

DANIELLY BATISTA DE OLIVEIRA

TACIANE RODRIGUES

**SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM
HABITAÇÃO POPULAR PARA REUTILIZAÇÃO EM BACIA
SANITARIA E TORNEIRA DE SERVIÇOS GERAIS**

**Monografia apresentada à banca
examinadora da Faculdade de
Engenharia Civil, do Instituto Doctum
de Educação e Tecnologia, como
requisito parcial de obtenção do grau
de bacharel em Engenharia Civil, sob a
orientação do prof. Sérgio Alves dos
Reis.**

DOCTUM - CARATINGA

2014

DANIELLY BATISTA DE OLIVEIRA

TACIANE RODRIGUES

**SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM
HABITAÇÃO POPULAR PARA REUTILIZAÇÃO EM BACIAS
SANITARIAS E TORNEIRAS DE SERVIÇOS GERAIS**

Monografia submetida à comissão examinadora designada pelo Curso de graduação em Engenharia Civil como requisito para obtenção de grau de bacharel.

Professor Sérgio Alves Reis / Orientador

Instituto Doctum de Educação e Tecnologia

Professor Jose Nelson Vieira da Rocha

Instituto Doctum de Educação e Tecnologia

Professor João Moreira de Oliveira Júnior

Coordenador do curso de Engenharia Civil

Instituto Doctum de Educação e Tecnologia

Caratinga, 04 de Dezembro de 2014

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me guiou pelos caminhos certos e que iluminou meus pensamentos me dando força e saúde para vencer essa etapa da minha vida. A todas as pessoas que contribuíram para que eu conseguisse finalizar meu TCC. Em especial minha amiga e dupla de TCC, Taciane Rodrigues, não poderia ter existido pessoa melhor para compor esta dupla, sem ela eu não teria conseguido. Ao nosso orientador Sergio Reis, preparado para atender nossas duvidas. Nosso coordenador João Moreira que nos incentivou, e sempre esteve preparado para nos ouvir e resolver nossos problemas. E por fim a minha família e amigos que compreenderam meus momentos de ausência. A todos o meu muito obrigado!

Danielly Batista

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me guiou pelos caminhos certos e que iluminou meus pensamentos me dando força e saúde para vencer essa etapa da minha vida. A todas as pessoas que contribuíram para que eu conseguisse finalizar meu TCC. Em especial minha amiga e dupla de TCC, Danielly Batista, não poderia ter existido pessoa melhor para compor esta dupla, sem ela eu não teria conseguido. Ao nosso orientador Sergio Reis, preparado para atender nossas duvidas. Nosso coordenador João Moreira que nos incentivou, e sempre esteve preparado para nos ouvir e resolver nossos problemas. E por fim a minha família e amigos que compreenderam meus momentos de ausência. A todos o meu muito obrigado!

Taciane Rodrigues

RESUMO

O estudo visa projetar um sistema de captação das águas pluviais para habitações populares, para posterior utilização em serviços gerais da residência. O sistema projetado é composto por uma cisterna que reserva a água. Essa água será captada da superfície dos telhados das edificações por condutores verticais. Os componentes principais desse sistema serão a área de captação (telhados), telas para separação de materiais (filtros), como galhos e folhas, que possam ser levados com a água, tubulações para escoamento da água e o reservatório citado anteriormente.

Ao longo das duas últimas décadas vêm sendo discutidas diversas formas de gerir conscientemente os recursos hídricos disponíveis, já que com o grande avanço industrial que experimentamos a partir da revolução industrial, este recurso foi utilizado de forma inconsequente, sem existir até então a preocupação com os problemas advindos de sua má gestão. Hoje o uso racional da água é a principal pauta que permeia os fóruns de meio ambiente e sustentabilidade e com isso, diversas alternativas ao modo de sua utilização vem surgindo.

O aproveitamento de água pluvial é uma medida usada na tentativa de reduzir os problemas inerentes à escassez de água potável, que é vivido por grande parcela da população. Visando contribuir para a diminuição da demanda por água potável, o sistema apresentado irá substituí-la em atividades como a limpeza doméstica.

Palavras Chave: água, pluvial, aproveitamento.

ABSTRACT

The study aims to design a system to capture rainwater for affordable housing , for later use in general services of the residence. The designed system consists of a tank which reserves water . This water will be abstracted from the surface of the roofs of buildings by vertical conductors . The main components of this system are the catchment area (roofs) , screens for separating materials (filters) , as branches and leaves , which can be taken with water , pipes for water and drainage of the reservoir above mentioned.

Over the last two decades several ways to consciously manage the available water resources have been discussed , since with the great industrial advancement that experienced since the industrial revolution, this feature was used so inconsequential , so far there is no concern for the issues arising from mismanagement . Today the rational use of water is the main agenda that permeates the forums for environment and sustainability , and with this, several alternatives to the mode of its use is emerging .

The use of rainwater is a measure used in an attempt to reduce the problems of shortage of drinking water , which is experienced by a large portion of the population . Aiming to contribute to the decrease in demand for potable water, the system presented will replace it with activities such as household cleaning .

Keywords : water, rainwater , use .

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| RESUMO | 5 |
| ÍNDICE DE FIGURAS | 9 |
| ÍNDICE DE TABELAS | 10 |
| INTRODUÇÃO | 11 |
| CONSIDERAÇÕES CONCEITUAIS | 14 |
| 1- RECURSOS HIDRICOS | 16 |
| 1.1- EXPLORAÇÃO: CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA..... | 16 |
| 1.2- CONSUMO SUSTENTÁVEL | 18 |
| 1.3 PRÁTICAS PARA O USO CONSCIENTE | 19 |
| 1.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA..... | 22 |
| 2- SISTEMA DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS | 26 |
| 2.1- O SISTEMA | 26 |
| 2.2- CONSTITUIÇÃO DO SISTEMA | 27 |
| 2.2.1. ÁREA DE CAPTAÇÃO E ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO | 27 |
| 2.2.2. CALHAS E CONDUTORES | 29 |
| 2.2.3. DISPOSITIVO DE DESCARTE DA PRIMEIRA CHUVA | 33 |
| 2.2.4. ARMAZENAMENTO E DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA | 35 |
| 3- RESULTADOS E CONCLUSÕES | 43 |

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....46

ANEXOS

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 2 – Ábacos para a determinação de diâmetros de condutores verticais | 32 |
| Figura 3 - Desenho esquemático de exemplo de depósito para primeira água da chuva, com dispositivo boia. | 34 |
| Figura 4 - Esquema Dispositivo de Descarte | 35 |
| Figura 5 - Projeto Hidro-Sanitário Adaptado | 37 |
| Figura 6 - Esquema do sistema de captação..... | 38 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Coeficientes de rugosidade | 30 |
| Tabela 2 - Capacidade de calhas semicirculares com coeficiente de rugosidade n=0,011 (vazão em L/min)..... | 31 |
| Tabela 3 - Pesos relativos nos pontos de utilização..... | 36 |
| Tabela 5- Ábaco simplificado (somatório de 0 a 100) | 39 |
| Tabela 6 - Perda de carga em conexões - comprimento equivalente para tubo liso . | 40 |
| Tabela 7 - Perda de carga em conexões - comprimento equivalente para tubo liso . | 41 |

INTRODUÇÃO

Ao longo das duas últimas décadas vêm sendo discutidas diversas formas de gerir conscientemente os recursos hídricos disponíveis, já que com o grande avanço industrial que experimentamos a partir da revolução industrial, este recurso foi utilizado de forma inconsequente, sem existir até então a preocupação com os problemas advindos de sua má gestão. Hoje o uso racional da água é a principal pauta que permeia os fóruns de meio ambiente e sustentabilidade e com isso, diversas alternativas à sua gestão vem surgindo desde então.

Como em outros países, no Brasil também existe uma enorme preocupação com escassez de água potável. Grande parte dessas reservas é consumida em atividades que podem utilizar fontes alternativas como a água das chuvas. Baseando-se então na premissa de que há a necessidade de se desenvolver meios economicamente e ambientalmente viáveis para diminuir a demanda por água potável, o presente estudo apresenta uma alternativa a essa questão.

Uma forma simples de aproveitar a água da chuva seria construir calhas no telhado que escoem a água para reservatórios fechados. Com isso tem-se como objeto de estudo a construção de um sistema de captação e reserva de recursos pluviais, diminuindo o uso de água potável em atividades nas quais ela possa ser substituída. Em caráter específico pode-se delimitar o objeto a fim de projetar um sistema de captação de recursos pluviais de baixo custo, para residências de padrão popular em que o recurso armazenado seja direcionado para a descarga da bacia sanitária e uma torneira instalada na área de serviços para que esta água seja utilizada também na limpeza doméstica.

Ainda se valendo do caráter específico do sistema apresentado, o seu desenvolvimento ocorreu considerando-se:

- Estudo de metodologias de aproveitamento de água da chuva, com embasamento em NBR's, para observar qual a metodologia que melhor se adequa a situação;
- Determinação do índice pluviométrico, a fim de verificar sua viabilidade;
- Determinação de uma residência popular modelo, a partir da qual o sistema seria projetado;

- Dimensionamento do sistema e detalhamento dos materiais a serem utilizados; sendo esta etapa feita paralelamente ao orçamento de implantação do sistema;
- Verificação do custo do sistema e viabilidade financeira, embasado nos valores de insumo do SINAPI, índices da construção civil utilizado pela Caixa Econômica Federal.

A metodologia aplicada à pesquisa é composta pelos seguintes itens:

- **Teórico:** Seleção e adoção das obras que permitirão a construção de conceitos, tais como: uso sustentável da água, cálculo de vazão, dimensionamento de reservatórios e rede de distribuição, que se apresentam importantes porque o sistema foi concebido a partir da necessidade de se desenvolver mecanismos que auxiliem na redução do uso de água potável em atividades nas quais ela possa ser substituída. Ainda nesse sentido, nos valeremos da internet, já que é grande a oferta de artigos sobre sistemas de captação de águas pluviais, assim como NBR's relacionadas ao dimensionamento do sistema e escolha de materiais empregados em sua construção.
- **Síntese:** Necessário e resultante das análises que serão aplicadas aos seguintes elementos e/ou contextos referentes a construção de um sistema de captação de águas pluviais para utilização em serviços gerais e descarga de bacia sanitária de uma habitação popular.
- **Observação:** Ações que manifestarão ao longo de toda a pesquisa e que terão como força indutora a presença dos seguintes pressupostos: necessidade de criar meios que auxiliem na utilização sustentável dos recursos hídricos, técnicas construtivas que utilizem de materiais de bom desempenho e baixo custo e viabilidade da aplicação do sistema.
- **Composição da monografia:** A monografia foi pensada tendo por base a redação de 3 capítulos. No primeiro, intitulado "Recursos Hídricos" serão abordadas as questões de ordem ambiental que geraram a discussão acerca da necessidade de gerir de forma sustentável os recursos hídricos além da necessidade de implantação do sistema apresentado, como alternativa à utilização da água da chuva. No segundo capítulo, intitulado de "Sistema de Captação e Aproveitamento de Águas Pluviais" serão

apresentados dados bem como todos os cálculos necessários para seu dimensionamento. No terceiro capítulo, nomeado de “Resultados e Discussões” serão apresentados a quantificação de materiais e orçamento do sistema, gerando o custo da obra.

Embora sistemas semelhantes já existam, a proposta apresentada se torna inovadora, pois foi desenvolvida sob a ótica de baixo custo e bom desempenho, visando habitações de padrão popular.

CONSIDERAÇÕES CONCEITUAIS

Águas pluviais são as que se originam a partir das chuvas. A captação e armazenamento adequado podem torná-la uma fonte alternativa à água potável, desde que sua aplicação seja somente para fins não potáveis, tais como descargas de bacias sanitárias e limpeza doméstica, podendo gerar grande economia.

Com o sistema de captação de água de chuva é possível armazenar a água e utilizá-la de acordo com as necessidades da residência. Com a captação de água de chuva é possível economizar água potável, uma vez que serviços gerais como lavagem de quintal, carros, descargas em vasos sanitários podem ser feitos com a água armazenada¹.

De acordo com o marco teórico:

Em tempos de escassez, a utilização de águas de chuva em edificações é uma prática cada vez mais comum nas grandes cidades e regiões metropolitanas (...). o sistema de aproveitamento de águas pluviais deve ser planejado durante a elaboração do projeto e chega a gerar uma economia de 50% a 65% da água fornecida pela empresa de abastecimento.²

O sistema estudado será direcionado para residências populares. A água será captada da superfície dos telhados das edificações por condutores verticais. Os componentes principais desse sistema serão a área de captação, telas para separação de materiais que possam ser levados com o escoamento da água, como galhos e folhas, tubulações para escoamento da água e o reservatório para armazenamento da água.

O sistema será montado com um flotador (sistema com derivação) onde a água da primeira chuva será descartada pois servirá para limpar a superfície de escoamento, no caso o telhado, pois este estará contaminado com impurezas que se acumulam durante o período de estiagem.

