

FACULDADE DAMAS DA INSTRUÇÃO CRISTÃ
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

MARIA BEATRIZ ANDRADE RICARDO DA SILVA

O USO DAS ÁGUAS PLUVIAIS
EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS.

RECIFE
2018

FACULDADE DAMAS DA INSTRUÇÃO CRISTÃ
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

Maria Beatriz Andrade Ricardo da Silva

**O USO DAS ÁGUAS PLUVIAIS
EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS.**

Trabalho de conclusão de curso como exigência parcial para graduação no curso de Arquitetura e Urbanismo, sob a orientação da Prof.^a Me. Maria Luiza de Lavor.

RECIFE

2018

Catálogo na fonte
Bibliotecário Ricardo Luiz Lopes CRB-4/2116

S586u Silva, Maria Beatriz Andrade Ricardo da.
O uso das águas pluviais em edificações residenciais / Maria Beatriz Andrade Ricardo da Silva. - Recife, 2018.
87 f. : il. color.

Orientador: Prof.^a Me. Maria Luiza de Lavor.
Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia – Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade Damas da Instrução Cristã, 2018.
Inclui bibliografia.

1. Água doce. 2. Água pluvial. 3. Recursos naturais. 4. Sustentabilidade. 5. Desenvolvimento sustentável. I. Lavor, Maria Luiza de. II. Faculdade Damas da Instrução Cristã. III. Título.

72 CDU (22. ed.)

FADIC (2018.2-436)

FACULDADE DAMAS DA INSTRUÇÃO CRISTÃ
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

Maria Beatriz Andrade Ricardo da Silva

**O USO DAS ÁGUAS PLUVIAIS
EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS.**

Trabalho de conclusão de curso como exigência parcial para graduação no curso de Arquitetura e Urbanismo, sob a orientação da Prof.^a Me. Maria Luiza de Lavor.

Aprovado em dezembro de 2018

BANCA EXAMINADORA

Letícia Loreto Querette, Prof.^a, Dr.^a, FADIC
Examinadora interna

Maria de Fátima Xavier do M. Almeida, Prof.^a, Me., FADIC
Examinadora interna

Maria Luiza de Lavor, Prof.^a, Me., FADIC
Orientadora

RECIFE
2018

À minha família cuja presença significa
segurança e certeza de que não estou
sozinha nessa caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar à minha família que sempre acompanhou o meu percurso acadêmico. Meu pai Manoel, minha mãe Alexandra, minha irmã Manoel-la, que nessa longa caminhada me deram todas as condições emocionais para que eu possa superar os momentos mais difíceis e que nunca me deixaram esquecer os meus objetivos nos momentos de quase desistência, que acompanharam toda a minha luta diária incentivando a nunca desistir de alcançar meus sonhos.

Aos meus amigos que fizeram com que a longa e árdua jornada fosse menos dolorosa, sempre incentivando, ajudando e também não me permitindo desistir nos momentos mais difíceis.

Agradeço às professoras Maria Luiza de Lavor e Winnie Emily Fellows e aos demais professores que contribuíram bastante para a minha formação acadêmica. São igualmente importantes.

E finalmente a todos aqueles que de alguma forma contribuíram, que apoiaram, incentivaram e torceram pela realização desse sonho e que sonharam junto comigo.

RESUMO

A água doce, um dos recursos naturais do planeta, vem se tornando cada vez mais escasso, e o desperdício de água potável, entre outros fatores, contribuem para que isso ocorra. Mas, independente da escassez de água ou da abundância de sua disponibilidade em determinadas regiões, ela deve ser utilizada com moderação, sempre avaliando a possibilidade de obtê-la por fontes alternativas. Criar uma gestão consciente e racional na utilização dos recursos hídricos é de suma importância para que essa e as futuras gerações possam desfrutar deles. Diante deste cenário, é preciso conscientizar as pessoas que o uso sustentável da água é uma das bases para o desenvolvimento humano. E o aproveitamento de água da chuva mostra-se uma alternativa bastante apropriada para satisfazer a demanda da água potável para determinados fins, ou seja, atrelado ao uso consciente da água potável torna-se o pilar fundamental do desenvolvimento sustentável. A partir da apreensão conceitual da sustentabilidade, do desenvolvimento sustentável e das águas doce, potável e pluvial, da compreensão do sistema de coleta e aproveitamento da água de chuva como um todo – aplicação do sistema, exemplos, legislações vigentes e visão do cidadão – .Este trabalho tem como intuito trazer uma contribuição acadêmica para o conhecimento a respeito do sistema de coleta e aproveitamento de água de chuva em edificações residenciais, objetiva-se analisar os entraves para difusão da sua prática e traçar diretrizes, através de um *folder*, para que a água pluvial possa substituir a potável com eficiência, e assim promover a sustentabilidade no uso das águas em edificações residenciais.

Palavras-chave: Água doce. Água pluvial. Recursos naturais. Sustentabilidade, Desenvolvimento Sustentável.

ABSTRACT

Freshwater, one of the planet's natural resources, is becoming increasingly scarce, and the waste of drinking water, among other factors, contributes to this. But, regardless of the scarcity of water or the abundance of its availability in certain regions, it should be used sparingly, always evaluating the possibility of obtaining it from alternative sources. Creating consistent and rational management of water resources is of paramount importance for this and future generations to enjoy. Given this scenario, it is necessary to make people aware that the sustainable use of water is one of the bases for human development. And the use of rainwater is a very appropriate alternative to satisfy the demand of drinking water for de-finalized purposes, ie, linked to the conscious use of drinking water becomes the fundamental pillar of sustainable development. From the conceptual apprehension of sustainability, sustainable development and fresh, potable and pluvial waters, understanding of the rainwater harvesting and utilization system as a whole - application of the system, examples, current legislation and vision This work aims to bring an academic contribution to the knowledge about the system of collecting and utilizing rainwater in residential buildings, it aims to analyze the obstacles to diffusion of its practice and to draw guidelines through a folder so that rainwater can efficiently replace potable water, and thus promote sustainability in the use of water in residential buildings.

Keywords: Freshwater. Rainwater. Natural resources. Sustainability, Sustainable Development.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Relação de Sustentabilidade no decorrer das décadas. | 15 |
| Figura 2 – Princípios do Desenvolvimento Sustentável..... | 16 |
| Figura 3 – Tripé da Sustentabilidade | 19 |
| Figura 4 – Área terrestre do planeta | 20 |
| Figura 5 – Água existente no planeta | 20 |
| Figura 6 – Quantidade de água presente na América do Sul | 20 |
| Figura 7 – Quantidade de água presente no Brasil | 20 |
| Figura 8 – Bacias Hidrográficas do Brasil..... | 21 |
| Figura 9 – Distribuição de água no planeta. | 22 |
| Figura 10 – Potabilização da água. | 23 |
| Figura 11 – Representação dos três tipos de precipitações pluviais. | 26 |
| Figura 12 – Pedra Moabita | 29 |
| Figura 13 – Chultun, cisterna do povo Maya. | 29 |
| Figura 14 – Subterrâneos de Tóquio..... | 30 |
| Figura 15 – 8º Simpósio de Captação e Manejo de Água de Chuva, 14- 17/08/2012 | 34 |
| Figura 16 – Cisterna de concreto com arame..... | 34 |
| Figura 17 – Cisterna de concreto e arame. | 34 |
| Figura 18 – Cisterna de placas de cimento pré-moldado. | 35 |
| Figura 19 – Cisterna de placas de cimento pré-moldadas. | 35 |
| Figura 20 – Reservatório inferior. | 36 |
| Figura 21 – Reservatório Superior..... | 36 |
| Figura 22 – Captação da água de chuva através de ralos | 37 |
| Figura 23 – Irrigação do Jardim..... | 37 |
| Figura 24 – Tanques. | 37 |
| Figura 25 – Captação. | 42 |
| Figura 27 – Sistema de aproveitamento de água pluvial em uma empresa de logística. | 48 |
| Figura 28 – Sistema de aproveitamento de água pluvial em uma empresa de logística. | 48 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1 – Origem das respostas..... | 49 |
| Gráfico 2 – Tipo de edificação em que residem. | 49 |
| Gráfico 3 – Ciência de que a água pluvial pode substituir a água potável em alguns usos na residência..... | 49 |
| Gráfico 4 – Conhece alguma residência que faz uso da água pluvial na cidade em que reside..... | 49 |
| Gráfico 5 – Faz uso da água pluvial em sua residência. | 50 |
| Gráfico 6 – Faz uso da água pluvial em sua residência relacionado aos Estados. | 50 |
| Gráfico 7 – Faz uso da água pluvial em residência relacionado à tipologia. | 51 |
| Gráfico 8 – Porque não faz uso da técnica em sua residência?..... | 51 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1.INTRODUÇÃO | 10 |
| 1.1.Métodos e Técnicas de Pesquisa | 12 |
| 2.SUPORTE TEÓRICO..... | 13 |
| 2.1.Sustentabilidade | 13 |
| 2.2.Desenvolvimento sustentável | 15 |
| 2.3.Água doce..... | 19 |
| 2.4.Água potável..... | 22 |
| 2.5.Água da chuva..... | 25 |
| 3.O USO DA ÁGUA PLUVIAL EM RESIDÊNCIAS | 28 |
| 3.1.No exterior | 28 |
| 3.2.No Brasil | 31 |
| 3.2.1. O que dizem as normas brasileiras | 38 |
| 3.2.2. Aplicação do sistema, vantagens e desvantagens..... | 39 |
| 4.O OLHAR DO CIDADÃO SOBRE O USO DA ÁGUA PLUVIAL..... | 45 |
| 4.1.O olhar do profissional de arquitetura | 45 |
| 4.2.O olhar da população em geral..... | 48 |
| 5.CONCLUSÃO..... | 53 |
| REFERÊNCIAS..... | 59 |
| APÊNDICE A – O OLHAR DO PROFISSIONAL DE ARQUITETURA | 65 |
| APÊNDICE B – PESQUISA SOBRE O APROVEITAMENTO DA ÁGUA PLUVIAL (ÁGUA DA CHUVA) EM RESIDÊNCIAS..... | 66 |
| APÊNDICE C – Folder de conscientização sobre o sistema de coleta e aproveitamento de água pluvial em residências..... | 67 |

1. INTRODUÇÃO

A constante exploração do meio ambiente produz impactos sobre a biodiversidade e os recursos naturais em termos de qualidade e quantidade, podendo constatar que os recursos naturais estão sendo exauridos por atividades antrópicas. Após esta constatação, viu-se a necessidade de se criar uma gestão consciente e racional na utilização desses recursos naturais para que as necessidades dessa e das futuras gerações (independente da origem) do nosso planeta possam ter acesso, originando o conceito de Sustentabilidade e Desenvolvimento sustentável.

A água doce -um dos recursos naturais- ainda pode ser encontrada em grande quantidade no planeta, mas em algumas regiões vem se tornando cada vez mais escasso. A realidade de suprir a necessidade de água já é um problema em função do crescimento populacional acelerado, além disso, o desperdício de água potável, resultante do uso perdulário¹ tem contribuído para maior consumo deste recurso, também se pode contar com o fator da poluição, em que dejetos e esgotamentos sanitários são despejados indiscriminadamente nos rios e mananciais. Somando esses fatores, temos o resultado da atual e crescente escassez de água que se vive.

Apesar de o Código de Águas prever a prioridade absoluta do uso da água para satisfazer as necessidades humanas básicas (dessedentação e usos domésticos), o maior consumo desta se dá na agricultura com 70% do volume total. Em seguida estão os usos industriais com 20% e, por fim, os usos domésticos que não ultrapassam 8% (TORRES, 2007, p.401-402).

O Brasil, um dos países mais ricos em bacias hidrográficas do mundo, de acordo com Kobiyama (2010), ainda é um país privilegiado no que diz respeito à quantidade de água, e talvez por isto, a população não dê a devida atenção a este bem precioso.

A água, além de ser um recurso vital e indispensável para a sobrevivência humana e de todas as espécies vivas, também é para grande parte das atividades econômicas (agricultura e indústria). Para Rebouças (2004), independente da escassez ou da abundância de água em determinadas regiões, ela deve ser utilizada com consciência, sempre ponderando a possibilidade de obtê-la por fontes alternativas. E de acordo com Anecchini (2005) o aproveitamento de água da chuva, o reuso de águas e a dessalinização da água do mar são algumas soluções para este déficit

¹ Perdulário: Gastador, dissipador.

hídrico, ou seja, atrelados ao uso consciente da água potável tem-se pilares fundamentais do desenvolvimento sustentável.

A aplicação do aproveitamento de água da chuva mostra-se uma alternativa bastante apropriada para satisfazer a demanda da água potável para alguns fins, por ser uma técnica simples e econômica, dependendo do seu uso não há necessidade de grandes tratamentos químicos ou biológicos.

A água de chuva, utilizada como recurso alternativo para o consumo, é citada por autores como Anecchini (2005), Veiga e Zatz (2008), Gnadlinger (2000), Kobiyama (2010), entre outros, como uma ação que pode minimizar os problemas ambientais causado pela escassez de água. Alguns deles consideram que o aproveitamento de água de chuva pode ser útil não só como fonte de abastecimento de água para fins não potáveis, mas como contribuinte para o controle de alagamentos.

O aproveitamento da água de chuva não é uma novidade, é uma prática antiga e comum, na qual a água é recolhida e armazenada de forma a ser utilizada para fins domésticos e em pequena escala agrícolas. Nos últimos anos, vem-se observando um crescente uso nas áreas urbanas e modernas como solução para os ocorrentes desafios associada ao fornecimento de água de boa qualidade à população.

Nesse sentido, uma questão que se coloca é em que medida o cidadão faz uso da água pluvial? Para efeito desse estudo, é aceito como hipótese que o cidadão conhece mas não faz uso do sistema de aproveitamento de água pluvial em sua residência por ausência de conhecimento do funcionamento do sistema e por ausência de orientação sobre a importância desta prática sustentável.

Criar uma gestão consciente e racional na utilização dos recursos hídricos é de suma importância para que essa e as futuras gerações possam desfrutar deles. Diante deste cenário, é preciso conscientizar as pessoas que o uso sustentável da água é uma das bases para o desenvolvimento humano.

Este trabalho tem como intuito trazer uma contribuição acadêmica para o conhecimento a respeito do sistema de coleta e aproveitamento de água de chuva em edificações residenciais, objetiva-se analisar os entraves para difusão da sua prática e traçar diretrizes para que a água pluvial possa substituir a potável com eficiência, e assim promover a sustentabilidade no uso das águas em edificações residenciais.

Estruturou-se este trabalho em quatro partes. A primeira dedica-se aos suportes teóricos relativos ao tema, como os aspectos conceituais da sustentabilidade, do desenvolvimento sustentável e das águas doce, potável e pluvial. Na segunda traba-

lha-se o uso da água pluvial em residências, são apresentados exemplos desde os primórdios até os dias atuais; legislações vigentes sobre o seu uso; e por fim a aplicação do sistema.

Para complementar a compreensão do sistema de coleta e aproveitamento da água pluvial como um todo, a terça parte desenvolvida, dedica-se ao olhar do cidadão sobre o uso da água pluvial em residências, para que isso fosse possível, houve a aplicação de entrevista semiestruturada e questionários realizados junto a um profissional atuante na área de aproveitamento da água da chuva e a população, afim de identificar quais as dificuldades para implantação desta técnica e propor possíveis soluções através de diretrizes expostas na quarta e última parte.

1.1. Métodos e Técnicas de Pesquisa

Para esse trabalho foi desenvolvido o método de pesquisa exploratória, que para sua execução foram aplicados as seguintes técnicas: levantamento e leituras bibliográficas, exemplos sucedidos ao longo dos anos e aplicação de entrevista semiestruturada e questionários realizados junto a um profissional atuante na área de aproveitamento da água da chuva e a população. Para obter resultados, buscou-se analisar de maneira flexível o maior número de ângulos do problema, o levantamento de dados foi realizado nos meses de setembro a novembro de 2018.

Foram coletadas informações por meio de uma entrevista semiestruturada com Raissa Matoso, Arquiteta e Urbanista, formada pela Universidade Federal de Pernambuco / Universidade de Valladolid, na Espanha (UFPE/UVA-Espanha) e Especialista em Sustentabilidade no Projeto pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ). A entrevista foi realizada de forma presencial. Para a arquiteta, foram abordadas questões sobre a prática da técnica de coleta e aplicação da água da chuva na residência buscando entender a opinião profissional referente à aplicação eficiente, a consciência e o interesse da população em fazer uso desta técnica.

