

N. CLASS. M551.577
CUTTER F.224p
ANO/EDIÇÃO 2014

UNIS - CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS
ZOROASTRO PEREIRA FARIA

PROJETO DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL
PARA EDIFICAÇÃO UNIFAMILIAR DE PEQUENO PORTE

Varginha- MG
2014

FEPESMIG

UNIS - CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS
ZOROASTRO PEREIRA FARIA

**PROJETO DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL
PARA EDIFICAÇÃO UNIFAMILIAR DE PEQUENO PORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao
Centro Universitário do Sul de Minas - UNIS como
parte dos requisitos necessários para a obtenção
do Grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora:

M.Sc. Ivana Prado de Vasconcelos

Varginha – MG

2014

ZOROASTRO PEREIRA FARIA

**PROJETO DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL
PARA EDIFICAÇÃO UNIFAMILIAR DE PEQUENO PORTE**

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Centro Universitário do Sul de Minas - UNIS como
parte das exigências do programa de graduação
em Engenharia Civil.**

Prof.^a M. Sc. Ivana Prado de Vasconcelos
Presidente da Banca - Orientadora

Membro

Membro

Membro Suplente

Varginha - MG, 04 de Agosto de 2014

Dedico este trabalho a todos que
contribuíram direta ou indiretamente em
minha formação acadêmica.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade de me conceder o privilégio de conviver com mestres e colegas de curso tão especiais.

À minha família, pelo sentimento manifestado de que meu sonho seria possível de realização e mérito.

À Professora M. Sc. Ivana Prado de Vasconcelos, pela constante orientação, atenção e paciência neste período de estudo.

Aos Professores do curso de graduação em Engenharia Civil, pela competência e dedicação na transmissão de seus conhecimentos.

Aos colegas de curso, pelo incentivo e apoio, em especial André Valim e Ana Paula.

RESUMO

A captação de água pluvial para fins não potáveis em residências torna-se necessária face à tendência de diminuição da oferta e até escassez de outras fontes naturais de água doce fornecida pela natureza. Baseado nessa realidade será elaborado projeto de captação de água pluvial, para fins não potáveis, para uso na descarga da bacia sanitária e torneira de quintal, a ser instalado numa residência de 58,74 m², a ser construída na cidade de Varginha - MG, de acordo com a NBR 15527 - Requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2007). O levantamento do índice pluviométrico da região e área de contribuição da residência fornecerá subsídios para verificação do atendimento da demanda a partir do volume de água pluvial captado para que a mesma seja armazenada em reservatório no solo e usada no período de estiagem.

Visando a viabilidade econômica e ambiental, o projeto será pautado na redução do consumo de água potável, economia do recurso natural, exclusão do uso da energia elétrica na sua operação e ainda haver a possibilidade de significativa redução na fatura de água da concessionária local.

Palavras chave: Água pluvial; Fins não potáveis; Recurso natural

ABSTRACT

The collection of rainwater for non-potable purposes in homes becomes necessary due to the trend of lower supply shortages and to other natural sources of fresh water provided by nature. Based on this reality will elaborate design to capture rainwater for non-drinking purposes , for use in the discharge of sanitary bowl and yard tap, to be installed in a residence of 58.74 m² , to be built in the city of Varginha - MG according to NBR 15527 , 2007 - Requirements for the use of rainwater from roofs in urban areas for non-potable purposes , the Brazilian Association of Technical Standards (ABNT) . Lifting the rainfall in the region and contributing area of residence will provide subsidies for verification of meeting the demand from the volume of rainwater captured ; for it to be stored in the reservoir in the soil and used in the dry season . Aimed at economic and environmental feasibility , the project will be guided by the reduction of potable water consumption , natural resource economics, excluding the use of electricity in its operation and still be the possibility of a significant reduction in the water bill from the local utility .

Keywords: Rainwater ; Non-potable purposes ; natural resource

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tarifas aplicáveis aos usuários – Água – Abastecimento de água (ARSAE-MG, 2013).

Tabela 2 – Tarifas aplicáveis aos usuários – Esgoto – Esgotamento sanitário (ARSAE-MG, 2013).

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. JUSTIFICATIVA.....	13
3. OBJETIVOS.....	14
3.1 Objetivo Geral	14
3.2 Objetivos Específicos	14
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
4.1. Dados tarifários da concessionária COPASA-MG	15
4.2. Sistema predial de água fria.....	16
4.2.1. Elementos do sistema predial de água fria.....	16
4.2.2. Classificação do sistema a ser usado no projeto.....	17
4.2.3. Tipos de sistemas indiretos por gravidade	17
4.3. Consumo de água nas edificações por peça	18
4.3.1. Bacias sanitárias	18
4.4. Conceituação e caracterização do sistema de aproveitamento de águas pluviais	19
4.5. Aplicações do sistema de aproveitamento de águas pluviais	20
4.5.1. Indicações	20
4.5.2. Usos	20
4.5.3. Benefícios.....	20
4.6. Legislação e Normas Técnicas pertinentes ao sistema de captação e aproveitamento de águas pluviais.....	21
4.7. Consumo de água na descarga da bacia sanitária	22
5. METODOLOGIA.....	23
6. RESULTADOS	25
6.1. Dados para a captação de água de chuva.....	25
6.1.1 Área de contribuição.....	25
6.1.2. Equação para o volume de captação	26
6.2. Dados sobre o consumo da água	26
6.2.1 Pontos de consumo de água não potável a serem considerados na residência	27
6.2.2. Volume a ser considerado para construção do reservatório.....	27
6.3. Considerações sobre o volume de água pluvial a ser captado	27