Sistema com derivação – neste sistema, uma derivação é instalada na tubulação vertical de descida da chuva, com o objetivo de descartar a primeira chuva, direcionando-a ao sistema de drenagem. Este sistema é também denominado de sistema auto - limpante. Em alguns casos, instala-se um filtro ou uma tela de derivação³

¹ LORENZETE, Helber Henrique de Oliveira. **ESTUDO DE VANTAGENS DE CAPTAÇÃO DE AGUA DA CHUVA PARA USO DOMÉSTICO**. Revista Meio Ambiente Industrial. 2011, 15 de abr. Disponível em: <<http://rmai.com.br/v4/read/657/estudo-de-vantagens-da-captacao-de-agua-de-chuva-para-uso-domestico.aspx>>. Acesso em: 18 set. 2014, p. 01

² CARVALHO, Roberto Jr. **INSTALAÇÕES HIDRAULICAS E PROJETO DE ARQUITETURA**. 3º ed; São Paulo. Editora Blucher. 2010, p.159.

³SILVA, Daniel Freitas Reis. **APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA ATRAVÉS DE UM SISTEMA DE COLETA COM COBERTURA VERDE: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA**

Sabendo-se que:

É crescente a necessidade de encontrar meios de conservar os recursos hídricos, onde as alternativas para aumentar a quantidade e a qualidade da água passam, necessariamente, por uma revisão do uso já em meios urbanos, objetivando a redução do consumo, melhorando a qualidade e distribuição desse recurso natural.⁴

Tendo em vista que é cada vez maior a necessidade de adotar uma postura consciente e participativa da sociedade, com relação a conservação dos recursos hídricos, a adoção de sistemas como o proposto é cada vez mais comum.

DRENADA E POTENCIAL DE ECONOMIA DE ÁGUA POTÁVEL. Monografia (Bacharelado em Eng. Civil). Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, concluída em 2014, p. 36. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10009251.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2014.

⁴INACIO, A.R et al. **DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL PARA USO DOMÉSTICO EM SÃO BERNARDO DO CAMPO – SP.** Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade. 2013, vol 08,n. 02. Disponível em: <http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/InterfacEHS/wpcontent/uploads/2013/09/90_artigo_InterfacEHS.pdf>. Acesso em: 21 set. 2014, p. 03.

1. RECURSOS HÍDRICOS

1.1. EXPLORAÇÃO: CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA

A revolução industrial que teve seu início na Inglaterra no século XVIII caracterizou-se pela passagem da manufatura à utilização de máquinas fabris, que multiplicaram o rendimento do trabalho, melhorando a qualidade dos produtos oferecidos e visando sempre maiores lucros. No Brasil, o fenômeno industrial teve início marcado principalmente a partir da Revolução de 1930, onde houve forte transformação na realidade socioeconômica do país, dando condições necessárias a sua industrialização e inserção no mercado de relações capitalistas.

Paralelo ao desenvolvimento das indústrias foi o crescimento da população morando em centros urbanos em busca de melhores salários e condições de vida. Com isso, houve também o aumento da necessidade de consumo, o que levou ao aumento em número e em área de atuação das indústrias, porém tal expansão não foi assistida por políticas que visem boa qualidade de vida e acesso aos serviços básicos e muito menos políticas de preservação ambiental.

Os primeiros países a passarem por este processo de acelerado desenvolvimento industrial, ao perceberem o esgotamento e degradação dos recursos naturais, buscaram formas de gerir os problemas ocasionados através da criação de políticas de conscientização e controle dos processos produtivos e emissão de resíduos.

Pode se dizer que o mundo despertou para a necessidade de conscientização coletiva no início da década de 70 com a publicação do Relatório Limites de Crescimento, elaborado pelo Clube de Roma e com a Conferência de Estocolmo, em 1972, que teve por objetivo a conscientização dos países para a questão ambiental. Na década seguinte, torna-se mais evidente essa preocupação com a sustentabilidade e de fato com o desenvolvimento sustentável, com a publicação do relatório Nosso Futuro Comum, em 1987 pela Comissão Mundial para o Desenvolvimento e Meio Ambiente criada pela ONU.

Um dos mais importantes recursos naturais, a água, também está inserida na pauta das discussões que permeiam a sustentabilidade.

Cerca de 70% da superfície da terra encontra-se coberta por água, num volume de quase 1,4 bilhões de quilômetros cúbicos. Deste total, 97,5%

constitui-se de água salgada (1,35 bilhões de quilômetros cúbicos) e apenas 2,5% em água doce (34,6 milhões quilômetros cúbicos).⁵

O grande problema é que esta água não está associada apenas ao consumo humano, à outras utilizações, que são: uso animal (para fim de dessedentação), industrial e irrigação.

Enquanto as indústrias estão associadas a situações de poluição dos recursos hídricos, que cada vez mais contribui para a degradação da qualidade de vida, a agricultura por sua vez é o maior consumidor de água do planeta. “Os usos mais significativos, em termos de retirada, são a irrigação e o abastecimento urbano, que representam 47% e 26% da retirada total do Brasil, respectivamente”.⁶

Diante do exposto, vem surgindo diversos debates no Brasil e no mundo a respeito do gerenciamento dos recursos hídricos do planeta. Países como Estados Unidos, Japão e Alemanha por vivenciarem esse problema há mais tempo já utilizam alternativas para o consumo racional e sustentável deste recurso.

No Brasil, embora problemas com a escassez de água em algumas regiões não sejam recentes, as alternativas que visam saná-los é uso de poços artesianos que utilizam da captação de água da chuva como fonte de manutenção, começou a ser aplicado em larga escala apenas a partir da primeira década do ano 2000. No entanto, esse sistema é mais aplicado na região Nordeste do país, uma vez que lá o problema da seca é sazonal.

Nas demais regiões do Brasil, a busca por alternativas sustentáveis para o consumo da água é mais recente ainda. Com grande parcela de seus rios poluídos, as áreas mais industrializadas têm buscado novas formas de gerenciar seus recursos hídricos. Hoje, uma forma que vem sendo amplamente utilizada e aperfeiçoada em suas diversas modalidades e aplicação final é a utilização de um sistema de captação de água da chuva e seu armazenamento para posterior utilização.

⁵INSTITUTO CARBONO BRASIL. **ÁGUA**: Disponível em:

<<http://www.institutocarbonobrasil.org.br/agua/p=2>>. Acesso em: 10 mai. 2014, p. 01.

⁶AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **CONJUNTURA DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL: INFORME 2011**. Brasília: ANA: 2011. Disponível em:

<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2011/Conjuntura_2011.pdf>. Acesso em: 27mar. 2014; p.12.

1.2. O CONSUMO SUSTENTÁVEL

A ONU (Organização das Nações Unidas), em seu relatório “Nosso Futuro Comum” de 1987, define desenvolvimento sustentável como sendo o desenvolvimento que encontra as suas necessidades atuais sem comprometer a habilidades das gerações futuras em atender as suas próprias necessidades. Torna-se necessário então a abertura para meios econômicos e sustentáveis de se gerir as necessidades humanas da maneira menos ofensiva aos recursos naturais.

A água, como dito anteriormente, está sempre nas pautas ligadas à sustentabilidade já que é imprescindível para a vida.

A água é um recurso natural essencial para a sobrevivência de todas as espécies que habitam a Terra. No organismo humano a água atua, entre outras funções, como veículo para a troca de substâncias e para a manutenção da temperatura, representando cerca de 70% de sua massa corporal. Além disso, é considerada solvente universal e é uma das poucas substâncias que encontramos nos três estados físicos: gasoso, líquido e sólido. É impossível imaginar como seria o nosso dia-a-dia sem ela.⁷

Partindo deste princípio, é necessário que haja uma mudança de atitudes e a formulação de um novo conceito em se tratando da utilização dos recursos hídricos. Pois essa é a grande causa da crise que varias parte do mundo vem passando, causadas pela falta de conhecimento e o interesse em adotar novas atitudes.

Lembrando que a cada 100 toneladas de plástico reciclado economiza-se uma tonelada de petróleo; uma tonelada de papel reciclado economiza 10 mil litros de água e evita o corte de 17 árvores; um banho de 15 minutos gasta 135 litros de água (você pode e deve gastar menos tempo).⁸

O consumo sustentável da água envolve um conjunto de práticas que dependem tanto de ações individuais, quanto coletivas, visando o bem comum.

Com isso, diversas formas de gestão hídrica têm surgido. Uma alternativa é a utilização das águas pluviais.

Os deflúvios superficiais decorrentes das chuvas intensas sobre áreas urbanas de drenagem podem representar fontes alternativas de água para consumo, desde que sejam direcionadas a reservatórios e, dependendo de

⁷ IDEC, et al. **CONSUMO SUSTENTAVEL**. Manual de Educação. Brasília. 2005; p.27. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/educamb/_arquivos/consumo_sustentavel.pdf>. Acesso em: 05 out. 2014.

⁸ FRANCISCO, Vagner de Cerqueira. **CONSUMO SUSTENTAVEL**. Geografia Econômica. Mundo Educação; p.01. Disponível em: <<http://www.mundoeducacao.com/geografia/consumo-sustentavel.htm#comentarios>>. Acesso em: 15 ago. 2014

sua utilização, recebam algum tipo de tratamento. Volumes expressivos de água podem ser acumulados em reservatórios e utilizados tanto no período de estiagem quanto durante o próprio período chuvoso, neste caso, como alternativa de uso em relação à oferecida pela rede pública.⁹

A substituição da água potável pela água das chuvas em atividades em que não há a exigência da potabilidade visa reduzir o desperdício, evitando assim problemas relacionados a escassez de recursos hídricos, sendo esta uma ação sustentável.

1.3. PRÁTICAS PARA O USO CONSCIENTE

A partir de ações simples em nosso dia a dia é possível reduzir significativamente o desperdício de água. Essas ações podem ser convertidas em práticas envolvendo toda a sociedade a partir de trabalhos de conscientização.

No Banheiro o vaso sanitário é um dos grandes vilões do desperdício, pelo fato de não poder dosar a quantidade de água conforme a necessidade na hora da utilização.

Vasos sanitários com caixa acoplada utilizam 6 litros de água/descarga, em vez dos mais de 20 litros das válvulas de parede convencionais. Modelos mais modernos trazem, ainda, um duplo botão para três e seis litros, que podem ser acionados de acordo com a necessidade. Se a urina for separada nas tubulações de esgoto, poderá ser reutilizada para a fertilização de solos, ou seja, será uma carga a menos de nutrientes a ser jogado nos rios;¹⁰

No caso da válvula de parede, esta estando regulada, pode ser considerada econômica. Sem ser comparada a modelos mais modernos.

Bacias sanitárias com válvulas gastam menos água, ou seja, a cada seis segundos com a válvula acionada, gasta-se, em média, de 10 a 14 litros de água. Quando a válvula está com defeito, o consumo pode aumentar para 30 litros;¹¹

⁹RIGHETTO, Antônio Marozzi. **MANEJO DE AGUAS PLUVIAIS URBANAS DO PROJETO PROSAB**: 4. ed., 2009. Natal: Editora ABES, 2009, p 44. Disponível em:

<http://www.finep.gov.br/prosab/livros/prosab5_tema%204.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2014.

¹⁰ GREGH, Ana. **24 DICAS PRATICAS PARA O USO CONSCIENTE DA AGUA**. Planeta Sustentável. 2010,s.l , p 01. Disponível em:

<<http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/atitude/dicas-praticas-uso-consciente-agua-541868.shtml?func=1&pag=0&fnt=14pxpdf>>. Acesso em: 23 ago. 2014.

O banho também é considerado um grande agravante no desperdício, tanto se tratando do tipo de chuveiro quanto o tempo gasto para o banho. Então optando por um chuveiro ao invés de ducha diminuindo o tempo do banho e adotando o hábito de desligar o chuveiro enquanto se ensaboa conseguimos reduzir o consumo consideravelmente. “Se desligamos a ducha enquanto nos ensaboamos e reduzirmos o tempo para cinco minutos, o consumo cai para 81 litros;”¹²

A ducha gasta três vezes mais do que o chuveiro comum. Considerando a abertura total do registro e um tempo de 15 minutos, um banho de ducha consome, em média, 243 litros de água. Se o for com o registro meio aberto, a economia é de 90 litros. Com o chuveiro elétrico, o consumo seria reduzido de 153 litros para 51 litros;¹³

Hábitos ligados também a escovação de dentes tem um impacto considerável em relação ao desperdício de água. “Se, ao escovar os dentes, enxaguarmos a boca com a água do copo, economizamos 3 litros de água;”¹⁴

O volume de água desperdiçada é assustador quando comparado ao volume que uma pessoa bebe por dia.

