



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA ALTERNATIVO PARA
CAPTAÇÃO DE ÁGUA A PARTIR DA NÉVOA**

Carolina Fachinetto

Lajeado, julho de 2017.

Carolina Fachinetto

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA ALTERNATIVO PARA
CAPTAÇÃO DE ÁGUA A PARTIR DA NÉVOA**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado no
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, do
Centro Universitário Univates, como parte dos
requisitos para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Orientador: Me. Rodrigo Spinelli

Lajeado, julho de 2017.

Carolina Fachinetto

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA ALTERNATIVO PARA
CAPTAÇÃO DE ÁGUA A PARTIR DA NÉVOA**

A Banca Examinadora abaixo aprova a Monografia apresentada na disciplina de Trabalho de Conclusão de curso, na linha de formação específica em Engenharia Civil, do Centro Universitário UNIVATES, como parte da exigência para a obtenção do grau de Bacharela em Engenharia Civil:

Prof. Me. Rodrigo Spinelli – Orientador
Centro Universitário UNIVATES

Prof. Dr. Odorico Konrad – Avaliador
Centro Universitário UNIVATES

Prof. Me. Douglas Ferreira Velho – Avaliador
Centro Universitário UNIVATES

Lajeado, julho de 2017.

Dedico esse trabalho à Deus, por me iluminar durante essa caminhada.

Dedico também à toda minha família por serem responsáveis por tornarem real e possível esse sonho. Aos meus irmãos Fabricio e Fernando pela ajuda e compreensão para com à minha formação universitária e, à minha querida irmã gêmea Carina pela força de sempre e palavras de apoio confortáveis e motivadoras nos momentos difíceis. Ao meu Pai Gerônimo, pelo incentivo nas dúvidas que lhe cabia o conhecimento e que pôde me auxiliar. E em especial, a minha eterna gratidão à minha Rainha, minha mãe Irene, motivo pela força que sempre tive para seguir em frente, superando obstáculos em busca da realização dos meus sonhos. Amo vocês!

Agradecimento também ao Orientador Prof. Rodrigo Spinelli pela empolgação e dedicação a mim aplicada no decorrer dessa etapa, na orientação do estudo.

À compreensão e ajuda na Bauen Haus quando não pude me fazer presente na etapa de elaboração do presente trabalho.

Por fim, agradeço a todos professores, amigos e colegas que me ajudaram de alguma forma, nessa trajetória de estudos.

Obrigada!

RESUMO

A carência de precipitações pluviométricas vem sendo agravante e é um dos motivos da dificuldade de suprimento à necessidade do consumo de água diário das populações. Baseado nisso e outras causas como o mau uso da água, o presente estudo, enquadrado no âmbito de pesquisa experimental, foi elaborado com o intuito de analisar o potencial de um fator natural fundamental para suprir a necessidade do consumo de água: o nevoeiro, como uso de fonte alternativa. O procedimento explorado é originado de fontes de abastecimento no Chile e é chamado de *Atrapaniebla*, originado do português, significa “capta-nuvem”. A *Atrapaniebla* no Chile tem grande influência devido ao fenômeno chamado de camanchaca, definido por Quezada Gutiérrez (2009) como nuvens formadas por gotas, decorrentes da alta pressão atmosférica do Anticiclone do Pacífico, que possuem tamanhos minúsculas - 0,002 a 0,006 mm de diâmetro – e que não atingem peso para cair e, assim não precipitam. Verificou-se que no Brasil, o uso de fontes alternativas como fontes de abastecimento são comuns, como o reuso da água pela captação pluviométrica, porém para suprir a necessidade da escassez tanto de forma econômica e também agropecuária, é necessário outro método afim de obter resultado satisfatório à necessidade humana, que independesse dos índices pluviométricos. Tendo em vista a carência de aplicação desse método da *Atrapaniebla* em países que não predominam o clima seco, mas que ainda assim exista a neblina, no trabalho apresentado buscou-se demonstrar a influência da aplicação do método no Brasil, especificamente no município de Lajeado. A metodologia consistiu-se na criação de um protótipo experimental do captador *Atrapaniebla*, instalado próximo ao prédio 17 do Centro Universitário Univates. Foram realizadas medições das captações no protótipo, para comprovação da colheita. Os dados adquiridos foram comparados aos dados coletados por duas estações meteorológicas: estação meteorológica modelo Instrutemp ITWH-1080 próxima ao protótipo e a estação meteorológica modelo Vantage PRO 2, pertencente ao Centro de Informações Hidrometeorológicas (CIH), do Centro Universitário Univates. A eficiência do protótipo se tornou evidente quando analisados dados captados de nevoeiro nos dias 22 de março de 2017, 17 e 18 de maio de 2017 e 14 de junho de 2017, comparando-se aos dados pluviométricos, umidade relativa do ar, temperatura e direção do vento. Dessa forma demonstrado a avaliação positiva do captador de orvalho.

Palavras-Chave: Escassez água; Reuso; *Camanchaca*; Capta-nuvem; *Atrapaniebla*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema do Ciclo Hidrológico.....	22
Figura 2 - Distribuição da água no Planeta.....	24
Figura 3 - Balanço Hídrico por Thornthwaite & Mather.....	32
Figura 4 - Chultuns - Cisterna do século X.	40
Figura 5 - Sistemas de aproveitamento de água de chuva. A) Sistema de fluxo total; B) Sistema com derivação; C) Sistema com volume de retenção e D) Sistema com infiltração no solo.....	42
Figura 6 - Fenômeno da <i>Camanchaca</i>	45
Figura 7 - Esquema da <i>Atrapaniebla</i>	45
Figura 8 - Sistema da <i>Atrapaniebla</i>	46
Figura 9 - Componentes dos <i>Atrapanieblas</i> . A) Malha de captação da neblina; B) Canaleta que faz escorrer a água captada.	46
Figura 10 - <i>Atrapaniebla</i> Macrodiamante.	47
Figura 11 - <i>Atrapaniebla</i> Cilíndrica.	48
Figura 12 - <i>Atrapaniebla</i> Bidimensional.	49
Figura 13 – Falda Verde <i>Project</i>	49
Figura 14 - <i>The Nepal Water from Fog Project</i>	50
Figura 15 - Captadores na Guatemala, Tojquia.	51

Figura 16 - Captador na Califórnia.....	51
Figura 17 - Esquema da <i>Warka Water</i>	52
Figura 18 - Componentes da <i>Warka Water</i>	53
Figura 19 – Estação Meteorológica Warkino.	53
Figura 20 - Evolução da <i>Warka Water</i>	54
Figura 21 - Irrigação da plantação utilizando água captada.	54
Figura 22 - Visão geral com a árvore <i>Warka</i> plantada.	55
Figura 23 - Água da névoa dos céus de Canárias.	55
Figura 24 - Empresa Agualternativa Engenharia SL e captador NRP.	56
Figura 25 - Protótipo.....	58
Figura 26 - Protótipo.....	59
Figura 27 - Croqui	59
Figura 28 - Localização do protótipo.	60
Figura 29 - Materiais utilizados na montagem e fixação da tela. A) Tela de Sombreamento: Sombrite 70%; B) Haste metálica de apoio; C) Presilhas plásticas.	62
Figura 30 - Montagem e fixação da tela. A, B e C) Formas de execução da tela na haste; D, E e F) Formas de fixação da tela na haste.....	62
Figura 31 - Materiais utilizados na montagem e fixação do coletor. A) Barra de aço 1,10m; B) Ralo linear completo; C) Fixação da barra na haste; D) Cano de esgoto 40mm; E) e F) Reservatório 20 L.	63
Figura 32 - Coletor montado e detalhes.....	63
Figura 33 - Materiais utilizados na fixação do protótipo. A) e B) Ferro fixador e fixação no chão; C) e D) Fixação na haste; E) Protótipo pronto.....	64
Figura 34 - Medidores do material coletado. A) Provetas e Becker; B) Balança.....	64
Figura 35 - Equipamentos de leitura de dados. A) Estação meteorológica modelo Instrutemp ITWH-1080; B) Estação meteorológica modelo Vantage PRO 2.....	65
Figura 36 - Coletas	67

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Demanda global de água (cenário de referência 2000 e 2050).....	27
Gráfico 2 - Balanço Hídrico Normal.	30
Gráfico 3 - Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Utilização da água relacionada com usos e funções.....	18
Tabela 2 - Consumo de água.	20
Tabela 3 – Áreas, volumes totais e relativos de água dos principais reservatórios da Terra. ..	24
Tabela 4 - Usos de água nas regiões hidrográficas brasileiras.	26
Tabela 5 - Crescimento da população mundial (1970-2030).	26
Tabela 6 - Precipitações acumuladas (mm) de Lajeado/RS.	29
Tabela 7 - Balanço Hídrico Normal.	30
Tabela 8 - Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica.	31
Tabela 9 - Dados Coletados.....	66
Tabela 10 - Dados da Estação Instrutemp ITWH-1080	68
Tabela 11 - Dados Estação Vantage PRO 2	68

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Objetivo geral.....	14
1.1.1	Objetivos específicos.....	14
1.2	Justificativa.....	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	Importância da Água e seu consumo.....	16
2.1.1	Agricultura como forte consumista de recursos hídricos	19
2.2	Ciclo Hidrológico e Distribuição da Água Global	22
2.3	A problemática situação de Escassez	25
2.3.1	Situação de escassez local	28
2.4	Uso de fontes alternativas de suprimento para escassez de água	34
2.4.1	Tipos de processos de reuso	35
2.4.2	Formas de utilização da água de reuso	35
2.4.2.1	Reuso Urbano.....	36
2.4.2.2	Reuso Industrial.....	36
2.4.2.3	Reuso Agrícola.....	37
2.4.2.4	Recarga de Aquíferos	38
2.4.2.5	Aproveitamento de água de chuva	38
2.4.2.6	Dessalinização da água.....	39

2.4.3	Métodos de Captação tradicionalmente utilizados	40
2.4.3.1	Métodos de Captação em países que há chuva	41
2.4.3.2	Métodos de Captação em países que não há chuva.....	43
2.4.3.3	Experiências de <i>Atrapanieblas</i> já realizadas	46
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	57
3.1	Tipo de Pesquisa.....	58
3.2	Protótipo	58
3.2.1	Localização	60
3.3	Execução	60
3.3.1	Materiais utilizados.....	61
3.1	Equipamentos	64
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	66
4.1	Coleta de Dados	66
4.1.1	Dados coletados do protótipo	66
4.1.2	Dados coletados das estações meteorológicas.....	68
4.2	Análise Comparativa	69
5	CONCLUSÃO	72
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74

1 INTRODUÇÃO

A estiagem é comum na história do Brasil, e vêm ocorrendo cada vez mais de forma agravante e com maior frequência devido ao aquecimento global e o *El Niño*, fenômenos que causam o aumento da temperatura das águas, trazendo consequências para o clima, e assim causando expansão de áreas secas em todo o mundo. A falta de chuva pode afetar dimensões econômicas, sociais e políticas em níveis variados, tais como questões financeiras até agropecuárias. Dentre suas principais causas estão a ausência, carência, deficiência, escassez ou insuficiência de precipitações pluviométricas, sendo capaz de produzir efeitos negativos em nível local, regional e nacional.

Historicamente as primeiras grandes secas registradas no país ocorreram em 1723 e 1776, na região do Nordeste, segundo a publicação da Revista Super Interessante de agosto de 2014. Ainda segundo essa mesma referência, a publicação comenta da mais avassaladora seca, em 1979, que teve duração de sete anos. Nela a estiagem deixou um rastro de miséria e fome e uma mortalidade de 3,5 milhões de pessoas, principalmente crianças, devido a desnutrição com a perda das lavouras e animais mortos. Existem registros documentados de estiagens que ocorreram no período colonial brasileiro, que afetaram principalmente os setores agrícola e pecuário, ocasionando o desenvolvimento de pragas e doenças e, conseqüentemente, uma taxa de mortalidade não só de pessoas, mas também de animais.

As mudanças climáticas vêm alterando o cenário hidrológico, afetando inclusive a região sudeste. A Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), aponta que a ausência de chuvas fez com que os principais reservatórios de abastecimentos da Grande São Paulo registrassem queda, como por exemplo o Sistema Cantareira, onde o

mesmo teve um recorde negativo em janeiro de 2015, quando sua produção atingiu 8,5 mil litros por segundos com -23% de sua capacidade, sendo o nível mais crítico da história (SABESP, 2012). O Sistema Cantareira é o principal reservatório paulista, sendo o responsável por abastecer aproximadamente 55% da região metropolitana de São Paulo, produzindo cerca de 33 mil litros de água por segundo, para abranger o abastecimento de aproximadamente 5,2 milhões de habitantes (SABESP, 2015).

Embora não tão agravada, a estiagem na Região Sul também é considerada em pesquisas e estudos com quedas de precipitações em determinados períodos. Segundo dados do Centro de Informações Hidrometeorológicas (CIH, ESTIAGENS..., 2016), do Centro Universitário Univates, durante o intervalo de 2004 a 2015 é possível verificar os períodos mais agravantes de estiagens no município de Lajeado, caracterizados por poucas precipitações. Através de planilha de cálculo é possível obter o Balanço Hídrico do ano mais crítico, bem como dados como os déficits e excedentes hídricos.

Esse fenômeno da escassez e/ou déficit hídrico acarreta baixo rendimento no cultivo de grãos das principais culturas do Estado. A lavoura de milho, por exemplo, acaba sendo prejudicada, pois a probabilidade de a precipitação pluvial ser superior à demanda de evapotranspiração da atmosfera, é inferior a 60% no período entre os meses de janeiro a junho – período caracterizado crítico no ano de 2014 segundo os dados do CIH (ESTIAGENS..., 2016) –, efeito este relacionado às mesmas deficiências já citadas e, havendo, assim, perdas na produção e prejuízos financeiros.

Esse tipo de agricultura se torna o alvo mais afetado, pois segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) em publicação sobre a irrigação do cultivo de milho em setembro de 2010, o milho de variedade de ciclo médio pode variar o consumo de 380 a 550 mm de água em seu ciclo completo por ser um tipo de plantação que demanda muita água principalmente em sua fase de embonecamento e posterior a ela, podendo haver déficits de produtividade se não feito a irrigação de maneira correta e necessária de escalas de 20 a 30% anterior a essa fase e 40 a 50% no decorrer da fase (ALBUQUERQUE, 2010).

Para solução desses problemas e prejuízos, existem métodos de captação de água designados à escassez de água. O uso de fontes alternativas de suprimento é citado como uma das soluções para o esse problema de carência. Dentre estas fontes destaca-se o aproveitamento da água da chuva, o reuso de águas servidas e a dessalinização da água do

mar. O aproveitamento da água da chuva caracteriza-se por ser uma das soluções mais simples e baratas para preservar a água potável.

Em países como o Chile, em que é predominante o fenômeno chamado de *camanchaca*, que se caracteriza por transformar em umidade as minúsculas gotas que não atingem o peso necessário para queda e que não provoquem a precipitação, a captação da água já vem sendo exercida de forma inovadora afim de aproveitar a umidade que o clima proporciona e poder capta-la, transformando-a em água 100% potável para utilização em variados fins pela população em geral. A metodologia consiste em empregar uma malha de polietileno entre dois postes, onde fios de plástico possam reter a neblina que passa pela malha, fazendo-a escorrer até uma canaleta e essa leva para um reservatório de abastecimento.

Diferentemente do Chile, no Brasil ocorrem precipitações e a captação da água da chuva também pode ser realizada, mas de maneira não-potável. Na região do Nordeste, já é realizada a captação da água da chuva e, além da utilização para fins não potáveis, a água passa por tratamentos e é usada para consumo humano. Os métodos utilizados são sustentáveis e reutilizam essa água de chuva visando o melhor aproveitamento e economia na utilização da água, como por exemplo, para uso em descargas de bacias sanitárias, lavagens de calçadas, pisos, carros, usos industriais, irrigação de jardins e plantações, ou até mesmo na criação de reservatórios de captação para uso em maiores escalas (SANTOS, [2015?]).

A mesma autora ainda afirma que é perceptível, que ao utilizar a água das chuvas, diversos problemas podem ser minimizados e assim, diversas vantagens obtidas. Um grande exemplo são as enchentes onde, ocorrendo a captação da água que escoava pelas vias públicas, evita-se o escoamento superficial, facilitando assim o recolhimento dessa água e diminuindo as catástrofes naturais.

O presente estudo se enquadra no âmbito de pesquisa experimental, sendo apresentado no TCC I uma revisão teórica dos temas pertinentes ao trabalho e posteriormente no TCC II, a execução do experimento, ocorrendo a aplicação de um sistema de captação de orvalho em um protótipo. O autor Gil (2006) apud Chemin (2015, p. 61) define a pesquisa experimental como a que consiste em: “[...] determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo e definir as formas de manipulação, controle e observação dos efeitos que a variável produz no objeto”.

O estudo segue estruturado em quatro capítulos, contendo no CAPÍTULO 2, uma revisão bibliográfica onde são abordadas, de maneira geral, a importância da água para sociedade, sua relevância, relatos sobre a escassez no planeta e no Brasil, incluindo dados meteorológicos de falta de precipitações no município de Lajeado e estudo sobre a futura falta de água projetada pelo pós-graduando Alexandre André Feil no mesmo município. Ainda no mesmo capítulo, é mostrado um breve histórico dos métodos de captação de água, das formas de captação utilizadas por volta do Século X e as tradicionalmente usadas atualmente no Brasil em outros países como o Chile, forma essa que é foco do trabalho. No CAPÍTULO 3 foi apresentado a metodologia aplicada para demonstrar como funciona o sistema e de que forma é realizada, de fato, a captação; no CAPÍTULO 4, foram expostos os dados coletados do protótipo criado, bem como das estações meteorológicas e sua análise comparativa de resultados obtidos. No CAPÍTULO 5 segue a conclusão do trabalho perante à análise de resultados. E, por fim, foram apresentados os referenciais bibliográficos para realização desta pesquisa.

1.1 Objetivo geral

A pesquisa tem como objetivo principal avaliar a influência da utilização do método da *Atrapaniebla*, como fonte de abastecimento da população, aliado ao método convencional de captação de água de chuva, através da criação de um protótipo localizado no município de Lajeado-RS.

1.1.1 Objetivos específicos

São objetivos específicos desta pesquisa:

- ✓ Descrever os métodos de captação de água usuais no Brasil, e apresentar o método usado no Chile;
- ✓ Verificar de que forma a captação do Chile pode ser implantada nos métodos do Brasil e utilizada afim de contribuir para o benefício do ser humano;
- ✓ Simular o método de captação usual utilizado no Chile, através da criação de um protótipo de captador, afim de desenvolver testes e obter dados para comparação.

1.2 Justificativa

Notando a atual situação mundial e, principalmente brasileira, de escassez de água e visto que o Brasil possui a atividade da agricultura como consumista de 70% da água para produção irrigada, segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) em publicação em março de 2016, faz-se necessária a qualificação e capacitação de métodos eficazes de abastecimento da água necessária ao consumo, possivelmente conjunta aos métodos já existentes. Tendo em vista que os métodos utilizados como abastecimento no Brasil não focam em um simples fator natural como a neblina, mas visam somente a captação de índices pluviométricos, o que nem sempre é possível devido à estiagens e climas áridos, que acabam afetando a humanidade em geral, tanto na economia, como a agricultura, na necessidade do consumo. Dessa forma, vê-se a necessidade da implantação de um método que utilize o orvalho como fonte de fornecimento e abastecimento, justificando-se o desenvolvimento do presente trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância da Água e seu consumo

A sociedade está se deparando com vastos problemas globais-socioambientais e financeiros, decorrentes do desenvolvimento desordenado dos municípios, da poluição dos recursos hídricos e do crescimento populacional e também das estiagens. A cargo disso, a preocupação com o atendimento da demanda de água necessária em geral, adquire importância relevante, pois o uso aumenta gradativamente com o crescimento populacional.

Com o aumento desses fatores, há uma pressão sobre os recursos hídricos, levando a significativas taxas de urbanização das últimas décadas, gerando aumento na demanda da água e provocando o esgotamento desse recurso.

Segundo Nogueira (2003), é impossível concordar que o país que concentra 12% da água doce existente na Terra, falte água, e que a água está mal distribuída. Ele ainda complementa dizendo: “[...] apenas ela precisa ser tratada como bem econômico que é, essencial à vida, à saúde, à economia, na indústria, na agricultura e por todos os setores da sociedade” (NOGUEIRA, 2003, p. 1).

Postel (1992) também argumenta que como um planeta, caracterizado por ela, a água, como azul, possa com sua sofrer escassez. A autora afirma ainda que o problema está na distribuição irregular da precipitação e do mau uso da água captada.

De acordo com Di Bernardo e Sabogal Paz (2008), são necessários, em média, 100 litros de água por dia por pessoa para uma sustentação razoável e para atender todas suas necessidades. Embora na Europa o gasto é em média de 150 litros por dia, nos Estados 200 litros por dia, o Chile chega a 15 litros por dia. A realidade no Brasil é totalmente outra e bem

significativa dependendo da classe social. Por exemplo, locais onde predomina a classe alta, o consumo chega a 400 litros por dia, e na classe baixa, como as periferias, o consumo possui uma média de 40 litros por dia.