6.4. Consumo de água não potável para uso na descarga da bacia sanitária.....	28
6.5. Consumo de água não potável para uso na torneira de quintal.....	28
6.5.1. Rega de gramado e plantas ornamentais.....	28
6.5.2. Lavagem de veículo.....	28
6.5.3. Limpeza de pátio e calçadas.....	28
6.6. Economia na fatura da COPASA-MG.....	29
6.7. Simulação de faturamento para consumo de 18.000 litros de água potável - na fatura da COPASA-MG (ARSAE- MG, 35/2013).....	29
6.8. Simulação de faturamento considerando a diminuição do volume, pelo motivo do uso da água de chuva para fins não potáveis, na fatura da COPASA-MG (ARSAE- MG, 35/2013).....	29
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
8. CRONOGRAMA DE ATIVIDADES – TCC 2.....	32
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

1. INTRODUÇÃO

A conservação dos recursos naturais é uma preocupação constante da sociedade na atualidade. Dentre estes recursos, a água é um dos mais preciosos, uma vez que é indispensável para a vida no nosso planeta.

Além de se tratar de um recurso vital e finito, a água é importante para o desenvolvimento de diversas atividades econômicas e tecnológicas.

Segundo a ONG (UNIÁGUA, 2006), os oceanos dominam cerca de 2/3 da superfície do planeta Terra. Dos 1,35 milhões de quilômetros cúbicos considerados como volume total de água do planeta, 1,32 milhões de quilômetros cúbicos (97,7%), são de água salgada que formam os mares e oceanos, 0,03 milhões de quilômetros cúbicos (2,5%), são de água doce, localizada em locais com dificuldades de acesso, ou seja, geleiras e depósitos subterrâneos, dessa quantidade apenas 0,0000945 milhões de quilômetros cúbicos (0,007%), são de água doce localizadas nos lagos, rios de superfície e na atmosfera com acesso facilitado para consumo humano.

Embora seja grande a quantidade de água doce encontrada no planeta, há possibilidade de escassez dos recursos hídricos em algumas regiões onde já existem problemas para suprir a demanda, devido ao aumento da população na área urbana.

De acordo com relatórios da Organização das Nações Unidas, a atual população mundial é estimada em aproximadamente 6,5 bilhões de pessoas, tendendo a alcançar a marca de 9 bilhões em 2050 (ONU, 2006), sobrecarregando ainda mais os sistemas de abastecimento de água.

Devido a este acentuado aumento da população mundial, vem ocorrendo uma redução gradual da qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos.

Esta situação é agravada pelo aumento do consumo de água, oriundo do desperdício, uso inadequado dos aparelhos sanitários e vazamentos nas instalações.

De acordo com essa realidade, é necessário chamar atenção dos usuários, para o uso sustentável da água, por se tratar de quesito de base para a sustentação da vida no planeta.

A introdução de novas técnicas para o aproveitamento da água se faz necessário, baseado nessa real situação. O aproveitamento da água da chuva é

indicado como uma alternativa, uma vez que há disponibilidade desse recurso natural na maioria das regiões do nosso país.

No desenvolvimento do projeto de captação de águas pluviais, numa residência de 58,74m², a ser construída na cidade de Varginha – MG, para ocupação de 4 moradores, serão demonstradas as diversas etapas até que se obtenha a água pluvial armazenada e desinfetada com cloro, para uso não potável, ou seja, para uso na descarga da bacia sanitária e torneira de quintal.

A substituição de água potável pela água pluvial na descarga da bacia sanitária e na torneira do jardim teria como consequência a redução do valor da fatura mensal de água, aproveitamento de recurso natural disponível gratuito, redução das enchentes e diminuição do volume de água de deflúvio nas redes públicas.

Com a retenção da água pluvial para uso não potável haveria uma redução dos gastos do poder público com obras de saneamento, levando em consideração que, a diminuição do volume da água de deflúvio gera um projeto de drenagem urbana mais econômico, com favorecimento do meio ambiente e da economia ao erário público.

2. JUSTIFICATIVA

A preservação dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade é de suma importância hoje e também para as futuras gerações. Com base nessa realidade, percebe-se a necessidade crescente da utilização de novas técnicas de aproveitamento da água. Esse fato é ainda reforçado face a atual crise de abastecimento na região sudeste do Brasil, que por consequência da estiagem irregular nos últimos tempos, não houve o reabastecimento das grandes represas, provocando racionamento de abastecimento de água, bem como a possibilidade de ocorrência de desabastecimento.

Uma alternativa que visa suprir a demanda da população em relação ao uso de água para fins não potáveis, é o aproveitamento de água da chuva, um recurso natural amplamente disponível na maioria das regiões do Brasil.

Justifica-se à realização desse projeto o objetivo de evidenciação da necessidade de aproveitamento de água pluvial, para uso não potável, ou seja, para abastecimento da descarga da bacia sanitária e torneira de quintal, tendo como base um projeto arquitetônico de uma residência de 58,74m², a ser construída na cidade de Varginha - MG, para ocupação de 4 moradores.

Esse projeto representa um notável favorecimento ao meio ambiente reduzindo a água retirada dos mananciais, para tratamento em estações, nas quais é utilizada energia elétrica para bombeamento da água.

Neste projeto o transporte e distribuição da água pluvial até os pontos de consumo serão feitos por gravidade objetivando também a economia de energia elétrica.

A possibilidade de extensão deste projeto a um maior número de residências traria uma redução dos gastos do poder público com obras de saneamento, levando em consideração que a diminuição do volume da água de deflúvio gera um projeto de drenagem urbana mais econômico.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Elaborar projeto de captação de água pluvial, para fins não potáveis, para uso na descarga de bacia sanitária e torneira de quintal, a ser instalado numa residência de 58,74 m², a ser construída na cidade de Varginha - MG, baseando-se na NBR 15527- Requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis (ABNT, 2007).