Já o questionário semiestruturado foi realizado com 112 moradores e ficou disponível online do dia 28/09/2018 ao dia 03/11/2018. Além de abordar questões quanto ao conhecimento da existência e o interesse de fazer uso desta prática do sistema de coleta e aproveitamento de água pluvial em suas residências, o levantamento serviu também de base para caracterizar alguns aspectos ligados à moradia, como a cidade onde reside e a tipologia da residência (casa ou apartamento).

2. SUPORTE TEÓRICO

Para compreender o tema em questão, é necessário entender aspectos conceituais e teóricos específicos a respeito da sustentabilidade, do desenvolvimento sustentável e das águas doce, potável e pluvial, a partir de autores que tratam do assunto - como: Gilberto Montibeller Filho, Masato Kobiyama, José Eli da Veiga; Lia Zatz entre outros -, documentos - como a portaria do Ministério Da Saúde- e as normas brasileiras vigentes sobre o assunto.

2.1.Sustentabilidade

A palavra sustentabilidade deriva do termo sustentável oriundo do latim *sustentare*, que significa sustentar, defender, favorecer, apoiar, conservar e/ou cuidar (ECYCLE, [201?]). Dessa forma, a palavra sustentabilidade surgiu com referência aos recursos renováveis² e foi adotado pelo movimento ecológico.

De acordo com Mikhailova (2004, p. 25): “Em seu sentido lógico sustentabilidade é a capacidade de se sustentar, de se manter, ou seja: uma atividade sustentável é aquela que pode ser mantida para sempre”.

Para Ayres (2008), a sustentabilidade é o princípio do modo como o ser humano deve agir em relação à natureza, e a sua responsabilidade para com o outro e as próximas gerações.

E segundo Nascimento (2012, p.52):

Essa percepção percorreu um longo caminho até a estruturação atual, cujas origens mais recentes estão plantadas na década de 1950, quando pela primeira vez a humanidade percebe a existência de um risco ambiental global: a poluição nuclear. Os seus indícios alertaram os seres humanos de que estamos em uma nave comum, e que problemas ambientais não estão restritos a territórios limitados.

Enquanto no século XIX, os recursos naturais³ eram chamados de matérias primas, reconhecidas como inesgotáveis e sua consumação controlada pelo homem, no século XX com os avanços tecnológicos e com o aumento populacional, o ser

² Recurso renováveis: Recursos naturais que à medida que são consumidos pelo ser humano, renovam-se com tamanha rapidez que não se esgotam

³ Recursos naturais: Bens extraídos da natureza

humano começou a perceber que esta matéria-prima originária de recursos naturais, se consumida de forma desequilibrada pode ser esgotável.

De acordo com Veiga e Zatz (2008), até o final dos anos 60 a sustentabilidade era um conceito usado apenas pela biologia. Quando pesquisadores especializados procuravam avaliar o momento em que uma atividade extrativista⁴ transcende os limites de reprodução da espécie estudada. Ou seja, a partir de qual ponto é rompida a resiliência⁵ de um ecossistema.

Na década seguinte, uma série de eventos trouxe as preocupações ecológicas para uma percepção mais ampliada, inserindo nas discussões sobre desenvolvimento, a visão ambiental em função do crescimento populacional e do desenvolvimento econômico, destacando a importância da preservação de espécies e do controle no uso dos recursos naturais. Nas palavras de Vecchiatti (2004, p. 91):

O início da tomada de consciência social sobre os inúmeros problemas ambientais naquela década conduziu à redação de relatórios, cujos objetivos eram essencialmente esboçar avaliações globais, fazer emergir as questões consideradas urgentes e formular recomendações imediatas às diferentes instâncias do poder político.

Uma das produções resultantes desta tomada de consciência, considerada talvez a mais importante da época, tida como o marco na internacionalização da problemática ambiental – a primeira Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano – produziu uma lista de 26 princípios e 109 recomendações. Dentre esses, destacam-se a salvaguarda⁶ dos recursos naturais e os assentamentos humanos devem ser planejados de forma a acabar com os problemas ambientais.

A Conferência estabeleceu também o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), que articula o direito humano de viver em um meio ambiente que proporcione condições de uma vida digna e bem-estar (PNUMA, 2002).

Segundo Nascimento (2012), os governos movimentaram-se para a criação de agências que tratassem da questão ambiental, por uma das constatações ao longo da elaboração para a reunião de Estocolmo foi a insuficiência de dados disponí-

⁴ Extrativismo: Retirada de matérias naturais, seja de origem mineral, animal ou vegetal.

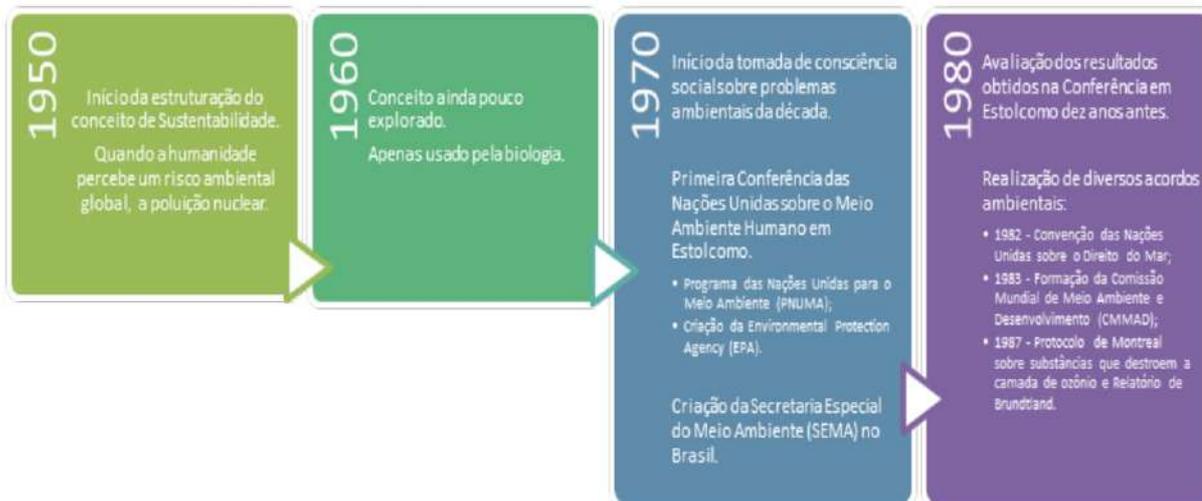
⁵ Resiliência: Dentro da ecologia, a resiliência é a aptidão de um determinado sistema que lhe permite recuperar o equilíbrio depois de ter sofrido uma perturbação. Este conceito remete para a capacidade de restauração de um sistema. (COMISSÃO ESPECIAL DO RIO GRANDE RESILIENTE, 2016).

⁶ Salvaguarda: “[...] um bem cultural de natureza imaterial é apoiar sua continuidade de modo sustentável, atuar para melhoria das condições sociais e materiais de transmissão e reprodução que possibilitam sua existência” (IPHAN, c2014).

veis e fundamentados a respeito do tema. Como exemplo, os Estados Unidos criam em 1970, a *Environmental Protection Agency* (EPA), e o Brasil, em 1973, cria a Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA). A avaliação dos resultados da conferência de Estocolmo pela Organização das Nações Unidas (ONU), dez anos depois, mostrou que os esforços empreendidos ficaram muito aquém do necessário. (LE PRESTRE, 2000).

Na década de 1980 ocorreram diversos acordos ambientais como a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (1982); o Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio (1987) e a formação da Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), de 1983, tendo sido decisiva para as discussões acerca da sustentabilidade por elaborar o Relatório Brundtland (1987), no que apresentava o conceito oficial de desenvolvimento sustentável. A Figura a seguir (**Figura 1**), sintetiza a relação de Sustentabilidade no decorrer das décadas:

Figura 1 – Relação de Sustentabilidade no decorrer das décadas.



Fonte: AUTORA, 2018.

2.2. Desenvolvimento sustentável

O conceito oficial de Desenvolvimento Sustentável presente no Relatório Brundtland (1987), é: “O desenvolvimento que atenda às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades” (CMMAD, 1991, p.46).

Para Mikhailova (2004, p. 26): “Desenvolvimento sustentável é aquele que me-

lhora a qualidade da vida do homem na terra ao mesmo tempo em que respeita a capacidade de produção dos ecossistemas nos quais vivemos.”.

Segundo Magalhães (2012, p.1): “O desenvolvimento sustentável é um conceito que corresponde ao desenvolvimento ambiental das sociedades, aliado aos desenvolvimentos econômico e social. ” Para a autora, o desenvolvimento sustentável tem como princípios para sua eficiência, ações que visem uma sociedade mais justa, igualitária, consciente, de modo a trazer benefícios para todos e ao mesmo tempo, reconheça que os recursos naturais são finitos (**Figura 2**) São eles:

Desenvolvimento econômico – Trata-se daquilo que alguns denominam como eco eficiência, que supõe uma contínua inovação tecnológica que nos leve a sair do ciclo fóssil de energia (carvão, petróleo e gás) e a ampliar a desmaterialização da economia.

Desenvolvimento social – Uma sociedade sustentável supõe que todos os cidadãos tenham o mínimo necessário para uma vida digna e que ninguém absorva bens, recursos naturais e energéticos que sejam prejudiciais a outros. Isso significa erradicar a pobreza e definir o padrão de desigualdade aceitável, delimitando limites mínimos e máximos de acesso a bens materiais.

Conservação ambiental – Trata-se de produzir e consumir de forma a garantir que os ecossistemas possam manter sua auto reparação ou capacidade de resiliência (MAGALHÃES, 2012, p.1).

Figura 2 – Princípios do Desenvolvimento Sustentável.



Fonte: MAGALHÃES, 2012, p.1

Já de acordo com Montibeller Filho (2001, p. 47), o termo desenvolvimento sustentável, apresenta como princípios:

- Integrar a conservação da natureza e desenvolvimento
- Satisfazer as necessidades humanas fundamentais
- Perseguir equidade e justiça social

- Buscar a autodeterminação social e respeitar a diversidade cultural;
- Manter a integridade ecológica.

Segundo a SUSTAINABLE DEVELOPMENT KNOWLEDGE PLATFORM ([entre 2011 e 2018]) em dezembro de 1992, foi criada a Comissão para o Desenvolvimento Sustentável (CSD) das Nações Unidas, que lançou um movimento internacional denominado Agenda 21, com o objetivo de construir indicadores de sustentabilidade de forma consensual entre governos nacionais, instituições acadêmicas, organizações não governamentais, organizações do sistema das Nações Unidas e especialistas da sociedade de 179 países. Esse processo durou dois anos e teve seu fechamento com a realização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), no Rio de Janeiro, em 1992, também conhecida por Rio 92. (COMPÊNDIO PARA A SUSTENTABILIDADE, 2010)

A agenda 21 teve como objetivo proporcionar um padrão de desenvolvimento mundial a partir da união de métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica, servindo como base para que cada país elaborasse e implementasse a sua própria Agenda 21 Nacional, adequando à sua realidade. Como afirma o PNUMA (2002, p.17), “Trata-se de um documento sem validade legal, mas importante e influente no campo do meio ambiente, servindo como base de referência para o manejo ambiental na maior parte das regiões do mundo.”.

Na Rio 92, a sustentabilidade do patrimônio cultural é colocada em conjunto com a sustentabilidade ambiental. O patrimônio cultural é considerado um recurso não renovável, devendo ser preservado, contribuindo no processo de desenvolvimento sustentável local. A partir desta, o termo cidades sustentáveis surge como sendo a extensão para a esfera local da prática do desenvolvimento sustentável. As considerações sobre sua aplicação no espaço urbano foram levadas para a Conferência das Nações Unidas sobre os Assentamentos Humanos (Habitat II), em 1996, em Istambul, onde houve a aprovação da Agenda Habitat, documento que apresenta princípios, ações e deveres a serem realizados pelos governos, sociedade civil e iniciativa privada, objetivando o desenvolvimento sustentável das áreas urbanas (SANTOS et al, 2002).

Souza (2005) afirma que para uma definição completa de desenvolvimento sustentável, deve haver, não só o aumento de indicadores econômicos e sociais, mas a questão da conservação do meio ambiente também deve ser levada em con-

ta, visto que com o passar do tempo o crescimento econômico tende a esgotar os recursos produtivos escassos através de seu uso indiscriminado. Ela ressalta ainda:

Por exemplo, o crescimento econômico acelerado pode provocar o desmatamento de florestas, a exaustão de reservas minerais e a extinção de certas espécies de peixes. A atividade agrícola tende a ocupar vastas áreas de terras onde se encontravam florestas. A urbanização explosiva resultante tem provocado o esgotamento das fontes de água potável. A atividade produtiva pode também poluir os mananciais de água, infestar o ar atmosférico, interferindo no próprio clima e no regime de chuvas, o que afeta a saúde da população. Em outras palavras, desenvolvimento sustentável é o que preserva o meio ambiente, sobretudo os recursos naturais não renováveis. (SOUZA, 2005, p.8)

O atual conceito de desenvolvimento sustentável, explicito na Cúpula Mundial em 2002, define mais concretamente o objetivo de desenvolvimento atual (qualidade de vida de todos os habitantes) e ao mesmo tempo reconhece o fator que limita o desenvolvimento e pode prejudicar as gerações futuras (o uso de recursos naturais além da capacidade da Terra). “O desenvolvimento sustentável procura a melhoria da qualidade de vida de todos os habitantes do mundo sem aumentar o uso de recursos naturais além da capacidade da Terra.” (MIKHAILOVA, 2004, p 27)

Sachs (2002) conceitua o termo desenvolvimento sustentável a partir de oito dimensões: ambiental, econômica, social, cultural, espacial, psicológica, política nacional e internacional e que só se deve considerar desenvolvimento sustentável quando se obtém todas elas. Quando se refere às dimensões ecológicas e ambientais, os objetivos de sustentabilidade formam um verdadeiro tripé (**Figura 3**):

Figura 3 – Tripé da Sustentabilidade



Fonte: SACHES, 2002 (Editado pela autora, 2018).

Com isso percebe-se que enquanto as primeiras discussões acerca da sustentabilidade abrangem principalmente questões relacionadas à degradação ambiental e à poluição, com o passar do tempo e no decorrer de conferências pesquisas e produtos, a sustentabilidade volta-se ao planejamento participativo e para uma organização econômica e civilizatória, bem como para o desenvolvimento social do presente e das gerações futuras. E a sustentabilidade vai além da preservação de espécies e do controle no uso dos recursos naturais, inclui também a sustentabilidade social, econômica, financeira e institucional, dentre outros aspectos envolvidos na capacidade de suprir as necessidades enquanto comunidade, bem como a trajetória da sociedade em longo prazo. Ou seja, se as gerações futuras terão condições de viver com uma qualidade de vida igual ou pelo menos próxima à que almejamos para todos atualmente.

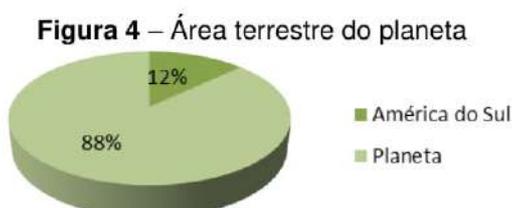
2.3. Água doce

A água, de fórmula química é H₂O, composto químico formado apenas por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio, entretanto um conjunto de outras substâncias pode unir-se a ela, como, por exemplo, sais minerais. Dependendo do quantitativo destes sais, pode ter a água salgada, ou em oposição a ela, tem-se a água do-

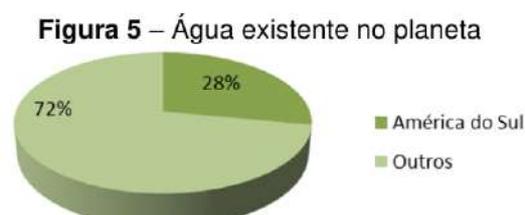
ce, com uma salinidade bem próxima de zero, que é a água proveniente dos rios, lagos e a maioria dos lençóis subterrâneos.