Cada cinco minutos com a torneira aberta gasta em torno de 25 litros, quantidade suficiente para que uma pessoa beba a quantidade de água necessária em 12 dias. Então, feche a torneira sempre, enquanto escova os dentes, faz a barba e lava o rosto. Assim, gastará apenas 2 litros, em média, então, economizará cerca de 23 litros/dia.¹⁵

Na cozinha a situação se repete, são varias as formas de economizar colocando de molho algumas peças antes de lavar, limpando todo resto de comida da louça tudo isso contribui para a economia. “Antes de lavar a louça, panelas e talheres, remova bem os restos de comida de todas as peças e deixe-as de molho, se necessário. Ensaboe tudo, primeiro – mantendo a torneira fechada, claro! -, para depois, então, enxaguar de uma só vez.”¹⁶

Na lavanderia o ideal é que utilize a maquina de lavar sempre na sua capacidade máxima de roupas para que esta não seja ligada mais vezes com pouca roupa, obtendo economia. E a água que é jogada fora pela maquina ao invés de ser jogada na rede de esgoto também serve para lavar garagens e calçadas. “Só ligue a

^{11 12 13 14 15} GREGH, Ana. **24 DICAS PRATICAS PARA O USO CONSCIENTE DA AGUA.** Planeta Sustentável. 2010,s.l , p 01. Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/atitude/dicas-praticas-uso-consciente-agua-541868.shtml?func=1&pag=0&fnt=14pxpdf>>. Acesso em: 23 ago. 2014.

máquina de lavar roupas quando estiver cheia. Uma lavadora com capacidade para cinco quilos, em operação completa, gasta, em média, 135 litros;”¹⁷

Não lave a roupa aos poucos, deixe-a acumular um pouco e lave tudo de uma vez, sempre lembrando de fechar a torneira enquanto esfrega e ensaboa as peças. Lembre-se: a torneira meio aberta por 15 minutos pode chegar a gastar 243 litros.¹⁸

Nas torneiras é necessário que tenha sempre uma manutenção para que as mesmas não gotejem. “A boa manutenção é a melhor forma de evitar desperdícios. Ao mínimo sinal de vazamentos, procure assistência rápida;”¹⁹

Troque o “courinho” da torneira com freqüência. O gotejamento lento gasta em torno de 400 litros/mês. Já o rápido gasta, em média, mil litros/mês. Sabe aquele filete de água que escorre quando não fechamos a torneira direito? Gasta cerca de 6.500 litros/mês!!;²⁰

Uma medida que pode contribuir bastante para a economia é instalação de reguladores de vazão nas instalações hidráulicas. “A instalação de reguladores de vazão nas instalações hidráulicas podem reduzir o consumo de água em até 50%;²¹

Diferente dos banheiros e cozinha, que seu uso é inevitável, as áreas externas e carros são onde podem se ter um controle de gastos com a água maior, pois na maioria das vezes não tem a necessidade de serem lavados todos os dias.

Evite lavar calçadas, quintais e carros com freqüência. Se for inevitável, use balde e vassoura no lugar de mangueira ou vassoura hidráulica. Esta é uma das piores invenções, que prioriza apenas o conforto: gasta quase 280 litros de água em 15 minutos!;²²

O carro o ideal que seja lavado no período da chuva, e na necessidade de ser lavado utilizar de balde e pano, pois com a mangueira o gasto é muito maior.

Evite lavar o carro durante a estiagem, mas, se for muito necessário, prefira usar balde e panos, nunca a mangueira. O gasto médio com

^{16 17 18 19 20 21} GREGH, Ana. **24 DICAS PRATICAS PARA O USO CONSCIENTE DA AGUA.** Planeta Sustentável. 2010,s.l , p 02. Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/atitude/dicas-praticas-uso-consciente-agua-541868.shtml?func=1&pag=0&fnt=14pxpdf>>. Acesso em: 23 ago. 2014

^{22 23 24 25} GREGH, Ana. **24 DICAS PRATICAS PARA O USO CONSCIENTE DA AGUA.** Planeta Sustentável. 2010,s.l , p 02. Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/atitude/dicas-praticas-uso-consciente-agua-541868.shtml?func=1&pag=0&fnt=14pxpdf>>. Acesso em: 23 ago. 2014

mangueira é de 560 litros/30 minutos. Com balde e pano, você gasta 40, ou seja, a economia é de 520 litros;²³

As plantas necessitam serem molhadas todos os dias, porque é essencial para sua sobrevivência, no entanto o uso do regador é importante para a economia de água.

Ao molhar plantas, use o regador: o gasto é bem menor do que se você usar mangueira. Mas, se tiver um jardim grande, opte pela mangueira com esguicho-revólver: é mais econômica. Quer ver? Dez minutos com a mangueira normal, gasta cerca de 186 litros de água; já com a que tem esguicho-revólver, a economia é de 96 litros;²⁴

Residências, condomínios e clubes que possuem piscinas que ficam longos períodos paradas e cheias, expostas ao sol e ao vento, tem a necessidade de tampar pois há uma perda expressiva de água pela evaporação.

Uma piscina de tamanho médio, exposta ao sol e ao vento, perde 3.785 litros de água/mês, por evaporação. Para você entender o tamanho do desperdício, basta dizer que essa quantidade supre as necessidades de água potável de uma família de quatro pessoas, por cerca de um ano e meio. Além disso, a piscina coberta diminui a perda de água por evaporação em até 90%. Precisa mais? Então, cubra sua piscina sempre que não estiver sendo usada. E, se você mora em condomínio, converse com o síndico sobre a importância dessa prática.²⁵

Portanto tomando cuidados simples para economizar água no dia a dia é possível obter resultados significativos tanto na economia da água quanto na redução do valor das contas.

1.4. VANTAGENS E DESVANTAGENS DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL

Não é novidade a utilização de sistemas de captação de água pluvial, por se tratar de uma prática de civilizações antigas.

A captação de água de chuva já é conhecida desde as civilizações antigas. Desde então eram observados tanques de armazenamento de água pluvial

variando de 200 a 2000m³. Essa água era aproveitada para uso doméstico, agrícola e bebida.²⁶

No entanto, com a degradação dos recursos hídricos devido ao aumento da população e o avanço das cidades sobre áreas florestais, prejudicando os mananciais e nascentes, vem agravando cada vez mais a falta de água nos grandes centros. Por isso se faz necessário adotar práticas semelhantes de implantação de sistemas de captação.

A captação de água não é uma novidade. Desde a antiguidade, a coleta era feita para uso doméstico, agrícola e produção de bebidas. Porém, a necessidade de se tornar uma prática comum e cada vez mais presente na sociedade, incentiva o estudo das formas de captação e utilização dessa água coletada. O sistema simples é feito normalmente pelo telhado, com calhas que drenam a água para um reservatório na superfície.²⁷

Na adoção de um sistema de captação podem ser identificadas várias vantagens.

Devido à escassez de água em praticamente todo o mundo, torna-se necessário amenizar a crise de água com todas as atitudes possíveis, inclusive com a captação das águas pluviais. A captação consiste em desviar a água da chuva por meio de calhas, e transportá-la até um reservatório. A água da chuva pode ser aproveitada para uso doméstico, industrial e agrícola, entre outros, e está em franco desenvolvimento a sua utilização. Para o caso de uso não potável, a água captada serve no uso doméstico para: irrigação de jardins, descarga em vasos sanitários e lavagem de pisos, roupas e automóveis.²⁸

Sobre as vantagens podem ser citadas:

- Redução do consumo de água da rede pública e do custo de fornecimento da mesma,
- Evita a utilização de água potável onde esta não é necessária, como por exemplo, na descarga de vasos sanitários, irrigação de jardins, lavagem de pisos, etc.;
- Os investimentos de tempo, atenção e dinheiro são mínimos para adotar a captação de água pluvial na grande maioria dos telhados, e o retorno do investimento é sempre positivo;

²⁶ FARIAS, Karoline Furghestti. **REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA PARA FINS NÃO POTÁVEIS NO CENTRO DE ENSINO BOMBEIRO MILITAR DE SANTA CATARINA**. Corpo de bombeiro Militar. Santa Catarina. 2011. p. 06. Disponível em: <http://biblioteca.cbm.sc.gov.br/biblioteca/dmdocuments/CFSd_2011_2_FURGHESTTI.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2014

²⁷ RODRIGUES, Santana. **ESTAÇÃO DE TRATAMENTO**. Resumo. Ebah. S.d. p. 01 Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfRbkAH/resumo>>. Acesso em: 25 set. 2014

²⁸ PEREIRA, Leandro Rocato, et al. **VIABILIDADE ECONÔMICO/AMBIENTAL DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL EM EDIFICAÇÃO DE 100m² DE COBERTURA**. Artigo. Universidade Católica de Goiás. s.d. Goiânia. p. 06. Disponível em: <http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/arquivosupload/36/file/continua/viabilidade%20economico_ambiental%20da%20implanta%C3%87%C3%83o%20de%20um%20sistema%20de%20capta%C3%87%C3%83o%20e%20aproveitamento%20de%20%C3%81gua.pdf>. Acesso em: 18 set. 2014

- Faz sentido ecológica e financeiramente não desperdiçar um recurso natural escasso em toda a cidade, disponível em abundância no nosso telhado;
- Ajuda a conter as enchentes, represando parte da água que teria de ser drenada para galerias e rios.
- Encoraja a conservação de água, a auto-suficiência e uma postura ativa perante os problemas ambientais da cidade.²⁹

Com todas as vantagens fica claro a que a implantação de um sistema de captação de água pluvial é de grande valia. No entanto esse sistema tem suas exigências e cuidados que devem ser tomado na hora da implantação que são consideradas como suas desvantagens ou riscos no reuso da água.

- O reuso não deve resultar em riscos sanitários à população;
- O reuso não deve causar nenhum tipo de objeção por parte dos usuários;
- O reuso não deve acarretar prejuízos ao meio ambiente;
- A fonte de água que será submetida a tratamento para posterior reuso deve ser quantitativa e qualitativamente segura;
- A qualidade da água deve atender às exigências relativas aos usos a que ela se destina.³⁰

Sendo essas algumas das exigências que seguem a implantação do sistema, tendo em vista que é grande o risco de contaminação por alguma poluição.

Mais com todas as exigências em controle, o reuso de água pluvial pode servir como um grande alívio para a utilização da água potável.

Ao liberar as fontes de água de boa qualidade para abastecimento público e outros usos prioritários, o uso de águas pluviais contribui para a conservação dos recursos e acrescenta uma dimensão econômica ao planejamento dos recursos hídricos. O reuso reduz a demanda sobre os mananciais devido à substituição da água potável por água de qualidade inferior.³¹

Pode ser observado a importância do sistema de captação.

²⁹ PEREIRA, Leandro Rocato, et al. **VIABILIDADE ECONÔMICO/AMBIENTAL DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL EM EDIFICAÇÃO DE 100m² DE COBERTURA**. Artigo. Universidade Católica de Goiás. s.d. Goiânia. p.05, 06.

Disponível em:

<http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/arquivosupload/36/file/continua/viabilidade%20economico_ambiental%20da%20implanta%C3%87%C3%83o%20de%20um%20sistema%20de%20capta%C3%87%C3%83o%20e%20aproveitamento%20de%20%C3%81gua.pdf>. Acesso em: 18 set. 2014

³⁰ PEREIRA, Leandro Rocato, et al. **VIABILIDADE ECONÔMICO/AMBIENTAL DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL EM EDIFICAÇÃO DE 100m² DE COBERTURA**. Artigo. Universidade Católica de Goiás. s.d. Goiânia. p. 07. Disponível em:

<http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/arquivosupload/36/file/continua/viabilidade%20economico_ambiental%20da%20implanta%C3%87%C3%83o%20de%20um%20sistema%20de%20capta%C3%87%C3%83o%20e%20aproveitamento%20de%20%C3%81gua.pdf>. Acesso em: 18 set. 2014

³¹ PEREIRA, Leandro Rocato, et al. **VIABILIDADE ECONÔMICO/AMBIENTAL DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL EM EDIFICAÇÃO DE 100m² DE COBERTURA**. Artigo. Universidade Católica de Goiás. s.d. Goiânia. p. 02. Disponível em:

<http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/arquivosupload/36/file/continua/viabilidade%20economico_ambiental%20da%20implanta%C3%87%C3%83o%20de%20um%20sistema%20de%20capta%C3%87%C3%83o%20e%20aproveitamento%20de%20%C3%81gua.pdf>. Acesso em: 18 set. 2014

Dessa forma, consideráveis volumes de água potável podem ser poupados pelo reuso, quando se utiliza água de qualidade inferior para atendimento das finalidades que podem prescindir deste recurso dentro dos padrões de potabilidade.³²

Assim é cada vez maior a procura pela implantação desse sistema em residências por ser grande suas vantagens, e ainda mais importante para casas populares que são as mais atingidas com a falta de água.

³² PEREIRA, Leandro Rocato, et al. **VIABILIDADE ECONÔMICO/AMBIENTAL DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL EM EDIFICAÇÃO DE 100m² DE COBERTURA**. Artigo. Universidade Católica de Goiás. s.d. Goiânia. p. 02. Disponível em: <http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/arquivosupload/36/file/continua/viabilidade%20economico_ambiental%20da%20implanta%C3%87%C3%83o%20de%20um%20sistema%20de%20capta%C3%87%C3%83o%20e%20aproveitamento%20de%20%C3%81gua.pdf>. Acesso em: 18 set. 2014

2. SISTEMA DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

2.1. O SISTEMA

O sistema residencial para captação e aproveitamento das águas pluviais para uso doméstico com fim não potável é formado pelos seguintes subsistemas: captação, condução, filtro, descarte da primeira chuva, armazenamento e distribuição. Deve ser ressaltado que a água captada deve ser armazenada em reservatório independente, uma vez que esta não deve ser utilizada para o consumo.

