

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

JACSON WENTZ MATSUBARA

**SISTEMA DE CAPTAÇÃO DA ÁGUA DA CHUVA EM PISCINA PARA
ARMAZENAGEM EM RESERVATÓRIO E O SEU IMPACTO SOBRE O
ESCOAMENTO SUPERFICIAL URBANO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2015

JACSON WENTZ MATSUBARA

**SISTEMA DE CAPTAÇÃO DA ÁGUA DA CHUVA EM PISCINA PARA
ARMAZENAGEM EM RESERVATÓRIO E O SEU IMPACTO SOBRE O
ESCOAMENTO SUPERFICIAL URBANO**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do curso superior de Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof Dr. Helton R. Mazzer

CAMPO MOURÃO

2015



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Campo Mourão
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Departamento Acadêmico de Construção Civil
Coordenação de Engenharia Civil



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso

**SISTEMA DE CAPTAÇÃO DA ÁGUA DA CHUVA EM PISCINA PARA ARMAZENAGEM
EM RESERVATÓRIO E O SEU IMPACTO SOBRE O ESCOAMENTO SUPERFICIAL
URBANO**

por

Jacson Wentz Matsubara

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 13h 50min do dia 26 de novembro de 2016 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Eudes José Arantes

(UTFPR)

Prof. Me. Roberto Widorski

(UTFPR)

Prof. Dr. Helton Rogério Mazzer

(UTFPR)
Orientador

Responsável pelo TCC: **Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:

Prof. Dr. Leandro Waidemam

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

AGRADECIMENTOS

À Deus, que me abençoou grandemente com pais que souberam me orientar e não mediram esforços para me dar oportunidades; que me presenteou com um grande irmão, que sempre me apoiou, incentivou e que serviu e serve como um exemplo de homem pra mim; me apresentou amigos mais do que especiais que trouxeram grandes momentos de alegria, me apoiaram em momentos de tristeza; e surpreendentemente me colocou na vida uma mulher que sem explicação me auxiliou em momentos que jamais imaginei que iria passar e me deu forças para continuar lutando, e me ama sem o porque nem pra que.

Aos profissionais da área que escolhi como atuação que com paciência e dedicação me ensinam a ser um profissional melhor.

E também em especial aos meus professores, exclusivamente a aqueles que ao escolher a carreira de docente a praticam com seriedade e paixão, e sabem da responsabilidade que carregam no auxílio de cada vida que passou em suas salas de aula.

RESUMO

MATSUBARA, Jacson Wentz. **Sistema de captação da água da chuva em piscina para armazenagem em reservatório e o seu impacto sobre o escoamento superficial urbano**. 2015. 41f. Trabalho de Conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão. 2015.

Devido a fatores geográficos, políticos e climáticos, a região Sudeste do Brasil, no ano de 2014 e 2015, passou por uma crise na qual todo o Brasil foi alertado sobre a escassez da água, além de que, todos os anos essa região passa por problemas de alagamentos e enchentes. Um dos assuntos mais comentados sobre a crise hídrica foi o desperdício da água potável, provocado principalmente pelo uso indevido (em fins não nobres como, por exemplo, no vaso sanitário e a torneira do jardim) e inconsciente, o que deveria ser evitado. Como solução desse problema, muitas ideias foram apresentadas como forma de poupar a água potável, desde arejadores de torneiras até sistemas de captação da água da chuva em telhas. Dessa forma, maneiras diferenciadas devem ser estudadas e avaliadas para que possam auxiliar a diminuição do desperdício, sendo que o presente trabalho tem como objetivo apresentar um modelo de captação de água pluvial para pessoas que possuem ou desejam instalar uma piscina em casa, e demonstra vantagens deste sistema em relação à captação da água pluvial em superfícies como telhados e pátios, e também atestar que a captação da água pluvial auxilia na redução do escoamento superficial urbano, portanto, não só demonstrando vantagens deste sistema em relação ao de captação de água pluvial em superfícies como telhados e pátios, mas também verificando que esta captação auxiliará na redução dos riscos de enchentes e inundações.

PALAVRAS-CHAVE: Captação da água pluvial; Piscina; Desperdício de água; Escoamento superficial urbano.

ABSTRACT

MATSUBARA, Jacson Wentz. **System of rainwater catchment in pool for storage in the reservoir and its impact on urban runoff**. 2015. 41f. Completion of course work (Bachelor of Civil Engineering) - Federal Technological University of Paraná. Campo Mourão. 2015.

Because of geographical, political and climatic factors, Southeastern Brazil, in 2014 and 2015, went through a crisis, in which throughout Brazil was warned of water shortages. Apart from that, every year this region undergoes flooding problems and flooding. One of the subjects most talked about the water crisis was the wastage of drinking water, mainly caused by improper use (in non-noble purposes such as, for example, the toilet and the garden tap) and unconscious, which should be avoided. As a solution of this problem, many ideas were presented in order to save drinking water from faucets aerators to rainwater catchment systems on tiles. Thus, different ways should be studied and evaluated to assist the reduction of waste, and the present work aims to present a rainwater catchment model for people who have or want to install a swimming pool at home, and shows advantages this system in relation to capture rain water on surfaces such as roofs and courtyards, and also attest that the capture of rainwater helps reduce urban runoff, reducing the risk of floods and flooding.

KEYWORDS: Capture of rainwater; Pool; Waste of water; Urban runoff.

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
MS	Ministério da Saúde
NBR	Norma Brasileira
ONU	Organização das Nações Unidas
PVC	Policloreto de vinila
SANEPAR	Companhia de Saneamento do Paraná

LISTA DE ABREVIATURAS

n°	Número
m ²	Metro quadrado
pH	Potencial hidrogeniônico
CV	Cavalo
TV	Televisão
PR	Paraná
°C	Grau Celsius
mm	Milímetro

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Enchente	28
Figura 2 – Alagamento	28
Figura 3 - Piscina escolhida	32
Figura 4 - Motor, filtro, tubos e registros	32
Figura 5 - Tubulação em PVC	34
Figura 6 - Registro gaveta	34
Figura 7 - Conexão tipo "T"	34
Figura 8 – Opção de despejo ou armazenagem	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantitativo de distribuição de água.....	17
Tabela 2 - Características da água distribuída	18

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVOS	14
1.1.1 OBJETIVO GERAL	14
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.2 JUSTIFICATIVA	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 O USO DA ÁGUA POTÁVEL PARA FINS NÃO POTÁVEIS	17
2.2 A CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL COMO AUXÍLIO CONTRA O DESPERDÍCIO	19
2.3 TRATAMENTO DA ÁGUA NA PISCINA	20
2.4 SISTEMAS DE FILTROS E BOMBAS	21
2.5 SISTEMAS DE CAPTAÇÃO E ARMAZENAGEM	22
2.6 ENCHENTES E INUNDAÇÕES	26
2.7 O ESCOAMENTO SUPERFICIAL URBANO	29
3 MATERIAIS E MÉTODO	31
3.1 SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS	33
3.1.1 CONJUNTO DE TUBULAÇÃO, CONEXÕES E REGISTROS	33
3.1.2 SISTEMA DE FILTRO E CONJUNTO MOTOBOMBA	35
3.1.3 RESERVATÓRIO	36
3.2 DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO	36
3.3 VOLUME DE ÁGUA CAPTADO	37
3.4 IMPACTO SOBRE O ESCOAMENTO SUPERFICIAL URBANO	37
4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS	39
4.1 VANTAGENS DA CAPTAÇÃO NA PISCINA	39
4.1.1 UTILIZAÇÃO DA MOTOBOMBA JÁ INSTALADA NA PISCINA	39
4.2 ECONOMIA DA ÁGUA POTÁVEL	40
4.3 DIMENSÃO DO RESERVATÓRIO	40

4.4 BENEFÍCIOS NO ESCOAMENTO SUPERFICIAL URBANO	40
5 CONCLUSÃO	42
5.1 LIMITAÇÕES QUANTO AOS PROCEDIMENTOS UTILIZADOS.....	42
6. REFERENCIAS.....	43

1 INTRODUÇÃO

Por ser a água doce essencial à sobrevivência das espécies, a deficiência do seu abastecimento, ou mesmo a falta dela, se torna uma ameaça a todos. Quem alerta é a Organização das Nações Unidas (ONU). Aproximadamente um bilhão de pessoas não possui o acesso sequer ao mínimo necessário para o consumo. Se mantivermos a degradação do meio ambiente, e o consumo descontrolado, o quadro irá se agravar rapidamente.

