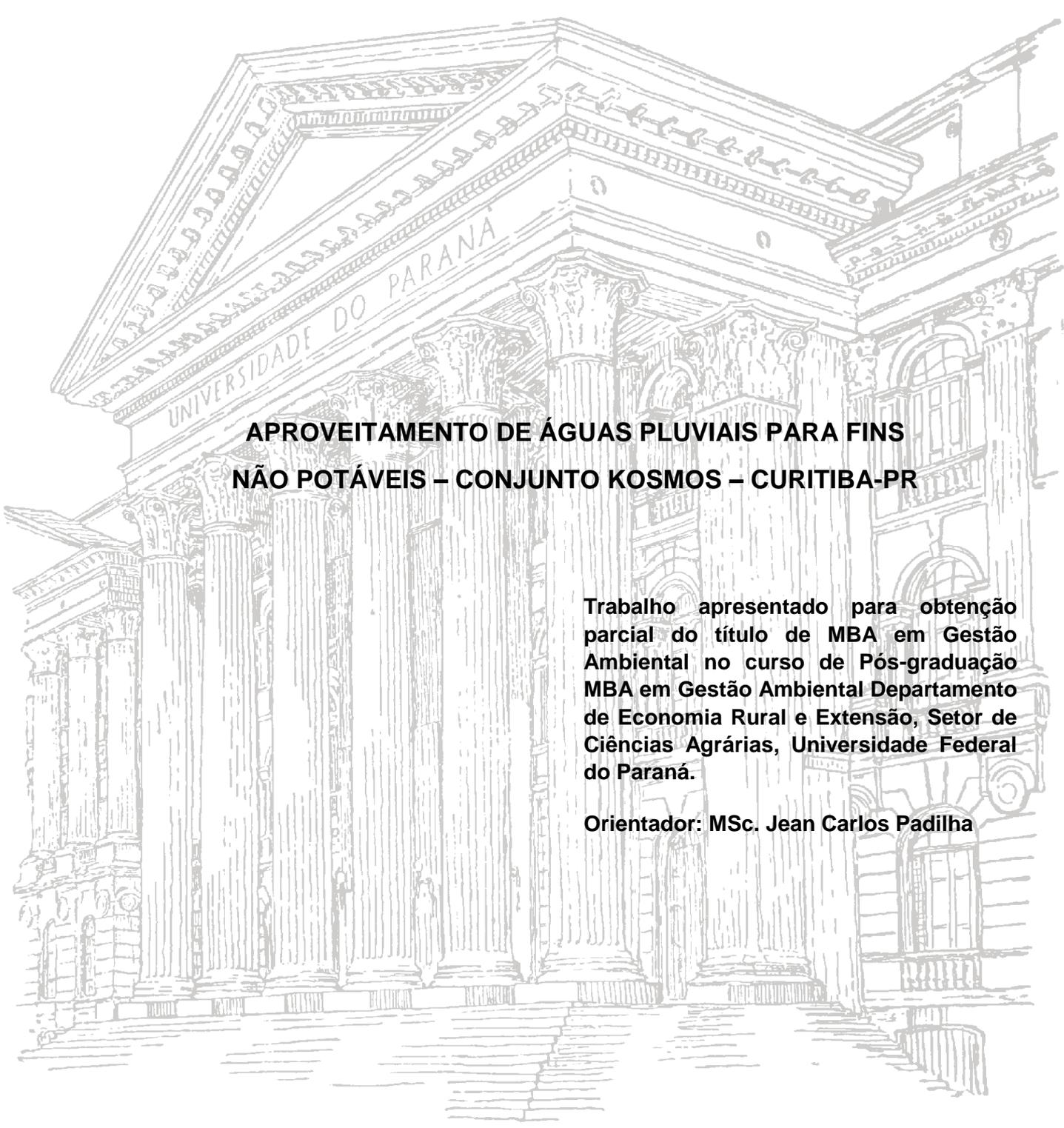


**FERNANDO DE CASTILHOS LIMA**



**APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS  
NÃO POTÁVEIS – CONJUNTO KOSMOS – CURITIBA-PR**

Trabalho apresentado para obtenção parcial do título de MBA em Gestão Ambiental no curso de Pós-graduação MBA em Gestão Ambiental Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: MSc. Jean Carlos Padilha

**CURITIBA**

**2011**

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### Figuras

|   |    |
|---|----|
| FIGURA 1 - CONJUNTO KOSMOS.....   | 18 |
| FIGURA 2 - CROQUI DE IMPLANTAÇÃO DO CONJUNTO KOSMOS.....  | 23 |
| FIGURA 3 - ÁREA DE SERVIÇO DO CONJUNTO KOSMOS.....  | 24 |
| FIGURA 4 - VISTA DO PÁTIO EXTERNO E ÁREA DE SERVIÇO A OESTE DO<br>CONJUNTO KOSMOS.....                    | 24 |
| FIGURA 5 - CROQUI DO ENCANAMENTO DE DISTRIBUIÇÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS<br>ARMAZENADAS ATÉ AS TORNEIRAS ..... | 25 |
| FIGURA 6 - CROQUI DE SISTEMA DE COLETA E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUAS<br>PLUVIAIS PARA O CONJUNTO KOSMOS.....    | 26 |
| FIGURA 7 - DIAGRAMA ESQUEMÁTICO PARA ARMAZENAMENTO, RECALQUE E<br>DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS.....     | 27 |

### QUADROS

|  |    |
|--|----|
| QUADRO 1 - TRATAMENTO DAS ÁGUAS PLUVIAIS CONFORME SUA UTILIZAÇÃO ..... | 12 |
| QUADRO 2 - CRONOGRAMA DE PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DO PROJETO.....       | 32 |

### Tabelas

|   |    |
|---|----|
| TABELA 1 - ÍNDICES PLUVIOMÉTRICOS.....  | 20 |
| TABELA 2 - RELAÇÃO ENTRE ALTURA MANOMÉTRICA E VAZÃO.....  | 29 |
| TABELA 3 - VALORES DE ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART .....  | 31 |
| TABELA 4 - TARIFAS POR FAIXA DE CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL E ESGOTOS<br>SANITÁRIOS NO MUNICÍPIO DE CURITIBA-PR ..... | 33 |
| TABELA 5 - CUSTOS PARA A IMPLANTAÇÃO DO PROJETO.....  | 34 |

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....  | 6  |
| <b>2 OBJETIVOS</b> .....   | 7  |
| 2.1 OBJETIVO GERAL .....   | 7  |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....  | 7  |
| 2.2.1 Legislação .....   | 7  |
| 2.2.2 Índice Pluviométrico .....   | 7  |
| 2.2.3 Arranjo Físico do Local.....   | 8  |
| 2.2.4 Análise Econômica-Financeira do Projeto .....  | 8  |
| <b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....   | 9  |
| 3.1 LEGISLAÇÃO .....   | 9  |
| 3.1.1 Legislação Federal .....   | 9  |
| 3.1.2 Legislação Estadual .....  | 11 |
| 3.1.3 Legislação Municipal .....   | 11 |
| 3.1.4 Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) .....  | 11 |
| 3.2 CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA DE CHUVA COLETADA.....   | 12 |
| 3.3 ESTADO DE ARTE (PROJETOS IMPLANTADOS) .....  | 13 |
| 3.3.1 Projeto Casa Eficiente .....   | 13 |
| 3.3.2 Coopavel - Cooperativa Agroindustrial de Cascavel .....  | 14 |
| 3.3.3 Eldorado <i>Business Tower</i> .....   | 15 |
| 3.3.4 Curitiba <i>Office Park</i> .....  | 15 |
| 3.4 ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO.....  | 16 |
| <b>4 METODOLOGIA</b> .....   | 18 |
| 4.1 ARRANJO FÍSICO DO LOCAL PROPOSTO .....   | 18 |
| 4.2 USOS DE ÁGUA POTÁVEL PASSÍVEIS DE SUBSTITUIÇÃO POR USO DE<br>ÁGUAS PLUVIAIS NO CONJUNTO KOSMOS ..... | 19 |
| 4.3 ÍNDICES PLUVIOMÉTRICOS MENSAIS - ESTAÇÃO PRADO VELHO.....  | 19 |
| 4.4 MODELO MATEMÁTICO UTILIZADO.....   | 20 |
| 4.4.1 O Modelo de Fendrich .....   | 20 |
| 4.4.2 Dimensionamento dos Reservatórios de Detenção de Águas Pluviais .....                              | 21 |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 4.4.3    | Dimensionamento do Reservatório de Auto-Limpeza .....                                  | 22        |
| 4.5      | MATERIAIS UTILIZADOS .....   | 23        |
| 4.5.1    | Reservatório de Armazenamento de Águas Pluviais .....                                  | 28        |
| 4.5.2    | Reservatório de Auto-Limpeza .....   | 28        |
| 4.5.3    | Encanamentos .....   | 28        |
| 4.5.4    | Bomba para Recalque.....   | 28        |
| 4.5.5    | Torneiras .....  | 29        |
| 4.5.6    | Drenos.....  | 30        |
| 4.5.7    | Caixa de Brita.....  | 31        |
| 4.6      | MÃO DE OBRA UTILIZADA .....  | 31        |
| <b>5</b> | <b>CRONOGRAMA</b> .....  | <b>32</b> |
| <b>6</b> | <b>RECURSOS E VIABILIDADE ECONÔMICA</b> .....  | <b>30</b> |
| 6.1      | GASTOS ATUAIS COM ÁGUAS POTÁVEIS PASSÍVEIS DE SUBSTITUIÇÃO<br>POR ÁGUAS PLUVIAIS ..... | 30        |
| 6.2      | CUSTOS PARA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO .....   | 34        |
| <b>7</b> | <b>RESULTADOS ESPERADOS</b> .....  | <b>35</b> |
| <b>9</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....  | <b>36</b> |
|          | <b>REFERÊNCIAS</b> .....   | <b>37</b> |