A água é um dos recursos vitais e essenciais para os seres vivos, e segundo Tomaz (2005), a sua falta é um dos graves problemas mundiais que afeta diretamente a sobrevivência dos seres vivos. O consumo excessivo e o desperdício são fatores contribuintes para intensificar a escassez de água potável no planeta. “Por muito tempo esta que foi considerada um recurso natural infinito, de pouco ou nenhum valor econômico teve no seu uso perdulário um dos principais motivos geradores da redução em sua oferta.” (HESPANHOL & MIERZWA, 1999, p.11).

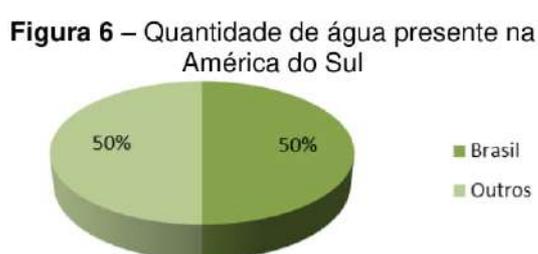
De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) (2010), a América do Sul corresponde a apenas 12% da área terrestre do planeta (**Figura 4**), e dispõe de 28% de toda a água do mundo (**Figura 5**). Destes 28%, metade está no Brasil (**Figura 6**), que equivale a aproximadamente 14% da água de todo o planeta (**Figura 7**).



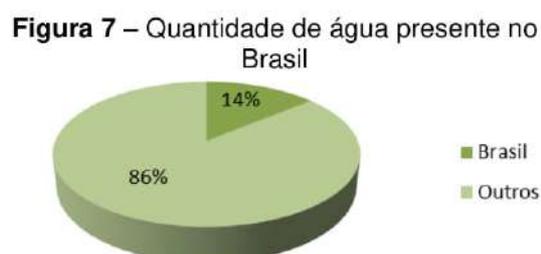
Fonte: IBGE, CNRH, 2010 (Editado pela autora).



Fonte: IBGE, CNRH, 2010 (Editado pela autora).



Fonte: IBGE, CNRH, 2010 (Editado pela autora).



Fonte: IBGE, CNRH, 2010 (Editado pela autora).

O Brasil é um dos países mais ricos em bacias hidrográficas do mundo, possui 12 bacias hidrográficas que correspondem a aproximadamente 15% das reservas de água doce de todo o mundo (**Figura 8**), e de acordo com Kobiyama (2010), ainda é um país privilegiado quando se fala sobre a quantidade de água, e talvez por isto, a população não dê a devida atenção a este bem precioso.

Figura 8 – Bacias Hidrográficas do Brasil.

Fonte: BRASIL TURISMO, [201?].

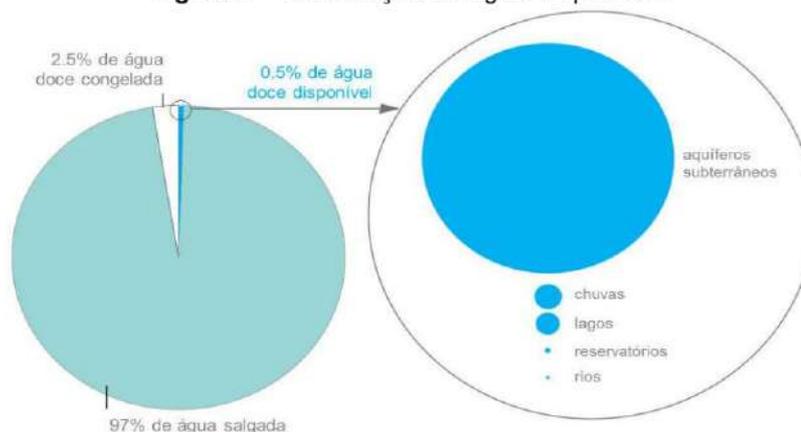
Apesar de o Código de Águas prever a prioridade absoluta do uso da água para satisfazer as necessidades humanas básicas (dessedentação⁷ e usos domésticos), o maior consumo desta se dá na agricultura com 70% do volume total. Em seguida estão os usos industriais com 20% e, por fim, os usos domésticos que não ultrapassam 8% (TORRES, 2007, p. 401- 402).

Além do uso excessivo da água, pode-se contar também com o fator da poluição, em que dejetos e esgotamentos sanitários são despejados indiscriminadamente nos rios e mananciais. Somando esses dois fatores, temos o resultado da atual e crescente escassez de água que se vive.

A água é um recurso natural renovável abundante, que ocupa aproximadamente 70% da superfície do nosso planeta. No entanto, 97% desta água é salgada e, portanto, imprópria para o consumo. Menos de 3% da água do planeta é doce, das quais 2.5% está presa em geleiras. Dos 0.5% de água restante no mundo, a maior parte está presa em aquíferos subterrâneos, dificultando o acesso humano (Sistema de Auto avaliação da Eficiência Hídrica, c2016).

Apenas 0,04% da água disponível está na superfície. Como mostra a **Figura 9** a seguir:

⁷ Dessedentação: Matar a sede; refrescar; saciar.

Figura 9 – Distribuição de água no planeta.

Fonte: SAVEH, c2016.

Segundo o SAVEH (c2016), além de ser um recurso escasso, a água doce, não é distribuída equitativamente por toda extensão do planeta. 60% deste bem estão concentrados em apenas 10 países, dos quais inclui-se o Brasil. Estudos divulgados pela Organização Das Nações Unidas (ONU) apontam, como decorrência dessa distribuição desigual, que aproximadamente 10% das pessoas em todo mundo não têm acesso ao mínimo necessário de água potável para o consumo diário.

2.4. Água potável

O Ministério da Saúde, em sua portaria nº 1.469 de 2000, define água potável como: “água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde”. Também estabelece que:

Os procedimentos (tratamentos e formas de abastecimentos) e as responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, entre outras providências. Ele determina que o sistema de abastecimento de água para consumo humano, assim como sua instalação composta por conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinada à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações, é de responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão (BRASIL, 2001).

Para que a água doce, originária de rios, lagos e poços, seja chamada de água potável, é necessário que passe por um conjunto de procedimentos físicos e químicos para livrá-la de qualquer tipo de contaminação, evitando a transmissão de doen-

ças. Esse tratamento é realizado nas chamadas Estações de Tratamento de Água (ETA), e contém as seguintes etapas (**Figura 10**):

Captação: a água é captada na sua forma natural (bruta) em mananciais ou poços transferidos para as ETAs.

Coagulação- No primeiro tanque, a água recebe uma determinada quantidade de sulfato de alumínio, que serve para aglomerar as partículas sólidas que se encontram na água como, por exemplo, a argila.

Floculação: A água é encaminhada a tanques de concreto que a colocam em movimento. Com isso, as partículas sólidas se transformam em flocos maiores.

Decantação: No próximo tanque a água repousa por um determinado tempo e os flocos de impurezas e partículas ficam depositados no fundo.

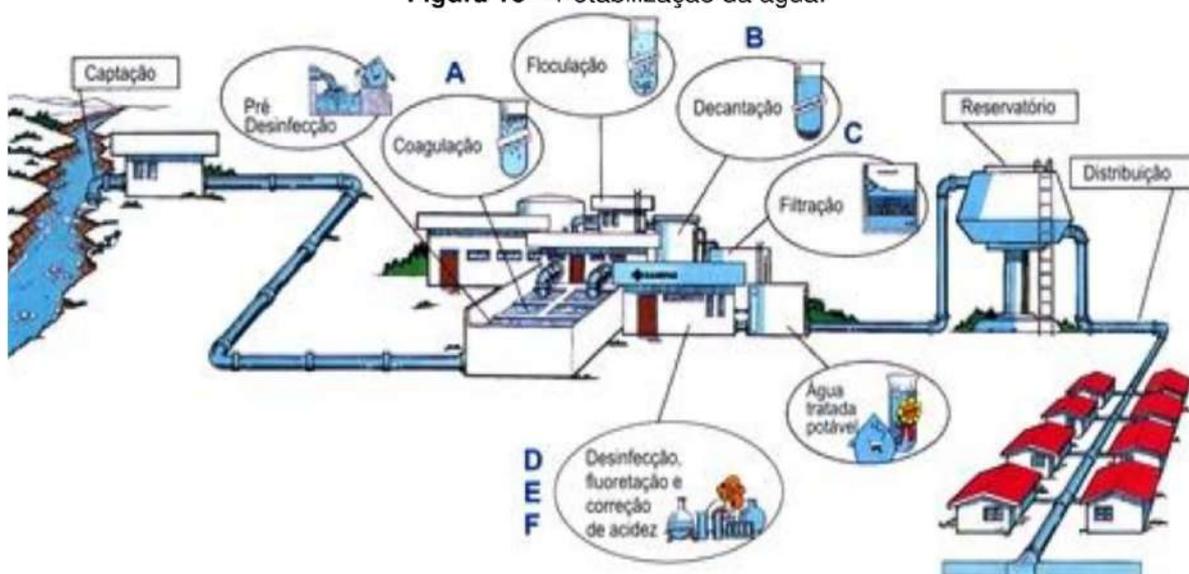
Filtração: Já decantada, a água passa por filtros onde as menores impurezas ficam retidas.

Desinfecção: Nessa etapa se aplica cloro ou ozônio para eliminar microrganismos causadores de doenças.

Fluoretação: À água desinfetada é acrescentado flúor, elemento que ajuda a prevenir a formação de cárie dentária em crianças.

Correção de PH: por fim é aplicada na água uma certa quantidade de cal hidratada ou carbonato de sódio, para corrigir a alcalinidade da água (PH), preservando a rede de encanamento que irá distribuí-la de futuras corrosões. (COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ, [201?])

Figura 10 – Potabilização da água.



Fonte: SANEPAR, [201?]

Em Pernambuco esse serviço é fornecido pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) que vem operando em 173 dos 185 municípios do Estado desde 1971, através de sistemas de abastecimentos setorizados, os principais são: Sistema Pirapama que atende parte do Recife e Jaboatão dos Guararapes, além do Cabo de Santo Agostinho; O sistema Tapacurá que abrange ainda parte do Recife e Jaboatão, São Lourenço da Mata e Camaragibe; O Sistema Botafogo que abrange

Igarassu, Abreu e Lima, Paulista, Itamaracá, Itapissuma e parte de Olinda; e o Sistema Alto do Céu atendendo, Zona Norte do Recife (inclusive os morros desta área), Jardim Paulista e parte de Olinda (COMPANHIA PERNAMBUCANA DE SANEAMENTO, 2018).

Através de pesquisas realizadas pelo IBGE, pode-se observar a precariedade do sistema de abastecimento de água brasileiro. Dados de 1999 concluíram que dos 165,4 milhões de brasileiros, 78,4% desta população residem em áreas urbanas e apenas 21,6% em áreas rurais. Da população total, menos de 77% dos domicílios eram atendidos por água canalizada e rede geral de distribuição. Pode-se verificar ainda uma significativa variação entre as regiões do país, como mostra o **Quadro 1**:

Quadro 1 – Domicílios brasileiros atendidos por água canalizada e rede geral de distribuição.

| Atendimento domiciliar | Brasil ⁸ | Regiões do país | | | | |
|------------------------|---------------------|--------------------|----------|---------|------|--------------|
| | | Norte ⁹ | Nordeste | Sudeste | Sul | Centro-Oeste |
| Água canalizada (%) | 76,1 | 61,1 | 58,7 | 87,5 | 79,5 | 70,4 |

Fonte: LÍBANIO; BORGES, 2001, p.82.

De acordo com o Núcleo Pernambucano da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas (ABAS), Pernambuco é o Estado brasileiro com menor disponibilidade hídrica, ele dispõe de 08 (oito) bacias interiores e aluviões que contemplam o abastecimento humano e à pequenas irrigações. O Aquífero Beberibe, manancial mais importante do Estado, responde por cerca de 10% do abastecimento da Região Metropolitana do Recife (RMR). Também ressalta que:

A seca que atingiu Pernambuco a partir de 1998 reduziu a níveis críticos os reservatórios superficiais e impôs forte racionamento, levando a população a recorrer de modo intensivo a perfuração de poços. A sobre-exploração das águas subterrâneas daí resultante, em particular no Aquífero Beberibe, acarretou considerável rebaixamento dos níveis d'água e a crescente contaminação do meio ambiente subterrâneo por água salgada, através da execução sem controle de poços mal construídos e/ou de antigos abandonados (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 2009, p. 1).

A utilização da água pelo homem pode variar de acordo com a sua disponibilidade, formas de captação, tratamento e distribuição e também com realidade socio-

⁸ Exclusive a população o rural das áreas de Rondônia, Acre, Amazonas, Roraima, Pará e Amapá.

⁹ Exclusive a população rural.

econômica e cultural em que o indivíduo este inserido. Os principais usos domésticos da água são dessedentação, preparo de alimentos, higiene pessoal, criação de animais domésticos, limpeza residência, irrigação de jardins ou hortas (SOS MATA ATLÂNTICA, [entre 2000 e 2018]).

Dados do Instituto SOS Mata Atlântica [entre 2000 e 2018]. estimam que o desperdício da água potável em uma residência chega a 70%, e que 78% da água gasta em uma residência, pertence ao banheiro, como podemos observar:

- Um banho demorado chega a gastar de 95 a 180 litros de água limpa.
- Escovar os dentes com a torneira aberta gasta até 25 litros.
- Uma válvula de vaso sanitário no Brasil chega a consumir vinte litros de água tratada quando acionada uma única vez.

Os demais 22%, são empregados nos demais cômodos da residência:

- Uma torneira aberta gasta de doze a vinte litros/minuto. Pingando, 46 litros/dia.
- Lavar as louças, panelas e talheres com a torneira aberta o tempo todo acaba desperdiçando até 105 litros.
- Com a mangueira aberta o tempo todo se consome, em média, seiscentos litros; com balde, aproximadamente sessenta litros.

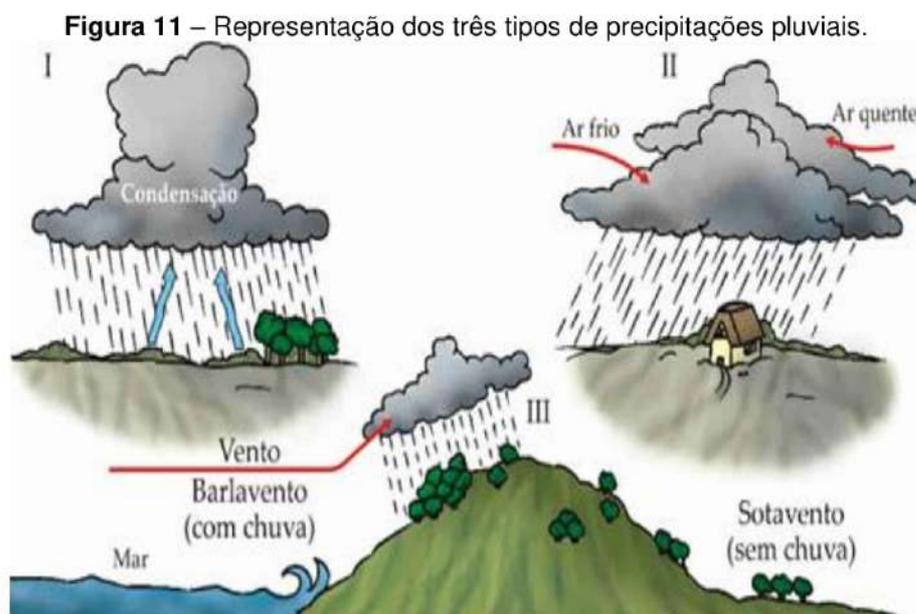
Sendo assim, por ser um recurso limitado e essencial, a água potável deve ser utilizada de maneira racional, moderada e consciente, não devendo ser poluída ou desperdiçada, para que não chegue a uma situação irreversível, o que compromete sua existência para as gerações futuras. Dentro deste cenário, torna-se necessária a busca por medidas sustentáveis para reduzir seu desperdício, como a utilização de um recurso alternativo. Para tanto a água da chuva mostra-se um meio que pode suprir as necessidades do planeta e também pode substituir a água potável em muitas atividades e ações exercidas pela sociedade, diminuindo a demanda de água fornecida pelas companhias de saneamento.

