



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Curso de Engenharia Ambiental

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE
CHUVA PARA USO RESIDENCIAL NA REGIÃO
URBANA DE CURITIBA**

MARCELO ZOLET

CURITIBA

JUNHO / 2005

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Curso de Engenharia Ambiental

POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE
CHUVA PARA USO RESIDENCIAL NA REGIÃO
URBANA DE CURITIBA

MARCELO ZOLET

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Ambiental do Centro de Ciências Exatas e
de Tecnologia da Pontifícia Universidade
Católica do Paraná, sob orientação do
Prof. MSc. Adalberto Egg Passos.

CURITIBA

JUNHO, 2005

SUMÁRIO

SUMÁRIO	ii
LISTA DE FIGURAS	iv
LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE QUADROS	vi
AGRADECIMENTOS	vii
RESUMO	viii
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo geral	3
2.2 Objetivos específicos	3
3 REVISÃO DA LITERATURA	4
3.1 Precipitações atmosféricas	4
3.1.1 Tipos de precipitações	4
3.2 Parâmetros de medidas das precipitações	6
3.3 Aspectos qualitativos	10
3.4 Consumo de água potável	12
3.5 Cobrança de água potável	13
3.6 Área de estudo	15
3.7 Legislações	15
4 MATERIAIS E MÉTODO	16
4.1 Revisão bibliográfica	16
4.2 Informações técnicas	16

4.3 Discussão dos resultados e conclusão	18
5 RESULTADOS	19
5.1 Levantamento da média anual das precipitações em Curitiba	19
5.2 Levantamento da média anual da evapotranspiração em Curitiba	21
5.3 Levantamento da quantidade de água de chuva para captação em Curitiba	22
5.4 Levantamento da possível área de captação em Curitiba	23
5.5 Cálculo do provável potencial de aproveitamento de água de chuva em Curitiba	25
6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	28
7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1. Esquema de um pluviômetro	6
Figura 3.2. Esquema de um pluviógrafo	7
Figura 5.1. Histograma das precipitações anuais	20
Figura 5.2. Média das precipitações anuais	20
Figura 5.3. Carta temática da média anual de evapotranspiração	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1. Distribuição do consumo domiciliar de água potável por ponto de consumo	12
Tabela 3.2. Substituição do consumo de água potável pela utilização das águas pluviais	13
Tabela 3.3. Tarifa por faixa de consumo de água no município de Curitiba ..	14
Tabela 5.1. Médias das precipitações nos últimos vinte e três anos	19
Tabela 5.2. Estimativa da área de captação de Curitiba	23
Tabela 5.3. Aplicação da fórmula do volume	26

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1. Graus de pureza e utilização das águas pluviais no Japão	10
Quadro 5.1. Dados explicativos das Tabelas 5.2. e 5.3.	24

AGRADECIMENTOS

Este trabalho contou com a colaboração de muitas pessoas, às quais expresse meus verdadeiros agradecimentos.

À minha família, pela compreensão, empenho e respeito inestimáveis; em especial a Caroline Wendler que me auxiliou muito nos momentos de dedicação e produção e pelo carinho, afeto e respeito dedicados nestes anos.

Ao meu orientador Professor Mestre Adalberto Egg Passos, pela confiança, compreensão, dedicação e estímulo repassados ao decorrer deste trabalho.

Aos professores do curso de Engenharia Ambiental da PUCPR, em especial ao Professor Doutor Miguel Mansur Aisse e Prof. Mestre Marllon Boamorte Lobato, pelo auxílio técnico na elaboração e desenvolvimento do trabalho.

Ao Professor Mestre Juliano Vicente Venete Elias, pela colaboração e amizade demonstrada no transcorrer deste curso.

Aos colegas e amigos pela convivência, respeito e sugestões feitas ao trabalho.

Aos demais colaboradores, obrigado pelo empenho e dedicação demonstrados.

Agradeço de modo especial, a todos aqueles que, de forma direta ou indireta, contribuíram e acreditaram na realização deste trabalho.

RESUMO

Os problemas de escassez de água e poluição dos mananciais, aliados a má utilização da água potável que chega até nossas residências, sugerem a procura de alternativas para a solução desses problemas. A captação da água da chuva para fins não-potáveis como lavagem de roupas, calçadas, irrigação e descargas, é uma das possibilidades para amenizar os danos aos mananciais. Nessa ótica, o presente trabalho objetiva demonstrar o potencial de aproveitamento de água de chuva para uso residencial na região urbana de Curitiba. Tal aproveitamento, evita o uso inadequado da água potável e alerta sobre a possibilidade da redução de custos nas companhias de abastecimento, garantindo o suprimento e distribuição de água potável mais barata às residências. Para esse objetivo, foi calculada a diferença entre as médias anuais das precipitações e das evapotranspirações, encontrando assim o potencial de água de chuva para captação. Com esse resultado aplicou-se a fórmula do volume para obter o potencial da região; a área utilizada na fórmula foi calculada através do mapa de zoneamento e das restrições contidas na Lei Municipal de Curitiba n. 9.800/00. O resultado foi satisfatório, alcançando uma redução de até 50 por cento no consumo de água potável. A região tem um ótimo potencial para captação devido ao clima e as constantes precipitações. O uso de água de chuva contribuiria para a redução no consumo de água tratada (potável) para fins não potáveis, otimizando o uso múltiplo de água e contribuindo para a conservação deste recurso natural.

1. INTRODUÇÃO

Numa visão externa, a denominação planeta água é pertinente, pois, 70 por cento da superfície da terra é composta desse elemento, sendo 97,5 por cento salgada, o que torna muito onerosa a dessalinização para adequá-la ao consumo humano. Dos 2,5 por cento restantes, 69 por cento concentram-se em geleiras e neves eternas, 30 por cento água subterrânea, 0,7 por cento umidade do solo, ar e solos congelados, e somente 0,3 por cento estão disponíveis em rios e lagos para consumo humano (COIMBRA e ROCHA, 1999, p. 12).

Esses fatos, aliados aos rumos do mundo globalizado, onde a tecnologia se faz presente nos aspectos mais simples do cotidiano, proporcionando conforto e bem-estar, transforma a sociedade em essencialmente consumista, ávida por todo tipo de novidade tecnológica. A resposta dos setores produtivos é a utilização cada vez maior dos recursos naturais de modo desequilibrado, comprometendo o meio ambiente.

Se não bastasse esta cultura consumista, temos o crescimento populacional, que a cada ano aumenta de forma desordenada, resultando no aumento da utilização dos recursos naturais sem qualquer controle, onde a água é sem dúvida o elemento mais degradado.

Não se consegue imaginar vida sem água, pois utilizamos para beber, para a saúde, produzir e preparar alimentos entre outros fins tão essenciais para nossa sobrevivência (WEBER, 1998, p. 5).

A civilização ainda não se conscientizou que dependem extremamente da água e tem que conservá-la, pois, trata-se de um recurso limitado e vulnerável (SZÖLLÖSI-NAGY, 1993, p. 38).

Levando em conta a quantidade de água para consumo humano existente no planeta, nossa cultura consumista e o alto crescimento populacional, poderemos alcançar um quadro não muito satisfatório, a escassez da água.

Atualmente, em onze países da África e nove do Oriente Médio a escassez é uma realidade, situação não muito diferente se encontra no México, Hungria, Índia, China, Tailândia e Estados Unidos onde os níveis de água estão abaixo do necessário (ARNT, 1995, p.49).

Em Curitiba, em razão do crescimento populacional e poluição dos mananciais que abastecem a cidade, se cogita para o futuro, a captação de água em rios a mais de 100 quilômetros de distância, o que evitará o desabastecimento. Entretanto, muitos recursos seriam dispendidos para construção de tubulações e sistemas de bombeamento da água, sem contar que, alguns desses possíveis mananciais são utilizados para geração de energia, o que poderia comprometer essa produção (BUSANI, OKUBARU e MARTINS, 2003, p. 6 - 7).