A previsão para 2050, é que mais de 45% da população mundial não tenha acesso ao mínimo de água necessário para consumo diário (FIESP, 2015). Ainda nesse contexto, Catarina Martins (2006) cita que “em 2002, cerca de 40% da população mundial enfrentava problemas de escassez de água, com 1,1 bilhões de pessoas ainda sem acesso a água potável e 2,4 bilhões sem saneamento básico”.

A necessidade de busca de meios alternativos do uso dos recursos da natureza nunca esteve tão em foco como nos dias atuais, principalmente no caso do recurso hídrico, no qual, devido a fatores geográficos, políticos e climáticos, a região Sudeste do Brasil, no ano de 2014 e 2015, passou por uma crise e ficou em estado de alerta.

Sendo a água indispensável para a sociedade, a falta deste recurso limita o desenvolvimento, por isso estudos e propostas devem ser elaborados para amenizar a escassez de tal recurso.

Segundo Vivacqua (2005), o consumo humano inclui usos em atividades que são menos nobres, não necessitando o uso da água potável, como nos casos das reservas de incêndio, descargas em bacias sanitárias, regas, lavagem de ruas e pátios. Uma maneira de se evitar o desperdício da água potável, é a captação e armazenamento da água pluvial, que não é indicada para consumo, contudo atende as necessidades para fins não nobres.

O uso do sistema de captação e armazenamento da água pluvial é praticado na região Nordeste do Brasil há muito tempo por conta da escassez de recursos

hídricos devido às condições climáticas. Porém, com os problemas atuais de precipitação, o uso inadequado e inconsciente da água, associados à falta de políticas públicas sobre o tema, recentemente levou a região Sudeste a enfrentar problemas com abastecimento das residências.

Diante disso, é possível verificar a necessidade de se passar por um processo de transformação cultural, com a finalidade de reeducar a sociedade para o uso consciente e adequado da água.

A captação da água da chuva além de ser uma alternativa para solucionar em parte o problema da escassez da água, ajuda a reduzir o escoamento superficial, que é responsável pelas enchentes e inundações, comum na região Sudeste.

Conquanto, a água proveniente da precipitação contém partículas presentes na atmosfera, além das substâncias orgânicas depositadas sobre os telhados que são carregados pela água.

Nesse contexto, o presente trabalho apreciará a viabilidade da captação da precipitação em uma piscina, na qual é necessário o uso de controle de qualidade da água, e qual seu impacto ambiental sobre o escoamento superficial urbano.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo geral o estudo da captação da água proveniente de precipitações em piscina e o armazenamento em um reservatório para uso posterior em fins não nobres, em uma residência unifamiliar, e a consequente redução do escoamento superficial urbano.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Apresentar o conceito de água potável enfatizando a necessidade de evitar o uso indevido, propondo a elaboração de um projeto de captação de água da chuva em uma piscina residencial para o uso da água captada em fins não nobres, realçando a importância do uso de meios alternativos do recurso hídrico para fins não nobres e abordar a diminuição dos impactos negativos causados pelo escoamento superficial da água que é coletada e armazenada em um sistema de captação da precipitação.

1.2 JUSTIFICATIVA

A água é essencial para a saúde, economia e qualidade de vida da população, e também uma das maiores riquezas e necessidades, mas que se trata de um recurso escasso quando se fala em água potável.

É necessário que a sociedade entenda a importância e tenha o conhecimento sobre o uso consciente e racional, sendo a principal causa do desperdício da água potável o uso em fins não nobres, como por exemplo, no vaso sanitário.

Segundo Tucci (1997, p.3) estudos preveem que a água será a crise do próximo século, causado principalmente pelo aumento do consumo e degradação dos mananciais de abastecimentos que tem capacidade finita. Fatos estes previstos principalmente pela contaminação dos mananciais urbanos através do despejo dos efluentes domésticos e industriais e dos esgotos pluviais.

A alteração da qualidade da água bem a como a contaminação dos recursos hídricos são fontes de problemas, sendo a escassez, uma agravante que colabora para a importância da presente discussão.

Nesse sentido leciona Peixoto:

Assim, quando se olha para a degradação ambiental ocorrida nos últimos anos, é fácil perceber que a noção do direito de explorar a natureza, de promover desenvolvimento, de satisfazer interesses, de gerar riquezas deixou de lado o compromisso com o dever de preservação, com a ideia de responsabilidades. Agora, corre-se atrás do prejuízo e, muitas vezes, sem muito sucesso (PEIXOTO, 2007, p. 03).

Portanto, o estudo de fontes alternativas de recursos hídricos não potáveis para fins não nobres se faz extremamente importante, assim, será possível evitar o desperdício da água potável, destinando a utilização de águas de qualidade inferior em atividades que não necessitem obrigatoriamente de água tratada.

A utilização da água de baixa qualidade é um meio de evitar o desperdício das águas de qualidade superior, que geralmente, é a única que após tratamento será ideal para o consumo humano, trazendo o senador Humberto Costa (2015) a importância da destinação da água não potável em meios alternativos, mostrando que esse sistema:

[...] já é adotado por diversas nações e em Israel, onde desde 2007 reaproveitam-se mais de 70% dos efluentes gerados. O mais usual é reutilizar o efluente tratado (chamado de “água de reuso”) em atividades menos restritivas e com alta demanda, como atividades agrícolas, paisagísticas e industriais (SENADO, 2015).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O USO DA ÁGUA POTÁVEL PARA FINS NÃO POTÁVEIS

A companhia de abastecimento de água em Londrina-PR abastece aproximadamente 223587 pontos por mês, distribuindo água potável para a população, atendendo todo tipo de consumidor, como os residenciais, comerciais, industriais e públicos, como mostra a tabela a seguir:

Residencial	198783
Comercial	22419
Industrial	572
Utilidade Pública	1161
Poder Público	652

Tabela 1 - Quantitativo de distribuição de água

Fonte: SANEPAR (2015).

Cerca de 89% dos consumidores estão nas residências, salientando a importância da necessidade do uso de fontes alternativas para fins não nobres, uma vez que a água provinda da companhia de distribuição é potável.