2.5. Água da chuva

A palavra chuva vem do latim *pluvia*, nome dado ao fenômeno meteorológico resultante da precipitação de gotas líquidas da água das nuvens sobre a superfície terrestre. (CENTRO DE PREVISÃO DO TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS, 2018).

Segundo o Observatório Histórico Geográfico (2016), a água, presente na superfície terrestre, quando em estado líquido, ao atingir a temperatura de 100°C, quando aquecida pelo sol ou outro processo de aquecimento, passa para o seu estado gasoso e se mistura com o ar, originando nuvens carregadas de vapor. Quando essas nuvens atingem determinadas altitudes ou encontram massas de ar frias, seu vapor de água condensa, transformando-se novamente em água e acaba caindo e retornando à terra por efeito de gravidade em forma de chuva. (**Figura 11**).

A chuva é descrita cientificamente como uma precipitação em forma de gotas aproximadamente com 0,5 milímetros de diâmetro, quando menores, este fenômeno denomina-se garoa. Normalmente a precipitação da chuva é medida por um instrumento que indica os valores e os índices pluviométricos, intensidade à quantidade de precipitação a serem consideradas para as previsões do tempo, chamado de pluviômetro (CARMO, [entre 2001 e 2018]).



Fonte: OBSERVATÓRIO HISTÓRICO GEOGRÁFICO, 2016.

No passado a água da chuva era pura e podia ser consumida sem tratamento. Atualmente, em decorrência da poluição presente em grande parte das regiões, essa água pode conter impurezas. Em geral, a água da chuva tem qualidade comparável à água potável com relação aos parâmetros físico-químicos. Apesar disso, ela pode apresentar baixo pH devido à poluição do ar (por emissão industrial, dióxido sulfúrico, óxidos nítricos). Também é possível que a água pluvial tenha teores de coliformes fecais acima do recomendável. Sendo assim, é importante fazer o controle da qualidade dessa água. Deve-se evitar a água do início da chuva e fazer a limpeza do reservatório. Se a água for utilizada para uso potável, ela deve receber tratamento adequado, como fervura, cloração etc. (GHISI; PEREIRA, 2010, p.58).

A água da chuva, na sua composição natural, não traz riscos à saúde, a não ser que se contamine por condições locais irregulares. Embora seu potencial de hidrogênio iônico (pH), seja geralmente ácido, suas características físicas e os elementos químicos que traz em sua composição são aceitáveis dentro dos limites estabelecidos pela legislação referente à qualidade das águas. No entanto, ao entrar em contato com as superfícies das construções como os telhados, que são as principais áreas de captação, a água da chuva se contamina com bactérias nocivas aos seres vivos, devido a insetos mortos, fezes de animais e matérias em decomposição presentes no local. Desta forma, para utilizar a água da chuva como fonte de água potável, é necessário proceder ao seu tratamento de forma a alcançar os graus de potabilidade exigidos para seu consumo (WERNECK, 2006).

A possibilidade do uso da água da chuva substituindo a água potável, em usos alguns usos-como veremos no próximo capítulo- a torna uma das fontes alternativas de suprimento para o abastecimento de uma edificação, tem-se assim, o maior controle do desperdício sobre o volume consumido o que promove economia e conservação de água potável, prevenindo sua escassez e a preservando para as gerações futuras, uma importante prática defendida pelo desenvolvimento sustentável.

3. O USO DA ÁGUA PLUVIAL EM RESIDÊNCIAS

Embora pareça para as gerações atuais, o uso da água da chuva não é uma novidade, a sua captação se mostrava como fonte acessível de água para alguns povos da antiguidade e eles a utilizavam para todas as suas atividades, inclusive para ingestão. Geralmente, estes povos situavam-se em regiões de clima semiárido, com chuva em poucos meses do ano e em quantidade irregular. Diante de alternativas mais interessantes e com o desenvolvimento tecnológico, a cultura e as técnicas de captação da água da chuva chegaram a se perder, mas especialistas acreditam que o percentual de aproveitamento de água pluvial em edificações está em ascensão novamente.

Hoje, principalmente para a população residente no Semiárido Brasileiro, onde em anos há fortes secas, não se consegue plantar, animais morrem e crianças adoecem, a água da chuva continua sendo uma solução para muitos problemas. No entanto, não só no meio rural o uso da água da chuva se justifica. A sua aplicação nos centros urbanos e grandes cidades, podem reduzir a alta demanda da água potável que sofre, com frequência, elevação de seu custo, que é mais desperdiçada pela abundância, evitando assim o seu desperdício.

3.1.No exterior

Há milhares de anos os sistemas de coleta e aproveitamento de água da chuva já existiam. A cisterna mais antiga no mundo é provavelmente a de Istambul, na Turquia, conhecida como Yerebatan Sarayi, construída durante o Império Romano e com capacidade de 80.000 m³ de água proveniente das chuvas (WERNECK, 2006).

Segundo Tomaz (1998), em uma das mais antigas inscrições do mundo, encontrada no Oriente Médio, com data de 850 a. C., o rei Mesha sugeria que em cada casa fosse construída uma cisterna para aproveitamento da água de chuva. (**Figura 12**).

Já no México, as inscrições mais antigas sobre a coleta de água de chuva são datadas na época dos Astecas e dos Maias, de acordo com Gnadlinger (2000), no século X, para a população que vivia nas encostas, a agricultura baseava-se na co-

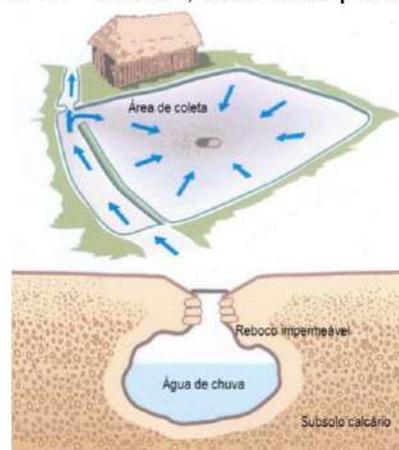
leta de água de chuva. A água era armazenada em Chultuns¹⁰, com capacidade para 20.000 a 45.000 litros, escavadas no subsolo com calcário e revestidas com reboco impermeável e acima delas havia uma área de coleta de 100 a 200m², como mostra a **figura 13**, a seguir.

Figura 12 – Pedra Moabita



Fonte: TOMAZ, 1998.

Figura 13 – Chultun, cisterna do povo Maya.



Fonte: GNADLINGER, 2000.

Gnadlinger (2000) ainda ressalta que nos vales da mesma cidade também se fazia uso de outros sistemas de coleta e aproveitamento de água de chuva, como o sistema de Aguadas¹¹ e o sistema de Aquaditas¹².

Uma série de exemplos vem sendo seguidos atualmente, no que diz respeito a questão de água de chuva em algumas cidades pelo mundo, e são relatados por diversos autores.

Países industrializados como o Japão, estão seriamente comprometidos no uso do sistema de aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis (**Figura 14**). Segundo Ghisi e Pereira (2010), 750 edifícios públicos e privados já possuem sistemas de aproveitamento de água pluvial. Em Tóquio, a coleta de água de chuva é intensa pelo fato de os reservatórios que abastecem a cidade ficarem distantes e a cidade apresentar elevada taxa de superfície pavimentada, o que torna difícil a absorção da água da chuva no solo. Segundo Kita et al (1999) dois tipos de sistema de coleta e aproveitamento de água de chuva são utilizados no Japão, o sistema de reservatório de água de chuva e o sistema de valas de infiltração de água de chuva.

¹⁰ Chultun: Câmara subterrânea, semelhante a cisternas, em forma de garrafa construída pelos maias pré-colombianos no sul da Mesoamérica.

¹¹ Reservatórios de água de chuva cavados com capacidade de 10 milhões a 150 milhões de litros

¹² pequenos reservatórios artificiais para 100 a 50.000 litros.

Figura 14 – Subterrâneos de Tóquio.



Fonte: PEREIRA, 2011.

Ainda no Japão, de acordo com Inamine et al (2000), na cidade de Okinawa, em 1991 o governo juntamente com a prefeitura tem incentivado a coleta e o aproveitamento da água da chuva a partir de um programa financeiro. Na cidade de Kitakyushu, no Japão, de acordo com Tomaz (1998), em 1995 foi edificado um prédio com 14 pavimentos prevendo a utilização de água de chuva, para ele foi construído um reservatório enterrado com capacidade para um milhão de litros. Nesse edifício, assim como a água da chuva coletada, é utilizada para alimentação dos vasos sanitários, também são reaproveitadas as águas de lavatórios, torneiras e máquinas de lavar roupa.

Em Cingapura, segundo Ghisi e Pereira (2010), por possuir pouca superfície terrestre, 86% da sua população vive em edifícios altamente verticalizados. Devido ao crescente consumo de água, a água da chuva é coletada e armazenada em reservatórios superiores e utilizada para fins não potáveis. A água pluvial representa de 28 a 33% do total de água utilizada no aeroporto Changi, a chuva é coletada das pistas e utilizada para a descarga dos banheiros.

Na Alemanha, assim como no Japão, o uso da água da chuva é incentivado e subsidiado por órgão governamentais, com o propósito de conservar as águas subterrâneas. A água é captada através dos telhados e armazenada em cisternas de concreto de 6 metros, e é utilizada para descarga nos banheiros, lavagem de roupas.

Segundo Nolde (2007, apud Marcel, 2009), são construídos cerca de cinquenta mil projetos de utilização de água pluvial por ano na Alemanha, principalmente em

residências unifamiliares. E neste país já se começa a estudar os prós e contras da captação de água pluvial de ruas e pátios.

Tomaz (2001) afirma que especialistas acreditam que um percentual de 15% de toda água utilizada na Europa seja oriunda de aproveitamento de água pluvial.

3.2.No Brasil

De acordo com Guanayem (2000), no Brasil, a instalação de captação e aproveitamento mais antiga foi construída pelos norte-americanos em 1943, na ilha de Fernando de Noronha e permanece em funcionamento até os dias atuais.

Já Ramos (1983, apud Kobiyama, 2010), afirma que o primeiro exemplo comprovado é no sul do Brasil, datado do século XVIII em Santa Catarina, a construção das fortalezas de Florianópolis. Tem-se também presença desse sistema de coleta e utilização da água da chuva na fortaleza de Santo Antônio, localizada na Ilha de Ratonés, por não possuir fonte de água potável, construiu-se uma cisterna para coletar a água dos telhados, que era usada em diversas finalidades, inclusive para o consumo das tropas.

Há aproximadamente 30 anos existiam poucas experiências de aproveitamento de água pluvial. Hoje, já existe no país a Associação Brasileira de Manejo e Captação de Água de Chuva, que além de realizar simpósios sobre o assunto, é responsável por divulgar estudos e pesquisas, reunir equipamentos, instrumentos e serviços, (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DA CHUVA, 2007).

A captação e o aproveitamento da água da chuva são técnicas consideradas populares para as regiões semiáridas brasileiras (SOARES et al., 2000). Trata-se de uma região com cerca de 80% da área de seu subsolo de formação cristalina, não possuindo assim lençol freático. A região semiárida já faz uso da água da pluvial em larga escala e com isso tem conseguido reduzir os problemas de escassez de água que parte da população nordestina sofre. (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2012).

Foram criados alguns programas pelo governo com objetivo de proporcionar qualidade de vida para a população do semiárido brasileiro. Uma dessas criações foi o Centro de Pesquisas Agropecuárias do Trópico Semiárido (CPATSA) em 1975,

que possui como objetivo de possibilitar coleta e armazenagem da água da chuva para o uso nas residências para isso proporciona-se cisternas par armazenagem desta água, assim surge o Programa Água Para Todos, desenvolvido em 2012. O incentivo e financiamento dessa prática também são feitos por Organizações Não Governamentais (ONG) em parceria com o governo. Como exemplo, pode-se citar a Cáritas, que atuou em 1957 e a ASA (Articulação do Semiárido Brasileiro) que, atualmente, desenvolve projetos como o “Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2)” e “Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC)” que tem por objetivo beneficiar cinco milhões de pessoas, este é destinado às famílias com renda até meio salário mínimo por membro da família, incluídas no Cadastro Único do governo federal e que contemham o Número de Identificação Social (NIS). (SILVA, 2014)

A Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva (ABCMAC), fundada em 08 de julho de 1999, entidade sem fins lucrativos- tem por missão promover ações que visem o aproveitamento racional e eficiente da água de chuva no Brasil. E segundo ela:

Até aproximadamente 25 anos atrás, existiam poucas experiências de captação e manejo de água de chuva no Brasil. Essa situação começou a mudar quando a Embrapa Semiárido começou a fazer experiências com cisternas para água pluvial e barragens subterrâneas no final dos anos 70. No começo dos anos 90, o Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada - IRPAA, outras organizações não-governamentais, organizações de base e comunidades começaram a construir cisternas e perceberam que havia a necessidade de implementar programas educacionais estruturados para incentivar a convivência com o clima semiárido e um manejo adequado da água. Nos anos seguintes, a Embrapa e o IRPAA organizaram vários Simpósios Brasileiros de Captação de Água de Chuva, os quais deram um grande impulso à utilização da água de chuva (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DA CHUVA, 2012).

O 1º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva ocorreu em 1997 na cidade de Petrolina – PE, e assim foi seguido por mais 10 simpósios pelo Brasil (**Quadro 2**). Para muitos, a captação e utilização da água de chuva torna-se uma contribuição de extrema importância para o Semiárido Brasileiro, e a ideia de construir um milhão de cisternas nasce logo em após o 2º Simpósio.

Neles reúnem-se pesquisadores, técnicos, professores, estudantes e produtores das diferentes regiões brasileiras em palestras, oficinas e sessões técnicas, apresentando e discutindo diferentes temas para que se tenha conhecimento geral sobre o que se passa na realidade dos sistemas de captação de água de chuva a

nível nacional e internacional. (**Figura 15**) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DA CHUVA, 2012).

Entre outras recomendações, o Simpósio ressalta que o planejamento e uso dos sistemas de captação de água de chuva devem ser parte de um plano integrado de gestão de recursos hídricos e de uso do solo, tomando como base às experiências existentes. Também, a necessidade de estudos voltados para temas como: a) integração da captação e do manejo de água de chuva em bacias hidrográficas; b) a preservação e recuperação do meio ambiente por meio de tecnologia de manejo de água de chuva; c) a avaliação dos programas governamentais de captação de água de chuva; d) saneamento rural, voltado para questões além da qualidade da água de beber armazenada nas cisternas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DA CHUVA, 2012).

Quadro 2 – Simpósios Brasileiros de Captação e Manejo de Água de Chuva

| | | |
|---|-------------------------------|---|
| 1º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva | 1997 Petrolina-PE | "Captação de Água de Chuva: a base para a viabilidade do semiárido" |
| 2º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva | 1999 Petrolina – PE | "Captação de Água de Chuva: uma resposta para a escassez de água no próximo milênio" |
| 3º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva | 2001 Campina Grande-PB | "Captação de Água de Chuva e Cultivos Apropriados ao Semiárido" |
| 4º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva | 2003 Juazeiro-BA | "Captação e Manejo de Água de Chuva: uma proposta sustentável para o combate à fome e para a melhoria da qualidade de vida" |
| 5º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva | 2005 Teresina-PI | "Captação e Manejo de Água de Chuva para a Sustentabilidade de Áreas Rurais e Urbanas – Tecnologias e Construção da Cidadania". |
| 6º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva | 2007 Horizonte-MG | "Água de Chuva: Pesquisas, Políticas e Desenvolvimento Sustentável" |
| 7º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva | 2009 Caruaru-PE | "Captação e Manejo de Água de Chuva: Avanços e Desafios em um Ambiente de Mudanças" |
| 8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva | 2012 Campina Grande-PB | "Aproveitamento da Água de Chuva em diferentes setores e escalas: desafio da gestão integrada". |
| 9º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva | 2014 Feira de Santana – BA | "Água de Chuva: segurança hídrica para o século XXI." |
| 10º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva | 2016 Belém-PA | Desbloquear o potencial de aproveitamento da água de chuva para o Brasil |
| 11º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva | 2018 João Pessoa, PB | "Água de Chuva: Um passo para a Autonomia e Resiliência Hídrica do Brasil" |

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DA CHUVA, 2012.