Essa diferença significativa de lugares e classes ocasionam, de certa forma, a escassez, pois a mesma é acarretada por exageros de uso, sendo também uma forma de escasso. Nas áreas urbanas, esse fator, juntamente com o crescimento populacional e expansão industrial, vem refreando a demanda crescente de água de abastecimento. Fato evidente a precisão de uso racional (NARDOCCI et al., 2003).

Continuando, o mesmo autor cita que a população já ultrapassou o limite de uso pelo abastecimento através de recursos hídricos disponíveis. Aliado ao crescimento populacional, em regiões áridas e semi-áridas a água tornou-se um fator limitante, pois além de considerar a escassez degradada pelo uso irregular, existe também a escassez de precipitações devido as suas dimensões geográficas e condições agroecológicas diferenciadas, essa denominada de estiagem (NARDOCCI et al., 2003).

A seca, ou estiagem, é caracterizada como a irregularidade do regime de precipitação pluviométrica, tanto no tempo, como no espaço, principal particularidade da região Semi-Árida. Segundo Porto et al. (1983 apud SILVA et al., 2007), a cada dez anos, três desses possuem índices pluviométricos considerados normais quanto à distribuição e o fenômeno da seca pode ocorrer em até quatro meses consecutivos nessas regiões. Como consequência disso, os vários setores que dependem da mesma podem ser prejudicados, trazendo consigo impactos econômicos e decadência no desenvolvimento urbano, industrial e agrícola.

Apesar de a estiagem ser mais característica em países e regiões áridas, esse motivo não é excepcionalmente a causa dela. Para os autores Nardocci et al. (2003), o fenômeno da escassez está atribuído também a áreas em que há taxas de precipitações, mas não satisfatórias para gerar vazões capazes de atender demandas culminantes, e isso, também pode afetar o desenvolvimento econômico, bem como a qualidade de vida.

Os setores que dependem da água são definidos pelo autor Connor (2016) no “*The United Nations World Water Development Report 2016: Water and Jobs*” (O Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial da Água das Nações Unidas de 2016: Água e Emprego) elaborado pelo *United Nations World Water Assessment Programme (WWAP)* (Programa de Avaliação Mundial da Água das Nações Unidas), como:

[...] those requiring a significant quantity of water resources as a major and necessary input to their activities and/or production processes. [...] Examples of sectors with water-dependent jobs include agriculture, forestry, inland fisheries and aquaculture, mining and resource extraction, water supply and sanitation [...] (WWAP, 2016, p. 37).

A Agência Nacional da Água (ANA, 2012), especifica de uma forma geral, como é realizada a utilização da água pelos diversos setores existentes, através da Tabela 1.

Tabela 1 - Utilização da água relacionada com usos e funções.

Utilização	Usos consuntivos ¹	Usos não consuntivos ²
Doméstica	Bebida, alimentação, higiene, limpeza, saúde, climatização, decoração/paisagismo	
Pública (municipal/urbana)	Limpeza, irrigação de jardins, fontes decorativas e combate a incêndio/segurança	Lazer
Agricultura/Pecuária	Agricultura irrigada, dessedentação de animais (bebida), geração de alimentação para pecuária e higiene	Psicultura, aquicultura
Industrial/Agroindustrial	Produção com uso de água no processo de fabricação, reprocessando, refrigeração, higiene, limpeza e preparo de alimentos	Conservação, transporte hidráulico
Energética		Hidroeletrecidade, refrigeração e produção matriz
Navegação		Transporte suporte aos meios de transporte
Recreação/ Lazer	Paisagismo, efeito estético e turismo	Desporte e lazer

Continua na próxima página...

¹ Uso consuntivo é a utilização da água de um corpo d'água como insumo que a consome durante os processos envolvidos. Por exemplo, a água consumida na fabricação de cerveja (ANA, 2012, p. 65).

² Uso não consuntivo é a utilização da água de um corpo d'água como insumo que não a consome durante os processos envolvidos. Por exemplo, a água utilizada para movimentar um monjolo não a consome; somente utiliza sua energia (ANA, 2012, p. 65).

...continuação da Tabela 1.

Utilização	Usos consuntivos³	Usos não consuntivos⁴
Águas Minerais/ Termais/ Terapêuticas	Bebida e alimentação	Lazer, turismo, saúde e terapêutica
Diluição/ Destino final (rejeição)	Diluição, transportes de resíduos e recuperação dos corpos d'água	
Controle/ ecológica		Controle de cheias, microdrenagem urbana, drenagem agrícola, macrodrenagem, controle de erosão/assoreamento e conservação da fauna e flora

Fonte: Adaptado em 04/09/2016 pela autora com base em Frade e Alves ,1991 apud ANA, 2012, p. 30.

2.1.1 Agricultura como forte consumista de recursos hídricos

Para ANA (2012), estima-se que o consumo de água pela agricultura ultrapassa a capacidade de recarga natural dos corpos hídricos utilizados para irrigação, e afirma que “[...] a agricultura é a maior responsável pela diminuição da água armazenada nos aquíferos. Ademais, a produção de alimentos é imprescindível para a humanidade” (ANA, 2012, p. 31), afirmação que é comprovada através da Tabela 2.

Para Silva et al. (2007), o fornecimento de alimentos é a grande preocupação e prioridade para os países, e a agricultura irrigada tem influência diante isso, pois sendo a principal usuária dos recursos hídricos, deve abastecer a população, mas também precisa economizar essa a água para outros fins.

Um exemplo recente do excesso de retirada de recursos hídricos para fins de irrigação foi publicado em reportagem no Fantástico, em 04 de setembro de 2016, onde a Lagoa da Confusão em Tocantins, aliada ao segundo ano consecutivo de estiagem, está sendo prejudicada com a retirada da água da mesma por fazendas da região que irrigam suas

³ Uso consuntivo é a utilização da água de um corpo d'água como insumo que a consome durante os processos envolvidos. Por exemplo, a água consumida na fabricação de cerveja (ANA, 2012, p. 65).

⁴ Uso não consuntivo é a utilização da água de um corpo d'água como insumo que não a consome durante os processos envolvidos. Por exemplo, a água utilizada para movimentar um monjolo não a consome; somente utiliza sua energia (ANA, 2012, p. 65).

lavouras, acarretando a desníveis abaixo do normal, podendo a chegar em níveis críticos, o que leva a prejudicar também a fauna existente no local (REPORTAGEM..., 2016).

Tabela 2 - Consumo de água.

Consumo de água no mundo (trilhões de litros/ano)						
	Mundo	América Norte	América Sul	África	Ásia	Europa
Doméstico	8	8	14	6	6	18
Industrial	22	41	24	4	8	34
Agrícola	70	51	58	90	86	52

Fonte: Adaptado em 06/09/2016 pela autora com base em ANA, 2012, p. 31.

Segundo os autores Stone, Silveira e Moreira (2014), a demanda de água necessária para irrigação de uma plantação depende de cada cultura, das práticas culturais adotadas e o que é cultivado. Além de outros elementos que podem influenciar, como os fatores climáticos, o tipo do solo, água disponível no solo, a tensão da água no solo, o manejo, época de semeadura e fase do ciclo.

As culturas de produção de milho, feijão, mandioca e grãos para animais são algumas das atividades agrícolas que são dependentes de chuvas e provenientes de irrigação (SILVA et al., 2007).

Dados apresentados em trabalhos de produções científicas de análises experimentais de sistemas de irrigações para usos eficientes de produção, estimam, sem considerações de outros fatores especificados anteriormente, a quantidade de água necessária para irrigação de culturas de milho e feijão.

Entre a variada demanda de trabalhos desenvolvidos pela *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) (Organização de Agricultura e Alimento das Nações Unidas), no ramo de atuação da Irrigação e Drenagem, está “*Crop yield response to water*”(Resposta do rendimento de culturas para a água), de autoria Steduto et al. (2012), onde é citado que para uma cultura de milho é necessário uma lâmina de água para produção que varia de 500 a 800 mm distribuídos, principalmente, nas fases de floração e formação de

grãos. E complementam, que o estresse hídrico causado pela falta de precipitação ou deficiência na irrigação influencia diretamente na produção, sendo um fato visível de resposta ao desastre do crescimento da folha do milho, levando à taxas reduzidas de produções de biomassa e grãos, portanto, efeito negativo (STEDUTO et al., 2012).

Já para o cultivo de feijoeiro, Stone, Silveira e Moreira (2014) citam que ao longo do seu ciclo, de maneira geral, varia o consumo de água de 250 a 400mm.

Os autores Silva et al. (2007), em estudo de caso realizado em 2006, realizaram análise de uma determinada espécie de cultivo de milho, de variedade BR catingueiro. O objetivo principal do estudo era analisar a influência do preparo do solo na produtividade do milho, propondo cinco tipos diferentes de tratamento, T1: Guimarães Duque (GD); T2: aração profunda (Apr); T3: aração parcial (AP); T4: sulcos barrados (SB), e T5: sistema tradicional (plano). Com os resultados finais obtidos pela equipe em relação a produtividade em kg/ha⁵, nos diferentes tratamentos, adquiriu-se uma média de 392,4 kg há com precipitações acumuladas de 322,8 mm. Para o mesmo, é consideravelmente satisfatório, visto que a região analisada é de caracterização semi-árida. Portanto a conclusão é que tendo posse de condições melhores de irrigação, sendo essas não dependentes de chuvas ou fatores climáticos, os resultados podem ser crescentes e positivos.

Os mesmos autores creem que “[...] o desafio é desenvolver e aplicar métodos racionais do uso da água tanto na agricultura irrigada como na agricultura dependente das chuvas, de forma a se obter maior produtividade por unidade de água aplicada” (SILVA et al., 2007, p. 21).

Com esse mesmo objetivo de maximizar a utilização dos recursos hídricos disponíveis, é que estudos realizados no decorrer das últimas décadas, vem desenvolvendo técnicas e estratégias agroecológicas sustentáveis e socioeconômicas, de forma a reduzir o risco de exploração agrícola em áreas que sofrem também com a dependência da chuva, e ao mesmo tempo podem usufruir de outros recursos naturais existentes na natureza, fazendo o seu reuso de forma correta (SILVA; PORTO, 1982).

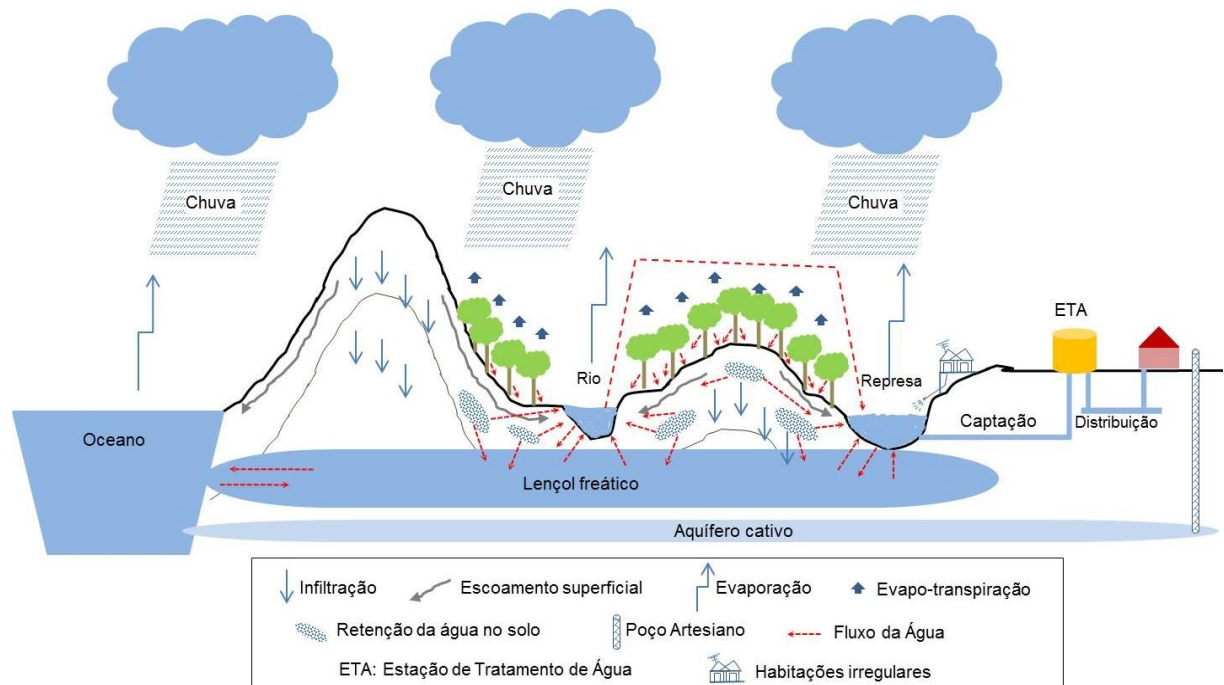
⁵ Kg/ha: quilograma por hectare é a unidade de medida de produção agrícola.

2.2 Ciclo Hidrológico e Distribuição da Água Global

É considerável, atualmente, que a quantidade de água no planeta, há 500 milhões de anos vem permanecendo em movimento constante. Entretanto, está complicado encontrar água de qualidade e com quantidade suficiente para consumo. Independente da água pertencente ao Ciclo Hidrológico⁶ não sofrer alteração, pode haver adultério na sua qualidade e distribuição (ALVES, 2010).

A Figura 1 mostra o Ciclo Hidrológico, onde ilustra alguns dos principais fenômenos naturais envolvidos no ciclo da água, como também, interage com a maneira de como essa água chega às residências para o consumo.

Figura 1 - Esquema do Ciclo Hidrológico.



Fonte: Adaptado em 11/09/2016 pela autora com base em RIBEIRO, [2015?].

Gray (1994) afirma que dentro do Ciclo Hidrológico, a água está em constante movimento e é ministrada pelo sistema solar, que por sua vez, fornece a energia para elevar a água da superfície dos oceanos, lagos, rios e do solo para a atmosfera – processo chamado de

⁶ Ciclo Hidrológico: é o movimento da água na Terra devido a sucessivos deslocamentos e mudanças (ALVES, 2010, p. 5).

evaporação – e pela gravidade, fazendo com que a água que está condensada possa cair, processo denominado de precipitação, ou pode acumular, e sem atingir o peso ideal para cair, forma-se as nuvens. Alves (2010) continua explicando que, é através dessa água que cai por meio da precipitação, que é percorrido um caminho por leitos que levam até os oceanos, e esse processo é chamado de escoamento superficial e, se a água se infiltrar em solos e rochas por meio de fissuras e poros então é chamado de escoamento subterrâneo.

No processo de precipitação, nem toda parte da água chega na atmosfera, pois evapora no caminho. Mas a água que infiltra na atmosfera, é sugada pela vegetação através da transpiração, devolvendo-a para a atmosfera – processo denominado como evapotranspiração, por esse motivo a água também é fonte importante de abastecimento para a fauna e flora (ALVES, 2010).

Na atmosfera terrestre, a água abrange cerca de 71% da superfície, ou seja 2/3 da superfície do planeta (ALVES, 2010). Essa porcentagem está dividida em estado líquido (rios, lagos), em estado sólido (geleiras), em aquíferos, lençóis freáticos e na atmosfera, se transformando em precipitações, cuja distribuição é mostrada na Tabela 3.

Cerca de 97,5 % dos totais 1.386 Mkm³ (1386 milhões de quilômetros cúbicos) que são correspondentes ao total da água na Terra, estão armazenados nos oceanos e mares, sendo 2,5% de água doce. Mas essas reservas de água salgadas são impróprias para o consumo em estado natural. Para o consumo, deve ser efetuado o processo de dessalinização, o que apresenta um alto custo. A maior parte da água doce, cerca de 68,9%, forma as calotas polares, as geleiras e neves eternas que cobrem os cumes das montanhas mais altas da terra. E os outros 29,9% restantes constituem as águas subterrâneas doces conforme mostra a Figura 2 (REBOUÇAS et al., 2006).

Para Deves (2008), no trabalho publicado “Utilização da Água: Um Estudo do Potencial de Captação de Água das Chuvas e a Importância das Políticas Públicas e da Educação Ambiental”, a água existe em abundância no planeta, mas suas divisões se amplificam de forma a quantificar somente uma pequena parte para consumo portátil: “[...] estudos indicam que a água potável no planeta está se esgotando. É claro que existe muita água no planeta” (p. 2).

Devido a mobilização da água e sua distribuição não uniforme, a mesma deve ser caracterizada como um recurso limitado e, se não forem tomados os devidos cuidados e

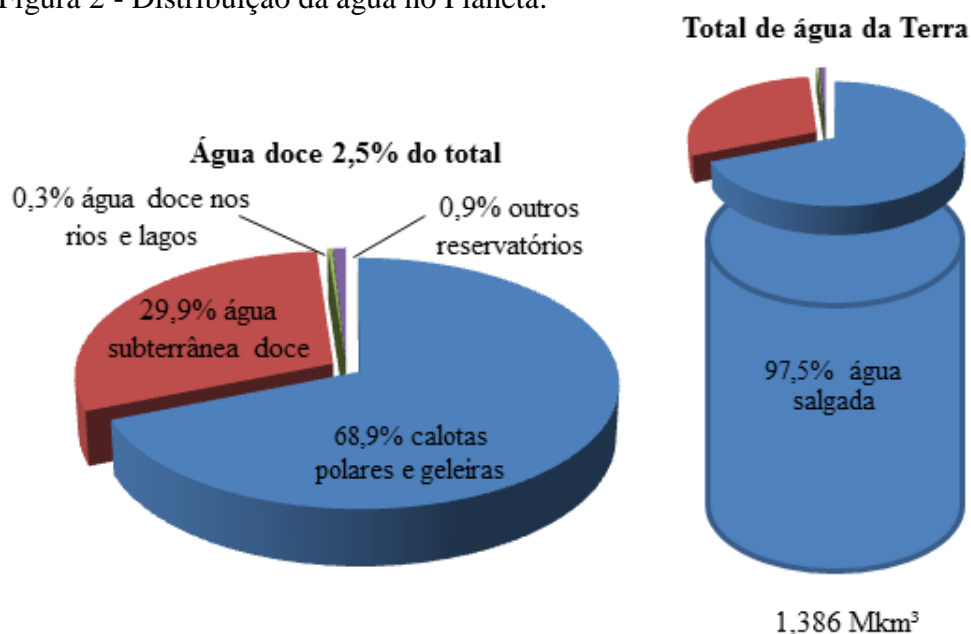
realizados planejamentos de maneira eficiente para permanência de boas condições, a escassez de água pode se agravar ao consumo da população (ANA, 2012).

Tabela 3 – Áreas, volumes totais e relativos de água dos principais reservatórios da Terra.

Reservatório	Área (10 ³ km ²)	Volume (10 ⁶ km ³)	% do Volume total	% do volume de água doce
Oceanos	361.300	1.338	97,5	-
Subsolo	134.800	23,4	1,7	-
Água doce		10,53	0,76	29,9
Umidade do solo		0,016	0,001	0,05
Calotas polares	16.227	24,1	1,74	68,9
Antártica	13.980	21,6	1,56	61,7
Groenlândia	1.802	2,3	0,17	6,68
Ártico	226	0,084	0,006	0,24
Geleiras	224	0,041	0,003	0,12
Solos gelados	21.000	0,300	0,022	0,86
Lagos	2.059	0,176	0,013	0,26
Água doce	1.236	0,091	0,007	
Água salgada	822	0,085	0,006	
Pântanos	2.683	0,011	0,0008	0,03
Calha dos rios	14.880	0,002	0,0002	0,006
Biomassa		0,001	0,0001	0,003
Vapor atmosfera		0,013	0,001	0,04
Totais		1.386	100	-
Água doce		35	2,53	100

Fonte: Adaptado em 15/07/2017 pela autora com base em Rebouças, 2006. p. 8.

Figura 2 - Distribuição da água no Planeta.



Fonte: Adaptado em 18/09/2016 pela autora com base em Shiklomanov, 1998.

2.3 A problemática situação de Escassez

Conforme já citado pelos autores Nardocci et al. (2003), é ultrapassado o limite de uso através de recursos hídricos disponíveis para abastecimento.

Por possuir uma vasta diversidade de climas, o Brasil possui regiões riquíssimas em água de boa qualidade e até regiões semi-áridas, onde podem ocorrer longos tempos sem chuvas, passando por áreas urbanas que possuam problemas de poluição e inundação (ANA, 2002). Rebouças (2006), complementa que o país possui uma extensa variação climática, predominando o equatorial úmido, tropical e subtropical úmidos e o semi-árido em 10% do território. E cita que “[...] em termos pluviométricos, mais de 90% do território brasileiro recebe abundantes chuvas – entre mil e 3 mil mm/ano” (p. 27).