A água potável é aquela própria para consumo humano, e suas propriedades são estabelecidas na portaria do Ministério da Saúde nº 2914/2011. Trazendo como exemplo a água distribuída pela companhia SANEPAR na cidade de Londrina-PR, que passa por rigorosos processos de tratamento em sua estação de tratamento de água, antes de ser distribuída para toda a cidade, e é analisada e comparada com a norma, conforme demonstra a tabela a seguir:



Localidade: LONDRINA

EGISTRO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA DISTRIBUÍDA

	Média dos Últimos 30 Resultados	Mínimo / Máximo Permitido	Portaria 2914-MS
Cor	2,5	15,0	uH-Un.Cor
Fluoretos	0,6	0,6 a 1,1	mg/L F
Turbidez	0,22	5,0	NTU
pH	6,9	6,0 a 9,5	Un. pH
Cloro Residual	1,3	0,2 a 5,0	mg/L Cl
Alumínio	0,03	0,2	mg/L Al
Ferro Total	0,03	0,3	mg/L Fe
Manganês	0,01	0,1	mg/L Mn
Microcistinas	0	1,00	ug/L
Coliformes Totais	0	(0) Ausente	
Escherichia Coli	0	(0) Ausente	

* Características da Água Distribuída Atualizadas em: 08/06/2015
 * Mais informações sobre a qualidade da água através do teleatendimento 115 ou nas agências de relacionamento.

Tabela 2 - Características da água distribuída

Fonte: SANEPAR (2015).

A água é um recurso natural essencial para a vida, do qual as nações dependem para o desenvolvimento socioeconômico. Em contrapartida, atualmente a sociedade passa por problemas rigorosos de abastecimento, mostrando que nem sempre é possível atender as demandas de toda a população, como apresenta Alessandro Araujo Louly:

Durante décadas o problema de água nas cidades era solucionado bombeando água dos recursos superficiais ou de subterrâneos. Na forma de como foi construída as cidades e com o uso sem uma reposição, os recursos se limitaram e hoje algumas cidades passam por problemas de abastecimento de água e o problema apenas tende a se agravar devido o limite que se encontram os mananciais, potencializados pela degradação de outros tantos. (LOULY,p.34)

Organizações internacionais reconhecem ser a água um bem dotado de valor econômico, contudo, ainda não é reconhecida como direito fundamental.

A recomendação de consumo diário para o bem estar e a higiene pessoal *per capita* segundo a Organização Mundial da Saúde (2003 apud Organização das Nações Unidas, 2010, p.2) é de aproximadamente de cinquenta a cem litros, porém, o consumo brasileiro se encontra na média de cento e oitenta e sete litros.

Douglas Barreto (2008, p.38) sobre o perfil de consumo residencial da água e o seu uso final, apresentou uma estimativa que o chuveiro apresenta 13,9% do consumo total da residência, a torneira de pia, 12,0%; máquina de lavar, 10,9%; tanquinho, 9,2%; torneira de tanque com saída para máquina de lavar, 8,3%; caixa acoplada, 5,5%; torneira de tanque, 5,4%; e torneira de lavatório, com 4,2% e outros usos perfazem 30,6%, apresentando, portanto aproximadamente 40% de uso desnecessário de água potável em fins não nobres.

E sendo a água um recurso natural essencial à vida, sobrevivência e desenvolvimento de todas as sociedades, é imprescindível que o uso da água potável seja feito de modo consciente, portanto faz-se importante o estudo da captação de água pluvial para utilização em situações que permitem uso de água não própria para o consumo.

2.2 A CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL COMO AUXÍLIO CONTRA O DESPERDÍCIO

A ABNT NBR 15527:2007 dispõe sobre o aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis, e exige um padrão de qualidade da água que deverá ser definida pelo projetista.

O uso de sistema de captação e armazenamento da água da chuva é utilizado a milhares de anos, em diferentes locais do mundo, especialmente em regiões semiáridas na qual apresentam baixos índices pluviométricos. Esse sistema é utilizado principalmente para suprir a demanda da família, essencialmente em épocas de estiagem.

Atualmente o reuso da água captada da chuva em algumas regiões brasileiras é necessário para que se possa ter pelo menos o consumo mínimo em uma residência familiar, já que algumas das reservas utilizadas para a distribuição se encontram no conhecido volume morto (volume na qual a reserva está abaixo do nível mínimo de operação), sendo necessário ser feito o bombeamento da água para a captação e distribuição, contudo, essa água bombeada pode apresentar problemas, tais como o

bombeamento de lodo, sedimentos e até metais pesados, encarecendo o tratamento da água.

A eficiência da captação da água da chuva depende do regime de precipitação local, necessitando o conhecimento da quantidade de chuva e seu intervalo durante o ano, a área que será utilizada para captação e o sistema que será utilizado, sendo que o mais comum se dá pela captação no telhado.

O uso final da água captada pela chuva geralmente serve para fins não potáveis, pois não possuem processos rigorosos de filtração e limpeza, mas quando executados tais procedimentos, pode a água da chuva ser utilizada até para o consumo, seguindo os critérios da portaria MS 2914/2011.

Nesse sentido, SNATURAL apresenta a porcentagem desperdiçada de água potável para fins não nobres:

Utilização Residencial: Numa residência, a alimentação, banho/lavatório representa 45% do consumo de água sendo o resto, 55% usado para descargas em bacia sanitária, lavagem de roupa e carro, irrigação de jardim e piscina que pode facilmente ser atendido pela água de chuva com um tratamento mínimo de filtração e desinfecção (SNATURAL, S/A).

Com isso, se vê a necessidade do uso de sistemas alternativos para minimizar, o máximo possível, do desperdício da água potável.

2.3 TRATAMENTO DA ÁGUA NA PISCINA

A resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000 é a resolução que estabelece critérios de Balneabilidade em Águas Brasileiras, e apresenta as seguintes exigências: valor obtido máximo de 2500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 2000 *Escherichia coli* ou 400 enterococos por 100 mililitros; ausência da presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação; índice de pH entre 6,0 e 9,0; ausência de floração de algas ou outros organismos, até que se comprove que não oferecem riscos à saúde humana; e

ausência de outros fatores que contra indiquem, temporária ou permanentemente, o exercício da recreação de contato primário.

Portanto, temos que para fins de consumo, a água da piscina não pode ser considerada potável, pois quando comparada com a portaria MS 2914/2011, extrapola limites dos critérios adotados para tal norma.

Mas para que as piscinas possam atender a resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000, é necessário a execução de limpezas em intervalos regulares, pois quando não feitas podem apresentar problemas como a presença de algas, coloração verde e turbidez da água, que podem provocar irritações nos olhos e na pele, apresentar odor forte, entre outros problemas.

Para manter a qualidade da água para o uso da piscina é necessário periodicamente fazer a manutenção e tratamento da água, tais como o tratamento do cloro, ajuste e controle do pH, alcalinidade total, desinfecção com cloro, além da necessidade de um cronograma diário do uso da filtração da bomba.

2.4 SISTEMAS DE FILTROS E BOMBAS

A piscina deve ser tratada diariamente para o uso, e como forma de tratamento utiliza-se a bomba para recirculação da água, que já possui um filtro próprio, portanto, dispensa a obtenção de um somete para o tratamento da água captada.

Para manter a piscina sempre limpa e pronta para o uso é necessário que alguns equipamentos sejam utilizados. Dentre esses equipamentos cita-se o filtro para piscina, que retira as partículas sólidas em suspensão, trata a água e a retorna limpa para a piscina. Durante esse processo a água passa por um filtro de areia para reter os sólidos, e por isso é necessário efetuar a troca da areia, caso o sistema de retro lavagem não for mais possível para a limpeza do filtro, pois esporadicamente a areia fica saturada, não efetuando a limpeza com tanta eficiência. Outro equipamento

importante é a bomba, que tem o papel de circulação da água, responsável por transportar as sujeiras até o filtro.