Figura 15 – 8º Simpósio de Captação e Manejo de Água de Chuva, 14-17/08/2012



Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DA CHUVA, 2012.

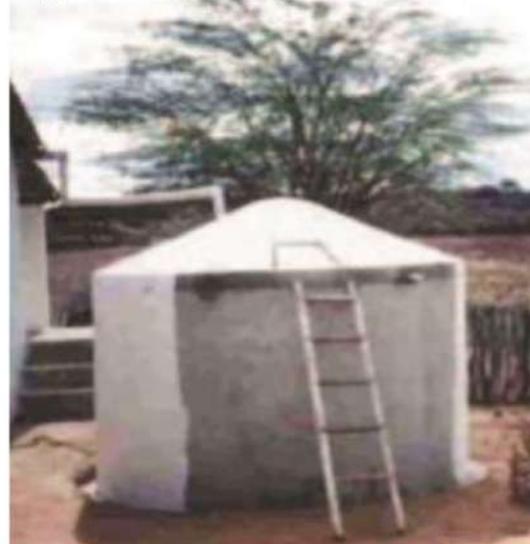
Para Gnadlinger (2001), um sistema que se mostra eficaz quando se trata de coleta de água de chuva em regiões do Semi Árido Brasileiro no P1MC é a cisterna de argamassa de cimento, reforçada com arame e tela, esta possui formato cilíndrico e coberta, como mostra na **Figuras 16-17**.

Figura 16 – Cisterna de concreto com arame.



Fonte: GNADLINGER, 2001.

Figura 17 – Cisterna de concreto e arame.

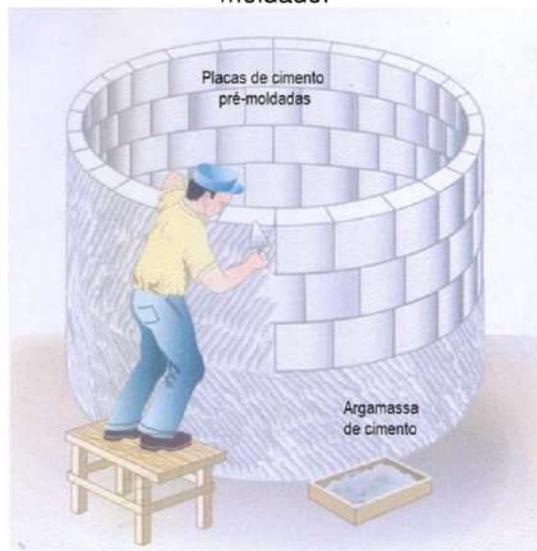


Fonte: GNADLINGER, 2001.

Segundo Gnadlinger (2001), a parede da cisterna é composta por quatro camadas com mais de um centímetro de espessura cada, de uma liga entre argamassa e cimento. Após duas camadas, aplica-se uma tela de arame galvanizado (aquelas que são utilizadas em galinheiro). Este método de construção é economicamente viável, pequenos e grandes programas de construção de cisternas.

Matias (2001) e Gnadlinger (2001) apresentam outro método de construção de cisterna, também utilizada no Semi Árido Brasileiro e no P1MC, que é a cisterna de placas de cimento pré-moldadas. (Figuras 18-19). Assim como a outra também é semienterrada, de formato cilíndrico e com coberta.

Figura 18 – Cisterna de placas de cimento pré-moldado.



Fonte: GNADLINGER, 2001

Figura 19 – Cisterna de placas de cimento pré-moldadas.



Fonte: GANADLINGER, 2001

As cisternas de placas do P1MC são construídas a partir de placas de cimento pré-moldadas, são cobertas e, por meio de um sistema de calhas acoplado aos telhados, recebem e armazenam a água de chuva, têm capacidade para armazenar 16.000L de água. De acordo com a ASA (2001), o volume de 16.000 l foi estimado a partir de pesquisa realizada pela Fundação Luterana de Diaconia (FLD), organização que financia projetos e programas sociais em todo o Brasil, e refere-se ao consumo de água para beber e cozinhar, de uma família com cinco pessoas, em um período de oito meses (intervalo probabilístico de pluviosidade na região). (GOMES et al, 2014)

Embora a construção de cisternas seja o centro das ações do P1MC, seus objetivos declarados vão além, uma vez que se transcende a mobilização, a participação e a formação da população que será beneficiada para a convivência com o semiárido. Como afirma Gomes (2014, p. 8):

[...] as ações propaladas pela ASA por meio do P1MC buscam o desenvolvimento de um processo de formação para convivência com o semiárido que tem como referência a construção de estruturas de captação de água

de chuva, apresentando como objetivo maior a mobilização da população do Semiárido Brasileiro.

Já em outra região do país, para exemplificar melhor como ocorre, foi selecionada uma residência em Macaé-RJ. Construída no ano de 2007, com 600m² para abrigar seis habitantes, a coleta da água da chuva foi uma das exigências dos proprietários desde a concepção do projeto, o que possibilitou que o sistema fosse integrado à edificação e calculado de acordo com as suas necessidades reais, as quais abrangem o jardim de aproximadamente 1.000m² e seis instalações sanitárias. Foi construído um reservatório inferior com capacidade para 50.000 litros, e um reservatório superior com capacidade para 2.000 litros, para atendimento exclusivo dos vasos sanitários. (**Figuras 20-21**) (SILVEIRA, 2008).

Figura 20 – Reservatório inferior.



Fonte: SILVEIRA, 2008.

Figura 21 – Reservatório Superior.



Fonte: SILVEIRA, 2008.

O sistema é muito simples e se resume à coleta das águas da chuva através das calhas e rufos do telhado, que já fazem a primeira filtragem da água e às encaminham diretamente para o reservatório superior, de onde segue para os vasos sanitários. (**Figura 22**). Esta água fica armazenada no reservatório inferior, podendo atender tanto o sistema de irrigação quanto reabastecendo o reservatório superior através de uma bomba de recalque (**Figura 23**) (SILVEIRA, 2008).

Figura 22 – Captação da água de chuva através de ralos



Fonte: SILVEIRA, 2008.

Figura 23 – Irrigação do Jardim

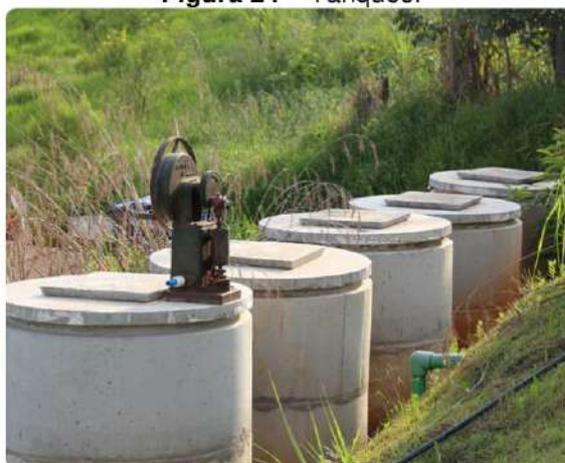


Fonte: SILVEIRA, 2008.

Faz-se uso dessa técnica também em uma Eco vila¹³, chamado de Eco vila Clareando, localizado entre vales e montanhas da Mata Atlântica na Serra da Mantiqueira, região entre as cidades de Piracaia e Joanópolis, Consiste em um condomínio rural, de 23 hectares, sendo dois de mata nativa e possui quatro nascentes de rios, destinado à moradia de pessoas com objetivo de viver em harmonia com a natureza, utilizando os recursos naturais de forma sustentável. Segue padrões definidos na Rio 92 e agenda 21 para a construção e desenvolvimento de eco vilas.

Através do sistema de captação de água de chuva, instalado em todas as casas já construídas no condomínio. A água acumulada nos reservatórios próprios é usada para a descarga, irrigação de hortas, lavagem de varandas, carros, roupas, pisos, entre outros. Em alguns casos, pode até ser usada para o banho (**Figura 24**).

Figura 24 – Tanques.



FONTE: COZZA, A, [201?].

¹³ Eco vila é uma comunidade de 50 a 2.000 pessoas, unidas por um propósito comum. Este propósito varia de local para local, mas usualmente é baseado numa visão ecológica, social e espiritual. Eco vilas movem-se em direção à sustentabilidade (COZZA, A, [201?]).

3.2.1. O que dizem as normas brasileiras

Pode-se dizer que a normalização é o processo de formulação e aplicação de regras para solucionar ou prevenir problemas, e segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas- ABNT (2014), órgão responsável pela elaboração e avaliação das conformidades das Normas Brasileiras: “Norma é o documento estabelecido por consenso e aprovado por um organismo reconhecido, que fornece regras, diretrizes ou características mínimas para atividades ou para seus resultados, visando à obtenção de um grau ótimo de ordenação em um dado contexto”.

O uso das águas no Brasil vinha sendo regido por uma legislação retrograda, em desacordo com as necessidades e interesse da coletividade nacional, sendo necessária a modificação desse estado, dotando o país de uma legislação adequada que, de acordo com a tendência atual, permita ao poder público controlar e incentivar o aproveitamento industrial das águas, surgindo assim o Código de Águas, cuja execução compete ao Ministério da Agricultura. Este código está no decreto 24.643/1934 e no que se refere a águas pluviais diz:

Artigo 102- Consideram-se águas pluviais as que procedem imediatamente das chuvas.

Artigo 103- As águas pluviais pertencem ao dono do prédio onde caírem diretamente, podendo o mesmo dispor delas à vontade, salvo existindo direito em contrário.

Parágrafo único: ao dono do prédio, porém não é permitido:

I- Desperdiçar essas águas em prejuízo dos outros prédios que delas se possam aproveitar, sob pena de indenização aos proprietários dos mesmos;
II- Desviar essas águas do seu curso natural para lhes dar outro, sem consentimento expresso dos donos dos prédios que irão recebe-las.

Artigo 104- Transpondo o limite do prédio em que caírem abandonadas pelo proprietário do mesmo, as águas pluviais, no que lhes for aplicável, ficam sujeitas as regras ditadas para as águas comuns e para as águas públicas.

Artigo 106- É imprescritível o direito de uso das águas.

Artigo 107- São de domínio público de uso comum as águas pluviais que caírem em lugares ou terrenos públicos de uso comum.

Artigo 108- A todos é lícito apanhar estas águas. Parágrafo único: não se poderão, porém, construir nestes lugares ou terrenos, reservatórios para o aproveitamento das mesmas águas sem licença da administração. (BRASIL, 1934)

A Norma Técnica Brasileira NBR 15.527 (2007), tem como objetivo fornecer os requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis¹⁴. Com isso, determina que a água da chuva se aplique a

¹⁴ Não substituem a água tratada, que pode ser usada para banhos, comida ou ser ingerida.

usos não potáveis após o seu tratamento adequado como, por exemplo, descargas em vasos sanitários, irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, limpeza de pátios, espelhos d'água e usos industriais.

Já a NBR 10.844 (1989), é a norma que apresenta exigências e critérios necessários aos projetos das instalações de drenagem de águas pluviais para garantir a funcionalidade, segurança, higiene, conforto, durabilidade e economia. É aplicável à drenagem de águas pluviais em coberturas e demais áreas associadas ao edifício, tais como terraços, pátios, quintais e similares. A norma fornece alguns conceitos e fórmulas básicas para o dimensionamento ideal das instalações para drenagem das águas pluviais, como as calhas e algumas exigências como:

- Recolher e conduzir a vazão¹⁵ de projeto até locais permitidos pelos dispositivos legais;
- Ser estanques;¹⁶
- Permitir a limpeza e desobstrução de qualquer ponto no interior da instalação;
- Absorver os esforços provocados pelas variações térmicas a que estão submetidas;
- Quando passivas de choques mecânicos, ser constituídas de materiais resistentes a estes;
- Nos componentes expostos, utilizar materiais resistentes às intempéries;
- Nos componentes em contato com outros materiais de construção, utilizar materiais compatíveis;
- Não provocar ruídos excessivos;
- Resistir às pressões a que podem estar sujeitas;
- Ser fixadas de maneira a assegurar resistência e durabilidade.

3.2.2. Aplicação do sistema, vantagens e desvantagens

O sistema de captação da água pluvial pode possuir instalações simples ou mais complexas. Os sistemas simples dependem essencialmente de três elementos:

¹⁵ Vazão: Escoamento, saída.

¹⁶ Estanque: Sem fenda, ou abertura por onde entre ou saia líquido; sem comunicação, isolado.

precipitação, condutos horizontais e verticais (canos e calhas) e do reservatório de armazenamento. Já os sistemas complexos, são indicados para empreendimentos de grande porte, pois requerem assistência profissional, investimentos e reservatórios maiores ou interligados para armazenar grandes volumes de água (WATER-FALL, 2002).

Para Tomaz (2003), os fatores mais importantes para o bom funcionamento do sistema são: precipitação do local, área de captação e a demanda que o empreendimento necessita. Mas para que possa ser viável a implantação do sistema, outros fatores também devem ser levados em consideração, como: as condições ambientais do local, clima, fatores econômicos e espaciais.

O processo se dá a partir da coleta da água originária da precipitação pluviométrica que caem em telhados inclinados ou planos onde não haja passagem de veículos ou de pessoas. As águas de chuva que caem nos pisos residenciais, comerciais ou industriais não devem ser incluídas no sistema. O tipo e a condição do material dos telhados afetam diretamente a qualidade da água e no escoamento da água de chuva, além disso, sua limpeza e a das calhas periódica- remoção de insetos, folhas e galhos das árvores- reduz a poluição, evitando a entrada da sujeira na cisterna. (TOMAZ, 2005)

O percurso da água inicia-se através de condutos horizontais (calhas) e verticais (canos), e podem passar por telas, filtros e caixa de descarte da primeira chuva, quando necessário. A sua condução para o uso ou outros reservatórios pode ser por gravidade ou através da inserção de bombas. (TOMAZ, 2005)

O reservatório de armazenamento de água pluvial tem a função de armazenar a água captada. Eles podem ser apoiados, elevados ou enterrados, assim como os materiais de sua fabricação, que podem vir a ser concreto armado, alvenaria de bloco armado, plásticos, poliéster, PVC, alvenaria de tijolos comuns, entre outros.

Existem diversos métodos para o dimensionamento do reservatório com finalidade do aproveitamento de águas pluviais, eles dependem de três fatores básicos: demanda a ser atendida, área de captação e características pluviais do local (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2018). Para Dornelles (2010), existem seis métodos para o dimensionamento de reservatórios, são eles:

- Método do N° de dias consecutivos sem Chuva (Kobiyama et al, 2002 apud Dornelles et al, 2010) - Consiste em realizar um ajuste estatístico na equação linear do número de dias consecutivos sem chuva, em função da sua

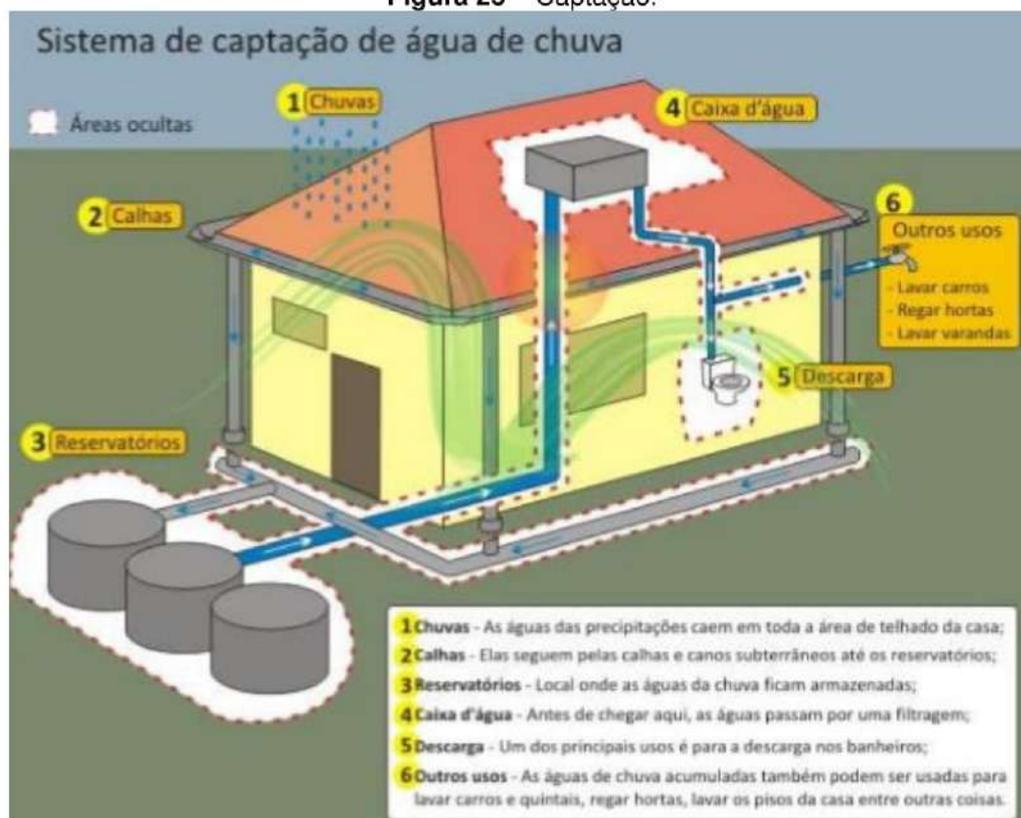
probabilidade de ocorrência para obter o valor correspondente ao número de dias sem chuva para os tempos de retorno que se deseja.