## RESUMO

Nas últimas décadas, muito tem se falado sobre projetos com o intuito de amenizar os diversos impactos ambientais causados pelo desenvolvimento das atividades antrópicas. Mais recentemente, os focos tem se voltado para a preservação dos recursos hídricos, salientando a escassez destes face aos desperdícios praticados pela humanidade. Atualmente, em muitas cidades, são considerados como pré-requisitos à liberação de empreendimentos a implementação de sistemas que visem o aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis. Diante deste cenário, o presente projeto busca verificar a viabilidade técnica e econômica da implantação de um sistema de coleta e uso de águas pluviais para fins não potáveis em um Conjunto Residencial existente desde 1977 no município de Curitiba-PR. Em um primeiro momento, fez-se a análise do arranjo físico do Conjunto Kosmos, que possui uma vasta área impermeabilizada ( $1.862 \text{ m}^2$  de telhados e pátio com  $8.028 \text{ m}^2$ ) a ser destinada à coleta de águas pluviais. Porém, durante os dimensionamentos de reservatórios de retenção de águas pluviais em função de tais áreas, verificou-se a inviabilidade do ponto de vista físico e econômico. Além dos reservatórios, outro fator que oneraria o projeto seriam os encanamentos para adução das águas coletadas pelos mais de sessenta ralos espalhados pelo pátio. Desta forma, optou-se por restringir a coleta às águas pluviais oriundas dos telhados dos quatro edifícios integrantes do Edifício Kosmos. Com isso, os encanamentos necessários à coleta foram reduzidos pela metade, e os reservatórios a vinte por cento da quantidade anteriormente dimensionada. Com a implantação do sistema de coleta de águas pluviais, pretende-se atender à demanda de aproximadamente  $36 \text{ m}^3$  mensalmente utilizados para atividades de limpeza de calçadas e rega de plantas e jardins do Conjunto Kosmos, atualmente executados com águas potáveis, fornecidas pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR). De acordo com os cálculos efetuados, (custos referentes à implantação do projeto comparados à economia gerada em função do não uso das águas potáveis) o período de compensação se daria em aproximadamente cinco anos, o que demonstra a viabilidade do mesmo.

## 1 INTRODUÇÃO

Em função das recentes preocupações da humanidade em relação aos recursos hídricos, tem sido cada vez mais comum o aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis em edificações residenciais, comerciais e industriais em todo o mundo.

Tais preocupações estão ligadas a dois fatores, principalmente. O primeiro e mais importante diz respeito à escassez de água potável, fato do cotidiano de muitos locais do planeta. Com a implantação de projetos como o proposto, os cidadãos poderiam fazer o uso das águas pluviais para aquelas situações que não exigem o uso de água potável, diminuindo de forma significativa o consumo da mesma. O segundo fator diz respeito às enchentes ocasionadas por chuvas pouco acima das condições normais ou esperadas. Em função das grandes áreas impermeabilizadas nos centros urbanos (tais como vias asfaltadas, calçadas, grandes edificações, etc.) os corpos d'água não são suficientes para escoar todo o volume direcionado a eles. Em função disso, acabam por transbordar, causando danos diversos.

Durante os estudos ou concepções de novas edificações, sistemas de aproveitamento de águas pluviais já fazem parte do projeto (em muitos municípios, por força de lei). Porém, muitas edificações existentes têm recebido adaptações em seus projetos originais, sempre com o intuito de aliar redução de custos oriundos do fornecimento de água tratada (para situações que não exigem o uso da mesma) e preservação dos recursos hídricos existentes.

Com base nos itens acima dispostos, o presente trabalho busca verificar a viabilidade técnica e econômica para a implantação de um sistema para aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis no Conjunto Residencial Kosmos, composto por quatro edifícios, localizado no bairro do Alto da Rua XV, no município de Curitiba. Para tal, serão verificados itens como legislação pertinente em âmbitos federal, estadual e municipal; índice pluviométrico da região de estudo, arranjo físico do local proposto (área impermeabilizada e local para posicionamento dos reservatórios de armazenamento), bem como os custos necessários e tempo para recuperação dos mesmos após a implantação do projeto.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Verificar a viabilidade econômica e técnica da implantação de um sistema para aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis em um conjunto de edifícios residenciais no Município de Curitiba, Estado do Paraná.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A partir dos conceitos e da definição do objetivo geral, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- verificar legislação (federal, estadual e municipal);
- levantamento e análise dos índices pluviométricos;
- análise técnica do arranjo físico do local;
- análise econômico-financeira do projeto

#### 2.2.1 Legislação

Verificar as legislações em âmbitos federal, estadual e municipal que regem a gestão dos recursos hídricos e, conseqüentemente, norteiam a modalidade do presente projeto.

#### 2.2.2 Índice Pluviométrico

Levantar e analisar os índices pluviométricos referentes à região de estudo, pois estes são fatores determinantes para os dimensionamentos diversos dos itens pertinentes ao projeto, bem como para justificar a existência do mesmo.

### 2.2.3 Arranjo Físico do Local

Realizar uma análise de cunho técnico do local aonde se pretende implantá-lo. Desta forma, será determinada a área impermeabilizada existente (aonde ocorrerá captação da água a ser armazenada para posterior uso), a forma como se dará esta captação e o local aonde serão posicionados os reservatórios e demais equipamentos necessários para a implantação e funcionamento do sistema proposto.

### 2.2.4 Análise Econômica-Financeira do Projeto

Avaliar todos os custos necessários para a implantação do projeto, incluindo materiais, documentação e mão de obra. Além destes, serão verificados os gastos atuais no Conjunto Kosmos que poderão ser reduzidos ou anulados após a implantação do projeto. Através destes dados, será possível verificar qual o prazo para recuperação do investimento necessário, determinando se o presente projeto é ou não viável do ponto de vista econômico.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 LEGISLAÇÃO

No que diz respeito à legislação, o uso de recursos hídricos é regido por leis de âmbito federal, estadual e municipal. A seguir estão citados os principais artigos da Lei Federal que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos e a Legislação Municipal que instituiu o Programa de Aproveitamento de Águas (PURA).

##### 3.1.1 Legislação Federal

A Lei N.º 9.433, de 08 de Janeiro de 1997, Instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A seguir estão citados os artigos mais relevantes ao projeto:

**Art. 1.º** A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

- I a água é um bem de domínio público;
- II a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- III em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- IV a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
- V a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- VI a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

**Art. 2.º** São objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

- I assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;
- II a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;
- III a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

**Art. 3.º** Constituem diretrizes gerais de ação para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos:

- I a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade;

- II a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País;
- III a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental;
- IV a articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional;
- V a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo;
- VI a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras.

**Art. 4.º** A União articular-se-á com os Estados tendo em vista o gerenciamento dos recursos hídricos de interesse comum.

**Art. 5.º** São instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

- I os Planos de Recursos Hídricos;
- II o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;
- III a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;
- IV a cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- V a compensação a municípios;
- VI o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

**Art. 12.** Estão sujeitos à outorga pelo Poder Público os direitos dos seguintes usos de recursos hídricos:

- I derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;
- II extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;
- III lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;
- IV aproveitamento dos potenciais hidrelétricos;
- V outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

§ 1º Independem de outorga pelo Poder Público, conforme definido em regulamento:

- I o uso de recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, distribuídos no meio rural;
- II as derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes;
- III as acumulações de volumes de água consideradas insignificantes.

§ 2º A outorga e a utilização de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica estará subordinada ao Plano Nacional de Recursos Hídricos, aprovado na forma do disposto no inciso VIII do art. 35 desta Lei, obedecida a disciplina da legislação setorial específica.

**Art. 19.** A cobrança pelo uso de recursos hídricos objetiva:

- I reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor;
- II incentivar a racionalização do uso da água;
- III obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos.

### 3.1.2 Legislação Estadual

A Lei N.º 12.726, de 26 de Novembro de 1999 institui a Política Estadual de Recursos Hídricos e adota outras providências. Esta lei apresenta basicamente os mesmos termos que a Lei N.º 9.433 (de Âmbito Federal, anteriormente citada). Não é, portanto, de grande relevância apresentar seus principais artigos. Em função deste fato, a mesma não será tratada no presente projeto.

### 3.1.3 Legislação Municipal

A Lei N.º 10.785 de 18 de setembro de 2003 cria no Município de Curitiba o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações (PURA). É importante destacar que, através desta lei, fica obrigatória a utilização de sistemas de captação de águas pluviais em edificações concebidas após esta entrar em vigor. Os artigos mais relevantes para o presente projeto são o sexto e sétimo:

**Art. 6º.** As ações de Utilização de Fontes Alternativas compreendem:

- I a captação, armazenamento e utilização de água proveniente das chuvas e,
- II a captação e armazenamento e utilização de águas servidas.

**Art. 7º.** A água das chuvas será captada na cobertura das edificações e encaminhada a uma cisterna ou tanque, para ser utilizada em atividades que não requeiram o uso de água tratada, proveniente da Rede Pública de Abastecimento, tais como:

- a) rega de jardins e hortas;
- b) lavagem de roupa;
- c) lavagem de veículos;
- d) lavagem de vidros, calçadas e pisos.

