

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENGENHARIA CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**KATIA ALINE GARZÃO**

**ESTUDO DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE  
APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO  
POTÁVEIS EM EDIFICAÇÕES**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO**

**2013**

**KATIA ALINE GARZÃO**

**ESTUDO DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE  
APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO  
POTÁVEIS EM EDIFICAÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial para a  
obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia Civil, da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná, Campus  
Pato Branco.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Andrea Sartori  
Jabur

**PATO BRANCO**

**2013**

# **TERMO DE APROVAÇÃO**

## **ESTUDO DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM EDIFICAÇÕES**

**KATIA ALINE GARZÃO**

Aos 14 dias do mês de março do ano de 2013, às 10:00 horas, na Sala de Treinamento da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, este trabalho de conclusão de curso foi julgado e, após argüição pelos membros da Comissão Examinadora abaixo identificados, foi aprovado como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR-PB, conforme Ata de Defesa Pública nº 07-TCC/2013.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> ANDREA SARTORI JABUR (COECI / UTFPR-PB)

Membro 1 da Banca: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. ELIZÂNGELA MARCELO SILIPRANDI (COECI / UTFPR-PB)

Membro 2 da Banca: Prof. Dr. NEY LYZANDRO TABALIPA (COECI / UTFPR-PB)

## AGRADECIMENTOS

Ao nos depararmos com o momento de conquista, devemos nos lembrar de que muitas pessoas contribuíram para que alcançássemos tais objetivos. A todos que fizeram parte desse momento em minha vida, tenham a certeza que têm minha imensa gratidão.

Primeiramente gostaria de agradecer minha família, meu pai Pedro Luiz, minha mãe Lenir e meu irmão Pedro Edilio, pelo apoio e compreensão durante toda a graduação. Foram pacientes em meus tropeços, a torcida mais fiel e presente em cada desafio.

Agradeço também aos meus colegas e amigos pelo apoio concedido durante todas as fases dessa etapa.

Devo minha gratidão a minha orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Andrea Sartori Jabur, pelo apoio e dedicação na elaboração deste trabalho. Também aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. Ney Lyzandro Tabalipa e Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Elizângela M. Siliprandi pelo tempo disponibilizado e pela contribuição dedicada para melhorias deste trabalho.

Em especial gostaria de agradecer aos Professores Neri de Vargas e José Ilo Pereira por disponibilizarem suas residências, as quais serviram de base para os estudos apresentados neste trabalho.

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo o estudo do aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis. O estudo de avaliação da capacidade de coleta de água pluvial foi realizado na cidade de Pato Branco, com o levantamento de dados de precipitação e temperatura, dos últimos 5 anos, para uma avaliação dos períodos de estiagem e chuvosos, com a determinação do balanço hídrico local. Em contrapartida realizou-se um projeto de coleta de água pluvial em uma residência já existente, no qual este reservatório consistia em um modelo de ofuro de aproximadamente 4 m<sup>3</sup>.. Para o cálculo do volume do reservatório foi utilizado o método do Azevedo Netto, conforme a NBR 15527 (ABNT 2007), o resultado foi de aproximadamente 30,4 m<sup>3</sup> de água. Com os resultados da avaliação do balanço hídrico, observou-se que em média, a cidade de Pato Branco, apresenta 3 meses de estiagem, mas com precipitação média anual em torno dos 2000 mm, que indicam uma precipitação compatível para o aproveitamento de água pluvial. Foram realizados dois estudos bacteriológicos da água pluvial, uma amostra da água retirada diretamente do telhado e outra da água no seu destino final, a torneira interna, de uso para lavagem de roupas, ambas as amostras tiveram resultados iguais, baixa quantidade de coliformes totais e a ausência de *Escherichia Coli*. Tendo em vista esses dados pode-se calcular um valor estimado dos gastos que se teria para a implantação e manutenção deste tipo de reservatório que foi de R\$ 10929,22.

**Palavras Chave:** Aproveitamento de água pluvial, balanço hídrico e Dimensionamento de reservatório para águas pluviais.

## ABSTRACT

This work aimed to study the use of rainwater for purposes not drinkable. The capacity assessment study of rainwater collection was held in the city of Pato Branco, with the survey data of precipitation and temperature, the past 5 years, for an assessment of the drought and rainy periods, with the determination of the water balance. On the other hand a rainwater collection project in an existing residence, in which this tank was in an ofuro approximately 4 m<sup>3</sup>. For the calculation of the volume of the reservoir was used the method of Azevedo Netto, as NBR 15527 (ABNT 2007), the result was approximately 30.4 m<sup>3</sup> of water. With the results of the evaluation of the water balance, it was found that on average, the city of Pato Branco, features 3 months of drought, but with average annual precipitation around 2000 mm, that indicate a precipitation compatible for the use of rainwater. Two were carried out bacteriological studies of rainwater, a water sample taken directly from the roof and another of water in its final destination, the internal tap, use for washing clothes, both samples had equal results, low amount of total coliforms and *Escherichia Coli*. In view of these data one can calculate an estimated value of expenses would have for the implementation and maintenance of this type of tank that was R\$ 10929,22.

**Keywords:** recovery of rainwater, water balance and design of reservoir for rainwater.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição de águas na Terra .....	10
Figura 2 - Ciclo hidrológico.....	11
Figura 3 - Cisterna de placas de concreto.....	17
Figura 4 - Cisterna de Tela e Arame .....	18
Figura 5 - Cisterna de Tijolo .....	19
Figura 6 - Localização da área de estudo .....	21
Figura 7 – Precipitação média anual .....	22
Figura 8 - Curva I-D-F para a cidade de Pato Branco .....	27
Figura 9 - Gráfico da comparação entre precipitação e evapotranspiração em 2008 .....	30
Figura 10 - Gráfico da comparação entre precipitação e evapotranspiração em 2009 .....	31
Figura 11 - Gráfico da comparação entre precipitação e evapotranspiração em 2010 .....	31
Figura 12 - Gráfico da comparação entre precipitação e evapotranspiração em 2011 .....	32
Figura 13 - Gráfico da comparação entre precipitação e evapotranspiração em 2012 .....	32
Figura 14 – Residência unifamiliar em estudo. Fonte: Autoria própria, 2012 ...	33
Figura 15 - Planta do telhado .....	34
Figura 16 - Ofurô .....	35
Figura 17 - Ofurô parcialmente enterrado .....	35
Figura 18 - Caixas d'água conectadas .....	36
Figura 19 - Nível de água nos reservatórios, obtidos por um piexômetro .....	37
Figura 20 - Retirada dos resíduos sólidos .....	38
Figura 21 - Motor para bombeamento da água para as torneiras .....	38
Figura 22 - Caixa de Descarte.....	41
Figura 23 - Mecanismo de descarte. a) início da chuva; b) enchimento do reservatório; c) cessado a chuva.....	42
Figura 24 - Tubulação de escape e tubulação para limpeza do reservatório ...	42
Figura 25 - Trincheira de infiltração típica .....	43
Figura 26 - Extensão da trincheira de infiltração .....	44
Figura 27 - Trincheira de infiltração (camadas).....	44
Figura 28 - tubulação para água pluvial .....	45
Figura 29 - Modelos de flutuadores e pastilhas de cloro para o tratamento de água pluvial .....	46

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo médio de água no mundo - faixa de renda.....	12
Tabela 2 - Medidas convencionais de conservação da água e as porcentagens aproximadas de economia para medidas agressivas na cidade de Providence, EUA, prevista para o ano de 2010. ....	13
Tabela 3 - Densidade de população dominante.....	14
Tabela 4 - Distribuição dos recursos hídricos, da área superficial e da população (em % do total do país).....	15
Tabela 5 - Parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritos não potáveis.....	20
Tabela 6 - Fc em relação a Latitude.....	24
Tabela 7 - Dados de precipitação (mm) e Temperatura Média (°C) dos anos de 2008, 2009, 2010, 2011 e 2012.....	25
Tabela 8 - Valores de I e a.....	25
Tabela 9 - Calculos do I-D-F.....	26
Tabela 10 - Valores ETP (mm) (Continua).....	29
Tabela 11 - Balanço hídrico.....	30
Tabela 12 - Resultado das amostras.....	39
Tabela 13 – Orçamento para o ofuro (Continua).....	46
Tabela 13 – Orçamento para o ofuro (Continuação).....	46

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	6
<b>1.1</b>	<b>OBJETIVOS</b>	7
1.1.1	Objetivo geral	7
1.1.2	Objetivos específicos	7
<b>1.2</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b>	7
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	9
<b>2.1</b>	<b>CICLO HIDROLÓGICO</b>	9
<b>2.2</b>	<b>CONSUMO DE ÁGUA</b>	11
2.2.1	Consumo de água no Brasil	14
<b>2.3</b>	<b>PRECIPITAÇÃO</b>	15
<b>2.4</b>	<b>APROVEITAMENTO DA ÁGUA PLUVIAL</b>	16
<b>2.5</b>	<b>QUALIDADE DA ÁGUA SEGUNDO A NBR 15527: 2007</b>	20
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	21
<b>3.1</b>	<b>ÁREA DE ESTUDO</b>	21
<b>3.2</b>	<b>BALANÇO HIDRICO</b>	23
<b>3.3</b>	<b>DETERMINAÇÃO DAS CURVAS DE INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUENCIA (IDF)</b>	25
<b>3.4</b>	<b>DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIO</b>	27
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	29
<b>4.1</b>	<b>AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DO MUNICÍPIO DE PATO BRANCO</b>	29
<b>4.2</b>	<b>PROJETO DE ESTUDO</b>	33
<b>4.3</b>	<b>AVALIAÇÃO PRÉVIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PLUVIAL</b>	36
<b>4.4</b>	<b>DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO</b>	40
<b>4.5</b>	<b>TRATAMENTO</b>	45
<b>4.6</b>	<b>ORÇAMENTO</b>	46
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	49
	REFERÊNCIAS	50
	ANEXOS	54
	PLANTA BAIXA, VISTA LATERAL DIREITA, VISTA FRONTAL E CORTE DO OFURÔ	55
	ANÁLISE LABORATORIAL	57
	PLANTA ISOMÉTRICA DAS INSTALAÇÕES PLUVIAIS	60

## 1 INTRODUÇÃO

O progressivo aumento da demanda de água doce é função do aumento da população, das áreas de agriculturas irrigadas e do uso da água nos diversos segmentos industriais. Também devem ser somados a este cenário, o mau uso, o desperdício e as contaminações de todos os tipos, que acabam gerando, conseqüentemente, a redução e a deterioração gradual da qualidade da água (CORREIA NETO, et. al, 2010).

O consumo de água ocorre diferenciado entre as diferentes regiões do Brasil, devido à concentração da população na região sudeste e sul. A água potável é utilizada tanto para fins nobres como para outros fins. Os fins nobres compreendem banhos, produção de alimentos e dessedentação de humanos, os outros seriam para lavagem de veículos, calçadas e rega de jardins. Esse consumo deveria ser realizado de forma mais consciente por todos. Uma das formas de utilizar água potável sem gerar perdas é realizando o aproveitamento de águas pluviais.

O reuso de água é considerada uma opção inteligente no mercado mundial, a necessidade de aplicação desta tecnologia está no próprio conceito de sustentabilidade dos recursos ambientais. (COSTA e TELLES, 2010)

O reuso tem como base a necessidade de um sistema de reservação e de distribuição específicos, sendo que todos eles devem ser identificados de modo claro e inconfundível para impedir o uso errado ou mistura com o sistema de água potável ou outros fins. (COSTA e TELLES, 2010)

A água pluvial tem se configurado como uma fonte alternativa de água, promissora para suprimento de demandas não potáveis principalmente em regiões metropolitanas e do semiárido. (MORUZZI, et. al, 2008 - A)

Percebe-se a necessidade da utilização de técnicas de aproveitamento de água. Alternativas que tendem a suprir a demanda da população em relação ao uso da água para fins não potáveis são aquelas que utilizam a água da chuva. A água coletada pode ser utilizada em descargas de vasos sanitários, torneiras de jardins, lavagem de roupas, de calçadas e de automóveis. Com a captação de água pluvial, pode-se minimizar aos alagamentos, as enchentes, reduzir o consumo de água potável e preservar o meio ambiente reduzindo a escassez dos recursos hídricos. (MARINOSKI, 2007)

## **1.1 OBJETIVOS**

### 1.1.1 Objetivo geral

- Estudo da implantação do sistema de aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis em edificações.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Dimensionamento de reservatório para águas pluviais em edificações;
- Avaliação da precipitação da cidade de Pato Branco e elaboração do gráfico i-d-f (intensidade, duração e frequência);
- Avaliação da qualidade da água captada em reservatório;
- Levantamento de custos de projeto para reservatório implantado em uma edificação já existente na cidade de Pato Branco.

## **1.2 JUSTIFICATIVA**

Com a utilização da água pluvial para fins não nobres pode ocasionar não apenas a redução dos desperdícios de águas potáveis como também uma diminuição dos valores de contas de água, como também auxiliar no ciclo hidrológico da cidade, reduzindo o escoamento superficial, evitando enchentes urbanas.

Esta pesquisa tem sua importância, pois os seus resultados poderão ser utilizados pela comunidade acadêmica como pela comunidade externa, facilitando a instalação do sistema de aproveitamento de água pluvial em residências convencionais.

A originalidade da pesquisa está em desenvolver um projeto hidráulico de aproveitamento de água pluvial para uma residência já edificada na cidade de Pato Branco-PR.