Com todos os problemas demonstrados, aliados à má utilização da água potável que chega até nossas residências, vem a importância da captação da água da chuva para fins não-potáveis, como, lavagem de roupas, calçadas, irrigação de jardins e hortas, descargas entre outros.

“A utilização das águas pluviais é uma ação de responsabilidade internacional, visto o desenvolvimento sustentável das cidades, preconizado na Agenda do Século 21” (FENDRICH e OLIYNIK, 2002, p. VII).

Nessa ótica, o presente trabalho objetiva demonstrar o potencial de aproveitamento de água de chuva para uso residencial na região urbana de Curitiba. Este aproveitamento, evita o uso inadequado da água potável e alerta sobre a possibilidade da redução de custos das companhias de abastecimento para garantir o suprimento e abastecimento de água.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Demonstrar o potencial de aproveitamento das águas pluviais para uso residencial na região urbana de Curitiba

2.2 Objetivos específicos

- Levantar a quantidade de precipitação na região.
- Levantar a quantidade de evapotranspiração na região.
- Levantar possível área de captação na região.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 – Precipitações atmosféricas

A precipitação atmosférica é o conjunto de águas originadas do vapor de água atmosférico que precipita, em estado líquido ou sólido, sobre a superfície terrestre. Como exemplo temos a chuva, a neve, o granizo, o nevoeiro, o sereno e a geada.

Como o foco de atenção deste trabalho são as precipitações em forma de chuva, será explicado este tipo de precipitação.

A formação das precipitações atmosféricas ocorre através do ar quente e úmido que, elevando-se por expansão adiabática, se resfria até obter seu ponto de saturação. Uma parte deste vapor se condensa em aerossóis de gotículas de água formando as nuvens, essas gotículas são mantidas em suspensão pelo efeito da turbulência ou de correntes de ar ascendentes. Quando elas atingem tamanho necessário (gota) para vencer a resistência do ar, deslocam-se em direção do solo formando as precipitações (VILLELA e MATTOS, 1975, p. 40 – 41).

3.1.1 – Tipos de precipitações

Uma das principais causas da formação das condensações e precipitações é o esfriamento dinâmico ou adiabático, porém o movimento vertical das massas de ar é requisito fundamental para a formação das precipitações, que são classificadas entre ciclônico, orográfico e conectivo, segundo as condições que produzem o movimento vertical do ar (VILLELA e MATTOS, 1975, p. 41).

a) Ciclônico

Está associada ao movimento de massas de ar de regiões de alta pressão para regiões de baixa pressão e são causadas por um aquecimento desigual da superfície terrestre, podendo ser classificadas como frontal ou não frontal.

Precipitação ciclônico não frontal ocorre quando ocasiona uma baixa barométrica, formando uma elevação do ar a uma convergência horizontal em áreas de baixa pressão.

Já a precipitação ciclônico frontal ocorre quando na zona de contato, existem duas massas de ar de características diferentes, e há sobreposição do ar quente sobre o ar frio.

As precipitações ciclônicas tanto frontal quanto não frontal espalham-se por grandes áreas, pois são consideradas de longa duração e de intensidade baixa à moderada (VILLELA e MATTOS, 1975, p. 41 – 42).

b) Orográficas

Resultam dos ventos quentes e úmidos, que geralmente vem da direção do oceano para o continente, onde se encontram com barreiras naturais, como as montanhas, o que ocasiona na elevação e resfriamento adiabático ocorrendo à condensação de vapores e conseqüentemente as precipitações. São consideradas chuvas de pequena intensidade e grande duração, sendo comum acontecerem na Serra do Mar (VILLELA e MATTOS, 1975, p. 42).

c) Convectivas

São consideradas precipitações de grande intensidade e curta duração, devido ao aparecimento de camadas de ar com densidades diferentes, o que ocasiona a estratificação térmica da atmosférica, pelo aquecimento desigual da superfície terrestre. Esse tipo de precipitação é comum ocorrer em regiões tropicais (VILLELA e MATTOS, 1975, p. 42 – 43).

3.2 – Parâmetros de medidas das precipitações

a) Aparelhos utilizados para obter medidas de precipitações

a.1) Pluviômetro

Trata-se de um recipiente de volume (funil), que tem por finalidade medir o total da precipitação ocorrida em 24 horas. Através da graduação existente em um frasco junto ao funil, utiliza-se como unidade de medida o mm/dia, pois a leitura é realizada após um dia de precipitação (ver Figura 3.1.) (BOTELHO, 1998, p. 134).

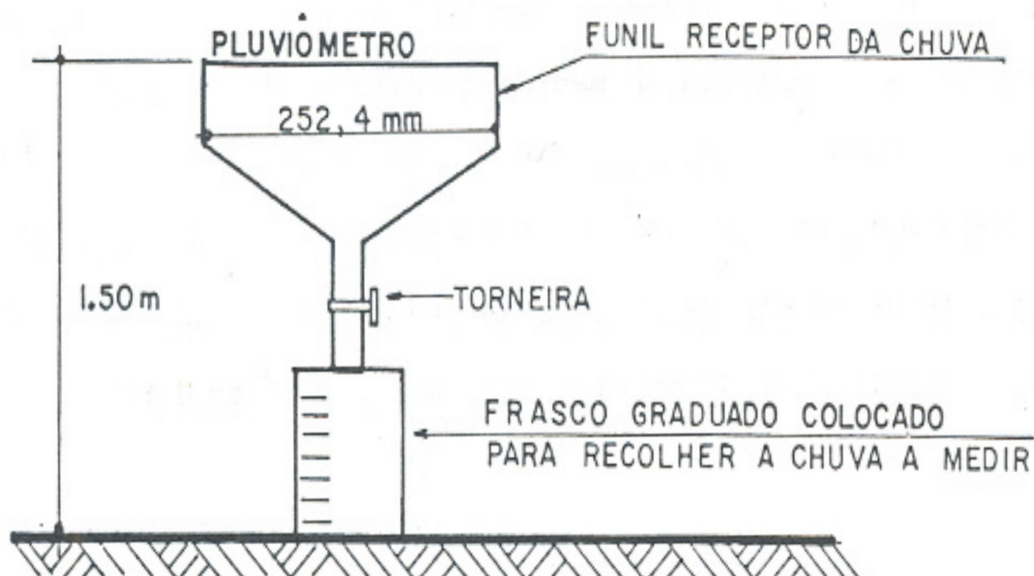


Figura 3.1. – Esquema de um pluviômetro.

Fonte: (BOTELHO, 1998, p. 134).

a.2) Pluviógrafo

Pela variabilidade das precipitações torna-se necessário à utilização de equipamentos automáticos (pluviógrafos) para a medição de suas intensidades. Porém esses equipamentos suportam uma capacidade de medição inferior aos equipamentos manuais (pluviômetros). Os pluviógrafos tratam-se de um coletor

(funil) juntamente ligado a um registrador, permitindo analisar as intensidades das precipitações em relação do tempo (ver Figura 3.2.) (BOTELHO, 1998, p. 135).