A escolha do filtro e do conjunto motobomba depende do volume da piscina e da distância em que a casa de máquina será instalada, pois grandes distâncias tendem a ter maior perda de carga, e preferencialmente a motobomba deve ser colocada abaixo do nível da água, como explica Justino e Nogueira (2012):

A seleção de uma bomba é feita em função da vazão e da altura manométrica da instalação. A vazão depende do consumo diário da instalação, jornada de trabalho da bomba e do número de bombas em funcionamento. A altura manométrica é determinada em função do levantamento topográfico do perfil do terreno mais a perda de carga nas tubulações. Feito isso, as possíveis bombas são selecionadas através de mosaicos, diagramas ou tabelas de seleção de bombas (JUSTINO; NOGUEIRA, p.1).

Segundo Valter Rubens Gerner (S/ A, p.2), a perda de carga nas tubulações é um atrito no interior de uma tubulação do fluido com as paredes da mesma, provocando também uma turbulência do fluido com ele mesmo, fazendo que a pressão existente no interior da tubulação diminua gradativamente para que o fluido se desloque. Nesse sentido, vê-se a necessidade de um projeto hidráulico realizado por profissionais capacitados na área, visto que o dimensionamento errado do conjunto como um todo, pode se tornar um desperdício de tempo e de material.

2.5 SISTEMAS DE CAPTAÇÃO E ARMAZENAGEM

O sistema consiste em uma área detalhada em que será captada a água, as instalações hidráulicas, e um reservatório para a armazenagem da água captada.

Usualmente, a captação da água de precipitação se dá nos telhados dos imóveis, sendo tal área, propícia para o depósito de materiais orgânicos, como por exemplo dejetos de animais, que podem ser prejudiciais à qualidade da água, necessitando assim, de um sistema de captação com processos de filtragem para o armazenamento da água.

Quando a água é captada pela piscina, é pressuposto que a água da piscina esteja limpa (própria para banho), portanto já possui o sistema de tratamento, circulação e filtro para a armazenagem, sendo necessária somente a conexão da bomba para o local do armazenamento.

A armazenagem da água captada é feita em reservatórios, podendo ser eles enterrados, apoiados ou elevados. Sua fabricação pode ser feita de diversos materiais, e sua escolha depende do projeto, capacidade, viabilidade técnica e custo.

A norma NBR 15527 (ABNT, 2007), apresenta alguns métodos que podem ser usados para o dimensionamento de reservatório para água pluvial, tais como:

- Método de Rippl

Neste método podem-se usar as séries históricas mensais ou diárias.

$$S_{(t)} = D_{(t)} - Q_{(t)}$$

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

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

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

onde:

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

- Método da simulação

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

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

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

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

onde:

$S_{(t)}$ é o volume de água no reservatório no tempo t ; $S_{(t-1)}$ é o volume de água no reservatório no tempo $t - 1$; $Q_{(t)}$ é o volume de chuva no tempo t ; $D_{(t)}$ é o consumo ou demanda no tempo t ; V é o volume do reservatório fixado; C é o coeficiente de escoamento superficial.

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

- Método de Azevedo Neto

O volume de chuva é obtido pela seguinte equação:

$$V=0,042 \times P \times A \times T$$

onde:

P é o valor numérico da precipitação média anual, expresso em milímetros (m); T é o valor numérico do número de meses de pouca chuva ou seca; A é o valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados (m²); V é o valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, expresso em litros (L).

- Método prático alemão

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

Vadotado = mínimo de (volume anual precipitado aproveitável e volume anual de consumo) x 0,06

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

onde:

V é o valor numérico do volume aproveitável de água de chuva anual, expresso em litros (L); D é o valor numérico da demanda anual da água não potável, expresso em litros (L); Vadotado é o valor numérico do volume de água do reservatório, expresso em litros (L).

- Método prático inglês

O volume de chuva é obtido pela seguinte equação:

$$V = 0,05 \times P \times A$$

onde:

P é o valor numérico da precipitação média anual, expresso em milímetros (mm); A é o valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados (m²); V é o valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água da cisterna, expresso em litros (L).

- Método prático australiano

O volume de chuva é obtido pela seguinte equação:

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

onde:

C é o coeficiente de escoamento superficial, geralmente 0,80; P é a precipitação média mensal; I é a interceptação da água que molha as superfícies e perdas por evaporação, geralmente 2 mm; A é a área de coleta; Q é o volume mensal produzido pela chuva.

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

$$V_t = V_{t-1} + Q_t - D_t$$

onde:

Q_t é o volume mensal produzido pela chuva no mês t; V_t é o volume de água que está no tanque no fim do mês t; V_{t-1} é o volume de água que está no tanque no início do mês t; D_t é a demanda mensal.

NOTA Para primeiro mês considera-se o reservatório vazio.

Quando $(V_{t-1} + Q_t - D_t) < 0$, então o $V_t = 0$

O volume do tanque escolhido será T.

Confiança:

$$P_r = N_r/N$$

onde:

P_r é a falha; N_r é o número de meses em que o reservatório não atendeu à demanda, isto é, quando $V_t = 0$; N é o número de meses considerado, geralmente 12 meses;

$$\text{Confiança} = (1 - P_r)$$

Recomenda-se que os valores de confiança estejam entre 90% e 99%.

2.6 ENCHENTES E INUNDAÇÕES

Durante a revolução industrial ocorreu uma grande transição da população rural para os centros urbanos, “a transição urbana é um fenômeno mundial, sendo que em 2008, pela primeira vez, a população mundial das cidades ultrapassou o contingente rural” (ALVES, S/ A, p.1), portanto com esse número crescente da população urbana é necessário um planejamento para a captação e o escoamento da água pluvial, com o fim de evitar enchentes e inundações, que de uma forma direta, ocasionam a contaminação da bacia hidrográfica e dos locais afetados através das impurezas levadas pelas enchentes e inundações.

O processo de urbanização causa impactos ao ambiente, como por exemplo, pontes e taludes de estradas que obstruem o escoamento; redução de seção do escoamento; aterros; deposição e obstrução de rios, canais e condutos de lixos e sedimentos; projetos e obras de drenagem inadequadas, e que segundo Tucci (1997, p.4) “a importância desse impacto está latente através da imprensa e da TV, onde se observa, em diferentes pontos do país, cenas de enchentes associadas a danos materiais e humanos”.

Algumas cidades brasileiras possuem leis que regulamentam e obrigam as construções a reterem água da chuva, com o objetivo de diminuir as enchentes

urbanas, como o caso de São Paulo, Lei Municipal nº 13.276 de janeiro de 2002, obriga a execução de reservatórios para as águas de chuvas nas obras que tenham área impermeabilizada superior a quinhentos metros quadrados (COHIM;GARCIA;KIPERSTOK, 2008, p.2).

Enchentes são causadas por um volume elevado de água com um grande potencial cinético, no qual o solo não infiltrou o suficiente e o sistema de drenagem urbano não suportou o volume de precipitação.

