

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COECI - COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

VALDEIR DE CALDAS SOUSA

**DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIO COMERCIAL PARA  
CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NA UNIVERSIDADE  
TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ (UTFPR) CÂMPUS TOLEDO:  
BLOCO E**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TOLEDO

2017

VALDEIR DE CALDAS SOUSA

**DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIO COMERCIAL PARA  
CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NA UNIVERSIDADE  
TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ (UTFPR) CÂMPUS TOLEDO:  
BLOCO E**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel, do curso de Engenharia Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. MSc. Calil Abumanssur

TOLEDO

2017



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Câmpus Toledo  
Coordenação do Curso de Engenharia Civil



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

Título do Trabalho de Conclusão de Curso de N° 077

### **DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIO COMERCIAL PARA CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ (UTFPR) CÂMPUS TOLEDO: BLOCO E**

por

**VALDEIR DE CALDAS SOUSA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 08:20 do dia **09 de Junho de 2017** como requisito parcial para a obtenção do título **Bacharel em Engenharia Civil**. Após deliberação da Banca Examinadora, composta pelos professores abaixo assinados, o trabalho foi considerado **APROVADO**.

---

Profº. Dr. Lucas Boabaid Ibrahim  
(UTFPR – TD)

---

Profº Dr. Wagner A. Pansera  
(UTFPR – TD)

---

Profº. MSc. Calil Abumanssur  
(UTFPR – TD)  
Orientador

---

Visto da Coordenação  
Profª. Me. Silvana da Silva  
Coordenadora da COECI

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

## DEDICATÓRIA

À memória de Antônia Josefa Guedes.

À toda minha família pelo apoio constante.

Aos meus pais por todo o incentivo.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à Deus, que me deu forças para continuar sempre, mesmo nos momentos mais difíceis dessa trajetória.

Agradeço aos meus pais, Paulo e Maria, pelo incentivo e apoio durante toda minha vida.

Aos meus irmãos, por toda ajuda e carinho e, por estarem sempre presente, mesmo que distantes fisicamente.

À todos os meus amigos, pelo apoio constante.

Aos meus colegas de faculdade, por toda ajuda e companheirismo ao longo do curso.

À todo o corpo docente que que já compôs e compõem o curso de Engenharia Civil do CÂMPUS Toledo.

Ao meu orientador, professor MSc. Calil Abumanssur, por toda paciência e dedicação ao longo deste trabalho.

*"O futuro pertence aqueles que acreditam na  
beleza de seus sonhos."*

*Anna Eleanor Roosevelt*

## RESUMO

Sousa, Valdeir de Caldas. Dimensionamento de reservatório comercial para captação de água de chuva na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) CÂMPUS Toledo: Bloco E. 2017. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Toledo 2017.

A demanda por água tem aumentado muito, e com isso a escassez também, levando muitas pessoas a captarem a água de chuva para utilizar nas mais diversas atividades, destacando-se o uso na lavagem de pisos, pátios, bacias sanitárias e rega de jardins. O uso de água de chuva na lavagem dos pisos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – CÂMPUS Toledo, pode contribuir de maneira eficaz na redução do consumo de água no CÂMPUS. Este trabalho mostra que é possível captar água de chuva no CÂMPUS Toledo, para posterior uso na limpeza de pisos, sendo para isto utilizado no dimensionamento do reservatório comercial o método de Rippl, o método Prático Australiano e o método de Azevedo Neto.

**Palavras-chave:** Consumo de Água, Captação de Água de Chuva, Uso de Água de Chuva.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Disponibilidade de Água no Mundo.....	14
Figura 2 - Densidade Demográfica do Brasil.....	16
Figura 3 - Bacias Hidrográficas do Estado do Paraná.....	18
Figura 4 - Sistema Básico de Captação de Água de Chuva .....	20
Figura 5 - CÂMPUS/Toledo.....	24
Figura 6 - Cobertura do Bloco E.....	26
Figura 7 - Cobertura Do Bloco E (Área de 285,40 m <sup>2</sup> ) .....	26
Figura 8 - Reservatório Comercial Bakof Tec.....	46
Figura 9 - Reservatório Comercial FORTLEV .....	47
Figura 10 - Reservatório Comercial Acqualimp.....	48



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Recursos Hídricos por Região Demográfica. ....	15
Tabela 2 – Média das Séries Históricas. ....	25
Tabela 3 - Quantidade de Água Necessária para a Limpeza do Piso de Cada Ambiente. ....	27
Tabela 4 - Quantidade de Água Necessária para a Limpeza do Piso de um Pavimento Tipo.....	28
Tabela 5 – Coeficiente de Escoamento Superficial. ....	30
Tabela 6 - Cálculo do Coeficiente $Q_t$ . ....	30
Tabela 7 - Cálculo do Coeficiente $S_t$ . ....	31
Tabela 8 - Cálculo do Coeficiente $Q_t$ (Área de 285,40 m <sup>2</sup> ). ....	33
Tabela 9 - Cálculo do Coeficiente $S_t$ (Área de 285,40 m <sup>2</sup> ). ....	33
Tabela 10 - Cálculo do Volume Mensal de Água Produzida pela Chuva. ....	35
Tabela 11 - Cálculo do Volume de Água no Final do Mês. ....	36
Tabela 12 - Cálculo da Falha do Reservatório. ....	37
Tabela 13 - Cálculo do Volume Mensal de Água Produzida pela Chuva (Área de 285,40 m <sup>2</sup> ). ....	38
Tabela 14 - Cálculo do Volume no Final do Mês (Área de 285,40 m <sup>2</sup> ). ....	38
Tabela 15 - Quantidade de Água no Reservatório. ....	39
Tabela 16 - Quantidade de Água no Reservatório (Área de 285,40 m <sup>2</sup> ). ....	40
Tabela 17 - Informações Técnicas para Reservatórios Comerciais Bakof Tec. ....	46
Tabela 18 - Informações Técnicas para Reservatórios Comerciais FORTLEV. ....	47
Tabela 19 - Informações Técnicas para Reservatórios Comerciais Acqualimp.....	48

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.1 OBJETIVOS .....	13
1.1.1 Objetivo Geral .....	13
1.1.2 Objetivos Específicos .....	13
1.2 JUSTIFICATIVA .....	13
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>14</b>
2.1 Água Doce no Mundo.....	14
2.1.1 Água Doce no Brasil.....	15
2.1.2 Água Doce no Estado do Paraná.....	17
2.3 APROVEITAMENTO E CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL .....	18
2.4 RESERVATÓRIO DE ÁGUA PLUVIAL .....	20
2.4.1 Reservatório Comercial.....	21
2.5 CONSUMO.....	22
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>24</b>
3.1 OBJETO DE ESTUDO .....	24
3.2 DADOS PLUVIOMÉTRICOS EM TOLEDO-PR .....	25
3.3 ÁREA DE CAPTAÇÃO .....	25
3.4 ÁREA DE CADA PAVIMENTO DO BLOCO E .....	26
3.4.1 Pavimento Tipo .....	27
3.5 DEMANDA MENSAL DE ÁGUA PARA LIMPEZA DE PISOS.....	27
3.6 DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO .....	29
3.6.1 Dimensionamento do Reservatório pelo método de Rippl.....	29
3.6.1.1 Dimensionamento do Reservatório pelo método de Rippl (Área de Captação de 285,40 m <sup>2</sup> ).....	32
3.6.2 Dimensionamento do Reservatório pelo método Prático Australiano.....	34
3.6.2.1 Dimensionamento do Reservatório pelo método Prático Australiano (Área de Captação de 285,40 m <sup>2</sup> ).....	37
3.6.3 Dimensionamento do Reservatório pelo método de Azevedo Neto .....	39
3.6.3.1 Dimensionamento do Reservatório pelo método de Azevedo Neto (Área de Captação de 285,40 m <sup>2</sup> ).....	40
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>42</b>
ANEXO A – Reservatório comercial em Plástico Reforçado em Fibra de Vidro (P.R.F.V) Bakof Tec. ....	46
ANEXO B – Reservatórios comercial em Polietileno (FORTLEV).....	47

ANEXO C – Reservatórios comercial em Polietileno de Alta Densidade (PEAD)	
Acqualimp.....	48

## 1 INTRODUÇÃO

A demanda de água para consumo humano tem aumentado gradativamente. Esse aumento se deve tanto ao crescimento urbano quanto à escassez de água potável causada pela contínua poluição dos mananciais. Esses dois fatores, atuando de maneira conjunta, prejudicam o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida em nosso planeta.

O aumento da demanda por água deve elevar-se por volta de 55% até o ano de 2050, gerando efeitos significativos, tendo em vista que 20% dos mananciais subterrâneos já estão sendo explorados. Dentre esses fatores a mudança climática também contribui para o problema da escassez de água, pois a precipitação sofreu grandes variações ao longo dos anos.

Segundo relatório da Organização das Nações Unidas (ONU, 2015), até o ano de 2030 o planeta enfrentará um déficit de 40% na oferta de água. Grande parte desse déficit se deve ao crescimento dos setores de agricultura e energia. Esses setores precisam aumentar constantemente a sua produção para suprir a demanda por alimentos da população mundial, pois até o ano de 2050 a agricultura precisará produzir mundialmente 60% a mais de comida.