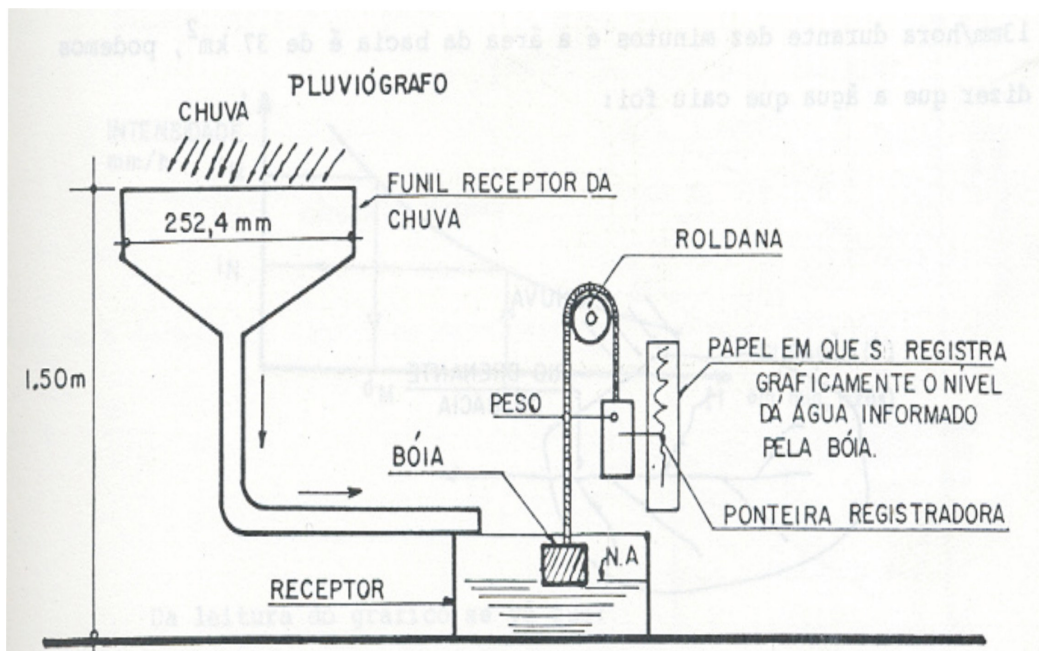


Figura 3.2. – Esquema de um pluviômetro.

Fonte: (BOTELHO, 1998, p. 135).

b) Intensidade de precipitação (i)

É a quantidade de água que cai numa área pré-determinada (m^2), em um determinado espaço de tempo. A área de captação m^2 transforma a medida de volume para altura e geralmente está classificada assim:

- região de baixa precipitação: < 800 mm/ano
- região e média precipitação: (800 a 1600) mm/ano
- região de alta precipitação: > 1600 mm/ano

Porém dependendo da necessidade, as chuvas podem ser medidas em minutos, horas, dias ou até em anos de ocorrência (BOTELHO, 1998, p.133).

Segundo OLIVEIRA, (2002, p.37), a fórmula geral utilizada para cálculo da intensidade da precipitação é:

$$i = \frac{K.T_r^m}{(t + t_o)^n}$$

Onde: i = intensidade de precipitação máxima média (mm/h)

t = tempo de duração da chuva (min)

T_r = tempo de recorrência (anos)

K, t_o, m, n = parâmetros a determinar para o local.

Segundo FENDRICH, (2003, p.21), a equação atualizada a ser utilizada na região de Curitiba é:

$$i = \frac{5.726,64xT_r^{0,159}}{(t + 41)^{1,041}}$$

c) Duração (t)

A duração de uma chuva refere-se ao instante em que se iniciou a precipitação até seu término. Pode ser medida em minutos, horas ou dias, dependendo do uso a que destina (BOTELHO, 1998, p. 136).

Segundo BOTELHO, (1998, p 137) dados experimentais “Chuvas muito fortes (intensas) são de curta duração e chuvas fracas (baixa intensidade) são prolongadas”.

d) Tempo de concentração (TC)

Entende-se através do tempo necessário de precipitação para que toda seção da bacia seja constante, ou seja, corresponde à duração máxima de uma partícula de água para atingir toda a seção (BOTELHO, 1998, p. 142).

e) Freqüência

Equivale ao número de ocorrências de precipitações no decorrer de intervalos de tempo determinados. É expressa preferivelmente em termos de tempo de recorrência ou de um período de retorno, T , medido em anos, com significado que, para mesma duração t , a intensidade i correspondente será provavelmente igualada ou ultrapassada apenas uma vez em T anos (PINTO, HOLTZ e MARTINS, 1973, p. 38).

f) Coeficiente de deflúvio ou de escoamento (C)

Entende-se pela relação entre a quantidade total de água escoada pela seção e a quantidade de água precipitada na bacia. Este fato ocorre, pois nem toda a precipitação que cai na bacia atinge a seção de vazão, ou seja, parte é interceptada ou umedece o solo, preenche as depressões ou se infiltra rumo os depósitos subterrâneos (PINTO, HOLTZ e MARTINS, 1973, p. 38).

g) Área drenada (A)

É a área pré-determinada para um estudo, podendo ser determinada com um maior grau de precisão, dependendo apenas das limitações econômicas, uma vez que os métodos utilizados são mapas e fotografias aéreas (PINTO, HOLTZ e MARTINS, 1973, p. 113).

h) Período de recorrência

É a análise de freqüência de certa precipitação, admitindo que, o tempo de retorno seja igual da cheia provocada por ela. Porém isso não é de total confiança, pois uma grande cheia independe de uma grande precipitação, mas sim, das condições em que se encontra a bacia em relação ao escoamento superficial. É considerado que a probabilidade de ocorrência de uma precipitação P (menor que 1,00) com condições da bacia propícias a uma cheia seja igual a 1,00 para que

iguale-se a P a probabilidade da vazão calculada (PINTO, HOLTZ e MARTINS, 1973, p. 114).

i) Evaporação e transpiração

Evaporação trata-se de fenômeno físico que transforma a água da superfície do solo, lagos, reservatórios de acumulação e mares, em vapor. Já a transpiração, corresponde à evaporação proveniente da ação fisiológica dos vegetais, ou seja, para manter suas atividades vitais, as plantas através de suas raízes retiram do solo a água. Mas esta água retorna a atmosfera em forma de vapor, através das superfícies das plantas (PINTO, HOLTZ e MARTINS, 1973, p. 56).

3.3 – Aspectos qualitativos

Segundo FENDRICH (2002) onde cita, GROUP RAINDROPS (1995) que para a utilização das águas pluviais, classificasse as mesmas por graus de pureza, de acordo com os locais de sua coleta (ver Quadro 3.1.).

Quadro 3.1. – Graus de pureza e utilização das águas pluviais no Japão

Grau de Pureza	Área de Coleta das Águas Pluviais	Utilização das Águas Pluviais
A	Telhados (locais não usados por pessoas e animais)	Vaso sanitário, regar plantas, outros usos. Se purificadas por tratamento simples são potáveis ao consumo
B	Coberturas, Sacadas (locais usados por pessoas e animais)	Vaso sanitário, regar plantas, outros usos, mas impróprias para consumo. (tratamento necessário)

Fonte: FENDRICH (2002) citando GROUP RAINDROPS (1995)

Continuação e conclusão.

Grau de Pureza	Área de Coleta das Águas Pluviais	Utilização das Águas Pluviais
C	Estacionamentos, Jardins artificiais	Vaso sanitário, regar plantas, outros usos, mas impróprias para consumo. (tratamento necessário)
D	Vias elevadas, Estradas de Ferro, Rodovias	Vaso sanitário, regar plantas, outros usos, mas impróprias para consumo. (tratamento necessário)

Fonte: FENDRICH (2002) citando GROUP RAINDROPS (1995)

Segundo o Quadro acima as utilizações mais predominantes das águas pluviais são para vasos sanitários, rega de jardins e outros usos não potáveis. Demonstra também, que caso queira realizar o uso desta água para fins nobres como higiene pessoal, preparo de alimentos entre outros se faz necessário o tratamento da mesma, conforme as exigências de seu grau de pureza.

Pelo fato da presença de substâncias nocivas no ar, provenientes de veículos automotores e das indústrias, constata-se nas áreas urbanas a presença destes poluentes nas águas pluviais.

Este fenômeno ocorre quando as gotas das precipitações agregam as partículas suspensas no ar, causando a contaminação das águas. Esta contaminação também podem ser provenientes de poeiras e fuligens depositadas nas áreas de coleta.

