

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL EM MUNICÍPIOS**

ALAN JUNIOR PIZZATTO


**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E FINANCEIRA DA  
IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA  
PARA ABASTECIMENTO COMUNITÁRIO NO MUNICÍPIO DE  
LINDÓIA DO SUL/SC.**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

MEDIANEIRA

2018

ALAN JUNIOR PIZZATTO



**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E FINANCEIRA DA  
IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA  
PARA ABASTECIMENTO COMUNITÁRIO NO MUNICÍPIO DE  
LINDÓIA DO SUL/SC.**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista na Pós Graduação em Gestão Ambiental em Municípios – Polo UAB do Município de Concórdia, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Medianeira.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Carla Adriana Pizarro Schmidt

MEDIANEIRA

2018



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

### ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E FINANCEIRA DA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA PARA ABASTECIMENTO COMUNITÁRIO NO MUNICÍPIO DE LINDÓIA DO SUL/SC.

Por

**ALAN JUNIOR PIZZATTO**

Esta monografia foi apresentada às 18h do dia **17 de Agosto de 2018**, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista no Curso de Especialização em Gestão Ambiental em Municípios – Polo de Concórdia, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho Aprovado.

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Carla Adriana Pizarro Schmidt  
UTFPR – Câmpus Medianeira  
(orientadora)

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Eliane Rodrigues dos Santos Gomes  
UTFPR – Câmpus Medianeira

---

Prof. Me. Edward Seabra Junior  
UTFPR – Câmpus Medianeira

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso.-

***“À minha família,  
Por me mostrar o verdadeiro  
Caminho da vida,  
Com amor, dedico.”***

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pelo dom da vida, pela fé e perseverança para vencer os obstáculos.

A minha família em especial a minha noiva Lidiane, pela orientação, dedicação e incentivo nessa fase do curso de pós-graduação e durante toda minha vida.

A minha orientadora professora Dra. Carla Adriana Pizarro Schmidt pelas orientações ao longo do desenvolvimento da pesquisa.

Agradeço aos professores do curso de Especialização em Gestão Ambiental em Municípios, professores da UTFPR, Câmpus Medianeira.

Agradeço aos tutores presenciais e a distância que nos auxiliaram no decorrer da pós-graduação.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

***“Cada dia a natureza produz o  
suficiente para nossa carência.  
Se cada um tomasse  
o que lhe fosse necessário,  
não havia pobreza no  
mundo e ninguém morreria de fome.”  
(Mahatma Gandhi)***

## RESUMO

PIZZATTO, Alan Junior. Estudo da Viabilidade técnica e Financeira da Implantação de Sistema de Captação de Água da Chuva para Abastecimento Comunitário no Município de Lindóia do Sul/SC, 2018.48. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018.

As técnicas para aproveitamento de água da chuva são simples, sustentáveis e contribuem para diminuição no consumo de água natural ou de aquíferos, bem como para preservação dos recursos hídricos para as futuras gerações. Neste estudo avaliou-se a viabilidade de implantação de sistema de captação de água da chuva para abastecimento comunitário no Município de Lindóia do Sul – SC. Foram avaliados os dados pluviométricos na área em estudo constatando-se que nossa região possui bom índice de precipitações pluviométricas constatando-se que podem ser implantados mecanismos de captação de água da chuva. Levantou-se através de questionário dados referente às propriedades rurais bem como se as mesmas teriam interesse em implantar esses sistemas, houve uma boa aceitação das famílias entrevistados que demonstraram preocupação com a preservação dos recursos hídricos. A área em estudo apresentou estruturas favoráveis à implantação de sistema de captação, sendo dimensionado um reservatório com capacidade de armazenamento de até 105 mil litros de água, que de acordo com os dados de consumo seria superior ao necessário, onde para isso será instalado um reservatório de 40 mil litros de água que atenderia a demanda da área de estudo e ainda haverá uma reserva caso o consumo aumente. Como o estudo buscou mostrar a viabilidade de implantação do sistema de captação, levantaram-se os custos de implantação do sistema de captação bem como a rede de distribuição, o que se constatou que os custos ficariam elevados inviabilizando a implantação para abastecimento coletivo, diante do resultado apresentou-se também os custos de implantação do sistema individual por propriedade o que ficou mais acessível, aonde dessa maneira cada propriedade poderá caso opte implantar seu próprio sistema de captação, e o centro comunitário implantar o dele próprio para seus usos finais.

**Palavras-chave:** Aproveitamento, reuso, cisterna, sustentável.

## ABSTRACT

PIZZATTO, Alan Junior. Study of the Technical and Financial Viability of the Implementation of Rainwater Harvesting System for Community Supply in the Municipality of Lindóia do Sul / SC, 2018.48. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018.

The techniques for using rainwater are simple, sustainable and contribute to a reduction in the consumption of natural water or aquifers, as well as for the preservation of water resources for future generations. This study evaluated the feasibility of implantation of rainwater harvesting system for community supply in the city of Lindóia do Sul - SC. Rainfall data were evaluated in the study area, showing that our region has a good rainfall index, and rainfall capture mechanisms can be implemented. Data were collected through a questionnaire referring to rural properties as well as if they would have interest in implementing these systems, there was a good acceptance of the families interviewed who showed concern about the preservation of water resources. The study area presented favorable structures for the implantation of a catchment system, with a reservoir with a storage capacity of up to 105,000 liters of water, which according to consumption data would be higher than necessary, where a reservoir of 40 thousand liters of water that would meet the demand of the study area and there will still be a reserve if consumption increases. As the study sought to show the feasibility of implementing the capture system, the costs of implementation of the capture system and the distribution network were raised, which showed that costs would be high, making it impossible to establish a collective supply, The result was also the costs of implementing the individual property system, which became more accessible, whereby each property could, if it chose, implement its own funding system, and the community center implement its own for its final uses.

**Keywords:** Utilization, reuse, cistern, sustainable.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Ciclo Hidrológico. ....	14
Figura 2 - Regiões Hidrográficas Brasileiras. ....	16
Figura 3 - Regiões Hidrográficas do Estado de Santa Catarina. ....	18
Figura 4 - Divisão na Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga. ....	19
Figura 5 Esquema do Sistema de Captação de Água de Chuva. ....	24
Figura 6 Cisterna de Placa Cimento. ....	26
Figura 7 Cisterna de Lona de PEAD. ....	27
Figura 8 Cisterna de Polietileno ....	28
Figura 9 Delimitação da Área em Estudo. ....	32
Figura 10 Delimitação da Área em Estudo. ....	33
Figura 11 Questionário. ....	37
Figura 12 Precipitação 1992-2018. ....	38
Tabela 1- Distribuição da Massa de Água no Planeta. ....	14
Tabela 2 - Precipitação Média Ocorrida entre os Anos de 1961 a 2007 ....	16
Tabela 3 Consumo de Água por Atividade Doméstica ....	20
Tabela 4 Precipitação 2012-2017. ....	39
Tabela 5 Orçamento de Implantação do Sistema de Captação de Água da Chuva. ....	41
Tabela 6 Orçamento de Implantação do Sistema de Captação de Água da Chuva (individual) ....	42

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>13</b>
2.1 RECURSOS HIDRICOS E SUA DISPONIBILIDADE .....	13
2.2 RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL .....	15
2.3 RECURSOS HÍDRICOS EM SANTA CATARINA .....	17
2.4 USOS DA ÁGUA .....	19
2.5 REUSO DA ÁGUA .....	21
2.6 APROVEITAMENTO E CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA .....	22
2.7 QUALIDADE DA ÁGUA DA CHUVA .....	23
2.8 COMPONENTES BÁSICOS DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA.....	24
2.8.1 Área de Captação da Água da Chuva.....	24
2.8.2 Calhas e Tubulações.....	25
2.8.3 Sistemas Filtragem.....	25
2.8.4 Cisternas ou Tanques de Armazenamento .....	25
2.8.4.1 Cisterna de placas de cimento .....	26
2.8.4.2 Cisterna de lona PEAD.....	27
2.8.4.3 Cisterna de polietileno .....	27
2.9 MÉTODOS PARA DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIO PARA CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA .....	28
2.9.1 Método de Rippl .....	28
2.9.2 Método da Simulação.....	29
2.9.3 Método Azevedo Neto .....	29
2.9.4 Método Prático Alemão .....	30
2.9.5 Método Prático Inglês.....	30
2.9.6 Método Prático Australiano .....	31
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>32</b>
3.1 LOCAL DA PESQUISA .....	32
3.2 TIPO DE PESQUISA.....	33
3.4 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	34
3.5 ANÁLISES DOS DADOS .....	35
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>37</b>
4.1 LEVANTAMENTOS DE DADOS DAS PROPRIEDADES RURAIS.....	37
4.2 LEVANTAMENTOS DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS .....	38
4.3 DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO .....	39

4.4 CUSTOS PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA .....	41
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>43</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>44</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural, que causa cada vez mais discussões. Estamos vivendo em uma era em que a água já não está disponível nem em quantidade e nem qualidade. Várias regiões do planeta já sofrem com a escassez e enfrentam sérios problemas de saúde pública em relação a isso. A água assim como todos os recursos naturais que temos a disposição, vem sendo usada de forma exagerada pela sociedade num todo para os mais diversos usos.

A água é encontrada em abundância no nosso planeta, no entanto a mesma está disponível sob a forma de geleiras e água salgada, e apenas uma fração está disponível em mananciais superficiais e subterrâneos. A escassez de água doce é cada vez mais preocupante, o tratamento é cada vez mais oneroso, e as distâncias para implementação de sistema de distribuição demandam cada vez mais recursos e infraestrutura.