É importante destacar que no Brasil existe uma grande diferença entre água doce ofertada e a demanda. Isso se deve ao fato de que essa disponibilidade se encontra distante das maiores demandas, que são regiões com maior densidade demográfica.

Considerando-se isso, a melhor forma de preservar a água é através da conscientização da população, de maneira que os recursos hídricos sejam preservados em quantidade e qualidade suficiente, tanto hoje, quanto para as futuras gerações.

Portanto, a utilização de água de chuva é uma alternativa que pode suprir a demanda da população quanto ao uso de água para fins não potáveis. Esse recurso natural pode ser amplamente utilizado, e existe em abundância em boa parte do Brasil.

Considerando a importância do tema abordado, o estudo irá dimensionar um reservatório comercial para captação de água de chuva, que será utilizada na limpeza geral do Bloco E, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, CÂMPUS Toledo.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Dimensionar um reservatório comercial para captação de água de chuva para posterior utilização na limpeza de pisos do Bloco E da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) CÂMPUS Toledo.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Estudar as metodologias referentes ao aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis;
- Estimar o consumo mensal de água utilizada na limpeza;
- Apresentar o dimensionamento dos reservatórios comerciais que atendam o problema proposto, de acordo com cada método de cálculo.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

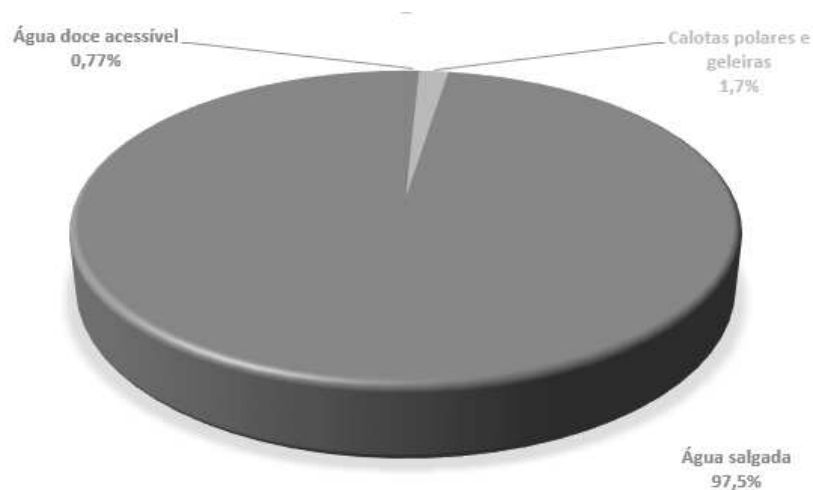
O uso da água pluvial para fins não potáveis pode contribuir de forma eficaz para a economia de água. A água pluvial captada pode ser reutilizada para as mais diversas finalidades, dentre as quais destacam-se, o uso em bacias sanitárias, mictórios, irrigação de jardins, limpeza em geral, reserva de incêndio e torneiras que distribuem água para fins não potáveis.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Água Doce no Mundo

A água é um recurso natural e essencial para a existência humana. Porém o acesso a água difere-se entre as regiões do globo terrestre. Isso ocorre porque existe água em abundância em alguns países, e a falta dela em outros. Estima-se que em 2025 cerca de 1,8 bilhão de pessoas estarão vivendo em países ou regiões com escassez de água (GOBBI, 2015).

Segundo Nogueira (2003), do total de água existente no planeta, apenas 2,5% é de água doce. Desse total apenas 0,3% é renovável através do ciclo hidrológico. Os outros 97,5% de água que restam são impróprias para o consumo humano, pois esse volume é de água do mar. Na Figura 2 é apresentada a disponibilidade de água no mundo.



**Figura 1: Disponibilidade de Água no Mundo**  
Fonte: Adaptado de Grassi (2001).

A má distribuição dos recursos hídricos e o desperdício são as principais causas da escassez de água no planeta. Isso ocorre porque 60% do total dos recursos hídricos que existem no planeta, estão concentrados em apenas nove países. É

importante ressaltar que o desperdício de água pode acarretar em uma crise hídrica futuramente, atingindo até países considerados ricos em água como Estados Unidos, Brasil, Rússia, África do Sul (VICTORINO, 2007).

### 2.1.1 Água Doce no Brasil

O Brasil possui 12% da água doce do mundo tornando-se um país com uma grande capacidade hídrica, se comparado aos demais países do globo terrestre. Apesar dessa grande oferta, este recurso hídrico está distribuído de maneira inversamente proporcional ao número de habitantes. (TOMAZ, 2001).

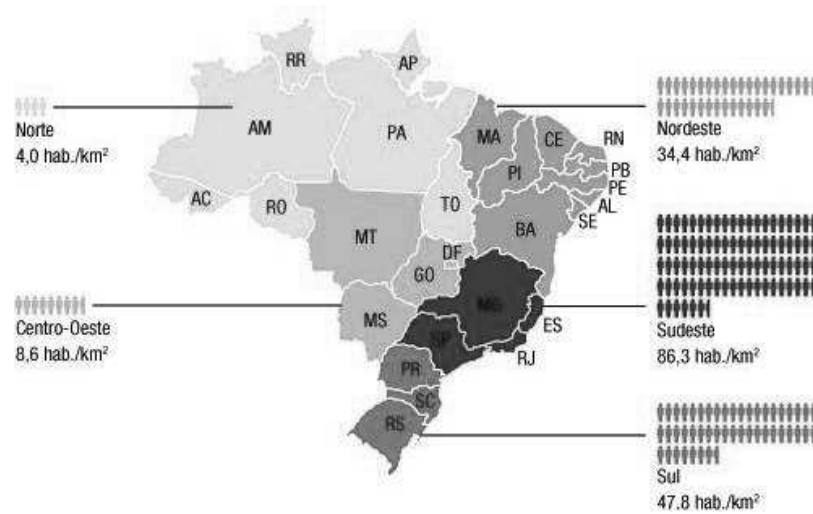
Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2015), a região Norte possui 81% do total da água doce do Brasil. Comparando-se com as regiões hidrográficas litorâneas, onde estão cerca de 45,5% da população nacional e que possuem apenas 2,7% dos recursos hídricos do Brasil (NOGUEIRA, 2006).

**Tabela 1: Recursos Hídricos no Brasil por Região Demográfica**

REGIÃO	DENSIDADE DEMOGRÁFICA (Hab./Km <sup>2</sup> )	CONCENTRAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL (%)
Norte	4,12	68,5
Nordeste	34,15	3,3
Centro-Oeste	8,75	15,7
Sudeste	86,92	6
Sul	48,58	6,5

**Fonte: IBGE/ANA (2010).**

A região Norte do Brasil possui a menor densidade demográfica com apenas 5% da população. Nessa mesma região, está situada a bacia Amazônica, maior bacia hidrográfica do Brasil e do mundo. Essa bacia possui uma área de drenagem de 6.112.000 Km<sup>2</sup>, e ocupa 42% do território brasileiro (ANEEL, 2007).



**Figura 2: Densidade Demográfica do Brasil**  
**Fonte: IBGE (2008).**

Em situação diferente está a região Nordeste, mais precisamente na região do semiárido nordestino. Essa região passa por grandes dificuldades quando o assunto é água. Apresenta uma série de condições hídricas desfavoráveis, com destaque para, baixa precipitação durante o ano, subsolo desfavorável e baixo desenvolvimento econômico e social (TUCCI; HESPANHOL e NETTO, 2000).

Mesmo com a grande disponibilidade hídrica que existe no Brasil, busca-se a criação de um modelo de gestão de recursos hídricos de maneira que atenda toda à população. Esse modelo deve ser capaz de estruturar e gerir adequadamente os recursos que existem, pois em algumas regiões os mananciais existente já foram contaminados pelo homem (CAMPOS; FRACALANZA, 2010).

Considerando-se isto, a Lei 9433/97 que criou a Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelece que, deve-se assegurar à atual e as futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos, bem como utilizar os recursos hídricos de maneira racional e integrada.