Como o país compreende 53% da produção de água doce da América do Sul e 12% do total mundial, Rebouças (2006) também ressalta que devido ao país ser destaque no cenário mundial pela descarga de água doce disponível, isso é visto como “abundância”, servindo de motivo para a população desperdiçar a água disponível e para a não realização de investimentos necessários para proteção e reuso, sendo que a mesma é considerada como bem livre de consumo.

De acordo com a disponibilidade efetiva de água nas regiões hidrográficas brasileiras (Tabela 4), é possível perceber as demandas requeridas para cada setor no país, onde o mesmo possui demandas para uso humano de 418,9 m³/s, para uso rural de 40,1 m³/s, para Indústrias de 279,5 %, para uso em Irrigações de 717,1 m³/s e para uso animal de 115,3 m³/s, sendo 27% dos recursos hídricos totais destinados ao consumo humano, 3% para consumo rural, 18% para indústrias, 46% destinados à agricultura através de irrigação e 6% para consumo animal (REBOUÇAS, 2006).

Segundo Nardocci et al. (2003), que idolatra o país por ser privilegiado no quesito de possuir as mais extensas bacias hidrográficas do planeta, contradiz que todavia as bacias estão localizadas distantes dos centros industriais e populacionais do país.

Entretanto, os problemas de abastecimento também se fundamentam no país devido ao elevado e rápido crescimento das demandas requeridas e da deterioração da qualidade da água. Di Bernardo e Sabogal Paz (2008) salientam que o problema da escassez se agravará até ano de 2025, pois o crescimento da população está estimado para taxa de 30 a 70%.

Comprobatório a isso, no “Relatório Mundial sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2015: Encarando os desafios”, elaborado pela *United Nations World Water Assessment Programme* (WWAP) (Avaliação Mundial do Programa de Água das Nações Unidas), é demonstrado através da Tabela 5, o crescimento populacional mundial no período de 1970 a 2030.

Tabela 4 - Usos de água nas regiões hidrográficas brasileiras.

Regiões	Humana Urbana		Humana Rural		Indústria		Irrigação		Animal*	
	(m³/s)	%	(m³/s)	%	(m³/s)	%	(m³/s)	%	(m³/s)	%
Amazônica	14,1	30	3,2	7	2,9	6	13,8	29	12,8	28
Tocantins-Araguaia	12,5	25	2	4	2	4	19,6	39	14,7	28
Atlântico Nordeste										
Ocidental	8,1	50	2,6	16	0,8	5	1,8	11	2,8	18
Parnaíba	6,1	32	1,3	7	0,5	3	8,9	47	2,3	11
Atlântico Nordeste										
Ocidental	42,6	25	5,9	4	15,1	9	100,6	60	4,2	2
São Francisco	25,9	18	4,3	3	15,4	10	93,9	64	8	5
Atlântico Leste	26,8	40	5,1	8	5,7	8	22,1	33	7,5	11
Atlântico Sudeste	77,6	46	3,6	2	44,2	26	39,4	23	7,8	3
Atlântico Sul	32,4	14	2,4	1	28,4	12	168,2	71	5,8	2
Uruguai	7,8	5	1,6	1	4,1	3	128	86	7,3	5
Paraná	159,7	33	7,8	2	159,9	33	116,6	24	33,5	8
Paraguai	5,3	28	0,3	2	0,5	3	4,2	22	8,6	45
Total Brasil	418,9	27	40,1	3	279,5	18	717,1	46	115,3	6

*Uso animal: inclui dessedentação, higiene e demais uso da água para permitir atividade de criação.

Fonte: Adaptado pela autora com base em Di Bernardo e Sabogal Paz, 2008.

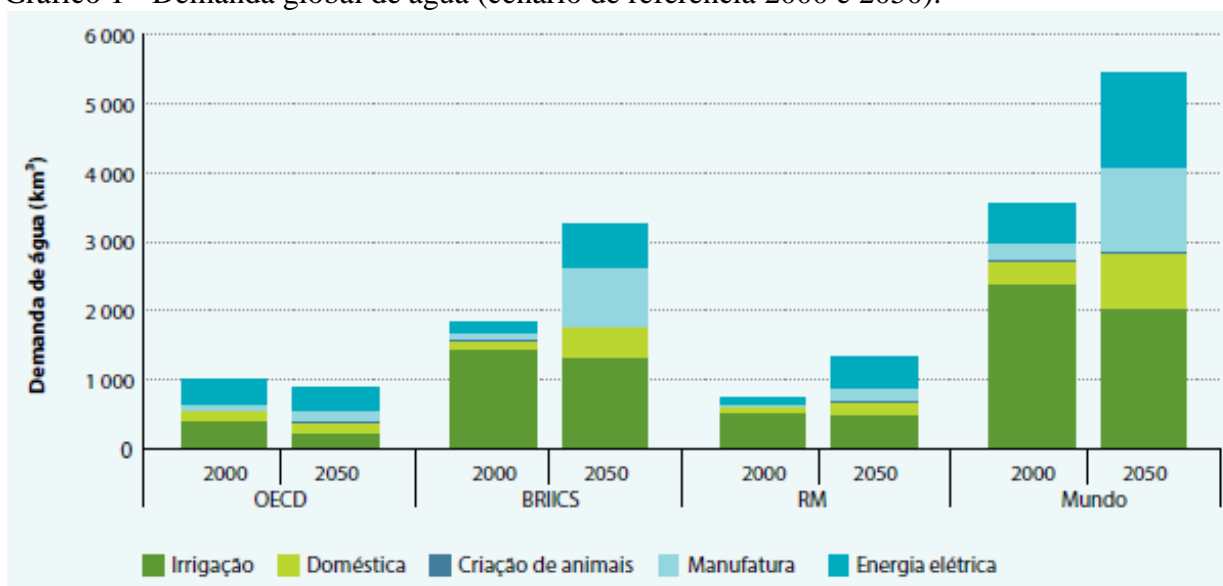
Tabela 5 - Crescimento da população mundial (1970-2030).

População rural	1970	1990	2010	2030
África	279 800	428 000	627 700	857 400
Américas	184 100	201 400	188 700	176 400
Ásia	1 599 300	2 142 500	2 312 000	2 150 800
Europa	269 000	253 200	202 000	166 200
Oceania	5 600	7 900	10 700	13 300
Total rural	2 337 900	3 033 000	3 341 200	3 364 100
População urbana	1970	1990	2010	2030
África	86 700	202 000	403 400	777 000
Américas	334 900	526 100	754 000	943 700
Ásia	484 100	1 004 400	1 853 400	2 736 100
Europa	433 500	536 300	538 300	570 100
Oceania	14 000	19 100	25 900	34 000
Total urbana	1 353 300	2 287 800	3 575 000	5 060 800
População Mundial	3 691 200	5 320 800	6 916 200	8 424 900

Fonte: Adaptado em 15/07/2017 pela autora com base em WWAP, 2015, p. 36.

Com isso, a população que reside em bacias hidrográficas afetadas pelos estresses hídricos também sofre. O Gráfico 1, elaborado também pela *United Nations World Water Assessment Programme* (WWAP) (Avaliação Mundial do Programa de Água das Nações Unidas), no mesmo documento citado anteriormente, demonstra quatro níveis de estresse definidos pelo autor, onde não há estresse e onde o mesmo é escalonado como baixo, médio e severo nos anos de 2000 e 2050, quantificando assim a população (milhões) que habitará o local nesse período (WWAP, 2015).

Gráfico 1 - Demanda global de água (cenário de referência 2000 e 2050).



Fonte: WWAP, 2015, p. 39.

Rebouças (2006) enfatiza que são essas desordenadas formas de uso e ocupação do território em geral, o agravante motivo de desastres naturais, como exemplo as secas e enchentes.

Continuando, o mesmo autor define como “déficit hídrico” quando “[...] a quantidade de água precipitada é menor que aquela evapotranspirada” (p.13), resultando em valores negativos e que prejudicam a fauna e flora, conforme as definições já explanadas do Ciclo Hidrológico. E, quando os resultados de evapotranspiração (ETP) subtraídos pelas precipitações (P) resultarem em valores positivos, se obtém um “excedente hídrico” (REBOUÇAS, 2006).

2.3.1 Situação de escassez local

Dados coletados no CIH (ESTIAGENS..., 2016) revelam os períodos de maior estiagem no município de Lajeado/RS. Esses períodos são considerados secas por três motivos distintos: quando o índice pluviométrico é inferior a 60 mm/mês, quando há um déficit hídrico de forma que não abasteça o consumo necessário à fauna e/ou quando há déficit no abastecimento para irrigação de plantios, prejudicando a flora e população no geral. Os dados são dos anos de 2004 a 2015, onde são consideradas as precipitações (mm) acumuladas ocorridas no município, refinadas através dos conceitos baseados acima.

Segue apresentada na Tabela 6 a distribuição de chuvas ocorridas no local citado, onde observa-se seu menor índice anual de precipitações (P) no ano de 2004, possuindo um total de 1038,4 mm/ano (CIH, ESTIAGENS..., 2016).

Segundo Rebouças (2006), a evaporação física produzida pela radiação solar e pela transpiração dos animais, é também denominada Evapotranspiração Potencial (ETP), também explanada já no Clico Hidrológico, vem sendo calculada desde a década de 1930 por diversos autores, a partir de equações que determinam o Balanço Hídrico Climatológico (BHC). Entre os autores estão Thornthwaite e Matter, sendo o primeiro o pioneiro da proposta em 1948 e, o segundo, o criador do modelo em 1955, onde ambos avaliam o solo como reserva fixa em que a água é armazenada de forma a atingir o máximo de capacidade do solo e ela só é eliminada através da ação das plantas (SENA, 2014).

Para tal cálculo utilizando a planilha dos autores já citados, é preciso ter em mãos alguns dados, como as precipitações (P), o armazenamento máximo do solo (CAD), o armazenamento real do solo (ARM) e a ETP. Com esses dados obtidos, o BHC calcula a evapotranspiração real (ETR), bem como o déficit (DEF) e excedente hídrico (EXC) (SENA, 2014).

Então, tendo posse dos dados de temperaturas (°C) e precipitações pluviométricas mensais (P) (mm) fornecidos pelo CIH (ESTIAGENS..., 2016), usando como base o período de 2004, – sendo esse ano caracterizado como o de estiagem por obter menor índice total de precipitações – os mesmos são aplicados na planilha de cálculo de BHC dos autores Thornthwaite e Matter, utilizada e fornecida pelo CIH (BALANÇO..., 2016), obtendo-se assim o BHC do ano (SENA, 2014).

Segundo o mesmo autor, o cálculo de Balaço Hídrico admite:

[...] realizar a classificação climática e o zoneamento agroclimático, identificar os períodos de déficit e excedente hídrico no solo, auxiliando na gestão dos recursos hídricos e permitindo um planejamento hídrico, em uma escala macro para o dimensionamento de qualquer forma de manejo integrado dos recursos hídricos (SENA, 2014, p. IX).

A análise dos resultados obtidos pela planilha, foi realizada junto ao CIH onde a Figura 3 mostra a planilha preenchida e nela estão os valores de precipitações acumuladas (P), conforme a Tabela 6.

Tabela 6 - Precipitações acumuladas (mm) de Lajeado/RS.

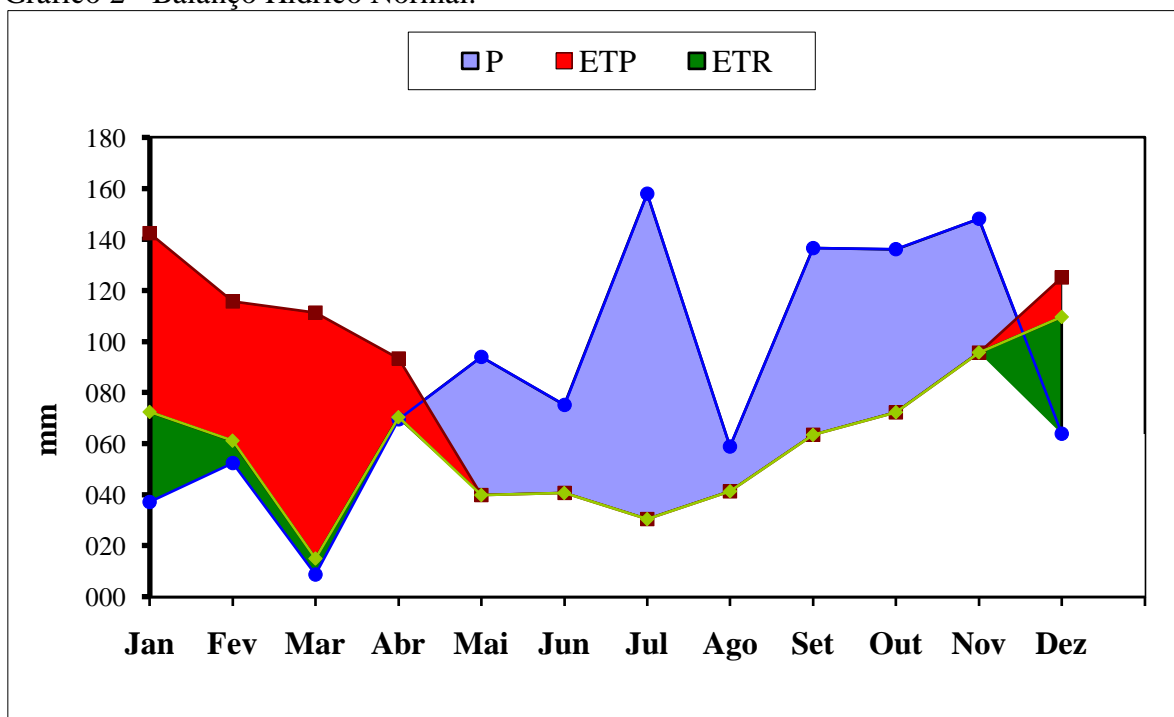
Mês/ ano	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Jan	37,1	32	107	104	125	321	308	168	125	125	289	340
Fev	52,3	26,4	49,8	232	91,9	215	237	209	165	171	375	223
Mar	8,6	81,5	122	199	73,7	110	178	190	54,4	238	166	93,5
Abr	69,6	140	51,8	23,1	100	29,2	146	297	72,6	166	112	165
Mai	94	210	110	-	207	110	140	50,5	45,5	130	170	172
Jun	75,2	90,4	118	-	174	62,7	114	179	69,3	171	269	257
Jul	158	62	129	-	105	113	274	345	209	154	211	433
Ago	58,9	168	87,9	160	163	256	23,1	312	81,8	344	137	116
Set	137	103	110	291	131	422	288	97	-	190	329	302
Out	136	323	115	116	328	126	63	197	-	212	227	478
Nov	148	71,4	192	117	68,1	385	103	27,9	53,3	428	192	247
Dez	63,8	97,8	38,4	131	107	183	119	57,9	311	147	324	287
Total	1038	1405	1230	1372	1672	2334	1993	2130	1187	2476	2800	3114

Obs.: Os meses que não apresentam valores, são os períodos que a estação não captou dados, devidos problemas relacionados com o equipamento.

Fonte: CIH, ESTIAGENS..., 2016.

O Gráfico 2 em conjunto com a Tabela 7, mostra a relação das evapotranspirações, em que as mesmas são diretamente ligadas às precipitações, sendo possível entender a diferença entre a ETP e a ETR. A ETR mostrada nos meses do ano de 2004 considera as características reais do município em si, com sua vegetação, clima e população, portanto, são os valores reais da quantidade precipitada absorvida pela fauna. E a ETP é uma estimativa considerando uma área total de vegetação, não levando em conta a urbanização, sendo assim, possível a percepção do ciclo (CIH, BALANÇO..., 2016).

Gráfico 2 - Balanço Hídrico Normal.



Fonte: CIH, BALANÇO..., 2016.

Tabela 7 - Balanço Hídrico Normal.

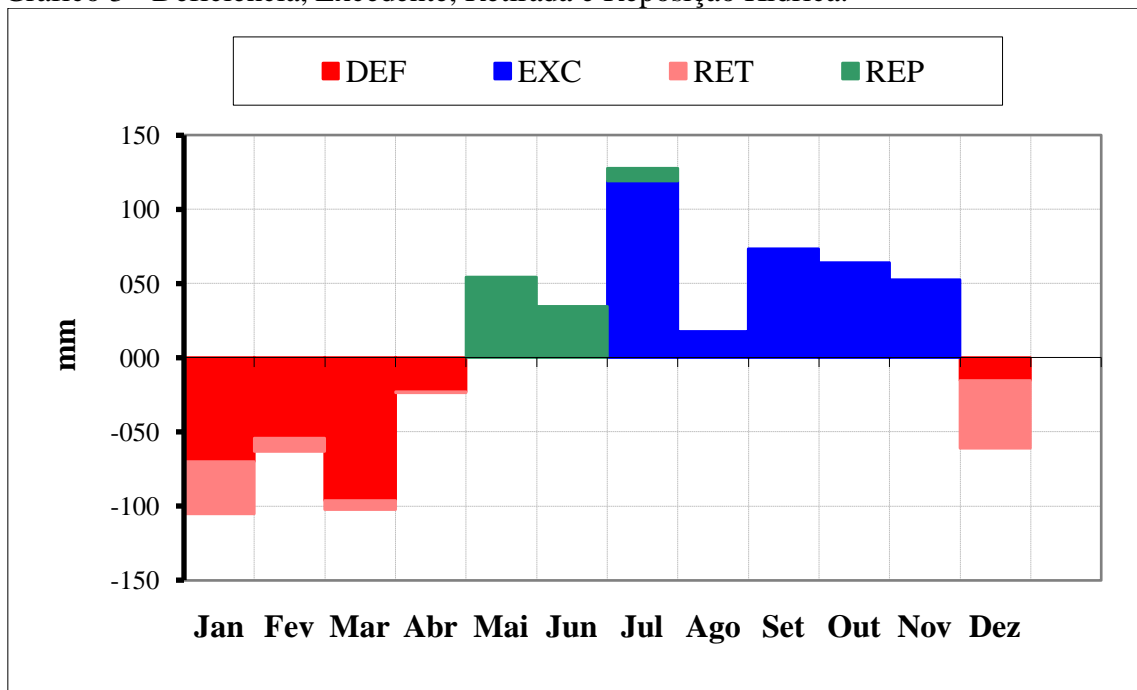
MÊS	P	ETP	ETR
Jan	37,10	142,55	72,41
Fev	52,30	115,64	61,16
Mar	8,60	111,28	15,03
Abr	69,60	93,34	70,36
Mai	94,00	39,87	39,87
Jun	75,20	40,67	40,67
Jul	158,00	30,46	30,46
Ago	58,90	41,35	41,35
Set	136,70	63,42	63,42
Out	136,10	72,31	72,31
Nov	148,10	95,70	95,70
Dez	63,80	125,07	109,61

Fonte: CIH, BALANÇO..., 2016.

Através do Gráfico 3, aliado a Tabela 8, é possível obter entendimento referente aos dados de DEF, EXC, retiradas (RET) e reposição hídrica (REP). É de possível visualização que nos meses de janeiro a abril de 2004, houve déficits hídricos no município, decorrente dos índices baixos de pluviosidade de somente 167,6 mm, acarretando em valores negativos de retiradas do solo. Já nos meses estabilizados, entre maio a julho houve REP, pois o nível

pluviométrico excedeu obtendo um total de 327,2 mm, sendo possível repor ao solo a água que estava em deficiência.

Gráfico 3 - Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica.



Fonte: CIH, BALANÇO..., 2016.

Tabela 8 - Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica.

(mm)	EXC	DEF	RET	REP
Jan	0,00	-70,14	-35,31	0,00
Fev	0,00	-54,48	-8,86	0,00
Mar	0,00	-96,25	-6,43	0,00
Abr	0,00	-22,98	-0,76	0,00
Mai	0,00	0,00	0,00	54,13
Jun	0,00	0,00	0,00	34,53
Jul	119,03	0,00	0,00	8,51
Ago	17,55	0,00	0,00	0,00
Set	73,28	0,00	0,00	0,00
Out	63,79	0,00	0,00	0,00
Nov	52,40	0,00	0,00	0,00
Dez	0,00	-15,46	-45,81	0,00

Fonte: CIH, BALANÇO..., 2016.

Segundo o CIH (BALANÇO..., 2016), fenômenos naturais como La Ninã e o El Niño não tiveram influência para os dados coletados no ano caracterizado como estiagem de 2004.

Figura 3 - Balanço Hídrico por Thornthwaite & Mather.

Fonte: Adaptado em 20/09/2016 pela autora de Planilha BHC do CIH, BALANÇO..., 2016.

Em colaboração ao estudo de escassez e perante ao que se foi explanado, o pós-graduando Alexandre André Feil realizou uma pesquisa sobre o consumo de água no município de Lajeado/RS no período de 2000 a 2007, aliado ao crescimento populacional, prevendo formular o volume de consumo em virtude da população e do tempo, para verificação da continuidade do abastecimento da demanda e possível colapso futuro vindo a ocasionar escassez de água no município (FEIL, 2010).