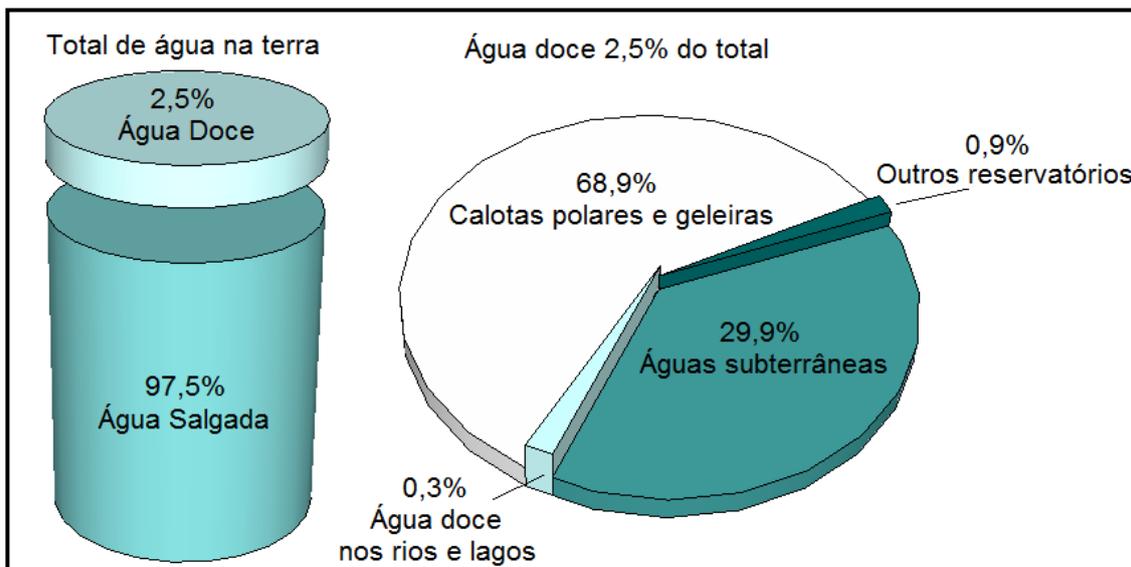
Durante a pesquisa foram coletadas amostras de água pluvial de uma residência que utiliza o aproveitamento de água pluvial. Os testes serão para definir quais as melhores finalidades para essa água.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

A água é um recurso natural indispensável para a sobrevivência do homem e demais seres vivos no Planeta. A qual é uma substância fundamental para os ecossistemas da natureza. É importante para as formações hídricas atmosféricas, influenciando o clima das regiões. O homem por exemplo tem na sua composição por aproximadamente 75% de água. Infelizmente, este recurso natural encontra-se cada vez mais limitado e está sendo esgotado pelas ações impactantes nas bacias hidrográficas (ações do homem), degradando a sua qualidade e prejudicando os ecossistemas. (CARVALHO e SILVA, 2006 – A)

### **2.1 CICLO HIDROLÓGICO**

Considera-se, atualmente, que a quantidade total de água na terra seja de 1.386 milhões de km<sup>3</sup>, em que 97,5% do volume total formam os oceanos e os mares, e somente 2,5% constituem-se de água doce. Desta água doce 68,9% são calotas polares e geleiras, 29,9% são águas subterrâneas 0,3% são águas de rios e lagos e os outros 0,9% estão em outros tipos de reservatórios. A Figura 1 representa esses valores. (COSTA e TELLES, 2010).



**Figura 1 - Distribuição de águas na Terra**

**Fonte: Adaptado de Costa e Telles (2010).**

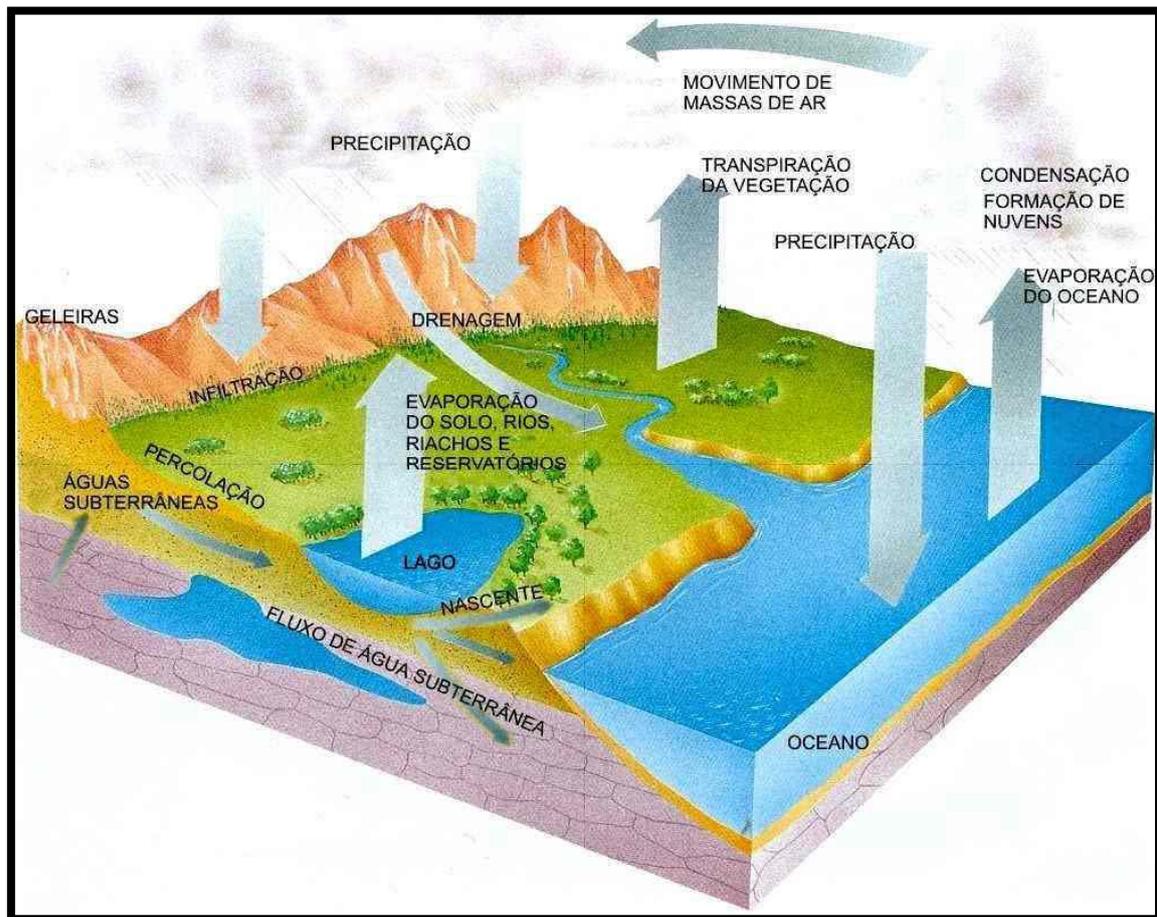
Considera-se que toda a água utilizável pelo homem provenha da atmosfera, ainda que este conceito tenha apenas o mérito de definir um ponto inicial de um ciclo que, na realidade, é fechado. A água pode ser encontrada na atmosfera sob a forma de vapor ou de partículas líquidas, ou como gelo ou neve. (PINTO, et. al, 2008).

O ciclo hidrológico é o fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, impulsionando principalmente pela energia solar associada à gravidade e à rotação terrestre. (TUCCI, 2009).

Este ciclo apresenta quatro etapas principais, a primeira é a precipitação, a segunda o escoamento subterrâneo, a terceira o escoamento superficial e a quarta a evaporação e transpiração dos vegetais e animais. (GARCEZ e ALVAREZ, 1988).

“O conceito de ciclo hidrológico (FIGURA 2) está ligado ao movimento e à troca de água nos seus diferentes estados físicos, que ocorre na Hidrosfera, entre os oceanos, as calotas de gelo, as águas superficiais, as águas subterrâneas e a atmosfera. Este movimento permanente deve-se ao Sol, que fornece a energia para elevar a água da superfície terrestre para a atmosfera (evaporação), e à gravidade, que faz com que a água condensada se caia (precipitação) e que, uma vez na superfície, circule através de linhas de água que se reúnem em rios até atingir os oceanos (escoamento superficial) ou se infiltre nos solos e nas rochas, através dos seus poros, fissuras e fraturas (escoamento subterrâneo). Nem toda a água precipitada alcança a superfície terrestre, já que uma parte pode

ser interceptada pela vegetação e volta a evaporar-se.” (CARVALHO e SILVA, 2006 – B, pag. 11).



**Figura 2 - Ciclo hidrológico**

Fonte: CORREIA NETO, et. al. (2010).

A figura mostra não só o ciclo hidrológico mas também o balanço hídrico, o qual consiste na diferença entre a precipitação e a evaporação. Quando essa diferença der negativa indica um período de estiagem, com falta de recursos hídricos.

## 2.2 CONSUMO DE ÁGUA

“A água é o mais precioso dos nossos recursos, mas é frequentemente esquecida. Nós a usamos, desperdiçamos, poluímos, sem pensar no futuro, esquecendo-se de que maneira a água chega às torneiras e se temos ou não água disponível. A água é vida. Os

seres humanos as plantas e animais dependem da água para sua sobrevivência. Todos os seres vivos necessitam da água para as reações bioquímicas que ocorrem durante o metabolismo e o crescimento das células que se dão somente em meio aquoso”. (TOMAZ, 2001. pag. 26)

Segundo Costa e Telles (2010) a disponibilidade da água define a estrutura e funções de um ambiente responsável pela sobrevivência de plantas e animais assim como todas as substâncias em circulação no meio celular que constituem o ser vivo.

“A carência de água pode ser para muitos países um dos fatores limitantes para o desenvolvimento. Alguns países como Israel, Territórios Palestinos, Jordânia, Líbia, Malta e Tunísia a escassez de água já atingiu níveis muito perigosos: existem apenas 500m<sup>3</sup>/habitante.ano, enquanto estima-se que a necessidade mínima de uma pessoa seja 2000m<sup>3</sup>/habitante.ano. Nos dias de hoje a falta de água atinge severamente 26 países, além dos já citados estão nesta situação: Arábia Saudita, Iraque, Kuwait, Egito, Argélia, Burundi, Cabo Verde, Etiópia, Cingapura, Tailândia, Barbados, Hungria, Bélgica, México, Estados Unidos, França, Espanha e outros. No Brasil, a ocorrência mais frequente de seca é no Nordeste e problemas sérios de abastecimento em outras regiões já são identificados e conhecidos. Alertas de organismos internacionais mencionam que nos próximos 25 anos, cerca de 3 bilhões de pessoas poderão viver em regiões com extrema falta de água, inclusive para o próprio consumo”. (CARVALHO e SILVA, 2006 – A. pag. 03).

De acordo com Costa e Telles (2010) o consumo de água no mundo pode ser ligado diretamente à condição econômica da população, onde se observa níveis de variação ligados ao desperdício por falta de conscientização como consequência da falta de instrução (classe baixa) ou por descaso provocado pelo seu baixo valor monetário (classe alta). A Tabela 1 mostra esse consumo.

**Tabela 1 - Consumo médio de água no mundo - faixa de renda**

<b>Grupo de renda</b>	<b>Utilização anual - m<sup>3</sup>/hab.</b>
Baixa	386
Média	453
Alta	1167

**Fonte: Costa e Telles (2010)**

Segundo Tomaz (2001) embora não existam problemas de escassez global de água, alguns problemas locais já estão acontecendo. Na Rússia o mar Aral era alimentado pelos rios Amu Darya e Syr Darya. A retirada de água para irrigações das plantações de algodão fez com que os dois rios não

chegassem mais ao mar Aral. Morreram os peixes e todo o ecossistema existente no mar Aral esta praticamente desaparecendo. As vazões mínimas nos rios devem ser preservadas para proteger o ambiente natural do ecossistema. Na Arábia Saudita está sendo consumida a água subterrânea fóssil (aquela que não tem reposição). Na Índia e na China o uso indiscriminado da água subterrânea para agricultura, está rebaixando os mananciais subterrâneos, assustando os países por não praticarem uma agricultura autossustentável.

Os recursos hídricos em todas as suas formas de apresentação na natureza estão ameaçados, seja pela degradação dos mananciais, poluição ambiental, alterações climáticas e também pelo consumo elevado. Dentro do novo sistema de desenvolvimento urbano, algumas cidades brasileiras aprovaram Leis que obrigam captar e armazenar a água da chuva na própria edificação visando evitar enchentes. (GIACCHINI e ANDRADE FILHO, 2005).

Tomaz (2001) descreve medidas convencionais para a economia da água, segundo o autor a cidade de Providence localizada no Estado de Rhode Island nos Estados Unidos, apresentou no Congresso de Conservação de água em 1993 realizado em Las Vegas, Nevada, estratégias para conservação de água. As medidas agressivas para a conservação de água para o ano de 2010 estão apresentadas na Tabela 2.

**Tabela 2 - Medidas convencionais de conservação da água e as porcentagens aproximadas de economia para medidas agressivas na cidade de Providence, EUA, prevista para o ano de 2010.**

MEDIDAS CONVENCIONAIS DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA	PORCENTAGEM APROXIMADA DE ECONOMIA PREVISTA
Consertos de vazamentos em redes públicas	32%
Mudanças de tarifas	26%
Lei sobre aparelho sanitário	19%
Conserto de vazamentos em canos	8%
Reciclagem e reuso de água	7%
Educação pública	5%
Redução de pressão nas redes públicas	3%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

**Fonte: Tomaz (2001)**

Como pode-se observar, a reciclagem e reuso de água está sendo considerado com 7% na economia da água, como por exemplo de uma residência com o consumo de 10m<sup>3</sup> ao mês, ao utilizar a água pluvial, este reduziriam em torno de 0,7m<sup>3</sup> de água por mês, ou equivalente a 700 litros/mês, porém em alguns estudos, o resultado de economia são bem maiores.

### 2.2.1 Consumo de água no Brasil

“Para muitas pessoas, no Brasil, a escassez de água não é vista como uma ameaça, pelo fato do país dispor de uma das maiores bacias hidrográficas do Planeta. Porém, deve-se considerar que as principais reservas de água doce estão nos rios da Bacia Amazônica, muito longe dos grandes centros urbanos e a qualidade de água que efetivamente abastece as maiores cidades do país estão se degradando com muita rapidez.” (CORREIA NETO, 2010 pag. 4)

O Brasil é considerado um país ‘rico em água’ possuindo uma disponibilidade hídrica de 35.732 m<sup>3</sup>/hab/ano. São Paulo possui 2.209m<sup>3</sup>/hab/ano, menor que o Ceará que tem 2.279m<sup>3</sup>/hab/ano, que possui problemas devido a relação precipitação/evaporação estar entre 0,20 e 0,50, classificando o estado do Ceará como semi-árido, fato este que se encerra em menor aproveitamento de água. (TOMAZ, 2001).