O funcionamento do sistema ocorre de maneira simples: as águas pluviais são captadas por meio de calhas, seguem para a tubulação e passam por um filtro onde impurezas como galhos e folhas são peneirados e descartados. A água da primeira chuva é utilizada para limpar a superfície da cobertura, sendo essa descartada por meio de um separador com uma bóia. Ao encher-se de água a bóia sobe, impedindo que a água continue seguindo para a saída do separador, somente então o reservatório começa a receber a água da chuva. Conectadas ao reservatório estão as tubulações que dão vazão para a bacia sanitária e para uma torneira da área de serviços. Toda a condução do sistema se dá por gravidade, evitando assim, gastos com eletricidade.

Conforme já destacado anteriormente, CARVALHO JÚNIOR (2010), p.159. Estima que o sistema de aproveitamento de águas pluviais pode chegar a gerar uma economia de 50% a 65% da água fornecida pela empresa de abastecimento.

Para efeito de apresentação do sistema apresentado, será considerada uma residência unifamiliar de padrão popular, que atende aos critérios de projeto para financiamento através de programas de habitação popular do governo federal.

A concepção de todo o sistema, conforme orientação da ABNT NBR 15527:2007 deverá atender além dos requisitos da mesma, à ABNT NBR 5626 e ABNT NBR 10844.

Os projetos arquitetônico e hidrossanitário referentes a habitação para a qual o sistema de captação foi projetado serão apresentados nas páginas finais do presente estudo, em “anexos”. Vale ressaltar que todos os cálculos referentes ao

dimensionamento do sistema, orçamentos, percentual de economia, dentre todos os outros foram feitos utilizando como referência a “habitação modelo” apresentados, estando em conformidade com o Caderno Caixa para Projeto Padrão de Casas Populares – 42m².

2.2. CONSTITUIÇÃO DO SISTEMA

O sistema de captação de águas pluviais será constituído pelos seguintes componentes/subsistemas:

- Área de Captação e Área de Contribuição;
- Calhas e Condutores;
- Sistema de Descarte da Primeira Chuva (flotador);
- Armazenamento e rede de distribuição

2.2.1. Área de Captação e Área de Contribuição

Tem-se por definição de área de captação: “área, em metros quadrados, projetada na horizontal da superfície impermeável da cobertura onde a água é captada.”³³ Para o sistema será considerada a cobertura da habitação apresentada, que conforme o projeto possui 63m². É importante ressaltar a diferença entre “área de captação” e “área de contribuição”, sendo esta última definida por: “soma das áreas das superfícies que, interceptando chuva, conduzem as águas para determinado ponto da instalação.”³⁴ Para o cálculo da área de contribuição, deve-se considerar incrementos devido à inclinação da cobertura. Para critério de cálculo da

³³ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527**: Água de Chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

³⁴ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

área de contribuição, seguindo orientação da ABNT NBR 10844/89, será considerado o esquema indicado na imagem:

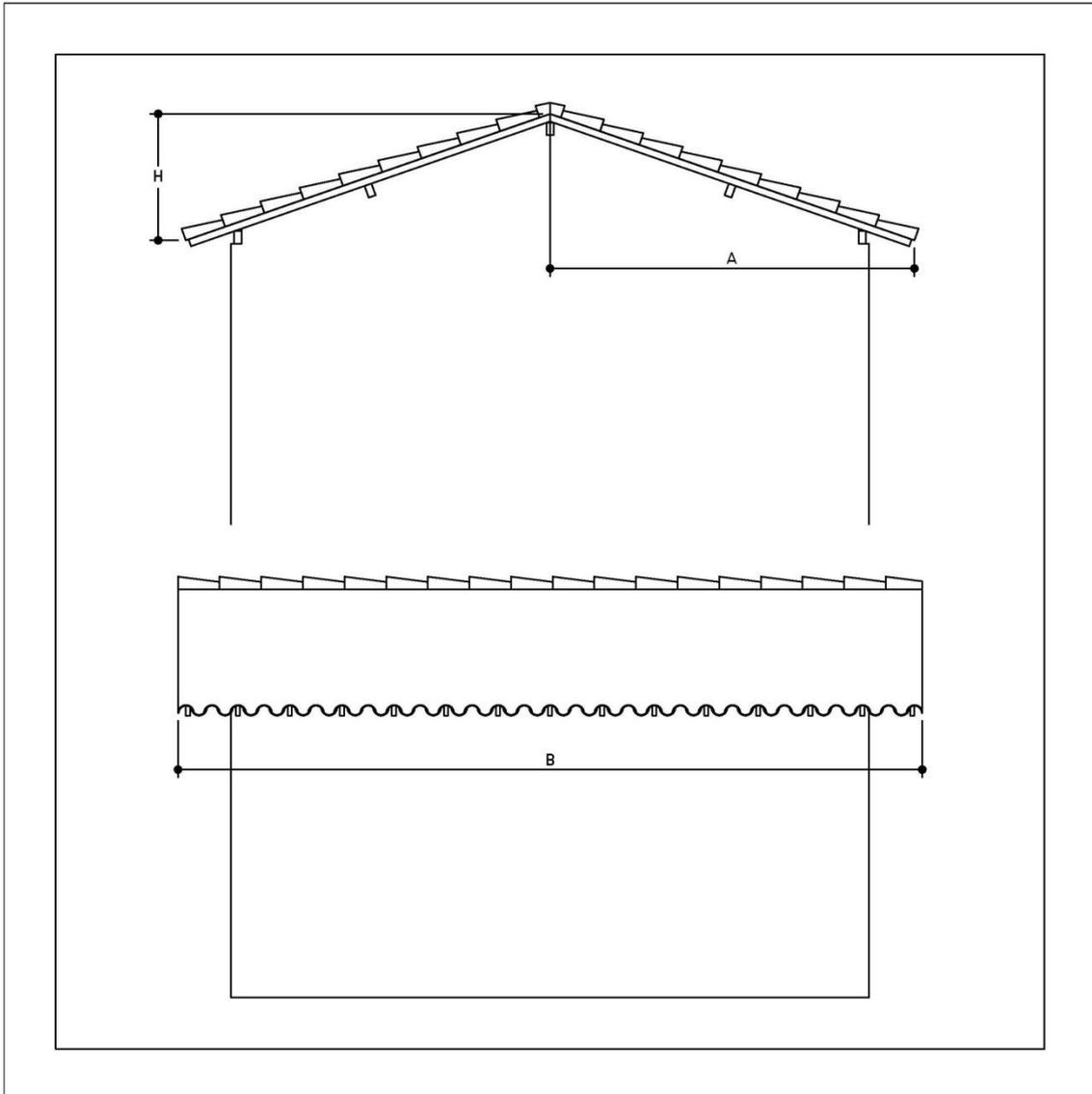


IMAGEM 2.8 – Esquema para cálculo de área de contribuição – Superfície Inclinada

Ainda de acordo com a norma citada anteriormente, considera-se a seguinte fórmula:

$$A_c = \left(a + \frac{h}{2} \right) \cdot b$$

Onde:

A_c = área de contribuição

$$a = 3,50\text{m}$$

$$h = 1,22\text{m}$$

$$b = 7,45\text{m}$$

Com isso, tem-se:

$$A_c = \left(\frac{3,50 + 1,22}{2} \right) \cdot 7,45$$

$$A_c = 17,58\text{m}^2$$

2.2.2. Calhas e Condutores

Por definição, tem-se que: “calha é o canal que recolhe a água das coberturas, terraços e similares e a conduz a um ponto de destino.”³⁵ Para dimensionamento de calhas utiliza-se a fórmula de Manning-Strickler, indicada abaixo:

$$Q = K \cdot \frac{S}{n} \cdot R_h^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

Onde:

Q = vazão de projeto da calha (L/min);

$K = 60.000$;

S = área da seção molhada (m²);

n = coeficiente de rugosidade (tabela 1);

R_h = raio hidráulico (m);

l = declividade da calha (m/m)

O coeficiente de rugosidade dos materiais normalmente utilizados para a confecção de calhas é definido segundo a tabela:

³⁵ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

TABELA 1 – COEFICIENTES DE RUGOSIDADE

| MATERIAL | <i>n</i> |
|--|----------|
| plástico, fibrocimento, aço, metais não ferrosos | 0,011 |
| ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida | 0,012 |
| cerâmica, concreto não alisado | 0,013 |
| alvenaria de tijolos não revestida | 0,015 |

Para calcular a declividade da calha em m/m, considera-se que “os condutores horizontais devem ser projetados, sempre que possível, com declividade uniforme, com valor mínimo de 0,5%.”³⁶

Considerando-se que a vazão de projeto é determinada por:

$$Q = \frac{I \cdot A}{60}$$

Na qual:

Q = vazão de projeto, em L/min;

I = intensidade pluviométrica, em mm/h;

A = área de contribuição em m².

No entanto, para dar continuidade ao cálculo é necessário compreender o conceito de intensidade pluviométrica, que de acordo com a ABNT – NBR 10844/89, é definida pelo quociente entre a altura pluviométrica precipitada num intervalo de tempo e este intervalo. Onde se considera como altura pluviométrica o volume de água que foi precipitada em determinada área horizontal e como intervalo de tempo a referência para a duração desta precipitação, a fim de se obter a sua intensidade. A norma ainda orienta a tomar como base dados pluviométricos locais, porém “para construção até 100m² de área de projeção horizontal, salvo em casos especiais, pode-se adotar: I=150 mm/h.”³⁷

³⁶ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

³⁷ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

Ainda neste contexto podemos agora dimensionar a calha, propriamente dita. “Uma das características que influem na capacidade de uma calha é a sua forma (normalmente retangular ou semicircular). Em função disso, a norma fornece sua capacidade hidráulica.”³⁸

TABELA 2 - CAPACIDADE DE CALHAS SEMICIRCULARES COM COEFICIENTE DE RUGOSIDADE $n=0,011$ (vazão em L/min)

| Diâmetro Interno (mm) | DECLIVIDADES | | |
|--------------------------|--------------|------|------|
| | 0,50% | 1% | 2% |
| 100 | 130 | 183 | 256 |
| 125 | 236 | 333 | 466 |
| 150 | 384 | 541 | 757 |
| 200 | 829 | 1167 | 1634 |

Com base nas tabelas 1 e 2, considerando-se o valor encontrado no cálculo de vazão e a declividade orientada pela norma, pode-se concluir então que o diâmetro interno da calha será de 100mm.

Em se tratando de condutores, é necessário agora considerar o condutor que irá captar a água vinda das calhas e conduzir para o reservatório na área de serviço. De acordo com a ABNT NBR 10844/89, o dimensionamento dos condutores verticais deve ser feito baseando-se nos seguintes dados:

Q = vazão de projeto, em L/min;

H = altura da lâmina de água na calha, em mm;

L = comprimento do condutor vertical, em m

Deve-se considerar também que para calhas com saída em aresta viva ou com funil de saída deverão ser utilizados os ábacos indicados nas figuras a seguir.

³⁸ CARVALHO, Roberto de Jr. **INSTALAÇÕES HIDRAULICAS E PROJETO DE ARQUITETURA**. 3º Ed. São Paulo. Editora Blucher. 2010. p.140.