Feil (2010) cita que o município é caracterizado como um dos mais densos do Rio Grande do Sul (RS) por possuir uma densidade demográfica 19,89 vezes maior que a do próprio estado do Rio Grande do Sul, originando seu território como 97% urbanizado, o que exige uma demanda maior de consumo de água e abastecimento da população.

O mesmo autor ainda relata que “o crescimento médio da população abastecida entre 2000 e 2007 apresentou crescimento 2,53 vezes maior em relação ao crescimento da população total” e que “[...] o consumo per capita na cidade de Lajeado/RS no ano de 2007 foi de 152 (L/hab.dia)” (FEIL, 2010, p. 95).

Diante da exigência de maior demanda para abastecimento do devido crescimento, Feil (2010) achou necessário a criação da modelagem matemática, afim de projetar o consumo e obter a garantia da necessidade futura de demanda. Ele realizou comparações de estimativas da população total em função do tempo, e da população abastecida em função do tempo para previsão do ano de 2032, obtendo previsões futuras de população, onde a “[...] previsão para 2032 foi um consumo per capita de 203 (L/hab.dia)” (FEIL, 2010, p.97).

Tendo em vista os volumes médios anuais de Água Bruta Captada (ABC) e de Água Tratada Produzida (ATP) que Feil (2010) adquiriu através de dados do Sistema de Abastecimento de Água (SAA) da Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN), caracteriza-se como insuficiente o volume médio da vazão por ano a partir do ano de 2008, deste modo, a vazão máxima da Estação de Tratamento de Água (ETA) do SAA por ano, calculado pela previsão do autor, será também insuficiente no ano de 2026, e ele finaliza “portanto, em 2026 haverá um colapso de falta de água em função do crescimento da população de Lajeado/RS” (FEIL, 2010, p. 97).

2.4 Uso de fontes alternativas de suprimento para escassez de água

O uso de fontes alternativas de suprimento de escassez já existe a milhares de anos, em diversas civilizações antigas. O interesse em captar e armazenar a água para posterior aproveitamento já é uma prática comum na antiguidade.

Atualmente, perante as situações difíceis de escassez de cunhos qualitativo e quantitativo, associadas ao pobre padrão cultural brasileiro e ao crescimento populacional, a urgência em aumentar a disponibilidade e atender a necessidade de água é uma preocupação e uma busca incessante. Práticas para o incentivo do desenvolvimento sustentável devem ser ideias a ser pensadas.

Dessa forma, a água doce brasileira deve ser vista como um bem natural ecológico de incomparável importância. Nuvolari et al. (2010) afirmam que o Brasil caminha em busca à sustentabilidade, que já é adotada em âmbito mundial, e que é condição fundamental dos governantes, da sociedade, das ações públicas e privadas, buscarem o desenvolvimento econômico através de práticas culturais para evitar o descaso em relação ao desperdício do recurso água.

O reuso da água é considerado um recurso inteligente no mercado mundial, Nardocci et al. (2003, p. 25) o definem como “[...] o aproveitamento de águas previamente utilizadas, uma ou mais vezes, em alguma atividade humana, para suprir as necessidades de outros usos benéficos [...]”. Seguindo, a opinião de Nuvolari et al. (2010) referente o reuso é que a “[...] a necessidade de aplicação desta tecnologia está no próprio conceito de sustentabilidade dos recursos ambientais [...]” (p. 155).

A opção pelo reuso não gera como vantagem só o suprimento à escassez de água, mas também a compensação à dificuldade da demanda da água e substituição do uso de mananciais. E aliado a isso, essas tecnologias constituem melhorias de eficiências de usos de água potável para fins não potáveis, e em decorrência seguem no caminho para o controle da demanda e solução ao problema de falta de água mundial (NUVOLARI et al., 2010).

2.4.1 Tipos de processos de reuso

A prática de despejo de esgotos, sejam eles tratados ou não, em corpos de água é a saída atualmente adotada por comunidades em geral no Brasil, onde esses corpos de água são a forma de abastecimento para a população.

Segundo Nardocci et al. (2003), o reuso leva em conta o volume recolhido pelo corpo da água, e coincidindo com a ideia de Nuvolari et al. (2010), ambos afirmam que o reuso pode ocorrer de forma direta e indireta, sendo dividido da seguinte forma:

- Reuso indireto não planejado: é quando a água já usada, após tratamento ou não, é despejada de volta ao corpo hídrico, sendo após um certo percurso, captada pela jusante e sujeita a tratamento para futura distribuição. Nesse percurso, ela pode sofrer autodepuração ou outros efeitos do próprio ciclo hidrológico, sendo assim, é captada de forma não controlada;
- Reuso indireto planejado: é quando a distribuição à jusante é realizada de maneira controlada, tendo influência da ação do homem na existência de sistema de tratamento de efluentes, atendendo os padrões de qualidade para o uso;
- Reuso direto planejado: é quando o efluente é despejado diretamente no ponto de reuso, sem ter contato com o meio ambiente, assim recebendo o tratamento necessário nesse percurso. Esse reuso é destinado à irrigação e à indústria;
- Reciclagem de água: é quando a água é reusada, antes mesmo de sofrer qualquer tipo de tratamento.

2.4.2 Formas de utilização da água de reuso

Embora existam inúmeras formas potenciais de reuso da água, essas dependem de características, fatores e condições. Mas se ramificam nos usos mais significativos e usuais, sendo os reusos urbano, industrial, o reuso voltado aos aquíferos e o reuso agrícola (NARDOCCI et al., 2003).

Em contraponto, Nuvolari et al. (2010) destaca como exemplo de aplicações do reuso a irrigação paisagística e de campos para cultivo, o uso industrial, a recarga de aquíferos, o

uso urbano não potável e o reuso para finalidades ambientais, entre outros, como o reaproveitamento da água da chuva e dessalinização.

2.4.2.1 Reuso Urbano

O reuso urbano pode ser de maneira potável e não potável, sendo principal fator dessa condição o controle de aplicações das leis pelos órgãos competentes e pela própria população.

Nuvolari et al. (2010) citam que em polos industriais a qualidade do esgoto tratado depende do processo industrial e seus respectivos lançamentos de resíduos e, nos polos residenciais depende do esgoto orgânico. Os mesmos destacam "[...] o reuso para fins potáveis só pode ser praticado tendo em matéria-prima básica esgotos exclusivamente domésticos" (p. 162).

Já o reuso não potável, Nardocci et al. (2003) afirmam que esse método envolve riscos de escala menor e que deve ser considerado como opção primária na escolha do reuso da água urbana, mas igualmente, deve-se manter cuidados quando essa é utilizada em contato direto com a população em geral, visto que, ela pode ser utilizada para irrigação de parques e jardins públicos, em centros esportivos, em campos de futebol, na vegetação em avenidas e rodovias, para reserva de proteção contra incêndio, para descargas sanitárias de banheiros públicos, na lavagem de veículos, no controle de poeira em obras de aterro e terraplenagem executadas e na construção civil na cura do concreto e na estabilização da umidade ótima.

2.4.2.2 Reuso Industrial

O reuso industrial depende de normas internas ou externas das indústrias, onde as mesmas devem adotar práticas de reciclagem de efluentes decorrentes dos processos industriais (NARDOCCI et al., 2003). Devido aos custos encarecidos no Brasil, o reuso tem sido uma opção de implantação para viabilizar e maximizar a eficiência, bem como, gerar benefícios na imagem ambientalista da empresa para futuros processos ambientais [ISO 14000], garantir o tratamento da água e o abastecimento (NUVOLARI et al., 2010).

De acordo com Nuvolari et al. (2010, p. 180), no que se diz ao uso, “[...] a água pode ser aplicada tanto como matéria-prima ou como meio de transporte, como agente de limpeza, como fonte de vapor e produção de energia [...]”.

Para Nardocci et al. (2003), exemplos de usos possíveis de viabilidade na área industrial podem ser citados como as torres de resfriamento, as caldeiras, a lavagem de peças e equipamentos, a irrigação de áreas verdes, a lavagem de pisos e veículos e em processos industriais.

2.4.2.3 Reuso Agrícola

O reuso para fim agrícola demanda grande importância, visto que o Brasil possui 80% do uso total consumptivo. De acordo com Nuvolari et al. (2010), a irrigação é considerada como uma técnica do reuso aplicada para agricultura.

A demanda necessária de água para o plantio depende de cada tipo de cultura, conforme citam os mesmos autores anteriormente e, salientam que não é toda cultura que exige a irrigação com a qualidade de alto padrão, ou seja, de caráter potável: “[...] não há risco de contaminações bacteriológicas, externas e internamente aos alimentos, resultando em produtos com ótima qualidade final” (OLIVEIRA apud NUVOLARI et al., 2010, p. 170).

As práticas adotadas em técnicas de irrigação com esgotos e com recursos hídricos são semelhantes segundo Nardocci et al. (2003), pois ambos devem ser ajustados afim de adequar-se às características locais de demandas e dimensões ecológicas, físicas e sociais da área em questão.

Os mesmos autores acima citam que, existem benefícios diretos e indiretos voltados ao reuso agrícola. Os diretos proporcionam aumento de produtividade e economia no uso de fertilizantes, bem como a economia do uso da água. Já os indiretos, pode-se listar o aumento da produção de alimentos para abastecimento das populações, o aumento de oportunidades empregatícias nas áreas rurais, o controle de erosão, a proteção dos recursos hídricos contra poluição e depleção e a redução de danos ambientais e desertificação (NARDOCCI et al., 2003).

2.4.2.4 Recarga de Aquíferos

O abastecimento de aquíferos se dá através de recargas naturais, providas por exemplo, de lagos, de campos irrigados, da infiltração da água da chuva e de rios, conforme afirmam Nardocci et al. (2003). Esses reservatórios naturais se formam por meio do ciclo hidrológico dependendo das condições do solo, do clima ou da topografia, e suas profundidades são distintas.

Quando ocorre de exceder da condição natural dos lençóis, Nuvolari et al. (2010) citam tecnologias criadas para equilibrar os aquíferos através de recursos de recargas artificiais com o reuso de efluentes, por exemplo. Nardocci et al. (2003) defendem que o objetivo é “[...] aumentar a disponibilidade de água, incrementar reservas hídricas, ou para resolver problemas específicos localizados” (p. 50).

Essas tecnologias são divididas em dois métodos: poços de injeção e infiltração superficial utilizando bacias ou canais de infiltração. Ambos trazem inúmeros benefícios, tais como, o aumento da disponibilidade de água em aquíferos potáveis e não potáveis, a prevenção de subsidência do solo e de introdução de águas salinas em aquíferos e a disposição de reservatórios de água para o futuro (NARDOCCI et al., 2003).

2.4.2.5 Aproveitamento de água de chuva

Importante reuso, a chuva ou índice pluviométrico é parte do processo do Ciclo Hidrológico quanto à reposição de água na terra e, segundo Nuvolari et al. (2010), podem haver variações em sua intensidade, pois a mesma depende da pressão, da topografia, da geografia e da temperatura.

Os mesmos autores explicam que a captação pode ocorrer por intermédio das superfícies do telhado que levam a água às calhas, essas por vez possuem condutores verticais e coletores horizontais que conduzem essa água ao reservatório de armazenamento subterrâneo ou no nível do solo.

Dependendo da sua utilização, a água coletada deve ser tratada por sedimentação, filtração e cloração, possibilitando o reuso dessa água para fins potáveis. Segundo o que afirmam Nuvolari et al. (2010), a primeira demanda de água da chuva coletada deve ser

descartada – considera-se uma quantidade de 40 litros para cada 100 m² de área de telhado –, afim de se obter uma lavagem da superfície devido a dejetos de passarinhos ou outros animais que se depositam no local, poeira, folhagem de árvores e próprios resíduos decorrentes da materialidade do telhado. Ainda complementam que a reutilização da água pode ser feita para meios rurais e para as indústrias, em que os recursos hídricos sejam escassos.

2.4.2.6 Dessalinização da água

Nuvolari et al. (2010) afirmam que o processo de dessalinização consiste no tratamento da água salobra⁷ e água do mar (água salina⁸) para poderem ser fontes de consumo potável. E são mais frequentes em regiões beira-mar, onde há a existência de ilhas por possuírem quantidade escassa de água potável.

Seguindo, os mesmos afirmam que a água salgada encontrada no mar é composta de sais dissolvidos, sendo impossível seu consumo e, necessário o processo de dessalinização. A água doce encontrada em poços possui salinidade inferior da água do mar, mas com teor acima do limitante para a utilização, sendo também necessário tratamento para o consumo. Já a água doce potável apresenta sais em menor escala, iguais ou inferiores a 0,5 %, possibilitando o consumo.

Afim de se obter qualidade potável, a dessalinização pode ser praticada de duas maneiras: destilação, troca iônica ou osmose reversa. Mas conforme Nuvolari et al. (2010), as opções como: “[...] filtração, o carvão ativo, a luz UV podem produzir uma água de aparência cristalina, até isenta de germes, mas não poderá retirar os sais nela dissolvidos [...]” (p. 206).

Embora esse método agregue alto custo por envolver o elemento corrosivo do íon cloreto, Nuvolari et al. (2010) afirmam que o investimento pode ter um retorno de 4 a 6 anos, comparado ao método canalizado, podendo ser empregado em localidades estabelecidas no litoral, localidades que possuam águas de poços salobras, e em navios e/ou plataformas que precisem de água potável para uso.

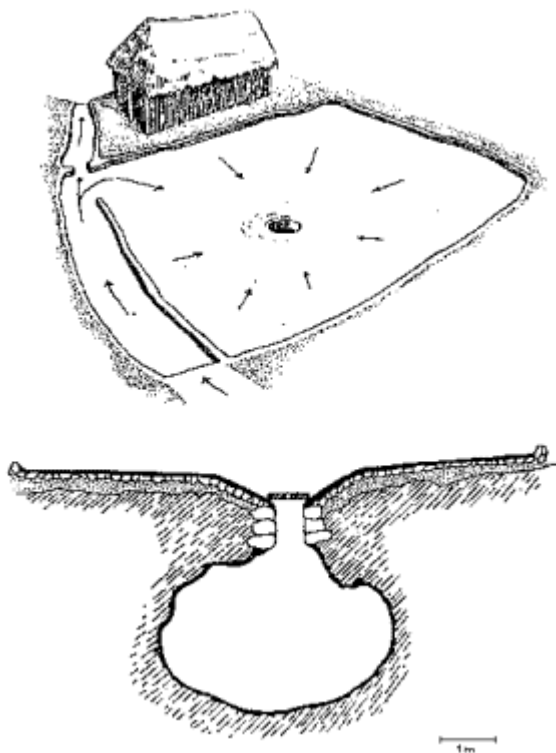
⁷ Salobra: água com salinidade superior a 0,5% a inferior à 30% (NUVOLARI, 2010, p. 206).

⁸ Salina: água com salinidade igual superior a 30% (NUVOLARI, 2010, p. 206).

2.4.3 Métodos de Captação tradicionalmente utilizados

Tendo em vista que a captação não é uma prática atual, os métodos de utilização da água de chuva são existentes por vários povos como fonte de abastecimento, como o incas, os astecas e os maias. No Século X, no sul do México, a agricultura era fundamentada pela água da chuva coletada, sendo após, armazenada em cisternas (Figura 4) que suportavam volumes de 20 a 45 m³ e, eram chamadas pelos maias de Chultuns (GNADLINGER, 2000).

Figura 4 - Chultuns - Cisterna do século X.



Fonte: Adaptado pela autora com base em GNADLINGER, 2000.

De acordo com Reis (2007), é fundamental a existência de uma área de captação e, essa é designada como a superfície que a chuva captada cai, logo após a precipitação. As áreas de captação são definidas por meio das superfícies de coberturas ou do solo. O mesmo autor define que a água pode ser captada pelos telhados de casas e indústrias ou por grotas, estradas e canais de infiltração.

De modo geral, independente das técnicas, ambas devem ser constituídas por componentes básicos: área de captação, calhas e condutores como tubulações para conduzir a

água à reservação, telas e filtros para remoção de materiais grosseiros e, o reservatório de armazenamento e extravasor (TOMAZ, 2005).

Silva e Tassi (2005) afirmam que a captação da água da chuva ocorre em uma superfície impermeável (telhado, por exemplo) e seu armazenamento é feito em reservatórios ou cisternas. A captação traz inúmeras vantagens ao usuário, tanto ambientais, quanto econômicas, mas principalmente beneficia as cidades, sendo que a água não é mais lançada na drenagem pluvial, facilitando assim a não ocorrência de enchentes.

A forma de conservar a água é definida por Reis (2007) como medidas convencionais e não convencionais. O mesmo ainda explica que o aproveitamento de água da chuva como medida não convencional designa-se ao uso não potável da água captada, esse feito em países como Alemanha, Estados Unidos e Japão. E a medida convencional designa-se a países de clima árido, que utilizam a água da chuva como forma de captação para fins potáveis, como exemplo México, Peru e Chile. No Brasil o sistema convencional já teve aplicações na região do Nordeste (REIS, 2007).

2.4.3.1 Métodos de Captação em países que há chuva

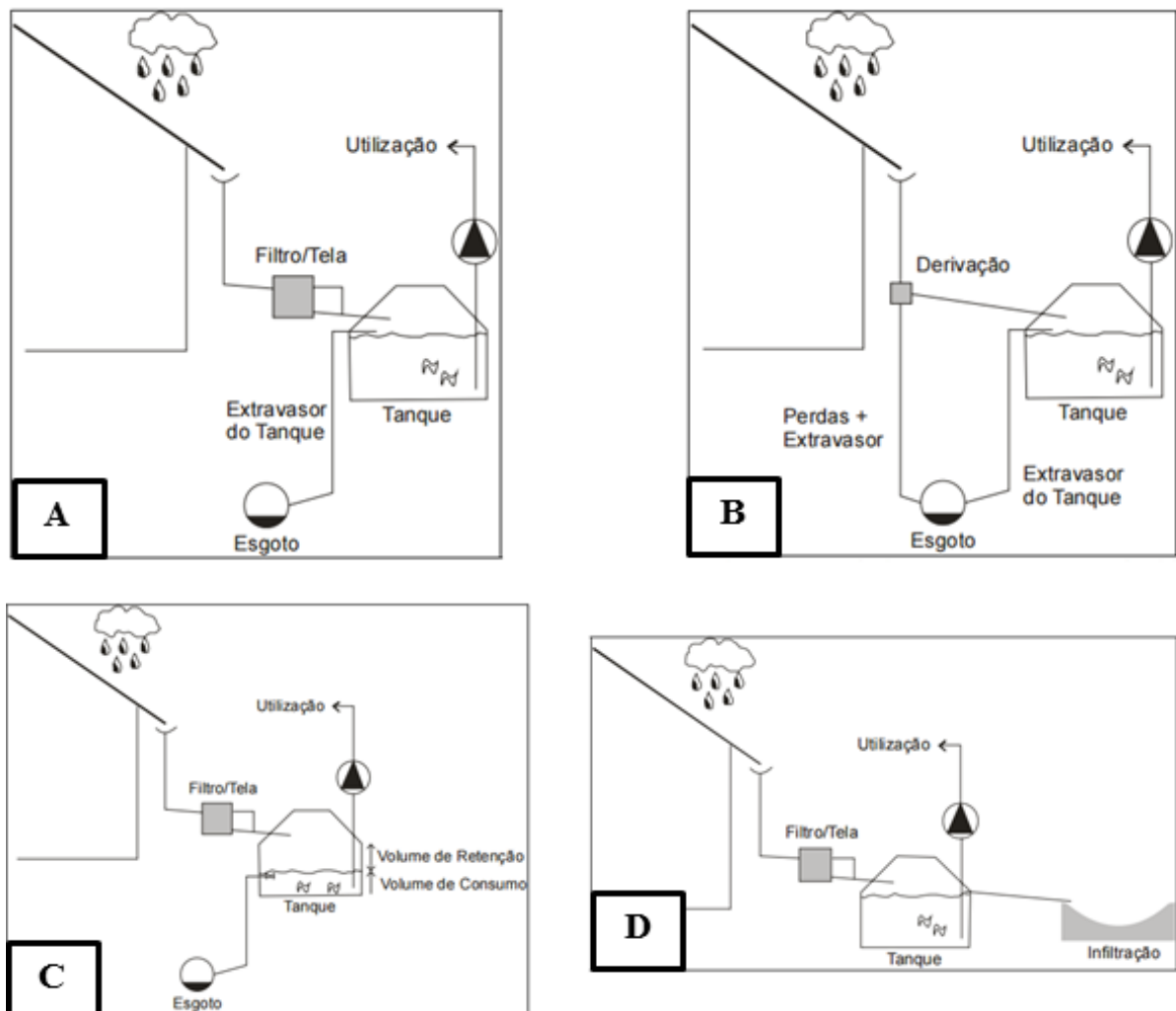
No Brasil existem quatro formas construtivas de sistemas de aproveitamento de água de chuva, de acordo com Ferreira (2014):

- Sistema de fluxo total: toda chuva captada pela cobertura é conduzida a um tanque de armazenamento e, no percurso essa água é filtrada por meio de uma tela. A chuva que é excedida da capacidade do reservatório é direcionada ao sistema de drenagem (Figura 5A);
- Sistema com derivação: apresenta uma linha derivada instalada junto a tubulação vertical de descida direcionada ao sistema de drenagem, afim de obter descarte da primeira água da chuva. Podem ser implantados filtros ou telas também nesse trecho de derivação. Da mesma forma do fluxo total, pode ser destinado ao sistema de drenagem o que extravasar (Figura 5B);
- Sistema com volume de retenção: é construído um reservatório maior capaz de armazenar volumes de consumo e retenção de chuva, regulados através de uma válvula, ou seja, é possível o armazenamento de um volume adicional, evitando assim, inundações. A

utilização da válvula facilita no controle de excesso de retenção, destinando-a ao sistema de drenagem (Figura 5C);

- Sistema com infiltração no solo: onde o escoamento superficial total é conduzido também ao tanque de armazenamento, passando por um filtro ou uma tela. Mas diferentemente do sistema de fluxo total, o excesso que extravasa é dirigido a infiltração local, e não ao sistema de drenagem, auxiliando assim, a recuperação do balanço hídrico original (Figura 5D).