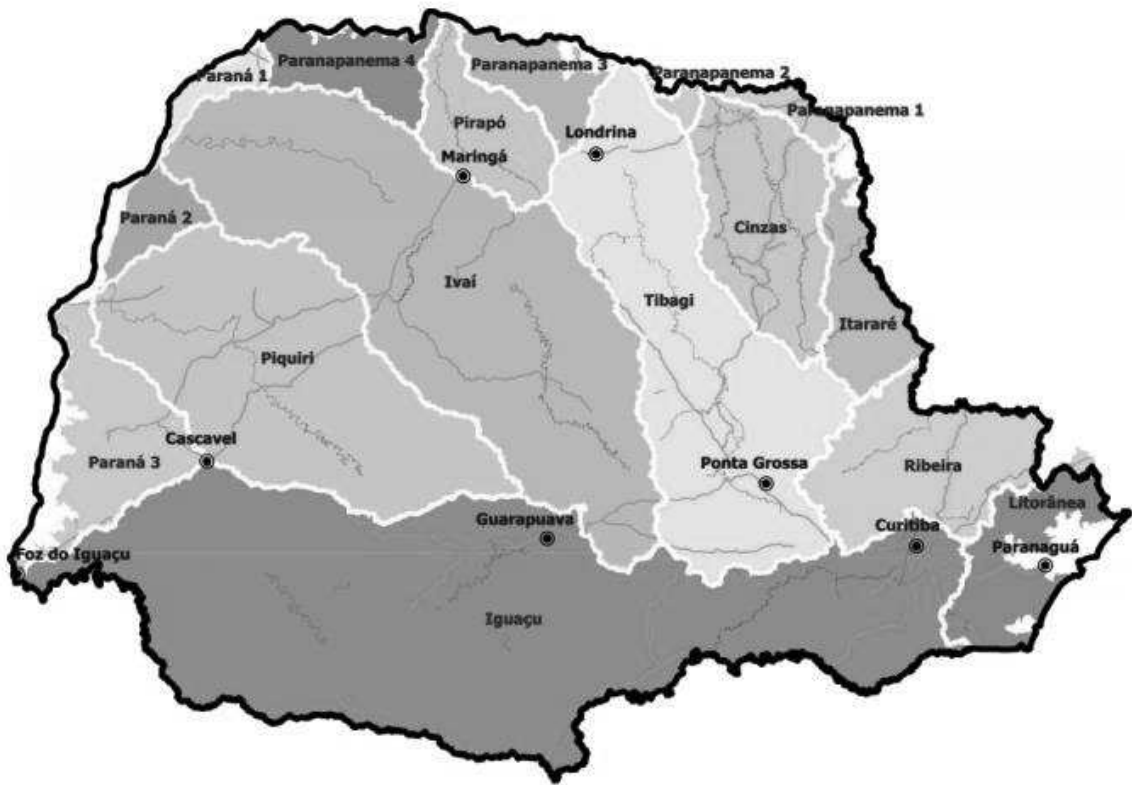
### 2.1.2 Água Doce no Estado do Paraná

O gerenciamento dos recursos hídricos é um fator determinante para o desenvolvimento de uma determinada região, seja ela urbana ou rural. Esse gerenciamento torna possível a disponibilidade de água doce, tanto em quantidade quanto em qualidade (IAP, 2016).

De acordo com a Secretária de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA, 2016) do Paraná, a água deve ser utilizada para as mais diversas atividades humanas, contemplando o abastecimento público, abastecimento industrial, a irrigação agrícola, a produção de energia elétrica e as atividades de lazer e recreação, e também a manutenção da vida aquática. A distribuição do consumo de água no estado do Paraná ocorre da seguinte forma:

- 42% do total para abastecimento público;
- 24% do total para a demanda industrial;
- 21% do total para a agricultura;
- 13% do total para a pecuária.

Com isso, criou-se em 26 de Janeiro de 1999 foi criada a Lei Estadual nº 9.433, que subdividiu o estado do Paraná em 16 bacias hidrográficas, a fim de gerenciar os recursos hídricos estaduais, visando melhorar o aproveitamento dos recursos hídricos. Segundo a Secretária de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA, 2016), as bacias hidrográficas são as seguintes: Litorânea, Iguaçu, Ribeira, Itararé, Cinzas, Tibagi, Ivaí, Paranapanema 1, Paranapanema 2, Paranapanema 3, Paranapanema 4, Pirapó, Paraná 1, Paraná 2, Paraná 3, Piquiri, de acordo com a Figura 3 abaixo.



**Figura 3: Bacias Hidrográficas do Estado do Paraná**  
 Fonte: SEMA (2016).

De maneira geral, o estado do Paraná destaca-se por possuir uma grande capacidade hídrica, com destaque para o rio Paraná, onde encontra-se a usina hidrelétrica de Itaipu. É importante destacar também o rio Paranapanema, que concentra cerca de 5% do total da produção hidrelétrica nacional. (GONÇALVES, 2011).

### 2.3 APROVEITAMENTO E CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL

A água é um recurso natural indispensável para o homem, sendo que ao longo dos anos o homem tornou-se muito dependente do seu uso, utilizando-a nas atividades domésticas e industriais (GONÇALVES; OLIVEIRA, 1999).

A sua utilização de maneira incorreta, tanto nas atividades doméstica quanto nas atividades industriais, gerou um aumento no desperdício de água ao longo dos anos (VIMIEIRO, 2005).

Segundo Tomaz (2003) o uso água de chuva em algumas atividades humanas é essencial para combater o desperdício, pois a água pluvial pode ser utilizada na lavoura, na irrigação de plantações, e também em residências, onde é mais comumente utilizada em bacias sanitárias.

Captar água de chuva é fundamental, pois ao mesmo tempo em que há uma redução no consumo de água, também é possível atuar no controle de enchentes. De acordo com Petters (2006) a captação de águas de chuva pode contribuir de maneira eficaz na redução do escoamento superficial, e assim, diminuir o número de enchentes.

Por ser uma técnica milenar e simples, a água de chuva vem sendo utilizada desde a Roma Antiga, onde a água de chuva captada era também utilizada para o consumo humano. No Brasil, a captação de água de chuva é mais comum na região Nordeste, devido ao clima árido desta região, onde as chuvas são muito irregulares e concentradas em alguns meses do ano (PÁDUA, 2007).

Em um sistema de captação de água de chuva, têm-se o telhado como um dos principais elementos que compõem o sistema. Apesar de não ser muito comum, em alguns casos lajes e pisos também são empregados como superfície de captação. (BARBOSA, 2005).

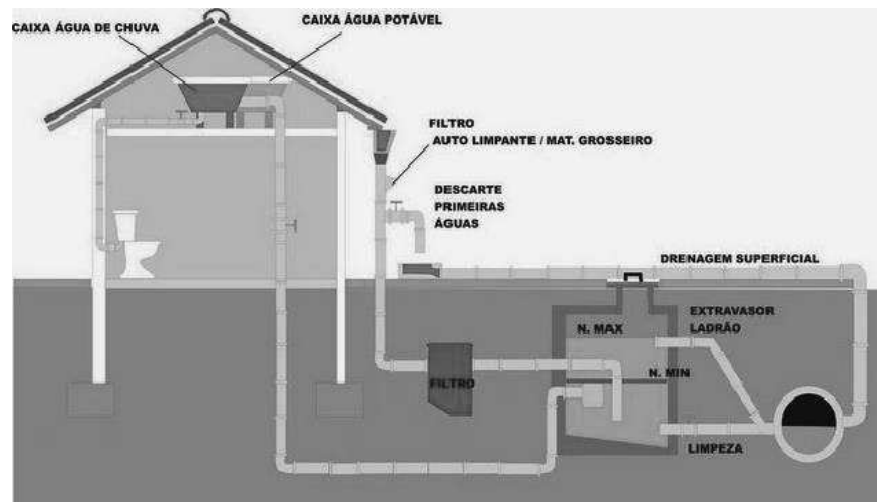
É importante destacar que a quantidade de água que será captada, está diretamente ligada à eficiência dos coletores, e também a precipitação na região em estudo (TOMAZ, 2003).

Quanto à qualidade da água de chuva que será captada, deve-se levar em consideração a região de captação, pois a qualidade da água de chuva está diretamente ligada à qualidade do ar, e também a qualidade dos materiais que serão utilizados na construção do reservatório (GNADLINGER, 2001).

Para que seja viável um sistema de coleta de água de chuva, o mesmo deve ser bem projetado, atendendo aos requisitos exigidos segundo à NBR 15527 (ABNT, 2007).

A água de chuva é captada por meio de um sistema, que possui uma superfície de captação, podendo ser essa superfície, o telhado, a laje ou o piso de uma edificação. Essa superfície de captação transporta a água até as calhas, e

posteriormente até os condutores horizontais e verticais. Esses condutores levam a água até a unidade de tratamento, que é composta por filtros, e desinfecção. Por fim a água chega ao reservatório em que será armazenada (DORNELLES; TASSI e GOLDENFUM, 2010). Segue abaixo na Figura 3 um sistema básico de captação de água de chuva.



**Figura 4: Sistema Básico de Captação de Água de Chuva**  
Fonte: Reformolar (2016).

A água captada deve passar por um redutor de velocidade antes de chegar ao reservatório, evitando assim o turbilhonamento, onde as partículas sólidas existentes no fundo do reservatório fiquem suspensas, e sejam retiradas juntamente com a água do reservatório que será utilizada. Por isso, recomenda-se que a retirada de água do reservatório deve ser feita próxima a superfície (ABNT NBR 15527, 2007).

## 2.4 RESERVATÓRIO DE ÁGUA PLUVIAL

O reservatório é o local onde a água da chuva é armazenada para posterior uso. O material mais utilizado na construção de reservatórios é a alvenaria, podendo ser também empregado o aço, a fibra de vidro e o material plástico modular (PROSAB,

2006). Para o seu correto funcionamento, o reservatório deve atender aos seguintes requisitos:

- Adequada resistência estrutural de acordo com a capacidade de armazenamento;
- Bloquear a entrada de luz do sol em seu interior, impossibilitando a existência de algas;
- Dutos de entrada e saída de água;
- Deve-se instalar um ladrão direcionando a água para o sistema de infiltração no solo;
- Permitir pouca variação da temperatura;
- Possuir abertura para inspeção de limpeza;
- Ter paredes impermeáveis.