A busca por novas técnicas para aproveitar a água da chuva vem sendo discutida amplamente em estudos científicos, uma vez que é uma alternativa viável para as regiões que possuem pouca disponibilidade de água e esta poderia estar suprimindo a necessidade, além disso, é uma técnica sustentável que pode ser instalada em uma simples residência ou até mesmo em grandes empreendimentos.

Dados meteorológicos disponíveis em instituições oficiais apontam que no oeste catarinense apresenta boa média de precipitações. No entanto, as mesmas são irregulares, ou seja, em determinados períodos as precipitações são consideráveis e em outros escassas.

A água proveniente das chuvas que cai sobre os inúmeros telhados tem um potencial de aproveitamento muito grande, onde pode ser coletada e armazenada em reservatórios próprios, e tratada adequadamente, pode ter vários usos, como: utilização para sistemas sanitários, lavação de carros, calçadas, jardins entre outros usos. Os sistemas de aproveitamento da água da chuva são sistemas práticos e que não demandam de grandes obras, podem ser adaptados à realidade e potencial de cada região. No entanto está tecnologia ainda não está amplamente difundida e, conseqüentemente, pouco utilizada.

A comunidade Linha XV de novembro, localizado no interior do município de Lindóia do Sul - SC é basicamente agrícola, tendo também as atividades de

bovinocultura leiteira e suinícola e também pequenas agroindústrias familiares possuem pouco mais de 30 famílias e ainda conta com uma infraestrutura de uma sede comunitária com igreja, uma escola municipal.

A motivação por esse estudo através da implantação da cisterna representa uma economia de água, oriunda de fontes naturais e poços tubulares. Além disso, por se tratar de um espaço de uso comum, os resultados terão visibilidade, podendo incentivar a comunidade a conhecer e na medida do possível, implantar o sistema de reuso para uso particular.

A importância na reutilização deste recurso natural, como uma forma alternativa, visa principalmente à redução dos custos com a água que é utilizada através da rede comunitária, embora esta não tenha custo elevado. Com a implantação deste sistema de captação da água da chuva, a comunidade estará realizando uma prática sustentável. Além de ser uma prática sustentável, deve se manter na comunidade trabalhos relacionados à educação ambiental, ressaltando o objetivo do reaproveitamento da água da chuva como conscientização ambiental.

Os objetivos deste estudo são os de avaliar a viabilidade técnica para implantação de sistema de captação de água da chuva em comunidade rural do município de Lindóia do Sul – SC, mediante levantamento dos dados pluviométricos do município de Lindóia do Sul, demanda de consumo de água, apresentando um dimensionamento de reservatório, de acordo com as condições de captação e a viabilidade ambiental do mesmo.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 RECURSOS HIDRICOS E SUA DISPONIBILIDADE

A água é um recurso natural limitado, fundamental para a manutenção da vida e também para o desenvolvimento econômico. Atualmente, com o crescimento populacional, metropolização das cidades, escassez de mananciais, e a poluição dos recursos hídricos gera preocupação com a qualidade e disponibilidade deste recurso que vem crescendo significativamente ao redor do mundo (SILVEIRA, 2008).

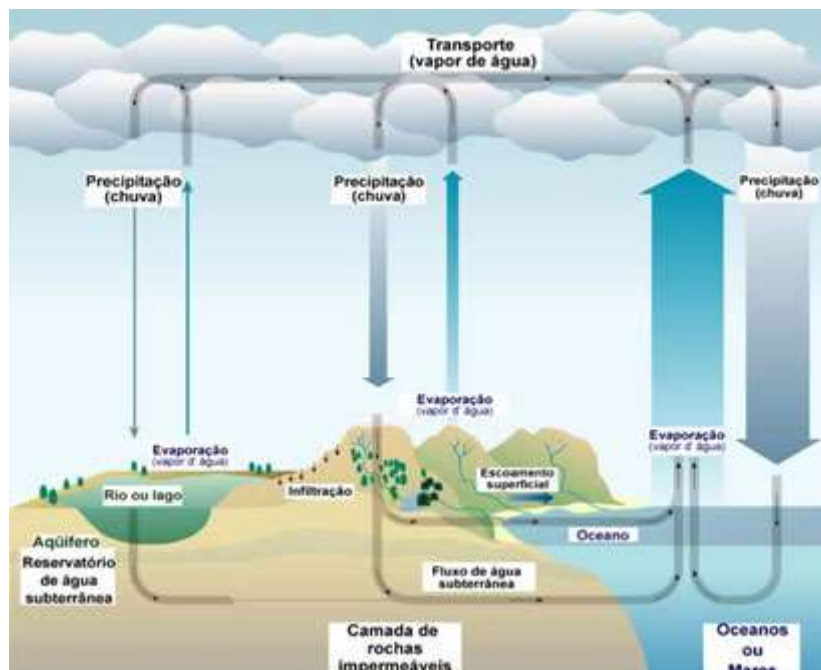
Segundo a Lei 9433/97 da Política Nacional de Recursos Hídricos a água é um recurso limitado, dotado de valor econômico, cuja responsabilidade deve ser assegurada para esta e as futuras gerações, nos padrões de qualidade adequados aos respectivos usos. A água é uma das chaves do desenvolvimento sustentável, possui importância crucial para as dimensões social, econômica e ambiental do desenvolvimento (GRANZIERA, 2006).

De acordo com Reis, Fadigas e Carvalho (2012), a água é um recurso mineral essencial para a existência de vida na terra, hoje já não se diz mais que ela é um recurso inesgotável, várias regiões do planeta já sentem a sua falta, seja pela escassez, ou pelo baixo índice de qualidade para o consumo humano.

A água vinha sendo explorada até pouco tempo, sem critério algum, e em muitos casos de forma inadequada, sendo importante no desenvolvimento de vários países, e utilizada nos setores de agricultura, produção de energia, indústria e dentre outros a qual sua utilização é importante para movimentação produtiva e econômica (MACHADO, 2004).

Na opinião de Reis, Fadigas e Carvalho (2012), a água, assim como a energia proveniente do sol, é responsável pela vida no planeta, que é formado em grande parte por ela. Estima-se que 70% da superfície da terra é coberta por água, sendo que, deste total, 3% é de água doce e 97 % de água salgada.

A água é única substância que existe nos três estados da matéria (sólido, líquido e gasoso) na natureza. A existência destes três estados implica que a água passa do globo terrestre para a atmosfera e é denominada por ciclo hidrológico (WEIERBACHER, 2008), como se pode observar na Figura 1.



**Figura 1 - Ciclo Hidrológico.**  
**Fonte: CPRM (2018).**

Para Machado (2004), da água doce utilizada pelo homem, a maior parcela (68,9%) é formada pelas calotas polares, geleiras e neves eternas que cobrem os cumes das montanhas; o restante é constituído por águas subterrâneas (29,9%), água doce nos rios e lagos (0,3%) e em outros reservatórios (0,9%). A distribuição de água no Planeta, de acordo com os dados de Reis, Fadigas e Carvalho (2012), pode ser observada na Tabela 1.

**Tabela 1- Distribuição da massa de água no planeta**

Localização	% da água total	% da água doce
Água salgada	96,5	-
Água doce	3,5	-
Oceanos	96,5	-
Subsolo e unidade do solo	1,7	29,9
Calotas polares	1,74	68,9
Geleiras	0,003	0,12
Solos salgados	0,022	0,86
Lagos	0,0013	0,26
Pântanos	0,0008	0,03
Rios	0,0002	0,006
Biomassa	0,0001	0,003
Vapor na atmosfera	0,001	0,04

**Fonte: Reis, Fadigas e Carvalho (2012).**

O planeta está ficando sem água doce, a humanidade está poluindo, desviando e esgotando as fontes finitas de água na terra, em um ritmo perigoso que aumenta constantemente e ameaça as futuras gerações (BARLOW, 2009).

## 2.2 RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

Nossa riqueza de águas tem desequilíbrio acentuado na sua distribuição natural sobre o território brasileiro. Aproximadamente 70% de nossas águas estão na região amazônica, na região centro-oeste temos 15%, no sul e sudeste temos 6% em cada região e apenas 3% na região nordeste (CNBB, 2003).

Apesar de o Brasil apresentar grande disponibilidade de recursos hídricos, estes não estão distribuídos uniformemente, havendo um grande desequilíbrio entre oferta e demanda (WEIERBACHER, 2008).

De acordo com o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, baseado na resolução CNRH nº 32, de 15 de Outubro de 2003, apresenta a nova divisão hidrográfica Nacional:

“Art. 1.º Fica instituída a Divisão Hidrográfica Nacional, em regiões hidrográficas, com a finalidade de orientar, fundamentar e implementar o Plano Nacional de Recursos Hídricos (CNRH, 2003, p.01).”

Considera-se como região hidrográfica o espaço territorial brasileiro compreendido por uma bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares, com vistas a orientar o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos (CNRH, 2003, p.01).

As regiões hidrográficas brasileiras são em número de doze e suas subdivisões podem ser visualizadas na Figura 2.





**Figura 2 - Regiões Hidrográficas Brasileiras.**  
**Fonte: Educa (2018).**

No Brasil, a precipitação média anual é de 1761 mm, variando de valores na faixa de 500 mm na região nordeste, a mais de 3000 mm na região amazônica, os menores valores de precipitação no país ocorrem nas regiões hidrográficas do São Francisco 1003 mm, Atlântico Leste 1018 mm, Atlântico Nordeste oriental 1052 mm e Parnaíba 1064 (Tabela 2). As maiores precipitações ocorrem nas regiões Amazônica com 2252 mm, Tocantins/Araguaia 1774 mm, Atlântico Nordeste Ocidental 1700 mm e Atlântico Sul 1644 mm (ÁGUAS, 2013).