Figura 5 - Sistemas de aproveitamento de água de chuva. A) Sistema de fluxo total; B) Sistema com derivação; C) Sistema com volume de retenção e D) Sistema com infiltração no solo.



Fonte: Adaptado em 12/10/2015 pela autora com base em HERRMANN e SCHIMIDA, 1999.

2.4.3.2 Métodos de Captação em países que não há chuva

Reis (2007) explica as medidas convencionais e não-convencionais são ligadas à forma de captação de água da chuva, entretanto, as mesmas não podem ser aplicadas em países e regiões que o índice de precipitações é pouco ou nulo, visto que eles dependem desse recurso natural, tornando-se ineficazes para abastecimento do consumo de populações que vivem em climas áridos e em que não há chuva.

Pensando nisso, a Organização Canadense *FogQuest: sustainable water solutions* (Missão Nevoeiro: soluções sustentáveis de água) foi fundada em 2001 afim de implantar e supervisionar projetos de coleta do nevoeiro para produção de água limpa. Os diretores e funcionários acreditam que viabilidade da captação da água do nevoeiro é um sistema eficaz para a produção da água limpa necessária para o abastecimento das populações de países em desenvolvimento.

Nos últimos dez anos em muitas partes do mundo vem sendo desenvolvidos vários métodos, de diferentes formas, através de pesquisas escolares pela Universidade Católica do Norte na Antofagasta, por organizações não governamentais como o exemplo já citado *FogQuest* e também pela *Creating Water Foundation* (Criando Fundação de Água), ou através de fundações humanitárias como a *Dar Si Hmanem* em Marrocos.

Um recurso natural, o nevoeiro também poder ser um grande contribuinte para o abastecimento de consumo, como o papel do reuso da água da chuva. Quezada Gutiérrez (2009) explica que a névoa é um fenômeno pertencente ao ciclo hidrológico, sendo a etapa anterior às precipitações, ou seja, são as partículas que através da evaporação são armazenadas nas nuvens e não atingem peso suficiente para a queda, permanecendo suspensas no ar e podem ser movidas pelo vento.

A ideia inovadora de criação do captador ou *Large Fog Collectors* (LFC) (Grandes Coletores de nevoeiro) - assim denominado pela *FogQuest* – para combater o problema de escassez teve como pioneiro o Chile, no deserto de Atacama, segundo Pascual et al. (2011). Mas nos últimos 15 anos projetos de captadores também foram implantados em regiões como Peru, Equador, África do Sul, Nepal, Espanha e Cabo Verde (SCHEMENAUER; CERECEDA; OSSES, 2015).

Têm-se o Chile como o precursor da ideia devido seu clima ser favorável, dominado pelo Anticiclone do Pacífico, esse por sua vez, formado sob alta pressão atmosférica que não permite que o ar gere nuvens. Essa alta pressão produz nuvens formadas pelas gotas que, por serem minúsculas, não caem, originando o fenômeno chamado de *Camanchaca* (Figura 6). Segundo a definição de Quezada Gutiérrez (2009):

Se forma cuando nieblas costeras llegan a tierra empujadas por las brisa marinas y de golpe se encuentran en una región seca y caliente cuyas temperaturas rondan los 27° C. A medida que el aire seco empieza a evaporar las gotas de agua de la niebla, éstas se encogen formando gotitas increíblemente diminutas (0,002 a 0,006 mm de diámetro). El resultado es una niebla muy húmeda, pero casi invisible. (QUEZADA GUTIÉRREZ, 2009, p. 21).

A forma de captação tradicionalmente utilizada no Chile é chamada de *Atrapaniebla*, que significa “capta-nuvem” (Figuras 7 e 8). O método consiste em malhas de polietileno de alta densidade, instalada entre dois postes de madeira ou de aço, onde os fios de plástico (Figura 9A) retém a neblina que escorre dentro de uma canaleta (Figura 9B) destinada a um reservatório de armazenamento. Quezada Gutiérrez (2009) cita que esse reservatório armazena a água captada, onde a mesma é de origem totalmente potável, sendo possível seu uso para várias utilidades.

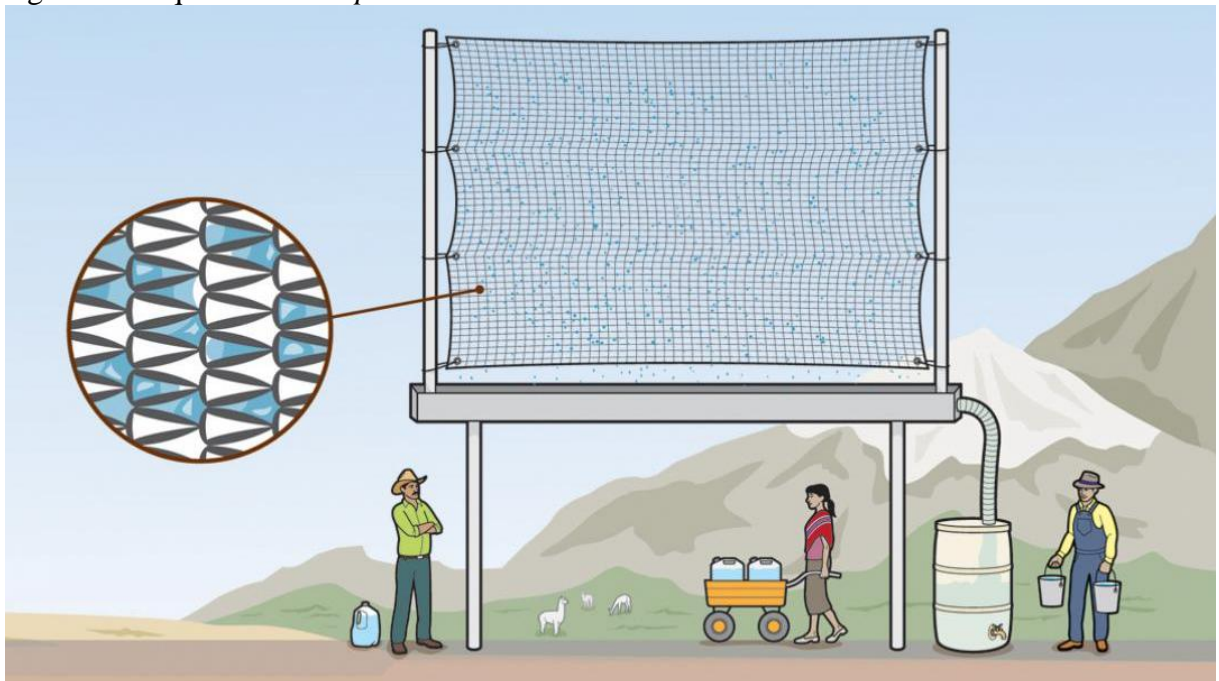
Continuando, o autor explica que as *Atrapanieblas* devem ficar perpendiculares ao vento, para receber a nuvem de frente e entrar em contato com mais umidade. Quando a névoa passa pela *Atrapaniebla*, a malha captura as gotículas de água, que se aglomeram na tela até formarem uma gota maior, com peso suficiente para escorrer até uma canaleta. Desse pequeno recipiente, a água desce para uma tubulação vedada até os reservatórios localizados na base da montanha (ou próximos às casas), onde fica pronta para ser usada (QUEZADA GUTIÉRREZ, 2009).

Figura 6 - Fenômeno da *Camanchaca*.



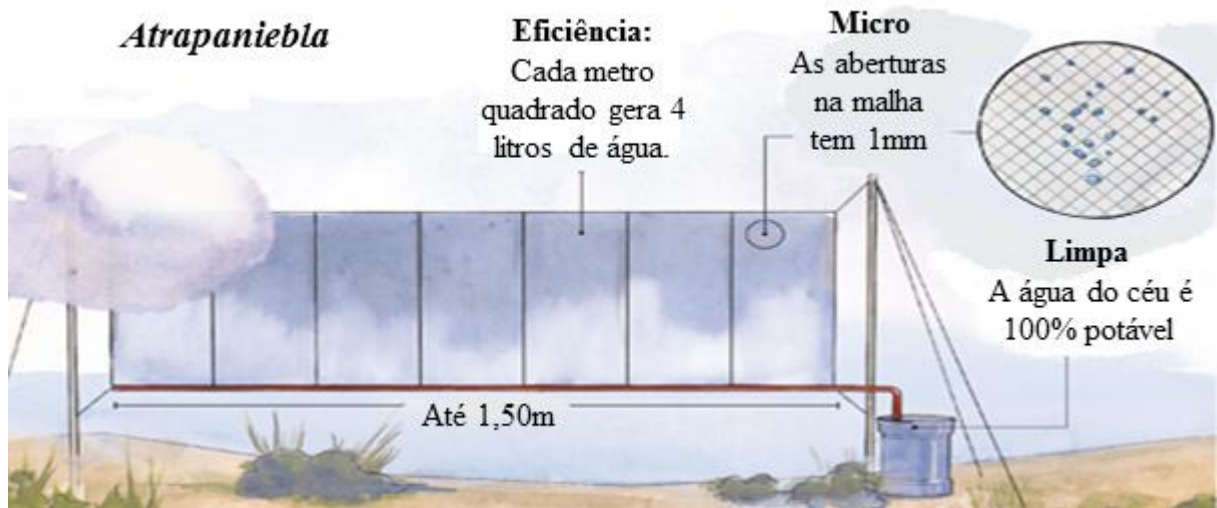
Fonte: DUCCI, 2015, texto digital.

Figura 7 - Esquema da *Atrapaniebla*.



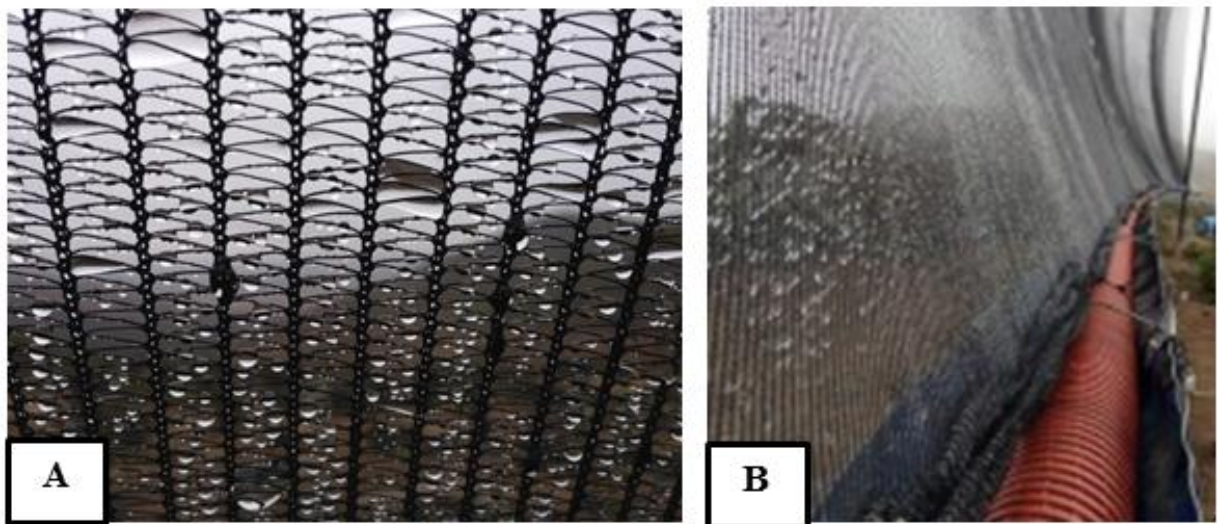
Fonte: BROWN, 2014a, texto digital.

Figura 8 - Sistema da *Atrapaniebla*.



Fonte: Adaptado em 12/10/2016 de SUPERINTERESSANTE, 2015.

Figura 9 - Componentes dos *Atrapanieblas*. A) Malha de captação da neblina; B) Canaleta que faz escorrer a água captada.



Fonte: Adaptado em 12/10/2016 de DOMINGA, 2015.

2.4.3.3 Experiências de *Atrapanieblas* já realizadas

As *Atrapanieblas* são instaladas em elevadas alturas nas regiões costeiras, e podem variar de tamanho, formato e forma de instalação, sendo as primeiras existentes em formatos de macrodiamantes, cilíndricas ou bidimensionais (PASCUAL et al., 2011).

A denominada Macrodiamante foi criada em 1958 (Figura 10), constituinte de uma estrutura tridimensional de formato poliédrico. O formato criado define a autossuficiência

devido as faces estarem voltados para diferentes direções, o que diminui a direção dos ventos e a eficácia da captação de 3,9 litros/dia/m². A forma também é vantajosa diante da resistência que a mesma gera contra os ventos, visto que é instalada em alturas de até 10 metros (MATEUS, 2015).

Figura 10 - *Atrapaniebla* Macrodiamante.



Fonte: ESPINOSA, 2016.

O mesmo autor cita a *Atrapaniebla* Cilíndrica (Figura 11), que surgiu em meados de maio de 1980, sendo sucessora à Macrodiamante. Essa, possui 2 metros de altura, compostas por fios de polietileno dispostos verticalmente dentro do cilindro, sob o apoio de um bidão metálico. Comparada ao primeiro sistema criado, a cilíndrica obteve resultados mais produtivos, captando 4,75 litros/dia/m².

Já o modelo Bidimensional (Figura 12) nasceu a partir de 1980 e ganhou grande influência no decorrer das décadas, sendo o mais usual atualmente. Na década de 80, os primeiros coletores eram apoiados em postes de madeira e executados com tela de nylon. Sua forma facilita a captação, pois ele é posicionado perpendicular à direção do vento. Eles são instalados distanciados a 12 metros cada poste, onde é instalado uma malha tipo Raschel de 4 metros de altura e podem variar de tamanho, sendo simples ou múltiplos com mais malhas de captação. O rendimento médio desse tipo de *Atrapaniebla* pode variar de 2 a 6 litros/dia/m² (MATEUS, 2015).

Desde as primeiras experiências realizadas no Deserto de Atacama, no Chile, outras iniciativas surgiram. Como exemplo, estão os projetos apoiados pela *FogQuest*. A Organização que recebe fundos através de verbas de instituições, doações de pessoas físicas e jurídicas e pelas taxas pagas por indivíduos, colabora desde 2001 com os primeiros projetos criados. O processo ocorre primeiramente, com a avaliação das condições locais, logo, são instalados pequenos coletores chamados de *Standard Fog Collectors* (SFCs) (Coletores de Nevoeiro padrão) para testes de captação e, se o local se mostrar de boa produtividade, o coletor de água pode ser construído (*FOG QUEST*, [2011a]).

Figura 11 - *Atrapaniebla* Cilíndrica.



Fonte: BALADÓN, 2003.

O primeiro projeto em 2001 foi realizado também no Chile, na comunidade de Falda Verde (Figura 13). Foram instalados 6 captadores de 48 m², tendo capacidade de coleta total de 430 litros/dia. Após em 2005, foram ampliados para mais 7 captadores e desde 2007, desses, 10 coletores estão em vigor, podendo totalizar uma captação de 600 litros de água /dia, direcionadas para as estufas e plantações do local (*FOG QUEST*, [2011b]).

Figura 12 - *Atrapaniebla Bidimensional*.



Fonte: RUZ, 2016.

Figura 13 – *Falda Verde Project*.



Fonte: FOG Collection Project Falda Verde, 2005.

O projeto *The Nepal Water from Fog Project* (NWFP) (Figura 14) teve início em 1997 através de um grupo de especialistas universitários e florestais juntamente com a *Environment Canada*, onde instalaram 1m² de coletores em Khumjung no Everest e em Gotvangan, perto de Kathmandu. Após essa experiência, já foram criados mais 7 pequenos projetos, dentre eles o de *Prathivara Temple* em Ilam (Figura 14) criado em 2009, que produz em média 500 litros/dia/m² (FOG QUEST, [2011b]).

A mesma organização [*Fog Quest*] ainda cita outro projeto que aconteceu na Eritreia em 2007, com recursos da *Wasser Stiftung* (Fundação Água) da Alemanha. Os dez captadores

construídos para Nefasit e os outros dez LFCs para Arborobu, mantém os 5 tanques de 3000 litros cada, cheios para o abastecimento da população (*FOG QUEST*, [2011b]).

Figura 14 - *The Nepal Water from Fog Project.*



Fonte: QUEZADA GUTIÉRREZ, 2009, p. 103.

Continuando, na Guatemala, em Tojquia também foram instalados LFCs (Figura 15). O projeto teve início em 2006 com a instalação de 4 captadores, possuindo uma área de coleta de até 160 m², os mesmos produziam cerca de 4 a 6 litros/dia/m² em períodos de seca e, 11 litros/dia/m² em épocas chuvosas na região. Em 2007 o projeto incrementou mais 6 novos captadores, e em 2009 já estava com um total de 28 LFCs para atender 27 famílias. A instalação foi abordada para cada família, sendo que cada uma é responsável por manter o LFC e armazenar a água captada um reservatório de 3000 litros em sua propriedade. Em 2010 a fundação instalou mais 2 LFCs, totalizando 30 que fornecem uma produção média de 60.000 mil litros de água captada. E agora, em 2016 foram instalados mais 5 LFCs para fornecimento de água potável, obtendo assim, um abastecimento de 7.000 mil litros/dia.

Uma das últimas experiências está a de outubro de 2014, no litoral da Califórnia, onde um estudo de curto prazo produzido por Chris Fogliatti teve a instalação de uma SFC a 550 m de altitude ou a 1820 pés em Vollmer Peak em Tilden East Bay Regional Park, conforme

Figura 16. Durante o teste de 3 semanas, o captador coletou aproximadamente 2 litros/m² de malha (FOG QUEST, 2014).

Figura 15 - Captadores na Guatemala, Tojquia.



Fonte: FOGQUEST, 2016.

Figura 16 - Captador na Califórnia.

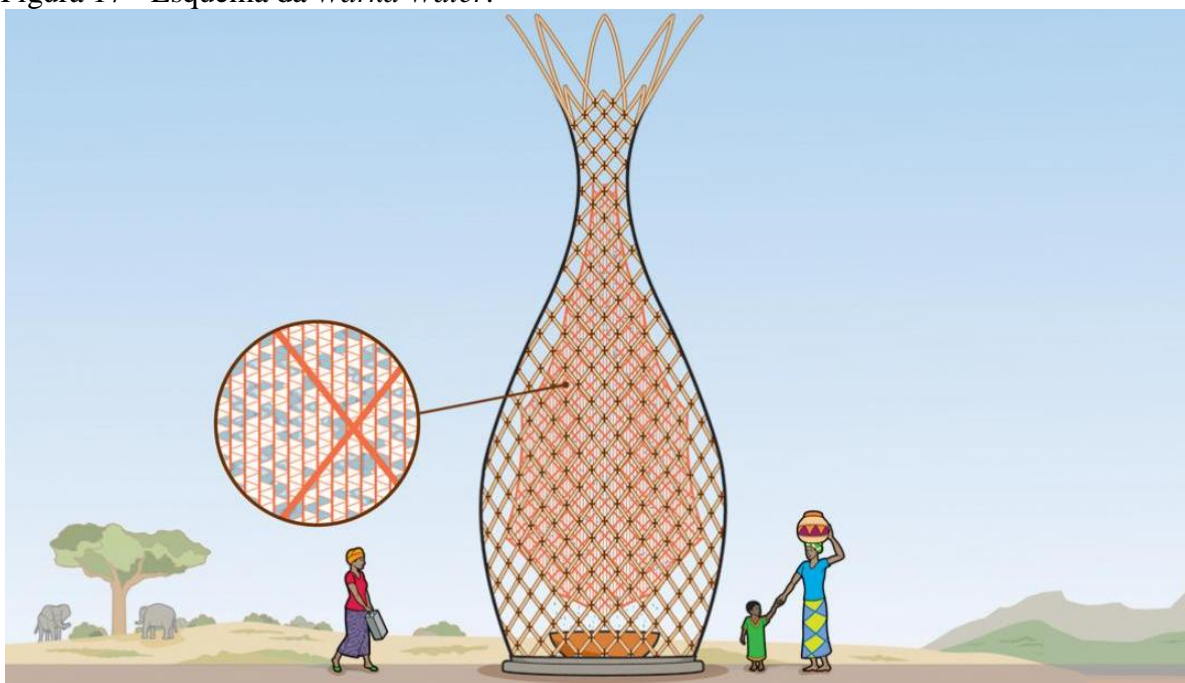


Fonte: FOGQUEST, 2014.