Segundo a ABNT NBR 15527 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007, p. 3) para projetar um reservatório de maneira adequada, deve-se levar em consideração uma série de mecanismos essenciais para o correto funcionamento do mesmo.

Dentre os itens que compõem o sistema de aproveitamento de água de chuva, o reservatório tem um custo mais elevado em relação aos demais componentes. Portanto, é muito importante que o reservatório seja dimensionado de acordo com a demanda de cada usuário, evitando-se assim a inviabilidade do sistema de captação (MAY, 2004).

#### 2.4.1 Reservatório Comercial

Os reservatórios comerciais podem ser produzidos utilizando-se para isto, uma infinidade de materiais, sendo mais comumente encontrados reservatórios produzidos em Plástico Reforçado em Fibra de Vidro (P.R.F.V), aço e polietileno. Devido as suas mais variadas possibilidades de uso e aplicação, preço, modelo,

fabricante e volume disponíveis, os mais utilizados são os reservatórios de fibra de vidro e polietileno (TELHANORTE, 2016).

O reservatório comercial em Polietileno é o mais tradicional, possuindo uma maior facilidade de manuseio e instalação, sendo também mais leve. O reservatório de fibra de vidro, apesar de possuir características semelhantes com o reservatório de polietileno possui uma resistência menor à impactos e a perfurações. O reservatório de aço, possui uma durabilidade maior que os demais e é um dos modelos mais resistentes a corrosões (LEROYMERLIN, 2016).

Devido à uma grande infinidade de volume em que são fabricados e disponibilizados no mercado, os reservatórios comerciais são utilizados em larga escala, seja para armazenar água de chuva, água de poços artesianos e água proveniente da rede de tratamento, desde uma simples residência, até edifícios públicos, que possuem uma demanda mais elevada (FORTLEV, 2016).

Sendo assim, a escolha correta do reservatório comercial que possui o volume necessário para atender a demanda para cada caso, deve ser feita de maneira que o volume adequado e o material utilizado na sua fabricação atenda às necessidades de cada projeto (BAKOFTEC, 2016).

## 2.5 CONSUMO

De acordo com a Portaria nº 518 do Ministério da Saúde, a água fornecida pelas empresas de abastecimento deve atender uma série de requisitos. Esses requisitos em conjunto criam um padrão de potabilidade, tornando essa água apropriada para o consumo (ZANELLA, 2015).

A água da chuva, apesar de parecer limpa, sempre está em contato com poluentes, sejam eles atmosféricos, mais comuns em grandes centros urbanos, ou até mesmo na superfície onde ela escoar, ou seja, telhados, pisos e até mesmo nas folhas das árvores. Isso torna a água da chuva não potável, ou seja, imprópria para o consumo humano (ZANELLA, 2015).

Com isso, água pluvial deve ser tratada e esse tratamento deve estar de acordo com a finalidade de utilização dessa água. O tratamento pode variar, desde os

mais simples como, sedimentação, filtração e cloração, ou até à tratamentos mais avançados como os de pH, cor aparente e turbidez. O critério de qualidade da água pluvial, deve ser definido pelo projetista, de acordo com a utilização prevista (ABNT NBR 15527, 2007).

Segundo Fendrich (2002) e Oliynik (2002), para o consumo adequado de águas pluviais, é necessário que se verifique a qualidade da água, de maneira que para a sua utilização seja verificada a necessidade de tratamento específico, pois a qualidade da água está diretamente ligada aos locais por onde ela percorre.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 OBJETO DE ESTUDO

O Bloco E é um edifício constituído por 4 pavimentos, sendo 1 pavimento térreo, e 3 pavimentos tipo, possuindo uma área total construída de 3.572,00 m<sup>2</sup>. No pavimento térreo ficam o hall de entrada, banheiros, auditório e salas administrativas. Nos pavimentos superiores ficam o hall de entrada, salas administrativas/professores, banheiros e corredores.

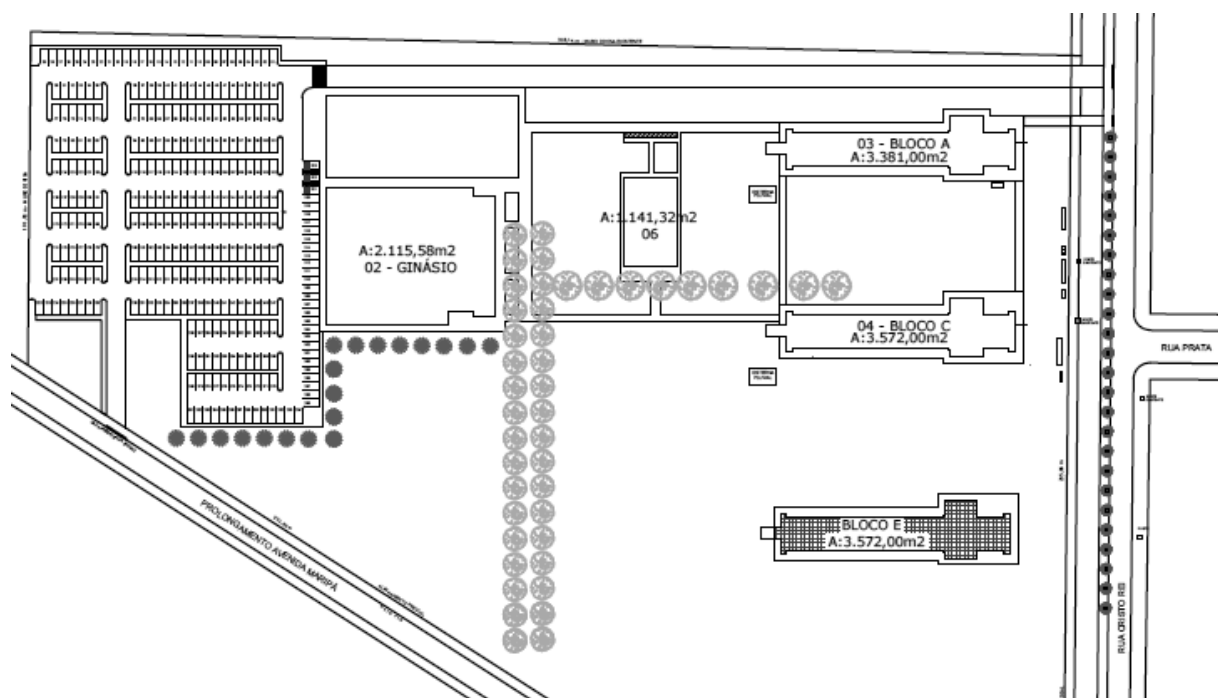


Figura 5: CÂMPUS Toledo/ Bloco E.



### 3.2 DADOS PLUVIOMÉTRICOS EM TOLEDO-PR

Os dados pluviométricos utilizados para o dimensionamento do reservatório, foram coletados da estação Toledo, situada na cidade de Toledo, Paraná, Latitude 24°44' S e Longitude 53°43' W, de acordo com a Tabela 2 abaixo:

**Tabela 2: Média das Séries Históricas**

<b>Mês</b>	<b>Precipitação Média (mm)</b>
Janeiro	179,53
Fevereiro	168,50
Março	142,57
Abril	149,50
Maiο	170,19
Junho	135,53
Julho	97,71
Agosto	86,16
Setembro	144,34
Outubro	204,72
Novembro	164,95
Dezembro	169,54
<b>Total</b>	<b>1813,24</b>

**Fonte: ANA/Hidroweb (2016).**

### 3.3 ÁREA DE CAPTAÇÃO

A área de captação de água de chuva que foi utilizada para o cálculo do volume do reservatório, é a cobertura parcial do Bloco E da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). A área utilizada inicialmente foi de 570,75 m<sup>2</sup>, como mostra a área hachurada da Figura 6. Porém, com a finalidade de otimizar a quantidade de água captada, e assim evitar o desperdício de água já tratada, também foi calculado utilizando uma área de 285,4 m<sup>2</sup>, como mostra a figura hachurada da Figura 7.

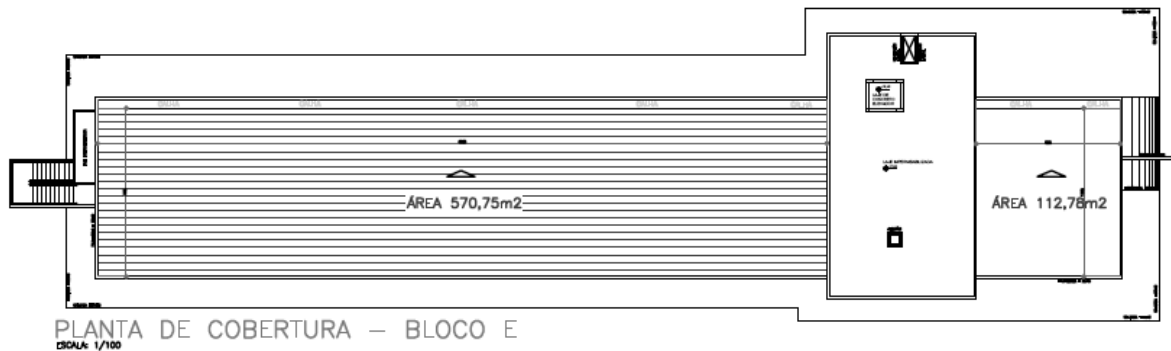


Figura 6: Cobertura do Bloco E (Área de 570,75 m<sup>2</sup>).