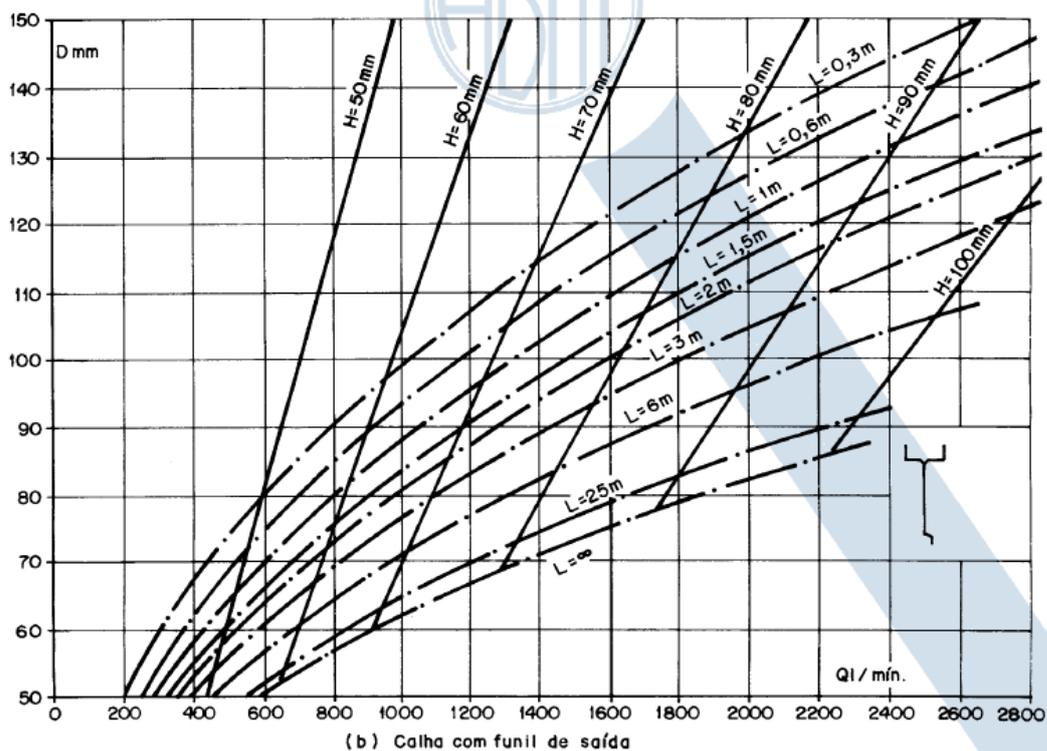
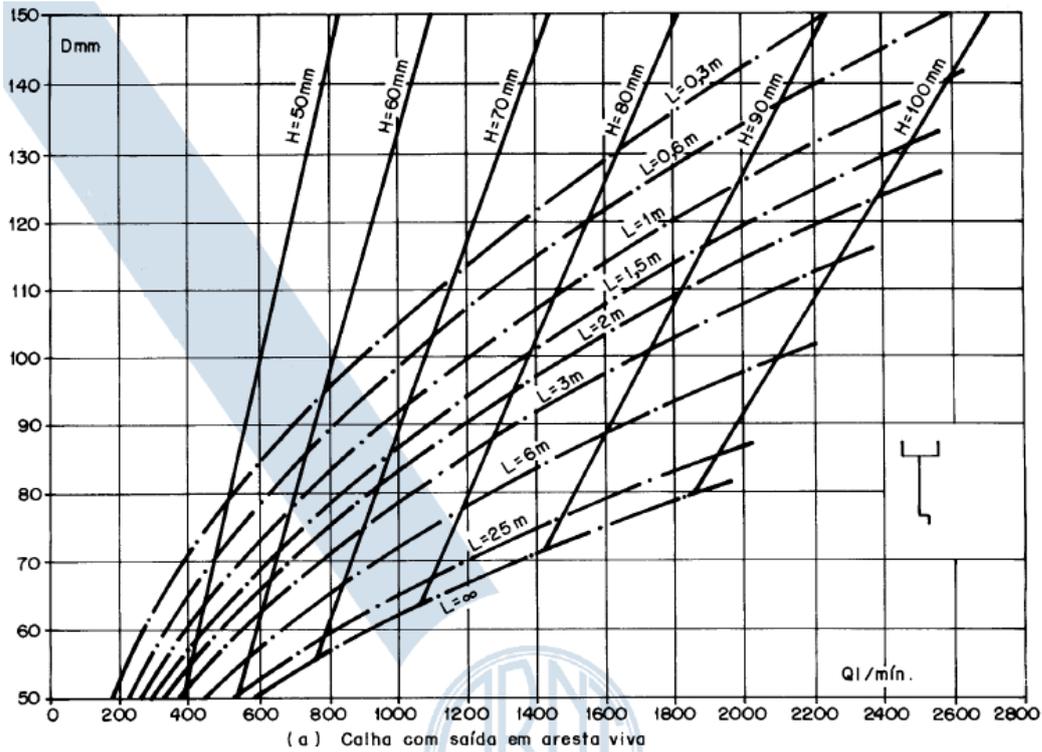


Figura 1 – Ábacos para a determinação de diâmetros de condutores verticais

FONTE: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.³⁹

Para o sistema estudado, será considerada uma calha com saída em aresta viva, porém, considerando que a vazão de projeto é 43,95L/min, que o valor mínimo

³⁹ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989, p.8.

de vazão que aparece em ambos os ábacos é 200L/min e que “o diâmetro interno mínimo dos condutores verticais de seção circular é 70mm”⁴⁰, pode-se determinar então que se trata de uma calha com saída viva e o seu diâmetro. Além disso, o bocal da calha será dotado de tela de nylon que funcionará como filtro de detritos.

2.2.3. Dispositivo de descarte da primeira chuva

A ABNT NBR 15527 que trata sobre o aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis, estabelece que pode ser instalado no sistema um dispositivo para o descarte da água de escoamento inicial, recomendando-se que seja automático e que seja descartado 2mm da precipitação inicial. A mesma norma define como escoamento inicial a “água proveniente da área de captação suficiente para carregar a poeira, fuligem, folhas, galhos e detritos”⁴¹. Portanto é necessário saber o volume de água que deverá ser descartado.

O dispositivo utilizado para descarte será semelhante ao adotado pela EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), conforme a figura 3. No dispositivo apresentado é utilizada uma caixa d’água para o armazenamento temporário da água da primeira chuva, que posteriormente será descartada. Sua funcionalidade é simples: há um tubo de pvc com furos vedado em sua parte inferior. Dentro deste tubo há uma bola de material menos denso que a água para que possa flutuar. Ao elevar o nível de água do reservatório, automaticamente a bola, que no caso funciona como uma bóia, sobe até a entrada de água, uma vez que é direcionada pelo tubo de pvc no qual ela se encontra inserida, vedando assim a passagem da água quando o limite do reservatório é atingido, fazendo com que ao invés dela descer, seja conduzida para o reservatório destinado a água que será utilizada. O volume desse reservatório provisório é calculado considerando-se a água proveniente da área de captação que é suficiente para limpar o sistema.

⁴⁰ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989, p.7.

⁴¹ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527**: Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro, 2007, p.6.

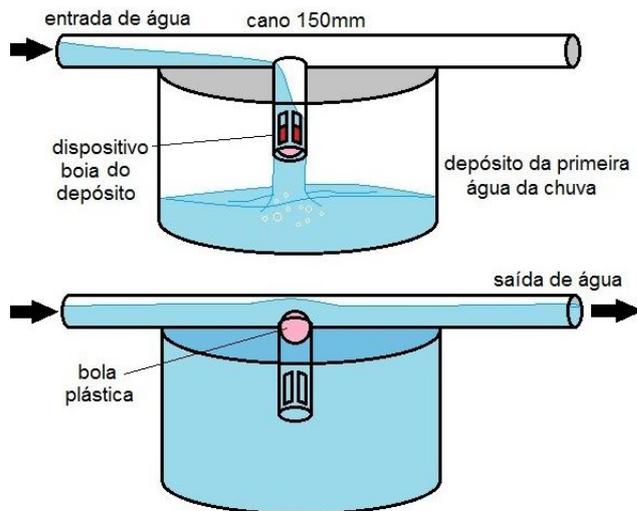


Figura 2 - Desenho esquemático de exemplo de depósito para primeira água da chuva, com dispositivo boia.

FONTE: OLIVEIRA, Armando Victória. et al. **EMBRAPA**. 2012⁴²

Com base nessas definições e considerando os dados de projeto:

Área de projeção horizontal da cobertura/telhado: $61,80m^2$

$2mm = 0,002m$

Tem-se:

$$V = A_b \cdot h$$

Onde:

$V = \text{volume } (m^3)$

$A_b = \text{área da base (deverá ser considerada a área de projeção horizontal do telhado em } m^2)$

$h = \text{altura (considerando que } 2mm \text{ equivale a } 0,002m)$

É possível calcular então o volume de água necessário à limpeza da área de captação (telhado):

$$V = 61,80 \cdot 0,002$$

$$V = 0,12m^3 \text{ ou } 120L$$

Por se tratar de um sistema direcionado a habitações populares, o ideal é que sejam utilizados materiais de custo menor, portanto, como se trata de um reservatório que deve ter a capacidade de armazenamento de 120L, optou-se pela

⁴² OLIVEIRA, Armando Victória. et al. **EMBRAPA**. Aproveitamento da água de chuva na produção de suínos e aves. Concórdia. 2012. p.18. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/954008/aproveitamento-da-agua-da-chuva-na-producao-de-suinos-e-aves>> Acesso em: 18 out. 2014.

utilização de uma “bombona” com esta capacidade. Ficando o dispositivo de descarte conforme imagem abaixo:

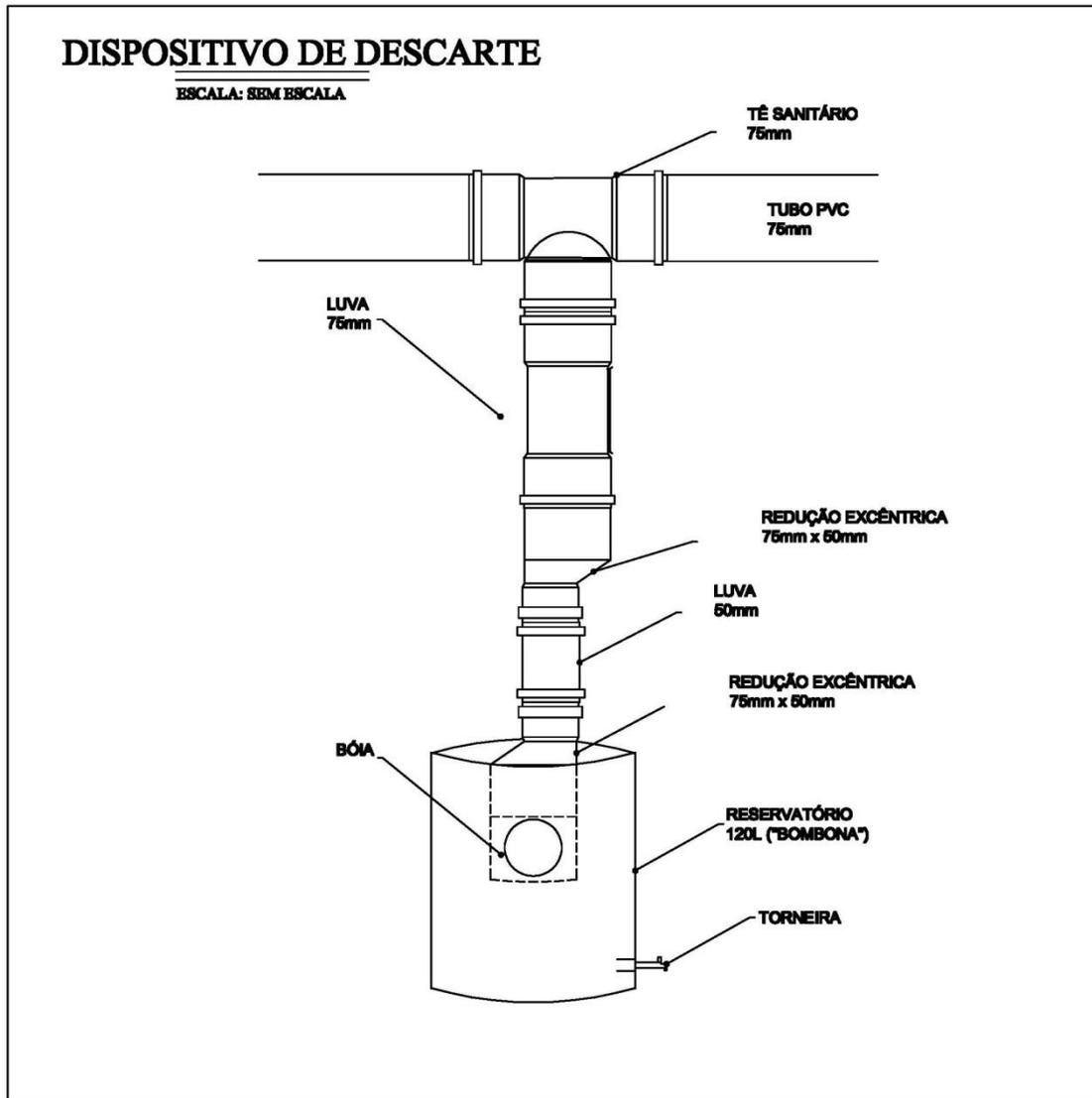


Figura 3 - Esquema Dispositivo de Descarte

2.2.4. Armazenamento e distribuição da água

Para o sistema, será considerado um reservatório a parte, valendo-se de uma caixa d'água com capacidade de armazenamento de 500L, dotado de extravasor a

fim de dar vazão ao volume que exceder a capacidade de armazenamento, e ainda “o volume não aproveitável da água de chuva pode ser lançado na rede de galerias de águas pluviais, na via pública, ou ser infiltrado total ou parcialmente, desde que não haja perigo de contaminação do lençol freático...”⁴³ A norma ainda sugere que os reservatórios sejam limpos e desinfetados com solução de hipoclorito de sódio pelo menos uma vez ao ano.

Conforme definido, o volume armazenado servirá para atender a descarga da bacia sanitária e a torneira de jardim. O dimensionamento da instalação de distribuição foi feito atendendo a critérios da NBR 5626 – Instalação predial de água fria.