Segundo a Defesa Civil de Minas Gerais (S/ A, p.2), inundações ou alagamentos em cidades se dão pelo acúmulo de água proveniente da precipitação pluviométrica no leito das ruas, e nos perímetros urbanos, em cidades que possuem falha no sistema de drenagem. A ocorrência de alagamentos está mais relacionada com a deficiência da drenagem do que a quantidade de precipitação, uma vez que a cidade apresenta baixa área de infiltração, provocada compactação e impermeabilização do solo, desmatamento de encostas e assoreamento dos rios que se desenvolvem no espaço urbano, acumulação de detritos em galerias pluviais, cais de drenagem e cursos d'água, entre outros.

O escoamento superficial possui três fases, que representam o ciclo do escoamento, sendo elas:

Fase inicial: o solo e a vegetação apresentam pouca umidade, e quando a precipitação inicia boa parte dela é captada pela vegetação.

Fase intermediária: a vegetação apresenta umidade relativamente alta e a água é recebida pelo solo, e quando o solo tem a sua infiltração excedida começa acumular e a formar o escoamento superficial em direção de um rio.

Fase final: a precipitação se encerra e a infiltração, transpiração e o escoamento superficial continuam a retirar a água do solo, indo até os rios e aos lençóis freáticos.

É na terceira fase que os problemas de enchentes e alagamentos podem ocorrer, quando a superfície do solo é bruscamente alterada, mudando o comportamento da infiltração e do escoamento superficial, como mostram os hidrogramas a seguir:

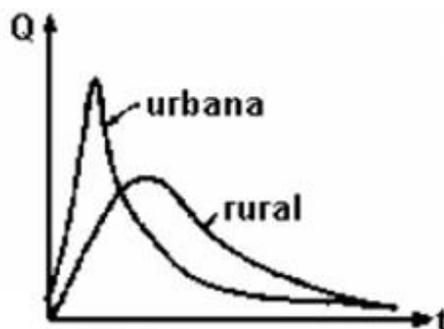


Figura 1 - Enchente

Fonte: TUCCI (2007).

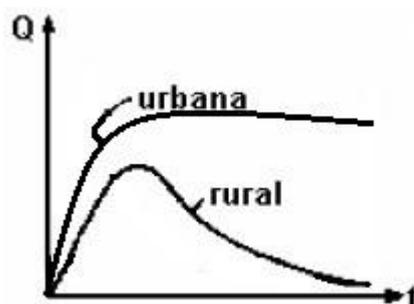


Figura 2 - Alagamento

Fonte: Autoria própria (2015).

Os hidrogramas apresentam a quantidade de vazão em relação ao tempo, e depende da interação com todo o sistema de escoamento como por exemplo, o tipo de solo, a cobertura da bacia, a distribuição, duração e intensidade de precipitação e do tipo de bacia.

Nos hidrogramas representados pelas figuras 2 e 3, se observa a diferença entre a vazão da enchente e do alagamento, na qual explica o poder de destruição que a enchente possui com o escoamento superficial, e no caso do alagamento da cidade é necessário um maior período de tempo para que se possa escoar toda a água.

No hidrograma 1, está representado o escoamento superficial urbano, que tem quase que na totalidade a superfície impermeabilizada por asfaltos e construções, e o escoamento superficial rural, que possui somente uma parcela mínima de área impermeável. Na curva urbana, vemos que com um pequeno período de tempo o escoamento superficial possui uma grande vazão, ocasionando a enchente, pois a água não tem onde permear.

E no caso do hidrograma 2, está representado o caso da inundação, na qual determinadas regiões urbanas não possuem área permeável e nem um sistema de escoamento planejado, portanto, com um volume de precipitação elevado, a água não tem por onde escoar, ficando retida na superfície urbana e necessitando de um grande intervalo de tempo para que a água escoe.

Como medidas de prevenção da ocorrência de inundações estão o planejamento urbano, a não construção de cidades em áreas ribeirinhas, desenvolvimento de projetos de engenharia eficazes para a captação de águas pluviais (diques, bueiros, etc.), políticas de ocupação do solo, educação ambiental, entre outras.

2.7 O ESCOAMENTO SUPERFICIAL URBANO

O escoamento superficial urbano é o fenômeno da saturação do meio em que o fluido (água, por exemplo) se precipita ocorrendo o acúmulo superficial, que então é escoado para uma cota inferior.

Com a precipitação em centros urbanos, ocorre o escoamento superficial nas áreas impermeabilizadas, como por exemplo, os telhados, calçadas, estacionamentos, ruas e avenidas, conduzindo os poluentes depositados nestas superfícies até os rios receptores.

Segundo Pizalla e Souza (S/ A, p.1 e 2), as principais fontes de poluentes são provenientes:

1. Da atmosfera, onde nos períodos entre precipitações ocorre o depósito e que os principais poluentes encontrados são enxofre, metais pesados, pesticidas, compostos orgânicos, fungos, pólen, solo, nutrientes, materiais de asfalto, cinzas e compostos químicos, como óxidos, cloretos, fluoretos e silicatos;
2. Da deposição de poluentes nas ruas, onde são depositadas diversas substâncias, que se acumulam significativamente nos períodos secos, tanto nas ruas como em guias e sarjetas, tendo como principais

resíduos liberados pelo desgaste de peças de veículos, desgaste da pavimentação, resíduos de poda e capina, dejetos de animais (urinas, fezes), e partículas do solo e de áreas em construção, como areia e argila;

3. Da erosão em ambientes urbanos que ocorre pela exposição do solo nu para a construção da infraestrutura urbana (loteamentos, avenidas) e da ausência de vegetação ciliar ao longo dos corpos hídricos, e constitui-se numa das maiores fontes geradoras de impactos das águas receptoras, contribuindo para o transporte de sedimentos, onde os principais tipos de poluentes mais encontrados são: sólidos, sedimentos suspensos e materiais flutuantes, substâncias com elevada demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio e carbono orgânico total, como nitrogênio e fósforo, patógenos, hidrocarbonetos de petróleo, metais pesados e compostos orgânicos sintéticos.

Enchentes e alagamentos além de causarem destruição, são responsáveis por causarem doenças, pois carregam depósitos de resíduos e materiais orgânicos deixados nas ruas, contaminando todo o local em que passam.

O aumento de número de pessoas que fazem a captação de água da chuva em suas próprias residências provoca a diminuição do volume de água escoado superficialmente, diminuindo assim os riscos de enchentes e inundações.

3 MATERIAIS E MÉTODO

Neste capítulo será apresentado o estudo proposto acerca do sistema de captação da água da chuva na piscina localizada na região de Londrina-PR, com algumas informações em relação aos equipamentos necessários para a execução do projeto, e seu impacto gerado no escoamento superficial urbano, elaborado através de pesquisas bibliográficas e dados coletados na região proposta para aplicação do estudo.

3.1 ESCOLHA DO LOCAL E DA PISCINA PARA O ESTUDO DE CASO

A piscina se encontra em uma residência unifamiliar na cidade de Londrina, Paraná, e possui aproximadamente 11,3 m² de área. Ela possui o sistema de tratamento completo para o funcionamento da piscina, como o conjunto motobomba com filtro de areia, e o conjunto de tubos, conexões e registros, conforme as figuras 3 e 4:



Figura 3 - Piscina escolhida

Fonte: Autoria própria (2015).