O Brasil sofre com a escassez de água devido a sua má distribuição da densidade populacional dominante, que cresce exageradamente e concentra-se em áreas de pouca disponibilidade hídrica, conforme se pode observar na Tabela 3. (COSTA E TELLES, 2010).

**Tabela 3 - Densidade de população dominante**

<b>Região</b>	<b>Habitantes por km<sup>2</sup></b>	<b>Descarga dos rios (% do total)</b>
Amazonas	< de 2 a 5	72
Tocantins	2 a 5	6
Atlântico Norte-Nordeste	5,01 a 25 e 25,01 a 100	2,3
São Francisco	< de 2 a 5 e 5,01 a 25	1,7
Atlântico Leste	5,01 a 25 e 25,01 a 100	1
Paraná	25,01 a 100 e > de 100	6,5
Uruguai	5,01 a 25 e 25,01 a 100	2,2
Atlântico Sudoeste	25,01 a 100 e > de 100	2,5

**Fonte: Costa e Telles (2010)**

Já na Tabela 4 observa-se a distribuição dos recursos hídricos distribuídos nas regiões brasileiras.

**Tabela 4 - Distribuição dos recursos hídricos, da área superficial e da população (em % do total do país)**

<b>Região</b>	<b>Recursos hídricos</b>	<b>Superfície</b>	<b>População</b>
Norte	68,5	45,3	6,98
Centro-Oeste	15,7	18,8	6,41
Sul	6,5	6,8	15,05
Sudeste	6	10,8	42,65
Nordeste	3,3	18,3	28,91
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Fonte: Costa e Telles (2010)**

Conforme ilustrado nas Tabelas 3 e 4, as regiões mais populosas do país (nordeste e sudeste) é que possuem menor quantidade de recursos hídricos diferenciando das outras regiões, como a região norte, com baixa população, mas com grande quantidade de recursos hídricos, tendo como exemplo a bacia hidrográfica do rio Amazonas.

### **2.3 PRECIPITAÇÃO**

A precipitação é entendida como toda água proveniente do meio atmosférico que atinge a superfície terrestre. Neblina, chuva, granizo, saraiva, orvalho, geada e neve são formas diferentes de precipitações. O que diferencia essas formas de precipitações é o estado em que a água se encontra. (TUCCI, 2009).

As precipitações atmosféricas representam, no ciclo hidrológico, o importante papel de elo entre os fenômenos meteorológicos propriamente ditos e os do escoamento superficial. (GARCEZ E ALVAREZ, 1988).

A atmosfera pode ser considerada como um vasto reservatório e também um sistema de transporte e distribuição do vapor de água. Todas as

transformações aí realizadas o são à custa do calor recebido do Sol. (PINTO, et. al, 2008).

A disponibilidade de precipitação numa bacia durante o ano é o fator determinante para quantificar, entre outros fatores, a necessidade de irrigação de culturas e o abastecimento de água doméstico e industrial. A determinação da intensidade de precipitação é importante para o controle de inundação e a erosão do solo. Por sua capacidade para produzir escoamento, a chuva é o tipo de precipitação mais importante para a hidrologia. (TUCCI, 2009).

## **2.4 APROVEITAMENTO DA ÁGUA PLUVIAL**

Quando a precipitação é intensa a quantidade de água que chega simultaneamente ao rio pode ser superior à sua capacidade de drenagem, ou seja a que sai da calha normal, resultando na inundação das áreas ribeirinhas. Os problemas resultantes da inundação dependem do grau de ocupação da várzea pela população e da frequência com a qual ocorrem as inundações.

“Toda e qualquer técnica aplicada estará sempre condicionada à relação custo-benefício. A tecnologia ambiental ultrapassa este conceito e retifica a vivência sustentável como o único caminho de continuidade do desenvolvimento humano, ou seja, de uma forma ou de outra o próprio meio ambiente manifestará, e já está manifestando, uma renovada condição de subsistência de qualquer atividade. A conscientização ocorre em escalas múltiplas e a realização ainda é tímida e limitada a contextos políticos, culturais, sociais, geográficos e econômicos.” (COSTA e TELLES, 2010. Pag. 153)

De acordo com Tomaz (2001) a reciclagem e o reuso de água podem ser realizados na própria indústria, na agricultura e na área urbana. A Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES) em 1992 através de uma comissão realizou o primeiro estudo sobre reuso da água no Brasil, encabeçados pelos engenheiros Hilton Felício dos Santos, Pedro Caetano Sanches Mancuso e Manoel Henrique Campos Botelho.

Como no nordeste brasileiro a falta de água é um grave problema apresentam-se muitas propostas de cisternas, para a utilização da água da

chuva. GNADLINGER (2012) apresenta alguns tipos diferentes de cisternas. Neste caso, o local, com baixa precipitação, toda a água armazenada é utilizada para o consumo humano, porém sem tratamento, diferenciando de outros locais, onde o aproveitamento de água pluvial ocorre para outros fins, não tão nobre, como no uso em vaso sanitários ou mesmo para a lavagem de carros. A primeira delas é a cisterna de placas de cimento (Figura 3).



**Figura 3 - Cisterna de placas de concreto**

**Fonte: Adaptado de Informativo tempo de crescer (2011) e ASA Brasil (2012)**

Este tipo de cisterna é encontrado em todo o nordeste. Dois terços do reservatório ficam enterrados no chão, e 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. GNADLINGER (2012). O segundo tipo citado é o de tela e arame (Figura 4).



**Figura 4 - Cisterna de Tela e Arame**

**Fonte: Fatos e Fotos da caatinga (2009)**

Diferente da cisterna citada anteriormente a de tela de arame é construído na superfície, tendo uma altura em torno de dois metros. Antes de concretar o fundo, é preciso retirar a terra fofa. GNADLINGER (2012).

A Figura 5 mostra a construção de uma cisterna de tijolo.

Ela é construída 2/3 no solo, de modo a manter a água armazenada a uma temperatura inferior à comparada com o ar atmosférico. Ela também exige uma escavação maior, para que se possa trabalhar na parte externa da parede. GNADLINGER (2012).



**Figura 5 - Cisterna de Tijolo**

**Fonte: Aguiar (2011)**

Outro exemplo nacional do aproveitamento de água pluvial ocorre na cidade de Curitiba, capital do Estado do Paraná. Nesta cidade, em 2003, foi organizado o PURAE, Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações, sendo que, em 2007, tornou-se lei o aproveitamento de água pluvial e o consumo consciente. Atualmente, a Lei Nº 10.785 determina que diferentes edificações devem obter exigências de aproveitamento de água pluvial, entre outros. Como exemplo, para uma Habitação Unifamiliar ser construída, conforme a Lei citada anteriormente, deve apresentar o projeto de aproveitamento de água pluvial e dispositivos redutores de consumo de água. (Prefeitura Municipal de Curitiba, 2013).

O mesmo ocorre no Estado de São Paulo, conforme apresentado pela Lei Nº 12.526, de 2 de janeiro de 2007, torna-se obrigatório o sistema de captação e retenção da água pluvial, em telhados e coberturas e pavimentos descobertos que tenham área impermeabilizada superior a 500 m<sup>2</sup> (Prefeitura de São Paulo, 2013).

## 2.5 QUALIDADE DA ÁGUA SEGUNDO A NBR 15527: 2007

Ao utilizar a água pluvial, é necessário seguir os padrões de qualidade da NBR 15527 (ABNT, 2007), a qual descreve o uso da água pluvial e a qualidade para este uso (lavagem de carros, uso em peças sanitárias entre outros). Os padrões devem ser definidos pelo projetista de acordo com a utilização prevista para a residência. Para usos mais restritivos, como considerando o contato primário, como piscinas (objeto deste estudo), deve ser utilizado as seguintes qualidades de água pluvial (Tabela 5).

**Tabela 5 - Parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritos não potáveis**

Parâmetro	Análise	Valor
Coliformes totais	Semestral	Ausência em 100 mL
Coliformes termotolerantes	Semestral	Ausência em 100 mL
Cloro residual livre <sup>a</sup>	Mensal	0,5 a 3,0 mg/L
Turbidez	Mensal	< 2,0 uT <sup>b</sup> , para usos menos restrito < 5,0 uT
Cor aparente (caso não seja utilizado nenhum corante, ou antes de sua utilização)	Mensal	< 15 uH <sup>c</sup>
deve prever ajuste de pH para proteção das redes de distribuição, caso necessário	Mensal	pH de 6,0 a 8,0 no caso de tubulação de aço carbono ou galvanizado

NOTA: podem ser usados outros processos de desinfecção além do cloro, como a aplicação de raio ultravioleta e aplicação de ozônio

<sup>a</sup> No caso de serem utilizados compostos de cloro para desinfecção

<sup>b</sup> uT é a unidade de turbidez

<sup>c</sup> uH é unidade Hazen

**Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 15527: 2007**

Para desinfecção, a critério do projetista, pode-se utilizar derivado clorado, raios ultravioletas, ozônio e outros. Em aplicações onde é necessário um residual desinfetante, deve ser usado derivado clorado. Quando utilizado o cloro residual livre, deve estar entre 0,5 mg/L e 3,0 mg/L.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

A cidade de Pato Branco esta localizada no sudoeste do estado do Paraná. Se encontra em uma latitude de 26° 13' 46" Sul, longitude 52° 40' 14" W-GR, e a uma atitude de 760 metros acima do nível do mar. A FIGURA 6 mostra a localização da cidade de Pato Branco dentro do mapa do Estado do Paraná. (Prefeitura Municipal Pato Branco, 2012).

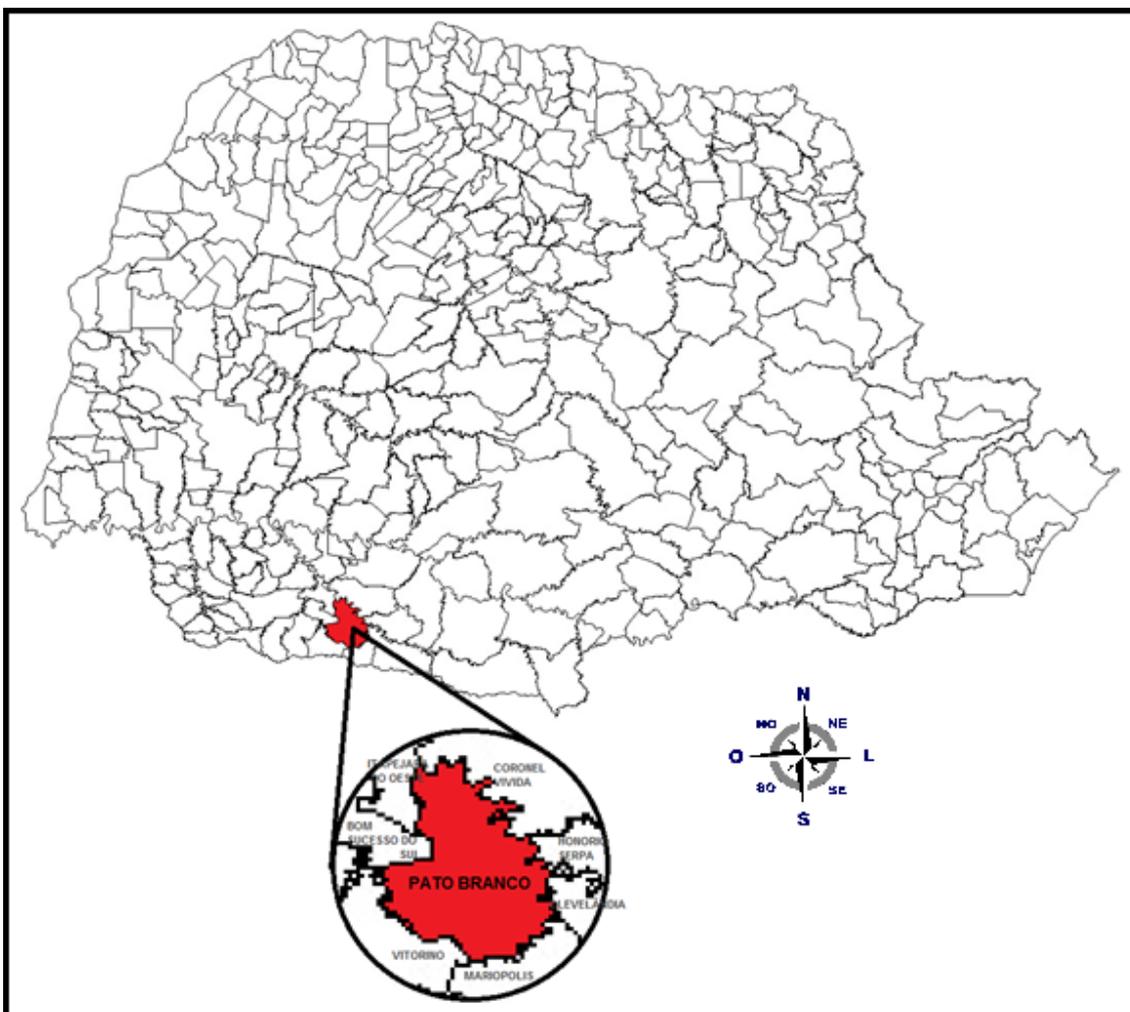


Figura 6 - Localização da área de estudo

Fonte: adaptado de Símbolos Nacionais (2007)

Segundo dados do Instituto das Águas do Paraná a cidade de Pato Branco tem uma precipitação média de 1900 a 2000 mm por ano.

Segundo o site da Prefeitura Municipal de Pato Branco a cidade possui um clima subtropical úmido, verões quentes com tendência de concentração das chuvas (temperatura média superior a 22°C), invernos com geadas pouco frequentes (temperatura média inferior a 18°C), sem estação seca definida.

Conforme apresentado no mapa de precipitação anuais do estado do Paraná (Figura 7), a cidade de Pato Branco apresenta uma precipitação em torno de 1900 a 2000 mm anuais, comparado as outras cidades, da região norte do estado, tem uma maior quantidade de precipitação, que pode vir a contribuir com o aproveitamento de água pluvial.