3.2 Objetivos Específicos

- Levantar o volume da captação de água pluvial, com base nos índices pluviométricos da região e área de contribuição da cobertura da residência;
- Pesquisar em literaturas dados sobre consumo de água residencial, em pontos específicos como: bacia sanitária, torneira de jardim para lavagem de áreas externas, passeios, rega de jardins e plantas ornamentais e lavagem de veículos;
- Desenvolver cálculos de consumo de água para quatro moradores, no uso da bacia sanitária e torneira de jardim da residência;
- Dimensionar reservatório para armazenamento da água pluvial captada, a ser colocado sobre o solo;
- Elaborar, paralelamente ao projeto de sistema de captação de água pluvial, outro projeto de sistema tradicional de distribuição de água potável, fornecida pela concessionária local;
- Calcular a economia gerada na fatura da COPASA-MG com a substituição da água potável nos pontos de consumo: descarga da bacia sanitária e torneira de quintal.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. Dados tarifários da concessionária COPASA-MG

A seguir serão demonstrados dados tarifários fornecidos pela Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais (ARSAE-MG), com a finalidade de exibição de valores do custo da água tratada, a serem praticados pela COPASA-MG.

Classe de Consumo	Código Tarifário	Intervalo de Consumo (m ³)	Tarifa de aplicação (Maio/2013 a Abril/2014)
Residencial até 10m ³	Res até 10m ³	0 a 6	13,05
		Maior que 6 a 10	2,178
Residencial maior que 10m ³	Res maior que 10m ³	0 a 6	13,75
		maior que 6 a 10	2,293
		maior que 10 a 15	4,460
		maior que 15 a 20	4,471
		maior que 20 a 40	4,493
	maior que 40	8,241	

Tabela 1 - Tarifas aplicáveis aos usuários – Água – Abastecimento de Água
Fonte: Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais

Classe de Consumo	Código Tarifário	Intervalo de Consumo (m ³)	Tarifa de aplicação (Maio/2013 a Abril/2014)
Residencial até 10m ³	Res até 10m ³	0 a 6	11,77
		maior que 6 a 10	1,960
Residencial maior que 10m ³	Res maior que 10m ³	0 a 6	12,37
		maior que 6 a 10	2,064
		maior que 10 a 15	4,014
		maior que 15 a 20	4,024
		maior que 20 a 40	4,043
	maior que 40	7,418	

Tabela 2 - Tarifas Aplicáveis aos Usuários – Esgoto – Esgotamento Sanitário
Fonte: Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais

4.2. Sistema predial de água fria

De acordo com as exigências e recomendações da NBR 5626 – Instalação predial de água fria (ABNT, 1998), alguns pontos devem ser atendidos para o bom funcionamento do sistema de água fria, dispondo os seguintes requisitos:

- Garantia do fornecimento de água de forma contínua em quantidade suficiente, com pressões e velocidades adequadas, favorecendo um perfeito funcionamento para o sistema de tubulações e peças;
- Cuidado rigoroso com a qualidade da água do sistema de abastecimento;
- Garantia do máximo conforto aos usuários incluindo a redução dos níveis de ruído nas tubulações.

Segundo Ilha e Gonçalves O. (1994), o projeto do sistema predial de água fria deve ser feito de forma a garantir que a água chegue em todos os pontos de consumo sempre que necessário, em quantidade e qualidade adequadas ao uso. Além disso deve permitir a rastreabilidade e acessibilidade ao sistema em caso de manutenção.

4.2.1. Elementos do sistema predial de água fria

Ainda segundo os autores supracitados, toda a captação de água para um sistema predial pode ser atribuída de duas maneiras, sendo elas: através de fontes particulares ou por meio da rede pública é comentado que:

Se a captação de água for feita a partir de uma fonte particular, deve ser previsto um sistema de tratamento, a fim de se garantir a qualidade da água para uso humano. De qualquer forma, caso exista rede urbana, as fontes particulares podem ser utilizadas para outras finalidades, tais como combate a incêndio, lavagem de pisos, uso industrial, entre outros. (ILHA e GONÇALVES O., 1994 p. 08).

O abastecimento de água é feito por meio de uma ligação predial, que compreende:

- Ramal predial propriamente dito, ou ramal externo: É o trecho compreendido entre a rede pública e o aparelho medidor (hidrômetro).
- Alimentador predial ou ramal interno de alimentação: É o trecho compreendido entre o hidrômetro e a primeira derivação, ou até a válvula de flutuador (válvula de boia), na entrada de um reservatório.

A distribuição compreende os elementos que levam a água desde o reservatório até os pontos de consumo (ou peças de utilização).

4.2.2. Classificação do sistema a ser usado no projeto

Sistema Indireto por gravidade (sistema indireto RS), composto de reservatório elevado, alimentado diretamente pelo sistema de abastecimento público, com função de alimentar a rede de distribuição da residência.

Além desse sistema haverá outro sistema paralelo e independente para uso não potável da água pluvial captada, tendo como objetivo o abastecido de bacia sanitária e torneira de quintal.

4.2.3. Tipos de sistemas indiretos por gravidade

Segundo Ilha e Gonçalves O. (1994), são configurados em três tipos os sistemas indiretos por gravidade; sendo: o sistema indireto RS, o sistema indireto com bombeamento e o sistema indireto RI-RS.