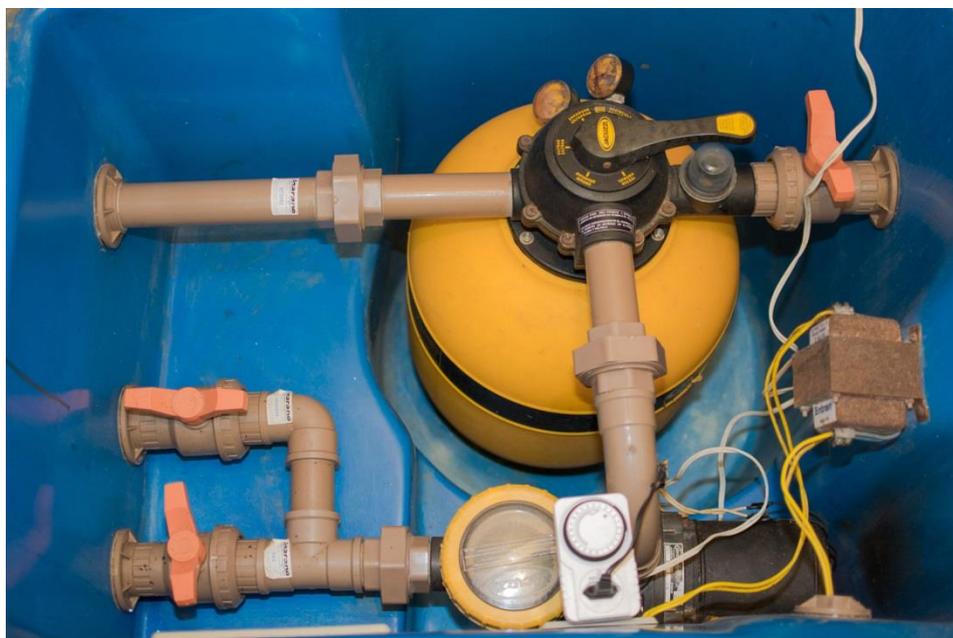


Figura 4 - Motor, filtro, tubos e registros

Fonte: Do autor (2015).

3.1 SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS

O sistema baseia-se na utilização de uma caixa d'água para que o conjunto motobomba possa enviar a água da piscina para o armazenamento, quando ocorrer uma precipitação na qual levaria ao transbordo da piscina, ou também, quando a piscina ficar sem utilização por um longo período, como, por exemplo, no inverno, tendo em vista que a temperatura média em Londrina-PR neste período do ano é de 11,6°C, segundo o Instituto Agronômico do Paraná (2014).

Como a piscina selecionada já possui as conexões com o conjunto motobomba, será necessário apenas ser feito o vínculo do reservatório elevado (que será instalado) com o conjunto motobomba. Portanto, para a execução do projeto de captação da água da chuva na piscina, são necessários os seguintes itens:

- Conjunto de tubos, conexões e registros;
- Conjunto motobomba;
- Reservatório.

3.1.1 CONJUNTO DE TUBULAÇÃO, CONEXÕES E REGISTROS

Para instalação do conjunto motobomba até o reservatório, serão necessários aproximadamente cinco metros de tubulação de PVC e uma conexão do tipo "T" no dreno do motor, juntamente com um registro gaveta (utilizado em áreas molhadas), para que possa ser feita a opção do envio da água para o reservatório ou despejo no esgoto, como mostram as figura a seguir:



Figura 5 - Tubulação em PVC

Fonte: Soluções industriais

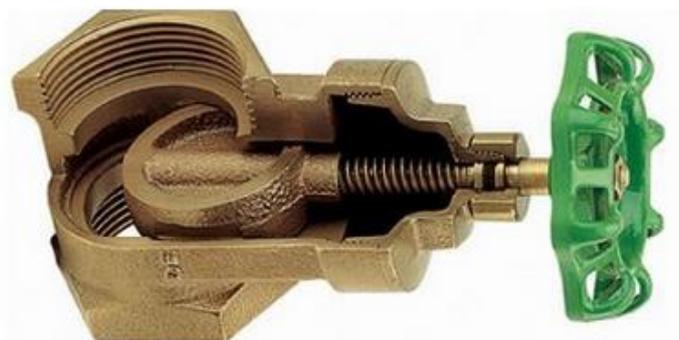


Figura 6 - Registro gaveta

Fonte: Casa da torneira



Figura 7 - Conexão tipo "T"

Fonte: PVC Brasil (2015).

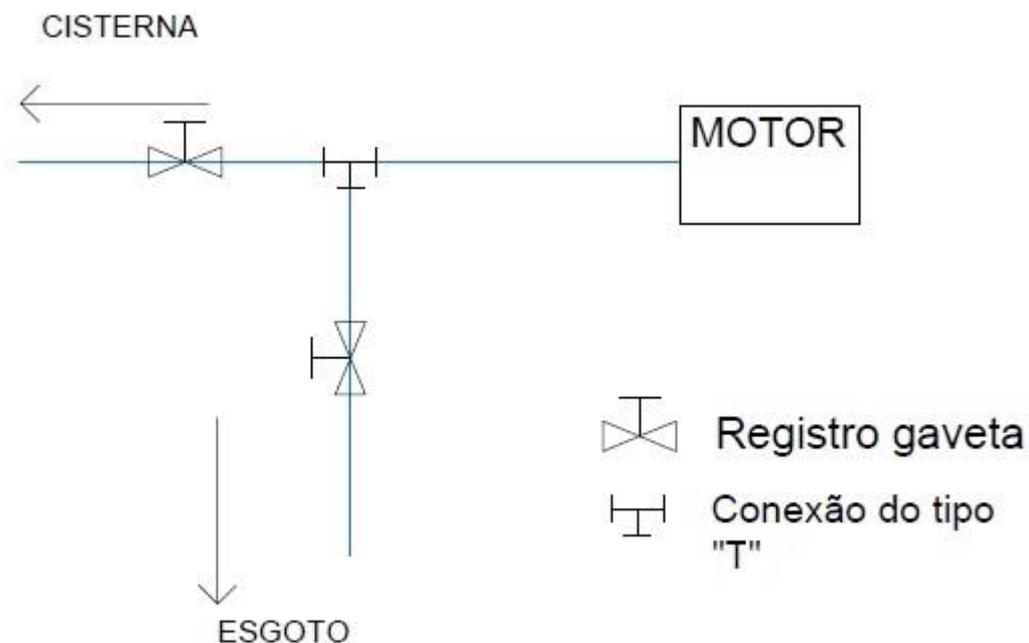


Figura 8 – Opção de despejo ou armazenagem

Fonte: Do autor (2015).

3.1.2 SISTEMA DE FILTRO E CONJUNTO MOTOBOMBA

Para o armazenamento da água captada pela chuva na piscina, será necessária a instalação de um filtro para a retirada de materiais sólidos presentes na água, portanto, vê-se uma vantagem, pois a piscina selecionada já possui o filtro no motor, não sendo necessário desta maneira a obtenção do filtro, como no caso da captação da água da chuva feita em telhados, em que é obrigatória a instalação de filtro para retirada de materiais sólidos.

E da mesma forma acontece com o uso do conjunto motobomba, pois a piscina já possui o sistema, na qual, foi dimensionado e apresenta 1/3 CV.

A casa de máquinas está localizada a aproximadamente 5 metros de distância da piscina, segundo as recomendações para que seja feita a economia de tubulação e uma menor perda de carga. O motor está protegido em um ambiente que evita os intempéries, porém conta com uma ampla área para a circulação de ar.

Juntamente na casa de máquinas estão todos os controles elétricos e

hidráulicos, segundo os critérios da Norma NBR 5410.