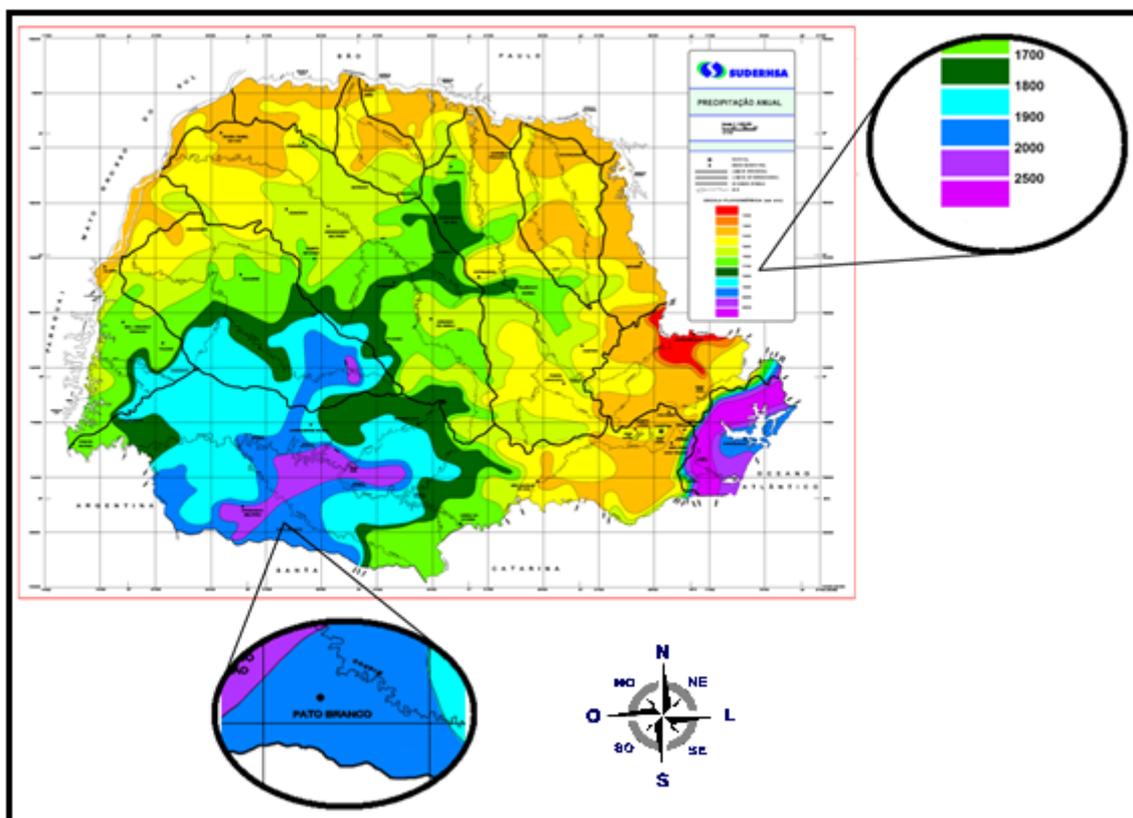


Figura 7 – Precipitação média anual

Fonte: Adaptado de Instituto das Águas do Paraná (2012).

### 3.2 BALANÇO HIDRICO

Para estudo de avaliação dos meses de estiagens e chuvosos, para a cidade de Pato Branco, realizou-se o balanço hídrico dos anos de 2008 a 2012, considerando dados de precipitação e temperatura.

O balanço hídrico será considerado a seguinte equação.

$$Q = P - E \quad (1)$$

Onde:

$Q =$  Escoamento superficial ( $mm/mês$ )

$P =$  Precipitação ( $mm/mês$ )

$E =$  Evapotranspiração ( $mm/mês$ )

A precipitação local foi cedida pela IAPAR (Instituto das águas do Paraná), o qual apresentam valores diários de chuva para a cidade de Pato Branco. Em conjunto foram cedidas as temperaturas máximas, mínimas e médias locais.

Para determinar a evapotranspiração, optou-se para a equação de Thornthwaite, pois esta só depende da temperatura local e é considerada por vários pesquisadores como descrito em Tucci (1998).

$$ETP = Fc \cdot 16 \cdot \left(10 \cdot \frac{T}{I}\right)^a \quad (2)$$

Onde:

$ETP =$  Evapotranspiração potencial para meses de 30 dias e comprimentos de 12 horas ( $mm/mês$ )

$Fc =$  Fator de correção em função da latitude e mês do ano

$T =$  Temperatura média do ar ( $^{\circ}C$ )

$I =$  Índice anual de calor

$a = \text{Valor obtido pela equação (4)}$

$$I = \sum_{j=1}^{12} \left( \frac{T_j}{5} \right)^{1,514} \quad (3)$$

$$a = 67,5 \cdot 10^{-8} \cdot I^3 - 7,71 \cdot 10^{-6} \cdot I^2 + 0,01791 \cdot I + 0,492 \quad (4)$$

Para determinar o fator de correção, utilizou-se a Tabela 6 ilustrada abaixo, obtida em Tucci (1998), os valores estão relacionados com a latitude da área de estudo.

**Tabela 6 - Fc em relação a Latitude**

Latitude	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
<b>10 N</b>	0,98	0,91	1,03	1,03	1,08	1,06	1,08	1,07	1,02	1,02	0,98	0,99
<b>5 N</b>	1,00	0,93	1,03	1,02	1,06	1,03	1,06	1,05	1,01	1,03	0,99	1,02
<b>0</b>	1,02	0,94	1,04	1,01	1,01	1,01	1,04	1,04	1,01	1,04	1,01	1,04
<b>5 S</b>	1,04	0,95	1,04	1,00	1,02	0,99	1,02	1,03	1,00	1,05	1,03	1,06
<b>10 S</b>	1,08	0,97	1,05	0,99	1,01	0,96	1,00	1,01	1,00	1,06	1,05	1,10
<b>15 S</b>	1,12	0,98	1,05	0,98	0,98	0,94	0,97	1,00	1,00	1,07	1,07	1,12
<b>20 S</b>	1,14	1,00	1,05	0,97	0,96	0,91	0,95	0,99	1,00	1,08	1,09	1,15
<b>25 S</b>	1,17	1,01	1,05	0,96	0,94	0,88	0,93	0,98	1,00	1,10	1,11	1,18
<b>26 S</b>	1,18	1,01	1,05	0,96	0,94	0,87	0,92	0,98	1,00	1,10	1,12	1,19
<b>30 S</b>	1,20	1,03	1,06	0,95	0,92	0,85	0,90	0,96	1,00	1,12	1,14	1,21
<b>35 S</b>	1,23	1,04	1,06	0,94	0,89	0,82	0,87	0,94	1,00	1,13	1,17	1,25
<b>40 S</b>	1,27	1,06	1,07	0,93	0,86	0,78	0,84	0,92	1,00	1,15	1,20	1,29

Fonte: Adaptado de TUCCI (2009)

Conhecendo que a latitude de Pato Branco é de 26°13'46" obteve-se os valores do coeficiente de correção, destacados na Tabela 6, através da interpolação dos dados.

Na Tabela 7 são apresentados os dados cedidos pelo IAPAR, com valores mensais de precipitação e temperatura, os quais serão necessários para os cálculos de evapotranspiração e avaliação do balanço hídrico.

**Tabela 7 - Dados de precipitação (mm) e Temperatura Média (°C) dos anos de 2008, 2009, 2010, 2011 e 2012**

ANO		JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
2008	Precip.	90,4	133,9	129,8	234,8	77,0	182,4	63,8	152,4	130,4	264,0	141,9	72,0
	Temp.	19,8	19,7	19,1	15,8	14,4	11,0	14,6	14,6	12,9	17,5	18,6	19,3
2009	Precip.	135,8	82,6	27,1	84,2	247,0	127,0	134,0	153,8	274,2	327,4	128,4	139,6
	Temp.	19,1	20,7	20,0	17,5	14,6	10,5	10,9	13,4	14,6	16,9	21,1	20,8
2010	Precip.	192,7	163,0	245,7	367,4	180,5	84,4	108,4	58,3	29,8	173,6	103,2	295,0
	Temp.	22,9	23,3	21,6	18,8	14,8	15,1	15,2	15,4	18,2	17,9	20,1	21,3
2011	Precip.	326,5	250,4	323,2	61,4	26,6	119,9	267,0	299,2	160,0	250,7	125,2	39,3
	Temp.	22,6	22,4	21,5	19,0	15,5	13,2	15,1	15,3	17,0	19,5	20,1	21,5
2012	Precip.	162,9	241,6	77,3	305,1	60,5	197,6	123,3	2,2	65,7	231,4	77,3	292,1
	Temp.	22,4	23,3	21,0	18,4	19,3	14,7	14,1	18,2	19,0	20,4	22,0	23,3

Fonte: Adaptado de IAPAR, 2012.

Utilizando os dados da Tabela 7 e as Equações 3 e 4 obteve-se valores para  $I$  e  $a$  para cada ano de estudo, de 2008 a 2012, ilustrado na Tabela 8.

**Tabela 8 - Valores de  $I$  e  $a$**

	2008	2009	2010	2011	2012
$I$	73,49	75,68	55,00	54,42	29,42
$\alpha$	2,03	2,10	1,57	1,55	1,03

Fonte: Autoria própria, 2012.

### 3.3 DETERMINAÇÃO DAS CURVAS DE INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUENCIA (IDF)

A relação entre intensidade, duração e frequência varia entre largos limites, de local para local e só pode ser determinada empiricamente através de uma longa série de observações pluviográficas locais, não havendo possibilidade de estender os resultados obtidos em uma região para diversas regiões. Os resultados dessas análises estatísticas podem ser apresentados graficamente, através de uma família de curvas (uma para cada período de recorrência) que ligam as intensidades médias, máximas às durações. A

intensidade pode ser substituída pela precipitação total na duração, denominando-se curvas i-d-f. (TEIXEIRA, 2010)

A intensidade para a cidade de Pato Branco será calculada pela equação da chuva da cidade, obtida pela SUDERSHA, atual denominada de Instituto das Águas do Paraná.

$$i = \frac{879,73 \cdot Tr^{0,152}}{(Td + 9)^{0,732}} \quad (5)$$

Onde:

$i$  = Intensidade pluviométrica ( $mm/h$ )

$Tr$  = Tempo de recorrência (Anos)

$Td$  = Tempo de duração (min)

A Tabela 9 mostra os cálculos obtidos através da Equação 5, e a FIGURA 8 representa a curva I-D-F para a cidade de Pato Branco.

**Tabela 9 - Calculos do I-D-F**

Tr\Td	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
<b>2</b>	66,9	44,06	33,83	27,87	23,92	21,07	18,92	17,22	15,85	14,7	13,74	12,91
<b>5</b>	76,9	50,65	38,89	32,04	27,49	24,22	21,75	19,8	18,21	16,9	15,79	14,84
<b>10</b>	85,45	56,27	43,21	35,6	30,54	26,91	24,16	22	20,24	18,78	17,55	16,49
<b>25</b>	98,21	64,68	49,66	40,92	35,11	30,94	27,77	25,28	23,26	21,59	20,17	18,96
<b>50</b>	109,13	71,87	55,18	45,46	39,01	34,37	30,86	28,09	25,85	23,99	22,41	21,06
<b>75</b>	116,06	76,44	58,69	48,35	41,49	36,56	32,82	29,88	27,49	25,51	23,84	22,4
<b>100</b>	121,25	79,86	61,31	50,51	43,34	38,19	34,29	31,21	28,72	26,65	24,9	23,4

Fonte: Autoria própria, 2013

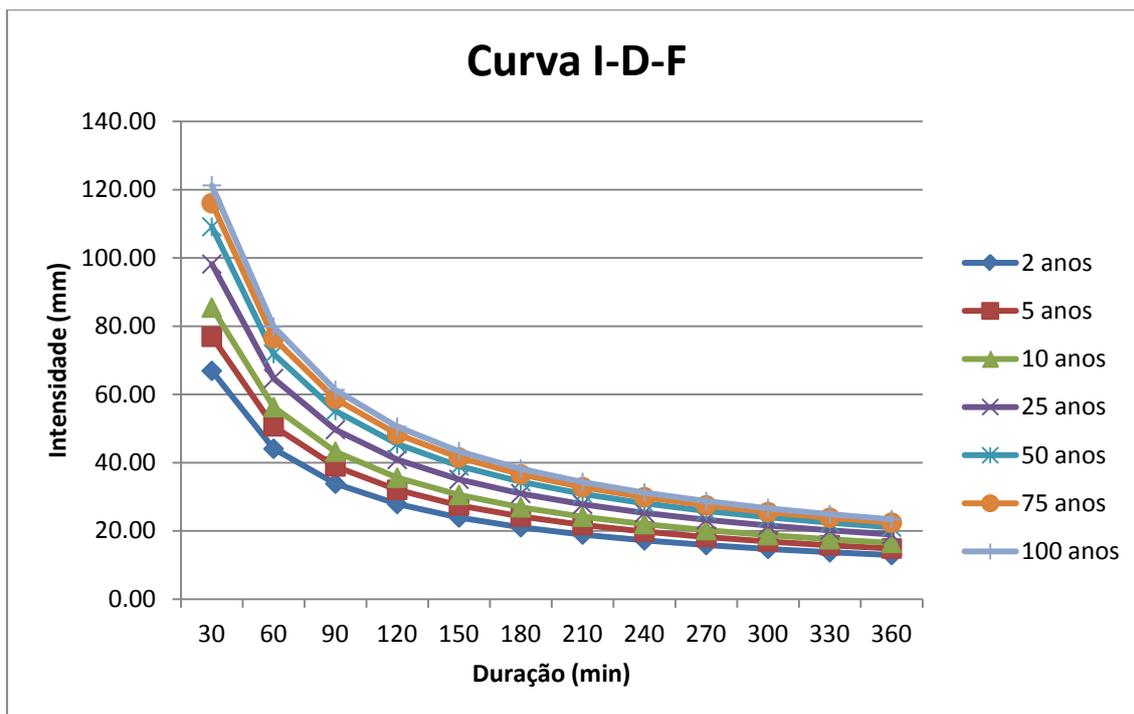


Figura 8 - Curva I-D-F para a cidade de Pato Branco

Fonte: Autoria própria, 2013

A Figura 8 mostra que quanto maior o tempo de duração menor é a intensidade da chuva. É por isso que enchentes acontecem num pequeno intervalo de tempo, pois quanto maior é a intensidade menor é a duração, e com isso o solo não tem capacidade para infiltrar toda a água.