4.2.3.1. Sistema indireto RS

O sistema indireto RS é composto por um alimentador predial equipado com válvula e boia, um reservatório superior e uma rede de distribuição. Quando há consumo na rede de distribuição, ocorre uma diminuição no nível do reservatório causando uma abertura total ou parcial da válvula de boia. Tal abertura implica num reabastecimento do reservatório superior proporcionado pela rede de abastecimento, através do alimentador predial. Para a adoção deste sistema, faz-se necessário uma rede de abastecimento com condições hidráulicas suficientes para elevar a água ao reservatório superior. (ILHA e GONÇALVES O., 1994 p. 10).

4.2.3.2. Sistema indireto com bombeamento

No caso do sistema indireto com bombeamento, tem-se um alimentador predial equipado com válvula de boia, a instalação elevatória, o reservatório superior e a rede de distribuição. Esta solução é adotada quando não forem oferecidas, pelo sistema de abastecimento, condições hidráulicas suficientes para elevação da água ao reservatório superior. Desta forma, a finalidade do sistema de recalque é elevar a água diretamente do sistema de abastecimento ao reservatório superior, sendo o suprimento feito conforme o controle imposto pela válvula de boia. (ILHA e GONÇALVES O., 1994 p. 10).

4.2.3.3. Sistema indireto RI-RS

Este sistema é composto por um alimentador predial com válvula de boia, reservatório inferior, instalação elevatória, reservatório superior e rede de distribuição. O início do ciclo de funcionamento deste sistema ocorre quando o reservatório superior estiver no nível máximo e a instalação elevatória desligada. O reservatório superior possui uma chave elétrica de nível, a qual aciona a instalação elevatória num nível mínimo e desliga a mesma num nível máximo. Desta forma, havendo consumo na rede de distribuição, o nível da água no reservatório superior desce até atingir o nível de ligação, acionando a instalação elevatória, a qual será novamente desligada quando a água voltar a atingir o nível máximo, encerrando assim o ciclo. Paralelamente, quando do acionamento da instalação elevatória, a válvula de boia do alimentador predial abre-se parcial ou totalmente, e o reservatório inferior passa a ser alimentado pela rede de abastecimento. Vale salientar que o reservatório inferior também é equipado de uma chave elétrica de nível, a qual impossibilitará o acionamento da instalação elevatória quando o referido reservatório estiver vazio. Convém salientar que as características de funcionamento do sistema em questão, evidenciam que as condições hidráulicas exigidas ao sistema de abastecimento referem-se apenas ao reservatório inferior. (ILHA e GONÇALVES O., 1994 p.10).

4.3. Consumo de água nas edificações por peça

A distribuição do consumo de água numa residência está classificada como uso interno e uso externo. A utilização interna da água distribui-se em atividade de limpeza e higiene, enquanto que a utilização externa ocorre principalmente devido à rega de jardins, lavagem de calçadas, veículos, entre outros. Estudos realizados no Brasil e no exterior mostram que dentro de uma residência o maior consumo de água concentra-se na descarga dos vasos sanitários, na lavagem de roupas e nos banhos. Em média, 40% do total de água consumida em uma residência são destinados aos usos não potáveis. (GONÇALVES, 2009).

4.3.1. Bacias sanitárias

As bacias sanitárias fabricadas a partir de 2003 gastam 6 litros por acionamento de 6 segundos, sendo que as mais antigas gastam a partir de 9 litros. (SABESP, sem data de publicação).

4.3.2. Torneira de quintal

Torneira aberta durante 1 minuto gera consumo de 18,6 litros. Seu consumo pode ser destinado a diversos usos como: rega de gramados e plantas ornamentais, lavagem de calçadas e veículos, limpeza de pátios. (SABESP, sem data de publicação).

4.4. Conceituação e caracterização do sistema de aproveitamento de águas pluviais

A inevitável necessidade da prática sustentável da utilização dos recursos hídricos nos dias atuais, torna-se obrigatório novas formas de projetar as moradias, de modo que se aproveite a água pluvial para usos que dispensem a utilização de água potável, que possui um custo elevado para seu processamento.

De acordo com a EMPRESA OTTO GRAF, as regras a serem observadas no dimensionamento e na instalação do sistema de aproveitamento de águas pluviais (SAAP), são:

- Adoção de um modelo de cálculo específico para aferição das quantidades e das necessidades de água em cada projeto.
- Admitir apenas como úteis as superfícies de recolha que não estejam em contato periódico com pessoas, animais ou máquinas.
- Adaptar sistemas de filtragem que rejeitem as primeiras águas após longos períodos sem pluviosidade, em valores médios de rejeição de 0,5 litros por m². Técnica conhecida por "First Flush".
- Prever uma válvula de corte no início do sistema, com desvio para o coletor pluvial, de modo a "desligar" todos os seus componentes para verificação, manutenção ou substituição.
- Prever uma válvula anti-refluxo com membrana anti-roedores na saída (overflow) do esgoto do depósito de armazenamento, que deve estar ligado ao coletor pluvial.
- Utilizar um depósito de armazenamento construído num material cujas paredes sejam isentas de porosidade, nem propiciem reações químicas. O polietileno de alta densidade é neste momento o material mais indicado para guardar a água da chuva.
- O depósito deve ser enterrado, garantindo-se que a água da chuva fica protegida da luz e uma temperatura sem grandes variações. Dessa forma se pode evitar a formação de algas e o desenvolvimento de certos micro-organismos.
- O depósito deve ter uma abertura tamponada capaz de permitir o acesso ao seu interior para manutenção.
- A entrada de água no interior do depósito deve ser feita do fundo para a superfície através de um acessório especial que não origine turbulência, além de que dessa forma se consegue uma oxigenação da água armazenada sempre que entra uma nova.
- A captação de água no interior do depósito pela bomba deve acontecer a cerca de dez, quinze centímetros abaixo do nível, sendo nessa zona que se encontra a melhor qualidade.
- O dimensionamento do sistema deve prever que o overflow do depósito aconteça entre três a cinco vezes por ano, garantindo-se uma boa renovação.
- No caso de a água da chuva alimentar alguns equipamentos no interior dos edifícios, cisternas de WC, por exemplo, essa canalização deve ser independente da restante e sem possibilidade de cruzamento. As bombas que simultaneamente estão ligadas ao depósito da água da chuva e ao mesmo tempo à rede potável, fazendo a comutação automática após esgotar-se o depósito, devem possuir homologação garantindo a não entrada de água pluvial na rede potável por refluxo.

