



FAPAC
ITPAC
PORTO NACIONAL

FAULDADE PRESIDENTE ANTONIO CARLOS

INSTITUTO ANTONIO CARLOS PORTO LTDA

Rua 2 Quadra 07- Jardim dos Ypês, Porto Nacional/TO

CEP 77500-000 CNPJ 10.261.569/0001-64 Fone (63)33639600 www.itepacporto.com.br

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JOSINEI PEREIRA DA MATA

UTILIZAÇÃO DA ÁGUA DA CHUVA PARA FINS NÃO POTÁVEIS

PORTO NACIONAL/TO

2018

JOSINEI PEREIRA DA MATA

UTILIZAÇÃO DA ÁGUA DA CHUVA PARA FINS NÃO POTÁVEIS

Trabalho apresentado ao Curso de Engenharia Civil da ITPAC-Instituto LTDA para disciplina Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil 9º Período de 2018.

Orientador: Diogo Pedreira Lima.

PORTO NACIONAL/TO

2018

JOSINEI PEREIRA DA MATA

**ELABORAÇÃO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA PARA FINS
NÃO POTÁVEIS**

Projeto de pesquisa submetido ao curso de Engenharia Civil do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto Ltda., como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Apresentado e defendido em ____/____/____() APROVADO () REPROVADO

Banca examinadora constituída pelos professores:

Orientador (a): Professor Me. Diogo Pedreira Lima.

Engenheiro Ambiental: Thiago Valú da Silva Araújo.

Professor (a): Me. Ângelo Ricardo Balduino.

PORTO NACIONAL
2018

RESUMO

O uso consciente da água passou a ser uma preocupação mundial. Neste contexto, aborda-se a implantação de um sistema de aproveitamento das águas das chuvas para fins não potáveis. Este trabalho teve como objetivo desenvolver um sistema de captação e abastecimento da água da chuva, como meio de viabilidade econômica para fins não potáveis em Porto Nacional. A metodologia utilizada, a coleta de dados e a pesquisa foram a observação participante e análise dos registros, documentos, relatórios sobre coleta de água da chuva para fins não potáveis e observação da montagem da coleta. Ao final deste projeto, sobre captação e aproveitamento de água da chuva, levando-se em consideração, a região e o estado, o fato do mesmo ainda não estar em processo de construção, observou-se que, o sistema desenvolvido poderá ser viável tecnicamente.

Palavras-chave: Água de chuva. Preservação da água doce. Reaproveitamento.

ABSTRACT

The conscious use of water has become a worldwide concern. In this context, the implementation of a system of utilization of rainwater for non-potable purposes is addressed. The objective of this work was to develop a system for capturing and supplying rainwater as a means of economic viability for non-potable purposes in Porto Nacional. The methodology used, data collection was the participant observation and analysis of the records, documents, reports on rainwater harvesting for non-potable purposes and observation of collection assembly. At the end of this project on the capture and use of rainwater, taking into account the region and the state the fact that it is not yet in the process of construction, it was observed that the developed system can be technically feasible.

Keywords: Rainwater. Preservation of fresh water. To reuse.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –Componentes hidrológicos.....	6
Figura 2 –Modelo de sistema de captação.....	9
Figura 3 –Processode instalação de reservatório em uma industria	10
Figura 4 –Placa de alerta.....	17
Figura 5 – Esquema de Funcionamento de Sistema aproveitamento da água da chuva.....	19
Figura 6 –Abanbar utilizado no Irã.....	29

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –Distribuição de Água na Terra.....	12
Quadro 2 - Distribuição de Água potável no Planeta	12
Quadro 3 - Disponibilidade de Água Entre as Regiões do País	25
Quadro 4 - Distribuição da água doce superficial.....	26
Quadro 5 - Disponibilidade hídrica dos estados em metros cúbicos por habitante	26
Quadro 6 - Dimensões da calha em função do comprimento do telhado.....	20
Quadro 7 - Parâmetros de qualidade de água de chuva.....	24

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS	9
3 REFERENCIAL TEÓRICO	10
3.1 CICLO DA ÁGUA	10
3.2 APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA EM ÁREAS URBANAS.....	13
3.2.1 Reservatório (cisterna) -.....	14
3.3 MÉTODOS PARA DIMENSIONAMENTO.....	15
3.3.1 Método de Rippl.....	16
3.3.2 Método Prático Brasileiro (Método Azevedo Neto)	17
3.3.3 Método Prático Alemão.....	18
3.3.4 Método Prático Inglês.....	18
3.4 A ÁGUA DA CHUVA NAS INDÚSTRIAS	19
3.5 APROVEITAMENTO DAS ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS.....	21
3.6 DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA NO PLANETA	23
3.7 HISTÓRICOS DO USO DA ÁGUA DA CHUVA.....	23
3.7.1 O Uso Das Águas de Chuva Nos Dias Atuais	24
3.8 QUANTIDADE DE ÁGUA DOCE DE CADA REGIÃO.....	25
3.9 A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA DOS RECURSOS HÍDRICOS	27
4 METODOLOGIA	28
5 ORÇAMENTO	31
6 CRONOGRAMA.....	32
7 RESULTADOS ESPERADOS	33
REFERÊNCIAS.....	35
ANEXOS	36

1. INTRODUÇÃO

Com o progressivo aumento das populações e a evolução da civilização moderna, vêm crescendo demandas de água para os inúmeros fins: domésticos, industriais e agrícolas. Isto porque, na sociedade atual, a água desempenha função sem precedentes. Embora três quartos da superfície terrestre, sejam cobertos por água, as expectativas para o esse século são preocupantes quanto à disponibilidade de água potável para o consumo humano, tanto pelo crescimento populacional como, principalmente, pela poluição dos reservatórios naturais, rios, lagos, depósitos subterrâneos. O desperdício de água é derivado do mal uso desse recurso e do consumo industrial, comercial, residencial e agrícola (alunosonline.uol.com.br). Tanto os cidadãos, quanto as empresas devem pensar em evitar o desperdício de água no país, como por exemplo, aproveitar a água da chuva para realizar diversos trabalhos.

Sabe-se da escassez de água no planeta, e uma das formas de aumentar a disponibilidade de água potável é fazer o aproveitamento da água das chuvas. Dessa forma, o aproveitamento da água da chuva demonstra-se como uma opção viável para residências, prédios comerciais, indústrias, dentre outros estabelecimentos.

A coleta de água da chuva é um meio sustentável de adquirir a água sem muitos custos, pois é um recurso natural, e um sistema de aproveitamento planejado adequadamente, trazem melhorias ambientais, e para o planeta. Segundo Pires et al. (2009) “pensar nos recursos hídricos é pensar globalmente, agora pensar na água que utilizamos é pensar localmente (in loco)”. Assim, tanto residenciais, quanto empresas estão investindo no reuso e/ou reciclo de águas.

JUSTIFICATIVA

O presente trabalho justifica-se, pela necessidade de buscar alternativas sustentáveis para a obtenção de água, A viabilidade do uso de água da chuva para usos básicos em residências, comércios e indústrias, certamente resultará na diminuição do uso de água fornecida pelas companhias de saneamento, na demanda dos custos com o uso de água potável e na redução dos riscos de enchentes, e alagamentos em caso de chuvas intensas.

Essa alternativa certamente resultará na diminuição do uso de água fornecida pelas companhias de saneamento, na demanda dos custos com o uso de água potável.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um sistema de captação e abastecimento da água da chuva como meio de viabilidade econômica para fins não potáveis em Porto Nacional.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver um projeto de captação da água da chuva e armazenamento;
- Avaliar os resultados obtidos com a implantação de um sistema de captação da água da chuva para fins não potáveis;
- Promover o uso de fontes alternativas de água.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A atual pressão sobre os recursos hídricos resulta do crescimento populacional, tecnológico e econômico, traduzindo-se nas expressivas taxas de urbanização das últimas décadas e aliando-se à ocorrência de cheias e secas e à degradação do meio ambiente hídrico, que atingem cada vez maiores contingentes populacionais (ANA, 2002).