Essas concentrações poluentes nas águas pluviais são predominantes nos primeiros milímetros da chuva, pelo fato que limpam o ar e as áreas de coleta. Por isso recomendasse a não utilização dos primeiros milímetros de chuvas, liberando assim os mesmos diretamente para as galerias de águas pluviais (FENDRICH, 2002, p. 197 – 198).

FENDRICH (2002) cita GROUP RAINDROPS (1995) que alerta que as tubulações de águas pluviais não devem conter ligações com as de água tratada (rede pública), evitando assim uma possível contaminação da mesma.

Tratando das sujeiras agregadas na água de chuva, como folhas e outros materiais do gênero provenientes das superfícies de coletas, recomendasse a remoção antes de entrarem em contato com o reservatório de armazenamento. Esta retenção pode ser feita de várias maneiras como a instalação de tela filtrante ou grelha filtrante (FENDRICH, 2002, p. 197 – 199).

3.4 – Consumo de água potável

O crescimento populacional aliado com os problemas de escassez de água e a poluição dos mananciais que abastecem as cidades acarreta na dificuldade das companhias responsáveis pelo abastecimento em manter a demanda de água com as devidas exigências de qualidade. Com isso vem a importância da conscientização da população, promovendo assim a utilização racional da água tratada que chega nas residências, reduzindo o consumo indevido deste recurso e incentivando o uso de água de chuva para usos não potáveis. Minimizando assim os problemas de escassez de água e os impactos causados pelas chuvas devido a urbanização como enchentes e erosões (FENDRICH, 2002, p. 398).

Segundo FENDRICH (2002) onde cita o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCDA (1998), que retrata a estimativa feita por GONÇALVES (1995), da distribuição do consumo domiciliar por ponto de consumo (ver Tabela 3.1.).

Tabela 3.1. – Distribuição do consumo domiciliar de água potável por ponto de consumo

Pontos de Consumo	% da Distribuição do Consumo
Bacia sanitária	38
Banho / Chuveiro	29
Lavatório	5

Fonte: FENDRICH (2002) citando PNCDA (1998)

Continuação e conclusão

Pontos de Consumo	% da Distribuição do Consumo
Lavagem de roupa	17
Lavagem de louça	6
Beber / Cozinhar	5
TOTAL	100

Fonte: FENDRICH (2002) citando PNCD (1998)

Estimativas semelhantes feitas por FENDRICH (2002) onde cita TOMAZ (1998) que fornece a estimativa do consumo de água potável, onde a mesma pode ser substituída pelo uso de água de chuva (ver Tabela 3.2.).

Tabela 3.2. – Substituição do consumo de água potável pela utilização das águas pluviais

Uso Interno	Parâmetro de Consumo
Bacia sanitária (5 descargas/dia.hab)	- 6 L* a 15 L/descarga - 30 L a 75 L/dia.hab (≈ 40% do consumo diário)
Uso Externo	Parâmetro de Consumo
Lavagem de calçadas, garagens e pátios de estacionamentos	- 2 L/dia.m ² a 5 L/dia.m ²
Lavagem de carro (1 a 2 vezes / semana)	- 150 L a 300 L/semana
Lavagem de carro em lava-jato	- 150 L a 300 L/carro
Irrigação de jardins e plantas ornamentais	- 2 L/dia.m ² a 5 l/dia.m ²
Manutenção de uma piscina	- 2,5 L/dia.m ² a 6 L/dia.m ²

(*) Consumo de 6 L/descarga em bacia sanitária acoplada a caixa de descarga

Fonte: FENDRICH (2002) citando TOMAZ (1998)

3.5 – Cobrança de água potável

A cobrança final pelo consumo de água potável que chega nas residências é formada geralmente por quatro variáveis: Preço da captação, tratamento e

distribuição; Preço da coleta e tratamento dos esgotos sanitários; Preço do uso da água potável; Preço da poluição da água.

No Brasil, apesar da legislação permitir a cobrança de todas as variáveis citadas acima, utilizam-se atualmente apenas as duas primeiras variáveis citadas, com exceção do Município de Santo André – SP.

A cobrança pela água tratada pode conter subsídios internos ou externos. Porém no Brasil, empregam-se os subsídios internos. Utiliza-se com subsídio interno o valor cobrado pela água potável, ou seja, quem consome até 10 m³/mês. Já quem consome acima e estão englobados em outras categorias de consumidores, como comercial e industrial, pagarão pelo restante da tarifa.

Existe diferenciação nos valores cobrados pela água potável, devido a particularidades locais e regionais, com escassez de água, relevo, formações litológicas, políticas econômicas entre outras (FENDRICH, 2002, p. 401 – 402).

A empresa responsável pela distribuição de água potável no Município de Curitiba é a Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR, cujas tarifas vigentes estão demonstradas na Tabela 3.3. abaixo.

Tabela 3.3. – Tarifas por faixa de consumo de água potável no Município de Curitiba

Categoria	Faixa de Consumo	Tarifa (R\$)
Residencial	≤ 10 m ³	16,35
	11 m ³ a 30 m ³	16,35 + 2,45 / m ³ excedente a 10 m ³
	> 30 m ³	65,35 + 4,18 / m ³ excedente a 30 m ³
Comercial, Industrial, Público	≤ 10 m ³	29,4
	> 10 m ³	29,40 + 3,31 / m ³ excedente a 10 m ³
Social	≤ 10 m ³	5,00
	> 10 m ³	5,00 + 0,50 / m ³ excedente a 10 m ³
Observações:	Tarifa de esgoto sanitário = 80% da tarifa de água Tarifa de água social = 37,07% da tarifa de água residencial Tarifa de esgoto sanitário social = 50% da tarifa de água social	

Fonte: FENDRICH (2002) e atualizado pelos dados da SANEPAR (2005)

3.6 – Área de estudo

Para a realização do presente trabalho, tomou-se como parâmetro a cidade de Curitiba.

A capital do Estado do Paraná foi fundada oficialmente em 29 de março de 1693 e possui uma área de 430,9 Km², com uma população aproximada de 1.587.315 habitantes. Seu relevo é levemente ondulado com extensão Norte-Sul de 35Km e Leste-Oeste de 20Km. Está posicionada na latitude de 25°25'48" e longitude 49°16'15" , distante 934,6m do nível do mar e com clima predominante temperado, com temperaturas médias no verão de 21°C e no inverno de 13°C.

Faz divisa territorial com os Municípios de Campo Largo, Campo Magro, Almirante Tamandaré, Colombo, Pinhais, São José dos Pinhais, Fazenda Rio Grande e Araucária. (Prefeitura Municipal de Curitiba - Disponível em: < <http://www.curitiba.pr.gov.br/Destino.aspx?url=/curitiba/Perfil/index.html> >).

3.7 Legislações

Abaixo demonstra-se as legislações pesquisadas, que possuam alguma relevância ao assunto abordado e bem como para elaboração deste trabalho.

LEI Nº 10.785 de 18 de Setembro de 2003.

“Cria no Município de Curitiba, o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações – PURAE”. (3P Technik do Brasil Ltda. - Disponível em: < http://www.3ptechnik.de/brazil/documents/dokument_6.doc >). Acesso em 14 Abril 2005.

LEI Nº 9.800 de 03 de Janeiro de 2000.

“Dispõe sobre o Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo no Município de Curitiba e dá outras providências”. (Prefeitura Municipal de Curitiba – Disponível em: < <http://www.curitiba.pr.gov.br/Secretarias.aspx?svc=87> >). Acesso em: 29 de Abril 2005.

4. MATERIAIS E MÉTODO

Para melhor compreensão do desenvolvimento do trabalho, a explicação foi dividida em três etapas, quais sejam: revisão bibliográfica, informações técnicas e discussão dos resultados e conclusão.