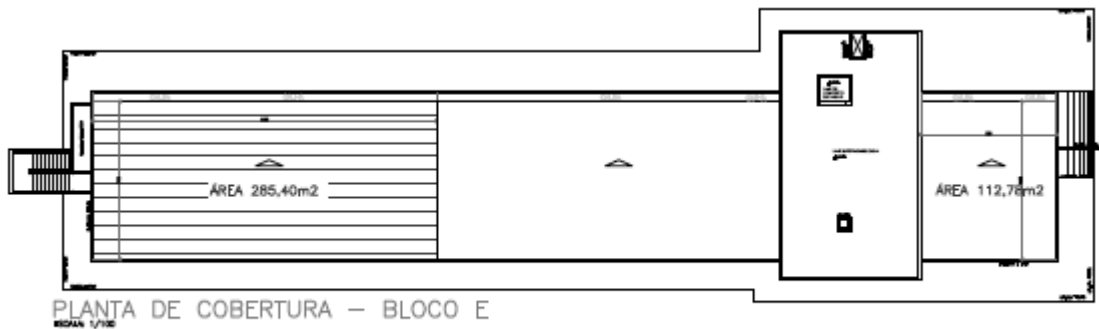


Figura 7: Cobertura do Bloco E (Área de 285,40 m<sup>2</sup>).

### 3.4 ÁREA DE CADA PAVIMENTO DO BLOCO E

As áreas de todos os pavimentos do bloco E são iguais, sendo que todos os pavimentos possuem as mesmas áreas, diferindo-se uns dos outros apenas na distribuição de ambientes. Sendo assim, a área total que será considerada no cálculo da demanda (limpeza de pisos), será a soma de todos os 4 pavimentos tipo, que compõem o Bloco E

### 3.4.1 Pavimento Tipo

O Bloco E é composto por quatro pavimentos tipo, sendo que cada um desses pavimentos possuem uma área total de 738,90 m<sup>2</sup>.

### 3.5 DEMANDA MENSAL DE ÁGUA PARA LIMPEZA DE PISOS

O cálculo da demanda de água para a atividade de limpeza pisos, é necessário para que possa ser feita a comparação entre o valor do consumo mensal de água para a limpeza dos pisos do Bloco E no CÂMPUS Toledo, e a quantidade a ser captada que atenda essa demanda. Para isto, o cálculo da demanda por água pluvial foi efetuado, levando-se em consideração a limpeza do hall de entrada, dos auditórios, das salas de aula, das salas dos professores, dos corredores e banheiros de todos os pavimentos do Bloco E.

Segue na Tabela 3 abaixo, a quantidade de água em litros por metro quadrado e o número de limpezas por mês, de acordo com o pessoal da limpeza do CÂMPUS.

**Tabela 3: Quantidade de Água Necessária Para a Limpeza do Piso de Cada Ambiente**

Ambiente	Quantidade de Água (L/m <sup>2</sup> )	Número de Limpeza por mês (Unid.)
Lavagem de Salas de Aula/Salas Administrativas/Corredores/Auditórios/Hall de Entrada	2 L/m <sup>2</sup>	4
Lavagem dos Banheiros	4 L/m <sup>2</sup>	8

**Fonte: Adaptado de Gonçalves (2006).**

A partir da Tabela 3 acima, foi possível calcular a quantidade de água necessária para a limpeza dos pisos de todos os pavimentos do Bloco E, de acordo com a Equação 1 abaixo:

$$D_M = Q_A \times A_P \times N_L \quad (\text{eq.1})$$

Onde:

$D_M$ : demanda de água mensal necessária para a lavagem de um pavimento (piso);

$Q_A$ : litros de água por metro quadrado necessários para a limpeza de cada ambiente;

$A_P$ : área de piso de cada ambiente;

$N_L$ : número de limpezas por mês em cada ambiente.

Calculou-se na Tabela 4 abaixo a quantidade de água necessária para a limpeza dos pisos de um dos quatros pavimentos tipo que compõem o Bloco E.

**Tabela 4: Quantidade de Água Necessária Para a Limpeza do Piso de um Pavimento Tipo**

Ambiente	Quantidade		Limpeza/ mês (Unid.)	Demanda mensal (L/mês)
	de Água (L/m <sup>2</sup> )	Área (m <sup>2</sup> )		
Lavagem de Salas de Aula/Salas				
Administrativas/Corredores/Auditórios/Hall de Entrada	2 L/m <sup>2</sup>	693,06 m <sup>2</sup>	4	5.544,48 L
Lavagem dos Banheiros	4 L/m <sup>2</sup>	45,84 m <sup>2</sup>	8	1.466,88 L
<b>Total</b>		<b>738,90 m<sup>2</sup></b>		<b>7.011,36 L/mês</b>

Portanto, de acordo com Tabela 4, a quantidade de água necessária para a lavagem dos pisos de um pavimento tipo é de 7.011,36 L/mês. Sendo assim, multiplicando-se esse valor por 4, a quantidade de água necessária para a limpeza de todos os pisos do Bloco E é de 28.045,44 L/mês, ou seja, 28,05 m<sup>3</sup>/mês.

### 3.6 DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO

O reservatório comercial foi dimensionado, levando-se em consideração, as precipitações na cidade de Toledo - PR, a demanda mensal do CÂMPUS Toledo e a área de captação, sendo considerado inicialmente a área de 570,75 m<sup>2</sup> e, posteriormente 285,4 m<sup>2</sup>. Para isto, utilizou-se os seguintes métodos no dimensionamento do reservatório comercial; método de Rippl, método de Azevedo Neto e o método Prático Australiano.

#### 3.6.1 Dimensionamento do Reservatório pelo método de Rippl

O método de Rippl é um dos métodos usados para dimensionar reservatórios, e um dos métodos recomendados pela NBR 15527 (ABNT, 2007). Nesse método de cálculo, podem ser utilizados dados da precipitação mensal ou diária, sendo recomendado a utilização de dados diários, pois a utilização de dados mensais implicará em reservatórios maiores. Neste trabalho, foi utilizado dados mensais, pois levou-se em consideração a demanda mensal e o tamanho da edificação. O volume de água que passa pela área de captação, considerando-se um determinado tempo  $t$ , é calculado expressão abaixo:

$$Q_{(t)} = C \times P \times A \quad (\text{eq.2})$$

Onde:

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

$C$ : é o coeficiente de escoamento superficial (determinado de acordo com o material do telhado, ou seja, telhas de cimento amianto);

$P$ : é a precipitação média mensal em (mm);

$A$ : é a área de captação em (m<sup>2</sup>).

O valor do coeficiente de escoamento superficial  $c$ , foi adotado conforme a Tabela 5 abaixo:

<b>Material do Telhado</b>	<b>C</b>
Telhas cerâmicas	0,8 a 0,9
Telhas esmaltadas	0,9 a 0,95
Telhas corrugadas de metal	0,8 a 0,9
Telhas de cimento amianto	0,8 a 0,9
Telhas de Plástico, PVC	0,8 a 0,95

**Fonte: Plínio Tomaz (2011).**

Os dados referentes a precipitação média mensal encontram-se no Anexo A. Segue na Tabela 6 abaixo o cálculo do volume de chuva aproveitável  $Q_{(t)}$ , levando-se em consideração a precipitação média mensal:

<b>MÊS</b>	<b>C</b>	<b>P (mm)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b><math>Q_t/1000</math> (m<sup>3</sup>)</b>
Janeiro	0,8	179,53	570,75	81,97
Fevereiro	0,8	168,50	570,75	76,94
Março	0,8	142,57	570,75	65,10
Abril	0,8	149,50	570,75	68,26
Mai	0,8	170,19	570,75	77,71
Junho	0,8	135,53	570,75	61,88
Julho	0,8	97,71	570,75	44,62
Agosto	0,8	86,16	570,75	39,34
Setembro	0,8	144,34	570,75	65,91
Outubro	0,8	204,72	570,75	94,48
Novembro	0,8	164,95	570,75	75,32
Dezembro	0,8	169,54	570,75	77,42

O volume de água no reservatório é calculado pela diferença entre a demanda de água pluvial e o volume de água pluvial aproveitável, de acordo com a expressão abaixo:

$$S_{(t)} = D_{(t)} - Q_{(t)} \quad (\text{eq.3})$$

Onde:

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

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

$Q_{(t)}$ : é o volume de chuva aproveitável no tempo t.

A demanda mensal expressa na coluna  $D_t$ , e a quantidade de água de chuva aproveitável se encontra na coluna  $Q_t$ . A diferença entre a coluna  $D_t$  e a coluna  $Q_t$ , é o volume de água no reservatório, que está representado na coluna  $S_t$ . Nessa mesma coluna, valores negativos indicam que o reservatório atendeu a demanda mensal, e deverá extravasado. Os valores positivos da mesma coluna, indicam o contrário, ou seja, que a demanda mensal não foi atendida no referido mês, e o reservatório deverá ser abastecido.