Metade da população mundial enfrentará a crise de abastecimento em 2025, estima a ONU. “Em pleno “planeta água mais de 2 bilhões de pessoas sofrem com a escassez do líquido essencial para a vida”. Em 2025, o número deve saltar para 4 bilhões, o equivalente a 50% da população mundial . Os dados fazem parte do relatório divulgado pela Nações Unidas no início do mês e mostram o tamanho do desafio que aguarda a humanidade num futuro próximo. Num planeta, em que três quartos da população estão cobertos por água, dizer que falta água. Mais é a realidade. De toda água na terra, 97,5% estão no oceano e 70% da água doce está congelada na antártica e na Groelândia. O que sobra para o consumo humano está ameaçado pelo uso excessivo, pelo desperdício e pela população. (PIRES et al 2009)

A água não está distribuída de maneira uniforme no planeta, e nem sempre está disponível conforme as necessidades humanas, ou seja, não acompanha o aumento da população e a quantidade existente não muda, não aumenta e nem diminui, e o que muda é sua disponibilidade.

Uma das formas de evitar a diminuição acentuada da disponibilidade de água potável é fazer o seu reuso ou o aproveitamento da água das chuvas.

O conceito do uso racional para a conservação da água deve estar associado à gestão, não somente da demanda, assim como da oferta de água, de forma que água de qualidade inferior possa suprir necessidades menos nobres (OLIVEIRA, ILHA, GONÇALVES, & REIS, 2007).

3.1 CICLO DA ÁGUA

O ciclo hidrológico, ou ciclo da água, é o movimento contínuo da água presente nos oceanos, continentes (superfície, solo e rocha) e na atmosfera.

O conceito de ciclo hidrológico está ligado ao movimento e à troca de água nos seus diferentes estados físicos, que ocorre na Hidrosfera, entre os oceanos, os calotes de gelo, as águas superficiais, as águas subterrâneas e a atmosfera. Este movimento permanente deve-se ao Sol, que fornece a energia para elevar a água da superfície terrestre para a atmosfera (evaporação), e à gravidade, que faz com que a água condensada se caia (precipitação) e que, uma vez na superfície, circule através de linhas de água que se reúnem em rios até atingir os oceanos (escoamento superficial) ou se infiltre nos solos e nas rochas, através dos seus poros, fissuras e fraturas (escoamento subterrâneo). Nem toda a água precipitada alcança a superfície terrestre, já que uma parte, na sua queda, pode ser interceptada pela vegetação e volta a evaporar-se. (CARVALHO E SILVA 2006) Como nos mostra a Figura 1. Componente hidrológico.

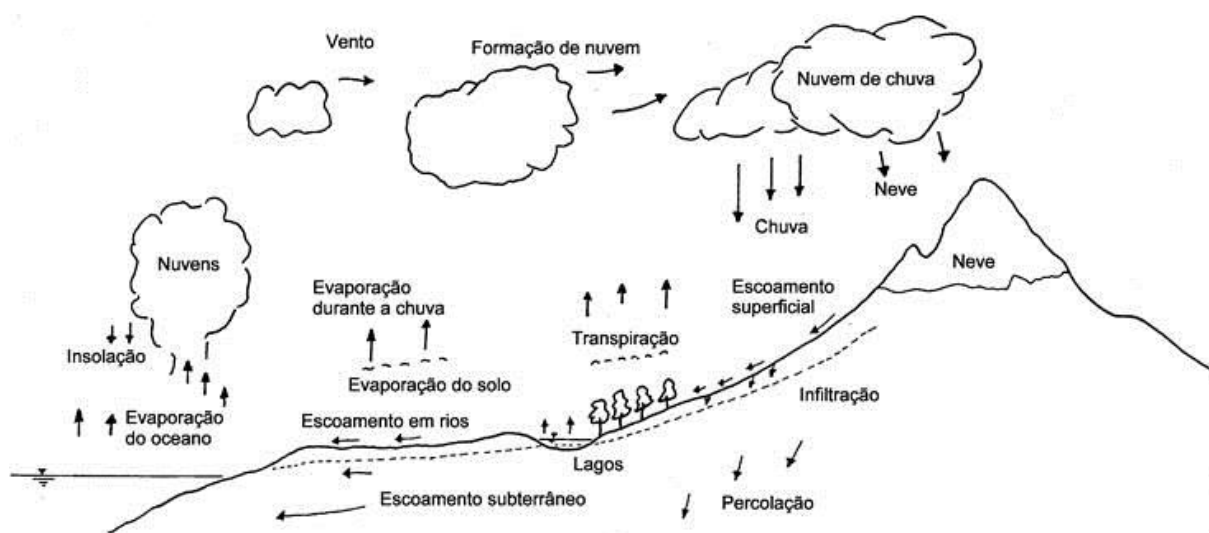


Figura 1, Fonte: www.larapedia.com

O relatório anual das Nações Unidas faz projeções para o futuro da humanidade. A ONU prevê que em 2050 mais de 45% da população mundial não poderá contar com a porção mínima individual de água para necessidades básicas. Segundo dados estatísticos existem hoje 1,1 bilhões de pessoas praticamente sem acesso à água doce. Os dados que são utilizados pela mídia mundial são: De toda a água disponível na terra 97,% está concentrada nos oceanos.

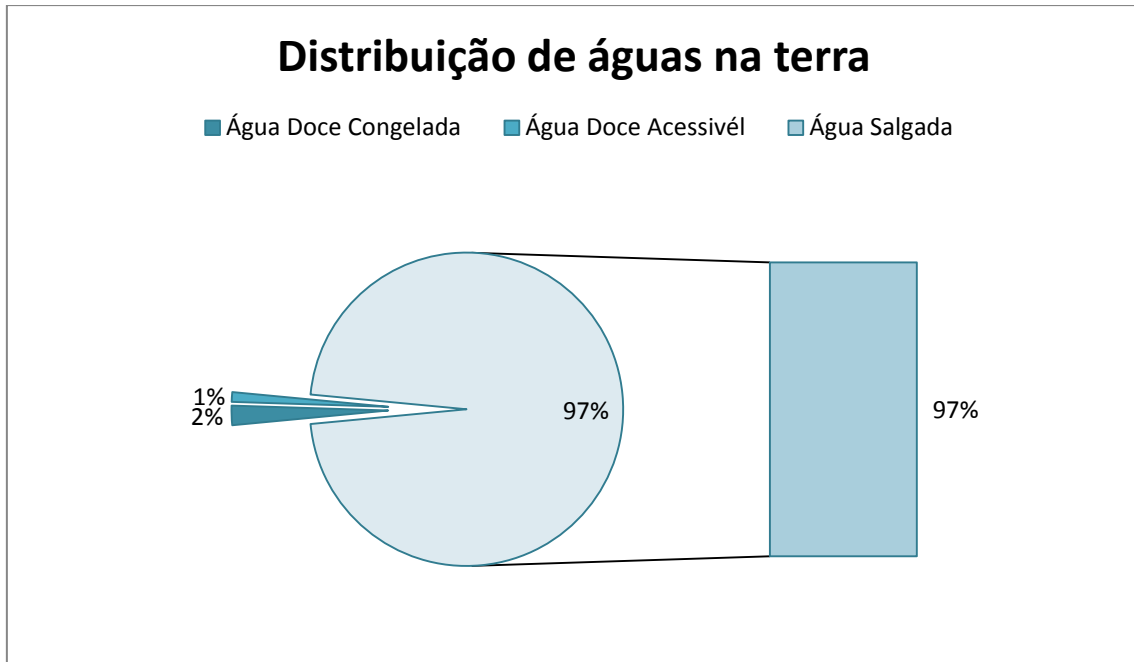


Gráfico 1 Distribuição de água na terra. Fonte: ONU- Organização das Nações Unidas