### 3.1.4 Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)

A NBR 15.527/2007 tem como escopo as definições dos requisitos para projetos que visam aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis, tais como descargas em bacias sanitárias, irrigação de gramados e plantas ornamentais, limpeza de veículos, calçadas, ruas, pátios, além de usos industriais. Esta norma faz referência a outras, a saber:

- ABNT NBR 5626:1998 – Instalação Predial de Água Fria;
- ABNT NBR 10844:1989 – Instalações Prediais de Águas Pluviais;

- ABNT NBR 12213:1992 – Projeto de Captação de Água de Superfície para Abastecimento Público;
- ABNT NBR 12214:1992 – Projeto de Sistema de Bombeamento de Água Para Abastecimento Público;
- ABNT NBR 12217:1994 – Projeto de Reservatório de Distribuição de Água para Abastecimento Público.

### 3.2 CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA DE CHUVA COLETADA

Conforme o item 3.1 da NBR 15.527/2007 considera-se água de chuva como "água resultante de precipitações atmosféricas coletada em coberturas, telhados onde não haja circulação de pessoas, animais ou veículos."

Porém, segundo Fendrich (2009, p.97),

Áreas como terraços e sacadas não fornecem água de boa qualidade, porque são locais utilizados por homens e animais, mas não constituem um problema, se a água daí coletada, for utilizada para a descarga de vasos sanitários ou regar as plantas.

O quadro 1 demonstra os tratamentos necessários para as águas pluviais coletadas, de acordo com a utilização das mesmas.

QUADRO 1 - TRATAMENTO DAS ÁGUAS PLUVIAIS CONFORME SUA UTILIZAÇÃO

| UTILIZAÇÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS  | TRATAMENTO DAS ÁGUAS PLUVIAIS   |
|--|---|
| Limpeza de pisos, calçadas e pátios de estacionamentos; Regar plantas e floreiras. | Não é necessário tratamento.  |
| Aspersores de irrigação; Torres de resfriamento; Combate a incêndios..             | Tratamento simples (sedimentação das impurezas) é necessário, para manter o armazenamento e os equipamentos em boas condições de funcionamento. |
| Lavar veículos; Descarga no vaso sanitário; Lago ou fonte ornamental.              | Tratamento higiênico é necessário, devido ao possível contato humano com a água.  |
| Lavar roupas; Banho, piscina; Beber, cozinhar.                                     | A desinfecção é necessária, porque a água será ingerida direta ou indiretamente pelo usuário.   |

FONTE: FENDRICH (2009, p.175)

As águas coletadas através do sistema proposto neste trabalho teriam uso em lavagem de pisos, calçadas e garagens, além da rega de plantas e jardins do Conjunto Kosmos. Desta forma, justifica-se o armazenamento da água coletada no extenso pátio, com descrição detalhada no item 5 deste trabalho.

### 3.3 ESTADO DE ARTE (PROJETOS IMPLANTADOS)

Nas últimas décadas, diversos projetos foram desenvolvidos com o intuito de que as atividades antrópicas causassem menos impactos ao meio ambiente. Porém, atualmente, o foco de muitos projetos tem sido a chamada sustentabilidade, com iniciativas que visam melhorias em três aspectos: o meio ambiente, o social e econômico. É cada vez maior a preocupação das empresas em relação a este tema, seja por força de novas leis, obtenção de certificações ou para melhorar sua imagem perante a mídia e a opinião pública. Tais eventos tem um efeito positivo sobre os cidadãos, pois fazem com que repensem algumas atitudes simples do cotidiano, como por exemplo o aproveitamento de águas pluviais.

#### 3.3.1 Projeto Casa Eficiente

A Eletrosul - Centrais Elétricas S.A. e a Eletrobrás - Centrais Elétricas Brasileiras S.A., através do PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, em busca de soluções inovadoras e eficientes no âmbito da construção civil, visando o uso racional de energia, criaram, em parceria com a UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina/LABEEE - Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, um projeto de uma residência unifamiliar eficiente.

O sistema de aproveitamento de águas pluviais desenvolvido para o projeto da Casa Eficiente consiste na área de contribuição (ou captação), calhas e coletores (verticais e horizontais), dispositivos de descarte de sólidos (como folhas, gravetos e detritos), dispositivos de desvio de água das primeiras chuvas e reservatórios (inferior e superior). Após descarte dos sólidos indesejáveis e desvio da água das primeiras chuvas (com presença de impurezas provenientes da lavagem da atmosfera e das áreas de captação), a água coletada nos telhados é

armazenada em uma cisterna, sendo posteriormente bombeada para um reservatório superior. Esta água é destinada ao abastecimento de pontos voltados a atividades não potáveis, devido ao risco de contaminação da água coletada. Esses pontos são os seguintes: descarga do vaso sanitário, tanque, máquina de lavar roupa e torneira externa (para irrigação da horta, lavagem de pisos, veículos, e outros usos não potáveis). Por se tratar de uma Vitrine Tecnológica, o projeto incorpora tecnologias de ponta ainda não difundidas ou popularizadas no mercado, apresentando, portanto, custo elevado. No entanto, tem-se a expectativa de que os custos de tais tecnologias se reduzam à medida que se popularizem. Além disso, ao contrário de uma residência convencional, os custos de implantação da Casa Eficiente incluem o instrumental necessário para o monitoramento bioclimático e de eficiência energética.

### 3.3.2 COOPAVEL - Cooperativa Agroindustrial de Cascavel

O planejamento das ações para a implantação do projeto partiu do levantamento dos possíveis pontos de utilização de água pluvial e das áreas disponíveis para captação. Com base nestes dados foram projetadas as redes de captação e abastecimento dos reservatórios e, finalmente houve a implantação das redes de alimentação e dos reservatórios, bem como das redes de distribuição da água captada. No reservatório número 01, que tem capacidade para 1,2 milhão de litros de água, captando a chuva incidente sobre 38 mil metros quadrados das coberturas das indústrias. Essas águas são captadas por dois mil metros de calhas e conduzidas ao reservatório 01 através de tubulações de PVC que somam 7,6 mil metros. Já no segundo reservatório, que tem capacidade para 300 mil litros de água, é mantida a água proveniente da chuva incidente sobre os oito mil metros quadrados das coberturas dos refeitórios industriais e da lavanderia. O investimento do sistema de captação e distribuição da água foi de R\$ 1,5 milhão de reais e envolveu a participação de profissionais da Cooperativa de várias áreas, como engenharia, construção civil, manutenção e administração.

As águas incidentes sobre os telhados são escoadas para as calhas e posteriormente encaminhadas através de tubulações de PVC para os reservatórios.

Na saída destes, está localizada uma central de bombeamento, também em PVC, que alimenta as redes de distribuição, onde as águas são bombeadas para os pontos de consumo. No futuro a captação das águas pluviais pela Coopavel poderá ser utilizada ainda para suprir outras necessidades tais como a descarga de vasos sanitários, resfriar equipamentos e máquinas na casa de máquinas (refrigeração) e no reservatório contra incêndios.

### 3.3.3 Eldorado *Business Tower*

Localizado em uma região nobre da capital paulista, o Edifício Eldorado *Business Tower* destaca-se por ser uma das quatro edificações no mundo a receber a mais relevante certificação (*Platinum*) pelo *Green Building Council*. Entre as diversas tecnologias aplicadas visando diminuição de impactos ambientais, pode-se citar o sistema de aproveitamento de águas pluviais que é combinado a um projeto que armazena a água condensada do sistema de ar condicionado. Esta intervenção permite que todas as atividades de rega de plantas sejam realizadas sem o uso de água da concessionária, gerando uma considerável economia aos condôminos.

### 3.3.4 Curitiba *Office Park*

Localizado em uma região em pleno desenvolvimento comercial da capital paranaense, o Curitiba *Office Park* conta em seu projeto com três edifícios de seis andares, totalizando mais de 46 mil metros quadrados de área construída e 630 vagas de garagem. Trata-se do primeiro empreendimento certificado pelo *U.S. Green Building Council* no sul do país, alcançando a certificação nível Prata. As principais características que conferiram a certificação ao empreendimento são o total de 5% das vagas de estacionamento destinadas a veículos de baixa emissão de CO<sub>2</sub> e caronistas, bicicletário com vestiário e equipamentos de ar condicionado de alta eficiência, vidros que contribuem para a eficiência energética, demais tecnologias para o baixo consumo de energia, sistema de reuso de água para tratamento da água utilizada nos lavatórios e chuveiros, metais sanitários de

pressão evitando o desperdício, descargas de duplo fluxo e jardins com vegetação que exige pouco consumo de água. Aliado a isso, cerca de 90% dos resíduos gerados foram gerenciados, sendo encaminhados para a reciclagem. Conforme estimativas do LEED, tais medidas (que implicaram em um custo de 5% a 7% maior do que um edifício convencional) gerarão uma redução do consumo de água de 46,8% e de energia de 19%, se comparados a empreendimentos do mesmo padrão, que não têm o selo.