**Tabela 2 - Precipitação Média ocorrida entre os anos de 1961 a 2007**

<b>Precipitação média anual (histórico de 1961 a 2007) nas regiões hidrográficas Brasileiras</b>	
<b>RHs</b>	<b>Total precipitado (mm)</b>
Amazônica	2.205
Tocantins – Araguaia	1774
Atlântico Nordeste Ocidental	1700
Parnaíba	1064
Atlântico Nordeste Oriental	1052
São Francisco	1003
Atlântico Leste	1018
Atlântico Sudeste	1401
Atlântico Sul	1644
Uruguai	1623
Paraná	1543
Paraguai	1359
<b>MÉDIA BRASIL</b>	<b>1761</b>

**Fonte: Águas (2013).**

O Brasil tem posição privilegiada no mundo, em relação à disponibilidade de recursos hídricos. A vazão média anual dos rios em território brasileiro é de cerca de 180 mil m<sup>3</sup>/s. Este valor corresponde a aproximadamente 12% da disponibilidade mundial de recursos hídricos, que é de 1,5 milhões de m<sup>3</sup>/s (ÁGUAS, 2007).

A crise de água não é consequência apenas de fatores climáticos e geográficos, mas principalmente do uso irracional dos recursos hídricos. Entre as causas do problema figuram o fato de a água não ser tratada como um bem estratégico no País, a falta de integração entre a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e as demais políticas públicas, os graves problemas na área de saneamento básico e a forma como a água doce é compreendida, visto que muitos a consideram um recurso infinito (SILVA, 2014).

### 2.3 RECURSOS HÍDRICOS EM SANTA CATARINA

A Lei Estadual nº 10.949, de 09 de novembro de 1998, dispõe sobre a caracterização do Estado de Santa Catarina em dez regiões hidrográficas (SANTA CATARINA, 1998, p.01):

Art. 1º Ficam instituídas, para efeito do planejamento, gestão e gerenciamento dos recursos Hídricos Catarinenses, dez Regiões Hidrográficas.

Art. 2º O estado desenvolveu a gestão regionalizada dos recursos hídricos com o objetivo de promover:

I - Mecanismos de gestão descentralizada dos recursos hídricos, a nível regional e municipal, adotando-se as bacias hidrográficas como unidades de gestão, de forma compatibilizada com as divisões político – administrativas;

II – mecanismos e instrumentos jurídicos – administrativo e político institucionais que permitam a realização do Plano Estadual de Recursos Hídricos;

III - o planejamento regional voltado para o desenvolvimento sustentável, equilibrado e integrado, buscando garantir que a água, elemento natural primordial a todas as formas de vida, possa ser controlada e utilizada em padrões de qualidade e quantidade satisfatórios por seus usuários atuais e pelas gerações futuras.

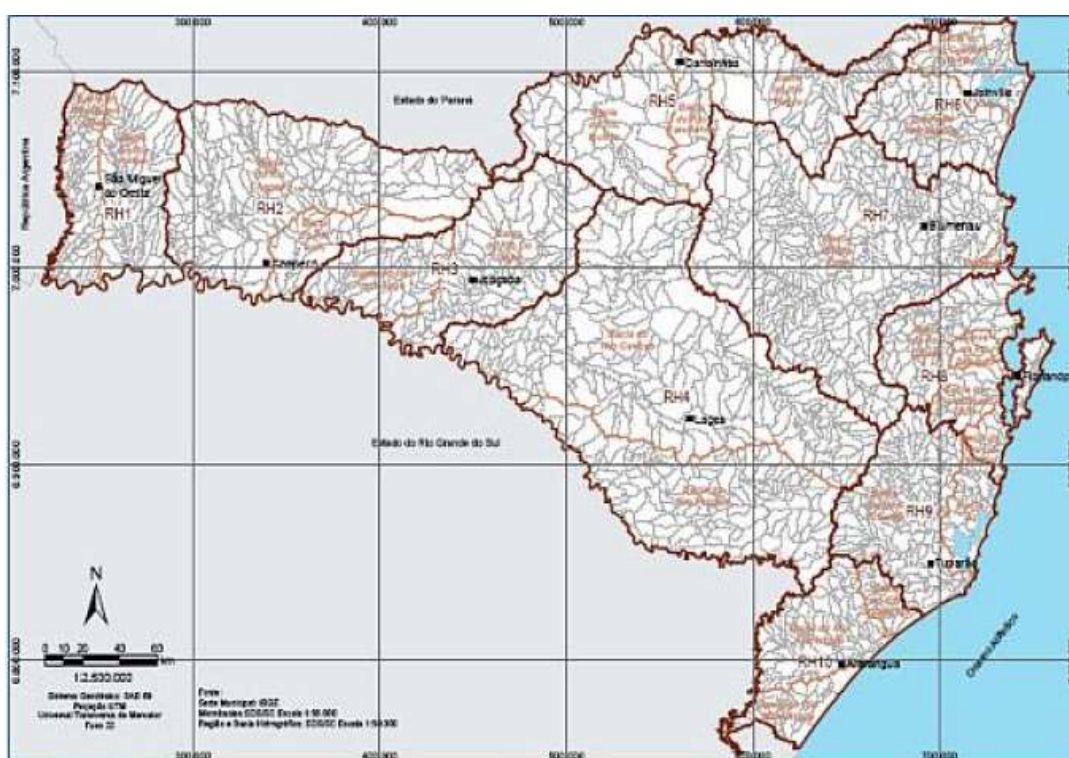
Art. 3º Para efeito desta Lei, as dez regiões hidrográficas ficam assim denominadas e formadas:

I - RH 1 - Extremo Oeste onde fazem parte as Bacias hidrográficas: Peperi-Guaçu e Antas com uma área de 5.962 Km<sup>2</sup>;

II - RH 2 - Meio Oeste onde fazem parte as Bacias hidrográficas: Chapecó e Irani com uma área de 11.064 Km<sup>2</sup>;

III - RH 3 - Vale do Rio do Peixe onde fazem parte as Bacias hidrográficas: Peixe e Jacutinga com uma área 8.189 Km<sup>2</sup>;

- IV - RH 4 - Planalto de Lages onde fazem parte as Bacias hidrográficas : Canoas e Pelotas com uma área de 22.808 Km<sup>2</sup>;
- V - RH 5 - Planalto de Canoinhas onde fazem parte as Bacias hidrográficas: Iguaçu, Negro e Canoinhas com uma área de 11.058 Km<sup>2</sup>;
- VI - RH 6 - Baixada Norte onde fazem parte as Bacias hidrográficas: Cubatão e Itapocú com uma área de 5.138 Km<sup>2</sup>;
- VII - RH 7 - Vale do Itajaí onde fazem parte as Bacias hidrográficas: Itajaí-Açú com uma área de 15.111 Km<sup>2</sup>;
- VIII - RH 8 - Litoral Centro onde fazem parte as Bacias hidrográficas: Tijucas, Biguaçu, Cubatão do Sul e Madre com uma área de 5.824 Km<sup>2</sup>;
- IX - RH 9 - Sul Catarinense onde fazem parte as Bacias hidrográficas: Tubarão e D' Una com uma área de 5.991 Km<sup>2</sup>;
- X - RH10 - Extremo Sul Catarinense onde fazem parte as Bacias hidrográficas: Araranguá, Urussanga e Mampituba com uma área de 4.849 Km<sup>2</sup>.

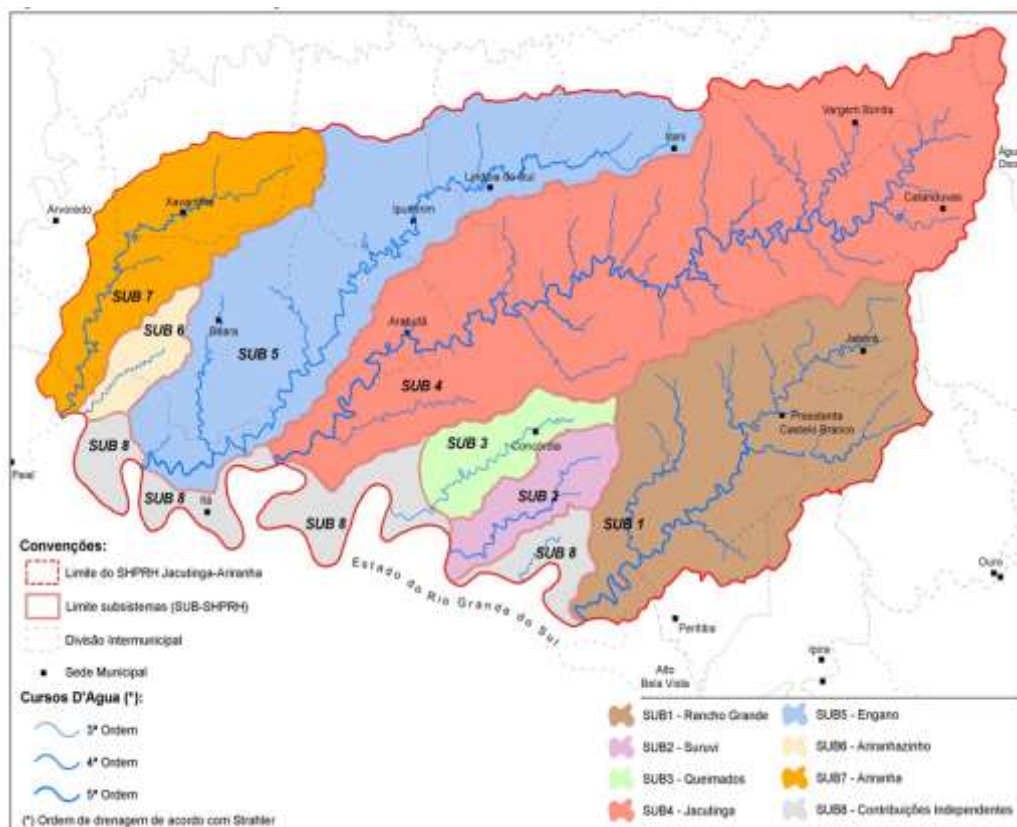


**Figura 3 - Regiões Hidrográficas do Estado de Santa Catarina.**  
**Fonte: SC RURAL, (2018).**

A bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga possui uma área de 2.712,2 Km<sup>2</sup>. Corresponde a 2,9% da área do Estado onde vivem cerca de 166.000 habitantes, com 19 municípios ocupando seu território, sendo: 05 municípios integralmente na área, 07 parcialmente inseridos com sede na, e 07 parcialmente inseridos com sede fora da área (JACUTINGA, 2018).