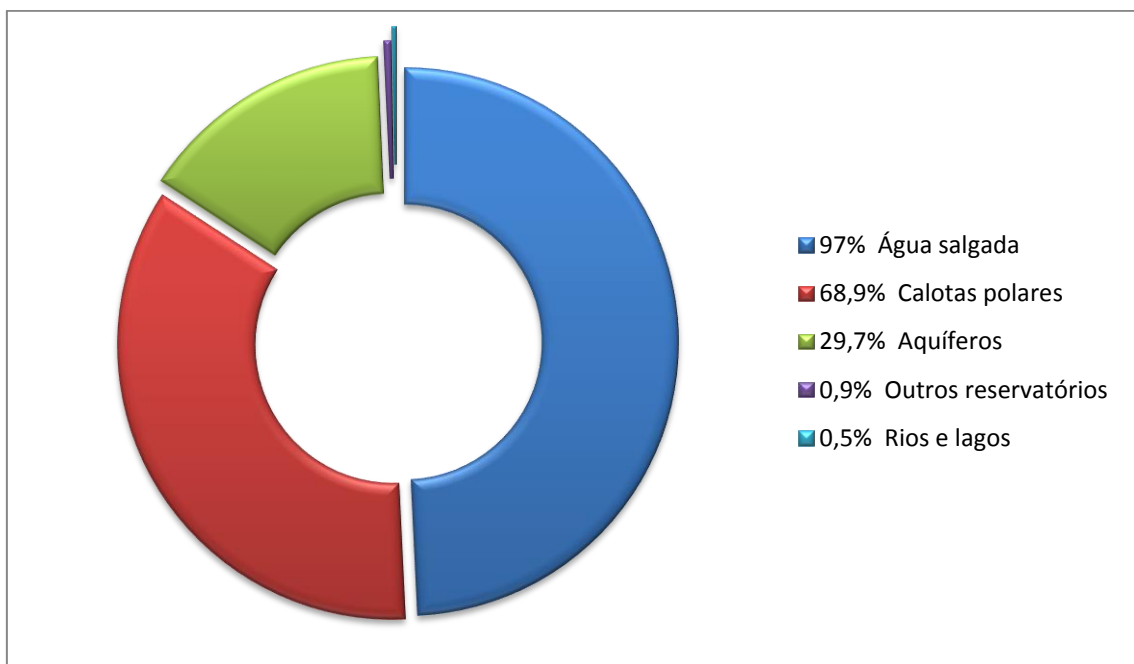


Gráfico 2 Distribuição de água doce no planeta. Fonte: gráfico 2 elaborado pelo autor 2018. Com dados: Brasil escola.

A maior parte da hidrosfera do planeta, 97%, é composta por água dos mares e oceanos que, por serem extremamente salgadas, são impróprias para consumo. Da água restante do mundo, 68,9% dela está em forma de gelo nas calotas polares. Como o processo

de transporte dessas geleiras é caro e também pouco eficaz, quase não há atividades referentes ao abastecimento de localidades através do manuseio de *icebergs*. Os outros 29,7% restantes de água potável no mundo estão distribuídos em águas subterrâneas (18%), rios e lagos (7%) e umidade do ar (4%).

Assim, percebe-se que, o problema da água para o ser humano, reside no fato de a sua maior parte não estar viável para consumo. Apesar disso, mesmo com o fato de a proporção de água potável disponível ser reduzida, ainda assim está-se falando de uma quantidade muito grande de água. No entanto, o seu mau uso vem reduzindo drasticamente a sua disponibilidade, seja através da péssima manutenção dos rios, seja pela sua poluição.

3.2 APROVEITAMENTOS DE ÁGUA DE CHUVA EM ÁREAS URBANAS

O emprego da água da chuva vem sendo considerado como uma fonte alternativa de água, para fins potáveis ou não potáveis, dependendo da necessidade e da qualidade desta. A utilização, por depender de condições locais e visando seu aproveitamento no próprio local de captação, se insere no conceito de sistemas de saneamento descentralizado, nos quais sua logística é compartilhada com o usuário (PROSAB, 2006 apud FERREIRA 2017).

Muitos questionamentos sobre o aproveitamento de água de chuva, são realizados por habitantes das áreas urbanas, ela pode ser utilizada para lavagem das calçadas, do playground etc.

Atualmente o aproveitamento de água da chuva é praticado em países desenvolvidos como Estados Unidos, Alemanha, Japão, entre outros. No Brasil, o sistema é utilizado em algumas cidades do Nordeste como fonte de suprimento de água. A viabilidade do uso de água da chuva é caracterizada pela diminuição na demanda de água fornecida pelas companhias de saneamento, tendo como consequência, a diminuição dos custos com água potável e a redução do risco de enchentes em caso de chuvas fortes.

No processo de coleta de água da chuva, são utilizadas áreas impermeáveis, normalmente o telhado. A primeira água que cai no telhado, lavando-o, apresenta um grau de contaminação bastante elevado e, por isso, é aconselhável o desprezo desta primeira água. A água armazenada deverá ser utilizada somente para consumo não potável, como em bacias sanitárias, em torneiras de jardim, para lavagem de veículos e para lavagem de roupas. Em condomínios, a água de chuva armazenada significa uma expressiva economia no gasto de água nas áreas comuns.

Segundo Anecchini (2005), embora esse período possa parecer longo e economicamente inviável, a decisão pela implantação de um sistema de aproveitamento em residências, com pequena área de captação, não será tomada com o objetivo maior de economizar dinheiro e sim com o objetivo de garantir o futuro da sustentabilidade hídrica, promovendo a conservação da água e auxiliando no controle de enchentes.

As potencialidades dos sistemas de captação e armazenamento de água estão além de uma reserva estratégica, segundo Machado & Cordeiro (2004), a captação de água de chuva é uma alternativa sustentável para minimizar o risco de enchentes, uma vez que evita, que estas águas escoem superficialmente.

A calha tem a função de coletar as águas da chuva que caem no telhado e direcioná-las para o reservatório inferior do sistema de reuso de água. O dimensionamento de sistemas de coleta de águas pluviais, primeiramente é preciso calcular a vazão máxima de contribuição do telhado, que vai depender do regime de chuvas da região onde está a construção. A cisterna pode possuir uma tubulação que distribui esta água para o uso em jardins, áreas e lavagem de automóveis ou, simplesmente, conter uma torneira que serve de utilização.



A figura 2 ilustra o Modelo de sistema de captação da água da chuva. Fonte: <http://www.metalica.com>

3.2.1 Reservatório (cisterna)

Para Tomaz (2003 apud Cardoso 2013), o armazenamento das águas pluviais coletadas pode ser feito em reservatórios que podem ser elevados, apoiados ou enterrados, e de materiais como concreto armado, alvenaria de tijolos comuns, fibra de vidro, plásticos, entre outros.

A viabilidade desta técnica se caracteriza pela diminuição da demanda de água fornecida pelas companhias de abastecimento, resultando na redução de custos com água potável e diminuição dos riscos de enchentes (MAY, 2004). Esta técnica de aproveitamento de água da chuva, vem sendo usada cada vez mais em várias partes do mundo como uma forma de diminuir o grave problema da escassez de água. Aparentemente, a construção de sistemas de coleta de água da chuva é uma medida que vem ganhando mais destaque nos últimos anos devido à situação dos recursos hídricos no mundo atualmente (CARDOSO 2013).

3.3 MÉTODOS PARA DIMENSIONAMENTO

O reservatório representa o item mais oneroso do sistema de captação e utilização de água pluvial, devendo, portanto, ser dimensionado de forma bastante criteriosa. Seu custo pode representar entre 50% e 85% do valor total de um sistema de captação de água de chuva. Assim sua escolha influencia diretamente na viabilidade financeira deste (THOMAS, 2001).

Regime de chuvas local: A média anual, distribuição destas durante o ano e a variação ano a ano serão decisivos no dimensionamento do reservatório. Altos índices pluviométricos e distribuições mais constantes das precipitações ao longo do ano permitem a utilização de menores volumes de reservação.

Demanda: A quantidade e o tipo de demanda são fundamentais para determinar o tamanho do reservatório. Vários fatores devem ser observados: população residente, hábitos de usos e tipos de consumo aos quais será destinada a água pluvial.

Nível de risco aceitável: O tipo de consumo a que será destinada a água de chuva e a existência de outras fontes para suprimento deste, implicará no grau de risco aceitável ao esvaziamento do reservatório influenciando no seu dimensionamento.

A norma NBR 15527 (ABNT, 2007), que apresenta os requisitos para aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis, aprovada em setembro de 2007, contém alguns métodos para dimensionamento de reservatório para água pluvial, são eles: Rippl, Maior período de Estiagem, Métodos empíricos (Brasileiro, Alemão e Inglês) e Simulações.