Considerando-se que de acordo com a norma é usual estabelecer uma provável demanda simultânea, esta pode ser estimada pelo método dos pesos relativos.

Os pesos relativos são estabelecidos em função da vazão de projeto. A tabela abaixo indica os valores que serão considerados para os aparelhos sanitários do sistema, conforme a NBR 5626 orienta.

Tabela 3 - Pesos relativos nos pontos de utilização

| Aparelho Sanitário | Peça de Utilização | Vazão de Projeto (L/s) | Peso Relativo |
|--|---------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Bacia Sanitária | Caixa de Descarga | 0,15 | 0,3 |
| Torneira de Jardim ou lavagem em geral | Torneira | 0,2 | 0,4 |

Definindo a vazão, torna-se possível definir o diâmetro da tubulação a ser utilizada em cada trecho. Uma vez que a norma orienta a dimensionar trecho a trecho, podemos considerar o sistema conforme os projetos a seguir.

⁴³ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527: Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos**. Rio de Janeiro, 2007, p.3.

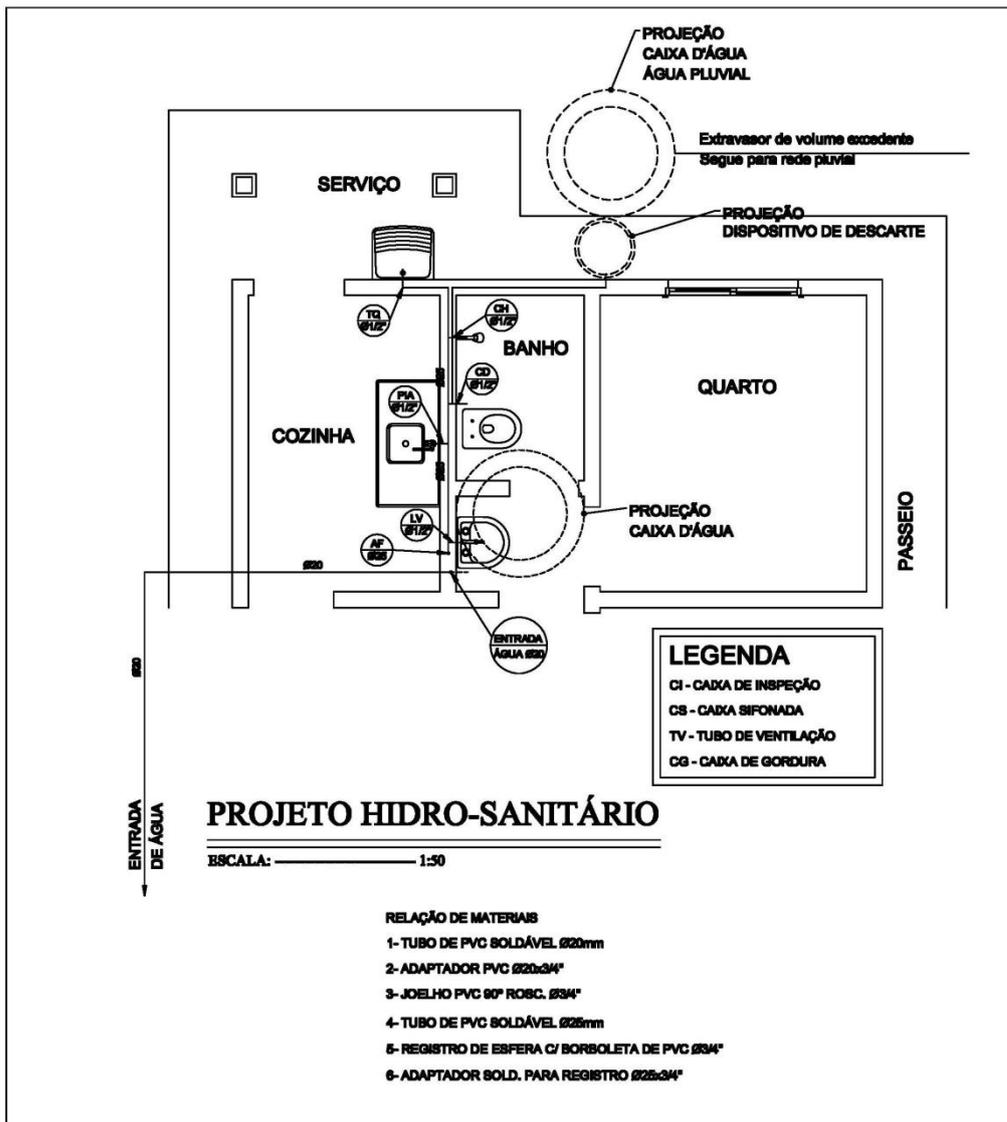


Figura 4 - Projeto Hidro-Sanitário Adaptado

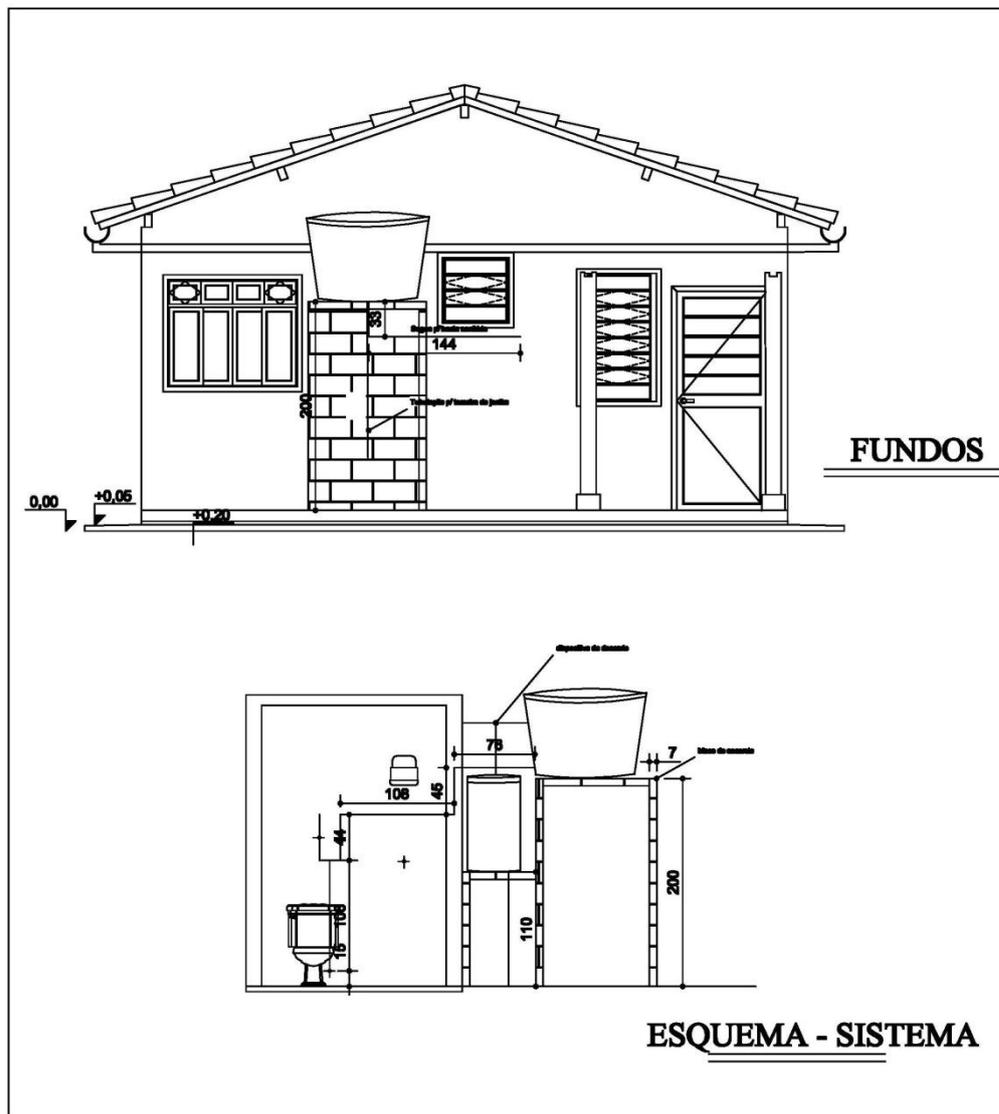


Figura 5 - Esquema do sistema de captação

Portanto, para efeito de dimensionamento da tubulação deve-se considerar:

Cada peça de utilização necessita de uma determinada vazão para um perfeito funcionamento. Essas vazões estão relacionadas empiricamente com um número convencional de peso das peças. Esses pesos, por sua vez, têm relação direta com os diâmetros mínimos necessários para o funcionamento da peça.⁴⁴

Com isso, consideraremos os pesos usados na tabela 3, e a reprodução da tabela a seguir:

⁴⁴ JUNOR, Roberto de Carvalho. **INSTALAÇÕES HIDRAULICAS E PROJETO DE ARQUITETURA**. 3° Ed. São Paulo. Editora Blucher. 2010.p.68.

Tabela 4- Ábaco simplificado (somatório de 0 a 100)

| | | | | | | | | | | | |
|-------------------|---|-------|-----|-------|-----|-------|----|--------|----|--------|-----|
| Soma dos pesos | 0 | ↔ | 1,1 | ↔ | 3,5 | ↔ | 18 | ↔ | 44 | ↔ | 100 |
| Ø Soldável (mm) | | 20 mm | | 25 mm | | 32 mm | | 40 mm | | 50 mm | |
| Ø Roscável (pol.) | | 1/2" | | 3/4" | | 1" | | 1.1/4" | | 1.1/2" | |

FONTE: JUNOR, Roberto de Carvalho. **INSTALAÇÕES HIDRAULICAS E PROJETO DE ARQUITETURA**. 3º Ed. São Paulo. Editora Blucher. 2010.p.69.⁴⁵

Para o cálculo da vazão utiliza-se a função a seguir:

$$Q = 0,3 \sqrt{\sum P}$$

Onde:

Q = vazão estimada na seção considerada, em litros por segundo.

$\sum P$ = soma dos pesos relativos de todas as peças de utilização alimentadas pela tubulação considerada.

Como a bacia sanitária e a torneira de jardim estão em tubulações distintas, é necessário calcular a vazão para cada uma delas.

BACIA SANITÁRIA

$$Q = 0,3 \sqrt{0,3}$$

$$Q = 0,16 \text{ L/s}$$

Para a bacia sanitária então, deve-se considerar tubulação de 20mm, conforme a tabela indica.

TORNEIRA DE JARDIM:

$$Q = 0,3 \sqrt{0,4}$$

$$Q = 0,18 \text{ L/s}$$

Assim como na bacia sanitária, o valor encontrado para a vazão está entre 0 e 1,1, portanto o diâmetro da tubulação deverá ser 20mm.

A fim de comprovar a funcionalidade do sistema apresentado, serão expostos a seguir os cálculos referentes à perda de carga ao longo de toda a tubulação, explicitando que tanto bacia sanitária quanto torneira de jardim irão funcionar de

⁴⁵ JUNOR, Roberto de Carvalho. **INSTALAÇÕES HIDRAULICAS E PROJETO DE ARQUITETURA**. 3º Ed. São Paulo. Editora Blucher. 2010.p.69.

acordo com as exigências da norma, que diz: “a perda de carga ao longo de um tubo depende do seu comprimento e diâmetro interno, da rugosidade da sua superfície interna e da vazão.”⁴⁶

A tabela a seguir refere-se a todas as conexões e comprimentos de tubulação do projeto apresentado, bem como o seu respectivo valor de perda de carga, de acordo com informações da NBR 5626. Consideraremos primeiramente o cálculo para a bacia sanitária.

Tabela 5 - Perda de carga em conexões - comprimento equivalente para tubo liso

| COMPRIMENTOS EQUIVALENTE EM METROS | | | |
|------------------------------------|------------|----------|------|
| PEÇA | QUANTIDADE | DIÂMETRO | PESO |
| Joelho 90° | 5 | 20 | 1,1 |
| Tê saída bilateral | 1 | 20 | 2,3 |
| Registro | 1 | 20 | 0,1 |

Comprimento real da tubulação (LR): 0,76m + 0,45m + 1,08m + 0,44m + 1,06m + 1,44m = 5,23m

Comprimento equivalente (Leq): 5 x 1,1 + 2,3 + 0,1 = 7,90m

Comprimento total (LV): LR + Leq = 5,23m + 7,90m = 13,13m

Para o cálculo da perda de carga consideramos a fórmula de Fair-Whipple-Hsiao, para tubos lisos:

$$J = 0,0008695 \times \frac{Q^{1,75}}{d^{4,75}}$$

Onde:

J = perda de carga unitária em Kpa/m

Q = é a vazão estimada na seção considerada, em L/s

d = é o diâmetro interno do tubo, em mm.

Com isso, temos:

$$J = 0,0008695 \times \frac{0,00015^{1,75}}{0,02^{4,75}}$$

$$J = 0,021$$

⁴⁶ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998, p.29.