### 3.4 DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIO

A NBR 15527 (ABNT 2007) demonstra seis métodos para o cálculo do dimensionamento do reservatório.

- Método de Rippl;
- Método da simulação;
- Método Azevedo Neto;
- Método prático alemão
- Método prático inglês;
- Método prático australiano.

Para este trabalho será utilizado o Método Azevedo Neto, o qual o volume do reservatório é obtido através da Equação 6.

$$V = 0,042 \cdot P \cdot A \cdot T \quad (6)$$

Onde:

V: valor numérico do volume da água aproveitável e o volume de água do reservatório. (L)

P: Valor numérico da precipitação média anual. (mm)

A: Valor numérico da área de coleta em projeção. (m<sup>2</sup>)

T: Valor numérico de meses de pouca chuva ou seca.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DO MUNICÍPIO DE PATO BRANCO

Com a obtenção dos dados de precipitação diária e das temperaturas, média, máxima e mínima, determinou-se as precipitações mensais e a evapotranspiração, conforme descrito na metodologia dos anos de 2008 á 2012, os quais estão apresentados na TABELA 10.

**Tabela 10 - Valores ETP (mm) (Continua)**

	2008	2009	2010	2011	2012
<b>JAN</b>	142,12	131,53	176,06	172,59	171,48
<b>FEV</b>	120,14	133,30	155,27	145,16	156,59
<b>MAR</b>	116,68	128,39	142,90	141,81	137,72
<b>ABR</b>	73,07	89,16	104,96	106,58	102,04
<b>MAI</b>	58,75	59,67	70,98	76,59	80,14
<b>JUN</b>	31,73	27,58	67,84	55,38	64,33
<b>JUL</b>	59,22	31,32	72,07	71,50	63,30
<b>AGO</b>	63,09	51,71	78,80	77,90	102,24
<b>SET</b>	50,04	63,23	104,50	93,45	111,74
<b>OUT</b>	102,66	94,15	111,52	127,34	137,90
<b>NOV</b>	118,16	154,22	135,88	135,97	158,76
<b>DEZ</b>	135,03	158,13	158,93	160,50	184,10

Fonte: Autoria própria, 2012

Com os valores de evapotranspiração e os de precipitação, citados anteriormente, obteve-se os valores do balanço hídrico apresentados na TABELA 11 e elaborou-se os gráficos, de modo a visualizar os meses de estiagens, sendo estes meses quantificados, para serem utilizados no método de Azevedo Netto, para determinação do volume do reservatório. Os gráficos de balanço hídrico estão apresentados nas FIGURAS 9, 10, 11, 12, 13.

Tabela 11 - Balanço hídrico

Mês	2008	2009	2010	2011	2012
JAN	-51,72	4,27	16,64	153,91	-8,60
FEV	13,76	-50,70	7,73	105,24	85,00
MAR	13,12	-101,29	102,80	181,39	-60,40
ABRIL	161,73	-4,96	262,44	-45,18	203,10
MAIO	18,25	187,33	109,52	-49,99	-19,60
JUN	150,67	99,42	16,56	64,52	133,30
JUL	4,58	102,68	36,33	195,50	60,00
AGO	89,31	102,09	-20,50	221,30	-100,00
SET	80,36	210,97	-74,70	66,55	-46,00
OUT	161,34	233,25	62,08	123,36	93,50
NOV	23,74	-25,82	-32,68	-10,77	-81,50
DEZ	-63,03	-18,53	136,07	-121,20	108,0

Fonte: Autoria própria, 2013



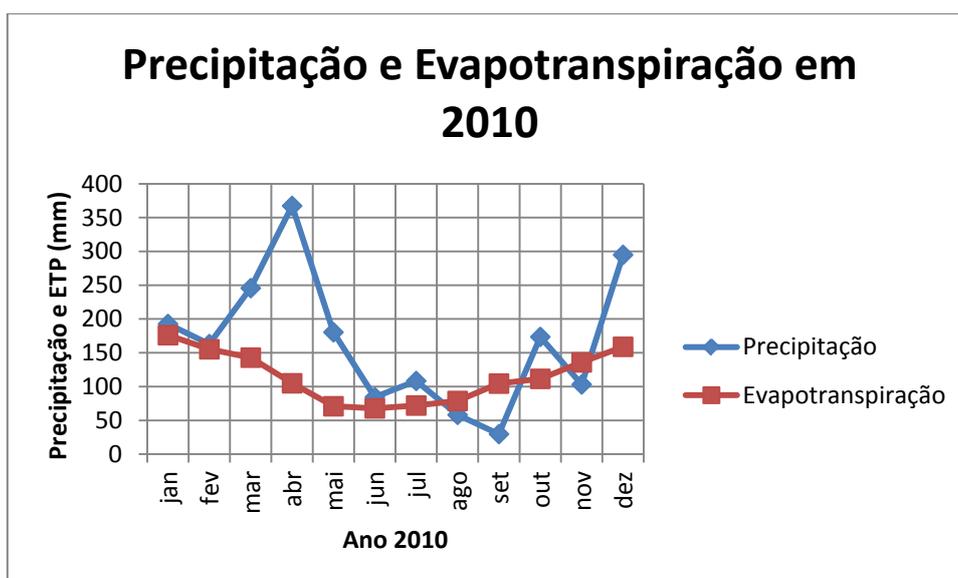
Figura 9 - Gráfico da comparação entre precipitação e evapotranspiração em 2008

Fonte: Autoria própria, 2012



**Figura 10 - Gráfico da comparação entre precipitação e evapotranspiração em 2009**  
**Fonte: Autoria própria, 2012**

Com esses dados nota-se que a região estudada tem uma precipitação considerável, o que torna o estudo deste projeto viável. Porém em dezembro de 2008 e fevereiro de 2009 devido ao balanço hídrico ter resultado em valores negativos, isto é, com a época de estiagem que pode vir a prejudicar a coleta de água pluvial, sendo seu uso substituído por água potável. O mesmo ocorreu no ano de 2010, com os meses de agosto e setembro, e em 2011 nos meses de abril, maio e dezembro.



**Figura 11 - Gráfico da comparação entre precipitação e evapotranspiração em 2010**  
**Fonte: Autoria própria, 2012**



Figura 12 - Gráfico da comparação entre precipitação e evapotranspiração em 2011

Fonte: Autoria própria, 2012



Figura 13 - Gráfico da comparação entre precipitação e evapotranspiração em 2012

Fonte: Autoria própria, 2012

Nota-se que o ano de 2012, foi um ano atípico, comparando com os quatro anos anteriores, pois em metade dos meses o balanço hídrico foi negativo. Este seria um ano não favorável ao reuso de águas pluviais.

Observou-se um grande volume de águas pluviais em outros meses, como na região, nos meses de janeiro, abril, agosto e setembro. Logo o usuário

poderá nestes meses acumular uma quantidade maior de água pluvial comparado aos outros meses.

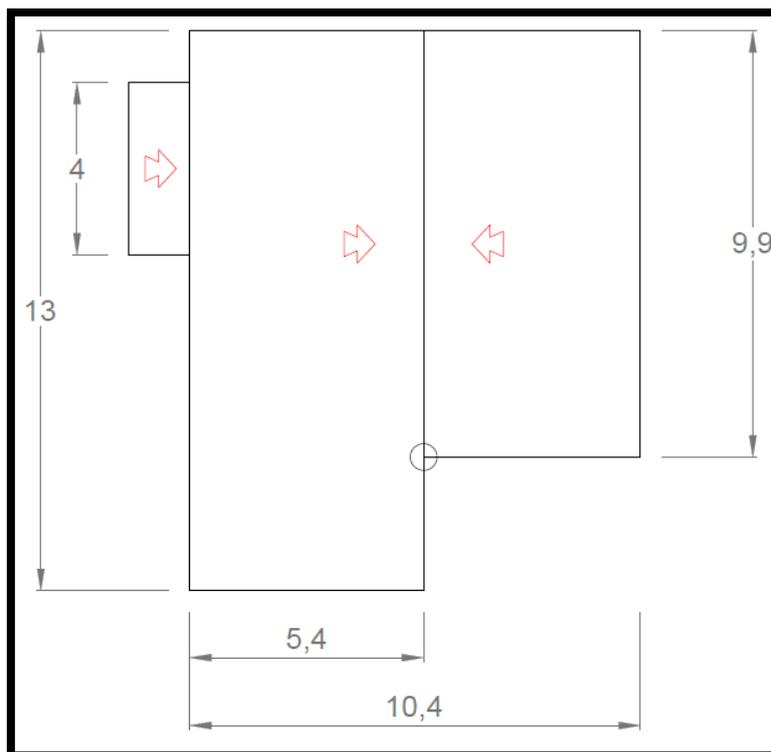
#### 4.2 PROJETO DE ESTUDO

O projeto de estudo desenvolveu-se em uma residência unifamiliar, a qual conta com dois moradores, onde o projeto solicitado é de uma piscina (modelo do ofuro) com a utilização de água pluvial. Para realização da pesquisa inicial necessitou-se do projeto do telhado da residência onde foi projetado a captação de água pluvial para o reservatório, e obteve-se dimensões através de um levantamento de campo (Figura 14).



**Figura 14 – Residência unifamiliar em estudo.**  
Fonte: Autoria própria, 2012

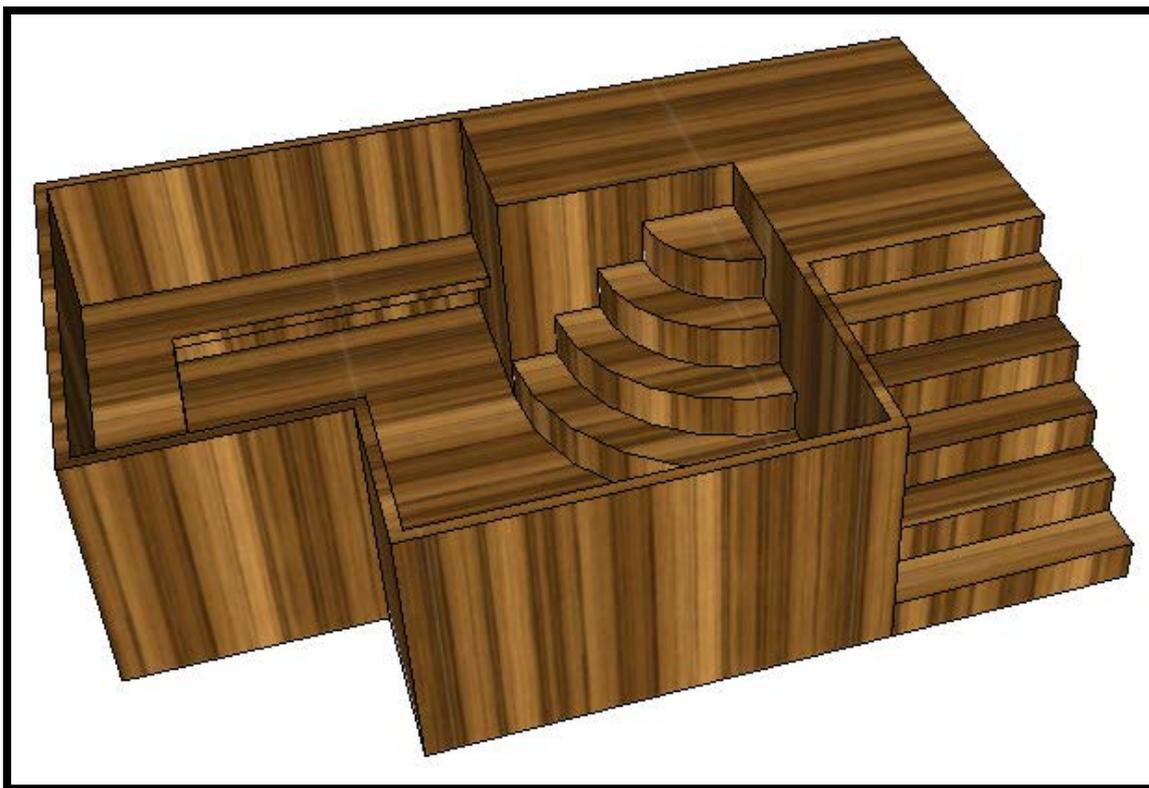
Na Figura 15 pode ser observado o formato do telhado da edificação em estudo. Apenas uma parte do telhado será feita a coleta da água pluvial, sendo escolhido o lado maior, de 13,0 x 5,4 m.



**Figura 15 - Planta do telhado**

**Fonte: Autoria própria, 2012**

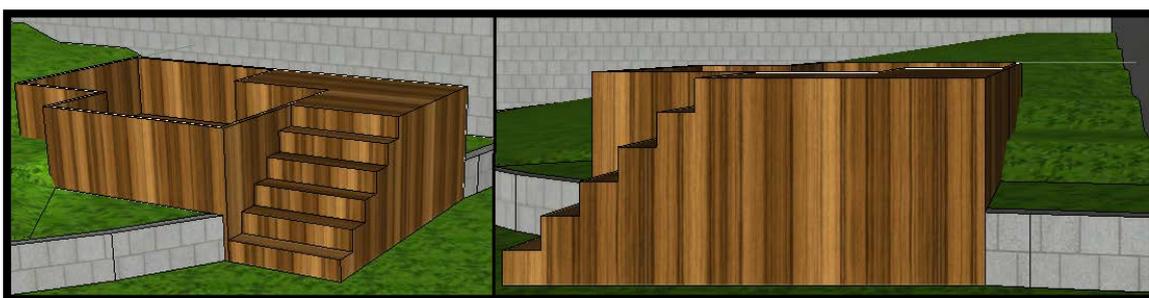
O telhado tem área total de 125,30 m<sup>2</sup>, e o pé direito da residência é de 6 m. O projeto inicial do reservatório será um ofurô, conforme a Figura 16. Os projetos (planta baixa, fachadas e cortes) estão no ANEXO A.



**Figura 16 - Ofuro**

**Fonte: Autoria própria, 2012**

Devido ao terreno ter um desnível, parte do reservatório será semienterrado, facilitando o traçado da tubulação de água pluvial. Como é mostrado na Figura 17.