- Todas as torneiras alimentadas pela água da chuva devem ser assinaladas com etiquetas indicando "água não potável ou imprópria para beber". Essas torneiras só poderão ser manipuladas com uma chave de segurança.
- A manutenção e limpeza do sistema deve privilegiar as épocas do ano antes do início das chuvas e após o Inverno.
- Os principais parâmetros físico-químicos da água armazenada no depósito deve ser verificada com intervalos máximos de seis meses.
- De três em três anos poderá ser recomendável o esvaziamento total do depósito e a sua lavagem profunda.

4.5. Aplicações do sistema de aproveitamento de águas pluviais

Segundo o INSTITUTO PARA O DESENVOLVIMENTO DA HABITAÇÃO ECOLÓGICA (IDHEA, 2009), o sistema de captação de água de chuva é descrito como:

É uma tecnologia sustentável para aproveitamento da água pluvial, instalado a partir da cobertura (telhados ou lajes) de imóveis de todos os tipos, tais como casas, prédios residenciais e comerciais, indústrias etc. O sistema consiste em recolher, filtrar, armazenar e descontaminar a água de chuva, deixando-a própria para uso em áreas interna e externa atendendo as disposições da Norma 15527 da ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas.

4.5.1. Indicações

Em casas térreas ou sobrados, com telhados de qualquer tipo;
Condomínios e prédios de apartamentos;
Galpões industriais com grandes áreas de cobertura;
Coberturas de granjas.

4.5.2. Usos

Para a descarga de vasos sanitários em banheiros;
Em regas de hortas e jardins; na lavagem de pisos, quintais e automóveis;
Para lavagem de áreas externas, calçadas, garagens e rega de jardins (em casas, prédios e condomínios);
Em indústrias, para resfriamento de caldeira e extrusoras, lavagem de peças, além dos usos já citados;
Em áreas rurais, para irrigação, lavagem de criatórios de animais e bebedouro.
Obs.: Em centros urbanos, recomenda-se a água de chuva apenas para fins não-potáveis (não deve ser usada para beber, tomar banho, lavar e cozinhar alimentos).

4.5.3. Benefícios

Redução no valor da conta de água;
Serve como reserva em épocas de seca ou de falta d'água.

4.6. Legislação e Normas Técnicas pertinentes ao sistema de captação e aproveitamento de águas pluviais

A NBR 15.527 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2007) fornece os requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis.

O tratamento para usos domésticos não potáveis é realizado visando alcançar características de qualidade compatíveis com os usos desejados.

Segundo a norma brasileira NBR 10844 – Instalações prediais de águas pluviais (ABNT, 1989), a condução das águas precipitadas sobre as coberturas usualmente é feita por meio de calhas, condutores, grelhas, caixas de amortecimento e outros componentes, projetados da mesma forma que nas instalações prediais de águas pluviais e tem como objetivo a fixação de exigências e critérios necessários aos projetos das instalações de drenagem de águas pluviais, visando garantir níveis aceitáveis de funcionalidade, segurança, higiene, conforto, durabilidade e economia.

As exigências e recomendações relativas ao projeto, execução e manutenção da instalação predial de água fria estão estabelecidas na norma brasileira NBR 5626 (ABNT, 1998) e são originadas fundamentalmente do respeito aos princípios de bom desempenho da instalação e da garantia de potabilidade da água, no caso de instalação de água potável.

A execução do projeto predial de água não potável, bem como a manutenção das instalações serão pautadas nas exigências e recomendações da NBR 5626 (ABNT, 1998).

Em 2007 foi regulamentada a NBR 15527, da ABNT, a qual fornece os requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis, onde a água de chuva, após tratamento adequado, poderá ser utilizada em descargas de bacias sanitárias, irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, limpeza de pátios, espelhos d'água e usos industriais.

Conforme a NBR 15527 - Requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis (ABNT, 2007), alguns cuidados deverão ser tomados na implantação e manutenção do sistema de captação e aproveitamento de águas pluviais:

- impedir a incidência direta de luz do sol e do calor no reservatório para evitar a proliferação de microorganismos e proteger o reservatório da entrada de animais através da tubulação de extravasão;
- deverão ser tomados os devidos cuidados para que a água de chuva não contamine o reservatório de água potável, caso estejam interligados;
- no fundo do reservatório deverá existir um dispositivo para minimizar o turbilhonamento da água e não agitar o material sedimentado no fundo do reservatório de água de chuva, dificultando a suspensão de sólidos e o arraste de materiais flutuantes;
- recomenda-se que a retirada da água seja feita a 15 cm da superfície;
- o reservatório deve possuir dispositivos que impeçam a conexão cruzada, quando alimentado por uma fonte de água potável;
- a tubulação de água de chuva deverá ser de outra cor para realçar o uso não potável, além disso, poderão ser utilizadas roscas e torneiras diferentes para evitar uma possível interconexão com o sistema de água potável;
- próximo à mangueira do jardim ou quintal deverá ser afixada uma placa de aviso onde constará: "água não potável", bem como a identificação gráfica;
- não deverá ser feita a conexão da rede de água potável com a rede de água de chuva no sistema de distribuição, impedindo a conexão cruzada, de acordo com a NBR 5626 – Instalação predial de água fria (ABNT, 1998);
- os reservatórios devem ser limpos e desinfetados com solução de derivado clorado, no mínimo uma vez por ano, de acordo com a NBR 5626 – Instalação predial de água fria (ABNT, 1998).