De acordo com o Decreto nº 652 de 2003, que criou o Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e suas bacias hidrográficas contíguas, ele tem como objetivo promover o gerenciamento descentralizado,

participativo e integrado da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e seus contíguos, sem dissociação dos aspectos quantitativos e qualitativos, dos recursos hídricos em sua área de atuação (Figura 4).



**Figura 4 - Divisão na Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga.**  
**Fonte: JACUTINGA, (2018).**

## 2.4 USOS DA ÁGUA

Como descrito na Política Nacional de Recursos Hídricos através da Lei 9433/97, a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico, e a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas. Dentre os principais usos de água, o mais nobre e prioritário é o abastecimento humano, onde o homem depende de uma oferta adequada de água para a sua sobrevivência (Braga et al., 2005).

A Tabela 04 ilustra o consumo de água em algumas atividades domésticas.

**Tabela 3 Consumo de água por atividade doméstica**

Consumo de Água por atividade	
Atividade	Quantidade (litros)
01 descarga no WC	6 a 8
01 minuto de chuveiro	15
01 tanque com água	150
01 lavagem de mãos	3 a 5
01 lavagem com maquina de lavar	150
Escovar os dentes com água corrente	11
Lavagem de automóvel com mangueira	100

**Fonte: Ministério do Meio Ambiente.**

No setor público, a água é utilizada na lavagem de fachadas dos prédios, calçadas, trens e ônibus públicos, no combate de incêndios, na irrigação de jardins, podem ser usados nos sistemas sanitários dos prédios públicos e outros segmentos (REIS, FADIGAS, CARVALHO, 2012).

Na indústria, a água é empregada no processo de fabricação de produtos, nos sistemas de resfriamento, na produção de vapor, na remoção de impurezas, nas lavagens de peças e pisos bem como é utilizado em todos os segmentos dentro da indústria (SOUZA, 2006).

A água utilizada nos setores energéticos para produção de energia elétrica serve para movimentar turbinas hidráulicas nas hidrelétricas e nas termoelétricas, para alimentação das caldeiras para formação de vapor e para resfriamento (CNBB, 2003).

Na agricultura, a água é usada na irrigação de diversas culturas, exigindo grandes volumes, esse uso vem crescendo no Brasil, tendo em vista a irrigação de áreas secas onde ocorrem poucos índices pluviométricos para uma melhor produção das culturas anuais (REIS, FADIGAS, CARVALHO, 2012).

Na pecuária é usada para dessedentação animal, onde os mesmos necessitem deste solvente para seu metabolismo, como no controle da temperatura de seu corpo, transporte de nutrientes, eliminação de resíduos e participação em reações químicas, neste setor a água também é utilizada para limpeza de espaços ao qual são utilizados pelos animais (CNBB, 2003).

Na navegação é utilizada no transporte de cargas e pessoas por vias fluviais e marítimas, desde a época das civilizações antigas que se tem notícia dos primeiros transportes de cargas via embarcações movidas à remo ou a vela. O Brasil possui uma extensa rede hidrográfica, porém ainda utiliza pouco deste recurso para transporte de carga e passageiros (SOUZA, 2006).

Para Reis, Fadigas e Carvalho (2012), a água ainda é utilizada na pesca e aquicultura, na retirada e criação de organismos aquáticos, como meio de abastecimento alimentar e para estudos para preservação das espécies.

São os mais diversos usos, os quais exigem planejamento e gerenciamento equilibrado. Mas o uso múltiplo não pode ser pretexto de inversão das prioridades e de transformação da água em mercadoria para otimizar o seu uso ( CNBB, 2003).

## 2.5 REUSO DA ÁGUA

Conforme descrito por Brega e Mancuso (2003), a disponibilidade de água doce na terra excede em muito a demanda humana, onde grandes populações vivem em regiões em que recebem grandes variações pluviométricas, enquanto outras vivem em regiões semiáridas e escassas.

Em razão da limitação dos recursos hídricos, o homem primitivo não fixava moradia e mudava-se constantemente, onde buscava por locais com abundância de água, essas mobilizações tornaram-se difíceis de ocorrer pelo rápido crescimento das populações, surgindo à necessidade das comunidades se disciplinarem e racionalizarem a água (BREGA FILHO, MANCUSO, 2003).

Em diversas regiões do semiárido, a água se tornou um fator limitante para o desenvolvimento urbano, industrial e agrícola. A sociedade e entidade gestora de recursos hídricos procuram continuamente por novas fontes de recursos para complementar à pequena disponibilidade de recursos hídrica ainda disponível (HESPANHOL, 2002).

O fenômeno da escassez não atinge somente as regiões semiáridas, muitas regiões com recursos hídricos abundantes, mas insuficientes para satisfazer a demanda elevada, vivenciam conflitos de usos e sofrem restrições ao consumo, que afetam o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida (HESPANHOL, 2002).

A água da chuva é um potencial pouco aproveitado, não temos uma política nacional de captação de água da chuva, embora a mesma seja utilizada em outros países com grande aproveitamento, principalmente aqueles que sofrem com a escassez de água (CNBB, 2003).

O uso de tecnologias apropriadas para o desenvolvimento dessas fontes se constitui hoje, em um conjunto de melhoria da eficiência do uso e o controle da demanda, na estratégia básica para a solução do problema da falta de água. (HESPANHOL, 2002, p.76).

## 2.6 APROVEITAMENTO E CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA

A água de chuva é uma das formas de ocorrência de água na natureza e faz parte do processo de trocas do ciclo hidrológico. As chuvas são fundamentais para a recarga dos rios, dos aquíferos, para o desenvolvimento das espécies vegetais e também para carregar partículas de poeira e poluição existentes na atmosfera. A qualidade das águas pluviais pode variar em relação ao grau de poluição do ambiente (GIACCHINI, 2011).

Existem vários aspectos positivos no uso de sistemas de aproveitamento de água pluvial, aonde estes possibilitam que se reduza o consumo de água potável diminuindo os custos com a água fornecida pelas Companhias de abastecimento, além de ser uma prática sustentável e estar reduzindo a escassez de recursos hídricos (MAY, 2004).

O uso de sistemas de captação para abastecimento de água das famílias que moram em regiões de escassez de recursos hídricos constitui uma importante forma alternativa para os moradores dessas localidades, uma vez que se trata de um sistema de captação e armazenamento que emprega dispositivos simples (SOUZA et al., 2011).

A água da chuva pode ser aproveitada em atividades que não necessitam de água potável, como em descargas sanitárias, na irrigação de jardins e na limpeza de pisos, além desses outros usos podem ser propostos, desde que atendam requisitos de qualidade e legislação sanitária (BEZERRA et al., 2010).

## 2.7 QUALIDADE DA ÁGUA DA CHUVA

A água precipitada na forma de chuva é apenas uma das fases componentes de todo um ciclo hidrológico desenvolvido constantemente na natureza. Sua formação passa por toda a atmosfera, em várias formas, ambientes, temperaturas e processos que modificam suas propriedades até serem captadas para reutilização. (FONTANELA, 2010)

De acordo com Zolet (2005 apud Fontanela 2010), está presente na atmosfera uma mistura de gases na forma de partículas sólidas e líquidas em suspensão. E a formação da chuva, de uma forma genérica, é o resultado da combinação entre gotículas que formam as nuvens e de substâncias que a elas se incorporam durante a precipitação.

A qualidade da água da chuva pode superar a qualidade das águas superficiais e subterrâneas, por não entrar em contato com o solo e nem estar sujeita ao lançamento de poluentes, a água da chuva pode constituir uma fonte alternativa de água com qualidade razoável para diversos usos (HAGEMANN, 2009).

São vários os fatores que podem influenciar na qualidade da água da chuva, como a localização geográfica, a presença de vegetação, as condições meteorológicas, a estação do ano e a presença da carga poluidora atmosférica (ANNECCHINI, 2005).

Segundo Hagemann (2009), apesar da atmosfera ter grande influência na qualidade da água, a maior parte dela ocorre após a passagem pela área de captação onde ocorre a contaminação microbiológica através de insetos, pássaros e a outra a através da disposição de microrganismos sobre a área de coleta.

O tratamento da água pluvial depende da qualidade da água coletada e de seu uso final. A coleta de água para fins não potáveis não requer grandes cuidados de purificação, embora certo grau de filtragem, muitas vezes, seja necessário. Para um tratamento simples, podem-se usar processos de sedimentação natural, filtração simples e cloração. Em caso de uso da água de chuva para consumo humano, é recomendado utilizar tratamentos mais complexos, como desinfecção por ultravioleta ou osmose reversa (MAY, PRADO, 2004 Apud MARINOSKI, 2007).