O reservatório de águas pluviais é responsável por armazenar a água captada de telhados e áreas não circuláveis, de modo que esta seja aproveitada para fins não potáveis, como o abastecimento de torneiras de jardim e vasos sanitários. Assim, torna-se essencial compreender os diferentes métodos de cálculo a serem adotados para obter a capacidade deste elemento de reservação.

3.3.1 Método de Rippl

Técnica frequentemente utilizada na estimativa da capacidade do reservatório de água da chuva. É dependente do volume de água no reservatório no decorrer do tempo que, por sua vez, é a diferença entre o volume necessário para o consumo e o volume de chuva aproveitável no tempo.

Volume do reservatório

A capacidade do reservatório é obtida do somatório do volume de água disponível em cada período analisado, para valores positivos:

$$V = \sum_{t=1}^n S_t \quad \text{para valores de } S_{(t)} \geq 0$$

Em que,

- V: volume útil estimado para o reservatório, em m³;
- S_(t): volume de água disponível no reservatório no tempo t, em m³.

Volume de água disponível no reservatório (S)

A disponibilidade de água no reservatório para um dado tempo compreende a diferença entre o volume da demanda e o volume de chuva aproveitável considerados neste mesmo período:

$$S_t = DM_t - VCM_t$$

Sendo que:

$\sum DM_{(t)}$ é menor que $\sum Q_{(t)}$

Em que:

- $DM_{(t)}$: demanda ou consumo no tempo t, em m³;
- $VCM_{(t)}$: volume de chuva aproveitável no tempo t, em m³

Demanda mensal de água por ano (DM)

Para que o consumo de água no tempo seja admitido no dimensionamento do reservatório, cabe incluir as demandas mensais, em m³, junto ao campo Demanda mensal (m³/ano) na janela Propriedades do reservatório.

$$DM = \frac{\sum_{t=1}^n DM_t}{n}$$

Em que,

- n: número de tempos analisados, sendo o tempo igual há um mês, serão 12 meses ao ano.

Volume de chuva aproveitável

Possibilita o emprego de séries históricas mensais ou diárias de precipitação, é dependente do coeficiente de escoamento superficial e consumos mensais de água, e é calculado a partir da equação abaixo:

$$VCM = \frac{C \times CMM \times A}{1000}$$

Em que,

- C: coeficiente de escoamento superficial, ou de *Runoff*, adimensional;
- CMM: chuva média mensal, em mm;
- A: área de captação, em m²;
- 1/1000: conversão de unidade mm para m.

3.3.2 Método Prático Brasileiro (Método Azevedo Neto)

Neste método empírico é desconsiderada a influencia da demanda, considerando apenas o volume captado e o período de estiagem (mensal). O volume do reservatório é calculado por:

$$V = 0,042 \times P \times A \times T \quad (5)$$

Onde: P = precipitação média anual, em mm;

T = número de meses de pouca chuva ou seca;

A = área de captação, em m²;

V = volume do reservatório, em litros.

3.3.3 Método Prático Alemão

Neste método o tamanho do reservatório será 6% volume de consumo anual ou do volume anual de precipitação captada, adotando aquele que for menor.

$$V = \min(V_c; D) \times 0,06 \quad (6)$$

Onde: V_c = volume anual de água de chuva captada, em litros;

D = demanda anual da água não potável, em litros;

V = volume do reservatório, em litros.

3.3.4 Método Prático Inglês

Neste método a demanda também não é considerada no cálculo, o volume do reservatório é calculado por:

$$V = 0,05 \times P \times A \quad (7)$$

Onde: P = precipitação média anual, em mm;

A = área de captação, em m²;

V = volume do reservatório, em litros

Método da simulação

Neste método, a evaporação da água deve ser desconsiderada. Para um determinado mês, aplica-se a Equação 1, do volume de água no reservatório e a Equação 2, do volume de chuva, que dão continuidade a um reservatório finito:

$$S(t) = Q(t) + S(t-1) - D(t)$$

Equação 1 - Volume de água no reservatório (Método da simulação).

$$Q(I) = C \times \text{precipitação da chuva}(t) \times \text{área de captação}$$

Equação 2 - Volume de chuva (Método da simulação).

Onde:

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

$S(t-1)$ - é o volume de água no reservatório no tempo $t-1$;

$Q(I)$ - é o volume de chuva no tempo t ;

$D(I)$ - é o consumo ou demanda no tempo t ;

V - é o volume do reservatório fixado;

C - é o coeficiente de escoamento superficial.

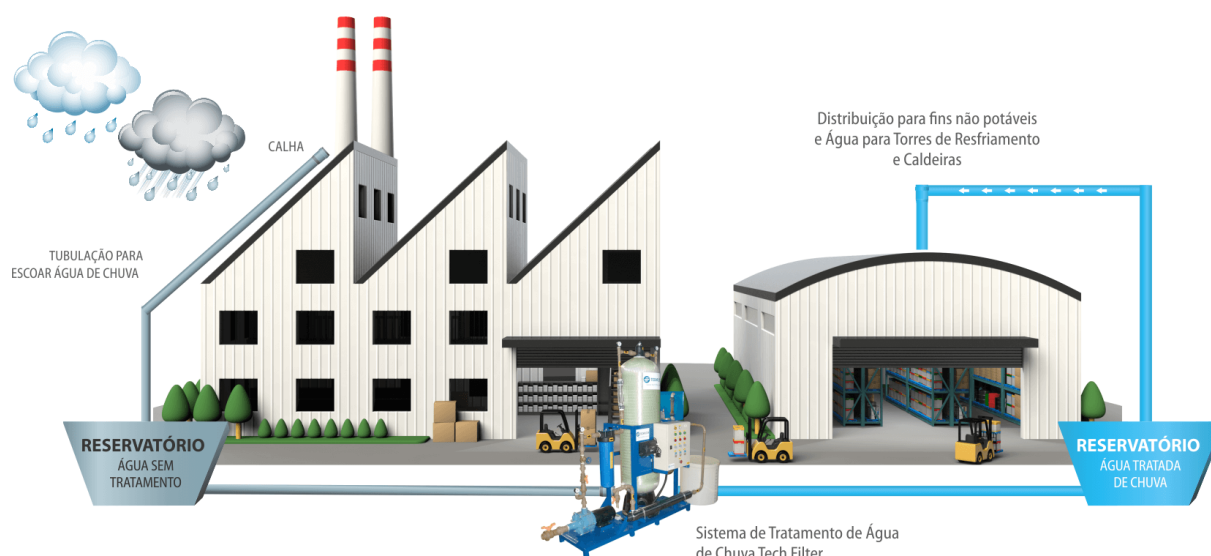
Observação: Para este método, duas hipóteses devem ser feitas, o reservatório está cheio no início da contagem do tempo “ t ” e os dados históricos são representativos para as condições futuras

3.4 A ÁGUA DA CHUVA NAS INDÚSTRIAS

Normalmente difundida em indústrias, a adoção de sistemas para aproveitamento de águas pluviais e de reuso vem se disseminando em empreendimentos residenciais e comerciais que enfatizam, sobretudo, o caráter sustentável de seus projetos. Graças às tecnologias disponíveis para atender a esse mercado, tais águas, quando adequadamente tratadas, podem ser totalmente reaproveitadas de modo não-potável ou até mesmo potável para os mais diversos usos.

Nas indústrias; a água de chuva pode substituir a água em uso de grande consumo, tais como: irrigação de jardins, lavagens de pisos, higienizações de veículos e outros. Além disso, devido às suas características, a água da chuva não gera incrustações nas tubulações e nos equipamentos.

Segundo (ANA, 2009), água captada para utilização nas indústrias e agronegócios equivale no Brasil, cerca de 20% do volume total captado para uso consuntivos.



A figura 3 ilustra o processo de instalação de reservatório em uma indústria. Fonte: <http://www.techfilter.com>.

A água proveniente dos telhados recomenda-se o uso para fins não potáveis após tratamento de remoção de cor e sólidos, podendo também ser utilizar a em descargas de bacias sanitárias, irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, limpeza de pátios, espelhos d'água e usos industriais, conforme previsto na NBR 15.527/2007.