Agora calcula-se a perda de carga no trecho (H_p):

$$H_p = J \times L_v$$

$$H_p = 0,021 \times 13,13$$

$$H_p = 0,27$$

Com isso, temos que a pressão disponível (P_d) é:

$$P_d = H_g - H_p$$

$$P_d = 2,00 - 0,27$$

$$P_d = 1,73 \text{ m.c.a.}$$

Como a pressão mínima para o vaso sanitário com caixa acoplada, segundo a NBR 5626 é 5Kpa, ou seja, 0,50 m.c.a. a pressão disponível atende à necessidade.

Para o cálculo referente à torneira de jardim, temos:

Tabela 6 - Perda de carga em conexões - comprimento equivalente para tubo liso

| COMPRIMENTOS EQUIVALENTE EM METROS | | | |
|------------------------------------|------------|----------|------|
| PEÇA | QUANTIDADE | DIÂMETRO | PESO |
| Joelho 90° | 2 | 20 | 1,1 |

Comprimento real da tubulação (LR): 0,30m + 1,50m = 1,80m

Comprimento equivalente (Leq): 2 x 1,1 = 2,20m

Comprimento total (LV): LR + Leq = 1,80m + 2,20m = 4,00m

Para o cálculo da perda de carga consideramos a fórmula de Fair-Whipple-Hsiao, para tubos lisos:

$$J = 0,0008695 \times \frac{Q^{1,75}}{d^{4,75}}$$

$$J = 0,0008695 \times \frac{0,00020^{1,75}}{0,02^{4,75}}$$

$$J = 0,034$$

Agora calcula-se a perda de carga no trecho (H_p):

$$H_p = J \times L_v$$

$$H_p = 0,034 \times 4,00$$

$$H_p = 0,136$$

Com isso, temos que a pressão disponível (P_d) é:

$$P_d = H_g - H_p$$

$$P_d = 2,00 - 0,136$$

$$P_d = 1,86 \text{ m.c.a.}$$

Como a pressão mínima para uma torneira de jardim, segundo a NBR 5626 é 15Kpa, ou seja, 1,50 m.c.a. a pressão disponível atende à necessidade.

A viabilidade financeira do sistema é comprovada através da planilha orçamentária apresentada nos anexos do estudo, para sua formulação foram consultados fornecedores da região sobre o preço do material utilizado entre os dias 4/11/2014 e 25/11/2014. Uma vez que o sistema trabalha somente por gravidade, não necessitando de bombas, a economia inicia-se já em sua concepção.

Tabela 8 – Orçamento Sistema de Captação

| DESCRIÇÃO | UNIDADE | QUANTIDADE | PREÇO UNITÁRIO | PREÇO TOTAL |
|------------------------------------|---------|------------|----------------|-------------|
| TUBO PVC ESGOTO PREDIAL DN 75MM | M | 7,0 | R\$ 7,06 | R\$ 49,42 |
| TUBO PVC ÁGUA FRIA 25MM | M | 5,5 | R\$ 2,40 | R\$ 13,20 |
| JOELHO PVC 90° ÁGUA FRIA 25MM | UN | 7 | R\$ 0,42 | R\$ 2,94 |
| TÊ PVC ÁGUA FRIA 25MM | UN | 1 | R\$ 2,00 | R\$ 2,00 |
| TE SANITARIO 75X75MM | UN | 2 | R\$ 7,90 | R\$ 15,80 |
| LUVA PVC ESGOTO 75MM | UN | 1 | R\$ 2,90 | R\$ 2,90 |
| REDUCAO DE PVC 75X50MM | UN | 2 | R\$ 3,90 | R\$ 7,80 |
| LUVA PVC ESGOTO 50MM | UN | 1 | R\$ 1,90 | R\$ 1,90 |
| TORNEIRA PLÁSTICA 3/4" | UN | 1 | R\$ 3,50 | R\$ 3,50 |
| CAIXA D'AGUA 500 L | UN | 1 | R\$ 199,00 | R\$ 199,00 |
| BOMBONA PLÁSTICA 120L | UN | 1 | R\$ 60,00 | R\$ 60,00 |
| CALHA DE PVC 100MM - SEMI CIRCULAR | M | 14,9 | R\$ 23,00 | R\$ 342,70 |
| | | | TOTAL | R\$ 701,16 |

Tabela 8 – Orçamento Sistema de Captação

3. RESULTADOS E CONCLUSÕES

No decorrer da pesquisa foram apresentados dados que deixam em evidência a necessidade de melhor gestão dos recursos hídricos disponíveis, conforme exposto no capítulo 1 - Recursos Hídricos. A solução citada ainda neste capítulo, seria a substituição da água potável em bacias sanitárias e torneira de jardim por água oriunda da precipitação pluviométrica, por se tratarem de locais em que a demanda não exige nível de potabilidade equivalente à necessária para consumo, estabelecido pela portaria 518 do Ministério da Saúde, desde que passe por tratamento básico conforme exige a NBR 15527 que trata da água da chuva para fins não potáveis, exposto no capítulo 2.

No capítulo segundo, é tratado especificamente da concepção do sistema, desde seu dimensionamento até a comprovação de sua funcionalidade através dos dados e cálculos apresentados. Com a finalidade de viabilizar o seu dimensionamento, delimitou-se a uma habitação popular o objeto de estudo, entretanto essa delimitação não restringe a sua aplicação, tendo caráter meramente ilustrativo, podendo este sistema ser aplicado a todo tipo de habitação, desde que seu dimensionamento seja feito respeitando ao indicado pelas três NBR's que embasam a concepção deste: NBR 15527/07 – Água de Chuva – Aproveitamento De Coberturas Em Áreas Urbanas Para Fins Não Potáveis, NBR 10844/89 – Instalações Prediais de Águas Pluviais e NBR 5828/98 – Instalações Prediais de Água Fria.

Durante o dimensionamento do sistema levou-se em consideração todas as orientações propostas pelas normas técnicas supracitadas, excetuando-se na situação apresentada na Figura 5 – Esquema do Sistema de Captação, onde é mostrada em corte a tubulação oriunda do reservatório da água captada que canaliza esta para a bacia sanitária. O esquema propõe um desacordo à NBR 5626, exclusivamente nesta situação, em que é apresentada uma conexão cruzada, que por definição é “qualquer ligação física através de peça, dispositivo ou outro arranjo que conecte duas tubulações das quais uma conduz água potável e a outra água de

qualidade desconhecida ou não potável.”⁴⁷, sendo esta vetada por norma. Entretanto, por se tratar de um local onde a sua utilização não está voltada para o consumo, e sim para a descarga de uma bacia sanitária e onde não há possibilidade de ingestão ou utilização desta água para outro fim, optou-se por descumprir essa orientação com a finalidade de tornar mais prática a concepção do projeto do sistema tomando como princípio a necessidade de que o sistema seja de fácil acesso ao usuário.

A economia de água gerada através da utilização deste sistema é comprovada quando se leva em consideração todo o consumo por pessoa, como a água para beber, higiene pessoal, preparação de alimentos, descarga de vaso sanitário, dentre outros. “O consumo efetivo (sem perdas), verificado em várias cidades é, em média, de 150 litros por habitante e por dia”⁴⁸. Entretanto, sabe-se que a água captada através de telhados não deve ser utilizada para consumo, apenas para atividades em que não seja requerido a potabilidade, com isso consideremos apenas o volume que pode ser utilizado com a descarga do vaso sanitário e a limpeza doméstica.

O consumo médio em vasos sanitários de modelo antigo pode chegar a 14L por descarga, enquanto em modelos mais modernos é possível reduzir esse volume a 6L por descarga. Para o presente estudo foi considerada a segunda opção, uma vez que a primeira tem caído em desuso. Levando em conta que “para os vasos sanitários, mictórios e filtros, variou-se a frequência de uso do dispositivo de -3 a +3 vezes, em intervalos de uma vez”⁴⁹, é possível descobrir o consumo médio em descarga de uma casa como a apresentada como modelo do projeto.

Considerando uma bacia sanitária com caixa acoplada, seguindo o modelo apresentado no projeto, com vazão de 6L em média por descarga:

⁴⁷ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998, p.04

⁴⁸ MAGALHÃES, Carlos A. de C. **I-061 - ESTIMATIVA DO CONSUMO PER CAPITA EM COMUNIDADES ATENDIDAS PELA UNIDADE DE NEGÓCIO DO MÉDIO TIETÊ**. 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. São Paulo, s.d. p. 03. . Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/caliagua/brasil/i-061.pdf>>. Acesso em: 08 out. 2014.

⁴⁹KAMMERS, Pauline Cristiane; GHISI Enedir. **USOS FINAIS DE AGUA EM EDIFÍCIOS PÚBLICOS LOCALIZADOS EM FLORIANOPOLIS, SC**. Ambiente Construído. v. 6, n. 1, p. 75-90, jan./mar. 2006. Disponível em: <www.seer.ufpr.br/ambienteconstruido/article/download/3681/2047>. Acesso em: 11 out. 2014.

- 3 descargas x 6 litros = 24 litros/dia/ pessoa
- 24 litros x 4 pessoas = 96 litros
- 96 litros x 30 dias = 2880 litros/mês -> 2.88 m³

Como o sistema foi dimensionado para uma casa de padrão popular de dois quartos, consideramos uma família de 4 pessoas que gasta em média 150 litros/dia de água:

- 150 litros x 4 pessoas = 600 litros/ dia
- 600 litros x 30 dias = 18000 litros/ mês = 18 m³

Através dos cálculos realizados, conclui-se que nesta habitação são gastos 96 litros de água por dia com a descarga do vaso sanitário. Considerando que o reservatório esteja cheio com sua capacidade máxima de 500 litros:

$$- 500 \text{ litros} / 96 \text{ litros} = 5,20 \text{ aproximadamente } 5 \text{ dias de abastecimento.}$$

Conclui-se que o reservatório pode manter a bacia sanitária por até 5 dias sem que seja abastecido novamente, levando em conta que a torneira de jardim não esteja em uso durante este período.

Se tratando do valor da tarifa da conta de água, que em Caratinga é em média R\$2,85/m³ a economia se mostrou bem significativa, levando-se em consideração os mesmo valores de consumo mensal apresentado anteriormente temos:

Valor mensal da tarifa de abastecimento de água:

$$18 \text{ m}^3 \times R\$ 2,85 = R\$ 51,30$$

Considerando-se que do volume consumido por mês, 2,88m³ são apenas com a descarga da bacia sanitária, temos:

$$2,88 \text{ m}^3 \times R\$ 2,85 = R\$ 8,20$$

Tomando como base de cálculo a situação apresentada, a economia pode chegar a 16%, obviamente variando em meses com menor índice pluviométrico.

A torneira pode ser tanto usada para encher baldes, quanto para conectar uma mangueira, sendo a primeira opção a mais indicada para fazer a limpeza doméstica, uma vez que enquanto com baldes são usados cerca de 40 litros, a mangueira ligada durante 15 minutos pode gastar até 280 litros de água. Dados esses apresentados no item 1.4 do capítulo 1.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **CONJUNTURA DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL: INFORME 2011**. Brasília: ANA: 2011. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2011/Conjuntura_2011.pdf>. Acesso em: 27mar. 2014.

ANNECCHINI, Karla Ponzo Vaccari. **APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA PARA FINS NÃO POTÁVEIS NA CIDADE DE VITÓRIA (ES)**. Vitória, 2005. Dissertação (Pós Graduação Eng. Ambiental) Universidade Federal do Espírito Santo, concluído em 2005. Disponível em: <http://www.ct.ufes.br/ppgea/files/VERS%C3%83O%20final%20-%20Karla%20Ponzo.PRN_.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527:2007: Água de Chuva – Aproveitamento de Coberturas em Áreas Urbanas Para Gins Não Potáveis**. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais**. Rio de Janeiro, 1989.

CARVALHO, Roberto Jr. **INSTALAÇÕES HIDRAULICAS E PROJETO DE ARQUITETURA**. 3º ed; São Paulo. Editora Blucher. 2010, p.159.

FARIAS, Karoline Furghestti. **REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA PARA FINS NÃO POTÁVEIS NO CENTRO DE ENSINO BOMBEIRO MILITAR DE SANTA CATARINA**. Corpo de bombeiro Militar. Santa Catarina. 2011. p. 06. Disponível em: <http://biblioteca.cbm.sc.gov.br/biblioteca/dmdocuments/CFSd_2011_2_FURGHESTTI.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2014

FERNANDES, D. et al. **VIABILIDADE ECONOMICA DO USO DA ÁGUA DA CHUVA: UM ESTUDO DE CASO DA IMPLANTAÇÃO DE CISTERNA NA**

UFRN/RN. Fox do Iguaçu: ENEGEP, 2007. Disponível em:

<file:///C:/Users/taciane/Downloads/%C3%A1gua%20da%20chuva.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2014.

FRANCISCO, Vagner de Cerqueira. **CONSUMO SUSTENTAVEL.** Geografia

Econômica. Mundo Educação; p.01. Disponível em: <

<http://www.mundoeducacao.com/geografia/consumo-sustentavel.htm#comentarios>>.