4.1 Revisão bibliográfica

A primeira etapa do trabalho foi realizar a busca por revisões bibliográficas, com a finalidade de ampliar informações sobre o assunto abordado em artigos de jornais, revistas, revistas eletrônicas, sites específicos, monografias, trabalhos de conclusão de curso, livros, entre outros materiais do gênero.

4.2 Informações técnicas

Identificadas as bibliografias necessárias, foi realizada a pesquisa em órgãos como; IPPUC, IAPAR, IAP e Suderhsa, na procura por informações técnicas, como, índices pluviométricos, índices de evapotranspiração, possíveis áreas para captação da água de chuva, além de legislações pertinentes ao assunto.

Com os dados obtidos, partiu-se para a busca por resultados, através de cálculos estatísticos, estimativas de áreas, conseguindo assim alcançar o objetivo esperado.

a) Levantamento da média anual das precipitações em Curitiba.

Com dados das estações pluviométricas Curitiba, Passauna, Campo Comprido, Prado Velho e Umbará, obtidas na SUDERHSA, foi possível estimar através de cálculos estatísticos a quantidade de precipitação média anual na região de Curitiba. Também foi demonstrado o comportamento da chuva nos últimos 23 anos através da criação de um histograma, que compara os anos com as médias anuais de precipitação, tendo assim o comportamento da chuva nos respectivos anos e o gráfico da média das precipitações anuais nos últimos 23 anos.

b) Levantamento da média anual de evapotranspiração em Curitiba.

Com dados da carta temática de evapotranspiração anual de Curitiba, cedido pelo IAPAR, estimou-se a média anual de evapotranspiração em Curitiba, através da média dos intervalos contidos na carta temática.

c) Levantamento da quantidade de água de chuva para captação em Curitiba.

Segundo ELIAS (2003), através das médias anuais de precipitação e de evapotranspiração, consegue-se calcular a quantidade aproximada de água de chuva com potencial de aproveitamento na região de Curitiba, através da redução da média de precipitação e da média de evapotranspiração na região de Curitiba, onde o resultado se expressa em mm/ano.

d) Levantamento da possível área de captação em Curitiba.

Com o mapa de zoneamento de Curitiba, cedido pelo IPPUC (2005) e da LEI Municipal n. 9.800/00, conseguimos estimar a área de possível captação de água de chuva na região de Curitiba, através das restrições estipuladas na LEI Municipal n. 9.800/00 para habitações unifamiliares, foi calculado a área de cada setor de zoneamento de Curitiba, e retirado à taxa de restrição de ocupação das habitações unifamiliares e a taxa de arruamento de cada setor, chegando assim na possível área estimada de captação de água de chuva na região de Curitiba.

e) Cálculo do provável potencial de aproveitamento de água de chuva em Curitiba.

Com os resultados do levantamento da quantidade de água de chuva para captação em Curitiba e a estimativa da possível área de captação em Curitiba, aplicou-se a fórmula $V = i.A$, pelo qual conseguiu-se estimar o provável potencial de aproveitamento de água de chuva na região, onde (i) é o resultado da média das intensidades de precipitação menos a média de evapotranspiração na região e (A) é o resultados da possível área estimada por setor de zoneamento da região. Também

foi demonstrado esse potencial por habitante, através da divisão do volume total pela quantidade de habitantes em Curitiba, e a quantidade de dias no ano, obtendo assim o volume per capita.

4.3 Discussão dos resultados e conclusão

Com todos os resultados obtidos, foi elaborada a discussão dos resultados, demonstrando através de um texto os pontos favoráveis e contrários à utilização deste recurso e tomou-se como base da discussão os resultados adquiridos no trabalho e os conhecimentos agregados no decorrer do curso. Após a finalização da discussão, realizou-se a conclusão do trabalho.

5. RESULTADOS

5.1 Levantamento da média anual das precipitações em Curitiba

Na tabela 5.1. abaixo, podemos verificar as médias anuais das precipitações de Curitiba nos últimos 23 anos das estações pluviométricas, Curitiba, Passauna, Campo Comprido, Prado Velho e Umbará.

Tabela 5.1. – Médias das precipitações nos últimos vinte e três anos.

ANOS	Médias de precipitações anuais por estações (mm/ano)					MÉDIA ANUAL mm/ano
	Curitiba	Passauna	Campo Comprido	Prado Velho	Umbará	
1982	1609,3	X	X	1407,9	X	1508,6
1983	1992,7	X	X	1877,8	X	1935,3
1984	1479,9	X	X	1439,7	X	1459,8
1985	765,5	834,7	X	733,9	X	778,0
1986	1364,2	1628,6	X	1416	X	1469,6
1987	1388	1489	X	1390,4	X	1422,5
1988	1231,7	1179,6	X	1233,5	X	1214,9
1989	1459,8	1415,4	X	1406,5	1599,3	1470,3
1990	1827,9	1518,9	X	1836,2	2033,2	1804,1
1991	1238,6	1479	X	1191,5	1188,9	1274,5
1992	1255,7	1493,4	X	1381,5	1613,6	1436,1
1993	1876,2	1124,6	1657,5	1792,4	1869,6	1664,1
1994	1348,4	1219,5	1330,6	1277,8	1377,2	1310,7
1995	1650,5	1398	1665,9	1574,4	1612,4	1580,2
1996	1891,8	1110,5	1813,5	1817,8	1682,3	1663,2
1997	1825,1	1699,1	1878,7	1824,6	1594,8	1764,5
1998	2071,2	1786,2	2125,1	1970,6	2030,7	1996,8
1999	1683,4	1143,9	1437,7	1562	1437,1	1452,8
2000	1502	1377,2	X	1409	1521	1452,3
2001	1894,1	1885,3	X	1819,2	X	1866,2
2002	1577,6	1540,8	X	1487,5	X	1535,3
2003	1175	1418,3	X	1491,9	X	1361,7
2004	X	1241,2	X	1213,1	X	1227,2

Obs.: X – não constam dados de precipitação

Fonte: Adaptado das estações pluviométricas da SUDERHSA (2005).

Segundo o quadro acima, conclui-se através de cálculos estatísticos, que a média anual nos últimos 23 anos é: **MÉDIA ANUAL = 1506,5 mm/ano.**

Com base nos intervalos de dados da Tabela 5.1., foi possível demonstrar o comportamento das precipitações nos últimos 23 anos na região de Curitiba, através do histograma das precipitações anuais (ver figura 5.1.) e o gráfico da média das precipitações anuais (ver figura 5.2.).

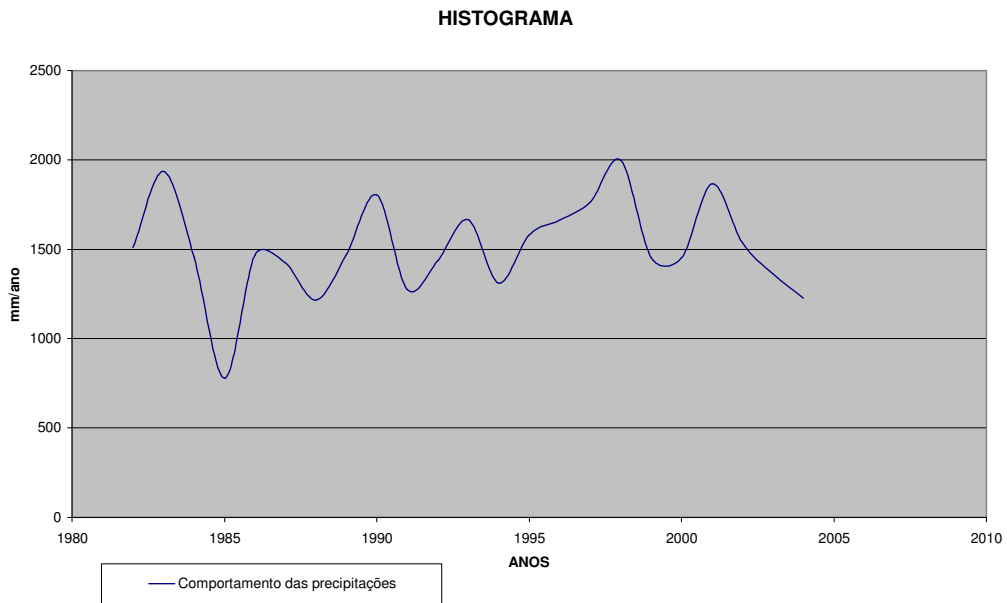


Figura 5.1. – Histograma das precipitações anuais.