**Figura 17 - Ofuro parcialmente enterrado**

**Fonte: Autoria própria, 2013**

### 4.3 AVALIAÇÃO PRÉVIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PLUVIAL

O procedimento para a coleta de água para o estudo bacteriológico se deu da seguinte forma, em um dia chuvoso foram coletadas duas amostras, a primeira é da água que proveniente do telhado, e a segunda era retirada da torneira da cisterna.

As amostras foram coletadas em uma residência localizada na Rua Joaquim Nabuco, 200, bairro Fraron na cidade de Pato Branco, Paraná. O sistema era constituído por três reservatórios de 5000 litros cada uma, as quais eram conectadas por tubulações, criando assim vasos comunicantes (FIGURA 18), desta forma os reservatórios mantinham o mesmo nível de água. Conforme se pode notar na Figuras 19.



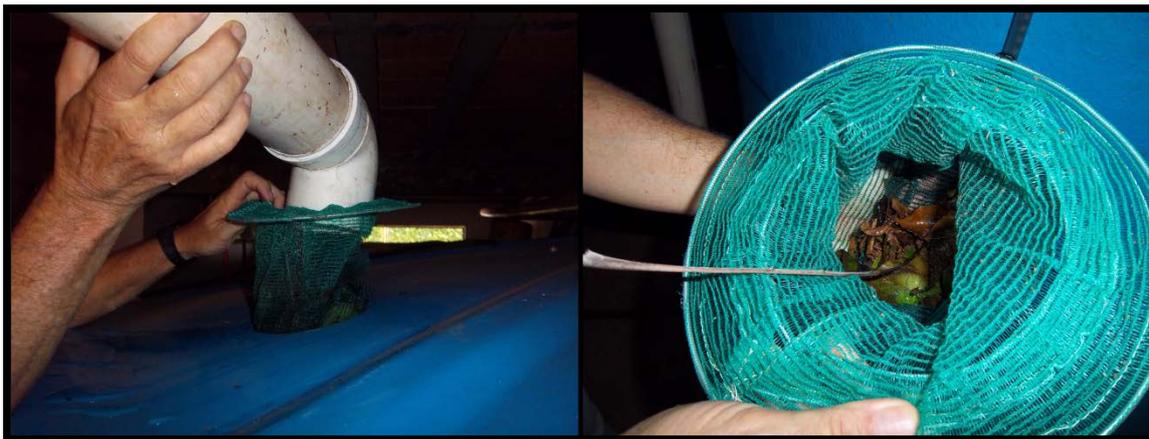
**Figura 18 - Reservatórios conectados**

**Fonte: A autoria própria, 2012.**



**Figura 19 - Nível de água nos reservatórios, obtidos por um piezômetro**  
**Fonte: Aatoria própria, 2012.**

O processo de retirada dos resíduos sólidos maiores, como folhas e gravetos se dava por uma rede colocada na entrada da água pluvial no primeiro reservatório, como pode ser visto na Figura 20.



**Figura 20 - Retirada dos resíduos sólidos**

**Fonte: Autoria própria, 2012.**

Para a água chegar até as torneiras é utilizado um conjunto motor bomba de 0,5 CV (cavalo vapor), devido ao reservatório se localizar no nível inferior ao reservatório superior, o qual distribuía a água pluvial para as peças sanitárias. Este sistema é ilustrado na Figura 21.



**Figura 21 - Motor para bombeamento da água para o reservatório superior**

**Fonte: Autoria própria, 2012.**

A água armazenada nestas cisternas abastece as torneiras do jardim, como também para o tanque e para uso nos vasos sanitários. Segundo o proprietário da residência mesmo com capacidade de 15000 litros de água nos reservatórios, ainda há período em que é necessário o uso de água potável para o abastecimento destinado à água pluvial, nos meses de estiagem. Este problema poderia ser sanado se houvesse a possibilidade de espaço físico para a colocação de mais uma cisterna 5000 litros, deste modo seria possível armazenar mais águas das chuvas nos períodos chuvosos para ser utilizada nos períodos de estiagem.

Nesta residência referida a implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial resultou em uma economia de cerca de 2000 L/mês, a média de consumo passou de 12 m<sup>3</sup> para 10 m<sup>3</sup>.

Em ambas as amostras o resultado foi a total ausência de *Escherichia Coli*, conforme a Tabela 12. (A análise completa se encontra no ANEXO B)

**Tabela 12 - Resultado das amostras**

Pontos de Coleta	Resultado (NMP*/100mL)	
	Coliformes Totais	<i>Escherichia Coli</i>
Telhado	>23,0	Ausência
Torneira	>23,0	Ausência

\* Número Mais Provável

**Fonte: Autoria própria, 2012**

O *E. Coli* representa coliformes fecais existentes nas fezes humanas, deste modo, é o melhor indicativo da contaminação fecal em águas (Silva et al., 2005). Logo, a amostra de água pluvial da residência avaliada, não apresenta contaminação por *E. Coli*, mesmo sendo um local próximo da Estação de Tratamento de Esgoto, em torno de 800 m.

Mesma ausência total de *E. Coli*, os resultados das análises apresentaram resultados positivos para os coliformes totais, provenientes de animais de sangue quente, tendo como exemplo, os pássaros. Para o consumo

humano ou para o contato primário como banhos, é necessário o tratamento da água.

Para um tratamento caseiro com hipoclorídrico de sódio de 2,5% é necessário o uso de duas gotas (0,08ml) para cada litro de água, e um período de descanso de 30 minutos (Ministério da Saúde, s/d). Logo, para a residência com uso de 15000 litros de água pluvial, o uso seria de 80 ml para cada 1000L, um total de 1200 ml, ou de 1,2L de hipoclorídrico, com um custo em torno de R\$2,30.

#### 4.4 DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO

Utilizando a Equação 6 (método de Azevedo Netto, no item 3.4) pode-se obter o volume para o reservatório, o qual foi de 30.383 litros, o equivalente a aproximadamente 30,4 m<sup>3</sup>. Os valores utilizados foram:

- P= 1924,46 mm (correspondente a media anual de precipitação entre os anos de 2008 e 2012).
- A= 125,30 m<sup>2</sup> (Área da projeção do telhado).
- T= 3 (o qual corresponde a média anual de meses com balanço hídrico negativo entre os anos de 2008 e 2012)

Logo,

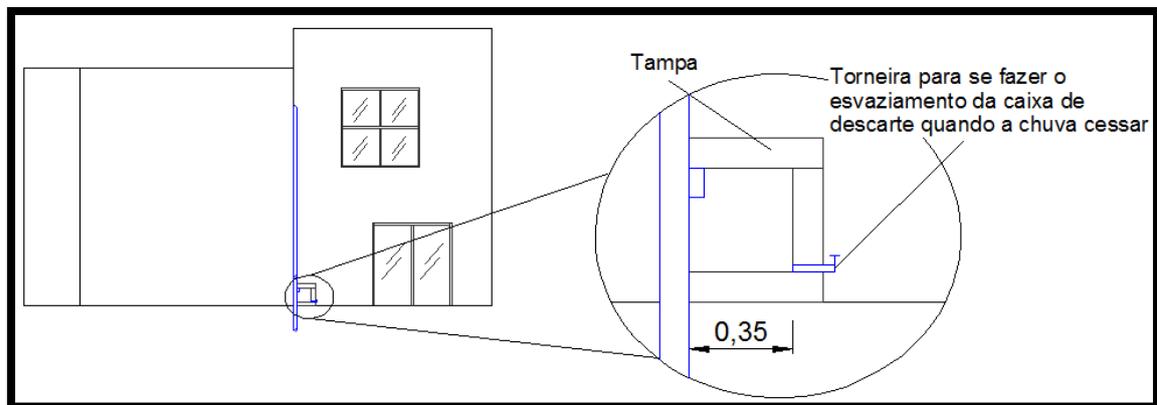
$$\text{Volume do reservatório} = 0,042.1924,46.125,30.3 = 30.383 \text{ Litros}$$

Como a necessidade será de apenas 4.000 litros - pois foi definido com o usuário o tamanho do reservatório para uso como um ofuro - caso o proprietário tenha interesse, este poderá ter outro reservatório para o acúmulo do restante de água pluvial, a ser destinado a outros fins, como para a rega de jardim ou mesmo na lavagem de pisos ou veículos.

Uma das ações possíveis para a melhoria da qualidade da água captada em superfícies é o descarte dos primeiros 5 minutos de chuva. Nesse momento, fazem-se necessárias algumas considerações a respeito do descarte. A chuva inicial apresenta água de menor qualidade, visto que ela

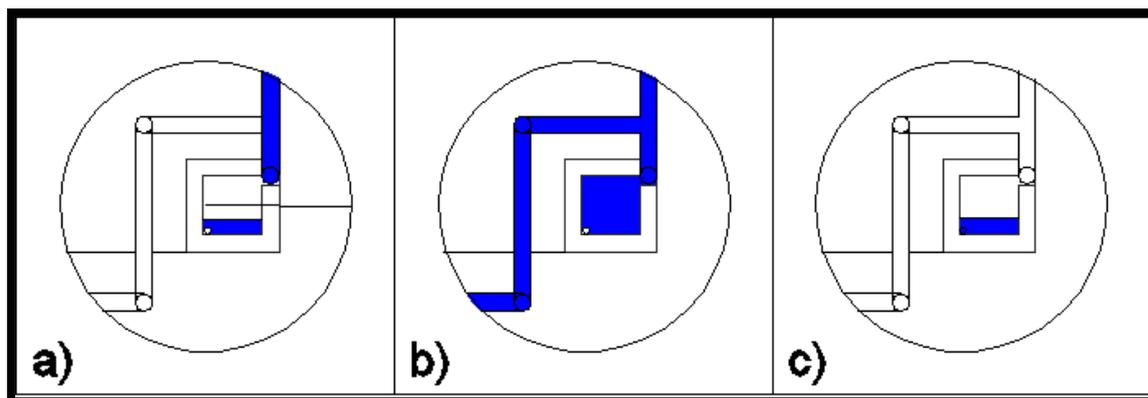
'lava' a atmosfera, que contém poluentes na superfície de captação. (MORUZZI e NAKADA, 2009)

Considerando os primeiros 5 minutos de uma precipitação para a área do telhado, adotou-se um reservatório de aproximadamente 43 litros, com dimensões de 0,35x0,35x0,35 m (largura x comprimento x altura), reservatório de alvenaria deverá ter uma tampa hermética, para limpeza e retirada dos sólidos que possivelmente irão impossibilitar a saída da água no momento do esvaziamento da mesma, conforme a Figuras 22.



**Figura 22 - Caixa de Descarte**  
**Fonte: Autoria Própria, 2013**

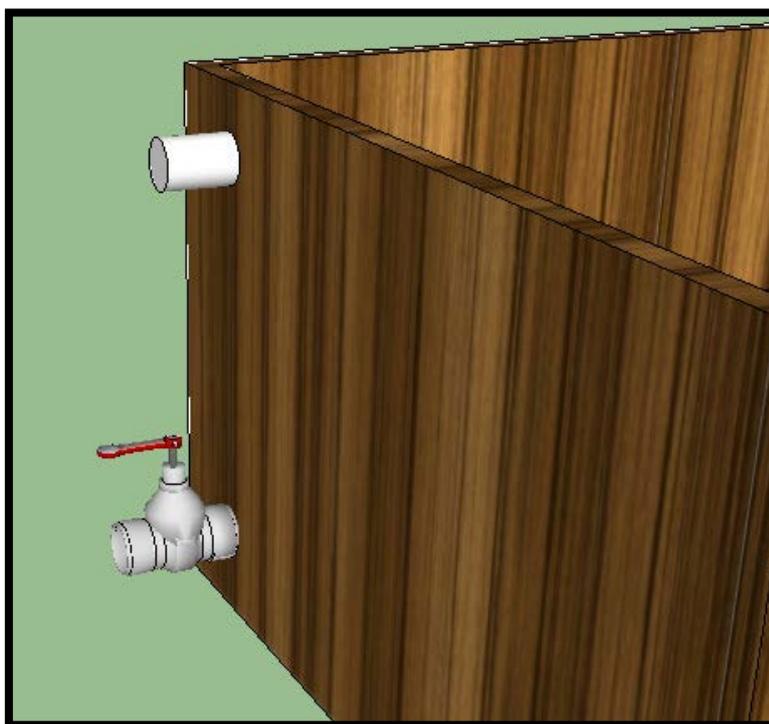
A Figura 23 demonstra o mecanismo do reservatório de descarte. Após iniciar a chuva, o reservatório de descarte iniciará a encher com os primeiros 5 minutos de chuva. Após o reservatório estar totalmente preenchido, a tubulação começará a conduzir o restante da água pluvial para o reservatório maior.