- Método de Rippl - Consiste em realizar a diagramação entre os volumes médios mensais da chuva acumulados ao longo de um ano. (Rippl, 1883 apud Raudkivi, 1979 apud Dornelles et al, 2010)
- Método da Simulação - Consiste em simular o comportamento do volume de água no reservatório através da aplicação dos registros de precipitação (mensais ou diários) em função do maior déficit obtido com a série de dados de chuva do local, onde o reservatório será construído. Dessa forma é possível conhecer a eficiência do aproveitamento em relação aos desperdícios quando o reservatório atingir o volume máximo. (ABNT, 2007 apud Dornelles et al, 2010)
- Método Azevedo Neto - Consiste em obter o volume da reserva através de uma equação, adicionando valores referentes à precipitação, área de coleta de água de chuva, demanda e nº de meses secos por ano. (ABNT, 2007 apud Dornelles et al, 2010)
- Método Prático Alemão - Consiste em uma equação que adota um método empírico como volume de reserva o valor mínimo entre 6% da demanda anual ou 6% da disponibilidade de água de chuva. Adicionando valores referentes à precipitação média anual, área de captação, demanda diária. (ABNT, 2007 apud Dornelles et al, 2010)
- Método Prático Inglês - Consiste em uma equação para obter o volume do reservatório de forma empírica também que adota o valor de 5% do volume anual de água pluvial captado. São adicionados valores referentes à precipitação média, área de captação. (ABNT, 2007 apud Dornelles et al, 2010)

Na maioria dos casos, nem sempre a precipitação no local é suficiente para atender ao que se espera, de mesmo modo que nem sempre é possível armazenar toda a precipitação em um certo momento, por questões econômicas e espaciais. Desta forma, é indispensável que o dimensionamento do reservatório seja compatível com a produção x demanda.

A figura (**Figura 25**) a seguir, exemplifica como funciona o sistema simples de captação e aproveitamento da água da chuva:

Figura 25 – Captação.



FONTE: COZZA, A, [201?].

O tratamento adequado dado à água pluvial coletada, irá depender do destino a qual será dada. Em o usos da água para fins não potáveis não é necessário longos processos de purificação. Em um tratamento simples, geralmente usa-se processos de filtração, cloração e sedimentação natural. Já a água que será destinada ao consumo humano, recomenda-se tratamentos mais complexos e rigorosos, como desinfecção por ultravioleta ou osmose reversa (MAY; PRADO 2004).

A qualidade da água coletada irá depender da finalidade do aproveitamento. De acordo com Heijnen (2012) "Embora a qualidade de água de chuva captada possa variar, em geral, a qualidade captada encontrada é boa e nos países em vias de desenvolvimento, será frequentemente igual à da água tratada, fornecida através da rede pública.". A qualidade da água da chuva captada pode variar dependendo da poluição atmosférica, limpeza da superfície de captação, uso de tela, ou método de filtração, armazenamento tratamento.

Segundo Oliveira (2005), a qualidade da água varia conforme a utilidade, quanto mais nobre é este uso, maior a exigência quanto à qualidade. Segundo Group Raindrops (2002) apud Oliveira (2005), é possível separar o uso da água em quatro grupos, bem como especificar a necessidade de tratamento:

- Rega de Jardim – Não é necessário.
- Irrigadores, combate a incêndio, ar condicionado – É necessário para manter os equipamentos em boas condições.
- Fontes e lagoas, banheiros, lavagem de roupas e carros – É necessário, pois a água entra em contato com o corpo humano.
- Piscina/banho, para beber e para cozinhar – A desinfecção é necessária, pois a água é ingerida direta ou indiretamente.

Baú (1991 apud SOARES et al (1999) relatam que a utilização de água de chuva torna-se atraente nos seguintes casos:

- Áreas de precipitação elevada
- Áreas com escassez de abastecimento
- Áreas com alto custo de extração de água subterrânea.

Além disso, existem vários aspectos positivos no uso de sistemas de aproveitamento de água pluvial: (SIMIONI et al., 2004):

- Água disponível onde é necessária
- Água relativamente limpa
- Redução do consumo de água potável
- Redução da carga de drenagem e enchentes, trazendo melhor distribuição da carga de água de chuva imposta ao sistema de drenagem urbana.
- Utiliza estruturas existentes na edificação (telhados, lajes e rampas).
- Baixo impacto ambiental, comparando com tecnologias para tratamento de água.
- Água com qualidade aceitável para vários fins com pouco ou nenhum tratamento
- Complementa o sistema convencional
- Reserva de água para situações de emergência ou interrupção do abastecimento público.
- Propriedades físicas e químicas normalmente superiores à água subterrânea que pode ter sido contaminada;
- Operação e gerenciamento do sistema são feitos pelo usuário.

Como desvantagens deste sistema têm-se:

- A diminuição do volume de água coletada em períodos de estiagem. Não substitui o sistema convencional
- Variação da intensidade pluviométrica
- Manutenção pode ser difícil para o usuário
- Falta de normalização e informações no código de obras
- Não ser reconhecido pelo setor público como uma alternativa de suprimento de água
- Risco para crianças (quando não projetado adequadamente)
- Pode ocupar espaço valioso

4. O OLHAR DO CIDADÃO SOBRE O USO DA ÁGUA PLUVIAL

Para compreender o sistema de coleta e aproveitamento da água pluvial como um todo é de extrema importância analisar as partes que o formam, diante disso consegue-se identificar os processos, como funcionam como os setores se integram como é a produção e o destino final. Este capítulo propõe-se a analisar a última parte componente do sistema que é o cidadão. Através dela, pode-se analisar a questão norteadora desta pesquisa- em que medida o cidadão do estado de Pernambuco faz uso da água pluvial- e verificar a hipótese aceita para o entendimento até aqui- o cidadão não faz uso do sistema de aproveitamento de água pluvial em sua residência por ausência de conhecimento do funcionamento do sistema e por ausência de orientação sobre a importância desta prática sustentável-.

4.1.O olhar do profissional de arquitetura

Para compreender as experiências com a técnica do aproveitamento da água pluvial em edificações residenciais de um profissional atuante na área, foram coletadas informações por meio de uma entrevista semiestruturada com Raissa Matoso, arquiteta e urbanista, formada pela Universidade Federal de Pernambuco / Universidade de Valladolid, na Espanha (UFPE/UVA-Espanha) e Especialista em Sustentabilidade no Projeto pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ). (**Apêndice A**)

Segundo Matoso, o seu interesse pelo aproveitamento da água pluvial em edificações surgiu por uma questão de consciência global, por uma preocupação com o meio ambiente e uma busca por práticas cada vez mais sustentáveis. E tudo isso, segundo a arquiteta, é oriundo do “background”¹⁷ das escolas em que estudou.

Após a graduação, Matoso, buscou uma pós-graduação voltada para a sustentabilidade na PUC-RJ, na qual um dos pontos mais levantados era a questão da água potável e as medidas sustentáveis e recursos alternativos para reduzir seu desperdício. Como isso, direcionou seu trabalho para o aproveitamento da água pluvial por ser uma intervenção prática e econômica financeiramente, dentre as medidas sustentáveis.

¹⁷ Conjunto de condições, circunstâncias ou antecedentes de uma situação.

Ainda de acordo com a arquiteta, entre os seus clientes, existem aqueles que se interessaram espontaneamente pela aplicação da técnica do aproveitamento da água pluvial, que pode ser apenas pela busca da valorização conceitual do projeto – alguns estudos da Green Building Council Brasil (GBC), imóveis com soluções ecológicas e sustentáveis tem valorização de 8% a 22% no metro quadrado – ou existem aqueles por preocupação ambiental, procurando ser uma prática sustentável, e sobre esse segundo tipo de clientes, em suas palavras:

Em sua maioria esses clientes que buscam pela preocupação ambiental, são pessoas mais jovens, na faixa etária entre os 25 e 35 anos, são vindos de uma geração que possui uma consciência global e de compromisso com a sustentabilidade, que sabem que toda ação tem uma reação, e que se for uma ação negativa ou prejudicial pode trazer consequência sérias e pode gerar impactos irreversíveis. (MATOSO, 2018)

E para convencer os clientes que não se interessam espontaneamente, a arquiteta mostra quais os impactos podem ser evitados com a prática e as vantagens econômicas que esse sistema pode trazer.

Em uma residência a economia pode chegar a 50% do consumo de água, dependendo do seu destino, os fins não potáveis mais comuns são irrigação de áreas verdes, lavagem de piso e descarga de vaso sanitário, lavagem de carros, sistemas decorativos aquáticos (fontes, chafarizes, espelhos d'água) e reserva de proteção contra incêndios, em casos muito extremos pode ser utilizada também para fins nobres como tomar banho, beber e cozinhar¹⁸. A economia também é no ponto de vista ecológico, por aproveitar uma água que é descartada, sem antes ter sido utilizada em nenhuma finalidade, e assim evita-se o uso e desperdício da água potável, seja qual for o uso.

O aproveitamento da água da chuva traz benefícios que vão além da economia de água potável, também contribui para reduzir as enchentes. A arquiteta ainda acrescenta que para que se tenha uma economia ainda maior, a tecnologia de aproveitamento de água pluvial deve ser combinada com outras soluções de reuso, como por exemplo, a água cinza¹⁹.

Matoso, já recebeu pedido das mais diversas tipologias de edificações, sendo as mais frequentes residenciais e comerciais. Infelizmente nem todos os projetos

¹⁸ Para os três últimos, deve se fazer um tratamento rigoroso.

¹⁹ Água tratada já utilizada de origem de máquinas de lavar, chuveiros e pias de banheiro pode ser tratada e reutilizada.

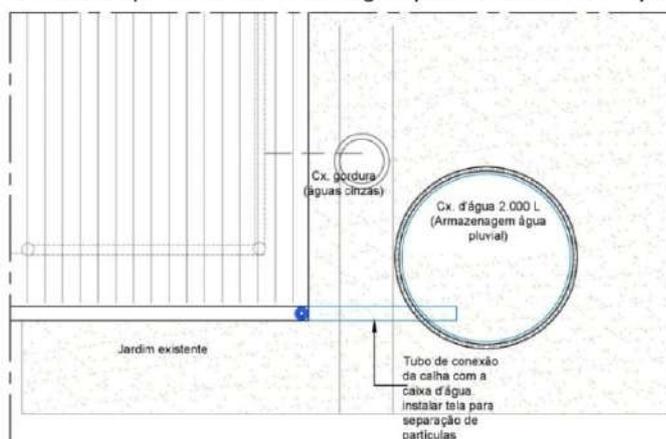
para o aproveitamento da água pluvial desenvolvidos por seu escritório são materializados, por muitas vezes os clientes deixarem para uma segunda fase de execução do projeto ou optarem por construir mais que o planejado e nesse caso falta o espaço no terreno, antes previsto para inserir o sistema.

O sistema de coleta e aproveitamento da água pluvial inicia a partir da coleta da água vinda da precipitação da chuva em telhados inclinados ou planos, conduzidos até o reservatório de armazenamento por calhas e canos, contendo telas e filtros para reter os resíduos presentes na superfície do telhado. O sistema poderá trabalhar por gravidade ou através da inserção de bombas para realizar a condução da água para outros reservatórios.

A arquiteta ressalta que além de ser um sistema prático é um sistema que pode se adaptar à renda do cliente: “A técnica do aproveitamento da água pluvial pode ser adaptada ao “bolso” do cliente sim, dependendo do fim que se deseja utilizar a água pluvial. Seu custo é mínimo.” Um exemplo executado pela arquiteta foi a captação e o armazenamento da água pluvial para ser utilizada na irrigação do jardim de uma empresa de logística. Instalado em um dos blocos da empresa (o que se localiza mais próximo ao jardim), acoplou-se uma caixa d’água de 2.000 litros²⁰ para armazenagem da água captada por calhas existente no telhado. Foram instaladas telas para impedir a entrada de resíduos mais grossos na caixa d’água (os resíduos mais finos serão decantados e removidos em manutenções periódicas a cada três meses) e uma torneira que a ela será acoplada uma mangueira para fazer diretamente a irrigação. **(Figuras 26 e 27).**

²⁰ A dimensão do reservatório foi definida a partir do Método de Rippl.

Figura 26 – Sistema de aproveitamento de água pluvial em uma empresa de logística.



Fonte: MATOSO, 2018.

Figura 27 – Sistema de aproveitamento de água pluvial em uma empresa de logística.



Fonte: MATOSO, 2018.

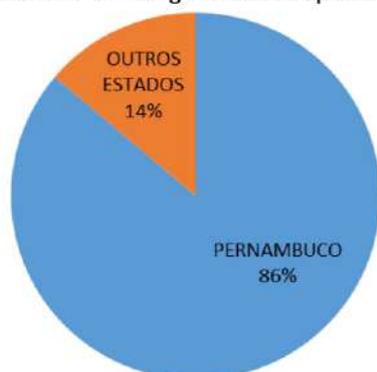
4.2.O olhar da população em geral

No sentido de apreender o olhar da população em relação ao uso da água pluvial em residências, realizou-se um questionário de formato online, por ser uma forma de atingir o maior número de pessoas em menor tempo, com oito perguntas abertas e fechadas que ficaram disponíveis para serem respondidas do dia 28/10/2018 ao dia 03/11/2018. (**Apêndice B**)

Objetivou-se a obter dados não só quanto a conhecimento da existência da técnica de coleta e aproveitamento da água pluvial em residências, mas também quanto à prática e o interesse em vir a praticar essa técnica e poder analisar possíveis entraves para a difusão desta solução sustentável. Obteve-se o total de 112 respostas das quais a maioria foi do estado de Pernambuco (86%) (**Gráfico 1**), embora o quantitativo de outros estados tenha aparecido, obteve-se um importante

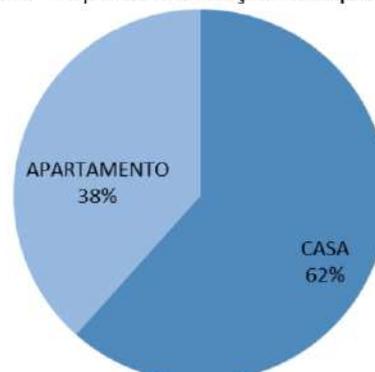
informação que será retratada mais adiante. Das 112 pessoas (100%), 69 residem em casa (62%) e 43 em apartamentos (38%). (**Gráfico 2**).

Gráfico 1 – Origem das respostas.



Fonte: AUTORA, 2018.

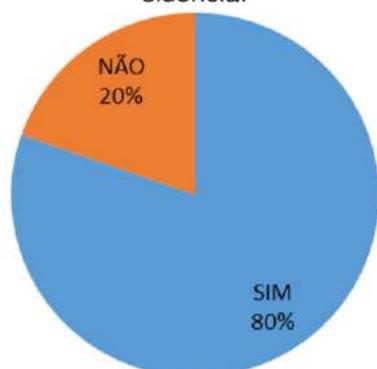
Gráfico 2 – Tipo de edificação em que residem.



Fonte: AUTORA, 2018.