Apesar de ser o mais comum e de baixo custo, o chileno apanhador de nevoeiro plano ou bidimensional não é o único projeto desenvolvido para este escopo. Desde 2012, na Etiópia vem sendo desenvolvendo protótipos que diferem totalmente da ideia padrão retangular que vinha sendo utilizada, a *Warka Water* (Waka Água) tem um formato inovador, conforme mostra o esquema da Figura 17. Sua forma foi inspirada em colmeias de cupins e em plantas e animais que desenvolvem características que permitem recolhimento de água do ar para sobrevivência, como teias de aranha e cactus. Mas a escola do design deve-se ao típico artesanato etíope através das cestarias e armadilhas para peixes (*WARKA WATER*, [2015?a]).

A estrutura – que leva o nome devido a árvore *warka*, uma espécie de figueira comum e de elevada importância na cultura e no ecossistema da Etiópia – consiste numa torre de altura 9,5 metros construída com materiais locais e biodegradáveis, como bambu, cordas de fibras e bio-plástico, conforme mostrada na Figura 18. Sua execução não requer nenhum maquinário, andaime ou equipamentos elétricos, podendo ser construída por aproximadamente 10 pessoas durante um período de 10 dias. Possuindo peso médio de 80 kg, a estrutura contém uma tela de captação de 323 m². A captação é feita através da malha que envolve a estrutura, aonde a água condensa sobre a tela formando gotículas líquidas, essas caem por gravidade em um recipiente localizado na parte inferior da estrutura, onde deve ser colhida antes do nascer do sol pela pessoa designada como gerente de água ou alguém que faça parte da manutenção da mesma (*WARKA WATER*, [2015?a]).

Figura 17 - Esquema da *Warka Water*.



Fonte: BROWN, 2014b, texto digital.

Figura 18 - Componentes da *Warka Water*.



BAMBU

MALHA

cabos de poliéster

Cordas de fibras NATURAL

Fonte *WARKA WATER*, [2015?c].

Acoplado ao sistema, uma estação meteorológica batizada como Warkino (Figura 19) foi desenvolvida especificamente para atender o projeto. Com ela é possível captar dados como umidade, pressão atmosférica, temperatura, ventos, coleta e qualidade da água e temperaturas da superfície do material além de, estudar as capacidades de captação de inúmeros tipos de materiais (*WARKA WATER*, [2015?a]).

Figura 19 – Estação Meteorológica Warkino.

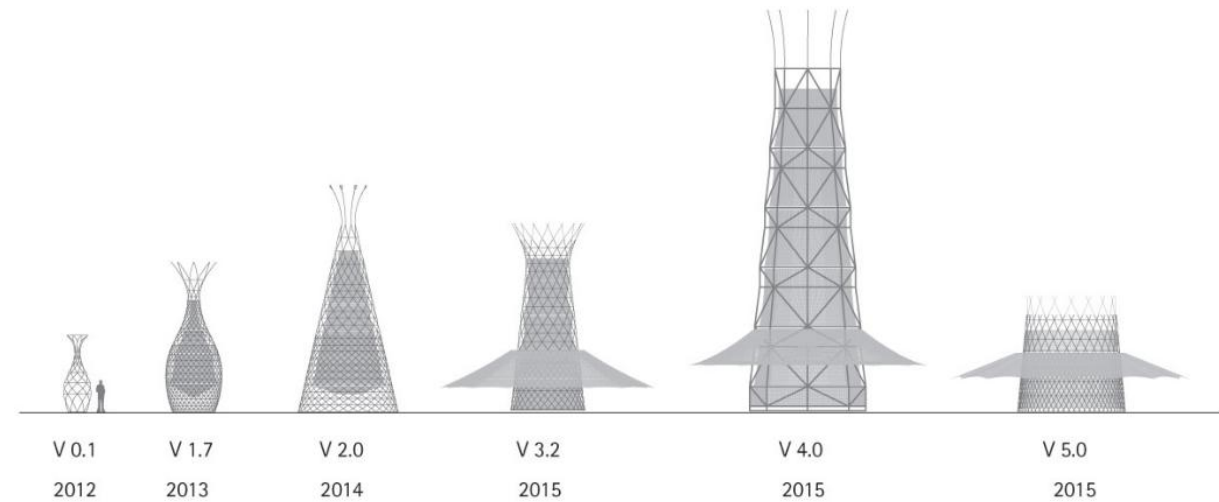


Fonte: *WARKA WATER*, [2015?d].

Desde início de 2012 até agora já foram desenvolvidos doze protótipos (Figura 20), afim de aperfeiçoar o desempenho e obter melhores resultados. Seus modelos são projetados para possuírem fácil locomoção quando ela se fizer necessária a outros locais, pois a torre é modular e seus elementos possuem juntas com tamanhos técnicos simples. A partir do modelo de 2015 foram inventadas “abas” no protótipo para, além da criação de sombra e utilização no cultivo de hortaliças (Figura 21) irrigadas pela água captada, também poder haver o hábito de

encontro da comunidade em si para recolhimento da água e socialismo (WARKA WATER, [2015?b]).

Figura 20 - Evolução da Warka Water.



Fonte: WARKA WATER, [2015?e].

Figura 21 - Irrigação da plantação utilizando água captada.



Fonte: WARKA WATER, [2015?f].

Como dados de captação, tem-se o exemplo do primeiro modelo criado em 2015, a V 3.2, que permite coleta diária de 13 a 26 galões ou seja, equivalentes a 50 a 100 litros, sendo direcionado a tanques de água com armazenamento de 3.000 mil litros. E, para facilitar essa coleta, a Organização cita que têm como planos para o projeto, o plantio de pelo menos, uma árvore *warka* ao lado de cada *Warka Water* para ajudar na criação de umidade e diminuir os

efeitos negativos do desmatamento. Pela Figura 22 é possível notar ambas citações, da utilização das “abas” como forma de confraternização e, como citado acima, do plantio da árvore ao lado do protótipo (WARKA WATER, [2015?b]).

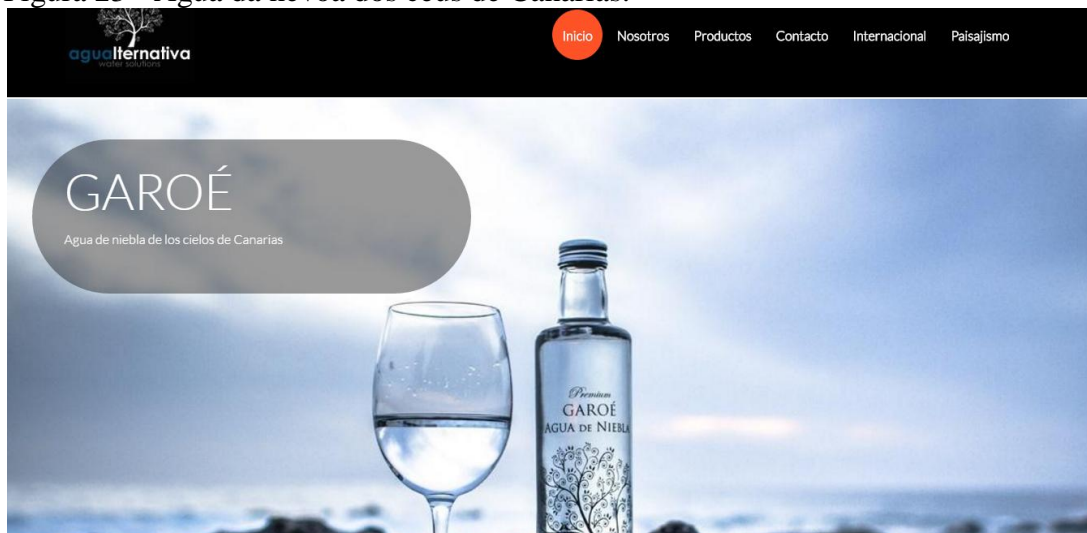
Figura 22 - Visão geral com a árvore Warka plantada.



Fonte: WARKA WATER, [2015?g].

Utilizada não só como bem público para consumo, a ideia de captar água através de coletores já ganhou âmbito comercial, conforme comprovação pelas Figuras 23 e 24. Considerada como a água da névoa dos céus de Canárias, a marca ganhou denominação de Garoé decorrente de uma árvore histórica sagrada dos pré-colombianos na ilha de El Hierro. A empresa espanhola Agualternativa Engenharia SL que produz as embalagens de comercialização da água foi quem criou os captadores NRP no topo de Tenerife na ilha de Canárias na Espanha, e a comercializa (AGUALTERNATIVA INGENIERÍA S.L., [2015?a]).

Figura 23 - Água da névoa dos céus de Canárias.



Fonte: AGUALTERNATIVA INGENIERÍA S.L., [2015?b], texto digital.

Figura 24 - Empresa Agualternativa Engenharia SL e captador NRP.



Fonte: AGUALTERNATIVA INGENIERÍA S.L., [2015?c], texto digital.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O objetivo do presente capítulo é expor os materiais e métodos utilizados na elaboração da pesquisa experimental sobre a *Atrapaniebla*, afim de atingir os objetivos apresentados no trabalho.

Em um primeiro momento, o estudo expôs citações e relatos da importância da água para consumo humano, descreve problemas do cenário antigo ao atual relacionados à escassez da água e sua percução no decorrer dos anos seja por dados climáticos de determinadas regiões e suas caracterizações, ou escassez de consumo abusivo e exageros, com o objetivo de justificar a necessidade de implantação de um método alternativo para suprir necessidade do consumo de água às populações, visando demonstrar a importância do sistema alternativo *Atrapaniebla* como fonte de abastecimento. Para isso, foram pesquisados em livros, artigos, dissertações, publicações, apresentações em eventos, entre outros, para compreensão e contextualização do tema.

Posteriormente, já com a base teórica suficiente para iniciar a parte experimental do estudo, foi elaborado o protótipo, localizado próximo ao Prédio 17 da Instituição.

Para verificação da quantidade captada, foram sendo coletados dados diários e os mesmos arquivados em planilha do *Microsoft Excel*. As coletas eram feitas pela própria aluna e a leitura era realizada com ajuda de provetas e balanças do Laboratório de Tecnologias da Construção (LATEC). Os dados coletados foram comparados aos dados coletados pelas Estações Meteorológicas, instalada ao lado do protótipo e a Estação do CIH (DADOS..., 2017).

Por meio dos resultados obtidos com a realização das etapas acima descritas, foi possível fazer a análise da eficiência do método da *Atrapanibela* para captação do nevoeiro como complementação ao abastecimento.

3.1 Tipo de Pesquisa

O presente estudo se enquadra no âmbito de pesquisa experimental de cunho qualitativo. De acordo com Gil (2006) apud Chemin (2015, p. 61), a pesquisa experimental “[...] consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo e definir as formas de manipulação, controle e observação dos efeitos que a variável produz no objeto [...]”.

3.2 Protótipo

O protótipo criado para o estudo segue apresentado nas Figuras 25 e 26.

Figura 25 - Protótipo.



Fonte: Acervo particular da autora.

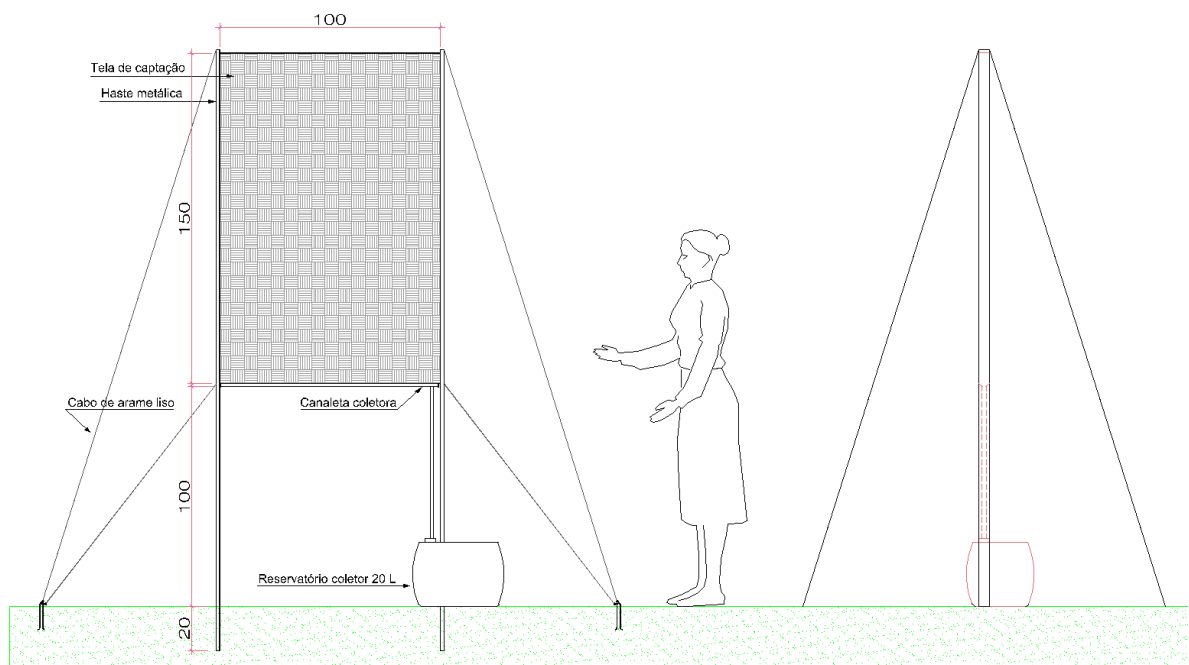
Figura 26 - Protótipo.



Fonte: Acervo particular da autora.

O croqui elaborado no estudo pela própria autora, responsável pela construção do protótipo, pode ser visualizado no Figura 27.

Figura 27 - Croqui



Fonte: Acervo particular da autora.

3.2.1 Localização

O protótipo está localizado no município de Lajeado/RS, no campus do Centro Universitário Univates, em frente ao prédio 17 da Instituição, como mostrado na Figura 28.

Figura 28 - Localização do protótipo.



Fonte: Adaptado em 20/05/2017 de Google Maps, 2017.

O local escolhido teve por opção ser o de maior altitude de 48 metros, possuindo as coordenadas de latitude $29^{\circ}26'54.91''\text{S}$ e longitude $51^{\circ}56'42.06''\text{O}$, próximo ao prédio 17 e também por estar próxima à Estação meteorológica.

3.3 Execução

O protótipo criado foi baseado na *Atrapaniebla* de formato bidimensional, com o intuito de assemelhar ao existente para a obtenção de resultados satisfatórios de captação da água do nevoeiro.

Primeiramente foi realizado um croqui (Figura 27), afim de analisar a melhor maneira a se criar o protótipo, bem como os materiais existentes para a montagem do mesmo. A partir disso, foi listado um quantitativo de materiais necessários para a execução do protótipo.

A montagem do método de *Atrapaniebla* foi realizada no dia 15 de março de 2017, nas proximidades do prédio 17 da Instituição, com auxílio de duas pessoas do LATEC.

Afim de demonstrar o desenvolvimento da execução foi realizado um relatório fotográfico apresentando o desenvolvimento do protótipo, que está exposto a seguir.

3.3.1 Materiais utilizados

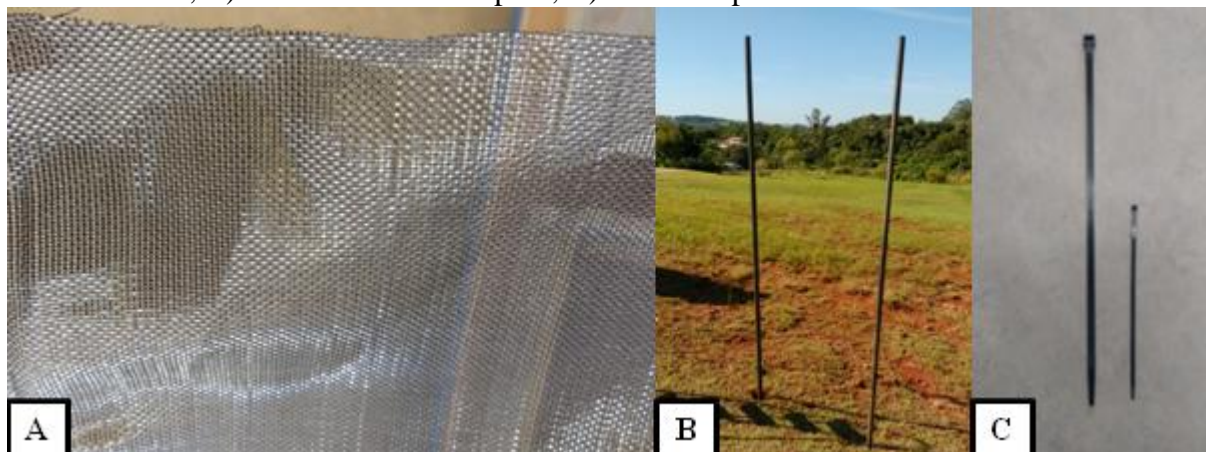
Conforme citado anteriormente no presente trabalho, a malha a ser utilizada, seguindo a referência do captador do Chile, é do tipo Raschel. Essa malha foi fabricada especificamente no Chile e, em contato com a Organização FogQuest para informações, a mesma informou que poderia ser utilizada a tela colocada para proteção do sol em lavouras e estufas, a tela de sombreamento conhecida como sombrite, com recomendações de adotar a que tivesse menor espaçamento possível entre as divisões da tela, pois se assemelharia com a Raschel, devido sua composição ser de polietileno, conforme o que afirma o autor Quezada Gutiérrez (2009).

A tela de sombrite adotada foi a com fator de sombreamento de 70% (Figura 29A) que possuía largura de 1,50 metros, existente também no mercado a com 3,00 metros de largura.

A mesma foi construída com uma área de captação de 1,5 m² e disposta a 1,00 m do chão, como demonstrado no croqui do Apêndice A.

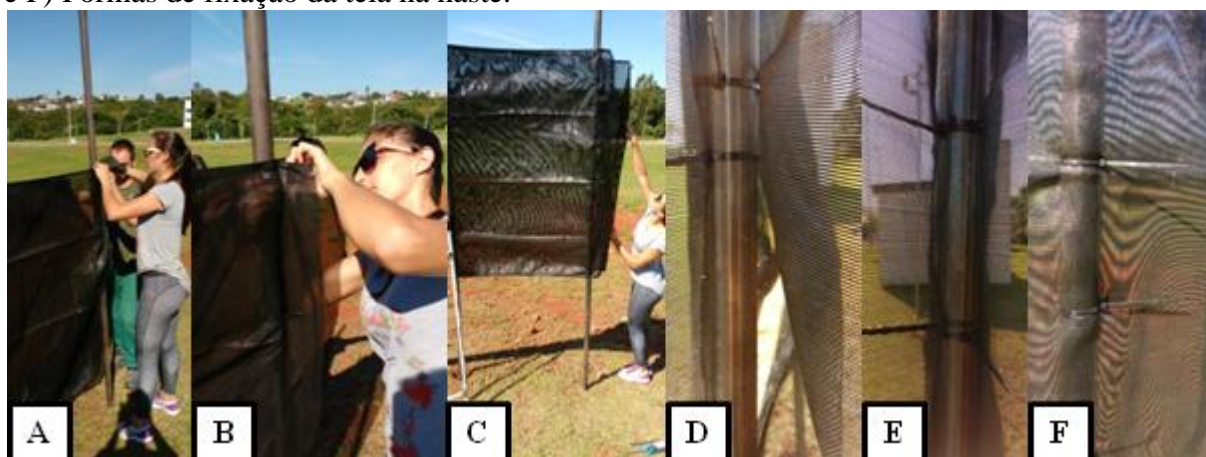
A tela foi fixada em das hastes metálicas (Figura 29B) de 3,00 m de altura cada, através de presilhas plásticas (Figura 27C). As hastes metálicas usadas como apoio foram enterradas aproximadamente 20 cm, profundidade suficiente para fixa-las. Envolveu-se a tela nas hastes de modo que se pôde fazer a volta nas duas hastes e fixar o restante em uma das extremidades. As adaptações para deixar a tela ajustada e firme também foram realizadas com as presilhas. A forma de execução, como foi presa e como ela fixou-se na haste são mostradas na sequência das Figuras 30A a 30F.