**Figura 23 - Mecanismo de descarte. a) início da chuva; b) enchimento do reservatório; c) cessado a chuva.**

Fonte: Autoria própria, 2013

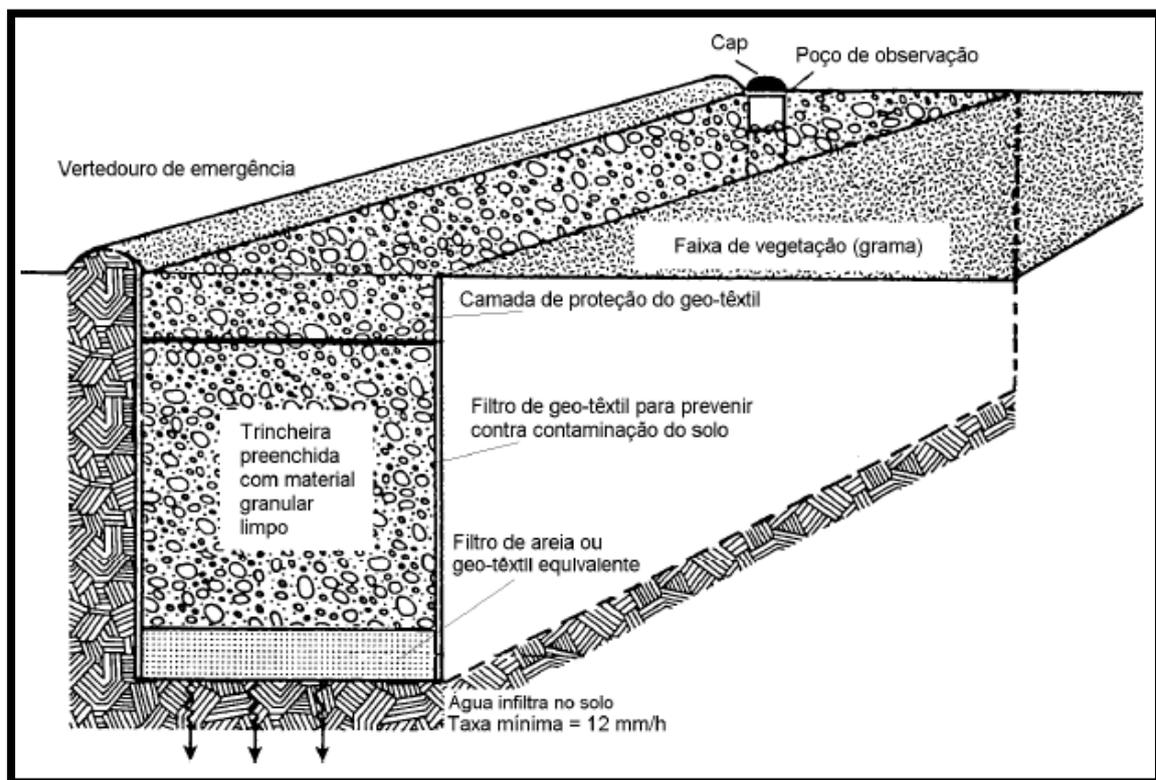
Quando o ofuro estiver cheio ele deverá ter um escape para que não transborde (tubulação superior, denominada de extravasor), e também uma torneia para fazer o esvaziamento para a limpeza (tubulação inferior ou tubulação de limpeza) conforme indicado na Figura 24.



**Figura 24 - Tubulação de escape e tubulação para limpeza do reservatório**  
Fonte: Autoria Própria, 2013

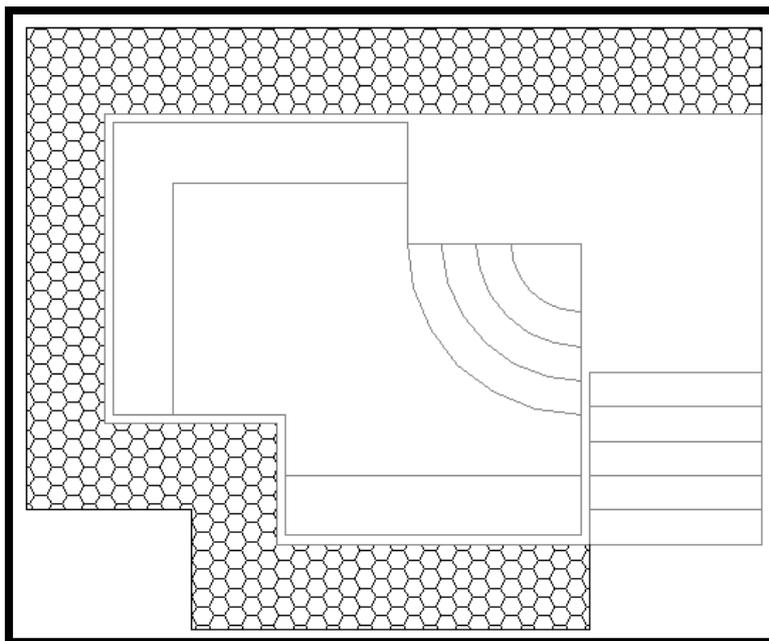
Devido a esses processos, com o lançamento da água diretamente no solo, poderá ocorrer o processo de erosão, para que isso não ocorra será necessário se fazer uma trincheira de infiltração.

Para Souza e Goldenfum (2013) as trincheiras de infiltração são elementos de drenagem do tipo controle na fonte e têm seu princípio de funcionamento no armazenamento temporário da água até que ela se infiltre no solo. São constituídas por valetas preenchidas por material granular (brita, pedra de mão e outros), com porosidade em torno de 40%. Este material granular é revestido por um filtro de geo-têxtil, que, além da função estrutural, impede a entrada de finos no dispositivo, reduzindo o risco do preenchimento dos vazios precocemente e podendo trabalhar como filtro anticontaminante. A Figura 25 apresenta uma trincheira de infiltração típica.



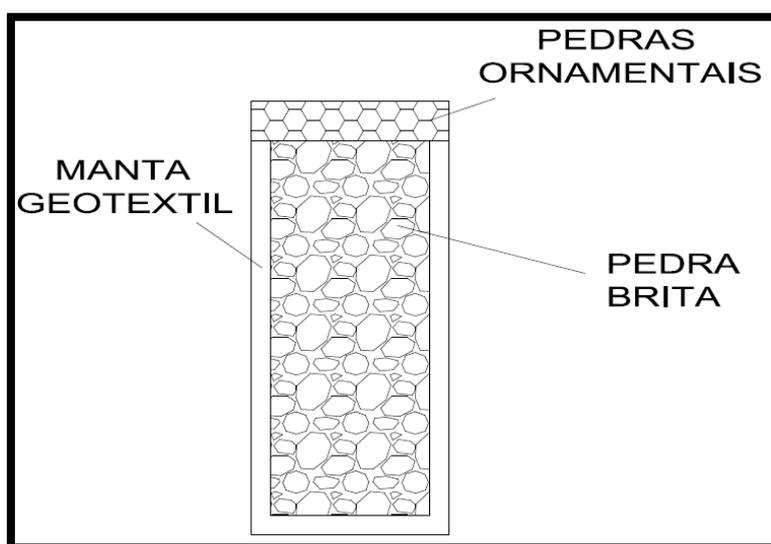
**Figura 25 - Trincheira de infiltração típica**  
**Fonte: SOUZA e GOLDENFUM, 2013**

Para este projeto idealizou uma trincheira em quase toda a extensão do reservatório, como pode-se observar na Figura 26.



**Figura 26 - Extensão da trincheira de infiltração**  
**Fonte: Autoria própria, 2013**

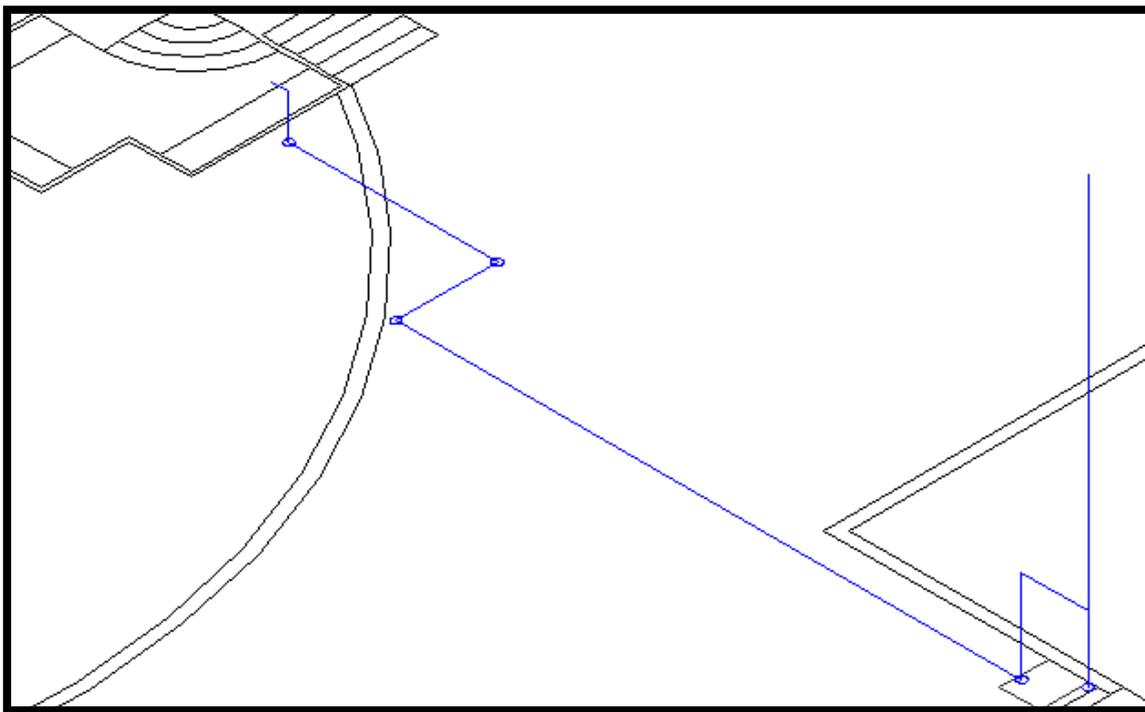
Devido a estética, serão colocados na parte superior em toda a extensão da trincheira pedras ornamentais. As camadas da trincheira serão manta geotêxtil, brita e acima as pedras ornamentais, conforme a Figura 27.



**Figura 27 - Trincheira de infiltração (camadas)**  
**Fonte: Autoria própria, 2013**

Esta trincheira deverá ter sua profundidade entre 80 cm e 1 m. A tubulação deverá percorrer uma extensão de aproximadamente 18 m antes de

chegar ao reservatório, como podemos observar na FIGURA 29. O ANEXO C apresenta a planta mais detalhadamente.



**Figura 28 - tubulação para água pluvial**  
Fonte: Aatoria própria, 2013

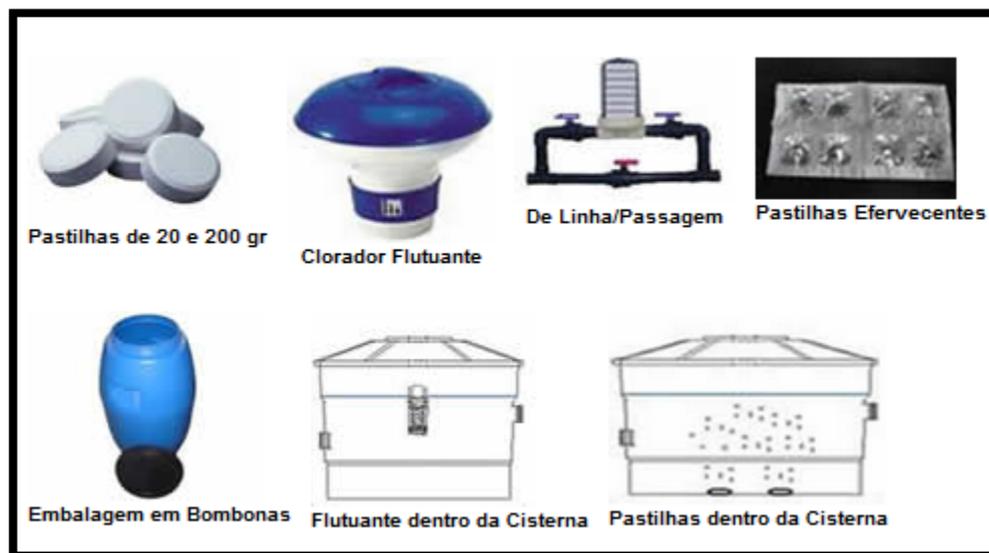
#### 4.5 TRATAMENTO

Como a água terá algumas impurezas deverá ser feito o tratamento completo nela, com cloro, floculantes e algicidas, para que possa ocorrer o contato primário. Foi adotado um tratamento simples, em base destes produtos, por serem fáceis de serem encontrados, nas cidades e de baixo custo. O tratamento adotado será ao mesmo realizado nas piscinas residenciais.

Conforme alguns fabricantes para tratamento de piscinas, deverá ser utilizado 4 gramas de Cloro para cada 1000 litros de água, e 4 ml de algicida para a mesma quantidade e, caso a água já esteja contaminada com algas

(água verde) a mesma deverá ser tratada com um algicida ‘choque’ na proporção de 6 ml do produto para cada 1000 litros de água.

Para a manutenção e retirada de coliformes fecais, será utilizado um flutuador (Figura 29), o qual poderá ser deixado dentro do reservatório com uma pastilha. No caso de flutuadores as pastilhas de cloro são denominadas de pastilhas de baixa solubilidade. Já as pastilhas efervescentes, são utilizadas para desinfecção sem sobre de produto<sup>1</sup>.



**Figura 29 - Modelos de flutuadores e pastilhas de cloro para o tratamento de água pluvial**  
Fonte: SNATURAL, 2013

#### 4.6 ORÇAMENTO

Para a finalização do estudo, determinou-se o orçamento da obra, a qual foi projetado o aproveitamento de água pluvial. Neste orçamento consta o preço dos materiais, também de mão de obra e encargos.

**Tabela 13 – Orçamento para o ofuro (Continua)**

Produto	Quant.	Unidade	BDI e Mão de Obra	Preço (R\$)	Total (R\$)
Ofurô	1	Un	157,52%	R\$ 2.600,00	R\$ 6.695,52
Caixa de descarte	1,25	m <sup>2</sup>	157,52%	R\$ 40,00	R\$ 103,01
Tubulação (100mm)	18	m	157,52%	R\$ 145,00	R\$ 373,40
T (100mm)	1	Un	157,52%	R\$ 7,74	R\$ 19,93

**Tabela 13 – Orçamento para o ofuro (Continuação)**

<sup>1</sup> Informações pessoais obtidas através de revendedores do produto.

Produto	Quant.	Unidade	BDI e Mão de Obra	Preço (R\$)	Total (R\$)
Joelho (100mm)	7	Un	157,52%	R\$ 30,52	R\$ 78,60
Cloro	10	kg		R\$ 109,90	R\$ 109,90
Algicida	1	Litro		R\$ 10,90	R\$ 10,90
Algicida "choque"	1	Litro		R\$ 22,90	R\$ 22,90
Flutuador	1	Un		R\$ 15,00	R\$ 15,00
Pastilha de manutenção	1	Un		R\$ 5,00	R\$ 5,00
Manta Geotextil	30	m <sup>2</sup>	157,52%	R\$ 569,70	R\$ 1.467,09
Brita	4,66	m <sup>3</sup>	157,52%	R\$ 546,50	R\$ 1.407,35
Pedras ornamentais	0,49	m <sup>3</sup>	157,52%	R\$ 50,00	R\$ 128,76
Escavação de Vala	5,15	m <sup>3</sup>	157,52%	R\$ 191,00	R\$ 491,86
<b>TOTAL</b>					<b>R\$ 10.929,22</b>

Fonte: Autoria própria, 2013

Considerando apenas o sistema de água pluvial sem o ofuro, o gasto para a obra seria de R\$4233,70. Não considerando o tratamento da água, pois mesmo utilizando água potável o tratamento também é realizado, a redução do consumo da água para o ofuro seria de 4.000 litros de água potável.