Para atender a NBR 15.527/2007, todos os pontos de consumo devem ser identificados com placa de advertência em locais onde haja riscos à saúde e à segurança, como explicitada na Figura 4. Placa de alerta.



Figura 4. Fonte: www.isinaliza.com

Segundo Nóbrega (2009), os componentes dos sistemas de aproveitamento de água de chuva e alguns métodos de dimensionamento utilizados na concepção relacionados. 1 milímetro de chuva distribuído em uma área de 1 metro quadrado corresponde a um volume de 1 litro de água.

No Brasil o projeto de sistemas prediais para águas pluviais é normatizado pela NBR 10.844/8, e as informações necessárias são Área de contribuição; Intensidade pluviométrica. Dados que se deseja obter: Vazão; Inclinação da calha; Dimensões das calhas e condutores.

– A duração da precipitação deve ser fixada em 5 minutos – Para construções até 100m² pode-se considerar, a intensidade de 150 mm/h.

3.5 APROVEITAMENTOS DAS ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS

Racionalizar o uso da água é uma das primeiras alternativas de um programa de gerenciamento de recursos hídricos, qualquer que seja a atividade na qual a água é empregada. É necessário conhecer as atividades em que a água é utilizada, de forma a possibilitar a determinação da quantidade necessária em cada aplicação e o grau de qualidade exigido para uso. É importante ainda que se faça o levantamento dos principais pontos de geração de efluentes. Uma questão fundamental para o sucesso de qualquer iniciativa que promova a racionalização do uso da água, é a importância que se dá a este recurso. Isto significa dizer que, a água deve ser considerada um insumo cuja disponibilidade é limitada, o que a torna dotada de valor econômico (MIERSWA; HESPANHOL, 2005 apud COSCARELLI 2010).

A racionalização dos usos da água potável, a preservação e conservação dos recursos hídricos pela utilização de fontes alternativa, tal como águas pluviais para fins não-potáveis, são de suma importância não só para Porto Nacional - TO, como o Brasil, e todo o planeta, tendo em vista, que a poluição urbana e rural está transformando a água em um bem finito, e a escassez de água de qualidade ocorrerá em poucos anos. As alternativas na redução da demanda de consumo de água potável seria o aproveitamento de águas pluviais

Existem vários aspectos positivos no uso de sistemas de aproveitamento de água pluvial, pois estes possibilitam reduzir o consumo de água potável diminuindo os custos de água fornecida pelas companhias de abastecimento; minimizar riscos de enchentes e preservar o meio ambiente reduzindo a escassez de recursos hídricos (MAY, 2004). A Figura 5 ilustra o Esquema de funcionamento de sistema aproveitamento de água de chuva.

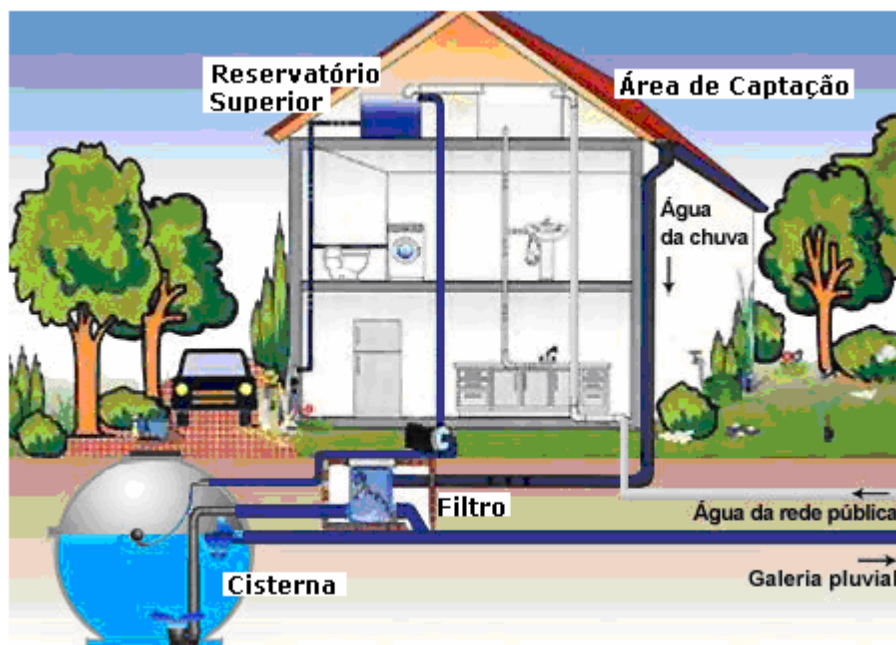


Figura5. Fonte: (BELLA CALHA, 2007)

Para a coleta da água pluvial, o sistema envolve a captação, a filtração, a reservação e a distribuição. Em alguns casos é necessária a desinfecção, para a utilização de fins potáveis, como na lavagem de roupas. Segundo Oliveira (2005) apud Jabur et al. (2011), a qualidade da água varia conforme a utilidade que se dá à mesma.

(Segundo May (2004) apud Marinoski (2007), os sistemas de coleta e aproveitamento de água de chuva em edificações são formados por quatro componentes básicos: áreas de coleta; condutores; armazenamento e tratamento.

O funcionamento de um sistema de coleta e aproveitamento de água pluvial consiste de maneira geral, na captação da água da chuva que cai sobre os telhados ou lajes da edificação. A água é conduzida até o local de armazenamento através de calhas, condutores horizontais e verticais, passando por equipamentos de filtragem e descarte de impurezas.

Ainda segundo a mesma autora, em alguns sistemas é utilizado dispositivo desviador das primeiras águas de chuva. Após passar pelo filtro, a água é armazenada geralmente em reservatório enterrado (cisterna), e bombeada a um segundo reservatório (elevado), do qual as tubulações específicas de água pluvial irão distribuí-la para o consumo não potável (MARINOSKI 2007).

A coleta da água pluvial na área urbana inicia-se através das calhas das edificações. A precipitação, ao tocar no telhado, é escoada para as calhas, que irão conduzir até os condutores verticais, que conduzirão até os reservatórios inferiores.

Um sistema simplificado de coleta consiste de uma área de captação (água coletada em telhados, áreas pavimentadas ou a superfície do solo) e um meio de distribuição, que opera por gravidade. A quantidade de água coletada irá depender do tamanho do telhado da edificação (JABUR et al. 2011).

3.6 DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA NO PLANETA

De acordo com Carvalho e Silva (2006) em escala global, estima-se que, 1,386 bilhões de km³ de água estejam disponíveis, porém, a parte de água doce econômica de fácil aproveitamento para satisfazer as necessidades humanas, é de aproximadamente 14 mil km³.ano⁻¹(0,001%). Desde o início da história da humanidade, a demanda de água é cada vez maior e as tendências das últimas décadas são de excepcional incremento devido ao aumento populacional e elevação do nível de vida.

3.7 HISTÓRICOS DO USO DA ÁGUA DE CHUVA

Sistemas para aproveitamento de água de chuva são utilizados desde a antiguidade. Existem relatos do uso de água de chuva por vários povos como Incas, Maias e Astecas (GNADLINGER, 2000).

Segundo Gnadlinger (2000 et al. Cohim, 2007 p.4), o esquecimento das tecnologias de coleta de água de chuva, se deve ao progresso técnico nos séculos XIX e XX dos países desenvolvidos localizados em zonas com clima moderado e úmido, na colonização e aplicação de práticas de agricultura destas regiões em zonas mais secas, na ênfase da construção de grandes barragens, no desenvolvimento do aproveitamento de águas subterrâneas e no projeto de irrigação encanada, com altos custos.