### 3.4 ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO

A ação dos raios solares e do vento sobre as águas da superfície terrestre provoca o fenômeno da evaporação, que é a passagem da água do estado líquido para o estado de vapor. Devido à evaporação, uma quantidade enorme de gotículas de água fica em suspensão na atmosfera. Gotículas de água se concentram, formando nuvens. Ao se resfriar, a água das nuvens se precipita em forma de chuva. Por este motivo, a chuva é um tipo de precipitação pluvial. A quantidade de chuva que cai num determinado lugar e num determinado tempo é medida pelo pluviômetro e registrada pelo pluviógrafo. Definem-se como precipitações todas as formas de água, líquida ou sólida, que caem das nuvens alcançando o solo. Seu volume é expresso geralmente em polegadas, referindo-se ao estado da água - se líquida ou sólida - que cai sobre uma determinada região e por um determinado período de tempo (INMET, 2011).

De acordo com Kitamura (2004), as principais características das precipitações são:

- **altura pluviométrica:** altura da quantidade precipitada numa unidade de área;
- **duração:** tempo ocorrido do início ao término da precipitação;
- **intensidade:** velocidade da precipitação, calculada a partir da altura pluviométrica dividida pela duração da chuva;
- **frequência:** número de ocorrências da precipitação num intervalo de tempo pré-determinado.

As precipitações, quando atingem a superfície terrestre em parte se evaporam, em parte se infiltram e alimentam o aquífero subterrâneo e o restante escoando formando os recursos hídricos superficiais.

Para que se justifique a implantação deste projeto, é necessário, entre outros, uma análise dos índices pluviométricos da região de Curitiba. Para isto, foi escolhida a Estação Prado Velho, por possuir dados confiáveis de séries históricas de pluviometria de aproximadamente trinta anos. Os dados referentes a esta Estação são tratados com detalhes no item 5 do presente trabalho.

## 4 METODOLOGIA

A metodologia define os procedimentos que serão adotados para que a pesquisa se efetive e as atividades práticas necessárias para o desenvolvimento de cada objetivo específico.

Os procedimentos metodológicos podem ser segregados segundo seus objetivos e procedimentos técnicos.

### 4.1 ARRANJO FÍSICO DO LOCAL PROPOSTO

Com sua construção concluída no ano de 1977, o Conjunto Residencial Kosmos situa-se à Rua Schiller, 555, no bairro Alto da Rua XV, Município de Curitiba, capital do Estado do Paraná. É composto por quatro edifícios de vinte e cinco andares, com quatro apartamentos por andar, totalizando quatrocentos apartamentos. A área total abrangida pelo conjunto é de aproximadamente 11.000 m<sup>2</sup> (onze mil metros quadrados). Deste total, tem-se a seguinte distribuição:

- 1.862 m<sup>2</sup>: telhados;
- 8.028 m<sup>2</sup>: piso do tipo lajota;
- 1.110 m<sup>2</sup>: jardins.

Além da grande área para coleta de águas pluviais (aproximadamente 9.990 m<sup>2</sup>), outro fator positivo para a implantação do projeto é a situação do subsolo, composto em sua totalidade por garagens, o que permite instalação de encanamentos e demais itens necessários com facilidade.



FIGURA 1 - CONJUNTO KOSMOS

FONTE: *Google Earth*, 21 de Maio de 2009. Disponível [www.maps.google.com](http://www.maps.google.com)

O escoamento das águas oriundas de chuvas se dá por meio de calhas nos telhados e por meio de ralos dispostos em toda a extensão do pátio.

Como medida de redução de custos referentes à aquisição de água tratada, o Edifício Kepler (integrante do Conjunto Residencial Kosmos) utiliza água de poço artesiano. Neste edifício, com cem apartamentos, o consumo médio mensal é de aproximadamente 1.750 m<sup>3</sup>. Destes, 1000 m<sup>3</sup> são fornecidos pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), enquanto 750m<sup>3</sup> são bombeados do poço artesiano.

#### 4.2 USOS DE ÁGUA POTÁVEL PASSÍVEIS DE SUBSTITUIÇÃO POR USO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO CONJUNTO KOSMOS

Para que o presente projeto seja viável do ponto de vista econômico, um dos pontos chave é que as águas pluviais armazenadas possam substituir o uso de águas potáveis, fornecidas pela SANEPAR. No Conjunto Kosmos, as águas pluviais armazenadas seriam utilizadas para lavagem de pisos, calçadas e rega de plantas e jardins. De acordo com levantamento realizado no Conjunto Kosmos, estas atividades são realizadas duas vezes por mês. De acordo com Fendrich (2009), para estes tipos de atividades são consumidos dois litros por metro quadrado por dia. Considerando as áreas citadas anteriormente (pátios e calçadas: 8.028 m<sup>2</sup>; jardins: 1110 m<sup>2</sup>) tem-se os seguintes volumes consumidos:

- limpeza de calçada: 8.028 m<sup>2</sup> x 2 litros x 2 vezes ao mês;
- volume = 32.112 m<sup>3</sup> ou 32.112 litros;
- rega de plantas: 1.110 m<sup>2</sup> x 2 litros x 2 vezes ao mês;
- volume = 4,44 m<sup>3</sup> ou 4.440 litros.

Com o somatório destes volumes, tem-se um total de 36,552 m<sup>3</sup> ou 36.552 litros de água potável gastos com limpeza de calçadas e rega de plantas e jardins.

#### 4.3 ÍNDICES PLUVIOMÉTRICOS MENSAIS - ESTAÇÃO PRADO VELHO

Com o intuito de promover o estudo das precipitações pluviais na Bacia Hidrográfica Urbana do Rio Belém, foi criada no Campus Curitiba da Pontifícia Universidade Católica do Paraná a denominada Estação Pluviográfica Curitiba Prado Velho. Esta Estação produz registros diários das alturas e intensidades das precipitações

pluviométricas, com início de registros em Abril de 1981. Os dados fornecidos por esta estação servirão como base para os cálculos de dimensionamento de reservatórios de retenção de águas pluviais para o projeto proposto. A tabela a seguir relata os índices pluviométricos médios mensais para a região de Curitiba e os valores aproveitáveis (deduzindo 15% referente a evaporações e outras perdas):

TABELA 1 - ÍNDICES PLUVIOMÉTRICOS

| MÊS       | PRECIPITAÇÃO MÉDIA | PRECIPITAÇÃO APROVEITÁVEL (85%) |
|-----------|--------------------|---------------------------------|
| Janeiro   | 200,6              | 170,5                           |
| Fevereiro | 174,2              | 148,1                           |
| Março     | 137,3              | 116,7                           |
| Abril     | 79,8               | 67,8                            |
| Mai       | 118,1              | 100,4                           |
| Junho     | 104,0              | 88,4                            |
| Julho     | 103,0              | 87,6                            |
| Agosto    | 76,8               | 65,3                            |
| Setembro  | 135,3              | 115,0                           |
| Outubro   | 134,0              | 113,9                           |
| Novembro  | 118,0              | 100,3                           |
| Dezembro  | 145,5              | 123,7                           |
| TOTAL     | 1526,6             | 1297,6                          |

FONTE: FENDRICH (2009, p.167)

#### 4.4 MODELO MATEMÁTICO UTILIZADO

Ao longo do Módulo de Gestão de Recursos Naturais e Resíduos I, (ministrado pelo Professor Dr. Roberto Fendrich) durante o MBA em Gestão Ambiental, tivemos a exposição da norma aplicável para projetos de aproveitamento de águas pluviais - ABNT NBR 15.527/2007, anteriormente citada. Porém, esta foi contestada em diversos aspectos, a destacar a relação entre o volume dos reservatórios de águas pluviais e as áreas impermeabilizadas destinadas à captação d'água. Diante deste fato, optou-se por utilizar o Modelo de Fendrich para o planejamento do projeto proposto neste trabalho.

##### 4.4.1 O Modelo de Fendrich

O modelo elaborado por Fendrich leva em consideração primeiramente que projetos para aproveitamento de águas pluviais não devem possuir reservatórios com volumes destinados à retenção total dos volumes precipitados, mas sim,

parte deles (reservatórios de retenção, portanto). Isso porque tal prática influenciaria todo o ciclo hidrológico da região, não permitindo o escoamento de águas pluviais para corpos hídricos, tais como rios, lagos e lençóis freáticos. Em consequência disto deve ser analisada a finalidade de uso das águas coletadas. Como são destinadas a usos não potáveis, jamais deve haver cruzamento com o sistema de fornecimento convencional ou de poços artesianos, com o intuito de evitar possíveis contaminações e preservar a qualidade destas. Os sistemas de aproveitamento de águas pluviais devem, portanto, ser considerados como alternativas, e não única fonte de abastecimento.

Outro importante dado do Modelo elaborado por Fendrich é o Coeficiente de escoamento superficial regional de Curitiba. Para a obtenção deste coeficiente, primeiramente foi realizado um estudo sobre as áreas permeáveis e impermeáveis da bacia hidrográfica do Rio Belém, considerando o período entre 1820 e 2020, época em que, segundo dados, a bacia atingirá o grau de impermeabilização máxima dos solos em função de suas características geológicas. Em seguida, foram selecionados 25 eventos pluvio-fluviométricos críticos na seção de controle, (estação fluviográfica Curitiba Prado Velho, com 42km<sup>2</sup> de área de drenagem). Com base nestes dados, foram definidos os coeficientes de permeabilidade dos solos na bacia hidrográfica, sendo para o Complexo Cristalino  $C_r = 18,5 \text{ mm/m}^2$  e na Formação Guabirota / Sedimentos recentes  $C_r = 20,5 \text{ mm/m}^2$ . Em função da região de estudo estar compreendida na região da Formação Guabirota, utilizou-se o respectivo valor para os cálculos necessários.