3.1.3 RESERVATÓRIO

Em relação à dimensão do reservatório é necessário se levar em conta o potencial de captação da água pluvial e o consumo do local a ser abastecido, pois a escolha de um reservatório muito grande pode ser superdimensionada, já que o reservatório seria muito caro, e da mesma forma um reservatório muito pequeno não daria conta do consumo exigido no local.

Portanto, para a escolha de uma cisterna é necessário seguir as orientações da ABNT NBR 15527, e também, é necessário levar em consideração alguns itens, como por exemplo, conhecer a necessidade do consumo, a quantidade de chuva da região, a área para a captação.

3.2 DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO

O reservatório em questão servirá para armazenagem da água utilizada na edícula (dois banheiros, um tanque e uma torneira de jardim), e para o dimensionamento será utilizado segundo a ANBT NBR 15527 o método do Azevedo Neto que consiste na seguinte equação:

$$V = 0,042 \times P \times A \times T \quad (1)$$

Onde:

V = volume do reservatório (litros).

P = precipitação pluviométrica anual média (mm/ano = litros/m² por ano).

A = área de captação (m²).

T = número de meses de pouca chuva ou seca (adimensional).

Segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico de Londrina, a precipitação média anual é de 1400 a 1600 mm, e os meses menos chuvosos são os de junho e julho, com média de 225 a 250 mm.

3.3 VOLUME DE ÁGUA CAPTADO

Como a captação se dá na superfície da piscina e a água será retirada do volume já existe nela, o cálculo do volume da água a ser captado se dará pelo volume de precipitação média anual, pois a água retirada da piscina será repostada pela água pluvial.

Portanto, o volume de água que pode ser captado anualmente segundo a média de precipitação anual será dado pela seguinte fórmula:

$$V = A \times P_{ma} \quad (2)$$

Onde:

V = volume de água captado (litros).

P_{ma} = precipitação média anual (mm/ano = litros/m² por ano).

A = área de captação (m²).

Porem, a evaporação da água também deve ser levado em consideração, uma vez que Londrina-PR apresenta uma média de aproximadamente 3,65mm de evaporação ao dia, segundo Henrique e Teixeira (1997).

3.4 IMPACTO SOBRE O ESCOAMENTO SUPERFICIAL URBANO

É visível que o volume de água captado na piscina escolhida pode fazer a diferença no escoamento superficial urbano, levando-se em conta que parte desse

volume poderia estar sendo escoado para os ambientes receptores com os poluentes presentes na superfície do meio urbano.

Além do mais, quando em locais com deficiência nos projetos e obras de drenagem, essa água captada pode reduzir os impactos sobre as enchentes e inundações, sendo uma ferramenta, juntamente com outras formas de prevenção a enchentes e alagamentos como, por exemplo, os pavimentos permeáveis, no auxílio de prevenção e controle de tais catástrofes.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

4.1 VANTAGENS DA CAPTAÇÃO NA PISCINA

Em razão da piscina possuir o sistema de filtros e motobomba completo, verifica-se a desnecessidade de adquirir esses materiais, o que gera economia com gasto de materiais a serem utilizados no sistema, necessitando somente, realizar a conexão entre a motobomba e a cisterna.

O projeto pode ser facilmente aplicado por profissionais capacitados, em residências que possuem piscina, e nas residências que os proprietários desejam instalar uma, pois a quantidade de material e de serviço para a implantação do sistema é mínima.

Foi observado também, que para o uso da piscina a água deve ser própria para banho, segundo a resolução CONAMA nº 274, descartando a necessidade do tratamento da água pluvial para a armazenagem na cisterna.

Além disso, quando existe a necessidade de reparos na piscina, na qual se deve esvaziá-la, uma parte da água pode ser armazenada, não sendo toda a água despejada diretamente na rede de esgoto.

4.1.1 UTILIZAÇÃO DA MOTOBOMBA JÁ INSTALADA NA PISCINA

Como a piscina já possui o sistema motobomba instalado, não foi necessário o uso de uma bomba específica para o abastecimento da cisterna, pois o motor já existente é suficiente para transportar a água até o reservatório.

As piscinas que serão construídas juntamente com o sistema de captação da água da chuva deverão ser dimensionadas por um responsável para que a tubulação e o motor funcionem devidamente, evitando assim, patologia no sistema.

4.2 ECONOMIA DA ÁGUA POTÁVEL

Conforme apresentado neste estudo, fica claramente visível que a quantidade de água potável desperdiçada nas residências é demasiadamente alta, portanto, o sistema de captação de água pluvial vem justamente a ser apresentado como uma forma de evitar esse desperdício.

Apresentando um volume de precipitação média anual de aproximadamente 1500 litros, utilizando a área de $11,3\text{m}^2$ da piscina e subtraindo a média de evaporação da água de $3,65\text{mm}$ ao dia, vemos que o sistema possui grande potencial de diminuir esse desperdício da água potável, oferecendo o volume anual de captação de água pluvial de até 15200 litros aproximadamente.

4.3 DIMENSÃO DO RESERVATÓRIO

Utilizando como parâmetro os meses de pouca chuva, ao aplicar na fórmula de Azevedo Neto, consideramos $T = 2$, e utilizando a área da piscina de $11,3\text{m}^2$ e a precipitação média anual de 1500mm , temos que o volume do reservatório é de $1423,8$ Litros.

Segundo o método de Azevedo Neto para dimensionamento de reservatórios o volume necessário seria de $1423,8$ Litros, mas, como o uso será feito somente na edícula, composta por dois banheiros, um tanque e uma torneira, esse volume seria desnecessário. Sendo assim, foi feita a escolha de um reservatório de 1000 litros, sendo o suficiente para o abastecimento do ambiente.

4.4 BENEFÍCIOS NO ESCOAMENTO SUPERFICIAL URBANO

Conforme apresentado, o volume captado pelo sistema claramente influencia

no escoamento superficial urbano, principalmente quando é feita a suposição que esse sistema pode ser implantado em mais residências, induzindo a diminuição das enchentes e inundações.

O sistema de drenagem em vias urbanas geralmente é direcionado aos fundos de vale, que são prejudicados pela poluição contida na superfície urbana, levando a contaminação de tais cursos. A água captada ajuda a diminuir o volume escoado nas vias urbanas, impactando assim nos vales receptores de água pluvial. As redes captadoras de drenagem de vias urbanas são menos poluídas, pois a quantidade de escoamento superficial urbano que carrega poluição diminui desta maneira, auxiliando indiretamente as companhias que distribuem água potável, já que o tratamento da água é facilitado pela menor quantidade de poluente.

E também, o sistema vem de uma maneira diferenciada, auxiliar na economia da água potável, já que a água captada pelo sistema pode substituir a água das redes de distribuição de água potável para fins não nobres

Apresentando, portanto, os benefícios de um sistema de captação da água da chuva e armazenagem em um reservatório em relação à economia de água potável e seu auxílio para a diminuição do escoamento superficial urbano.

5 CONCLUSÃO

Portanto, foi verificado que o volume de água captado pela piscina (aproximadamente 16.500 litros por ano) pode auxiliar na diminuição do desperdício da água potável. E que com poucas alterações no sistema já existente na piscina, como a compra de um reservatório, de 1.000 litros calculados pela fórmula de Azevedo Neto, e dos tubos e conexões para o transporte da água, o sistema pode ser facilmente aplicado.

A respeito do escoamento superficial urbano, observou-se que o volume captado anualmente, em conjunto com outras formas de combate a enchentes e inundações, como os pavimentos permeáveis e projetos de drenagem urbana, pode diminuir a ocorrência destes problemas.