Figura 29 - Materiais utilizados na montagem e fixação da tela. A) Tela de Sombreamento: Sombrite 70%; B) Haste metálica de apoio; C) Presilhas plásticas.



Fonte: Acervo particular da autora.

Figura 30 - Montagem e fixação da tela. A, B e C) Formas de execução da tela na haste; D, E e F) Formas de fixação da tela na haste.



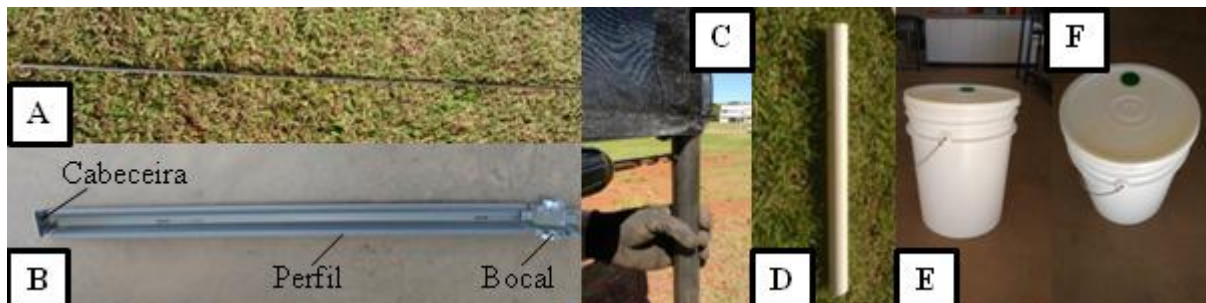
Fonte: Acervo particular da autora.

Após a fixação da tela, foi montado o coletor, para esse, foi utilizado um perfil de 1,00 m de ralo linear do mercado da marca Tigre, juntamente com ele uma cabeceira para fechar uma das suas pontas e na outra extremidade do perfil, foi usado um bocal para a ligação do cano que canalizou até o reservatório. O conjunto todo do ralo linear está mostrado nas Figuras 31 e 32.

Para amarração do coletor no protótipo foi utilizado uma barra de aço diâmetro 6,3mm com comprimento 1,10 metros (Figura 31A), que foi encaixada dentro das hastes metálicas, através da ajuda de uma furadeira (Figura 31C). Após o ferro preso, posicionou – se o coletor abaixo do mesmo, prendendo-o com presilhas plásticas (Figura 32A e 32B), de modo que se pôde permitir a inclinação do coletor para destinar o material para o reservatório de coleta.

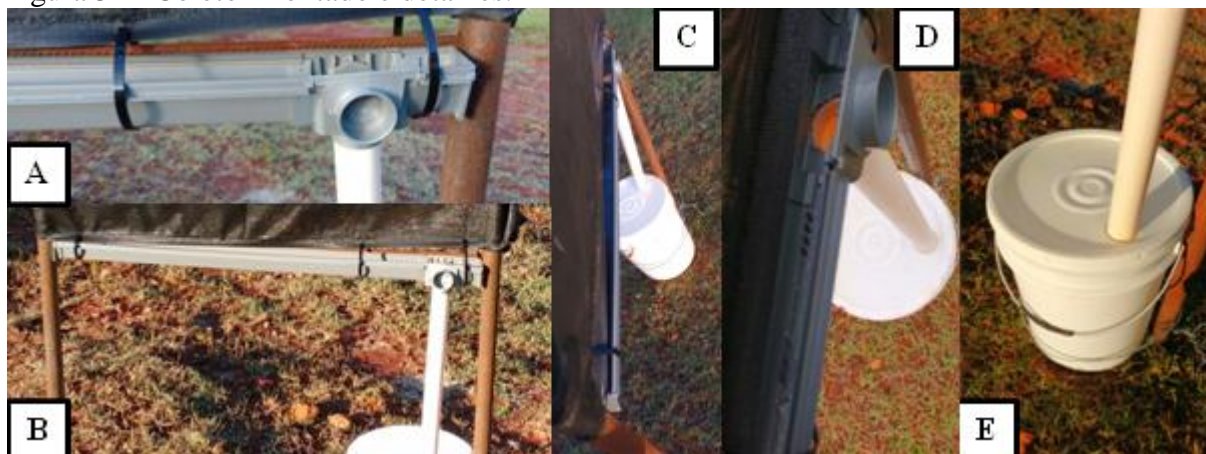
Ligado ao bocal do coletor, foi utilizado um cano de esgoto de diâmetro 40mm (Figura 31D), que encaixou na tampa (Figura 32E) do balde de 20 litros (Figura 31E e 31F), usado como reservatório do material coletado.

Figura 31 - Materiais utilizados na montagem e fixação do coletor. A) Barra de aço 1,10m; B) Ralo linear completo; C) Fixação da barra na haste; D) Cano de esgoto 40mm; E) e F) Reservatório 20 L.



Fonte: Acervo particular da autora.

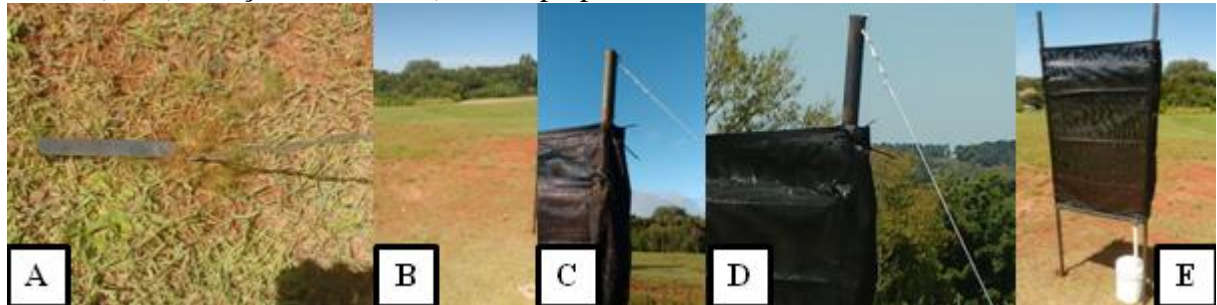
Figura 32 - Coletor montado e detalhes.



Fonte: Acervo particular da autora.

E por fim, foi realizada a fixação do protótipo, com a ajuda de um ferro dobrado em formato “L” fixado no solo (Figura 33A). O arame comercializado foi o tipo galvanizado N12, o mesmo foi preso na haste também através de um furo e após foi envolvido no ferro “L”, que foi cravado no solo. Desse modo, foi possível ajustar o protótipo e firma-lo, conforme mostram as Figuras 33B e 33E.

Figura 33 - Materiais utilizados na fixação do protótipo. A) e B) Ferro fixador e fixação no chão; C) e D) Fixação na haste; E) Protótipo pronto.

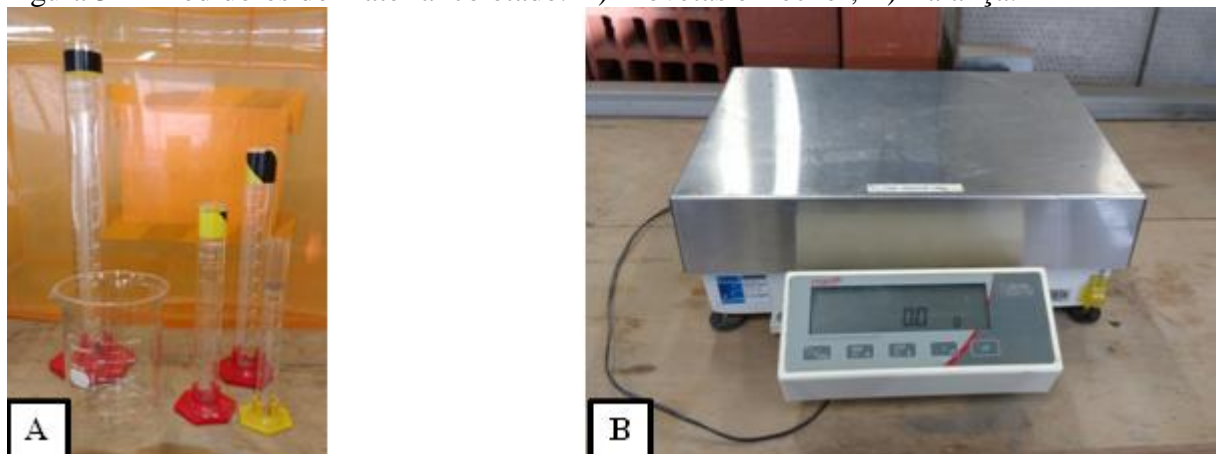


Fonte: Acervo particular da autora.

3.1 Equipamentos

Para avaliação à eficiência do protótipo, foram coletados dados captados pela calha e armazenados no reservatório todas manhãs por volta das 08h a 08h30min, com medições iniciadas em 21 de março até dia 14 de junho. A névoa captada era transportada para uma proveta ou becker (Figura 34A), essas por sua vez, possuíam leituras de intervalos em mililitros (ml) ou em litros (L), sendo possível quantificar o volume captado. As provetas e beckers possuíam limitações de volumes e, quando captado volumes maiores, foi utilizada a balança (Figura 34B) para pesar o volume de névoa em gramas (g), visto que 1 grama equivale a 1 ml, logo, obtia-se o volume com a mesma unidade de medida que os recipientes proveta e becker.

Figura 34 - Medidores do material coletado. A) Provetas e Becker; B) Balança.



Fonte: Acervo particular da autora.

Para fins de análise do desempenho e resultados, as coletas in loco foram comparadas aos dados da Estação meteorológica modelo Instrutemp ITWH-1080 (Figura 35A), localizada no prédio 17 da Instituição e pela Estação meteorológica automática modelo Vantage PRO 2 da marca DAVIS (Figura 35B), localizada no Prédio 5 da Instituição, repassados pelo CIH (DADOS..., 2017), afim de comparar estatísticas de coletas locais pela primeira com os dados regionais da segunda.

Com os dados de ambas as estações, levou-se em consideração parâmetros como a temperatura do ar (°C), a direção do vento, a umidade relativa do ar (%), o ponto do orvalho (°C) e os índices pluviométricos (ml ou litros), sendo possível assim, comparar aos dados da coleta e realizar uma análise quantitativa dentro dos parâmetros e verificar a eficiência do captador.

Figura 35 - Equipamentos de leitura de dados. A) Estação meteorológica modelo Instrutemp ITWH-1080; B) Estação meteorológica modelo Vantage PRO 2.



Fonte: Acervo particular da autora.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No presente capítulo serão apresentados os resultados do estudo, com exposição do desenvolvimento, análises e discussão destes.

4.1 Coleta de Dados

4.1.1 Dados coletados do protótipo

Através das coletas realizadas no protótipo pela autora, obtiveram-se os valores demonstrados na Tabela 9.

É possível perceber que os dados são limitados, em consequência ao período de coleta do material devido a ocorrência de muitos dias de chuva e esses dados foram descartados em relação à comparação da eficiência da coleta do orvalho pelo protótipo. Assim, os resultados obtidos, embora poucos, foram somente de captações do orvalho.

Tabela 9 - Dados Coletados

Data	Coleta (ml)	Data	Coleta (ml)
21/mar	5685ml	18/abr	870 ml
22/mar	2,5 ml	20/abr	0
23/mar	0	21/abr	0
24/mar	1391 ml	25/abr	52,5 ml
27/mar	0	26/abr	18885 ml
28/mar	0	27/abr	0
10/abr	153 ml	28/abr	0
13/abr	746 ml	02/mai	0

Continua na próxima página...

...continuação da Tabela 9.			
Data	Coleta (ml)	Data	Coleta (ml)
03/mai	0	18/mai	2,4 ml
04/mai	0	19/mai	0
05/mai	548,2 ml	22/mai	374 ml
08/mai	0	23/mai	0
09/mai	0	25/mai	135,3 ml
11/mai	0	29/mai	20205 ml
12/mai	150,3 ml	02/jun	9905 ml
15/mai	1560,8 ml	12/jun	16483 ml
16/mai	3,0 ml	13/jun	21 ml
17/mai	3,5 ml	14/jun	3 ml

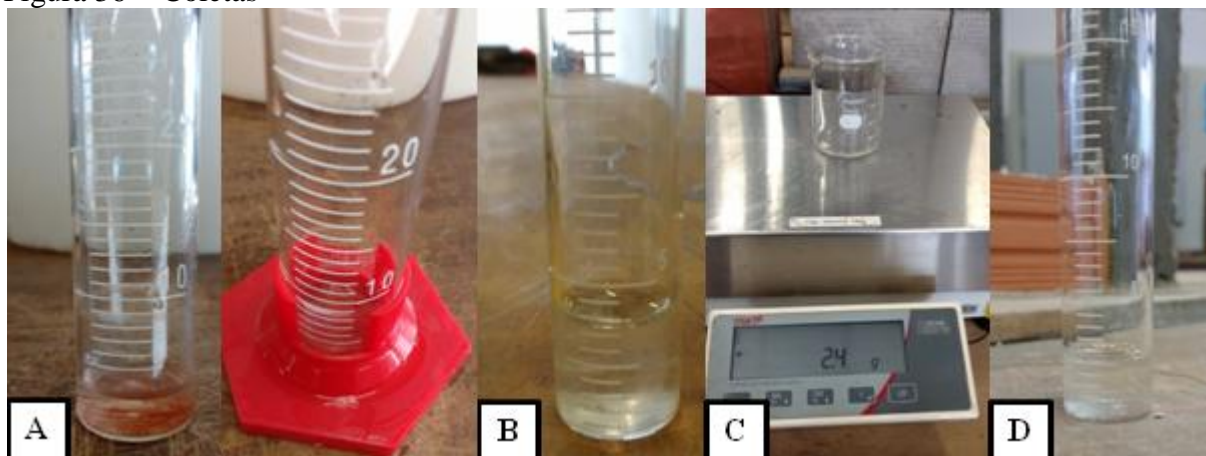
Fonte: Da Autora (2017).

Em análise à Tabela 9, é possível verificar as quantificações coletadas em mililitros (ml). As coletas iniciaram no dia 21 de março de 2017 e se findaram em 14 de junho de 2017. Nos intervalos de datas faltantes, não houveram coletas. E, nas coletas quantificadas como 0, são coletas caracterizadas como nulas.

A primeira coleta de névoa foi concretizada no segundo, no dia 22 de março de 2017, onde foram coletados 2,5 ml de névoa. Outras captações se concretizaram nos dias 17 e 18 de maio de 2017, com resultados de 3,5 e 2,4 ml respectivamente, e no dia 14 de junho de 2017 o total de 3,0 ml, também no período da manhã.

As coletas totalizaram cerca de 11,4 ml de névoa captada e são comprovadas através das Figuras 36A a 36D.

Figura 36 - Coletas



Fonte: Acervo particular da autora.

4.1.2 Dados coletados das estações meteorológicas

Nas Tabelas 10 e 11 a seguir são demonstrados os dados coletados através das estações meteorológica de modelo Instrutemp ITWH-1080 (Figura 35A) e estação meteorológica modelo Vantage PRO 2 da marca DAVIS (Figura 35B), fornecidos pelo CIH (DADOS..., 2017), bem como a coleta do respectivo dia. Em ambas se obtém e são comparados dados de ponto de orvalho ($^{\circ}\text{C}$), temperatura ($^{\circ}\text{C}$), umidade relativa (%), direção do vento e índices pluviométricos (mm).

Devido problemas técnicos, a estação meteorológica de modelo Instrutemp ITWH-1080 só obteve resultados a partir do dia 21 de abril de 2017, período este que já estava sendo coletado material no protótipo. Então, para fins de comparação, para esse período, serão utilizados os dados coletados somente pelo CIH (DADOS..., 2017), através da estação meteorológica modelo Vantage PRO 2. A partir disso, os dados serão comparativos entre as duas estações.

Do mesmo modo, não houveram coletas nos dias 25 e 26 de maio pela estação meteorológica modelo Vantage PRO 2 da marca DAVIS, considerando-se para esta data, somente os dados fornecidos pela estação meteorológica de modelo Instrutemp ITWH-1080, conforme o que mostram as Tabelas 10 e 11.

Tabela 10 - Dados da Estação Instrutemp ITWH-1080

Estação meteorológica de modelo Instrutemp ITWH-1080						
Data da coleta	Índices Pluviométricos (mm)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Umidade (%)	Ponto de Orvalho ($^{\circ}\text{C}$)	Direção Vento	Coleta (ml)
22/mar	-	-	-	-	-	2,5
17/mai	0,00	13,1	99%	13,0	S	3,5
18/mai	0,00	21	43%	8,0	NE	2,4
14/jun	0,00	13,5	99%	13,4	E	3,0

Fonte: Da Autora (2017).

Tabela 11 - Dados Estação Vantage PRO 2

Estação meteorológica modelo Vantage PRO 2						
Data da coleta	Índices Pluviométricos (mm)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Umidade (%)	Ponto de Orvalho ($^{\circ}\text{C}$)	Direção Vento	Coleta (ml)
22/mar	0,00	19,6	88%	18,8	NE	2,5
17/mai	0,20	12,2	100%	12,4	ESE	3,5
18/mai	4,60	17,9	81%	15,6	ENE	2,4
14/jun	0,00	12,7	100%	11,6	E	3,0

Fonte: Da Autora (2017).

Os dados se refinaram no que se observa às Tabelas 10 e 11, totalizando 11,4 ml, pois a comparação foi realizada considerando os horários de coleta, e por isso, mais dados não puderem ser considerados, visto que, houveram dias descartados em que o índice pluviométrico foi de 0,2 mm, mas esse descartado.

4.2 Análise Comparativa

A umidade relativa do ar pode-se ser adquirida e analisada de forma a observar-se a proximidade da temperatura do ambiente com a temperatura do ponto de orvalho, pois quando mais próximas as duas estiverem, mais umidade relativa o ar possuirá (STEINKE, 2015).

Do período já descrito de coleta, os dados coletados pela autora são todos demonstrados através da Tabela 9. Mas para fins de comparação, os concretizados foram os dias 22 de março de 2017, 17 e 18 de maio de 2017 e 14 de junho de 2017. Para os dias citados, foram coletados dados de ambas estações para realizar a comparação.

O ponto de orvalho é definido por Ayoade (2007), como a temperatura em que o ar se esfria para condensar, ou seja, atingir o 100% de umidade. É nessa determinada temperatura que o ar condensa, que ele passa ao estado líquido através da condensação e se transforma em orvalho. Por exemplo, na Tabela 10, o ponto de orvalho do dia 18 de maio de 2017 é atingido na temperatura 8°C, desse modo, é nesse momento que o ar vira orvalho.

Em confirmação à afirmação do primeiro parágrafo deste subtítulo, vê-se pelos dados da estação meteorológica de modelo Instrutemp ITWH-1080, através da Tabela 10, que a temperatura ambiente do dia 18 de maio de 2017 é de 21°C e a temperatura do ponto do orvalho de 8°C não se aproximam, devido a isso, a umidade relativa chega a 43%. Já em comparação aos dados da mesma estação no dia anterior, 17 de maio de 2017, a temperatura ambiente estava em 13,1 °C e a do ponto de orvalho em 13°C, observando-se a proximidade das duas é que se confirma a umidade de 99% captada pela estação citada.

Do mesmo modo, em observação aos dados da estação meteorológica Vantage PRO 2, o ponto de orvalho é atingido aos 12,4 °C no dia 17 de maio de 2017, devido a estação captar 100% nessa temperatura.

A partir da comparação dos dados entre as Tabelas 9, 10 e 11, é possível constatar que no dia 22 de março da coleta de 2,5 ml, a estação captou 88% de umidade, sendo favorável à captação e sem haver índice pluviométrico.

A comparação efetuada entre a Tabela 9 e a Tabela 10 é mais concreta, visto que a devida estação está localizada ao lado do protótipo, sendo assim, dados mais factíveis à comparação.

De acordo com a Tabela 10, no dia 17 de maio de 2017 a captação de 3,5 ml dá-se pela umidade está em 99%, devido a temperatura de 13,1°C se aproximar do ponto de orvalho em 13°C.

No dia 18 de maio de 2017, a umidade relativa de 43% obteve-se na temperatura 21°C, onde o ponto de orvalho aproximou-se aos 8°C, conforme é visualizado na Tabela 10.

É possível verificar a captação no dia 14 de junho de 2017, onde obteve-se 3,0 ml de captação de nevoeiro e verificar que nesse dia a umidade chegou a 99%, pois o ponto de orvalho esteve muito próximo a temperatura ambiente, sendo 13,4 °C e 13,5°C, respectivamente.

Em referência ao que o autor Quezada Gutiérrez (2009) explica, a Atrapaniebla deve ficar posicionada perpendicular ao vento, afim de receber a nuvem de frente e entrar em contato com mais umidade. Em relação ao sentido do vento, o protótipo está posicionado em posição Sul/Sudeste.

A posição dos ventos Leste (E) ou Oeste (W) seriam propícias por estarem perpendicularmente posicionadas em relação ao protótipo, ajudando na captação do orvalho.

