UFRN/RN**. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Foz do Iguaçu, PR, Brasil.

FERREIRA, Antônio Domingos Dias. **Habitação autossuficiente: Interligação e integração de sistemas alternativos**. 1º Ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2014.

FRANCISCO, Wagner de Cerqueira e. **"Água 2"**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/agua2.htm> . Acesso em 03/10/2021 09:45;

GEO MUNDI. **Fontes de energia e poluição**. Folha Universal, 23 de Fevereiro São Paulo, 2007.

GHISI, E. Parameters Influencing the Sizing of Rainwater Tanks For Use in Houses. **Water Resources Management**, v. 24, n. 10, p. 2381-2403, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – **IBGE, Área km² e população brasileira, 2010.** Disponível em <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=10&uf=00>, Acesso em 03/10/2021 às 16:55.

JABUR, A. S., VARGAS, N., & MILANI, C. (2010). **Aproveitamento de Água Pluvial: Estudo de casos em Pato Branco/PR.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Gerência de Obras) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

LIMA, R. M. D. A. **Gestão da água em edificações:** utilização de aparelhos economizadores, aproveitamento de água pluvial e reuso de água cinza. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Construção Civil, Departamento de Materiais de Construção, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2010.

LOCHER, Rodolfo. **Será que é possível produzir água em laboratório e acabar com a escassez no planeta?** Geoblue Soluções Ambientais. 2021. Disponível em: <https://geoblue.com.br/2021/03/22/sera-que-e-possivel-produzir-agua-em-laboratorio-e-acabar-com-a-escassez-no-planeta/>. Acesso em: 13 de dezembro de 2021 às 21:27hs.

LUNA, C.F. **Avaliação do impacto do Programa Um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC) na saúde: ocorrência de diarreia no Agreste Central de Pernambuco 207f.** Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, Pernambuco, 2011.

LUNA, Marlucio. **Água:** fonte de vida (e de lucro). 17 jan 2007. Disponível em: http://www.multirio.rj.gov.br/sec21/chave_artigo.asp?cod_artigo=969, Acesso em 03/10/2021 às 19:22.

MIERZWA, J.C.; HESPANHOL, I.; SILVA, M.C.C.; RODRIGUES, L.B. (2007) **Águas pluviais: métodos de cálculo do reservatório e conceitos para um aproveitamento adequado.** Rega, v. 4, n. 1, p. 29-37

MARTINS, Alex. **O planeta está sedento.** Folha Universal, São Paulo, 16 nov. 2003

MARINOSKI, A. K. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino:** Estudo de caso em Florianópolis - SC. Florianópolis: Monografia (Graduação em Engenharia Civil), 2007

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

OLIVEIRA, T. D., CHRISTMANN, S. S., & PIEREZAN, J. B. (2014). **Aproveitamento, captação e (re) uso das águas pluviais na arquitetura.** Revista Gestão e

Desenvolvimento em Contexto – Gedecon Edição Especial. IV Fórum de Sustentabilidade, 2 (2), p. 1-15.

OLIVEIRA, Janine Patrícia Melo et al. Saúde/doença: **As consequências da falta de saneamento básico**. Informativo Técnico do Semiárido, v. 9, n. 2, 2015.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. OMS. **1 em cada 3 pessoas no mundo não tem acesso a água potável**. Barcelona. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/comunicados-de-imprensa/1-em-cada-3-pessoas-no-mundo-nao-tem-acesso-agua-potavel-dizem-unicef-oms>. Acesso em 10/10/2021 as 15:45

PEIXOTO, A. F., & PEREIRA, R. C. F. (2013). **Discurso versus Ação no Comportamento Ambientalmente Responsável**. GeAS – Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, 2 (2), 72-100.

RIBEIRO, Luiz Gustavo Gonçalves; ROLIM, Neide Duarte. **Planeta água de quem e para quem: uma análise da água doce enquanto direito fundamental e sua valoração mercadológica**. Revista Direito Ambiental e sociedade, v. 7, n. 1, 2017.

SEEGER, L. M. K., SARI, V., & PAIVA, E. M. C. D. (2007). **Análise comparativa do aproveitamento da água da chuva na lavagem de veículos em duas cidades da Região Sul e Centro-Oeste**. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 17. São Paulo. Anais... São Paulo: [s.n.], 1-13.

SOUSA, J. R. de. et al. **A importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: o caso do rio Almada, Sul da Bahia, Brasil**. Revista Eletrônica do Prodema, v. 8, n. 1, p. 26-45, abr. 2014.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. 2ª. ed. São Paulo: Navegar Editora, 2005.

VIANA, Dandara. **Dimensionamento de calhas e condutores**. Piauí. 2019. Disponível em: <https://www.guiadaengenharia.com/dimensionamento-calhas-condutores/>. Acesso em 05/10/2021 às 11:23