No Japão, a utilização da água da chuva e sua infiltração têm sido estimuladas, contando com a participação ativa da população, buscando assim, prevenir as enchentes urbanas e restaurar as fontes de água. Já na Alemanha, o uso da água da chuva é estimulado com o propósito de conservar as águas subterrâneas, principal manancial utilizado para o abastecimento público. O sistema, subsidiado pelas prefeituras, consiste na captação da água pelos telhados e sua reservação em cisternas de concreto de 6m³. Esta água é utilizada para descarga nos banheiros, lavagem de roupas, entre outros propósitos, e o excesso desta água é infiltrada no solo para recarga dos aquíferos (HANSEN, 1996 apud KOBİYAMA et al. 2007)

Planalto de Loess na China (Província Ganzu) – utilização de cacimbas e tanques para captação da água de chuva com registros de mais de dois mil anos, ainda usados na atualidade. Segundo Yuanhong (1999) apud Coscarelli, (2010), entre 1995 a 1996, o governo local executou o projeto "121" de captação da água da chuva, proporcionando a 1,2 milhões de pessoas acesso à água potável. Segundo o mesmo autor, um projeto de monitoramento da captação de água da chuva para irrigação também vem sendo conduzido para reformular as condições básicas de agricultura na área. A experiência de Ganzu relata que captação e utilização da água da chuva na China pode propiciar um meio eficaz de aliviar a pobreza e um novo limiar para o desenvolvimento da agricultura em zonas áridas.

Irã – presença dos Abanbars, um tradicional sistema de captação de água de chuva comunitário.

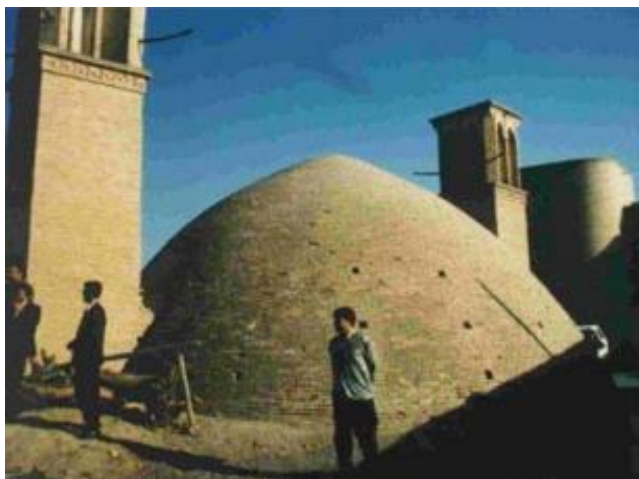


Figura 6- Abanbar, utilizado no Irã Fonte: GNADLINGER, 2000, disponível em <http://www.irpaa.org/colheita/f3.htm>

3.7.1 O uso das águas de chuva nos dias atuais

Apesar de muitas das técnicas apresentadas terem sido abandonadas ao longo do tempo, a conscientização ambiental e a necessidade de minimização dos impactos provados por enchentes, notadamente em áreas urbanas e densamente povoadas, a captação e aproveitamento da água de chuva passa a ser uma alternativa.

Diversos exemplos em diferentes países podem ser observados, destacando-se: Austrália, Estados Unidos, Alemanha e Japão. Além disso, compensações financeiras também influenciam, como no exemplo da Austrália, quando em 2003, os governos dos estados de Nova Gales do Sul (New South Wales) e Vitória (Victory), compensaram financeiramente os comerciantes, empresários e quaisquer moradores que comprassem tanques para estocagem e utilização de água de chuva. Foram ressarcidos valores de até 500 dólares australianos caso fosse aproveitada a água de chuva em tanques de lavagem de roupa e descargas de vasos sanitários. (BLUESCOPE STEEL apud OLIVEIRA, 2005)

3.8 QUANTIDADE DE ÁGUA DOCE DE CADA REGIÃO

Apesar de o Brasil ser 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. Porém, o país passa por crises de falta de água. E a principal razão é a questão da distribuição da água no Brasil e sua utilização. Com relação à disponibilidade de água, que o país detém de água doce disponível na América do Sul e possuir o maior rio do planeta (rio Amazonas). Os climas equatorial, tropical e

subtropical que atuam sobre o território, proporcionam elevados índices pluviométricos. No entanto, mesmo com grande disponibilidade de recursos hídricos, o país sofre com a escassez de água potável em alguns lugares. A água doce disponível em território brasileiro está irregularmente distribuída: aproximadamente, 72% dos mananciais estão presentes na região amazônica, restando 27% na região Centro-Sul e apenas 1% na região Nordeste do país.

Conforme explicitada no quadro 3, a relação entre densidade demográfica e a disponibilidade de água entre as regiões do país.

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%

Quadro 3. Fonte: IBGE/Agencia Nacional de Águas – (2010)

A região Norte, que possui uma densidade de apenas 4,12 habitantes para cada quilômetro quadrado, concentra quase 70% de todos os recursos hídricos disponíveis no Brasil. A maior parte desses recursos encontra-se nos rios da Bacia do Amazonas e, principalmente, no Aquífero Alter do Chão, exclusivo dessa região e com um volume de água superior ao Aquífero Guarani, que se distribui entre as demais áreas (exceto o Nordeste).

O Brasil tem posição privilegiada no mundo, em relação à disponibilidade de recursos hídricos. A vazão média anual dos rios em território brasileiro é de cerca de 180 mil metros cúbicos por segundo (m³/s).

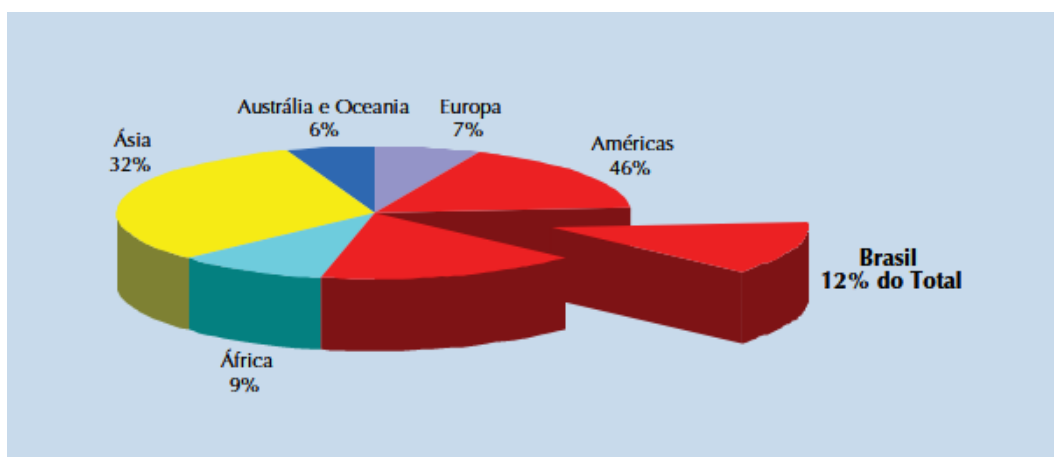


Gráfico 4:

Distribuição da água doce superficial no mundo Fonte: Adaptado de UNESCO 2007 apud GEO Brasil.

As reservas de água encontram-se má distribuída no país. 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.

Disponibilidade hídrica per capita (m ³ /hab/ano)	Estados	Situação
>20.000	AC, AM, AP, GO, MS, MT, PA, RO, RR, RS e TO	Riquíssimo
>10.000	MA, MG, SC, e PR	Muito rico
>5.000	ES e PI	Rico
>2.500	BA e SP	Situação adequada
>2.500	CE, RJ, RN, DF, AL, e SE	Pobres
>1.500	PB e PE	Situação crítica

Quadro: 5 Disponibilidade hídrica dos estados em metros cúbicos por habitante em um ano. Fonte: Brasil escola.

3.9 A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA DOS RECURSOS HÍDRICOS

Conforme pontua Domingos (2010) “Atualmente a política nacional de recursos hídricos define a bacia hidrográfica enquanto unidade territorial de planejamento e gestão dos recursos hídricos”.

O Brasil, a Constituição Federal, o Código de Águas, a Legislação Subsequente e Correlata, a Lei nos 9.427 de 26 de dezembro de 1996, a Lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997, a Secretaria de Recursos Hídricos e a Agência Nacional de Águas, são fortes instrumentos e instituições de defesa dos Recursos Hídricos (SENRA, 2004). Tendo como destaque a Lei 9.433, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamentos de Recursos Hídricos.