## 2.8 COMPONENTES BÁSICOS DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA

Segundo Eco-sistema (2014), o sistema de captação de água da chuva seja ele qual for o tamanho deverá ser composto por cinco componentes básicos:

- a) Área de captação da água;
- b) Calhas e tubulações;
- c) Sistemas filtragem;
- d) Cisternas ou tanques de armazenamento;
- e) Distribuição.



Figura 5 Esquema do sistema de captação de água de chuva.  
Fonte: CREA Construir (2018).

### 2.8.1 Área de Captação da Água da Chuva

A área de captação é a superfície em metros quadrados por onde a chuva será coletada, a captação pode ser feita nos mais variados tipos de telhados de edificações

desde que ofereçam condições de captação, e também podem ser feitos em localidades rurais como por exemplo em galpões (ECO-SISTEMA, 2018).

### 2.8.2 Calhas e Tubulações

As calhas e tubulações são responsáveis pelo transporte da água captada dos telhados até o armazenamento, são materiais convencionais e são encontrados em vários tamanhos e formas, que se adaptam facilmente aos sistemas projetados (ECO-SISTEMA, 2018).

### 2.8.3 Sistemas Filtragem

De acordo com Oliveira et al. (2012), a filtração é um processo de separação sólido-líquido, envolvendo fenômenos físicos, químicos e, às vezes, biológicos. Visa principalmente à remoção das impurezas contidas na água que são retidas através de um meio poroso.

A filtragem da água da chuva é um processo necessário para retirar partículas macroscópicas em suspensão que são arrastadas pela água ao passar pela cobertura das edificações. Este processo compreende o pré-filtro, depósito da primeira água da chuva e os filtros (OLIVEIRA et al., 2012).

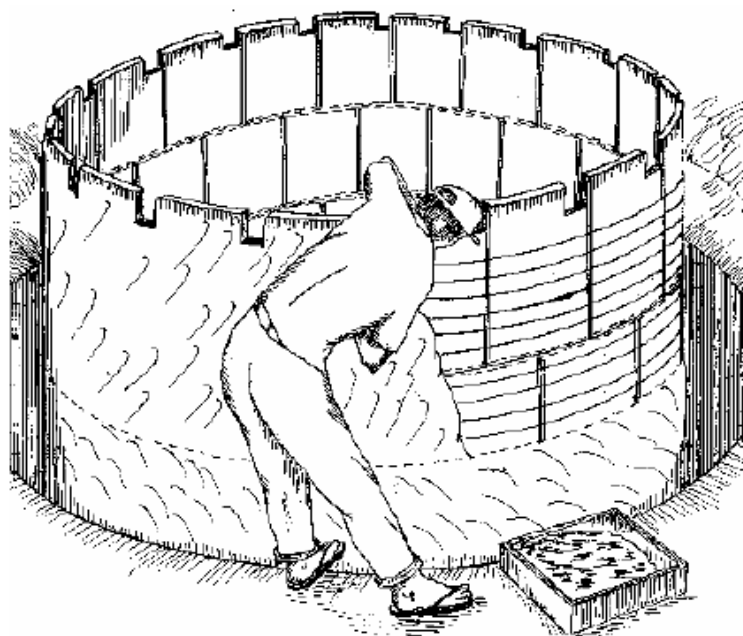
### 2.8.4 Cisternas ou Tanques de Armazenamento

De acordo com Perizzollo (2002 apud FENDRICH; OLIYNIK, 2014) compreende-se por cisterna um sistema de captação de água da chuva ou águas pluviais, que tem por objetivo suprir residências, comércios ou indústrias com água, geradas através de um sistema sustentável e econômico de baixo custo que pode ser instalado de inúmeras maneiras, de acordo com cada aplicação.

#### 2.8.4.1 Cisterna de placas de cimento

O modelo de cisterna de placas de cimento é encontrado em todo Nordeste e continua sendo construído com êxito. Estas cisternas foram usadas originalmente em comunidades de pequenos agricultores e hoje estão sendo construídas também por pequenos empreiteiros e prefeituras (GNADLINGER, 2018).

A cisterna de placas de cimento fica enterrada no chão até mais ou menos dois terços da sua altura. Ela consiste em placas de concreto com tamanho de 50 por 60 cm e com 3 cm de espessura, que estão curvadas de acordo com o raio projetado da parede da cisterna, dependendo da capacidade prevista. Estas placas são fabricadas no lugar mesmo em simples moldes de madeira. A parede da cisterna é levantada com essas placas finas a partir do chão já cimentado. Para evitar que a parede venha a cair durante a construção, ela é sustentada com varas até que a argamassa esteja seca. (GNADLINGER, 2018).



**Figura 6** Cisterna de placa cimento.  
**Fonte:** Gnadlinger (2018).

#### 2.8.4.2 Cisterna de lona PEAD

As cisternas são confeccionadas em lona PEAD (Polietileno de Alta Densidade) para armazenar água da chuva, são produzidas com material de alta resistência, impermeabilidade e durabilidade. Sua cobertura evita a passagem de luz e a entrada de insetos e sujeiras, o que permite melhor conservação da água. As cisternas são produzidas em diversas medidas e atendem a pequenos e grandes volumes (SANSUY/INSTITUTO DE PVC, 2018).



**Figura 7** Cisterna de lona de PEAD.  
**Fonte:** Fortlev (2018).

#### 2.8.4.3 Cisterna de polietileno

As cisternas de polietileno são reservatórios para armazenamento de água da chuva, que podem utilizadas em residências, indústrias e no meio rural, as mesmas são produzidas com polietileno linear com média e alta densidades, fabricadas por um processo automatizado que visa maior durabilidade e resistência. Possuem tampa com rosca oferecendo vedação completa a entrada de sujeira e insetos, a exposição solar impedindo a proliferação de algas e microrganismos (Amanco, 2018).



**Figura 8 Cisterna de Polietileno**  
**Fonte: Fortlev (2018).**

## 2.9 MÉTODOS PARA DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIO PARA CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), baseado na NBR 15527 que fala sobre a captação de água da chuva em coberturas para usos não potáveis, onde a água captada é oriunda das precipitações atmosféricas e coletada em coberturas de telhados.

Para o dimensionamento do reservatório pode se usar um dos métodos citados pela NBR 15527 da ABNT conforme descrito a seguir:

### 2.9.1 Método de Rippl

Neste método, (Equação 01) podem-se usar as séries históricas mensais ou diárias.

$$S_{(t)} = D_{(t)} - Q_{(t)} \quad (01)$$

Em que:

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

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

Sendo que:  $\sum D_{(t)} < \sum Q_{(t)}$  onde:

$S_{(t)}$  é o volume de água no reservatório no tempo  $t$ ;  
 $Q_{(t)}$  é o volume de chuva aproveitável no tempo  $t$ ;  
 $D_{(t)}$  é a demanda ou consumo no tempo  $t$ ;  
 $V$  é o volume do reservatório;  
 $C$  é o coeficiente de escoamento superficial.

### 2.9.2 Método da Simulação

Neste método, (Equação 02) a evaporação da água não deve ser levada em conta. Para um determinado mês, aplica-se a equação da continuidade a um reservatório finito:

$$S_{(t)} = Q_{(t)} + S_{(t-1)} - D_{(t)} \quad (02)$$

Em que:

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

Sendo que:  $0 \leq S_{(t)} \leq V$

$S_{(t)}$  é o volume de água no reservatório no tempo  $t$ ;

$S_{(t-1)}$  é o volume de água no reservatório no tempo  $t - 1$ ;

$Q_{(t)}$  é o volume de chuva no tempo  $t$ ;

$D_{(t)}$  é o consumo ou demanda no tempo  $t$ ;

$V$  é o volume do reservatório fixado:

$C$  é o coeficiente de escoamento superficial.

Obs. Para este método, duas hipóteses devem ser feitas, o reservatório está cheio no início da contagem do tempo " $t$ ", os dados históricos são representativos para as condições futuras.

### 2.9.3 Método Azevedo Neto

O volume de chuva é obtido pela Equação 03:

$$V = 0,042 \times P \times A \times T \quad (03)$$

Em que:

P é o valor numérico da precipitação média anual, expresso em milímetros (mm);

T é o valor numérico do número de meses de pouca chuva ou seca;

A é o valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados (m<sup>2</sup>);

V é o valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, expresso em litros (L).

#### 2.9.4 Método Prático Alemão

Trata-se de um método empírico, onde se toma o menor valor do volume do reservatório; 6 % do volume anual de consumo ou 6 % do volume anual de precipitação aproveitável (Equação 04).

$$V_{\text{adotado}} = \text{mín} (V; D) \times 0,06 \quad (04)$$

Em que:

V adotado = mínimo de (volume anual precipitado aproveitável e volume anual de consumo) x 0,06 (6 %)

V é o valor numérico do volume aproveitável de água de chuva anual, expresso em litros (L);

D é o valor numérico da demanda anual da água não potável, expresso em litros (L);

V<sub>adotado</sub> é O valor numérico do volume de água do reservatório, expresso em litros (L).

#### 2.9.5 Método Prático Inglês

O volume de chuva é obtido pela Equação 05:

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

Em que:

P é o valor numérico da precipitação média anual, expresso em milímetros (m);

A é o valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados ( $m^2$ );

V é o valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água da cisterna, expresso em Litros (L).