4.7. Consumo de água na descarga da bacia sanitária

Um acordo entre os fabricantes de vasos sanitários brasileiros, em 2003, permitiu que um novo modelo com caixa acoplada fosse adotado. Esse modelo, com caixa acoplada, possui um gasto fixo de 6 litros por descarga, normatizado pela NBR 15.097 – Aparelho sanitário de material cerâmico (ABNT, 2004).

Segundo pesquisas realizadas no Campus Regional de Resende, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ, 2008), a média de frequência de uso das bacias sanitárias foi de 4 vezes ao dia por pessoa.

5. METODOLOGIA

Para a verificação da oferta de água de chuva e capacidade de captação, para atendimento às necessidades da residência objeto do projeto, serão considerados os índices pluviométricos da região e instruções sobre a área de contribuição da residência.

Os índices pluviométricos da região serão fornecidos pela Fazenda Experimental de Varginha - MG - Fundação Pró-Café, cuja estação pluviométrica está localizada em latitude 21° 34' 00", longitude 45° 24' 22" e altitude 940m.

Área de contribuição é a soma das áreas das superfícies que, interceptando chuva, conduzem as águas para determinado ponto da instalação, ou seja, para as calhas.

Para área de contribuição da residência será considerado o seu telhado, que se apresenta composto de duas águas de iguais dimensões.

A geometria do telhado se enquadra como área de contribuição, no item "superfície inclinada" e segundo a NBR 10844 – Instalações prediais de águas pluviais (ABNT, 1989), deverão ser consideradas as dimensões como altura, largura e comprimento das águas do telhado, para composição de área (A), que será um item da equação do volume de captação $Q = (I \times A)$, onde:

Q = volume de captação, em Litros/mês

I = intensidade pluviométrica, em mm/mês e

A = área de contribuição, em m²

Água de telhado refere-se à superfície usualmente plana e inclinada, usada como cobertura de uma edificação, que vai da cumeeira ao beiral, sobre a qual escoam as águas pluviais numa única direção. A sua inclinação depende do elemento e do material utilizado na cobertura.

O volume de água não potável será estimado para a descarga da bacia sanitária e torneira de quintal, considerando o consumo de 4 pessoas que ocuparão a residência.

O reservatório para armazenamento de água pluvial será construído sobre o solo e a distribuição da água não potável aos pontos específicos, ou seja, descarga da bacia sanitária e torneira do jardim será efetuada por gravidade.

A distribuição por gravidade será possível pelo fato da residência possuir somente um pavimento e da elevação de 1 metro na base do reservatório, criando dessa maneira um desnível favorável.

Na falta de chuvas e possível esgotamento da reserva de água pluvial no reservatório, os dois pontos específicos serão abastecidos com a água potável do sistema convencional, servida pela concessionária local. As instalações de água potável e água pluvial tratada serão independentes, para que não haja risco de contaminação da primeira.

6. RESULTADOS

6.1. Dados para a captação de água de chuva

De acordo com a Fazenda Experimental de Varginha – MG – Fundação Pró-Café, sua estação apresenta índices pluviométricos que variam de 1400 a 1600 mm/ano, para um levantamento de período aproximado de 40 anos.

Média histórica do período entre 1974 a 2013:

Outubro = 110,9 mm

Novembro = 177,6 mm

Dezembro = 264,1 mm

Janeiro = 281,8 mm

Fevereiro = 186,7 mm

Março = 177,5 mm

O período de estiagem na região ocorre nos meses de abril, maio, junho, julho, agosto e setembro.

6.1.1 Área de contribuição

O telhado da residência se apresenta composto de duas águas de iguais dimensões, sendo:

Altura (h) de 1,04m (altura da água do telhado);

Largura (a) de 4,05m (largura da água do telhado);

Comprimento (b) de 10,08m (comprimento da água do telhado).

A área de contribuição (AC), com superfície inclinada, determina a seguinte equação:

$$AC = (a + h/2) \times b$$

$$AC = (4,05 + 1,04/2) \times 10,88 = 49,72\text{m}^2 \times \text{duas águas} = 99,44\text{m}^2$$

6.1.2. Equação para o volume de captação

$Q = (I \times A)$, onde:

Q = Volume de captação, em mm/mês;

I = intensidade pluviométrica, em mm/mês e

A = área de contribuição, em m^2 .

Volume de captação = média histórica do mês x área de contribuição:

Volume para mês de outubro:

$$Q = 110,9 \times 99,44 = 11.027,8 \text{ litros}$$

Volume para mês de novembro:

$$Q = 177,6 \times 99,44 = 17.660,5 \text{ litros}$$

Volume para mês de dezembro:

$$Q = 264,1 \times 99,44 = 26.262,1 \text{ litros}$$

Volume para mês de Janeiro:

$$Q = 281,8 \times 99,44 = 28.022,1 \text{ litros}$$

Volume para mês de Fevereiro:

$$Q = 186,7 \times 99,44 = 18.565,4 \text{ litros}$$

Volume para mês de Março:

$$Q = 177,5 \times 99,44 = 17.650,6 \text{ litros}$$

6.2. Dados sobre o consumo da água

A média de consumo de água, para uso geral, segundo o Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS), gira em torno de 150 litros/habitante/dia.