A Lei 9.433/97 propõe, a ação integrada no tratamento das águas superficiais e subterrâneas e define a obrigatoriedade da outorga pelo Poder Público, das infrações e penalidades. A Constituição de 1988 deu aos Estados o domínio das águas subterrâneas, levando à discussão sobre a necessidade de legislação federal específica a respeito. O modelo

de gestão dos recursos hídricos tem como desafio articular ações do Estado, da Sociedade e do Mercado.

Segundo Domingos (2010) outro importante fato a destacar da adoção da bacia hidrográfica enquanto unidade territorial de planejamento, e de gestão dos recursos hídricos é o fato de que diversos conflitos podem existir sobre o uso das águas

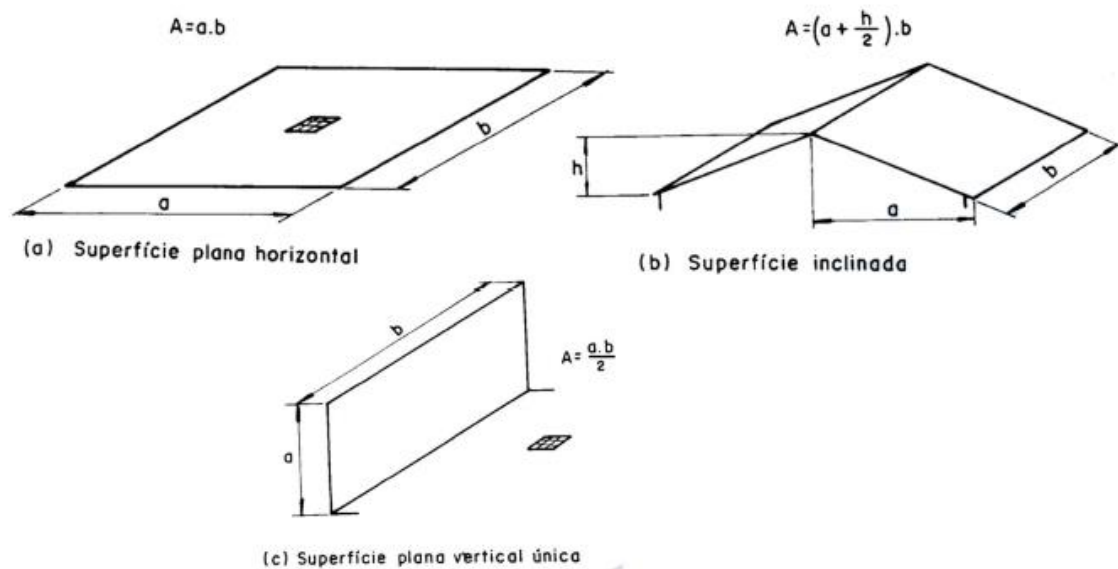
Os princípios básicos da Legislação Brasileira de águas constam da Carta de Salvador, de 1987. Uso múltiplo enfatiza o uso integrado, que implica rateio de custos e institucionalização de decisões colegiadas. Descentralização visa garantir adequação das decisões às diversidades e peculiaridades regionais. Participação da comunidade garante ações pertinentes, ágeis e contínuas. Isto desemboca na necessidade de um sistema de gerenciamento nacional integrando entre estados e municípios.

4 METODOLOGIA

A metodologia utilizada, a coletas de dados a pesquisada foram à observação participante e análise dos registros, documentos, relatórios sobre coleta de água da chuva para fins não potáveis e observação da montagem da coleta. Utilizando os método de Azevedo Neto e os métodos prático inglês e alemão. – Dados:

- Precipitação média: 400 mm/ano;
- Área de captação: 100 m²; – Volume aproveitável por ano: 400 mm x 100 m² x 0,75 = 30.000 litros.
- Quantidade de meses com pouca ou nenhuma chuva: 6;
- 4 residentes (demanda 20 litros/dia/pessoa);
- Demanda anual: 20 x 4 x 365 = 29.200 litros.

Área de contribuição (A)



Área de contribuição (A). Fonte: NBR 10844 (1989).

Cálculo da vazão (Q)

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

Tabela 1 – Coeficientes multiplicativos da vazão

Onde:

Q: vazão, em L/min

I: intensidade pluviométrica, em mm/h

A: área de contribuição, em m²

Tipo de curva	Curva a menos de 2 metros da saída da calha	Curva entre 2 e 4 metros da saída da calha
Canto reto	1,2	1,1
Canto	1,1	1,05

Para calhas beirais ou platibandas Fonte: NBR 10844

(1989).

Dimensionamento da calha

$$Q = K \frac{S}{n} R_H^{2/3} I^{1/2}$$

Onde:

Tabela 2 – Coeficientes de rugosidade

Material	n
Plástico, fibrocimento, aço, metais não-ferrosos	0,011
Ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida	0,012
Cerâmica, concreto não-alisado	0,013
Alvenaria de tijolos não-revestida	0,015

Q: vazão, em L/min

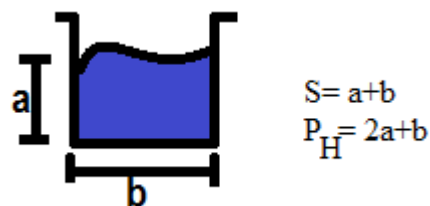
S: área da seção molhada, em m²

R: raio hidráulico, em m

P_H : perímetro molhado, em m

I: declividade da calha, em m/m

K: 60.000



Cálculo da vazão (Q)

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

Onde:

Q: vazão, em L/min

I: intensidade pluviométrica, em mm/h

A: área de contribuição, em m²

Tabela 1 – Coeficientes multiplicativos da vazão

Tipo de curva	Curva a menos de 2 metros da saída da calha	Curva entre 2 e 4 metros da saída da calha
Canto reto	1,2	1,1
Canto	1,1	1,05

Para calhas beirais ou platibandas Fonte: NBR 10844

(1989).

Dimensionamento da calha

$$Q = K \frac{S}{n} R_H^{2\frac{1}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

Onde:

Q: vazão, em L/min

S: área da seção molhada, em m²

R: raio hidráulico, em m

P_H : perímetro molhado, em m

I: declividade da calha, em m/m

K: 60.000

Tabela 2 – Coeficientes de rugosidade

Material	n
Plástico, fibrocimento, aço, metais não-ferrosos	0,011
Ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida	0,012
Cerâmica, concreto não-alisado	0,013
Alvenaria de tijolos não-revestida	0,015

Volume do reservatório

A capacidade do reservatório é obtida do somatório do volume de água disponível em cada período analisado, para valores positivos:

$$V = \sum_{t=1}^n S_t$$

para valores de $S_{(t)} \geq 0$

Em que,

- V: volume útil estimado para o reservatório, em m³;
- S_(t): volume de água disponível no reservatório no tempo t, em m³.

As instalações de águas pluviais seguem as preconizações da norma NBR 10844 (ABNT, 1989) - Instalações Prediais de Águas Pluviais. O sistema de águas pluviais e drenagem é o conjunto de calhas, condutores, grelhas, caixas de areia e de passagem e demais dispositivos que são responsáveis por captar águas da chuva e conduzir a um destino adequado.

5 ORÇAMENTO

Quadro com Recursos Matérias			
Itens	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Folha A4 500 folhas	1	R\$ 15,00	R\$ 15,00
Cartucho de tinta HP 662	2	R\$ 30,00	R\$ 60,00
Notebook Positivo	1	R\$ 809,10	R\$ 809,10
Internet via rádio	1	R\$ 180,00	R\$ 180,00
Impressora HP Deskjet	1	R\$ 197,90	R\$ 197,90
Plotagem em A0	2	R\$ 7,00	R\$ 14,00
Plotagem em A2	2	R\$ 4,00	R\$ 8,00
Subtotal			R\$ 1.284,00

Os custos totais são do próprio autor. Fonte: Elaborado pelo autor, (2018).

6 CRONOGRAMA

	ANO 2017				ANO2018						
Etapas	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
Discursão a respeito do tema	■	■						■			
Elaboração do projeto			■								
Revisão bibliográfica			■		■						
Apresentação do projeto					■		■				■
Análise e discursão											
Revisão do projeto						■			■	■	
Apresentação do projeto										■	■



Etapas concluídas



Etapas a serem realizadas

Fonte: Elaborado pelo autor, (2018).