#### 2.9.6 Método Prático Australiano

O volume de chuva é obtido pela Equação 06:

$$Q=A \times C \times (P-I) \quad (06)$$

Em que:

C é o coeficiente de escoamento superficial, geralmente 0,80;

P é a precipitação média mensal;

I é a interceptação da água que molha as superfícies e perdas por evaporação, geralmente 2 m;

A é a área de coleta;

Q é o volume mensal produzido pela chuva.

O cálculo do volume do reservatório é realizado por tentativas, até que sejam utilizados valores otimizados de confiança e volume do reservatório.



### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

#### 3.1 LOCAL DA PESQUISA

A comunidade de linha XV de novembro, interior do município de Lindoia do sul, Santa Catarina, é uma pequena comunidade rural de pouco mais de 30 famílias que tem como base econômica principal a agricultura, bovinocultura e atividade suinícola, além de pequenas agroindústrias familiares.

O local em estudo fica na área central da comunidade, o centro comunitário é usado principalmente aos fins de semana para lazer pelas pessoas da comunidade. A área total de uso comunitário representado pela imagem a seguir é de aproximadamente 7000 m<sup>2</sup> dividido em centro comunitário, igreja, sala de reuniões e área livre para estacionamento (Figuras 9 e 10).



**Figura 9** Delimitação da Área em Estudo.  
**Fonte:** Autoria Própria.



**Figura 10** Delimitação da Área em Estudo.  
**Fonte:** Autoria Própria.

### 3.2 TIPO DE PESQUISA

A pesquisa caracterizou-se como qualitativa e exploratória, o procedimento adotado foi a pesquisa de campo e documental, onde buscou-se obter dados pluviométricos do município e dos principais usos de água na comunidade, a partir disso conseguimos analisar a viabilidade de implantação do sistema de captação na comunidade.

A pesquisa documental foi realizada em fontes como tabelas estatísticas, cartas, pareceres, fotografias, atas, relatórios, obras originais de qualquer natureza – pintura, escultura, desenho, etc, notas, diários, projetos de lei, ofícios, discursos, mapas, testamentos, inventários, informativos, depoimentos orais e escritos, certidões, correspondência pessoal ou comercial, documentos informativos arquivados em repartições públicas, associações, igrejas, hospitais, sindicatos (SANTOS, 2000).

A análise documental constitui uma técnica importante na pesquisa qualitativa, seja complementando informações obtidas por outras técnicas, seja desvelando aspectos novos de um tema ou problema (LUDKE E ANDRÉ, 1986).

### 3.4 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

O instrumento utilizado foi o levantamento a campo e documental. Ao longo da pesquisa documental foram analisados os dados meteorológicos obtidos através de empresa oficial para verificar as precipitações ocorridas no período.

Para realizar a análise das informações pluviométricas se fez necessário o levantamento da série histórica de chuvas no universo de estudo delimitado. A Estação Agrometeorológica da Embrapa Suínos e Aves, localizada no município de Concórdia, Santa Catarina é a unidade oficial mais próxima do município de Lindóia do Sul, onde se localiza a área de estudo e disponibilizam para consulta séries históricas de informações pluviométricas.

Na pesquisa de campo foi feita para obter dados referentes aos usos de água na comunidade, demanda de consumo, apresentação das estruturas e sistema de captação, reservatório e sistema de rede de distribuição água.

As perguntas foram relacionadas ao uso na comunidade, a demanda de água na propriedade rural, se será somente para consumo animal ou agrícola, se já possui algum sistema de captação de água, e também qual a importância para o meio ambiente que um sistema desses traz. O questionário abrange 06 questões objetivas:

- 1 - Atividade ( ) suinocultura ( ) bovinocultura.
- 2- Fonte de água atual ( ) Fonte natural-superficial ( ) poço tubular ( ) outras fontes.
- 3- Principais usos ( ) Domestico ( ) abastecimento animal.
- 4-Reuso na propriedade ( ) Abastecimento animal ( ) usos não potáveis.
- 5- Importância de captação de água da chuva ( ) sim ( ) não.
- 6- Estaria disposto a investir na implantação e utilizar na propriedade a água captada. ( ) sim ( ) não.

Foram coletadas informações de dez (10) famílias da comunidade através de questionário simples que poderão ser beneficiados com o sistema além de uma escola e o centro comunitário.

Para o dimensionamento do tamanho do reservatório de água (cisterna), foi utilizada a metodologia da NBR 15527 da Associação Brasileira de Normas Técnicas que fala sobre a captação de água da chuva em coberturas para usos não potáveis, onde a água captada é oriunda das precipitações atmosféricas e coletada em coberturas de telhados.

Onde foi utilizado o *Método Azevedo e Neto* conforme descrito na Equação 03, será utilizada a média de precipitações de um determinado período, e também a metragem da infraestrutura da área de captação, que será considerada somente meia chuva (coleta de metade da área do telhado), para não elevar os custos de implantação do sistema.

O centro comunitário de Linha XV de novembro possui uma ampla área de telhados, em cobertura de zinco e sem sistema de calhas. A área utilizada para dimensionar o sistema de captação foi feita através da análise das medidas do centro comunitário e estimado a área de captação já que o pavilhão não possui projeto arquitetônico, onde se obteve uma área aproveitável de 1200 m<sup>2</sup>.

A de área de captação de 600 m<sup>2</sup> a utilizada no calculo do dimensionamento compreendendo só uma lateral do telhado e os valores de precipitação média anual de 2089 mm (média anual referente aos anos de 2012 e 2017).

### 3.5 ANÁLISES DOS DADOS

Os dados foram organizados e dispostos em planilhas. Foram informações oficiais obtidas através de instituições de pesquisa sobre precipitações pluviométricas da área de estudo, estimativa de consumo de água na comunidade através de base de dados bibliográficos, principais atividades que poderão utilizar desta água para fins não potáveis.

A partir dos dados obtidos foi dimensionado o tamanho da cisterna para um período de 7 dias na qualidade de reservatório. Foram analisados os custos de implantação do sistema e sua viabilidade para a comunidade.

A cotação de preço foi feita tomando-se como referência os materiais necessários para instalação do sistema de captação de água de chuva. O sistema projetado será interligado ao reservatório do centro comunitário utilizado para os fins não potáveis e distribuído para os sistemas sanitários e limpeza.

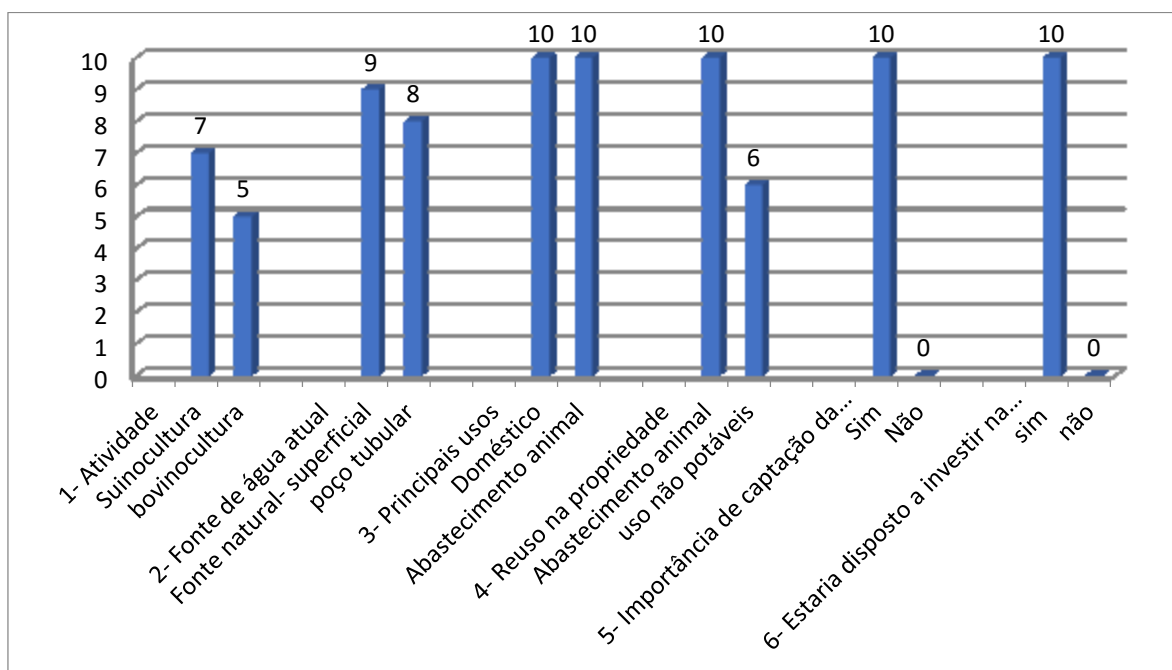
A cotação apresentada apresenta o volume de investimentos necessários para implantação do sistema de coleta e armazenamento de água somente para o centro comunitário. Os preços descritos no sistema foram obtidos através de pesquisa de mercado, com duas empresas que trabalham com instalações dos sistemas de captação da água da chuva e representam a média local.

Não serão abordadas as técnicas detalhadas da construção civil para a edificação, pois se trata apenas de um estudo de viabilidade para implantação.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 LEVANTAMENTOS DE DADOS DAS PROPRIEDADES RURAIS

Conforme levantamento de dados nas propriedades rurais foram visitadas 10 famílias que ficam no entorno da área em estudo e teriam condições de utilizar do sistema de captação comunitário de água de chuva, a maioria das famílias tem como principal atividade a bovinocultura de leite e suinocultura, quanto ao abastecimento da propriedade a maioria deles possuem fontes superficiais água principalmente para abastecimento animal, e para consumo humano a água é oriunda de poço tubular particular ou comunitário, quando perguntados sobre o reuso na próprias as 10 famílias responderam que utilizariam para abastecimento animal e 6 delas também utilizariam para usos não potáveis. Quando perguntados sobre a importância da captação da água da chuva todas as respostas foram afirmativas e demonstraram a preocupação com a preservação dos recursos naturais como mostra a figura 1.