Sendo que 40% do consumo geral de uma residência é destinado ao uso não potável, (GONÇALVES, 2009).

6.2.1 Pontos de consumo de água não potável a serem considerados na residência

6.2.1.1 Caixa de descarga da bacia sanitária

Caixa de descarga acoplada, com consumo fixo de 6 litros por acionamento da descarga, normatizado pela NBR 15.097 (ABNT, 2004).

6.2.1.2. Torneira de quintal

Torneira com consumo de 18,6 litros/minuto, segundo informações da SABESP.

6.2.2. Volume a ser considerado para construção do reservatório

Será considerado o volume de 7.902 litros/mês para uso não potável, gerado pelos consumos demonstrados nos itens 6.4 e 6.5.

O volume de 7.902 litros/mês ficou bem próximo do volume de 7.200 litros/mês que foi obtido com base nas informações do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS), e percentual referenciado por GONÇALVES, 2009.

6.3. Considerações sobre o volume de água pluvial a ser captado

O menor volume a ser captado no período chuvoso, de acordo com a área de contribuição do telhado da residência e índice médio pluviométrico da Fazenda Experimental de Varginha, pertence ao mês de outubro, sendo 11.027,8 litros. Esse volume já é superior à necessidade mensal de água não potável que é de 7.902 litros/mês.

Considerando que a reservação deverá ser feita para suprir a demanda de água não potável nos meses de estiagem como abril, maio, junho, julho, agosto e setembro, temos:

$7.902,0 \text{ litros/mês} \times 6 \text{ meses} = 47.412,0 \text{ litros de água pluvial captada e armazenada.}$

O volume de 47.412,0 litros de água pluvial captada constituirá a reservação para suprir a demanda de água não potável na bacia sanitária e torneira de quintal durante 6 meses, correspondentes ao período de estiagem.

Do volume de 119.188,4 litros de água pluvial captados pela área de contribuição do telhado, apenas 47.412,0 litros serão armazenados e utilizados,

perfazendo um percentual de 39,78%. O restante será devolvido ao sistema primário de drenagem urbana, ou seja, para as sarjetas, ou repassado para uma propriedade vizinha, caso haja interesse de seu proprietário.

6.4. Consumo de água não potável para uso na descarga da bacia sanitária

A bacia sanitária a ser instalada na residência será com caixa de descarga acoplada com consumo igual a 6 litros por acionamento.

Considerando-se o uso do sanitário para 4 pessoas com 4 acionamentos/dia, usando 6 litros de água por acionamento, geraria consumo de 2.880,0 litros/mês.

6.5. Consumo de água não potável para uso na torneira de quintal

6.5.1. Rega de gramado e plantas ornamentais

Estimando-se uma rega a cada dois dias, com duração de 10 minutos cada rega, geraria consumo de 2.790,0 litros/mês.

(Base de cálculo: consumo de 18,6 litros/minuto - SABESP)

6.5.2. Lavagem de veículo

Estimando-se uma lavagem por semana, com duração de vinte minutos cada lavagem, geraria consumo de 1.488,0 litros/mês.

(Base de cálculo: consumo de 18,6 litros/minuto - SABESP)

6.5.3. Limpeza de pátio e calçadas

Estimando-se uma limpeza por semana, com duração de dez minutos cada limpeza, geraria consumo de 744,0 litros/mês.

(Base de cálculo: consumo de 18,6 litros/minuto - SABESP)

Conclui-se que apenas a bacia sanitária e a torneira de quintal, ou seja, os pontos de consumo que não necessitam fazer uso de água potável, geraria consumo de 7.902,0 litros/mês.

6.6. Economia na fatura da COPASA-MG

Levando-se em consideração que a média de consumo de água, segundo o Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS), está em torno de 150 litros/habitante/dia, o consumo de água para a residência do projeto seria de 18.000 litros/mês.

As tarifas de cada categoria são diferenciadas para as diversas faixas de consumo e progressiva, sem relação ao volume faturável. As tarifas deverão ser diferenciadas segundo as categorias de uso e faixas de consumo, assegurando-se subsídio aos clientes de menor poder aquisitivo, assim como dos grandes para os pequenos clientes (ARSAE-MG,35/2013).

Havendo a substituição de parte da água tratada da COPASA-MG pela água pluvial captada, automaticamente será gerada uma economia na fatura, originada da diminuição do volume a ser faturado, sendo que um volume menor será enquadrado nas menores faixas de tarifa.

6.7. Simulação de faturamento para consumo de 18.000 litros de água potável - na fatura da COPASA-MG (ARSAE- MG, 35/2013)

0 a 6 m ³ =	13,75 + 12,37 =	R\$ 26,12
6 a 10 m ³ =	(2,293 x 4) + (2,064 x 4) =	R\$ 17,43
10 a 15 m ³ =	(4,460 x 5) + (4,014 x 5) =	R\$ 42,37
15 a 20 m ³ =	(4,471 x 5) + (4,024 x 5) =	R\$ 42,47
	TOTAL=	R\$ 128,39

6.8. Simulação de faturamento considerando a diminuição do volume, pelo motivo do uso da água de chuva para fins não potáveis, na fatura da COPASA-MG (ARSAE- MG, 35/2013)

Consumo mensal total de água potável na residência = 18.000,0 litros

Consumo total mensal de água pluvial na residência = 7.902,0 litros

Diferença a ser fornecida pela COPASA-MG = 10.098,0 litros

$$0 \text{ a } 6 \text{ m}^3 = 13,75 + 12,37 = \text{R\$ } 26,12$$

$$6 \text{ a } 10 \text{ m}^3 = (2,293 \times 4) + (2,064 \times 4) = \text{R\$ } 17,43$$

$$10 \text{ a } 15 \text{ m}^3 = (4,460 \times 5) + (4,014 \times 5) = \text{R\$ } 42,37$$

$$\text{TOTAL} = \text{R\$ } 85,92$$

Economia gerada = R\$ 42,47 (R\$ 128,39 – R\$ 85,92)