Esse fator foi uma das condicionantes dos resultados das coletas, seu estudo foi realizado, mas de forma não profunda, dessa forma, não auxiliou na captação. As posições demonstradas através das Tabelas 10 e 11, nas captações dos dias 22 de março de 2017, 17 e 18 de maio de 2017 não são propícias e nem perpendiculares ao protótipo, dificultando assim, a positividade das coletas. Mas, em contraponto a coleta do dia 14 de junho obteve a direção Leste (E), sendo favorável a confirmação da coleta.

Os pontos⁹ cardeais, colaterais e subcolaterais das estações estão definidos por suas siglas: N, S, W, E, NE, NW, SE, SW, ENE, ESSE, SSE, NNE, NNW, SSW, WSW e WNW (BROWN; DEKAY, 2007).

⁹ Pontos cardeais: N, Norte, S, Sul, E, Leste, e W, Oeste; Pontos colaterais: NE, Nordeste, NW Noroeste, SE, Sudeste e SW, Sudoeste; Pontos subcolaterais: ENE, Lés-Nordeste, ESE, Lés-Sudeste, SSE, Sul-Sudeste, NNE, Nor-Nordeste, NNO, Nor-Noroeste, SSW, Sul-Sudoeste, OSO, Oés-Sudoeste e ONO, Oés-Noroeste (BROWN; DEKAY, 2007, p. 36)

5 CONCLUSÃO

A partir dessa necessidade e visando compatibilizar os sistemas alternativos existentes no Brasil e tentando compartilhar a eficiência da *Atrapaniebla* do Chile, foi realizado a experiência da criação de um novo protótipo de averiguação de funcionalidade para o mesmo fim de suprimento da necessidade da água, mas aproveitando – se de um recurso natural: névoa, através da coleta do próprio orvalho.

A discordância das condições climáticas do Chile com o Sul do Brasil, onde o protótipo foi criado, é relevante perante ao estudo, mas nenhuma região do país se iguala a temperatura e fenômeno *Camanchaca* do Chile, devido no Brasil haver índices pluviométricos e inexistir o fenômeno. Mas para fins de análise de eficiência, o protótipo foi instalado no município de Lajeado/RS, na região sul do país, considerada a mais úmida com predominância do clima subtropical e suas coletas são ponderadas às delimitações do presente município.

Conclui-se que a análise realizada em cima dos dados coletados e dos dados das estações apresentou resultados positivos perante a eficiência do protótipo. Embora poucos resultados puderam ser analisados no período de estudo, os mesmos foram criteriosos quanto a coleta somente do orvalho.

O que é de valia, perante a conclusão das captações, é que sim, pelo método independer de índices pluviométricos, ele pode ser utilizado como complementação à captação, por exemplo, de coleta de água de chuva.

Mas apesar da eficiência do protótipo ser comprovada, a análise não é aplicável de forma a abastecer como fonte alternativa. Dessa maneira apresentada, totalizando 11,4 ml

nesse período de um pouco mais de 3 meses, acredita-se que não respalda essa aplicação. Talvez sim, com novas formas de caracterização, com novas avaliações.

Algumas condicionantes foram criteriosas para obtenção dos resultados e, conclui-se a necessidade de evolução do estudo no Brasil, com aprimoramentos de instalação e métodos executivos. O protótipo pode ser estudado instalado a maiores altitudes, acima de 2 metros de altura do fundo do coletor do chão ou em outros lugares. Antes de sua aplicação é necessário realizar uma análise da captação, avaliando-se a localização, o terreno, as condições climáticas, condições de vento e de captação de nevoeiro. Desse modo, obtendo-se menores efeitos do solo como o calor e o vento a mínimos.

O horário de captação também pode ser melhor avaliado, invés de avaliar o período da manhã devido ter passado a noite e a formação de orvalho ser mais predominante nesse período, pode ser avaliado outro horário como por exemplo fim da manhã/início da tarde ou à noite.

Outro estudo que se buscou foi a análise de constituintes e impurezas da água: sulfatos, cloretos, fluoretos, nitritos e nitratos, através de cromatografia iônica, com ele, seria possível quantificar os ânions presentes na água da névoa captada. Para a realização desses ensaios seriam necessários aproximadamente 30 ml de amostra e, por se tratar de uma amostra desconhecida possivelmente seria exigido uma quantidade maior para possíveis diluições e confirmações de resultados. Assim sendo, não seria possível realizar, pois a quantidade de água captada não atingiu o volume necessário como também não permitiria um novo acúmulo da quantidade necessária, não sendo possível quantificar esses ânions.

Por fim, como sugestão de continuação de estudo, incentiva-se a aprofundar-se sobre a qualidade do nevoeiro captado, pois por não ser potável, a qualidade para aproximação disso depende de filtração e esterilização com areia ou filtros de carvão e esterilização solar. São opções viáveis e mais eficientes quando usadas em conjunto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Água na medida certa: A hidrometria no Brasil. Institucional. 2012. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/AguaNaMedidaCerta.pdf>>. Acesso em: 04 set. 2016.

AGUALTERNATIVA INGENIERÍA S.L. **Agualternativa Ingeniería Innovación y creatividad**. [2015?a]. Disponível em: <<http://agualternativa.com/general>>. Acesso em: 22 out. 2016.

_____. **Equipo_Garo_1**. [2015?c]. Altura: 657 pixels. Largura: 530 pixels. 659 kb. Formato PNG. 1 fotografia, color. Disponível em: <<http://agualternativa.com/quienes-somos>>. Acesso em: 22 out. 2016.

_____. **Garo_sobre_lava_2**. [2015?b]. Altura: 657 pixels. Largura: 1341 pixels. 881 kb. Formato PNG. 1 fotografia, color. Disponível em: <<http://agualternativa.com/productos>>. Acesso em: 22 out. 2016.

ALBUQUERQUE, Paulo Emílio Pereira de. Manejo de irrigação. **Embrapa**, Brasília, set. 2010. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/imanejo.htm>. Acesso em: 25 set. 2016.

ALVES, Célia. **Tratamento de Águas de Abastecimento**. 3 ed. Porto: Publindústria, 2010. 382 p.

AYOADE, J.O. Introdução à **Climatologia para os Trópicos**. 12ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 332 p.

BALADÓN, Andrés A. Captación de nieblas: fundamentos, experiencias y aplicaciones em el ámbito forestal. **Divulgameteo**, Espanha, n. 73, 3º trimestre 2003. p. 59-68. Disponível em: <<http://www.divulgameteo.es/uploads/Captaci%C3%B3n-de-nieblas.pdf>>. Acesso em: 16 out. 2016.

BROWN, Bird D. **2014_11_Innovate_WaterHarvesting_2_WB**. 2014b. Altura: 675 pixels. Largura: 1080 pixels. 65,3 kb. Formato JPEG. 1 desenho, color. Disponível em: <<http://www.sierraclub.org/sierra/2014-6-november-december/innovate/harvesting-water-thin-air#2>>. Aceso em: 12 out. 2016.

BROWN, Bird D. **2014_11_Innovate_WaterHarvesting_3_WB**. 2014a. Altura: 675 pixels. Largura: 1080 pixels. 83,9 kb. Formato JPEG. 1 desenho, color. Disponível em: <<http://www.sierraclub.org/sierra/2014-6-november-december/innovate/harvesting-water-thin-air#3>>. Acesso em: 12 out. 2016

BROWN, G.Z.; DEKAY, Mark. **Sol, Vento & Luz: Estratégias para o Projeto de Arquitetura**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES. Centro de Informações Hidrometeorológicas – CIH. **Estiagens em Lajeado no período de 2004 a 2015**. 2016. Informações por correio eletrônico.

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES. Centro de Informações Hidrometeorológicas – CIH. **Balanco Hídrico do ano de 2004**. 2016. Informações por correio eletrônico.

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES. Centro de Informações Hidrometeorológicas – CIH. **Dados Meteorológicos de 21 de março a 14 de junho de 2017**. 2017. Informações por correio eletrônico.

CHEMIN, Beatris F. **Manual da Univates para trabalhos acadêmicos: planejamento, elaboração e apresentação**. 3. ed. Lajeado: Univates, 2015.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - SABESP. **Boletim dos Mananciais**. 2015. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/uploads/file/boletim/boletim_mananciais_15jan15.pdf>. Acesso em: 25 set. 2016.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP. **Sistema Cantareira 40 anos de atividade**. 2012. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/imprensa/noticias-detalle.aspx?secaoId=66&id=3752>>. Acesso em: 26 ago. 2016.

DEVES, Otávio Diel. Utilização da Água: Um Estudo de Captação de Água das Chuvas e a Importância das Políticas e da Educação Ambiental. In: IV ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE - ANPPAS, 2008, Distrito Federal. **Anais...** Brasília: ANPPAS, 2008. Disponível em: <<http://www.anppas.org.br/encontro4/cd/ARQUIVOS/GT12-421-145-20080424085416.pdf>>. Acesso em: 03 set. 2016.

DI BERNARDO, Luiz.; SABOGAL PAZ, Lyda P. **Seleção de Tecnologias de Tratamento de Água**. Vol I. São Carlos: Editora LDIBE Ltda, 2008.

DOMINGA NUEVA MINERÍA. **Atrapanieblas Dominga en El Sarco**. 2015. Altura: 264 pixels. Largura: 604 pixels. 32 kb. Formato PNG, , color. Dispon[ível em: <<http://www.conocedominga.cl/blog/2015/01/16/fotos-el-atrapanieblas-dominga-en-el-sarco/>>. Acesso em: 12 out. 2016.

DUCCI, José I. A. **Alta Patache**. 2015. Altura: 800 pixels. Largura: 1200 pixels. 252 kb. Formato JPEG; fotografia, color. Disponível em: <<http://www.laderasur.cl/reportajes/cosechando-la-camanchaca-en-un-chile-desierto/>>. Acesso em: 12 out. 2016.

ESPINOSA, Carlos. Public Space for the extreme: condensation. **Networked Urbanism**, Madrid, julh/2016. Disponível em: < <http://networkedurbanism.com/posts/public-space-for-the-extreme-condensation/>>, Acesso em: 16 out. 2016.

FEIL, Alexandre A. **Modelagem Matemática visando a caracterização e à previsão futura do sistema de abastecimento de água no município de Lajeado/RS**. 2010. 126 f. Dissertação (Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento) – Centro Universitário Univates, Lajeado. Disponível em: <<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/120/1/AlexandreAndreFeil.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2016.

FERREIRA, Antônio D. D. **Habitação Autossuficiente**: Interligação e integração de sistemas alternativos. 1 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2014.

FOG Collection Project Falda Verde. **Fog Quest**. 15 fev. 2005. Disponível em: < http://www.fogquest.org/newsletters/Fog_Newsletter_0502.pdf>. Acesso em: 16 out. 2016.
FOGQUEST. **About FogQuest**. [2011a]. Disponível em: <<http://www.fogquest.org/about-fogquest/what-we-do/>>. Acesso em: 16 out. 2016.

_____. **Project Information**. [2011b]. Disponível em: <<http://www.fogquest.org/project-information/current-projects/>>. Acesso em: 16 out. 2016.

FOGQUEST.. **Tanks_composite**. 2016. Altura: 800 pixels. Largura: 1198 pixels. 489 kb. Formato JEG, fotografia, color. Disponível em: < <http://www.fogquest.org/author/tony/>>. Acesso em: 16 out. 2016.

_____. **Vollmer_Peak_West_SFC**. 2014. Altura: 450 pixels. Largura: 600 pixels. 172 kb. Formato JEG, fotografia, color. Disponível em: <<http://www.fogquest.org/latest-news/page/2/>>. Acesso em: 16 out. 2016.

GNADLINGER, João. **Colheita de água de chuva em áreas rurais**. In: Fórum Mundial da Água, 2, 2000, Holanda. **Anais...** Disponível em: <<http://www.irpaa.org/colheita/indexb.htm>>. Acesso em: 09 out. 2016.

GRAY, Nick.F. **Calidad Del água potable problemas y soluciones**. Espanha:Editorial Acribia, 1994. 365 p.

HERRMANN, T.; SCHMIDA, U. **Rainwater utilization in Germany**: efficiency, dimensioning, hydraulic and environmental aspects. Urban Water, 1999.

MATEUS, Manuel A. S. **Especialización de Recursos Hídricos Y Medio Ambiente**: Niebla como fuente alternativa para suministro de agua. 2015. 98 p. Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Bogotá, Colombia, 2015.

NARDOCCI, Adelaide C.; JUNIOR, Arlindo P.; FINK, Daniel R.; FILHO, Darcy B.; GRULL, Doron.; SANTOS, Geraldo J. Dos.; FILHO, Hélio. P.; SANTOS, Hilton F. Dos.; HESPANHOL, Ivanildo.; BLUM, José R. C.; MANCUSO, Pedro C. S.; EIGER, Sérgio.; PAGANINI, Wanderley da S.; et al. **Reuso da Água**. São Paulo: Editora Manole Ltda, 2003. 576 p.

NOGUEIRA, Paulo Ferraz. **Água reutilizada pode afastar o fantasma da seca**. Disponível em: < <http://www.uniagua.org.br/website/default.asp?tp=3&pag=reuso.htm%3E> >. Acesso em: 03 set. 2016.

NUVOLARI, Ariovaldo; COSTA, Regina Helena Pacca G. Tratamento de afluentes. In: TELLES, Dirceu D Alkmin; COSTA, Regina Helena Pacca Guimarães (Coords). **Reuso da água: conceitos, teorias e práticas**. 2. ed. rev. atual. ampl. São Paulo: Blucher, 2010.

PASCUAL, Juan Antonio et al. Tecnología para la recolección de agua de niebla. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL TCNOHISTORIA, IV, México, 2011. **Proceedings...** México, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Ojilve_Ramon_Medrano_Perez/publication/257199788_TECNOLOGIA_PARA_LA_RECOLECCION_DE_AGUA_DE_NIEBLA/links/004635249e0fbcc454000000.pdf>. Acesso em: 12 out. 2016.

POSTEL, Sandra. **Last oasis: facing water scarcity**. 1 ed. New York: W.W. Norton & Company Ltda, 1992.

QUEZADA GUTIÉRREZ, Marcelo (Org.). Diseño generativo: aplicación en sistemas de atrapanieblas em el norte de Chile. **Seminário de Diseño Computacional**, 2., 2009. Santiago: Universidad de Chile, 2009.

REBOUÇAS, Aldo da C.; BRAGA, Benedito; TUNDISI, José G. **Águas Doce no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3 ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006, 748 p. REIS, Bruno de Souza. **Análise Ambiental da Relevância do Aproveitamento de Águas de Chuva para Usos Não Nobres: Impactos na Economia Doméstica e na Sustentabilidade do Planeta**. 2007. Monografia (Graduação) – Curso de Especialização em Análise Ambiental, Universidade Federal de Juiz de Fora.

REPORTAGEM acompanha missão de resgate de botos presos em rios. **Globo.com**, São Paulo, 04 set. 2016. Disponível em: <<http://g1.globo.com/fantastico/noticia/2016/09/reportagem-acompanha-missao-de-resgate-de-botos-presos-em-rios.html>>. Acesso em: 07 set. 2016.

RIBEIRO, Ricardo. **Ciclo_hidrologico_artigo**. [2015?]. Altura: 933 pixels. Largura: 1438 pixels. 196 kb. Formato JPEG; 1 imagem, color. Disponível em: <http://www.ecomvoce.com.br/Figuras/ciclo_hidrologico_artigo.pdf>. Acesso em: 03 out. 2015.

RUZ, Cristian. Public Space for the extreme: condensation. **Networked Urbanism**, Madrid, julh/2016. Disponível em: < <http://networkedurbanism.com/posts/public-space-for-the-extreme-condensation/>>. Acesso em: 16 out. 2016.

SANTOS, Vanessa Sardinha Dos. **Aproveitamento da água das chuvas**. [2015?]. Disponível em: <<http://www.brasilescola.com/biologia/aproveitamento-agua-das-chuvas.htm>>. Acesso em: 26 ago. 2016.

SCHEMENAUER, Robert S.; CERECEDA, Pilar; OSSES, Pablo. **The complementary aspects or projects to collect rain, fog and dew**. In: XI IRCSA CONFERENCE – PROCEEDINGS, 1., 2015, Colombia, Anais... Colombia, 2015, 20 p.

SENA, Carolina C. **Estimativa e espacialização do balanço hídrico climatológico para o Estado de Goiás**. 2014. 59 p. Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual De Goiás (UnUCET), Anápolis. Disponível em: < http://www.unucet.ueg.br/biblioteca/arquivos/monografias/TCC_Correcao.pdf>. Acesso em: 25 set. 2016.

SHIKLOMANOV, I. A. **World water resources: a new appraisal and assessment for the 21st Century**. In: *International Hydrological Programme (IHP)*, Unesco, 1998. 37 p

SILVA, Aderaldo de S. et al. **Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro**. In: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Semi-Árido Petrolina-PE, 2007. 181 p. Disponível em: < <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/142156/1/Brito.-Livro-agua-chuva.pdf>>. Acesso em: 07 set. 2016.

SILVA, Aderaldo de S.; PORTO, Everaldo R. **Utilização e conservação dos recursos hídricos em áreas rurais do trópico semi-árido do Brasil**. In: Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido - CPATSA, Petrolina-PE, 1982, 129 p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/66833/1/Documento-14.pdf>>. Acesso em: 07 set. 2016.

SILVA, Ana R. V.; TASSI, Rutinéia. Dimensionamento e simulação do comportamento de um reservatório para aproveitamento de água da chuva: resultados preliminares. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, artigo 35, [2005]. Disponível em: < <http://www.rhama.net/download/artigos/artigo35.pdf>> . Acesso em: 09 out. 2016.

STEDUTO, Pasquale; HSIAO, Theodore C.; FERERES, Elias; RAES, Dirk. *Maize*. In: *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (Org.). Crop yield response to water*. v 66. Roma, 2012. 503 p. Disponível em: < <http://www.fao.org/nr/water/docs/irrigationdrainage66.pdf>>. Acesso em: 07 set. 2016.

STEINKE, Ercília Torres. **Climatologia fácil**. 1^a reimp. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 144 p.

STONE, Luís. F.; SILVEIRA, Pedro M. da; MOREIRA, José A. A. **Irrigação**. In: GONZAGA, A. C. de O. (Ed.). *Feijão: o produtor pergunta, a Embrapa responde*. 2. ed. rev. e atual. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 97-112. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/123561/1/p97.pdf>>. Acesso em: 07 set. 2016.

SUPERINTERESSANTE. **Os 10 maiores períodos de secas no Brasil**. Disponível em: <<http://super.abril.com.br/blogs/superlistas/os-10-maiores-periodos-de-seca-no-brasil/>>. Acesso em: 26 ago. 2016.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de Água de chuva para Áreas Urbanas e Fins Não Potáveis**. 2 ed. São Paulo: Navegar, 2005.

UNITED NATIONS WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMM - WWAP. **The United Nations World Water Development Report 2016: Water and Jobs**. Paris: UNESCO, 2016. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002439/243938e.pdf>>. Acesso em: 11 set. 2016.

_____. **The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World.** Paris: UNESCO, 2015. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002318/231823E.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2016.

WARKA WATER. **Design.** [2015?a]. Disponível em: <<http://www.warkawater.org/design>>. Acesso em: 16 out. 2016.

_____. **Evolution.** [2015?b]. Disponível em: <<http://www.warkawater.org/evolution>>. Acesso em: 16 out. 2016.

_____. **WS_IM_PJ_DN_MA_Polyester_Cables.** [2015?c]. Altura: 284 pixels. Largura: 1061 pixels. 567 kb. Formato PNG, figura, color. Disponível em: <<http://www.warkawater.org/design>>. Acesso em: 16 out. 2016.

_____. **Imgpsh_fullsize2.** [2015?d]. Altura: 1223 pixels. Largura: 2000 pixels. 351 kb. Formato JPEG, figura, color. Disponível em: <<http://www.warkawater.org/design>>. Acesso em: 16 out. 2016.

_____. **WW_DW_IL_Evolution_151001_WP_02_1200x491.** [2015?e]. Altura: 438 pixels. Largura: 1038 pixels. 133 kb. Formato PNG, figura, color. Disponível em: <<http://www.warkawater.org/evolution>>. Acesso em: 16 out. 2016.

_____. **WW_IM_PH_V1.7_150904_Bomarzo_EdibleGarden_SAM_0006_1920x10... _Flickr.** [2015?f]. Altura: 519 pixels. Largura: 1167 pixels. 1,57 MB. Formato PNG, figura, color. Disponível em: <<https://www.flickr.com/photos/warkawater/23518527002/in/album-72157662135556356/>>. Acesso em: 16 out. 2016.

_____. **086_IM_ST_3.2_150411_601_1200x498.** [2015?g]. Altura: 448 pixels. Largura: 1200 pixels. 57,5 kb. Formato JPEG, figura, color. Disponível em: <<http://www.warkawater.org/design>>. Acesso em: 16 out. 2016.