**Figura 11 Questionário.**

Fonte: Autoria Própria.

Por último, todos afirmaram que estariam dispostos a investir em sistemas de captação de água da chuva sendo ele o comunitário, ou ainda em alguns casos para diminuir custos implantariam o mesmo e estruturas de sua propriedade mesmo.

#### 4.2 LEVANTAMENTOS DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS

Conforme levantamento de dados apresentados na tabela 2 o município de Lindóia do Sul apresenta uma série histórica de precipitações regulares. Há períodos com precipitações elevada e em outros, são mais escassas. No entanto, a média de precipitação anual leva à conclusão de existência de regularidade na incidência de chuvas na nossa região.



**Figura 12 Precipitação 1992-2018.**

**Fonte: Embrapa.**

A tabela 05 mostra um histórico mensal dos últimos 7 anos mostrando a regularidade das chuvas, na maioria dos meses houve precipitação, em períodos mais outros menos conforme a época do ano, evidencia-se entre os intervalos mensais considerável amplitude na ocorrência das chuvas, pode-se observar que a área de estudo apresenta precipitações regulares para implantação de sistemas de captação de água da chuva.

**Tabela 5 Tabela de Chuvas Mensais mm (2012 – 2018)**

Tabela de Chuvas Mensais mm (2012 – 2018)							
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Janeiro	192	117	208	379	126	142	209
Fevereiro	150	129	105	229	235	163	105
Março	74	237	239	56	289	106	173
Abril	138	112	262	61	116	174	2
Maio	46	88	238	112	200	434	
Junho	153	230	437	225	53	156	
Julho	212	89	3	368	71	13	
Agosto	0	286	132	67	186	137	
Setembro	111	230	277	329	78	29	
Outubro	246	193	119	300	252	273	
Novembro	39	152	145	314	87	187	
Dezembro	159	112	223	337	199	92	
Média	126,67	164,58	205,67	231,42	157,67	158,83	122,25

Fonte: Estação Agrometeorológica da Embrapa Suínos e Aves.

Para o dimensionamento do reservatório de água foi utilizada a média da precipitação referente ao ano de 2012 e 2017, que é de 2089 mm, considerando ainda que neste período houve oscilações na precipitação, conforme Tabela 06.

**Tabela 4 Precipitação 2012-2017**

ANO	PRECIPITAÇÃO
2012	1520
2013	1975
2014	2468
2015	2777
2016	1892
2017	1906
MEDIA	2089

Fonte: Estação Agrometeorológica da Embrapa Suínos e Aves.

#### 4.3 DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO

Seguindo a metodologia foi dimensionado o reservatório a partir dos dados coletados, obtendo os seguintes resultados.

Período de pouca chuva: 02 meses (o valor foi adotado em razão de nossa região ter chuvas regulares, não havendo registros históricos de intervalos de chuvas



superiores a este período). O cálculo realizado encontra-se apresentado a seguir (Calculo 01):

$$V = 0,042 \times P \times A \times T \quad (\text{Calc} - 01)$$

$$V = 0,042 \times 2089 \times 600 \times 02$$

$$V = 105.285,6 \text{ litros}$$

$$V = 105\text{m}^3$$

Considerando o método de dimensionamento de volume utilizado e os dados de infraestrutura e precipitação, o reservatório poderá ter uma capacidade de armazenamento de 105 m<sup>3</sup>.

Considerando que as propriedades rurais não possuem hidrômetros calculou-se uma media de consumo nas residências com base nas informações fornecidas por Massano e Massano (2018), já que a água captada seria utilizada para os usos finais como, por exemplo, os sistemas sanitário e utilização para limpeza de áreas livres como por exemplos calcadas das residências. Desse modo consideramos para o calculo as seguintes informações, das dez propriedades rurais ambas possuem em media 2 pessoas residindo na família, conforme algumas metodologias a media de consumo de água por pessoa é em media de 110 litros para atender as demandas de higiene e consumo, mesmo que a agua captada será para usos finais, ainda temos a escola municipal que atende cerca de 30 crianças onde para este caso considera-se a media de 30 litros por criança, calculando obtemos os seguintes dados :

Propriedades rurais: 20 (consumidores) x 110 (litros de água): 2.200 litros diários, totalizando 15.400 litros semanais.

Para a escola considera-se 5 dias letivos, logo: 30 (consumidores) x 30 litros de água: 900 litros diários, totalizando 4.500 litros de água na semana.

Ainda para atender as demandas de limpeza do centro comunitário que ocorre uma vez na semana, consideramos as áreas de limpeza (quadra de esportes e pisos da área de lazer) uma área de 1.000 metros quadrados, onde para este caso utiliza-se em media 5 litros por metro quadrado (MASSANO; MASSANO, 2018), logo seriam necessários 5.000 litros de água.

A media de consumo de água para os ambientes citados acima é de 24.900 L de água em uma semana, que pode ocorrer variações conforme o uso e consumo. Para isso será necessário implantar 2 reservatórios de 20 m<sup>3</sup>, assim teremos água para atender a demanda de 7 dias e ainda uma reserva caso necessário se o consumo aumentar.

#### 4.4 CUSTOS PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA

Os custos obtidos para implantação do sistema proposto são apresentados na tabela 7, onde o mesmo apresenta os itens necessários para implantação do sistema.

**Tabela 5 Orçamento de Implantação do Sistema de Captação de Água da Chuva**

Orçamento				
Quantidade	Unidade	Descrição	Valor Unitário	Valor Total (R\$)
02	CX	Reservatório de polietileno com capacidade de 20000 l	6000,00	12.000,00
01	UM	Filtro	2000,00	2000,00
01	UM	Bomba de recalque automática	400,00	400,00
40	MT	Calha galvanizada com 30 cm de largura com suporte para instalação	30,00	1200,00
30	MT	Cano de pvc com diâmetro de 100, com conexões inclusas	42,00	1260,00
01	UN	Mão de obra de instalação do sistema	1800,00	1800,00
3000	Mt	Rede de Distribuição de água, cano de 30 mm, com conexões inclusas.	22,00	66.000,00
				TOTAL 84.660,00

**Fonte: Aatoria Própria.**

Baseado na cotação de preço praticada pelo mercado na região, o custo total para instalação do sistema de coleta, filtragem, reservatório, bomba de recalque e mão de obra totalizaria R\$ 84.660,00, isso para atender o centro comunitário, escola e propriedades rurais, sendo que para estas ainda eles teriam as despesas nas propriedades com reservatórios e ligações hidráulicas, para tanto seria mais viável cada propriedade rural implantar seu próprio sistema utilizando das suas estruturas disponíveis nas propriedades, reduzindo os custos com implantação de rede hidráulica.

Pelos altos custos de implantação e inviabilidade do projeto buscou-se apresentar também os custos e implantação de um sistema individual na propriedade rural caso eles tenham interesse na implantação.

Considerando a área disponível de captação de uma residência de 90 m<sup>2</sup>, teríamos um volume captado de 15.000 l de água, onde a mesma atenderia a

demanda da propriedade rural por 7 dias e o custo de implantação seria menor conforme apresentado na tabela 8.

**Tabela 6 Orçamento de Implantação do Sistema de Captação de Água da Chuva (individual)**

Orçamento				
Quantidade	Unidade	Descrição	Valor Unitário	Valor Total (R\$)
01	CX	Reservatório de polietileno com capacidade de 15000 l	3500,00	3.500,00
01	UM	Filtro	1000,00	1000,00
01	UM	Bomba de recalque automática	200,00	200,00
29	MT	Calha galvanizada com 30 cm de largura com suporte para instalação	30,00	870,00
29	MT	Cano de pvc com diâmetro de 50, com conexões inclusas	20,00	580,00
01	UN	Mão de obra de instalação do sistema	800,00	800,00
				TOTAL 6950,00

**Fonte: Autoria Própria.**

Baseado na cotação de mercado, o custo total para o proprietário implantar esse sistema individual em sua propriedade rural teria um investimento de R\$ 6950,00 ficando mais viável a instalação dessa maneira.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho realizou-se um estudo de viabilidade para implantação de captação de água da chuva em centro comunitário no município de Lindóia do Sul-SC, a utilização de sistemas de captação de água da chuva visa principalmente diminuir o consumo de água potável na comunidade provinda de fontes naturais e utilizar a água da chuva para os usos finais na comunidade.

Como o estudo apresentava utilizar desta água captada para distribuição nas propriedades rurais, concluímos que seria inviabilizado, pois os custos aumentariam consideravelmente, mas como a pesquisa de campo com os proprietários das propriedades rurais demonstraram interesse na utilização desta tecnologia em suas propriedades, orienta-se que sejam instalados sistemas individuais de captação utilizando-se de suas próprias estruturas para captar a água da chuva o que ficaria mais em conta para cada um deles.

O aproveitamento de água da chuva, além de requerer de sistemas simples para seu aproveitamento, é uma técnica para resolver problemas com falta de água e requer à sensibilização da sociedade para que sejam alcançados resultados eficientes e duradouros, e tão almejado desenvolvimento sustentável.

## REFERÊNCIAS

ÁGUAS, Agência Nacional de. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2013**. Brasília: Tag Comunicação, 2013.