#### 4.4.2 Dimensionamento dos Reservatórios de Retenção de Águas Pluviais

De acordo com o modelo desenvolvido por Fendrich, o dimensionamento dos reservatórios é dado pela seguinte fórmula:

$$V = C_r \times A_c$$

Onde:

$V$  = capacidade do reservatório de retenção (m<sup>3</sup>);

$C_r$  = Coeficiente de escoamento superficial regional de Curitiba (20,5 mm/m<sup>2</sup> ou 20,5 litros/m<sup>2</sup>);

$A_c$  = Área de coleta das águas pluviais.

Considerando a área do pátio e telhado dos edifícios que compõem o Conjunto Kosmos, tem-se:

$$V = 20,5 \times 9.990 = 204,795 \text{ m}^3$$

Portanto, o volume do reservatório para detenção de águas pluviais no Conjunto Kosmos seria de aproximadamente 205 metros cúbicos, o equivalente a 205 mil litros d'água. A concepção de tal reservatório seria inviável dos pontos de vista físico e econômico para o Conjunto Kosmos. Desta forma, ao contrário do que se pensava no início do presente trabalho, serão consideradas apenas as áreas referentes aos telhados dos quatro edifícios integrantes do Conjunto Kosmos (total de 1.862 m<sup>2</sup>) como áreas de coleta. Assim sendo, teríamos reservatório com o seguinte volume:

$$V = C_r \times A_c$$

$$V = 20,5 \times 1.862 = 38,171 \text{ m}^3$$

Considerando apenas as áreas dos telhados como áreas de coleta para o dimensionamento do reservatório de detenção de águas, teríamos um volume de 38,171m<sup>3</sup>, ou 38.171 litros.

#### 4.4.3 Dimensionamento do Reservatório de Auto-Limpeza

Em função de impurezas diversas sobre os telhados, tais como folhas, poeiras, excremento de aves, entre outros, é necessário que se dimensione um reservatório de auto-limpeza para a sedimentação destes resíduos, a ser instalado antes do reservatório principal. De acordo com Fendrich (2009, p.171), adota-se o valor de 1 litro/m<sup>2</sup> de telhado. Desta forma, tem-se:

$$V_s = 1,0 \times A_c ;$$

Onde:

$V_s$  = volume do reservatório de sedimentação;

$A_c$  = área de coleta das águas pluviais.

Para o presente projeto, temos:

$$V_s = 1,0 \times 1.862 = 1,862 \text{ m}^3;$$

#### 4.5 ARRANJO FÍSICO E MATERIAIS UTILIZADOS

Após os dimensionamentos de reservatórios realizados nos itens 4.4.2 e 4.4.3 (com base no modelo de Fendrich), é necessário o dimensionamento das demais estruturas, a serem verificados nas ilustrações a seguir.

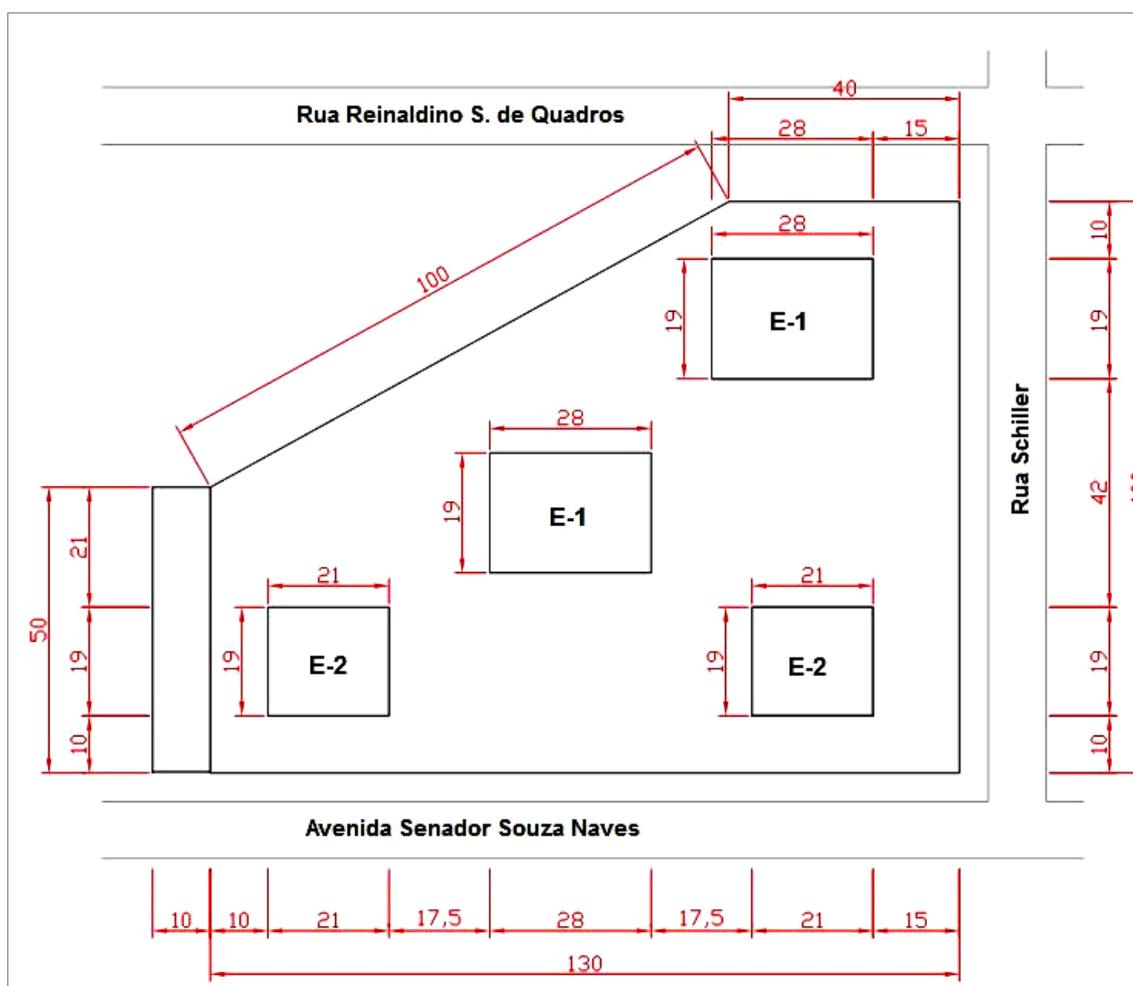


FIGURA 2 - CROQUI DE IMPLANTAÇÃO DO CONJUNTO KOSMOS, COM MEDIDAS EM METROS (SEM ESCALA)

FONTE: O Autor

Com o intuito de preservar o aspecto arquitetônico do condomínio Conjunto Kosmos, os reservatórios e bomba considerados no projeto seriam dispostos em área de serviço, em um pequeno corredor a oeste do pátio externo, em nível inferior, não tendo impacto visual. A região citada está destacada na figura 3, abaixo.



FIGURA 3 - ÁREA DE SERVIÇO DO CONJUNTO KOSMOS.  
FONTE: O Autor



FIGURA 4 - VISTA DO PÁTIO EXTERNO E ÁREA DE SERVIÇO A OESTE DO CONJUNTO KOSMOS.  
FONTE: O Autor

Todo o trecho de encanamento necessário para a distribuição das águas pluviais armazenadas até as torneiras será alocado sob o banco de concreto que faz parte do muro no pátio externo.