Com isso, segue na Tabela 7 abaixo os valores encontrados para a coluna  $S_t$ :

**Tabela 7: Cálculo do Coeficiente  $S_t$**

<b>MÊS</b>	<b><math>D_t</math> (m<sup>3</sup>)</b>	<b><math>Q_t</math> (m<sup>3</sup>)</b>	<b><math>S_t</math> (m<sup>3</sup>)</b>
Janeiro	28,05	81,97	-53,92
Fevereiro	28,05	76,94	-48,89
Março	28,05	65,10	-37,05
Abril	28,05	68,26	-40,21
Mai	28,05	77,71	-49,66
Junho	28,05	61,88	-33,83
Julho	28,05	44,62	-16,57
Agosto	28,05	39,34	-11,29
Setembro	28,05	65,91	-37,86
Outubro	28,05	94,48	-66,43
Novembro	28,05	75,32	-47,27
Dezembro	28,05	77,42	-49,37

Nota-se que todos os valores da coluna  $S_t$  são negativos, indicando que a demanda foi atendida em todos os meses do ano. É importante ressaltar que neste método de cálculo, o volume do reservatório também pode ser encontrado respeitando-se a condição que  $S_t > 0$ , como segue abaixo:

$$V = \sum S_{(t)} \quad (\text{eq.4})$$

Sendo que:

$$\sum D_{(t)} < \sum Q_{(t)}$$

Onde:

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

$Q_{(t)}$ : é o volume de chuva aproveitável no tempo  $t$ .

Com isso, pode-se afirmar que o volume do reservatório comercial deverá ser um valor acima da demanda mensal. Como se trata de um reservatório comercial, o volume mais próximo que atenda o problema proposto deverá ter capacidade para aproximadamente  $30 \text{ m}^3$  de água.

### 3.6.1.1 Dimensionamento do Reservatório pelo método de Rippl (Área de Captação de $285,40 \text{ m}^2$ )

Apesar de atender a demanda em todos os meses do ano, solucionando o problema proposto, a quantidade de água captada utilizando-se uma área de  $570,78 \text{ m}^2$  é muito superior à demanda, necessitando-se de extravasamento de um volume considerável de água de chuva. Com isso, foi realizado um novo cálculo do volume do reservatório, utilizando uma área de captação de  $285,40 \text{ m}^2$ . Segue abaixo na Tabela 8, de acordo com Equação 2, o cálculo do volume de chuva aproveitável  $Q_{(t)}$ :



**Tabela 8: Cálculo do Coeficiente  $Q_t$  (Área de 285,40 m<sup>2</sup>)**

<b>MÊS</b>	<b>C</b>	<b>P (mm)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b><math>Q_t/1000</math> (m<sup>3</sup>)</b>
Janeiro	0,8	179,53	285,40	40,99
Fevereiro	0,8	168,50	285,40	38,47
Março	0,8	142,57	285,40	32,55
Abril	0,8	149,50	285,40	34,13
Mai	0,8	170,19	285,40	38,86
Junho	0,8	135,53	285,40	30,94
Julho	0,8	97,71	285,40	22,31
Agosto	0,8	86,16	285,40	19,67
Setembro	0,8	144,34	285,40	32,95
Outubro	0,8	204,72	285,40	46,74
Novembro	0,8	164,95	285,40	37,66
Dezembro	0,8	169,54	285,40	38,71

O volume de água de chuva aproveitável  $S_t$ , foi calculado a partir da Equação 3, e seguem abaixo na Tabela 9:

**Tabela 9: Cálculo do Coeficiente  $S_t$  (Área de 285,40 m<sup>2</sup>)**

<b>MÊS</b>	<b><math>D_t</math> (m<sup>3</sup>)</b>	<b><math>Q_t</math> (m<sup>3</sup>)</b>	<b><math>S_t</math> (m<sup>3</sup>)</b>
Janeiro	28,05	40,99	-12,94
Fevereiro	28,05	38,47	-10,42
Março	28,05	32,55	-4,5
Abril	28,05	34,13	-6,08
Mai	28,05	38,86	-10,81
Junho	28,05	30,94	-2,89
Julho	28,05	22,31	5,74
Agosto	28,05	19,67	8,86
Setembro	28,05	32,95	-4,9
Outubro	28,05	46,74	-18,69
Novembro	28,05	37,66	-9,61
Dezembro	28,05	38,71	-10,66

Nota-se que com a área de captação menor, a demanda não foi atendida em alguns meses do ano. Com isso, o volume do reservatório foi calculado de acordo com a Equação 4, ou seja, o volume foi determinado pelo somatório dos valores positivos acumulados da coluna  $S_t$ , sendo encontrado um volume de 14,60 m<sup>3</sup>. Sendo assim, o volume comercial mais adequado é de 15 m<sup>3</sup>.

### 3.6.2 Dimensionamento do Reservatório pelo método Prático Australiano

O método Prático Australiano é um método empírico de captação de água de chuva, também recomendado pela NBR 15527 (ABNT, 2007), onde o volume de chuva é obtido pela expressão abaixo:

$$Q = A \times C \times (P - I) \quad (\text{eq.5})$$

Onde:

$Q$ : é o volume mensal produzido pela chuva;

$A$ : é a área de coleta;

$C$ : 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 mm.

De acordo com a Equação 5 acima, segue na Tabela 10 abaixo o cálculo do volume mensal de água produzida pela chuva  $Q$ . Para isso foi utilizado a área de captação de 570,75 m<sup>2</sup>, e a precipitação média mensal, de acordo com cada mês do período analisado. Na coluna  $(P - I)$ , dos valores da precipitação média mensal de cada mês do ano, já foram retirados os 2 mm recomendados pelo método Prático Australiano, de acordo com a NBR 15527 (ABNT, 2007).

**Tabela 10: Cálculo do Volume Mensal de Água Produzida pela Chuva**

MÊS	A (m <sup>2</sup> )	C	P - I (mm)	Q/1000 (m <sup>3</sup> )
Janeiro	570,75	0,8	177,53	81,06
Fevereiro	570,75	0,8	166,50	76,02
Março	570,75	0,8	142,57	65,10
Abril	570,75	0,8	147,50	67,35
Mai	570,75	0,8	168,19	76,79
Junho	570,75	0,8	133,53	60,97
Julho	570,75	0,8	95,71	43,70
Agosto	570,75	0,8	84,16	38,43
Setembro	570,75	0,8	142,34	64,99
Outubro	570,75	0,8	202,72	92,56
Novembro	570,75	0,8	162,95	74,40
Dezembro	570,75	0,8	167,54	76,50

O volume de água no tanque no fim do mês, é determinado pela Equação 6 abaixo:

$$V_t = V_{t-1} + Q_t - D_t \quad (\text{eq.6})$$

Onde:

$Q_t$ : é o volume mensal produzido pela chuva no mês t;

$V_t$ : é o volume de água que está no tanque no fim do mês t;

$V_{t-1}$ : é o volume de água que está no tanque no início do mês t;

$D_t$ : é a demanda mensal;

$I$ : é a interceptação da água que molha as superfícies e perdas por evaporação, geralmente 2 mm.

O volume do reservatório ( $V_t$ ), será considerado vazio quando de acordo com a seguinte condição:

$$(V_{t-1} + Q_t - D_t) < 0 \quad (\text{eq.7})$$

Neste método de cálculo, o volume de reservatório é encontrado realizando-se tentativas, até que se encontre o volume mais adequado, calculando-se para isto

o nível confiança do reservatório, de acordo com a NBR 15527 (ABNT, 2007), que recomenda níveis de confiança entre 90% e 99%. Com isso, a primeira tentativa foi realizada com um volume de 30 m<sup>3</sup>.

**Tabela 11: Cálculo do Volume de Água no Final do Mês**

MÊS	Q <sub>t</sub> (m <sup>3</sup> )	D <sub>t</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>t-1</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>t</sub> (m <sup>3</sup> )
Janeiro	81,06	28,05	0	53,01
Fevereiro	76,02	28,05	30	77,97
Março	65,10	28,05	30	67,05
Abril	67,35	28,05	30	69,30
Mai	76,79	28,05	30	78,74
Junho	60,97	28,05	30	62,92
Julho	43,70	28,05	30	49,25
Agosto	38,43	28,05	30	40,38
Setembro	64,99	28,05	30	66,94
Outubro	92,56	28,05	30	94,51
Novembro	74,40	28,05	30	76,35
Dezembro	76,50	28,05	30	78,45

Como foi mostrado na Tabela 11 acima, um reservatório com um volume de 30 m<sup>3</sup> atendeu a demanda em todos os meses do ano. Sendo assim, calculou-se a inicialmente a falha do reservatório, de acordo com a Equação 8 abaixo:

$$Pr = Nr/N \quad (\text{eq.8})$$

Onde:

P<sub>r</sub>: é a falha;

N<sub>r</sub>: é o número de meses que o reservatório não atendeu a demanda, ou seja, quando V<sub>t</sub> = 0;

N: é o número de meses considerado, geralmente 12 meses.