ÁGUAS, Agência Nacional de. **Geo Brasil Recursos Hídricos**. Brasília: Agência Nacional de águas, 2007.

AMANCO. **Amanco Cisternas**. Disponível em: <<http://www.amanco.com.br/produtos/predial/reservatorios/reservatorios/amanco-cisterna/>>. Acesso em: 23 mar. 2018.

AMBIENTE, Ministério de Meio. **Água, Um Recurso Cada Vez Mais Ameaçado**. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr\\_proecotur/\\_publicacao/140\\_publicacao09062009025910.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_proecotur/_publicacao/140_publicacao09062009025910.pdf)>. Acesso em: 19 mar. 2018.

ANNECCHINI, Karla Ponzio Vaccari. **Aproveitamento da Água da Chuva Para Fins Não Potáveis na Cidade de Vitória (ES)**. 2005. 148 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

ABNT - Associação Brasileira De Normas Técnicas. 15527: **Água de chuva- Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis**. Rio de Janeiro, 2007.

BARLOW, Maude. **Água Pacto Azul**. São Paulo: M. Books do Brasil Editora, 2009.

BEZERRA, Stela Maris da Cruz et al. Dimensionamento de reservatório para aproveitamento de água de chuva: comparação entre métodos da ABNT NBR 15527:2007 e Decreto Municipal 293/2006 de Curitiba, PR. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 1, n. 4, p.219-231, out. 2010.

BRAGA, Benedito et al. **Introdução a Engenharia Ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL. Lei nº 9433, de 08 de janeiro de 1997. **Política Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília,

BRASIL. Resolução nº 32, de 2003. **Divisão Hidrográfica Nacional**. Brasília. 2003.

BREGA FILHO, Darcy; MANCUSO, Pedro Caetano Sanches. **Reuso de Água: Conceito de Reuso de Água**. 2. ed. Barueri: Editora Manole, 2003.

CNBB, Conferência Nacional dos Bispos do Brasil -. **Fraternidade e Água**. São Paulo: Editora Salesiana, 2003.

CONSTRUIR, Crea. **Aproveitamento de Água de Chuva**. Disponível em: <<http://creaconstruir.blogspot.com.br/2012/05/inicial-produtos-agua-e-esgoto-ete-trat.html>>. Acesso em: 19 mar. 2018.

CPRM. **O Ciclo Hidrológico**. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?inford=1376&sid=129>>. Acesso em: 03 mar. 2018.

ECO-SISTEMA. **Manejo Sustentável da água**. Disponível em: <[http://www.ieham.org/html/docs/Manejo\\_sustentavel\\_agua\\_chuva.pdf](http://www.ieham.org/html/docs/Manejo_sustentavel_agua_chuva.pdf)>. Acesso em: 24 mar. 2018.

EDUCA, Gente Que. **Divisão Hidrográfica Nacional**. Disponível em: <<http://www.gentequeeduca.org.br/planos-de-aula/serie-sobre-agua-agua-para-consumo>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

EMBRAPA. **Dados Agrometeorológicos**. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/meteor/>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

FONTANELA, Leonardo. **Avaliação de Metodologias para Dimensionamento de Reservatórios para Aproveitamento de Água Pluvial**. 2010. 68 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2010.

FORTLEV. **Cisterna Vertical**. Disponível em: <<http://www.fortlev.com.br/produto/58/cisterna-vertical>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

GIACCHINI, Margolaine. **Uso e Reuso da Água**. Curitiba: Mamute Design, 2011.

GNADLINGER, João. **Apresentação Técnica de Diferentes Tipos de Cisternas, Construídas em Comunidades Rurais do Semiárido Brasileiro**. Disponível em:

<[www.cpatsa.embrapa.br/catalogo/doc/technology/4\\_7\\_J\\_Gnadlinger\\_p.doc](http://www.cpatsa.embrapa.br/catalogo/doc/technology/4_7_J_Gnadlinger_p.doc)&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 25 mar. 2018.

GRANZIERA, Maria Luiza Machado. **Direito de Águas**. São Paulo: Editora Atlas, 2006.

HAGEMANN, Sabrina Elicker. **Avaliação da Qualidade da Água da Chuva e da Viabilidade de sua Captação e Uso**. 2009. 137 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

HESPANHOL, Ivanildo. Potencial de Reuso de Água no Brasil, Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, São Paulo, v. 7, n. 4, p.75-95, out. 2002.

JACUTINGA, Comitê do Rio. **Bacias Hidrográficas**. Disponível em: <<http://comitejacutinga.hospedagemdesites.ws/site/>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

MACHADO, Carlos José Saldanha. **Gestão das Águas Doces**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

MARINOSKI, Ana Kelly. **Aproveitamento de Água Pluvial para Fins não Potáveis em Instituição de Ensino: Estudo de Caso em Florianópolis - Sc**.2007. 107 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007

MASSANO, José Renato; MASSANO, Sonia. **Soluções em Hidráulica: Dimensionamento das Instalações de Água Fria**. Piracicaba: Renato Massano Comercial. Disponível em: [http://www.renomassano.com.br/dicas/residencial/dimensionamento\\_das\\_instalacoes.asp](http://www.renomassano.com.br/dicas/residencial/dimensionamento_das_instalacoes.asp). Acesso em: 20 jun. 2018.

MAY, Simone. **Estudo da Viabilidade do aproveitamento de água da chuva para consumo não potável em edificações**. 2004. 152 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MOTTA, Ronaldo Seroa da. **Manual para Valoração Econômica de Recursos Ambientais**. Disponível em: <[http://www.em.ufop.br/ceamb/petamb/cariboost\\_files/manual\\_20serroa\\_20motta.pdf](http://www.em.ufop.br/ceamb/petamb/cariboost_files/manual_20serroa_20motta.pdf)>. Acesso em: 25 mar. 2018.

OLIVEIRA, Paulo Armando Victória de et al. **Aproveitamento da Água da Chuva na Produção de Suínos e Aves**. Concórdia: Embrapa, 2012.

PERIZZOLLO, Guilherme Viecelli. **Cisternas Residenciais: Aplicação de Design e Tecnologia na Coleta de Água da Chuva**. Disponível em: <<http://blogs.anhembibr.com/congressodesign/anais/artigos/69833.pdf>>. Acesso em: 26 mar. 2018.

PVC, Sansuy/instituto de. **Cisterna de vinil da Sansuy é solução prática e de baixo custo para o armazenamento de água das chuvas**. Disponível em: <<http://blogdoplastico.wordpress.com/2013/04/01/cisterna-de-vinil-da-sansuy-e-solucao-pratica-e-de-baixo-custo-para-o-armazenamento-de-agua-das-chuvas/>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

REIS, Lineu Belico dos; FADIGAS, Eliane A. F. Amaral; CARVALHO, Cláudio Elias. **Energia, Recursos Naturais e a Prática do Desenvolvimento Sustentável**. 2. ed. Barueri: Editora Manole, 2012.

RODRIGUES, Waldecy; BARBOSA, Gislane Ferreira; ALMEIDA, Alivínio. Análise custo/benefício ambiental da produção de soja em áreas de expansão recente nos cerrados brasileiros: o caso de Pedro Afonso – TO. **Custos e Agronegócio On Line**, Recife, p.59-80, set. 2009.

RURAL, Sc. **Gestão dos Recursos Hídricos**. Disponível em: <<http://www.microbacias.sc.gov.br/visualizarNoticia.do?entity.noticiaPK.cdNoticia=5252>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

SANTA CATARINA. **Lei nº 10.949, de 09 de novembro de 1998**. Dispõe sobre a caracterização do Estado em 10 (dez) Regiões Hidrográficas. Disponível em: [http://www.sirhesc.sds.sc.gov.br/sirhsc/conteudo\\_visualizar\\_dinamico.jsp?idEmpresa=29&idMenu=266&idMenuPai=235](http://www.sirhesc.sds.sc.gov.br/sirhsc/conteudo_visualizar_dinamico.jsp?idEmpresa=29&idMenu=266&idMenuPai=235). Acesso em: 15 jun, 2018.

SILVA, Carlos Henrique R. Tomé **Recursos Hídricos e Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. Disponível em: <<http://www12.senado.gov.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/outras-publicacoes/temas-e-agendas-para-o-desenvolvimento-sustentavel/recursos-hidricos-e-desenvolvimento-sustentavel-no-brasil>>. Acesso em: 23 mar. 2018.



SILVEIRA, Fábio Alves. **Viabilidade Técnica para o Aproveitamento da Água da Chuva em Rio Negrinho/SC**. 2008. 58 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Sanitária Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

SOUZA, Luciana Cordeiro de. **Águas e sua Proteção**. Curitiba: Juruá Editora, 2006.

SOUZA, Sérgio Henrique Braga de et al. Avaliação da Qualidade da Água e da Eficácia de Barreiras Sanitárias em Sistemas para Aproveitamento de Águas de Chuva. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 3, n. 16, p.81-93, jul. 2011.

SUSTENTAVEL, Secretaria do Estado de Desenvolvimento. **Decreto no 652, de 3 de setembro de 2003**. Disponível em: <[http://www.aguas.sc.gov.br/sirhsc/conteudo\\_visualizar\\_dinamico.jsp?idEmpresa=29&idMenu=285&idMenuPai=274](http://www.aguas.sc.gov.br/sirhsc/conteudo_visualizar_dinamico.jsp?idEmpresa=29&idMenu=285&idMenuPai=274)>. Acesso em: 20 mar. 2018

WEIERBACHER, Leonardo. **Estudo de Captação e Aproveitamento de Água da Chuva na Indústria Moveleira Bento Móveis de Alvorada - RS**. 2008. 68 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2008.