5.1 LIMITAÇÕES QUANTO AOS PROCEDIMENTOS UTILIZADOS

Por motivos econômicos o sistema não pôde ser executado, mesmo com um grande interesse do proprietário da residência, sendo que o mesmo diz que o gasto de água com a piscina é muito elevado, cada vez que é feito o despejo da água para a manutenção, e com o projeto ele poderia reservar uma quantidade significativa para repor ou para utilizar na edícula.

Portanto, fica a sugestão para novas pesquisas serem elaboradas utilizando os dados neste trabalho levantados, e para uma possível execução e avaliação do método em relação a outros sistemas já existentes, avaliando a eficiência e a eficácia em relação à economia e ao meio ambiente.

6. REFERENCIAS

ABATI, Guilherme. **Mais de 45% da população pode não ter acesso à quantidade mínima de água em 2050**. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/noticias/mais-de-45-da-populacao-mundial-pode-nao-ter-acesso-a-quantidade-minima-de-agua-em-2050-alerta-coordenadora-do-fundacao-sos-mata-atlantica-em-evento-na-fiesp/>>. Acesso em: 01 junho 2015.

ALVES, José Eustáquio Diniz. **A transição urbana no Brasil**. ENCE/IBGE, Escola Nacional de Ciências Estatísticas, 2007. Disponível em: <http://www.ie.ufrj.br/aparte/pdfs/art_64_transicao_urbana_07nov09.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2015.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

Casa da torneira. **Registro gaveta**. Disponível em: <<http://www.casatorneira.com.br/>>. Acesso em: 30 out. 2015.

COHIM, Eduardo; GARCIA, Ana; KIPERSTOK, Asher. **Captação e aproveitamento de água de chuva: dimensionamento de reservatórios**. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 9., 2008, Salvador. Disponível em: <http://www.tec.lim.ufba.br/site/material_online/publicacoes/pub_art74.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2015.

CONAMA. **RESOLUÇÃO nº 274**: Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. 2000.

GERNER, Valter Rubens. **Perda de carga e comprimento equivalente**. SENAI, S/A. Disponível em: <<http://www.sp.senai.br/portal/refrigeracao/conteudo/perda%20de%20carga%20-valterv.1.pdf>> Acesso em: 10 jun. 2015.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisas**. São Paulo: Atlas, 2009.
Instituto Agrônômico do Paraná – IAPAR. **MÉDIAS HISTÓRICAS EM ESTAÇÕES DO IAPAR**. Londrina, 2014. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1070>>. Acesso em: 11/10/2015.

CARAMORI, Paulo Henrique; FARIA, Rogério Teixeira de. **ESTIMATIVA DA EVAPO TRANSPIRAÇÃO POTENCIAL PARA LONDRINA E PONTA GROSSA, PR**. Brasília, 1997. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/viewFile/14178/8124>>. Acesso em: 15/10/2015.

JUSTINO, Damião; NOGUEIRA, Élcio. **Dimensionamento do Sistema de Recalque para abastecimento de água da comunidade de Macundú, distrito de São João Marcos, município de Rio Claro, Rio de Janeiro**. Cadernos UniFOA. Volta Redonda, Ano VII, n. 18, abril 2012. Disponível em: <

<http://web.unifoa.edu.br/cadernos/edicao/18/11.pdf>> Acesso em: 01 julho 2015.

MANUAL DE DEFESA CIVIL. **Como agir em inundações**. Disponível em:<<http://www.defesacivil.mg.gov.br/conteudo/arquivos/manuais/Manuais-de-Defesa-Civil/Como-agir-em-Inundacoes.pdf>>. Acesso em: 09 jun. 2015.

Martins, Catarina. Dia Mundial da Água – “Água para a Vida”, **Ideias Ambientais**. Disponível em:<http://www.ideiasambientais.com.pt/artigo_da_agua.html>. Acesso em: 05 julho 2015.

Ministério da Saúde. **PORTARIA Nº 2.914: Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. 2011

MUNICÍPIO DE LONDRINA. **Plano Municipal de Saneamento Básico: relatório de diagnóstico da situação do saneamento**. Disponível em:<http://www1.londrina.pr.gov.br/dados/images/stories/Storage/gabinete/PMSB/aspectos_ambientais_03_10.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2015.

Organização das Nações Unidas. **O direito humano à água e saneamento**. Escritório das Nações Unidas, Espanha, 2010. Disponível em: <http://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_media_brief_por.pdf>. Acesso em: 10 março 2015.

PEIXOTO, Erica de Souza Pessanha. **Universalismo e relativismo cultural**. Disponível em:<http://www.conpedi.org.br/manaus/arquivos/anais/campos/erica_pessanha_peixoto.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2015.

PIZELLA, Denise Gallo; SOUZA, Marcelo Pereira. **Impactos ambientais do escoamento superficial urbano sobre as águas doces superficiais**. Sociedade de Ecologia do Brasil, São Paulo, S/A. Disponível em: <<http://www.seb-ecologia.org.br/viiceb/resumos/366a.pdf>>. Acesso em: 01julho 2015.

PVC Brasil. **Tê soldável/Rosca SR**. Disponível em: <http://www.pvcbrasil.com.br/produto/199/T%C3%AA_Sold%C3%A1vel/_Rosca_SR/>. Acesso em: 30 out. 2015.

SNATURAL. **Água de Chuva - Captação e Armazenamento**. Disponível em:<<http://www.snatural.com.br/Agua-Chuva-Captacao-Armazenamento-C.html>>. Acesso em: 08 jun. 2015.

Soluções industriais. **Automação e robótica**. Disponível em: <<http://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/automatizacao-e-robotica/chp-central-hidraulica-pneumatica-ltda-/produtos/conexoes/tubos-para-diversas-aplicacoes>>. Acesso em: 30 out. 2015.

TUCCI, Carlos E. M. **Água no meio urbano**. Livro Água Doce, Rio Grande do Sul, 1997. Disponível em: <<http://4ccr.pgr.mpf.mp.br/institucional/grupos-de-trabalho/encerrados/residuos/documentos->

diversos/outros_documentos_tecnicos/curso-gestao-do-territorio-e-manejo-integrado-das-aguas-urbanas/aguanomeio%20urbano.pdf>. Acesso em: 01 julho 2015.

TUCCI, Carlos E. M. **Inundações urbanas**. Porto Alegre, 2007. Disponível em: <http://4ccr.pgr.mpf.mp.br/institucional/grupos-de-trabalho/encerrados/residuos/documentos-diversos/outros_documentos_tecnicos/curso-gestao-do-territorio-e-manejo-integrado-das-aguas-urbanas/drenagem1.PDF>. Acesso em: 30 out. 2015.

VASCO, Paulo Sérgio. **Projetos regulam o abastecimento de água por fontes alternativas**. Agência Senado, Brasil, 2015. Disponível em: <<http://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2015/04/24/projetos-regulam-o-abastecimento-de-agua-por-fontes-alternativas>>. Acesso em: 01 julho 2015.

VIVACQUA, Maria Carolina Rivoir. **Qualidade da Água do Escoamento Superficial Urbano – Revisão Visando o Uso Local**. 2005. 189 f. Tese (Mestrado em Ciências e Tecnologia do Ambiente, Engenharia Civil e Minas) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.pluridoc.com/Site/FrontOffice/default.aspx?module=Files/FileDescription&ID=1292&state=FD>>. Acesso em: 25/09/2015.