Segue Tabela 12 abaixo a falha do reservatório:

**Tabela 12: Cálculo da Falha do Reservatório**

<b>Período</b>	<b>N<sub>r</sub></b>	<b>N</b>	<b>P<sub>r</sub></b>
1980-2015	0	12	0
<b>Total</b>			<b>0</b>

De acordo com a Equação 9 abaixo, foi calculado a confiança do reservatório:

$$C = (1 - Pr) \times 100 \quad (\text{eq.9})$$

$$C = (1 - 0) \times 100$$

$$C = 100 \%$$

Sendo assim a confiança do reservatório de 30 m<sup>3</sup> é de 100%, atendendo a NBR 15527 (ABNT, 2007). Portanto, o volume do reservatório comercial pelo método Prático Australiano será de 30 m<sup>3</sup>.

### 3.6.2.1 Dimensionamento do Reservatório pelo método Prático Australiano (Área de Captação de 285,40 m<sup>2</sup>)

Assim como no dimensionamento utilizando o Método de Rippl, no Método Prático Australiano, a quantidade de água captada também é muito superior à demanda, sendo necessário extravasar grandes quantidades de água de chuva do reservatório. Sendo assim, de acordo com a Equação 5, calculou-se abaixo na Tabela 13, o volume mensal de água produzido pela chuva, considerando-se a área de captação igual a 285,40 m<sup>2</sup>. Na coluna (P – I), dos valores da precipitação média mensal de cada mês do ano, já foram retirados os 2 mm recomendados pelo método Prático Australiano, de acordo com a NBR 15527 (ABNT, 2007).

**Tabela 13: Cálculo do Volume Mensal de Água Produzida Pela Chuva (Área de 285,40 m<sup>2</sup>)**

MÊS	A (m <sup>2</sup> )	C	P – I (mm)	Q/1000 (m <sup>3</sup> )
Janeiro	285,40	0,8	177,53	40,53
Fevereiro	285,40	0,8	166,50	38,01
Março	285,40	0,8	142,57	32,55
Abril	285,40	0,8	147,50	33,68
Maio	285,40	0,8	168,19	38,40
Junho	285,40	0,8	133,53	30,48
Julho	285,40	0,8	95,71	21,85
Agosto	285,40	0,8	84,16	19,21
Setembro	285,40	0,8	142,34	32,50
Outubro	285,40	0,8	202,72	46,28
Novembro	285,40	0,8	162,95	37,20
Dezembro	285,40	0,8	167,54	38,25

O volume de água que se encontra no reservatório no fim do mês, como foi mostrado acima, na Tabela 13, é menor que a quantidade de água encontrada para a área de captação de 570,75 m<sup>2</sup>. Sendo assim, calculou-se o volume de água que está no reservatório no final do mês, de acordo com a Equação 6, como segue na Tabela 14 abaixo:

**Tabela 14: Cálculo do Volume no Final do Mês Área de 285,40 m<sup>2</sup> (continua)**

MÊS	Q <sub>t</sub> (m <sup>3</sup> )	D <sub>t</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>t-1</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>t</sub> (m <sup>3</sup> )
Janeiro	40,53	28,05	0	12,48
Fevereiro	38,01	28,05	12,48	22,44
Março	32,55	28,05	22,44	26,94
Abril	33,68	28,05	26,94	32,57
Maio	38,40	28,05	30	40,35
Junho	30,48	28,05	30	32,43
Julho	21,85	28,05	30	23,8
Agosto	19,21	28,05	23,8	14,24
Setembro	32,50	28,05	14,24	18,69
Outubro	46,28	28,05	18,69	36,92
Novembro	37,20	28,05	30	39,15
Dezembro	38,25	28,05	30	40,02

De acordo com a Tabela 14 acima, a demanda foi atendida em todos os meses do ano, e o reservatório comercial com um volume de 30 m<sup>3</sup> possui nível de confiança de 100%, atendendo a NBR 15527 (ABNT, 2007).

### 3.6.3 Dimensionamento do Reservatório pelo método de Azevedo Neto

O método de Azevedo Neto é um dos métodos usados para dimensionar reservatórios, recomendados pela NBR 15527 (ABNT, 2007). Nesse método, a demanda não é considerada, pois em seu método de cálculo, apenas o volume captado e a estiagem mensal são considerados. É também conhecido como método Prático Brasileiro, sendo o volume de água no reservatório calculado pela expressão abaixo:

$$V = 0,042 \times P \times A \times T \quad (\text{eq.10})$$

Onde:

$V$ : é o volume de água no reservatório, ou o volume de água no reservatório de água pluvial ( $L$ );

$P$ : é a precipitação média anual, em milímetros (mm);

$A$ : é a área de captação em projeção no terreno, em metros quadrados (m<sup>2</sup>);

$T$ : é o número de meses com pouca chuva ou seca (para este caso, foi o escolhido o mês de agosto, pois é o mês com a menor precipitação ao longo do período analisado).

De acordo com a Equação 10 acima, segue na Tabela 15 abaixo o cálculo da quantidade de água no reservatório:

<b>Período</b>	<b>Ad.</b>	<b>P(mm)</b>	<b>A(m<sup>2</sup>)</b>	<b>T</b>	<b>V/1000 (m<sup>3</sup>)</b>
1980-2015	0,042	1813,24	570,75	1	43,46
<b>Total</b>					<b>43,46</b>

Portanto, o volume do reservatório encontrado pelo método de Azevedo Neto é de 43,46 m<sup>3</sup>, sendo adotado o volume comercial de 45 m<sup>3</sup>.

### 3.6.3.1 Dimensionamento do Reservatório pelo método de Azevedo Neto (Área de Captação de 285,40 m<sup>2</sup>)

De acordo com a equação 10 foi calculado na Tabela 16 abaixo o volume do reservatório comercial:

**Tabela 16: Quantidade de Água no Reservatório (Área de 285,40 m<sup>2</sup>)**

Período	Ad.	P(mm)	A(m <sup>2</sup> )	T	V/1000 (m <sup>3</sup> )
1980-2015	0,042	1813,24	285,40	1	21,73
<b>Total</b>					<b>21,73</b>

O volume comercial mais próximo do volume encontrado, que atenda o problema proposto, deverá ser de 25 m<sup>3</sup>.



#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como o trabalho mostra, todos os volumes de reservatórios encontrados, utilizando-se inicialmente a área de captação de 570,75 m<sup>2</sup>, é mais que suficiente para atender a demanda mensal de 28,05 m<sup>3</sup>, sendo encontrado para os métodos de Rippl e Prático Australiano, o volume comercial necessário para suprir a demanda é de 30 m<sup>3</sup>, e pelo método de Azevedo Neto o volume é de 45 m<sup>3</sup>. Porém, utilizando essa área de captação, notou-se que uma grande quantidade de água deverá ser extravasada ao longo dos meses.

Sendo assim, calculou-se novamente utilizando uma área de captação de 285,40 m<sup>2</sup>. Com isso, notou-se que o volume de água que deverá ser extravasado é menor e os volumes dos reservatórios comerciais encontrados para os métodos de Rippl e Prático Australiano deverão ser de 15 m<sup>3</sup> e 30 m<sup>3</sup> respectivamente e, para o método de Azevedo Neto o volume é de 25 m<sup>3</sup>. Como a demanda mensal é de 28,05 m<sup>3</sup>, ao utilizar a área de captação de 285,40 m<sup>2</sup>, o volume que atenda a demanda é de 30 m<sup>3</sup>, calculado pelo método Prático Australiano.

Para trabalho futuros recomenda-se analisar a viabilidade econômica para a implantação de um sistema de captação de água de chuva para ser utilizada na limpeza no Bloco E do CÂMPUS Toledo.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527**: Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos, Rio de Janeiro, 2007.

ANA. Agência Nacional de Águas. Relatório de Conjuntura de Recursos Hídricos no Brasil. Disponível em: <http://www.ana.gov.br> > Acesso em: 30 de Agosto de 2016.

ANA. Agência Nacional de Águas. Séries Históricas. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?TocItem=1080&TipoReg=7&MostraCon=false&CriaArq=false&TipoArq=1&SerieHist=true>> Acesso em 20 de Setembro de 2016.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em :<<http://www.aneel.gov.br> > Acesso em: 30 de Agosto de 2016.

BAKOFTEC, Disponível em: <[http://www.bakof.com.br/site/index.php/produtos/visualizar\\_produto/caixas-em-prfv/1](http://www.bakof.com.br/site/index.php/produtos/visualizar_produto/caixas-em-prfv/1)>. Acesso em 26 nov. 2016

BARBOSA, C. M. S. **Análise dos parâmetros para reuso no Brasil e no mundo**. In: XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2005, João Pessoa – PB, 2005.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 1997.

CAMPOS, Valéria; FRACALANZA, Ana P. Governança das Águas no Brasil: Conflitos pela Apropriação da Água e a Busca da Integração. **Revista Ambiente & Sociedade**. vol. 13, nº 2, p. 365-382, julho-dezembro, 2010.