7. RESULTADOS ESPERADOS

Ao final deste projeto sobre captação e aproveitamento de água da chuva, levando-se em consideração a região e o estado, espera-se que, esse projeto seja implantado e possa reduzir o consumo de água potável. Portanto, com esse projeto espera-se a redução do consumo e aproveitamento dos recursos naturais existentes, de forma sustentável e unir os benefícios econômicos a favor do equilíbrio natural do planeta.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Conservação e Reuso da Água em Edificações**. 2009. São Paulo.

ANA, Agência nacional de Águas. Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil. Brasília: ANA, 2007. (Cadernos de Recursos Hídricos, 2). 123p. 1 CDROM.

ANNECCHINI, K. P. V. Aproveitamento da água de chuva para fins não potáveis na região metropolitana de Vitória (ES). 2005. 124f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

BRASIL. Senado Federal. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília: Senado Federal, 1988.

_____. **LEI Nº 9.433**, POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. de 08 de Janeiro de 1997.

CARVALHO Daniel Fonseca de. e SILVA Leonardo Duarte Batista da. **Hidrologia** 2006. Disponível:

<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap2-CH.pdf>

Acesso: Mai 2018.

CARDOSO CARLOS EDUARDO N. **Aproveitamento de Água de Chuva para Fins não Potáveis** [s.n], 2013. 74 f. : il. Bibliografia : f. 64-68 Trabalho de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2013.

COSCARELLI, Antonio Pedro Fernandes. Aproveitamento da água de chuva para fins não potáveis em uma atividade industrial: estudo de caso de uma edificação a ser construída, Rio de Janeiro, RJ – 2010. 159 f. Disponível: http://www.peamb.eng.uerj.br/trabalhosconclusao/2010/AntonioPedroFernandesCoscarelli_P_EAMB2010.pdf

COHIM. Eduardo et al . GARCIA Ana & KIPERSTOK Asher. **Captação e Aproveitamento de Água de Chuva: Dimensionamento de Reservatórios**. IX Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. 2007

DOMINGOS, Thiago Augusto. Geologia e geomorfologia ambiental- São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

FERREIRA, Karyne Kelly Alves. **Análise do Sistema de Captação de Água da Chuva Para Fins Não Potáveis**. 2017 .pdf.

GEO Brasil: recursos hídricos: resumo executivo. / Ministério do Meio Ambiente; Agência Nacional de Águas; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Brasília: MMA; ANA, 2007. 60 p.: il. (GEO Brasil Série Temática: GEO Brasil Recursos Hídricos) ISBN: 000-00-00000-00-0

GNADLINGER, J.(2000) Coleta de água de chuva em áreas rurais. In: Anais eletrônicos do 2º Fórum Mundial da Água, Holanda. Disponível em: irpaa.org.br/colheita/indexb.htm. Acesso em: Maio. 2018.

GUAREZI Natália Julia. **Dimensionamento de reservatório de água da chuva: Método de Rippl** Atualizado, 2018 <https://suporte.altoqi.com.br/hc/pt-br/articles/360001587094-Dimensionamento-de-reservat%C3%B3rio-de-%C3%A1gua-da-chuva-M%C3%A9todo-de-Rippl>.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Primeiros Dados do Censo 2010. Rio de Janeiro: 2011. Disponível em: http://www.censo2010.ibge.gov.br/primeiros_dados_divulgados/index.php Acesso em 10 de maio de 2018.

JABUR, A. S.; BENETTI, H. P.; SILIPRANDI, E. M. Aproveitamento da água pluvial para fins não potáveis. VII Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Agosto, 2011.

KOBIYAMA, M; LINO, J.; LOPES, N.; SILVA R. (2007) Aproveitamento de água da chuva no contexto de drenagem urbana. In: Curso de Capacitação em Saneamento Ambiental. Florianópolis: UFSC.

MACHADO, F. O.; CORDEIRO, J. S.. **Aproveitamento das Águas Pluviais: Uma Proposta Sustentável**.In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 7º, 2004,São Luis, MA.Anais...São Luis: Associação Brasileira de Recursos Hídricos –ABRH, 2004

MAY, S. **Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações**. Dissertação (Mestrado). Curso de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2004

MARINOSKI, A. K. Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: um estudo de caso em Florianópolis - SC. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina. UFSC, 2007.

NBR 15.527/2007 - **Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis**. Rio de Janeiro: ABNT, 2007. 12 p.

NBR 10844/1989 - NB 611- **Instalações Prediais de Águas Pluviais**

OLIVEIRA Camila Lopes de. **Aproveitamento de Água de Chuva Para Usos Não Potáveis no Município do Rio de Janeiro**. 2007. Disponível: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp037698.pdf> Acesso: Mai 2018.

OLIVEIRA, L. H. de, ILHA, M. S. de O., GONÇALVES, O. M., & REIS, L. Y. R. P. A. (2007) Projeto Tecnologias para Construção Habitacional mais Sustentável - Levantamento do estado da arte: Água. São Paulo: USP.

OLIVEIRA, S., M., de, **Aproveitamento da água da chuva e reuso de água em residências unifamiliares: estudo de caso em Palhoça – SC**. Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Civil: UFSC. Florianópolis, 2005.

ONU- Organização das Nações Unidas disponível:

http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_proecotur/_publicacao/140_publicacao09062009025910.pdf

PIRES, Ewerton de O. P. et al. FEIJÓ, Cláudia. C. C. LUIZ Liliana C. **Gestão de Recursos Hídricos**. São Paulo: Perason Prentice Hall, 2009.

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 17 de maio de 2018.

PENA, Rodolfo F. Alves. **Geografia Física do Brasil**. *Brasil Escola*. Disponível em: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/distribuicao-agua-no-brasil.htm> Acesso em 17 de maio de 2018.

SENRA, J. B. Cuidando das águas por um Brasil melhor. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: < w.cnrh-srh.gov.br > Acesso em 01 de out. 2006. 2004.

SOUZA, Marcelo Machado de et al SANTOS Vinícius José R. dos. LUZ Wesley Novakoski da. **Proposta Para Captação da Água da Chuva em uma Indústria de Alimentos**. 2016. Disponível:

www.iessa.edu.br/revista/index.php/tcc/article/download/108/61

Teoria e Prática na Engenharia Civil, n.19, p.89-99,. Disponível: <http://www.metalica.com.br/procedimentos-para-o-dimensionamento-de-reservatorio-de-agua-pluvial> maio de 2018.

THOMAS, T. (2001). Escolha de cisternas para captação de água de chuva no sertão. In: Anais do 3º Simpósio Brasileiro de Captação de água de Chuva no Semi-árido. Campina Grande. Petrolina: ABCMAC. CD-ROM.

VASCONCELOS, Leonardo F. de. FERREIRA Osmar M. **Captação de Água de Chuva Para Uso Domiciliar: Estudo de Caso**. 2006. Disponível:

<http://docplayer.com.br/4064504-Captacao-de-agua-de-chuva-para-uso-domiciliar-estudo-de-caso.html> Acesso: maio de 2018

Site

<https://alunosonline.uol.com.br/geografia/desperdicio-agua.html> Acesso em 17 de maio de 2018.

https://www.larapedia.com/resumos/Ciclo_Hidrologico_resumo.html Acesso em 18 de maio de 2018.

<http://www.isinaliza.com> Acesso: maio de 2018.

<http://www.techfilter.com> Acesso: maio de 2018.

<http://www.metalica.com> Acesso: Abril de 2018

<http://www.larapedia.com/> Acesso: Abril de 2018

<https://brasilescola.uol.com.br/geografia/agua.htm> Acesso: Abril de 2018

[https://www.google.com/search?q=\(BELLA+CALHA,+2007\)&client=firefox-b-ab&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjKwIqqiczAhVCIZAKHT0OBLEQ_AUICygC&biw=1366&bih=611](https://www.google.com/search?q=(BELLA+CALHA,+2007)&client=firefox-b-ab&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjKwIqqiczAhVCIZAKHT0OBLEQ_AUICygC&biw=1366&bih=611) Acesso: em 18 de maio de 2018.

<https://brasilescola.uol.com.br/geografia/distribuicao-agua-no-brasil.htm> Acesso: em 18 de maio de 2018.

ANEXOS