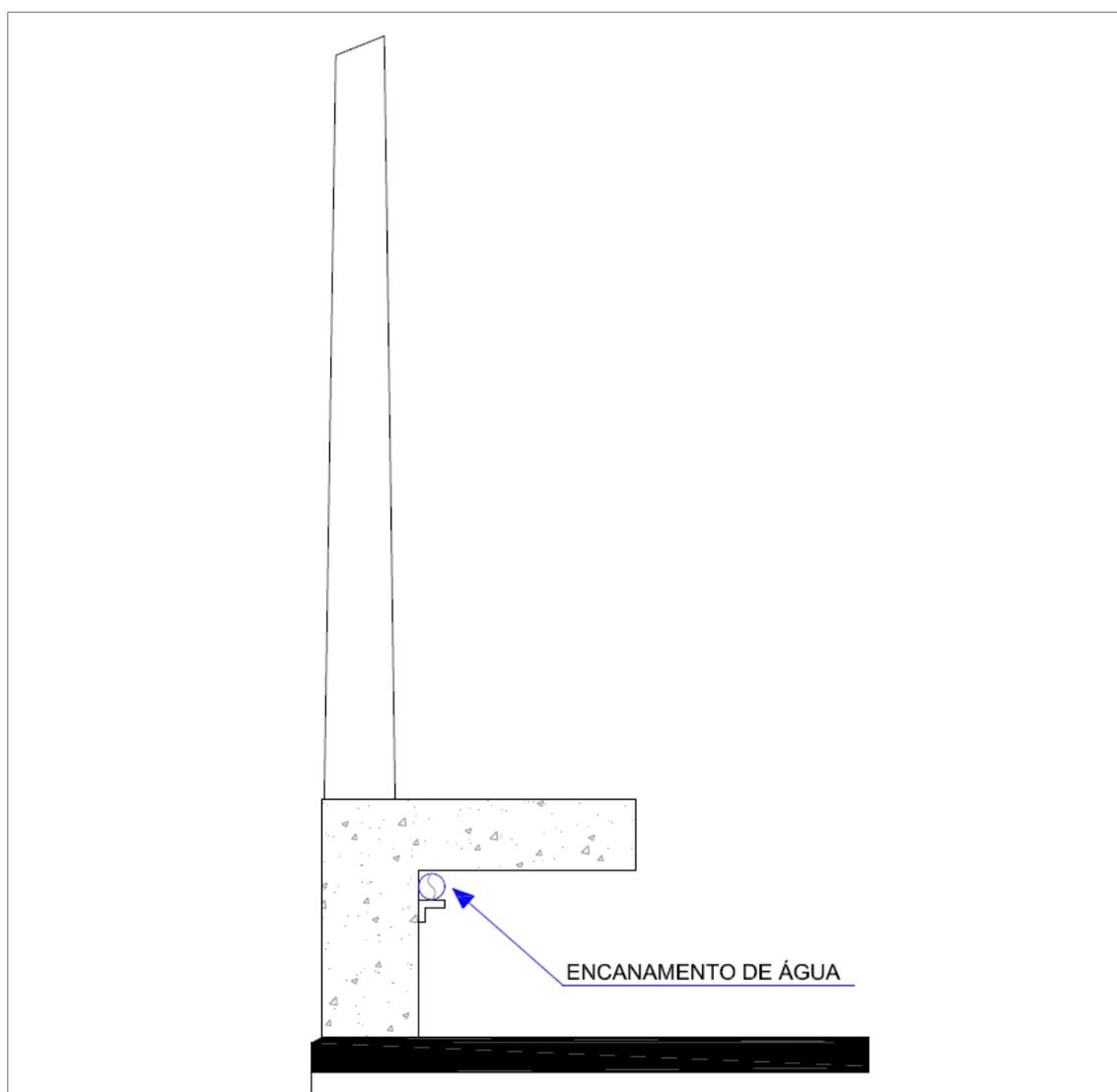


FIGURA 5 - CROQUI DO ENCANAMENTO DE DISTRIBUIÇÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS ARMAZENADAS ATÉ AS TORNEIRAS (SEM ESCALA)

FONTE: O Autor

Os custos referentes à aquisição dos materiais selecionados estão dispostos no item 6 deste trabalho.

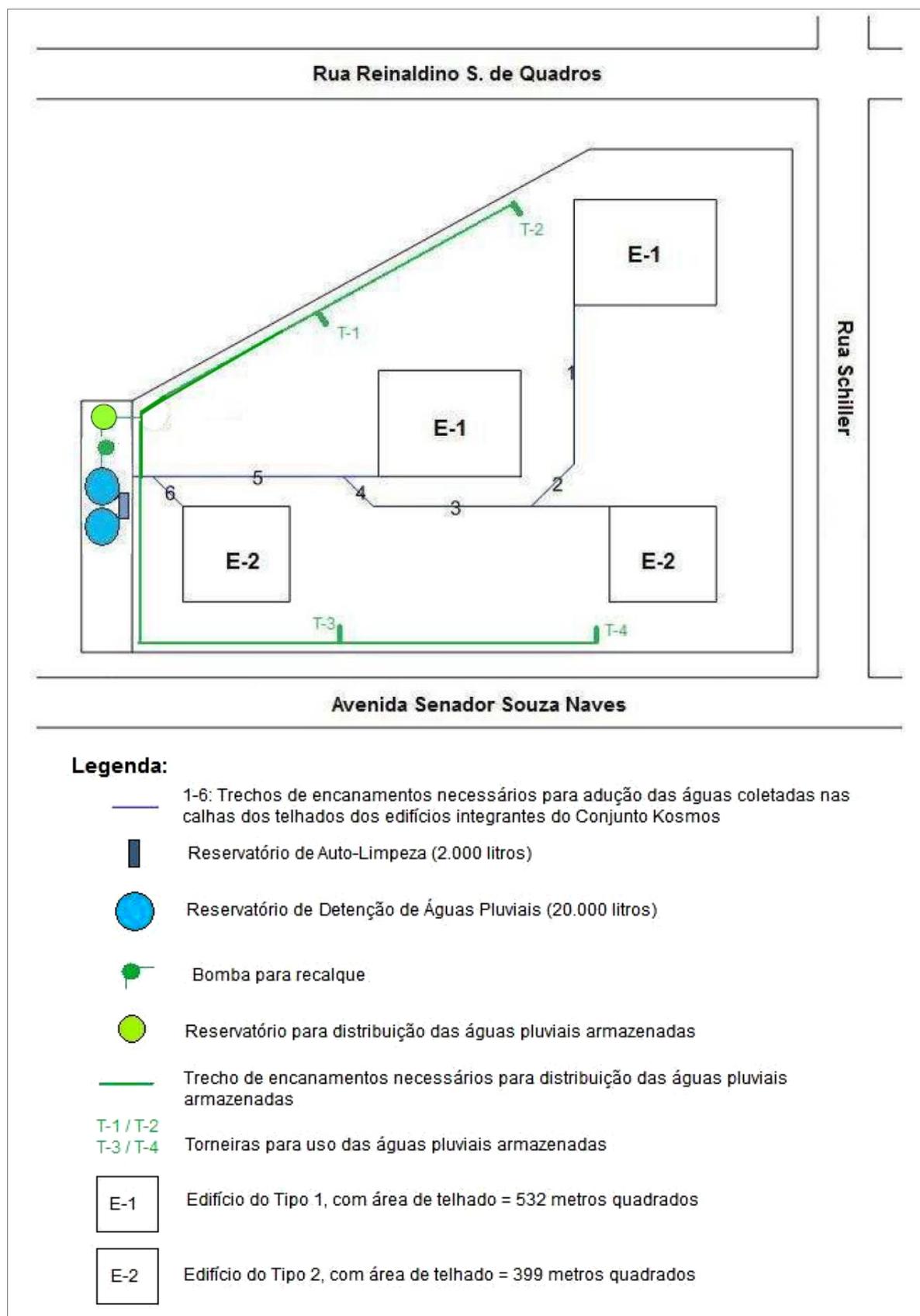


FIGURA 6 - CROQUI DE SISTEMA DE COLETA E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA O CONJUNTO KOSMOS

FONTE: O Autor

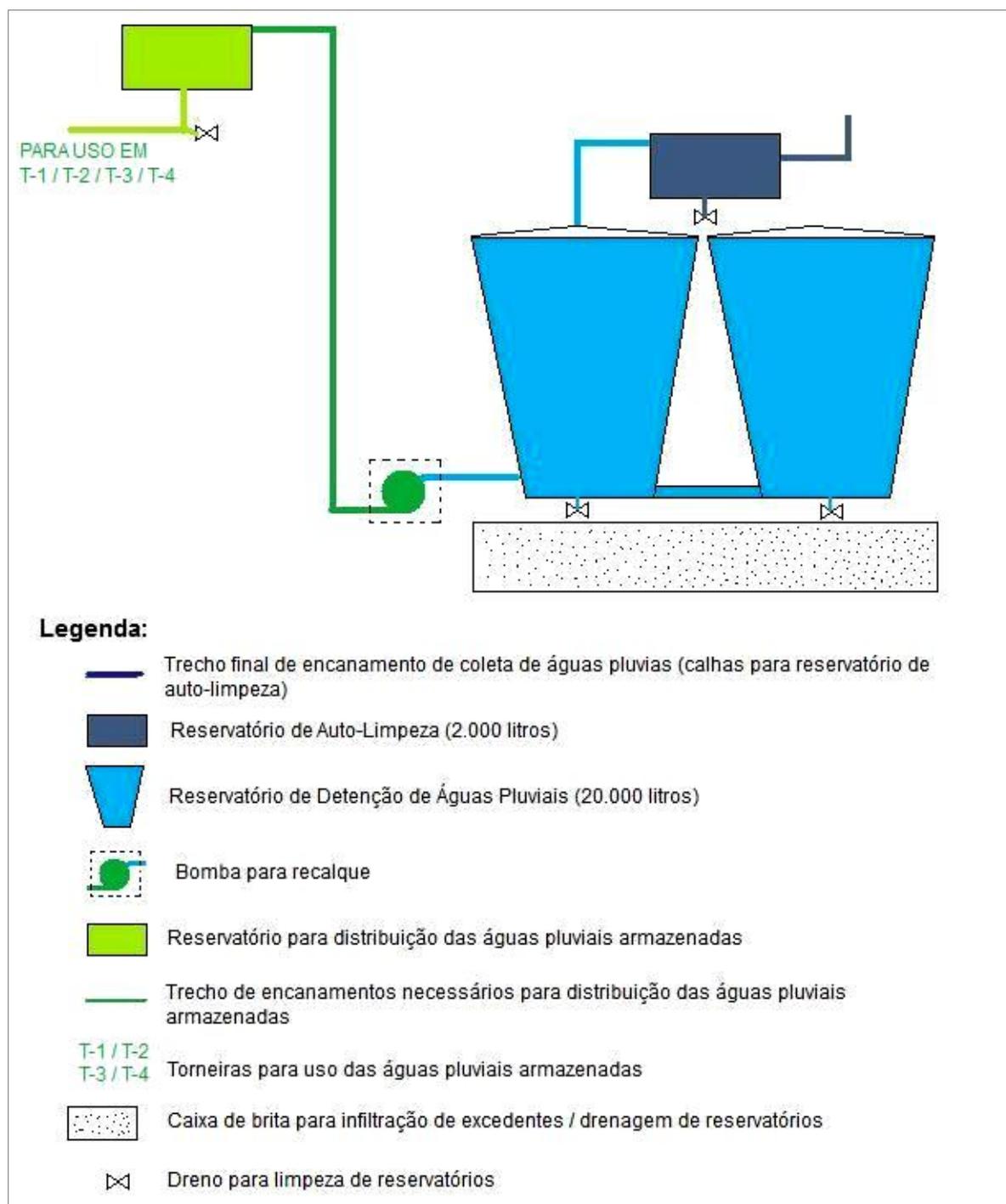


FIGURA 7 - DIAGRAMA ESQUEMÁTICO PARA ARMAZENAMENTO, RECALQUE E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS

FONTE: O Autor

#### 4.5.1 Reservatório de Armazenamento de Águas Pluviais

De acordo com o volume determinado no item 4.4.2, podem ser utilizadas duas caixas d'água de vinte mil litros de capacidade volumétrica.