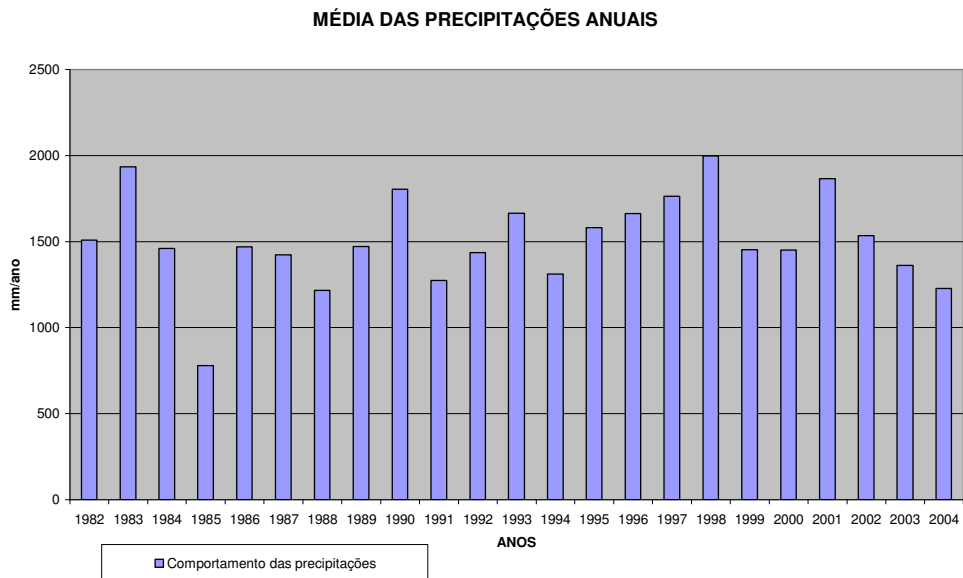


Figura 5.2. – Média das precipitações anuais

5.2 Levantamento da média anual de evapotranspiração em Curitiba

Os dados de evapotranspiração anual de Curitiba foram obtidos através da carta temática do Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR (ver Figura 5.3.).

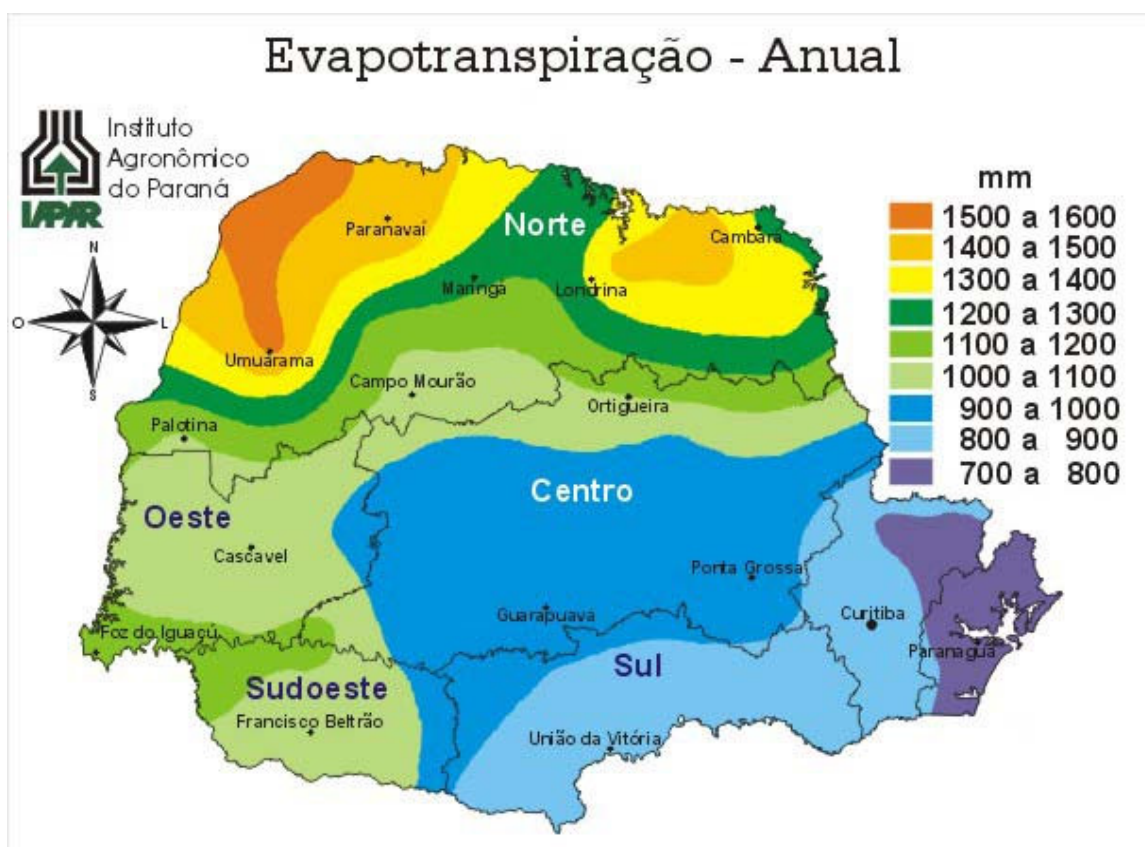


Figura 5.3. – Carta temática da média anual de evapotranspiração.

Fonte: IAPAR (2005).

Segundo dados da carta temática acima, foi adotado o meio dos intervalos contidos na mesma, podendo assim demonstrar a média anual de evapotranspiração em Curitiba.

Média anual = 850 mm/ano.

5.3 Levantamento da quantidade de água de chuva para captação em Curitiba

Através dos resultados dos itens 5.1 e 5.2 podemos aplicar a fórmula abaixo calculando o potencial de aproveitamento de água de chuva na região de Curitiba.

$$PA = MP - ME$$

Onde: PA = potencial de aproveitamento

MP = média de precipitação

ME = média de evaporação

$$PA = 1506,5 - 850 \rightarrow \mathbf{PA = 656,5 \text{ mm/ano.}}$$

5.4 Levantamento da possível área de captação em Curitiba

A possível área de captação de água chuva em Curitiba foi estimada através do mapa de zoneamento da cidade, chegando assim nos seguintes resultados (ver Tabela 5.2.).

Tabela 5.2. – Estimativa da área de captação de Curitiba.