DORNELLES, Fernando; TASSI, Rutinéia; GOLDENFUM, Joel A. Avaliação das Técnicas de Dimensionamento de Reservatórios para Aproveitamento de Água da Chuva. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Porto Alegre, vol.15, nº 2 p.59-68, abril-junho, 2010.

FENDRICH, R.; OLIYNIK, R. **Manual de Utilização das Águas Pluviais (100 maneiras práticas)**. Curitiba: Livraria do Chain, 2002, 167p.

FORTLEV, Disponível em: <<http://www.fortlev.com.br/produto/caixa-dagua-de-poli-etileno-2/>>. Acesso em 26 nov. 2016

FUNASA. Fundação Nacional da Saúde. **Proteção sanitária das cisternas utilizadas na preservação de águas pluviais para uso domiciliar: aspectos técnicos e educacionais**. Brasília, 2013. 166 p.

GNADLINGER, João. **Captação de água de chuva para uso doméstico e produção de alimentos: a experiência do Estado de Gansu no norte da China**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DA ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO, Campina Grande – PB, 2001.

GOBBI, Leonardo D. **Água: uso e problema**. Rio de Janeiro, 1998. Disponível em: <<http://educacao.globo.com/geografia/assunto/geografia-fisica/agua-uso-e-problemas.html>>. Acesso em 21 nov. 2016

GONÇALVES, R. F. **Uso racional da água em edificações**. Rio de Janeiro: Editora ABES, 2006, 352p.

GONÇALVES, Anderson. Águas do Paraná: conheça os principais rios do estado. **Gazeta do Povo**, Curitiba, 06 dez. 2011. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/especiais/retratos-parana/curiosidades/aguas-do-parana-conheca-os-principais-rios-do-estado-9gi5pdkitl6hr5cx87lpbz1vy>>. Acesso em 24 nov. 1998.

GRASSI, Marco T. As águas do Plane Terra. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**. São Paulo: Edição especial, 2001.

IAP – Instituto Ambiental do Paraná. **Monitoramento da Qualidade das Águas**. Disponível em: <<http://www.aguasparana.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=9>>. Acesso em 24 nov. 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios**. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/governo/2013/06/divulgados-dados-sobre-as-mudancas-na-sociedade-brasileira/densidade.jpg/view>>. Acesso em: 10 out. 2016.

LEROYMERLIN, Disponível em: <<http://www.leroymerlin.com.br/dicas/escolha-a-caixa-de-agua-ideal>>. Acesso em 26 nov. 2016

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

NOGUEIRA, Paulo Ferraz. **Escassez de Água**. Disponível em: <<http://www.uniagua.org.br/website/default.asptp=3&pag=reuso.htm>>. Acesso em 31/08/2016.

OLIVEIRA, L. H; GONÇALVES, Orestes M. **Metodologia para implantação de programa de uso racional da água em edifícios**. 1999, 344f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PÁDUA, Valter L. **Água de chuva: pesquisas, políticas e desenvolvimento sustentável**. In: 6º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 2013, Belo Horizonte – MG, 2007.

PETERS, M. R. **Potencialidade de uso de fontes alternativas de água para fins não-potáveis em uma unidade residencial**. 2006, 109f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

PROSAB – **Programa de Pesquisas em Saneamento Básico. Uso Racional da Água em Edificações**. Rio de Janeiro: ABES, 2006, 352 p.

Reformolar Planejamento e Mão de Obra. **Cuidados Básicos na Hora de Construir ou Reformar**. Disponível em: <<http://www.reformolar.com.br/sistema-de-captacao-agua-da-chuva/>>. Acesso em: 25 set. 2016

RIBEIRO, Wagner C. **Geografia Política da Água**. São Paulo: Annablume, 2008, 162p. (Coleção Cidadania e Meio Ambiente).

SEMA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Bacias Hidrográficas do Paraná**. Disponível em: <[http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/corh/Revista\\_Bacias\\_Hidrograficas\\_do\\_Parana.pdf](http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/corh/Revista_Bacias_Hidrograficas_do_Parana.pdf)>. Acesso em 25 nov. 2016

TELHANORTE, Disponível em:  
<<http://www.telhanorte.com.br/hidraulica/reservatorios?PS=25>>. Acesso em 26 nov.  
2016

TOMAZ, P. **Economia de água para empresas e residências: um estudo atualizado sobre o uso racional da água**. São Paulo: NAVEGAR, 2001.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva: para áreas urbanas e fins não-potáveis**. São Paulo: Navegar, 2003.

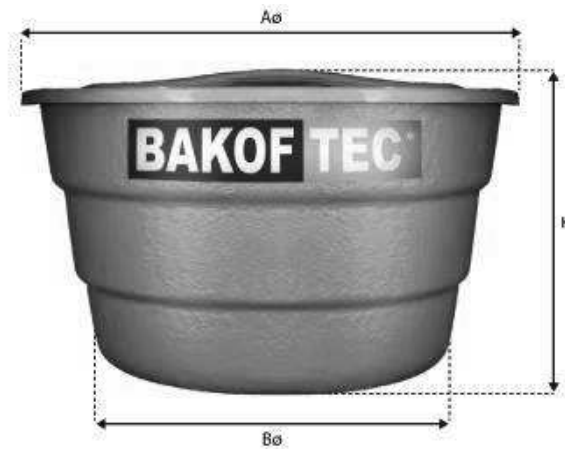
TUCCI, Carlos E. M; HESPANHOL, Ivanildo; NETTO, Oscar de M. Cenário da Gestão da Água no Brasil: Uma contribuição para a 'Visão Mundial da Água'. **Revista de Brasileira de Recursos Hídricos**. Porto Alegre, vol.5, nº3 p.31-43, julho-setembro, 2000.

VICTORINO, Célia Jurema Aito. **Planeta água morrendo de sede: uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.

VIMIEIRO, Gisele V. **Educação Ambiental e Emprego de Equipamentos Economizadores na Redução do Consumo de Água em Residências de Famílias de Baixa Renda e em uma Escola de Ensino Fundamental**. 2005, 130f. Dissertação (Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

ZANELLA, L. **Manual para captação emergencial e uso doméstico de água de chuva**. São Paulo: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2015

ANEXO A – Reservatório comercial em Plástico Reforçado em Fibra de Vidro (P.R.F.V) Bakof Tec.



**Figura 8: Reservatório Comercial Bakof Tec**  
**Fonte: Bakof Tec (2017).**

**Tabela 17: Informações Técnicas para Reservatórios Comerciais Bakof Tec**

Capacidade	AØ (m)	BØ (m)	H/sem tampa (m)	H/com tampa (m)
100	0,80	0,64	0,32	0,33
250	0,90	0,62	0,61	0,67
310	1,05	0,78	0,53	0,58
500	1,18	0,93	0,62	0,66
750	1,43	1,20	0,62	0,67
1.000	1,43	1,13	0,86	0,91
2.000	1,80	1,50	1,03	1,12
3.000	2,17	1,88	1,05	1,14
3.000	1,85	1,46	1,55	1,71
5.000	2,25	1,92	1,60	1,75
7.000	2,48	2,09	1,82	2,05
7.500	2,48	2,09	1,94	2,17
10.000	2,54	2,09	2,49	2,72
10.700	3,20	2,80	1,50	1,80
12.000	3,04	2,50	2,15	2,43
15.000	3,06	2,53	2,63	2,93
20.000	3,20	2,50	3,36	3,65
25.000	3,20	2,50	4,10	4,30
30.000	3,06	2,50	4,79	5,09

**Fonte: Bakof Tec (2017).**

## ANEXO B – Reservatórios comercial em Polietileno (FORTLEV).



Figura 9: Reservatório Comercial FORTLEV  
Fonte: FORTLEV (2017).

**Tabela 18: Informações Técnicas para Reservatórios Comerciais FORTLEV**

Capacidade (L)	A (m)	B (m)	C (m)	D (m)	E (m)
100	0,51	0,41	0,75	0,73	0,54
150	0,55	0,43	0,88	0,87	0,61
250	0,66	0,50	1,04	1,03	0,78
310	0,69	0,54	1,05	1,04	0,75
500	0,72	0,58	1,24	1,22	0,95
750	0,86	0,73	1,37	1,35	1,00
1.000	0,97	0,76	1,52	1,51	1,16
1.500	1,05	0,83	1,77	1,75	1,43
2.000	1,10	0,90	1,89	1,88	1,55
3.000	1,49	1,21	2,28	2,22	1,72
5.000	2,00	1,63	2,45	2,37	1,85
7.500	2,12	1,81	2,79	2,70	2,24
10.000	2,57	2,03	2,95	2,92	2,41

Fonte: FORTLEV (2017).

ANEXO C – Reservatórios comercial em Polietileno de Alta Densidade (PEAD)  
Acqualimp.



**Figura 10: Reservatório Comercial Acqualimp**  
Fonte: Acqualimp (2017).

**Tabela 19: Informações Técnicas para Reservatórios Comerciais Acqualimp**

Capacidade (L)	Altura (cm)	Diâmetro (cm)
5.000	138	244
6.000	188	222
10.000	215	266
15.000	248	306
16.000	233	320

Fonte: Acqualimp (2017).