#### 4.5.2 Reservatório de Auto-Limpeza

Conforme o volume determinado no item 4.4.3, para o reservatório de auto-limpeza será utilizada uma caixa d'água de dois mil litros de capacidade volumétrica.

#### 4.5.3 Encanamentos

De acordo com o arranjo físico do Conjunto Kosmos, serão necessários 450 (quatrocentos e cinquenta) metros de encanamentos, distribuídos da seguinte forma (considerando coeficiente de segurança de 10%):

- 170 metros: adução de águas pluviais das calhas até reservatório de auto-limpeza (tubulação em PVC Ø 75 mm, conforme existente no local);
- 34 metros: reservatório de detenção de águas pluviais até reservatório de distribuição de águas pluviais armazenadas (tubulação em PVC Ø 50mm);
- 246 metros: reservatório de distribuição de águas pluviais armazenadas até torneiras (T-1; T-2; T-3 e T-4 - tubulação em PVC Ø 25 mm).

#### 4.5.4 Bomba para Recalque

Para que a água armazenada nos reservatórios de detenção possa ser utilizada, é necessário que esta seja recalçada para o reservatório de distribuição, localizado no pátio do Conjunto Kosmos, que apresenta uma diferença de nível de quatro metros em relação ao local de posicionamento da bomba de recalque (nivelada com a base dos reservatórios de detenção de águas pluviais). Uma opção de baixo custo que atende perfeitamente este tipo de demanda é a bomba do tipo submersa, pois é de fácil instalação e dispensa a construção de abrigo. Após pesquisas, optou-se pelo modelo BCS-S1 da marca Schneider, com as seguintes especificações técnicas:

- tensão de alimentação (monofásica): 115 V;
- potência: 1/6 CV ou 122,67 W;

A tabela 2 apresenta as características hidráulicas da bomba selecionada.

TABELA 2 - RELAÇÃO ENTRE ALTURA MANOMÉTRICA E VAZÃO

| ALTURA<br>MANOMÉTRICA TOTAL<br>(m.c.a.) | VAZÃO<br>(litros/h) |
|---|---------------------|
| 0,5                                     | 4500                |
| 1,0                                     | 4300                |
| 1,5                                     | 4160                |
| 2,0                                     | 4070                |
| 2,5                                     | 3970                |
| 3,0                                     | 3790                |
| 3,5                                     | 3600                |
| 4,0                                     | 3410                |
| 4,5                                     | 3220                |
| 5,0                                     | 2840                |
| 5,5                                     | 2460                |
| 6,0                                     | 2080                |
| 6,5                                     | 1510                |
| 7,0                                     | 940                 |
| 7,5                                     | 570                 |

FONTE: Manual do Fabricante Schneider Eletric

Para a avaliação dos custos referentes ao uso da bomba elétrica, é necessário que sejam considerados sua potência, seu tempo de uso e o custo do kiloWatt hora da concessionária de energia local (COPEL). O tempo de uso, por sua vez, será determinado em função do volume a ser recalcado e da vazão da bomba, de acordo com a altura manométrica total, dado em m.c.a – metros de coluna d'água. Conforme citado anteriormente, esta altura é de quatro metros. Conforme a tabela 2, para uma altura manométrica de quatro metros, tem-se uma vazão de 3.410 litros por hora. De acordo com os volumes calculados no item 4.4.2 do presente trabalho, tem-se um total de aproximadamente 36.552 litros de águas pluviais a serem recalcados ao longo do período de um mês. Assim sendo, teria-se como tempo de uso da bomba:

$$t = V1 / V2 , \text{ onde:}$$

t = tempo de uso da bomba por mês (dado em horas);

V1 = Volume a ser recalcado ao longo do mês (dado em litros);

$V_2$  = Volume recalcado por hora pela bomba elétrica (dado em litros)

Assim sendo:

$$t = 36.552 / 3410$$

$$t = 10,72 \text{ h ou } 10\text{h}43\text{min}$$

Portanto, o tempo de uso da bomba elétrica será de 10h43min.

Para o cálculo do consumo mensal, é necessário que se multiplique o tempo de uso da bomba elétrica pela potência da mesma. Desta forma, tem-se:

Consumo =  $P \times t$ ; onde:

$P$  = Potência da bomba elétrica, (dada em Watts);

$t$  = tempo de uso da bomba elétrica (dada em horas);

$$\text{Consumo} = 122,67 \text{ W} \times 10,72 \text{ h} = 1.315,02 \text{ Wh ou } 1,315 \text{ kWh}$$

Considerando este consumo e o preço do kiloWatt / hora praticado pela concessionária de energia elétrica local (COPEL), que atualmente é de R\$ 0,479864, tem-se o seguinte custo:

Custo = Consumo x Preço;

$$\text{Custo} = 1,315 \times 0,479864 = 0,631 \text{ ou R\$ } 0,63 \text{ por mês.}$$

#### 4.5.5 Torneiras

Para a presente aplicação, torneiras típicas de uso geral podem ser suficientes. Desta forma, optou-se por considerar o modelo Jardim, da marca Real, com diâmetro de  $\frac{3}{4}$ " , fabricada em latão, com pré-disposição de encaixe para mangueira de uso geral.

#### 4.5.6 Drenos

Para que seja possível realizar manutenções e limpezas nos reservatórios, é necessário que estes possuam drenos em suas bases. Para esta aplicação, poderão ser utilizados exemplares como o adaptador para caixa d'água  $\varnothing$  50 mm com registro, fabricado pela marca Tigre. Tal diâmetro é suficiente para drenar estes reservatórios, visto que não espera-se impurezas de grandes dimensões nos mesmos.

#### 4.5.7 Caixa de Brita

Para que sejam escoados os volumes excedentes à capacidade dos reservatórios de detenção de águas pluviais e de auto-limpeza, é necessário que se construa uma caixa de brita logo abaixo dos mesmos, conforme pode ser visto na figura 4.

#### 4.6 MÃO DE OBRA UTILIZADA

O responsável técnico pelo projeto seria o Sr. Moacir Scalon Maran, com formação na área de engenharia civil e síndico do Edifício Kepler, integrante do Conjunto Kosmos. Este não cobraria honorários para acompanhamento da execução do projeto, (custos de aproximadamente R\$ 5.000,00; não contabilizados para efeitos de custo do projeto). Os custos referentes à documentação perante o Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Estado do Paraná (CREA-PR) seriam referentes ao recolhimento de ART (Anotação de Responsabilidade Técnica), definidos de acordo com o valor da obra, conforme mostra a tabela abaixo:

TABELA 3 - VALORES DE ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART

| FAIXA | VALOR DE OBRA/CONTRATO     | VALOR (R\$) |
|-------|----------------------------|-------------|
| 1     | Até 8.000,00               | 33,00       |
| 2     | De 8.000,01 a 15.000,00    | 83,00       |
| 3     | De 15.000,01 a 22.000,00   | 122,00      |
| 4     | De 22.000,01 a 30.000,00   | 166,50      |
| 5     | De 30.000,01 a 60.000,00   | 333,50      |
| 6     | De 60.000,01 a 150.000,00  | 499,50      |
| 7     | De 150.000,01 a 300.000,00 | 666,00      |
| 8     | Acima de 300.000,00        | 833,00      |

FONTE: CREA-PR

Para a execução do projeto elaborado, seria necessário contratar os seguintes profissionais, através de empresa especializada:

- encanador (salário mensal médio de R\$ 1.400,00);
- auxiliar de encanador (salário mensal médio de R\$ 800,00);
- pedreiro (salário mensal médio de R\$ 1.400,00);
- auxiliar de pedreiro (salário mensal médio de R\$ 800,00).

## 5 CRONOGRAMA

Para a realização do presente projeto, pode-se considerar o seguinte cronograma:

QUADRO 2 - CRONOGRAMA DE PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DO PROJETO

| DESCRIÇÃO                                       | 2011 |     |     |     | 2012 |     |     |
|---|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|
|   | SET  | OUT | NOV | DEZ | JAN  | FEV | MAR |
| Levantamento de legislação pertinente           | ■    |     |     |     |      |     |     |
| Levantamento de características do local        | ■    |     |     |     |      |     |     |
| Verificação de projetos existentes              | ■    |     |     |     |      |     |     |
| Levantamento de materiais necessários           |      | ■   |     |     |      |     |     |
| Orçamento de materiais necessários              |      | ■   |     |     |      |     |     |
| Orçamento de mão de obra necessária             |      |     | ■   |     |      |     |     |
| Análise econômica do projeto                    |      |     |     | ■   |      |     |     |
| Verificação de viabilidade junto ao condomínio  |      |     |     | ■   |      |     |     |
| Implantação do projeto                          |      |     |     |     | ■    | ■   |     |
| Avaliações iniciais do projeto em funcionamento |      |     |     |     |      |     | ■   |

## 6 RECURSOS E VIABILIDADE ECONÔMICA

### 6.1 GASTOS ATUAIS COM ÁGUAS POTÁVEIS PASSÍVEIS DE SUBSTITUIÇÃO POR ÁGUAS PLUVIAIS

A concessão dos sistemas de abastecimento de água potável e de coleta e tratamento de esgotos sanitários do Município de Curitiba pertence à Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR). As tarifas praticadas estão dispostas na tabela 4.