SETORES	ÁREA TOTAL POR SETOR Km ²	TAXA DE OCUPAÇÃO MÁXIMA (%)	ÁREA TOTAL MENOS TAXA DE OCUPAÇÃO Km ²	ÁREA DE RUAS CONSTRUIDA POR SETOR (%)	ÁREA ESTIMADA PARA CAPTAÇÃO Km ²
ZC	3,0625	66	2,02125	20	1,617
ZR - OC	22,875	30	6,8625	20	5,49
ZR - 1	11,5	50	5,75	20	4,6
ZR - 2	95,1875	50	47,59375	20	38,075
ZR - 3	49,0625	50	24,53125	20	19,625
ZR - 4	26,4375	50	13,21875	20	10,575
ZR - B	1,0	50	0,5	20	0,4
ZR - AG	0,125	50	0,0625	20	0,05
ZR - M	0,25	50	0,125	20	0,1
ZR - SF	13,8125	50	6,90625	20	5,525
ZR - U	5,5625	50	2,78125	20	2,225
ZR - P	7,1875	50	3,59375	20	2,875
ZS - 1	9,75	50	4,875	20	3,9
ZS - 2	12,1875	50	6,09375	20	4,875
ZT - MF	2,1875	50	1,09375	20	0,875
ZT - NC	4,625	50	2,3125	20	1,85
ZT - BR 166	5,5625	50	2,78125	20	2,225
ZI	23,5	50	11,75	20	9,4
ZUM	2,5	50	1,25	20	1,0
ZE - E	2,3125	30	0,69375	20	0,555
ZE - D	2,75	30	0,825	20	0,66
ZE - M	5,375	30	1,6125	20	1,29
Z - CON	28,5625	20	5,7125	20	4,57
SE	59,125	50	29,5625	20	23,65
TOTAL	394,5000	TOTAL	182,50875	TOTAL	146,007

Obs.: Dados explicativos da coluna de setores, contidos no Quadro 5.1.

Fonte: Adaptado do mapa de zoneamento de Curitiba.

Quadro 5.1. – Dados explicativos das Tabelas 5.2. e 5.3.

SIGLA	SIGNIFICADO DA SIGLA
ZC	ZONA CENTRAL
ZR - OC	ZONA RESIDENCIAL DE OCUPAÇÃO CONTROLADA
ZR - 1	ZONA RESIDENCIAL 1
ZR - 2	ZONA RESIDENCIAL 2
ZR - 3	ZONA RESIDENCIAL 3
ZR - 4	ZONA RESIDENCIAL 4
ZR - B	ZONA RESIDENCIAL BATEL
ZR - AG	ZONA RESIDENCIAL ALTO DA GLÓRIA
ZR - M	ZONA RESIDENCIAL MERCÊS
ZR - SF	ZONA RESIDENCIAL SANTA FELICIDADE
ZR - U	ZONA RESIDENCIAL UMBARÁ
ZR - P	ZONA RESIDENCIAL PASSAÚNA
ZS - 1	ZONA DE SERVIÇO 1
ZS - 2	ZONA DE SERVIÇO 2
ZT - MF	ZONA DE TRANSIÇÃO DA AV. MAL. FLORIANO PEIXOTO
ZT - NC	ZONA DE TRANSIÇÃO NOVA CURITIBA
ZT - BR 166	ZONA DE TRANSIÇÃO BR-116
ZI	ZONA INDUSTRIAL
ZUM	ZONA DE USO MISTO
ZE - E	ZONA ESPECIAL EDUCACIONAL
ZE - D	ZONA ESPECIAL DESPORTIVA
ZE - M	ZONA ESPECIAL MILITAR
Z - CON	ZONA DE CONTENÇÃO
SE	SETOR ESPECIAL ESTRUTURAL
SE	SETOR ESPECIAL DA BR-116
SE	SETOR ESPECIAL DA AV. MARECHAL FLORIANO PEIXOTO
SE	SETOR ESPECIAL DA AV. COMENDADOR FRANCO
SE	SETOR ESPECIAL DA AV. PRES. WENCESLAU BRAZ
SE	SETOR ESPECIAL DA AV. PRES. AFFONSO CAMARGO
SE	SETOR ESPECIAL DA RUA ENGENHEIRO COSTA BARROS
SE	SETORES ESPECIAIS CONECTORES
SE	SETOR ESPECIAL CENTRO CÍVICO
SE	SETOR ESPECIAL COMERCIAL – SANTA FELICIDADE
SE	SETOR ESPECIAL COMERCIAL – UMBARÁ
SE	SETOR ESPECIAL NOVA CURITIBA
SE	SETOR ESPECIAL INSTITUCIONAL
SE	SETOR ESPECIAL DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL
SE	SETOR ESPECIAL LINHÃO DO EMPREGO
SE	SETOR ESPECIAL DO PÓLO DE SOFTWARE

Fonte: Adaptado da LEI Municipal de Curitiba n. 9.800/00.

5.5 Cálculo do provável potencial de aproveitamento de água de chuva em Curitiba

Com os resultados dos itens 5.3 (i) e 5.4 (A), aplicou-se à fórmula abaixo, podendo assim calcular o provável potencial de aproveitamento de água de chuva em Curitiba.

$$V = i.A$$

Onde: V = Volume anual

i = Intensidade de precipitação - Evapotranspiração

A = Área estimada para captação

A Tabela 5.3. representa a aplicação da fórmula acima nos diferentes setores de zoneamento estudados (ver Tabela 5.3.).

Tabela 5.3. - Aplicação da fórmula do Volume.

SETOR	i - INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO - EVAPOTRANSPIRAÇÃO m/ano	A - ÁREA ESTIMADA PARA CAPTAÇÃO m ²	V - VOLUME ANUAL m ³ /ano
ZC	0,6565	1617000	1061560,5
ZR - OC	0,6565	5490000	3604185
ZR - 1	0,6565	4600000	3019900
ZR - 2	0,6565	38075000	24996237,5
ZR - 3	0,6565	19625000	12883812,5
ZR - 4	0,6565	10575000	6942487,5
ZR - B	0,6565	400000	262600
ZR - AG	0,6565	50000	32825
ZR - M	0,6565	100000	65650
ZR - SF	0,6565	5525000	3627162,5
ZR - U	0,6565	2225000	1460712,5
ZR - P	0,6565	2875000	1887437,5
ZS - 1	0,6565	3900000	2560350
ZS - 2	0,6565	4875000	3200437,5
ZT - MF	0,6565	875000	574437,5
ZT - NC	0,6565	1850000	1214525
ZT - BR 166	0,6565	2225000	1460712,5
ZI	0,6565	9400000	6171100
ZUM	0,6565	1000000	656500
ZE - E	0,6565	555000	364357,5
ZE - D	0,6565	660000	433290
ZE - M	0,6565	1290000	846885
Z - COM	0,6565	4570000	3000205
SE	0,6565	23650000	15526225

Obs.: Dados explicativos da coluna de setores, contidos no Quadro 5.1.

Fonte: Adaptado da fórmula do volume citada acima.

Com a somatória dos volumes anuais encontrados, chega-se no seguinte resultado.

$$V = 95.853.595,5 \text{ m}^3/\text{ano}.$$

Com o volume encontrado e a quantidade aproximada de habitantes em Curitiba igual a 1.587.315 habitantes, demonstra-se o per capita do provável potencial de aproveitamento de água de chuva em Curitiba, através da seguinte fórmula:

$$\text{Volume per capita} = \frac{\left(\frac{VA}{\text{habitantes}} \right)}{365}$$

Onde: VA = Volume anual.

365 = Dias no ano.

$$\mathbf{V = 0,1654 \text{ m}^3 / \text{habitante} / \text{dia. ou } V = 165,4 \text{ L} / \text{habitante} / \text{dia.}}$$

6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Considerando os problemas de escassez de água, a poluição dos mananciais, alagamentos e erosões decorrentes da urbanização, falta de conscientização ambiental, além dos elevados custos de captação e distribuição de água à população, focamos o trabalho em uma alternativa viável para minimização de tais problemas.

Avaliando o ciclo de tratamento das águas, concluiu-se uma certa incoerência, pois capta-se água dos rios, realiza-se tratamento, e distribui-se para residências, onde um grande percentual é utilizado para fins não potáveis, e grande parte retorna aos corpos de água sem nenhum tratamento.

Em Curitiba, segundo dados da SANEPAR, o consumo de água residencial per capita é 124,3 litros, e o potencial de aproveitamento de água de chuva resultou num per capita de 165,4 litros. Concluiu-se que a utilização de água de chuva para usos não potáveis como vasos sanitários, máquinas de lavar roupas, irrigação de jardins, lavagens de carros e limpeza de pisos, poderá reduzir em até 50 por cento o consumo de água potável na cidade.