Considerando o preço da água de esgoto, a tarifa seria de R\$ 6,37 a cada m<sup>3</sup> excedente de água e esgoto, conforme tabela da Companhia de Saneamento do Estado do Paraná (SANEPAR), o gasto por mês seria de R\$ 25,48. Logo o prazo de retorno do investimento seria de aproximadamente 13 anos, considerando a seguinte equação de cálculo simples, para obras sustentáveis<sup>2</sup>.

$$Ri = \frac{C}{Ci \times Q} \quad (7)$$

Onde:

Ri = retorno do investimento em meses,

C = custo total de implantação e manutenção em reais,

Ci = custo do insumo – tarifa mensal em reais,

Q = quantidade do insumo economizado ao mês.

<sup>2</sup> A equação foi obtida pelo site [www.metalica.com.br](http://www.metalica.com.br), por ser fórmulas utilizadas para obras sustentáveis.

$$Ri = \frac{4233,70}{6,37 \cdot 4} = 166,16 \text{ meses} = 13,85 \text{ anos}$$

Logo, o investimento demoraria estes 13,85 anos para o retorno do valor investido, porém, esta formula está avaliando apenas o investimento, e não o bem de consumo, como no caso a água potável, que terá seu consumo reduzido e a sustentabilidade da residência ao utilizar a água pluvial.

Caso esse reservatório fosse de fibra, seu custo sairia muito mais em conta, pois não teria a manutenção com os produtos e nem a compra do ofuro, no lugar seriam utilizados dois reservatórios de 2000 litros. O valor total, entre material e implantação, seria de aproximadamente R\$ 6691,56.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na elaboração do gráfico I-D-F para a cidade de Pato Branco, notou-se que quanto menor o espaço de tempo de precipitação maior será a sua intensidade, e este é um dos motivos que em algumas cidades ocorrem alagamentos, pois o solo, já muito impermeabilizado, não tem capacidade de absorver toda a chuva que nele cai em tão pouco tempo.

Uma das soluções deste problema é o armazenamento da água da chuva nas residências, através de reservatórios. Essa água pode ser utilizada no lugar de água potável para alguns fins, como por exemplo para regar jardins e lavar calçadas. Conforme visto no estudo deste trabalho a água da chuva não é totalmente pura, principalmente aquela dos primeiros minutos, pois essa água faz a limpeza da atmosfera e também do telhado através do qual ela é captada.

Os estudos bacteriológicos mostraram que a quantidade de coliformes totais é muito baixa, porém existem, então deve-se fazer um tratamento adequado já que para o projeto da residência unifamiliar em estudo, a água no reservatório terá contato direto com o ser humano.

O projeto de estudo foi para um reservatório de 4000 litros, porém a capacidade de coleta é muito superior a esse valor, então o proprietário da residência tem a opção de instalar outro reservatório de fibra, do tipo caixa d'água convencional, para utilizar a água em outros fins, como citado no caso da residência referência.

O valor do reservatório tipo ofuro será de R\$ 10929,22, um valor relativamente alto se comparado ao reservatório de fibra que é de aproximadamente R\$ 6691,56. Porém deve-se lembrar que são reservatórios diferentes e também com diferentes finalidades.

Com os dados disponibilizados pelo IAPAR pode-se complementar que na cidade de Pato Branco é viável fazer reservatórios de água pluvial, pois a precipitação anual é alta.

Posteriormente este trabalho pode ser complementado com o projeto de um reservatório de água pluvial para fins não potáveis, porém para usos internos, como por exemplo, em vasos sanitários e a lavagem de roupas.

Para esses fins devem ser feitos os estudos não apenas bacteriológicos, mas também em relação as características físico-químicas. Seria interessante continuar a pesquisa através de um estudo determinado a quantidade de água pluvial utilizada, com a implantação do sistema e a real economia da residência.

## **REFERÊNCIAS**

AGUIAR, J. 2011. Acessado em 26 de jun. de 2012. Disponível em <<http://jorcyaguiar.blogspot.com.br/2011/07/saneamento-no-tempo-do-jeca-tatu.html>>

ALT, R. Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis. Setembro de 2009.

ASA BRASIL. Cisternas. Acessado em 26 de jun. de 2012. Disponível em <[http://www.asabrasil.org.br/Portal/Informacoes.asp?COD\\_MENU=5622&WORDKEY=Cisterna](http://www.asabrasil.org.br/Portal/Informacoes.asp?COD_MENU=5622&WORDKEY=Cisterna)>

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.

CARVALHO, D. F; SILVA, L. D. B. Hidrologia - Capítulo 1. 2006-A. Acesso em 19 de Abr. 2012. Disponível em <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap1-INTRO.pdf>>

CARVALHO, D. F; SILVA, L. D. B. Hidrologia - Capítulo 2. 2006-B. Acesso em 19 de Abr. 2012. Disponível em <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap2-CH.pdf>>

COSTA, R. H. P. G; TELLES, D. D. Reuso da água: conceitos, teorias e práticas. São Paulo. 2010

CORREIA NETO, S. J; MAINIER, F. B; MONTEIRO, L. P. C. A importância do reuso da água em centros de treinamento de combate a incêndio. VI Congresso Nacional de Excelência em Gestão. 2010

FATOS E FOTOS DA CAATINGA. Cisterna de Arame. 2009. Acessado em 26 de jun. de 2012. Disponível em <<http://fatosefotosdacaatinga.blogspot.com.br/2009/01/aram.html>>

GNADLINGER, J. Apresentação Técnica de diferentes tipos de cisternas. Acessado em 25 de jun. de 2012. Disponível em <<http://www.irpaa.org/publicacoes/relatorios/9-conferencia-de-cisternas.pdf>>

GARCEZ, L. N; ALVAREZ, G. A. Hidrologia. 2ª Edição. São Paulo. 1988.

GIACCHINI, M; ANDRADE FILHO, A. G. Aproveitamento da água da chuva nas edificações. 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2005.

INFORMATIVO TEMPO DE CRESCER. 2011. Acessado em 26 de jun. de 2012. Disponível em <<http://informativotempodecrescer.blogspot.com.br/2011/02/quem-diria-o-sul-precisando-das-acoas.html>>

INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ. Atlas de recursos hídricos do estado do Paraná. Acessado em 19 de jun. de 2012. Disponível em <<http://www.aguasparana.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=73>>

MARINOSKI, A. P. Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Santa Catarina. 2007

MORUZZI, R. B; CARVALHO, G. S; OLIVEIRA, S. C. Aplicação do conceito do balanço de vazões no dimensionamento de reservatório de água pluvial para residências unifamiliares: Viabilidade e aprimoramento metodológico. Revista Ambiente Construído. Jan, 2008 - A

MORUZZI, R. B; CARVALHO, G. S; OLIVEIRA, S. C. Volume do reservatório de aproveitamento de água pluvial baseado no conceito do balanço de vazões para uma residência unifamiliar. 2008 - B

MORUZZI, R. B; NAKADA, L. Y. K. Coleta e tratamento de água pluvial para fins não potáveis com emprego de amido de milho como coagulante primário em filtração cíclica em escala de laboratório.

PINTO, N. L. S; HOLTZ, A. C. T; MARTINS, J. A; GOMIDE, F.L.S. Hidrologia básica. 11ª Edição. São Paulo. 2008

PREFEITURA DE PATO BRANCO. Aspectos Gerais. Acessado em: 22 de jun. de 2012. Disponível em: <<http://www.patobranco.pr.gov.br/municipio4.aspx>>

Prefeitura Municipal de Curitiba. Lei N<sup>o</sup> 10.785. Acessado em 01 de abr. de 2013. Disponível em <<http://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/legislacao-smma-secretaria-municipal-do-meio-ambiente/347>>.

Prefeitura Municipal de Pato Branco. Acessado em: 28 de nov. de 2012. Disponível em: <<http://www.patobranco.pr.gov.br/municipio4.aspx>>

Prefeitura Municipal de São Paulo. Acessado em 01 de abr. de 2013. Disponível em <[http://www.saobernardo.sp.gov.br/SECRETARIAS/sp/geoportal/LEGISLACAO/LEI12526\\_2007.pdf](http://www.saobernardo.sp.gov.br/SECRETARIAS/sp/geoportal/LEGISLACAO/LEI12526_2007.pdf)>.

SILVA, Neusely; CANTÚSIO NETO, Romeu; JUNQUEIRA, Valéria, C. A; SILVEIRA, Neliane, F. A. Manual de métodos de análise microbiológica da água. 2005

SIMBOLOS NACIONAIS, bandeiras, mapas, símbolos do Brasil. Acessado em 22 de jun. de 2012. Disponível em <<http://simbolosnacionais.blogspot.com.br/2007/07/estado-do-paran.html>>

SNATURAL. Água da chuva, captação e armazenamento. Acessado em: 01 de Abril de 2013. Disponível em: < <http://www.snatural.com.br/Agua-Chuva-Captacao-Armazenamento-C.html>>

SOUZA, V. C. B.; GOLDENFUM, J. A. Trincheiras de infiltração como elementos de controle do escoamento superficial: um estudo experimental. Acessado em 11 de fev. de 2012. Disponível em <[http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CC4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ecotelhado.com%2FInformacoesInter-na%2FTrincheiras%2520de%2520infiltra%25C3%25A7%25C3%25A3o%2520c-omo%2520elemento%2520de%2520controle%2520do%2520escoamento%2520superficial.pdf&ei=xaYeUcqXPMXN0AG\\_9YAY&usg=AFQjCNHm4DUDdjpiABappBzbs504OHRhA&bvm=bv.42553238,d.dmg&cad=rja](http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CC4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ecotelhado.com%2FInformacoesInter-na%2FTrincheiras%2520de%2520infiltra%25C3%25A7%25C3%25A3o%2520c-omo%2520elemento%2520de%2520controle%2520do%2520escoamento%2520superficial.pdf&ei=xaYeUcqXPMXN0AG_9YAY&usg=AFQjCNHm4DUDdjpiABappBzbs504OHRhA&bvm=bv.42553238,d.dmg&cad=rja)>

TEIXEIRA, C. A. Apostila de Hidrologia aplicada. 2010. Acessado em 25 de jun. de 2012. Disponível em < [http://pessoal.utfpr.edu.br/mannich/arquivos/hidro\\_celimar.pdf](http://pessoal.utfpr.edu.br/mannich/arquivos/hidro_celimar.pdf)>

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

TUCCI, C. E. M. Hidrologia, ciência e aplicação. 4ª Edição. Porto Alegre. 2009

ANEXOS

**ANEXO A**

**PLANTA BAIXA, VISTA LATERAL DIREITA, VISTA FRONTAL E CORTE DO  
OFURÔ**



**ANEXO B**

**ANÁLISE LABORATORIAL**



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
 Laboratório de Qualidade Agroindustrial  
 LAQUA - Alimentos e Água



## LAUDO DE ANÁLISE MICROBIOLÓGICA Nº UTFPR/2012

**Solicitante:** Katia Aline Garzao  
**Coletor da amostra:** Katia Aline Garzao  
**Produto:** Água Potável  
**Identificação da amostra:** Telhado  
**Data da Coleta:** 21/10/12  
**Data Recepção:** 24/10/12  
**Cidade/Estado:** Pato Branco - PR

Parâmetros	Resultado (NMP*/100 mL)
Coliformes Totais	>23,0
Escherichia Coli	Ausência

\*Número Mais Provável.

**Metodologia Utilizada:** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, 2005, 21ª ed.

**Referência:** PORTARIA MS Nº 2914 de 12/12/2011 - Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

**Anexo I:** Padrão Microbiológico da água para consumo humano.  
 Água para consumo humano: Ausência de Escherichia Coli em 100 mL de água (Indicador de Contaminação Fecal)

**CONCLUSÃO:** Esta amostra de água atende as recomendações da Portaria MS Nº 2914 de 12/12/11.

DATA: 08/11/12

**Prof. Dr. Edimir Andrade Pereira**  
 CRQ 09202402 IX Região  
 Responsável Técnico

*Registro no CRQ – 02335 de acordo com a lei 2.800 de 18/06/1956*

Via do Conhecimento km 01, Cx. Postal 571 – Pato Branco – PR CEP: 85.501-970  
 FONE: (46)3220-2537 e-mail: laqua-pb@utfpr.edu.br



Ministério da Educação  
 Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
 Laboratório de Qualidade Agroindustrial  
 LAQUA - Alimentos e Água



## LAUDO DE ANÁLISE MICROBIOLÓGICA Nº UTFPR/2012

**Solicitante:** Katia Aline Garzao  
**Coletor da amostra:** Katia Aline Garzao  
**Produto:** Água Potável  
**Identificação da amostra:** Decantado - Torneira  
**Data da Coleta:** 21/10/12  
**Data Recepção:** 24/10/12  
**Cidade/Estado:** Pato Branco - PR

Parâmetros	Resultado (NMP*/100 mL)
Coliformes Totais	>23,0
Escherichia Coli	Ausência

\*Número Mais Provável.

**Metodologia Utilizada:** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, 2005, 21ª ed.

**Referência:** PORTARIA MS Nº 2914 de 12/12/2011 - Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

**Anexo I:** Padrão Microbiológico da água para consumo humano.  
 Água para consumo humano: Ausência de Escherichia Coli em 100 mL de água (Indicador de Contaminação Fecal)

**CONCLUSÃO:** Esta amostra de água atende as recomendações da Portaria MS Nº 2914 de 12/12/11.

DATA: 08/11/12

**Prof. Dr. Edimir Andrade Pereira**  
 CRQ 09202402 IX Região  
 Responsável Técnico

Registro no CRQ – 02335 de acordo com a lei 2.800 de 18/06/1956

Via do Conhecimento km 01, Cx. Postal 571 – Pato Branco – PR CEP: 85.501-970  
 FONE: (46)3220-2537 e-mail: laqua-pb@utfpr.edu.br

**ANEXO C**

**PLANTA ISOMÉTRICA DAS INSTALAÇÕES PLUVIAIS**