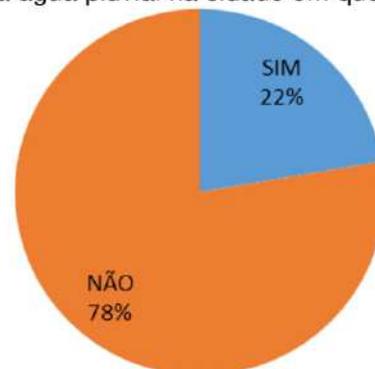
A maioria das pessoas, 90 pessoas (80%), tem ciência de que a água pluvial pode vir a substituir a água potável em alguns usos em uma residência, já 22 pessoas (20%) não sabiam que a água potável pode ser substituída pela água pluvial. (**Gráfico 3**). Do total, 87 pessoas (78%) não conhecem residências em sua cidade que fazem o uso da técnica do aproveitamento da água pluvial, já outras 25 (22%) conhecem algum caso na sua cidade que faça o uso. (**Gráfico 4**)

Gráfico 3 – Ciência de que a água pluvial pode substituir a água potável em alguns usos na residência.



Fonte: AUTORA, 2018.

Gráfico 4 – Conhece alguma residência que faz uso da água pluvial na cidade em que reside.



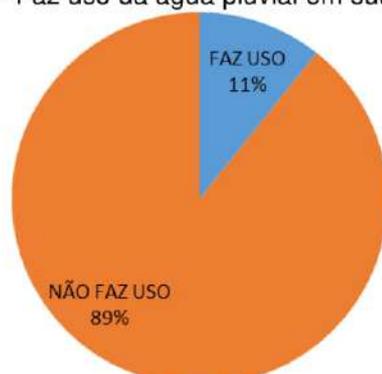
Fonte: AUTORA, 2018.

Das 112 pessoas que responderam o questionário, apenas 12 fazem uso da água pluvial em suas residências (11%) (**Gráfico 5**). Algumas dessas pessoas não têm o sistema acoplado ao seu telhado, por mais simples que seja, mas fazem o uso da água pluvial em sua residência de forma manual (através de baldes). Desses 11% que fazem o uso apenas três pessoas são do Estado de Pernambuco (25%) e

as oito pessoas são de outros diferentes estados como São Paulo, Brasília, Mato Grosso do Sul e Rio de Janeiro (75%) (**Gráfico 6**). Ainda dos 11% que fazem o uso apenas três pessoas residem em apartamento, as outras oito pessoas residem em casa (**Gráfico 7**). Os usos mais citados por aqueles que fazem uso em suas residências foram:

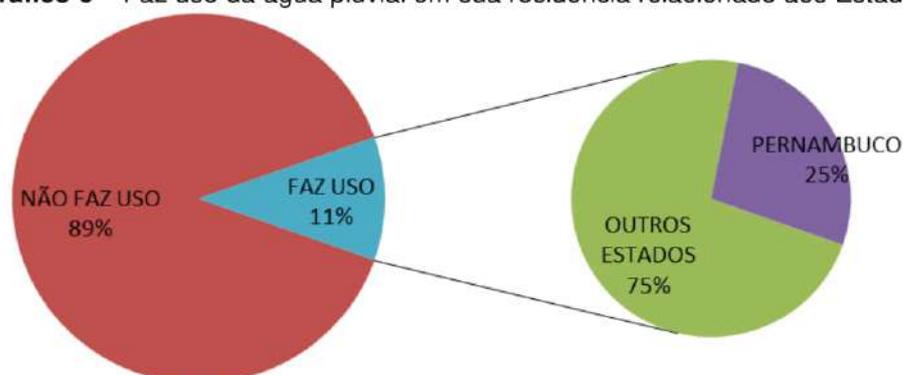
- Lavagem e limpeza de calçadas;
- Lavagem de quintal e áreas comuns (em edifícios);
- Irrigar o jardim;
- Lavar de louças;
- Lavar os veículos;
- Piscina;
- Limpeza e descarga dos banheiros;

Gráfico 5 – Faz uso da água pluvial em sua residência.



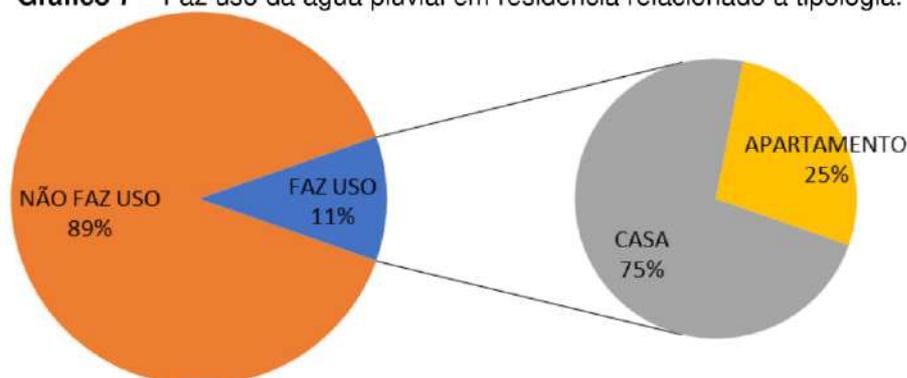
Fonte: AUTORA, 2018

Gráfico 6 – Faz uso da água pluvial em sua residência relacionado aos Estados.



Fonte: AUTORA, 2018.

Gráfico 7 – Faz uso da água pluvial em residência relacionado à tipologia.

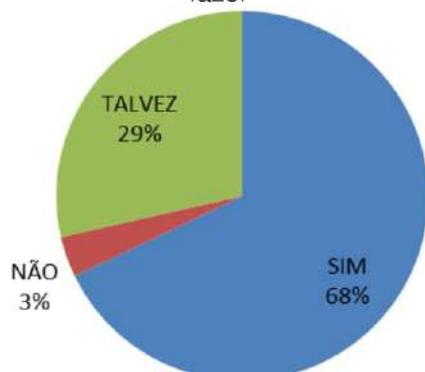


Fonte: AUTORA, 2018.

Dentro daqueles que não fazem uso da água pluvial em suas residências, 68% tem interesse em fazer, 3% não tem interesse em faze-lo e 29% talvez tenha interesse (**Gráfico 8**). São diversos os motivos por que não fazer uso do sistema, como exemplifica o **Gráfico 9**, dentre eles, o de maior porcentagem foi não conhecer como funciona o sistema e quem possa fazer a execução dele, 59 pessoas (46%), para 29 pessoas (24%) outro motivo importante é a falta de espaço, 17 pessoas (14%) consideraram o custo do sistema elevado. Outros motivos foram listados por 16%, são eles:

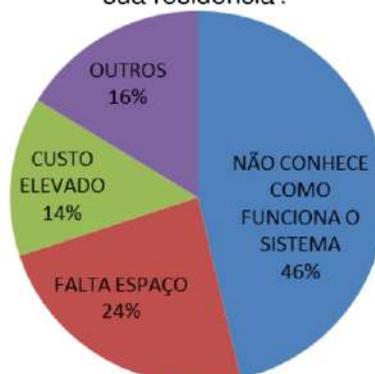
- Morar em um edifício e nunca ter sido levado à pauta
- Não entrar em consenso com outros condôminos
- Não ser proprietário do imóvel
- Não ter falta d'água em seu bairro.

Gráfico 8 – Não faz uso do sistema de água pluvial em sua residência e tem interesse em fazer



Fonte: AUTORA, 2018.

Gráfico 9 – Porque não faz uso da técnica em sua residência?



Fonte: AUTORA, 2018.

Diante de todo o contexto abordado em relação aos olhares, tanto da entrevista quanto dos questionários, buscou-se identificar quais os desafios e possíveis entraves para a difusão da prática efetiva da técnica de captação e aproveitamento da água pluvial.

A partir do exposto, pode-se perceber que a técnica do aproveitamento de água pluvial em residências é conhecida pela maioria das pessoas que tiveram acesso ao questionário, porém existe um déficit no que concerne a exemplos práticos desta aplicação, não chegando a um quarto de respostas das pessoas que conhece algum caso na sua cidade, e um número um pouco mais de 10% para as pessoas que fazem o uso desta prática em sua residência, principalmente no que se refere às pessoas no estado de Pernambuco, que chega a 25% dentre as que fazem uso desta prática.

Embora, se tenha como e quem possa projetar o sistema de acordo com as necessidades de uma residência, como a arquiteta entrevistada Raissa Matoso, mas falta interesse da população por não conhecer a importância de fazer uma prática tão sustentável, que não trará apenas a economia financeira para quem dela faz uso, mas poupará o desperdício da água potável. Com isso pode-se prolongar a sua existência, quiçá perpetuando para as gerações futuras, prática defendida pelo desenvolvimento sustentável.

Com isso, tem-se a necessidade de desmistificar os entraves levantados no questionário como falta de espaço, custo do projeto e o principal, a ausência de conhecimento de como funciona o sistema na prática.

5. CONCLUSÃO

Essa pesquisa se propôs a analisar em que medida o cidadão faz uso da água pluvial em sua residência e os possíveis entraves para difusão da sua prática. Sem ter a pretensão de esgotar o assunto, e na certeza da necessidade de um melhor aprofundamento no tema, chegamos a algumas considerações no decorrer desta pesquisa.

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise diante da dos conceitos de sustentabilidade e do desenvolvimento sustentável direcionados à perspectiva dos ciclos hidrológicos, seja da água potável ou pluvial. Além disso, também permitiu a consecução da pesquisa empírica visando obter dados mais consistentes capazes de elucidar a questão dos entraves para a difusão da técnica de captação e aproveitamento da água pluvial.

Na medida em que a questão ambiental não apenas se ampliou, como ganhou novas conotações, a crise ambiental assumiu contornos mais graves com a percepção da responsabilidade do homem na escassez de recursos naturais gerando as propostas de sustentabilidade, sobretudo desenvolvimento sustentável. Essas mudanças, finalmente, se associam cada vez mais com inovações tecnológicas, abrindo a possibilidade de uma nova onda de recursos sustentáveis. Assim, aproxima-se não só da economia financeira, mas ainda mais da atitude de poupar o meio ambiente, como diz Nascimento (2012): O século XXI nasceu na incerteza quanto ao futuro da humanidade no acirramento das crises econômica e ambiental; e na esperança de que transformações sociais ocorram, mudando, para melhor, o padrão civilizatório a que estamos prisioneiros.

Uma nova percepção dos ecossistemas urbanos é vista como ponto crucial para a transição de uma gestão hídrica tradicional para uma gestão hídrica integrada. Trazer as paisagens e suas funcionalidades para dentro do espaço urbano se faz necessário na busca de uma maior resiliência hídrica urbana.

A água doce é um desses recursos naturais que ainda pode ser encontrada em grande quantidade no planeta, mas vem se tornando um recurso cada vez mais escasso no mundo- em algumas regiões do mundo já se sofre com essa realidade e suprir a necessidade de água já está se tornando um problema em função do acelerado crescimento populacional-. Somando o desperdício de água potável com a poluição dos rios e mananciais, as alterações climáticas, associada ao crescimento da

população, afetam a disponibilidade de recursos hídricos em áreas urbanas, temos o resultado da atual e crescente escassez de água que se vive, tornando-se necessárias novas alternativas para suprir essa demanda.

A coleta de água de chuva é uma das intervenções que pode contribuir na gestão do ciclo hidrológico urbano. Administrar esse ciclo se demonstra fundamental para assegurar uma sociedade mais sustentável, perante os riscos das mudanças climáticas, e para alcançar esse objetivo se requer uma ação conjunta de todas as esferas da sociedade.

Pode-se perceber que em muitos países, o armazenamento da água pluvial inicialmente objetivou-se em suprir a falta de um abastecimento regular de água posteriormente para controle de cheias e inundações e hoje seu uso vem sendo difundido para os mais diversos fins.

Além dos exemplos citados, em certas áreas do Nordeste brasileiro, a seca é tão extrema e a água encontrada é tão insalubre que a alternativa foi criar maneiras de utilizar a água das chuvas para o consumo humano. Nesses locais, a água é acumulada em cisternas e passa por processos simples de tratamento, mas rigoroso, (filtração e cloração) para poder ser utilizada para fins potáveis.

Nesse contexto, o uso das águas pluviais no Brasil vinha sendo regido por uma legislação retrograda, em desacordo com as necessidades e interesse da coletividade nacional, sendo necessária a modificação desse estado, com isso surge então o Código de Águas, cuja execução compete ao Ministério da Agricultura, este código está no decreto 24.643/1934, e a Norma Técnica Brasileira NBR 15.527 (2007).

A partir das análises dos olhares dos cidadãos, tanto da entrevista quanto dos questionários, buscou-se identificar quais os desafios e possíveis entraves para a difusão da prática efetiva da técnica de captação e aproveitamento da água pluvial, para verificar a hipótese levantada no início deste trabalho, que era o cidadão não faz uso do sistema de aproveitamento de água pluvial em sua residência por ausência de conhecimento do funcionamento do sistema e por ausência de orientação sobre a importância desta prática sustentável.

Pôde-se perceber que a técnica do aproveitamento de água pluvial em residências é conhecida pela maioria das pessoas que tiveram acesso ao questionário, porém existe um déficit no que concerne a exemplos práticos desta aplicação, e quando se trata das pessoas que fazem o uso desta prática em sua residência, prin-

principalmente no que se refere às pessoas no estado de Pernambuco, o índice é baixíssimo em relação a outros estados.

Embora, se tenha como e quem possa projetar o sistema de acordo com as necessidades de uma residência, como exemplo a arquiteta entrevistada, Raissa Matoso, falta interesse da população por não conhecer a importância de fazer uma prática tão sustentável, que não trará apenas a economia financeira, para quem dela faz uso, mas poupará o desperdício da água potável, prática defendida pelo desenvolvimento sustentável.

Com isso, pode-se confirmar a hipótese levantada, de que o cidadão não faz uso do sistema de aproveitamento de água pluvial em sua residência por ausência de informação de como funciona o sistema e por ausência de orientação sobre a importância desta prática sustentável. Pode-se perceber que além desse entrave, foram apresentados outros fatores como a falta de espaço e o custo de projeto. Para que se possa esclarecer melhor estes entraves e promover o desenvolvimento sustentável na utilização dos recursos hídricos é preciso levar o conhecimento e a consciência a respeito do sistema de coleta e aproveitamento de água de chuva em edificações residenciais para as pessoas, através de um folder informativo a ser promovido por órgãos e instituições competentes.

A água de chuva é uma fonte renovável de água limpa, ideal para uso doméstico ou em pequena escala, e a maior atração do uso desta água em um sistema de captação e aproveitamento está em seu baixo custo, na acessibilidade e na manutenção. Em residências, pode ser aplicada com vantagens quando comparada com outros sistemas de reutilização, embora possua como maior desvantagem, de em tempos de estiagem, diminuir o volume de água coletada.

Aproveitar a água das chuvas é bastante simples e economiza uma grande quantidade de água tratada, sendo uma ótima forma de ajudar a diminuir os impactos da crise hídrica ao redor do mundo. Além disso, a utilização dessa água auxilia na diminuição das enchentes nas cidades, uma vez que é captada e não fica acumulada sobre o solo impermeável dos grandes centros urbanos.

A viabilidade da implantação do sistema de captação e aproveitamento de água pluvial depende essencialmente dos seguintes fatores:

- Precipitação,
- Área de captação
- Demanda de água

Além disso, para projetar o sistema devem-se levar em conta, outros fatores por não ser adequado uniformizar as soluções técnicas:

- Condições ambientais locais
- Clima
- Fatores econômicos
- Finalidade e usos da água

A água aproveitada pode ser direcionada para fins específicos como:

- Descargas de vasos sanitários
- Rega de Jardim
- Combate a incêndio
- Ar condicionado
- Fontes e lagos artificiais
- Lavagem de pisos internos e externos
- Lavagem de roupas
- Lavagem de automóveis
- Piscina
- Banho,
- Cozinhar
- Beber

Para edifícios, a demanda de descarga, rega de jardim e lavagem de piso é muito elevada em relação a pouca área de cobertura para coleta da água de chuva, deve usar a solução de instalar o reservatório em pavimento inferior para armazenar uma maior quantidade (do primeiro ao terceiro), e a água descerá por gravidade para o jardim e sanitários de serviços do térreo, para não ser necessário o uso de bombas.