OBS.: Caso houvesse uma pequena economia nas instalações que fazem uso da água potável, o consumo poderia ficar enquadrado nas duas primeiras faixas da tarifa, somando uma economia de R\$84,84 por mês (R\$ 128,39 – R\$ 43,55), equivalente a um percentual de 66,07% ao mês, com economia anual de R\$1.018,08.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na atualidade é notável e inadiável a necessidade de práticas de uso racional da água. Para minimizar o desequilíbrio entre oferta e demanda, garantir a sustentabilidade do desenvolvimento econômico e social e preservação do meio ambiente, é necessário a obtenção de métodos e sistemas alternativos sustentáveis, que venham contribuir com a diminuição da demanda desse recurso natural, tendo como bom exemplo as técnicas de aproveitamento de água pluvial.

Por reduzir o consumo de água potável, economizar o recurso natural, não fazer uso de energia elétrica na sua operação e a possibilidade de redução mensal de até 66,07% da fatura de água, da concessionária local, o projeto se torna absolutamente viável sob o aspecto econômico e ambiental.

Fazendo referência ainda ao aspecto ambiental haveria uma redução na retirada de água dos mananciais, menor volume para tratamento na estação local e menor consumo de energia elétrica. O volume mensal de economia de água potável poderia ser multiplicado exponencialmente na medida da implementação, em larga escala do projeto apresentado.

O conceito de preservação da água deve consolidar-se a partir da realidade da redução drástica na oferta desse recurso vital, com escassez das reservas hídricas, levando naturalmente à procura de novas receitas e projetos para valorização desse bem não renovável. A utilização de água pluvial, recurso disponível e gratuito, apresenta-se como saída para os efeitos da redução da oferta de água tratada, reservando-a para fins mais nobres que exigem qualidade no tratamento.

Longe de esgotar o tema, abre-se a discussão, incita-se a mais pesquisas e desenvolvimento de projetos para uma questão que cobra soluções a curto prazo.

A divulgação de projetos em desenvolvimento e projetos já implantados devem ser incentivados visando o aprimoramento das técnicas.

Recurso como a água pluvial não pode ser desprezado, seu aproveitamento deverá ser expressivo à administração de novos tempos, onde esse recurso natural precioso vale mais que dinheiro; vale vida.

8. CRONOGRAMA DE ATIVIDADES - TCC 2

ANO 2015

	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN
Elaboração do projeto de captação de água pluvial	X	X	X		
Redação do projeto	X	X	X	X	X
Revisão e entrega oficial do trabalho				X	
Apresentação do trabalho em banca					X

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (ARSAE-MG) - **Dados tarifários**. Minas Gerais: ARSAE, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5.626 – **Instalação predial de água fria**. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.844 – **Instalações prediais de águas pluviais**. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.097 – **Aparelho sanitário de material cerâmico**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.527 - **Requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis**. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO S.A (SABESP) – **Simulação de consumo**.

Disponível em: <[Http://WWW.sabesp.com.br/calandraweb/animacoes/index.html](http://WWW.sabesp.com.br/calandraweb/animacoes/index.html)>. Acesso em: 10 agosto 2014.

EMPRESA OTTO GRAF GmbH – **Aproveitamento da água de chuva**

Disponível em:

<<http://WWW.ecozen.pt/aproveitamentodeaguadachuva/conceito/tabid/64/default.aspx>>. Acesso em: 10 agosto 2014.

FUNDAÇÃO PRÓ-CAFÉ – FAZENDA EXPERIMENTAL DE VARGINHA – MG.

Boletim de avisos fitossanitários

Disponível em: <fundacaoprocafe.com.br/estacao-e-avisos>

Acesso em: 10 agosto 2014.

GONÇALVES, R. F. **Uso Racional da Água em Edificações**:in PROSAB-Rede Cooperativa de Pesquisas. Rio de Janeiro: ABES, 2006.

ILHA, Marina Sangoi de Oliveira; GONÇALVES, Orestes Marraccini – Texto Técnico – Série TT/PCC-08 – **Sistemas Prediais de Água Fria** - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1994.

INSTITUTO PARA O DESENVOLVIMENTO DA HABITAÇÃO ECOLÓGICA (IDHEA)
Sistema de captação de água de chuva.

Disponível em: <<http://WWW.idhea.com.br>>. Acesso em: 10 junho 2014.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, (ONU, 2006)

Disponível em: <<http://WWW.mundovestibular.com.br/articles/8463/1/ONU>>. Acesso em: 10 Ago 2014.

ROSSO, T. C. de A. et al - Pesquisa sobre racionalização e aproveitamento de água de chuva em edifícios públicos - Campus Regional de Resende – UERJ. Rio de Janeiro, 2008.

Disponível em: <[http:// www.recap.eng.uerj.br/lib/exe/fetch.php?id...](http://www.recap.eng.uerj.br/lib/exe/fetch.php?id...)> Acesso em: 05 Set 2014.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE O SANEAMENTO, (SNIS).

Disponível em: <<http://memoria.ebc.com.br/agenciabrasil/noticia/2011-09-11>>.

Acesso em: 10 Ago 2014.

UNIVERSIDADE DA ÁGUA (UNIÁGUA). **Água no Planeta.**

Disponível em: <<http://WWW.uniagua.org.br>>. Acesso em 10 Ago 2014.