Países desenvolvidos já fazem uso dessa alternativa por enfrentarem grandes problemas de escassez, obtendo resultados satisfatórios na economia do consumo de água potável e da exploração deste recurso.

Com o resultado obtido no trabalho, demonstra-se a possibilidade de uma grande redução no consumo e exploração de água, porém, não sugere a retenção de todo potencial, objetivando sim, demonstrar que na região há possibilidade para utilização alternativa. O coerente, é reter uma parte deste potencial para utilização a fins não potáveis, preservando ao máximo os recursos naturais.

Alguns entendem que a armazenagem deste recurso pode influenciar no balanço hídrico da região, pois a utilização desta prática, reduziria a quantidade de água que infiltraria no solo, sendo que parte da mesma abastece o lençol freático.

Contudo, se a retenção se der de água da chuva coletada por calhas, e que hoje escoam diretamente para bocas de lobo através das áreas impermeáveis (calçadas e pisos), acredita-se que não haverá influência no balanço hídrico, já que a água vai para as bocas de lobo e retorna aos rios. Há possibilidade de controlar e

limitar o armazenamento de água de chuva por um curto período, o que reduziria as vazões de pico dos hidrogramas das cheias, aumentando o seu tempo de base, ou seja, não reduziria o volume de escoamento, mas sim prolongando o tempo de suas vazões.

Assim, o uso de água da chuva para fins não potáveis envolve significativa baixa de custo de captação, redução da demanda, além de auxiliar no controle de enchentes, inundações, erosões e na minimização da poluição difusa através da redução do escoamento superficial, preservando assim os recursos naturais.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Visando os problemas de escassez de água, poluição dos mananciais, e os grandes problemas causados devido a urbanização, vem a significância da utilização de formas alternativas para obtenção deste recurso. E a utilização da água de chuva para fins não potáveis é uma dessas variáveis.

Baseando-se nesta ótica, ressaltou-se a importância do levantamento do potencial de aproveitamento de água de chuva para uso residencial na região urbana de Curitiba, e concluiu-se que a região tem ótimo potencial para captação, devido ao clima e as constantes precipitações. Essa prática contribuiria para a redução no consumo de água tratada para fins não potáveis, trazendo melhorias ao meio ambiente e redução no custo de tratamento e distribuição.

Em contrapartida, recomenda-se um estudo minucioso da influência desta captação no balanço hídrico da região, evitando a falta de recarga do lençol freático, o que refletiria em grandes danos ao meio ambiente. Outro ponto a ser avaliado é a forma de cobrança para esgotos domésticos, que hoje é feita sobre 80 por cento do consumo de água das residências, e com a utilização da água de chuva para fins não potáveis, reduzir-se-ia a demanda de água potável, mantendo a mesma disposição final de efluentes domésticos nas redes coletoras.

Para aplicação imediata, seria pertinente a implantação dessa técnica nas novas residências, baseando-se na Lei Municipal nº 10.785 de 18 de Setembro de 2003.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARNT, Ricardo. Clara água cara água. **Revista Super interessante**, São Paulo, ano 9, nº 5, p. 47-51, maio. 1995.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos. **Águas de chuva – Engenharia das Águas Pluviais nas Cidades**. 2º ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1998.

BUSANI, Érika; OKUBARU, Fábio; MARTINS, Fernando. Escassez. **Gazeta do Povo**, Curitiba, Meio Ambiente, 12 jun. 2003.

COIMBRA, Roberto; ROCHA, Ciro Loureiro; BEEKMAN, Gertian Berndt. **Recursos Hídricos: conceitos, desafios e capacitação**. – Brasília, DF: ANEEL, 1999.

CURITIBA. LEI n. 10.785 de 18 de Setembro de 2003. “Cria no Município de Curitiba, o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações – PURAE”. Disponível em: < <http://www.3ptechnik.de/brazil/documents/dokument6.doc> >). Acesso em 14 Abril 2005.

CURITIBA. LEI n. 9.800 de 03 de Janeiro de 2000. “Dispõe sobre o Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo no Município de Curitiba e dá outras providências”. Disponível em: < <http://www.curitiba.pr.gov.br/Secretarias.aspx?svc=87> >). Acesso em: 29 de Abril 2005.

ELIAS, Juliano Vicente Venete. **Hidrologia I**. Curitiba: Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2003. Notas de aula apresentadas ao Curso de Engenharia Ambiental.

FENDRICH, Roberto; OLIYNIK, Rogério. **Manual de Utilização das Águas Pluviais – 100 Maneiras Práticas**. - 1. ed. - Curitiba: Livraria do Chain Editora, 2002.

FENDRICH, Roberto. **Coleta, Armazenamento, Utilização e Infiltração das Águas Pluviais na Drenagem Urbana**. Tese: Doutorado, curso de Pós-Graduação em Geologia Ambiental – Universidade federal do Paraná, Curitiba, 2002.

FENDRICH, Roberto. **Chuvas intensas para obras de drenagem no estado do Paraná**. - 2. ed. revisada e ampliada – Curitiba - PR: Vicentina Gráfica e Editora, 2003.

GONÇALVES, P. M. **Elementos de análise econômica relativos ao consumo predial do PNCD – DTA B1**. In: Bases Metodológicas para a Racionalização do Uso de Água e Energia no Abastecimento Público de Água em São Paulo (Dissertação de Mestrado IEEE/EP/IF/FEA. p.95). Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – DTA B1. Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretaria de Política Urbana. Brasília, 1998, p. 46.

GROUP RAINDROPS. **Raiwater and you: 100 ways to use rainwater**. Sumida City – Tokyo Metropolitan Region, Makoto Murase (Org.). Proceedings of the Tokyo international Rainwater utilization Conference. 1995, p.179.

IAPAR. **Evapotranspiração – Anual**. Curitiba, 2004. Disponível em: < http://200.201.27.14/Site/Sma/Cartas_Climaticas/Evapotranspiracao.htm >. Acesso em 10 Abril 2005.

IPPUC. **Zoneamento de Curitiba**. Curitiba, 2004. 1 mapa: color. 84,1 x 118,9 cm; Escala 1:25000.

OLIVEIRA, Rossana de Guadalupe. **Aproveitamento de Águas Pluviais para Uso não Potável**. Monografia: Especialista em MBA em Sistema de Gestão Ambiental – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2002.

PINTO, Nelson I. de Souza; HOLTZ, Antonio Carlos Tatit; MARTINS, José Augusto. **Hidrologia de Superfície**. 2º ed. – São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 1973.

PNCDA. **Programa Nacional de Combate ao desperdício de Água**. Apresentação do Programa A1. Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretaria de Política Urbana, Brasília, 1998, p. 48.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA. **Perfil da Cidade**. Disponível em: < <http://www.curitiba.pr.gov.br/Destino.aspx?url=/curitiba/Perfil/index.html> >. Acesso em 27 Abril 2005.

SANEPAR. Companhia de Saneamento do Paraná. Contato pessoal em 2005.

SUDERHSA. Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Contato pessoal em 2005.

SZÖLLÖSI-NAGY, András. A ação da Unesco. **O Correio da UNESCO**, 1º ed. - Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getulio Vargas, ano 21, nº 07, p. 38, julho de 1993.

TOMAZ, Plínio. Aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis em áreas urbanas. In: _____. **Conservação da água**. Guarulhos: Autor e Próprio Editor, Cap. 8, p. 167 – 200, 1998.

VILLELA, Swami Marcondes; MATTOS Arthur. **Hidrologia Aplicada**. – 1. ed. – São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

WEBER, Péricles Sócrates. Água, o ouro do século XXI. **Sanare Revista Técnica da Sanepar**, Curitiba, v. 10, p. 5-7, jul/dez. 1998.