O sistema é muito simples e se resume à coleta das águas da chuva através das calhas e rufos do telhado²¹, que já fazem a primeira filtragem com telas, da água e às encaminham diretamente para o reservatório superior ou inferior, nele, a depender do uso, pode ocorrer a filtração novamente e a cloração.

²¹ Recomenda-se que os dois primeiros milímetros devem ser descartados, pois contêm resíduos do telhado.

Para o armazenamento da água pluvial, como já foram exemplificados antes, existe diversos tipos de reservatórios, superior e inferior, seja caixa d'água comum, cisternas de concreto e arame ou cisternas de placas de cimento pré-moldadas, as duas últimas podem ser externas ou semienterradas. Segundo Thomas (2001), a durabilidade, a segurança e o baixo custo são critérios normalmente utilizados para escolher o tipo de reservatório a ser implantado no sistema de coleta de água de chuva. Mas, existem outros critérios que são levados em conta como a preferência dos usuários e sustentabilidade.

Em suma, acredita-se que como as diretrizes apresentadas acima, aplicadas a um veículo de informação promovido por órgãos e instituições competentes (folder, cartilha, etc.), é possível contribuir com a conscientização da população sobre a sustentabilidade no abastecimento de águas em residências, através da promoção desta prática tão sustentável que é a captação e o aproveitamento de água pluvial, que não trará apenas a economia financeira para quem dela faz uso, mas poupará o desperdício da água potável, com isso pode-se prolongar a sua existência, quiçá perpetuando para as gerações futuras, prática defendida pelo desenvolvimento sustentável. Uma sugestão de como pode ser elaborado encontra-se no **APÊNDICE C**.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Rede Hidrometeorológica Nacional**. 2018. Disponível em: <www.hidroweb.ana.gov.br> Acesso em: 2 out. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. **A gestão dos recursos hídricos subterrâneos em Pernambuco**: diagnóstico e proposições. Disponível em <<http://www.abas.org/arquivos/gestaorhpe.pdf>>. Acesso em: 20 de mai. de 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DA CHUVA. 2012. Disponível em: <http://www.abcmac.org.br/show_fotos.php?url_id=12>. Acesso em 03 out. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844**: instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

_____. **NBR: 15527**: água de chuva: aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis: requisitos. São Paulo: 2007.

_____. **Normatização**, c2014. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/normalizacao/o-que-e/o-que-e>>. Acesso em: 20 out. 2018.

ANNECCHINI, K. P. V., **Aproveitamento da Água da Chuva Para Fins Não Potáveis na Região Metropolitana de Vitória (ES)**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

AYRES, R. U. Sustainability economics: Where do we stand? **Ecological Economics**, v.67, n.2, p.281-310, 2008.

BLOG DE GEOGRAFIA. **Tipos de chuvas**: Orográficas, Convectivas e Frontais. Disponível em < <https://suburbanodigital.blogspot.com/>> Acesso em 03/06/2018.

BRASIL. Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934. **Código das Águas**. Brasília: Casa Civil, 1934.

_____. Fundação Nacional de Saúde. **Portaria Nº 1.469/2000**. Controle e Vigilância da Qualidade da água para Consumo Humano e seu Padrão de Potabilidade Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2001. Disponível em: <http://bvsmis.saude.gov.br/bvsmis/publicacoes/portaria_1469.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2018.

BRASIL TURISMO. **Bacias Hidrográficas do Brasil**. [201?]. il. color. Disponível em: <<http://www.brasil-turismo.com/mapas/hidroviagem.htm>>. Acesso em: 10 mai. 2018.

CARMO, J. F. **Glossário técnico do meio Ambiente**. [entre 2001 e 2018]. Disponível em: <<http://www.ceap.br/material/MAT02032010143421.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2018.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICO. **Glossário**. [201?] Disponível em: <<https://www.cptec.inpe.br/glossario.shtml>>. Acesso em: 20 out. 2018.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum (Relatório Brundtland)**. Rio de Janeiro: FGV, 1991.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ. **Tratamento da água**. [201?] Disponível em: <<http://site.sanepar.com.br/>>. Acesso em: 03 jun. 2018.

COMPANHIA PERNAMBUCANA DE SANEAMENTO. **Sistemas de abastecimento**. [201?] Disponível em: <<https://servicos.compesa.com.br/abastecimento-de-agua/>>. Acesso em: 20 out. 2018.

COMPÊNDIO PARA A SUSTENTABILIDADE. **Agenda 21**. 2008. Disponível em: <<http://www.institutoatkwvh.org.br/compendio/?q=node/21>>. Acesso em: 25 ago. 2018.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **Resolução nº 32**, 2003.

COZZA, A. **Sistema de Captação de Águas de Chuva**. [201?]. Disponível em: <<http://www.clareando.com.br/interno.asp?conteudo=solucoes>>. Acesso em: 13 out. 2018.

DORNELLES, F.; TASSI, R.; GOLDENFUM, J. A. Avaliação das Técnicas de Dimensionamento de Reservatórios para Aproveitamento de Água de Chuva. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v. 15, n. 2, p. 59-68, abr./jun. 2010. Disponível em: <https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/7/69a0515c226924e0ca62c586e8f5cbbbe_53a7198f8288dc36d419639d3f37702c.pdf>. Acesso em: 20 out. 2018

ECYCLE, **O que é sustentabilidade: conceitos, definições e exemplos**. [201?]. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/3093-sustentabilidade-o-que-e-conceito-de>>. Acesso em: 22 set. 2018.

GHISI, E; PEREIRA, C. D. **Sustentabilidade em edificações**. Florianópolis: UFSC, 2010.

GNADLINGER, J. **Colheita em Água da Chuva em Áreas Rurais**. Associação Internacional de Sistemas de Captação de Água de Chuva. 2º Fórum Mundial da Água, Holanda, 2000. Disponível em: <<http://www.abcmac.org.br/files/ebooks/Colheita%20de%20%C3%81gua%20de%20Chuva-Gnadlinger%20WWF%202000.pdf>>. Acesso em: 28 mai. 2018.

GUANAYEM, M. **Environmental Considerations with respect to rainwater harvesting. Palestine, applied research institute- Jerusalem.** In: RAINWATER INTERNATIONAL SYSTEMS, 2001.

HEIJNEN H. **A Captação de Água da Chuva: Aspectos de Qualidade da Água, Saúde e Higiene.** 2012. Trabalho apresentado ao 8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, Campina Grande, 2012. Disponível em: <<http://www2.al.rs.gov.br/forumdemocratico/LinkClick.aspx?fileticket=Zv8iFiAtyTk%3D>>. Acesso em: 20 out. 2018

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Hidrografia. In: **Geografia do Brasil.** 5 v. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

INAMINE, M.; MORITA, D. **Rainwater catchment availability for building in drought-prone Okinawa and proposed numerical appraisal.** 2000. Disponível em: <<https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB5331.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2018.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. **Plano de Salvaguarda.** c2014. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/684/>>. Acesso em: 20 out. 2018.

KITA, I. et al. **Local government's financial assistance for rainwater utilization in japan.** in: conferência internacional sobre sistemas de captação de água de chuva, 9., Petrolina, 1999.

KOBIYAMA, M. **Tecnologias alternativas para aproveitamento de águas.** Santa Catarina: UFSC, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2010.

LE PRESTRE, P. **Ecopolítica internacional.** São Paulo: Senac, 2000.

LIBÂNIO, M.; BORGES, E. S. M. Avaliação da Eficiência de Remoção Bacteriológica em Unidades Domiciliares de Tratamento de Água. **Revista de engenharia sanitária e ambiental.** v. 6, n. 1-2, jan./jun. Rio de Janeiro, 2001.

MAGALHÃES, L. **Princípios do desenvolvimento sustentável.** 2012. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/desenvolvimento-sustentavel/>>. Acesso em: 22 set. 2018.

MATIAS, J. A. B. **Cisterna de placas pré-moldadas.** Trabalho apresentado ao 3º Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no Semi-Árido, Paraíba, 2001.

MAY S.; PRADO R. T. A. **Estudo da Qualidade da Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações.** CLACS' 04 – I Conferência Latino - Americana de Construção Sustentável e ENTAC 04, - 10º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo – SP. Anais.CD Rom, 2004.

MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I. Programa para o gerenciamento de águas e efluentes nas indústrias visando o uso racional e o reuso. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**. v.4, n.2, abr/jun, p.11-15. 2000. Disponível em: <http://biton.uspnet.usp.br/cirra/wp-content/uploads/2013/09/IHMZpaper.ABES_.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2018.

MIKHAILOVA, I. Sustentabilidade: evolução dos conceitos teóricos e os problemas da mensuração prática. **Revista Economia e Desenvolvimento**. n. 16, p. 22-41, 2004. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/eed/issue/view/181>>. Acesso em: 13 set. 2018.

MONTIBELLER FILHO, G. **O mito do desenvolvimento sustentável**. Florianópolis: UFSC, 1999. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/81183/137926.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 13 set. 2018.

NASCIMENTO, E. P. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. **Estudos Avançados**. v. 26, n. 74, p. 51-64, 2012.

NOLDE, E. **Possibilities of rainwater utilization in densely populated areas including precipitation runoffs from traffic surfaces**. Desalination, v. 215, n. 1-3, 2007.

OBSERVATÓRIO HISTÓRICO GEOGRÁFICO. **Tipos de Chuva**. 2016. Disponível em: <<http://obshistoricogeo.blogspot.com/2016/03/tipos-de-chuva.html>>. Acesso em: 03 jun. 2018.

OLIVEIRA, S. M de. **Aproveitamento da água da chuva e reuso de água em residências unifamiliares: estudo de caso em palhoça**. Trabalho de conclusão do curso de graduação em engenharia civil da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

PELLINI, A. **Gestão de Riscos e Desastres Sistema de Outorga de Água Dessassoreamento Gestão de Resíduos Sólidos**. Porto Alegre: Comissão especial do rio grande resiliente, 2016. Disponível em: <http://www.al.rs.gov.br/FileRepository/repdcp_m505/ComEspResiliente/Resili%C3%A4ncia%20Ambiental%20-%20Ana%20Pellini.pdf>. Acesso em: 07 jul. 2018.

PEREIRA, C. D. O. **Subterrâneos de Tóquio**. 2011. il. color. Disponível em: <<http://caroldaemon.blogspot.com/2011/03/por-que-toquio-nao-alaga.html>>. Acesso em 16 set. 2018.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA MEIO AMBIENTE. **Integração entre o meio ambiente e o desenvolvimento: 1972-2002**. Perspectivas do Meio Ambiente Mundial 2002 GEO-3: Passado, presente e futuro. Brasília: IBA-MA/PNUMA, 2004.

REBOUÇAS, A. **Uso Inteligente da Água**. São Paulo: Escrituras Editora, 2004.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

SANTOS, C. R.; ULTRAMARI, C.; DUTRA, C. M. Artigo-base sobre meio ambiente urbano. In: CAMARGO, A.; CAPOBIANCO, J. P. R.; OLIVEIRA, J. A. P. (Org.). **Meio ambiente Brasil: avanços e obstáculos pós Rio-92**. São Paulo: FGV, 2002. p. 338-356.

SAVEH. **A disponibilidade de água no mundo e no Brasil**. c2016. Disponível em: <<https://saveh.com.br/artigos/a-disponibilidade-de-agua-no-mundo-e-no-brasil/>>. Acesso em: 26 mar. 2018.

SILVA, D. F. R. **Aproveitamento de água de chuva através de um sistema de coleta com cobertura verde: avaliação da qualidade da água drenada e potencial de economia de água potável**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2014.

SILVEIRA, B. **Reuso da Água Pluvial em Edificações Residenciais**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 2008.

SIMIONI, W. I.; GHISI, E.; GÓMEZ L. A. **Potencial de Economia de Água Tratada Através do Aproveitamento de Águas Pluviais em Postos de Combustíveis: Estudos de Caso**. CLACS' 04 – I Conferencia Latino-Americana de Construção Sustentável e ENTAC 04, - 10^o Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo - SP, Anais. CD Rom, 2004

SOARES, D. A. F. et al. **Considerações a respeito da reutilização das águas residuárias e aproveitamento das águas pluviais em edificações**. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 12, Vitória, 1999.

SOS MATA ATLANTICA. **Usos e ameaças à água**. [entre 2000 e 2018]. Disponível em <<https://www.sosma.org.br/projeto/observando-os-rios/questao-da-agua/usos-da-agua/>>. Acesso em: 21 mai. 2018.

SOUZA, N. J. **Desenvolvimento Econômico**. 5^o ed. Revisada. São Paulo: Atlas, 2005. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/86189692/Desenvolvimento-Economico>>. Acesso em: 15 set. 2018.

SUSTAINABLE DEVELOPMENT KNOWLEDGE PLATFORM. **Commission on Sustainable Development (CSD)**. [201?]. Disponível em: <<https://sustainabledevelopment.un.org/csd.html>>. Acesso em: 01 mai. 2018.

TOMAZ, P. **A Economia de Água para Empresas e Residências – Um Estudo Atualizado sobre o Uso Racional da Água**. São Paulo: Navegar Editora, 2001.

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

_____. **Conservação da água**. São Paulo: Parma, 1998.

TORRES, P. L. (Org.). **Alguns fios para entretecer o pensar e o agir**. Curitiba: Senar, 2007.

VECCHIATTI, K. **Três fases rumo ao desenvolvimento sustentável do reducionismo à valorização da cultura**. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392004000300010>. Acesso em: 7 jul. 2018.

VEIGA, J. E.; ZATZ, L. **Desenvolvimento Sustentável: que bicho é esse**. Campinas: Autores Associados, 2008. Disponível em: <http://www.zeeli.pro.br/wp-content/uploads/2015/04/2008_DS_Que_bicho_e_esse_Veiga_Zatz.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2018.

WATERFALL, P.H.. **Harvesting Rainwater for Landscape Use**. University of Arizona Cooperative (2002). Disponível em: <<http://ag.arizona.edu/pubs/water/az1052/>>. Acesso em: 10 out. 2018

WERNECK, G. **Sistema de utilização de água da chuva em edificações: Estudo de caso da aplicação em escola de Barra de Piraí, RJ**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2006.

APÊNDICE A – O OLHAR DO PROFISSIONAL DE ARQUITETURA

Entrevistada: Raissa Matoso

Formada em arquitetura e urbanismo pela UFPE/UVA-ESPANHA e especialista em sustentabilidade no projeto pela PUC-RJ

1. Como chegou a esse interesse pelo projeto do uso de água de chuva em edificações?
2. Quais as experiências (onde aplicou/casos práticos)?
3. Qual o perfil dos clientes que procuram?
4. Qual o tipo de edificações?
5. Como é o sistema? Quais as soluções?
6. A proposta tem flexibilidade para se adaptar à renda do cliente?
7. Após a aplicações qual o retorno para o cliente?

APÊNDICE B – PESQUISA SOBRE O APROVEITAMENTO DA ÁGUA PLUVIAL (ÁGUA DA CHUVA) EM RESIDÊNCIAS

Sou Maria Beatriz, aluna do curso de Arquitetura e Urbanismo da Faculdade Damas da Instrução Cristã. Essa pesquisa faz parte do meu Trabalho de Graduação e tem como objetivo analisar possíveis entraves para a prática da técnica de aproveitamento da água pluvial em residências e trazer soluções para elas.

1. Qual a sua cidade? *

R: _____

2. Você reside em: * Marcar apenas uma

() Casa () Apartamento

3. Você sabia que água pluvial pode substituir a água potável em alguns usos na residência? * Marcar apenas uma

() Sim () Não

4. Você conhece alguma residência que faz uso da água pluvial na sua cidade? * Marcar apenas uma

() Sim () Não

5. Em sua casa/ Em seu edifício faz uso da água pluvial? * Marcar apenas uma.

() Sim () Não

6. Se sua resposta foi sim, em qual uso é aplicada a água pluvial?

R: _____

7. Se sua resposta foi não, você tem interesse em fazer o aproveitamento da água pluvial em sua residência? * Marcar apenas uma.

() Sim () Não () Talvez

8. Por que não faz? * Marque todas que se aplicam.

() Não conhece como funciona o sistema () Custo elevado

() Falta espaço () Outro R: _____

APÊNDICE C – FOLDER DE CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE O SISTEMA DE COLETA E APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL EM RESIDÊNCIAS