TABELA 4 - TARIFAS POR FAIXA DE CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL E ESGOTOS SANITÁRIOS NO MUNICÍPIO DE CURITIBA-PR

| CATEGORIA                 | FAIXA DE CONSUMO        | TARIFA (R\$)   |
|---------------------------|-------------------------|--|
| Água e esgoto residencial | $\leq 10 \text{ m}^3$   | 30,25  |
|                           | 11 até $30 \text{ m}^3$ | $30,25 + 4,53/\text{m}^3$ excedente a $10 \text{ m}^3$   |
|                           | $> 30 \text{ m}^3$      | $120,90 + 7,73 \text{ m}^3$ excedente a $30 \text{ m}^3$ |

FONTE: Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) (out. 2011)

De acordo com os volumes calculados no item 5.2., pode-se considerar os gastos mensais referentes às águas potáveis consumidas da seguinte forma:

$$\text{R\$} = \text{Vol} \times 7,73;$$

Onde:

- $\text{R\$}_{\text{mensal}} = \text{Valor dos gastos mensais com águas potáveis a serem substituídos por águas pluviais};$
- $\text{Vol} = \text{Volume de águas potáveis a serem substituídos por águas pluviais (mensalmente)};$
- $7,73 = \text{Tarifa cobrada sobre } \text{m}^3 \text{ excedente ao volume de } 30 \text{ m}^3.$

Assim, temos:

$$\text{R\$}_{\text{mensal}} = 36,552 \times 7,73$$

$$\text{R\$}_{\text{mensal}} = 282,55$$

Considerando os gastos anuais, tem-se:

$$\text{R\$}_{\text{anual}} = \text{R\$} \times 12$$

$$\text{R\$}_{\text{anual}} = 282,55 \times 12$$

$$\text{R\$}_{\text{anual}} = 3.390,60$$

Conclui-se que os custos aproximados referentes a águas potáveis cujos usos são passíveis de substituição por águas pluviais armazenadas são de R\$ 282,55 por mês, acumulando ao longo do período de um ano o montante de R\$ 3.390,60.

## 6.2 CUSTOS PARA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

Verificados os dimensionamentos para os materiais e equipamentos necessários à implantação do projeto, bem como os valores referentes à mão de obra necessária, pode-se considerar a tabela 5 para o orçamento dos mesmos.

TABELA 5 - CUSTOS PARA A IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

| ITEM  | UNIDADE        | QUANT. | DESCRIÇÃO                                 | R\$      |           |
|-------|----------------|--------|---|----------|-----------|
|       |                |        |   | UNITÁRIO | TOTAL     |
| 1     | peça           | 2      | Reservatório de polietileno 2.000 litros  | 428,00   | 856,00    |
| 2     | peça           | 2      | Reservatório de polietileno 20.000 litros | 4.053,00 | 8.106,00  |
| 3     | barra 6m       | 29     | Tubo PVC Ø 75 mm                          | 34,52    | 1.001,08  |
| 4     | barra 6m       | 6      | Tubo PVC Ø 50 mm                          | 27,67    | 166,02    |
| 5     | barra 6m       | 42     | Tubo PVC Ø 25 mm                          | 10,86    | 456,12    |
| 6     | peça           | 24     | Luva PVC Ø 75 mm                          | 5,51     | 132,24    |
| 7     | peça           | 7      | Te PVC Ø 75 mm                            | 7,27     | 50,89     |
| 8     | peça           | 1      | Curva longa Ø 75 mm                       | 15,11    | 15,11     |
| 9     | peça           | 3      | Adaptador cx d'água (dreno) Ø 50 mm       | 36,47    | 109,41    |
| 10    | peça           | 4      | Torneiras de águas pluviais (Real 3/4")   | 14,35    | 57,40     |
| 11    | peça           | 2      | Te PVC 25mm c/ redução 3/4"               | 1,88     | 3,76      |
| 12    | peça           | 3      | Joelho PVC Ø 25 mm                        | 0,38     | 1,14      |
| 13    | peça           | 1      | Bomba recalque BSC -S1 Schneider          | 408,00   | 408,00    |
| 14    | peça           | 1      | Boia controle reserv. distribuição A.P.   | 3,78     | 3,78      |
| 15    | m <sup>3</sup> | 1      | Areia                                     | 35,00    | 35,00     |
| 16    | m <sup>3</sup> | 10     | Brita para concreto / infiltração         | 35,00    | 350,00    |
| 17    | kg             | 4      | Cimento (embalagem 50 kg)                 | 16,58    | 66,32     |
| 18    | barra 12m      | 4      | Barra de aço 4,2mm                        | 4,50     | 18,00     |
| 19    | m <sup>2</sup> | 8      | Formas para concreto                      | 18,48    | 147,84    |
| 20    | mês            | 1      | Encanador                                 | 1.400,00 | 1.400,00  |
| 21    | mês            | 1      | Aux. encanador                            | 800,00   | 800,00    |
| 22    | mês            | 1      | Pedreiro                                  | 1.400,00 | 1.400,00  |
| 23    | mês            | 1      | Aux. pedreiro                             | 800,00   | 800,00    |
| 24    | unid.          | 1      | ART - CREA                                | 122,00   | 122,00    |
| 25    | mês            | 1      | Engenheiro Civil Responsável(*)           | 5.000,00 | 5.000,00  |
| 26    | kWh/mês        | 60     | Custo referente ao uso da bomba elétrica  | 0,63     | 37,80     |
| TOTAL |                |        |   |          | 16.543,91 |

(\*)custo não considerado para efeito de montante do orçamento

FONTE: Dados de Pesquisa (2011)

## 7 RESULTADOS ESPERADOS

Analisando os valores calculados nos itens 7.1. e 7.2., pode-se concluir que o período médio de reembolso dos valores investidos na implantação do projeto se daria da seguinte forma:

$n = C.I./R\$_{\text{anual}}$ ; onde:

$n$  = período médio de reembolso dos custos do projeto;

$C.I.$  = custos de implantação do projeto;

$R\$_{\text{anual}}$  = gastos anuais com águas potáveis cujos usos podem ser substituídos por águas pluviais armazenadas.

Assim temos:

$n = 16.543,11 / 3.390,60 = 4,879$  (aproximadamente 4 anos e 11 meses).

## 9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseado nos dados apresentados no presente trabalho nota-se que este é viável do ponto de vista técnico e econômico, pois os gastos necessários para a implantação deste seriam reembolsados em um período aproximado de cinco anos (considerando os gastos referentes à água potável que seriam substituídos por água pluvial em atividades de limpeza de pisos e calçadas e rega de plantas).

Além da economia de recursos financeiros, é válido citar o ganho indireto pela implantação do projeto, que está ligado ao fato de se garantir a manutenção do ciclo hidrológico local e evitar que grandes volumes de águas precipitados durante as chuvas sejam direcionados simultaneamente a galerias pluviais e conseqüentemente a corpos hídricos, o que ocasiona por diversas vezes enchentes catastróficas.

## REFERÊNCIAS

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

BRASIL. Lei N.º 9.433. **Política nacional de recursos hídricos**. Brasília, 08 de Janeiro de 1997.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ-SANEPAR. **Tabela de tarifas de saneamento básico**. Disponível em: <<http://www.sanepar.com.br>>. Acesso em: set. 2011.

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA ARQUITETURA E AGRONOMIA DO ESTADO DO PARANÁ-CREA-PR. **Tabela 2011**. Disponível em: <<http://www.crea-pr.org.br>>. Acesso em: set. 2011.

COOPAVEL. **Água de chuva é utilizada para fins industriais**. Disponível em: <<http://www.coopavel.com.br/informativo/noticias/index06.html>>. Acesso em: set. 2011.

CURITIBA, Lei N.º 10.785. **Critérios do uso e conservação racional da água nas edificações**. 18 de setembro de 2003.

ELETROSUL CENTRAIS ELÉTRICAS S.A. **Projeto casa eficiente**. Disponível em: <<http://www.eletrosul.gov.br/casaeficiente/br/home/index.php>>. Acesso em: set. 2011.

FENDRICH, R. **Manual de utilização das águas pluviais (100 maneiras práticas)**. 2.ed. Curitiba, 2009.

KITAMURA, M. C. **Aproveitamento de águas pluviais para uso não potável na PUCPR**. 2004. (Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Ambiental) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba, 2004.

PARANÁ. Lei N.º 12.726. **Política estadual de recursos hídricos**. Curitiba, 26 de novembro de 1999.

REVISTA INFRA. **Case predial - Eldorado Business Tower**. Disponível em: <<http://www.revistainfra.com.br/textos.asp?codigo=9360>>. Acesso em: set. 2011.

SCHNEIDER MOTOBOMBAS. **Bombas centrífugas submersíveis - série BCS-S1**. Revisão 01 – out. 2010. Disponível em: <<http://www.schneider.ind.br>>. Acesso em: set. 2011.