Acesso em: 15 ago. 2014

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Ministério da Saúde. **MANUAL DE SANAMENTO.** Disponível em:

<[http://gestaoportal.sebrae.com.br/customizado/gestao-ambiental-](http://gestaoportal.sebrae.com.br/customizado/gestao-ambiental-biblioteca/bib_manual_saneamento.pdf)

[biblioteca/bib_manual_saneamento.pdf](http://gestaoportal.sebrae.com.br/customizado/gestao-ambiental-biblioteca/bib_manual_saneamento.pdf)>. Acesso em: 06 mar. 2014.

GREGH, Ana. **24 DICAS PRATICAS PARA O USO CONSCIENTE DA AGUA.**

Planeta Sustentável.2010,s.l,p 01. Disponível em:

<<http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/atitude/dicas-praticas-uso-consciente-agua-541868.shtml?func=1&pag=0&fnt=14pxpdf>>. Acesso em: 23 ago. 2014.

IDEC, et al. **CONSUMO SUSTENTAVEL.** Manual de Educação. Brasília. 2005; p.27.

Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/estruturas/educamb/_arquivos/consumo_sustentavel.pdf>.

Acesso em: 05 out. 2014.

INSTITUTO CARBONO BRASIL. **ÁGUA:** Disponível em:

<<http://www.institutocarbonobrasil.org.br/agua/p=2>>. Acesso em: 10 mai. 2014.

MOREIRA, João. **PROJETO DE HABITAÇÃO POPULAR RURAL.** Set, 2011.

LORENZETE, Helber Henrique de Oliveira. **ESTUDO DE VANTAGENS DE CAPTAÇÃO DE AGUA DA CHUVA PARA USO DOMÉSTICO**. Revista Meio Ambiente Industrial. 2011, 15 de abr. Disponível em: <<http://rmai.com.br/v4/read/657/estudo-de-vantagens-da-captacao-de-agua-de-chuva-para-uso-domestico.aspx>>. Acesso em: 18 set. 2014, p. 01

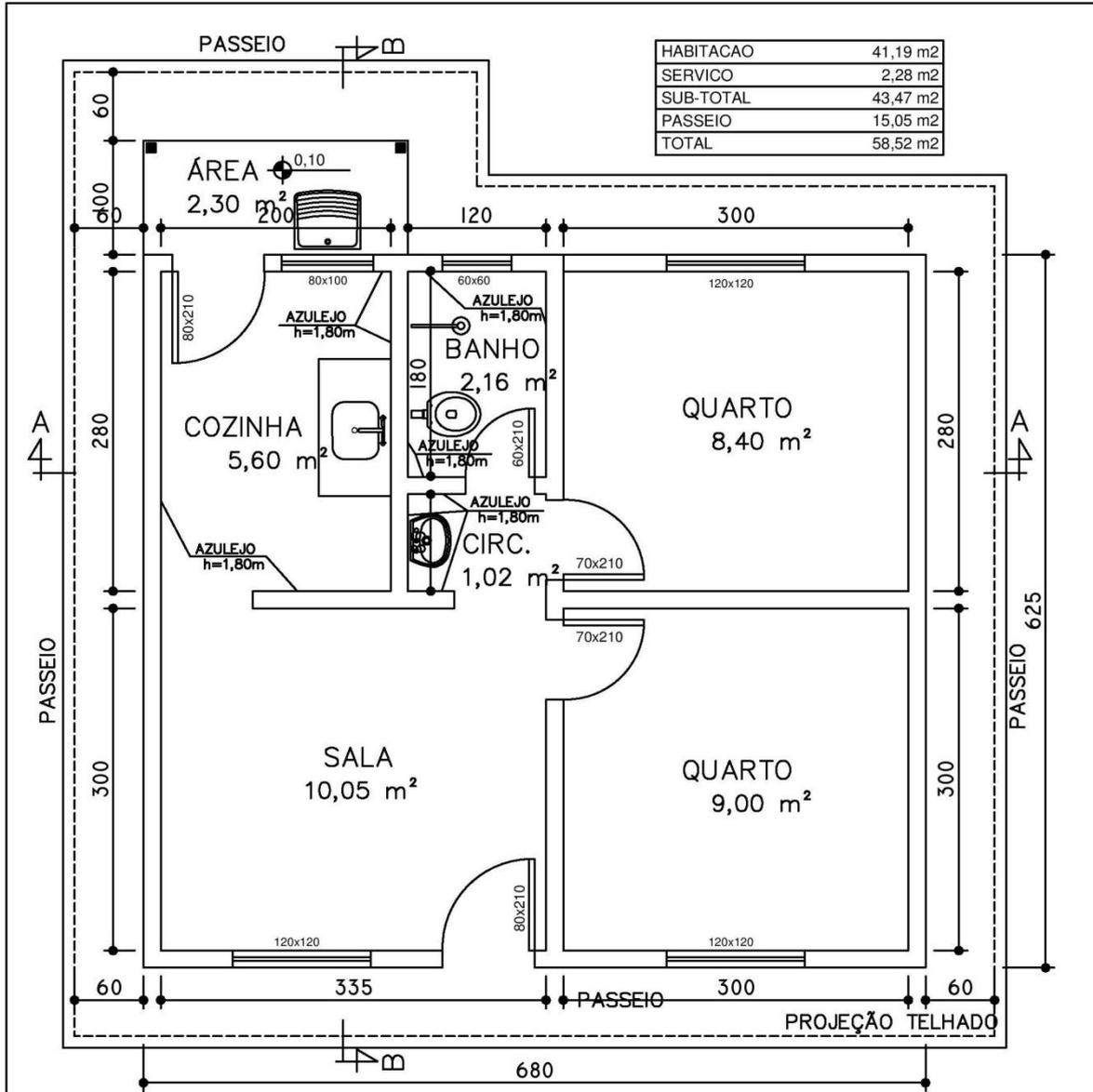
RIGHETTO, Antônio Marozzi. **MANEJO DE AGUAS PLUVIAIS URBANAS DO PROJETO PROSAB**: 4. ed., 2009. Natal: Editora ABES, 2009, p 44. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/prosab/livros/prosab5_tema%204.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2014.

PEREIRA, Leandro Rocato, et al. **VIABILIDADE ECONÔMICO/AMBIENTAL DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL EM EDIFICAÇÃO DE 100m² DE COBERTURA**. Artigo. Universidade Católica de Goiás. s.d. Goiânia. p. 06. Disponível em: <http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/arquivosupload/36/file/continua/viabilidade%20econômico_ambiental%20da%20implanta%C3%87%C3%83o%20de%20um%20sistema%20de%20capta%C3%87%C3%83o%20e%20aproveitamento%20de%20%C3%81gua.pdf>. Acesso em: 18 set. 2014

RODRIGUES, Santana. **ESTAÇÃO DE TRATAMENTO**. Resumo. Ebah. S.d. p. 01 Disponível em: < <http://www.ebah.com.br/content/ABAAfRbkAH/resumo>>. Acesso em: 25 set. 2014

SILVA, Daniel Freitas Reis. **APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA ATRAVÉS DE UM SISTEMA DE COLETA COM COBERTURA VERDE: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DRENADA E POTENCIAL DE ECONOMIA DE ÁGUA POTÁVEL**. Monografia (Bacharelado em Eng. Civil). Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, concluída em 2014. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10009251.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2014.

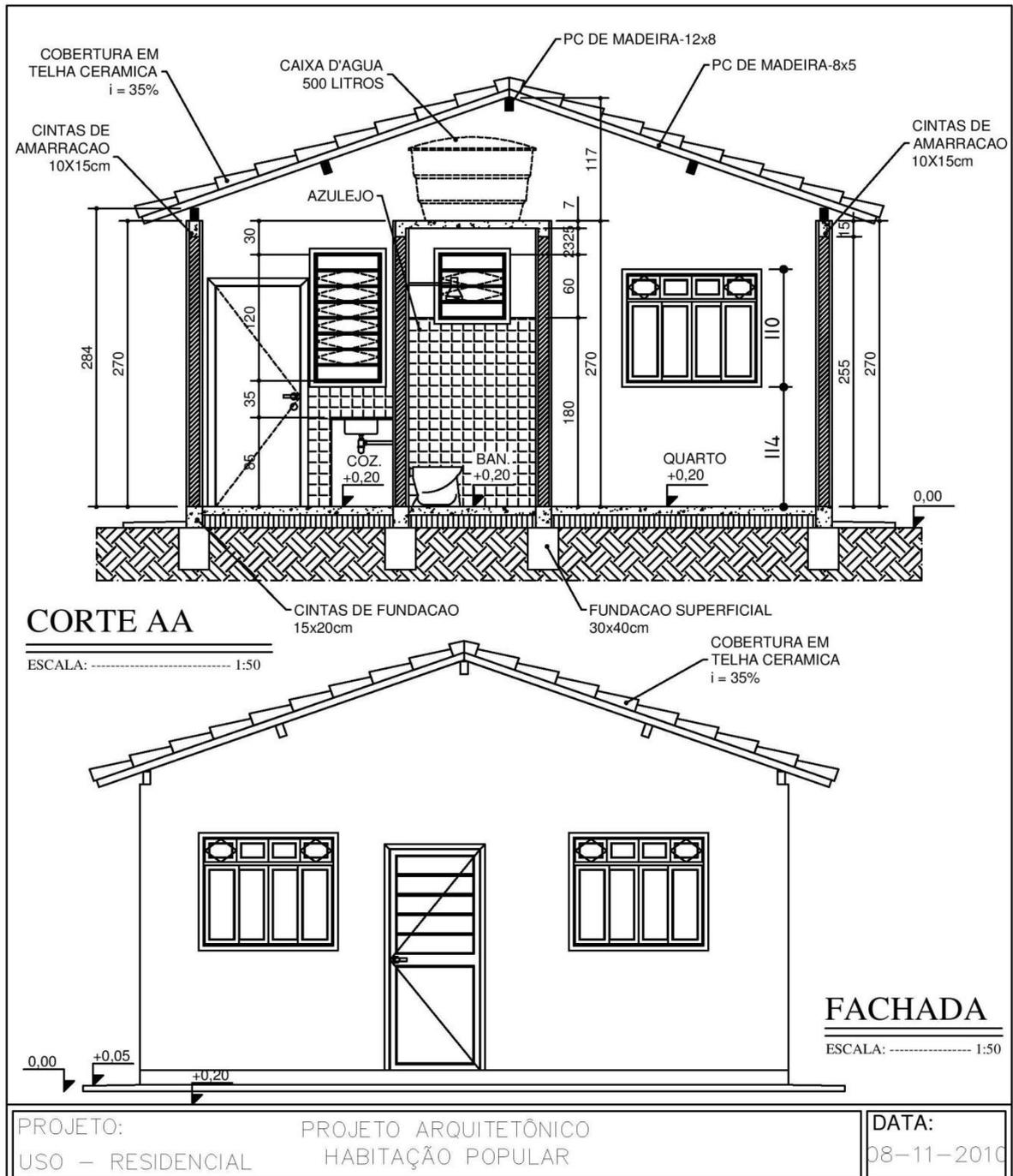
ANEXOS



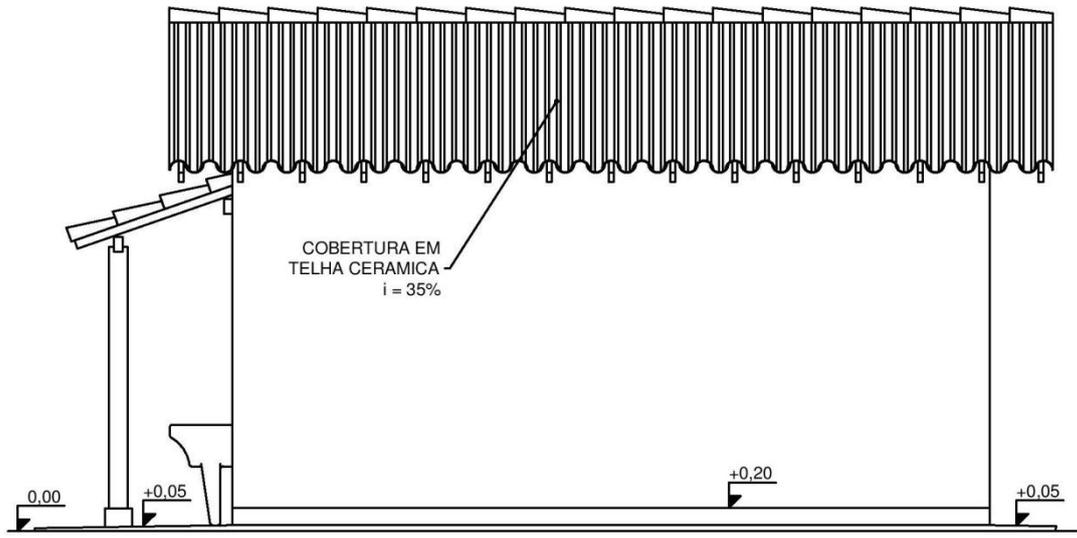
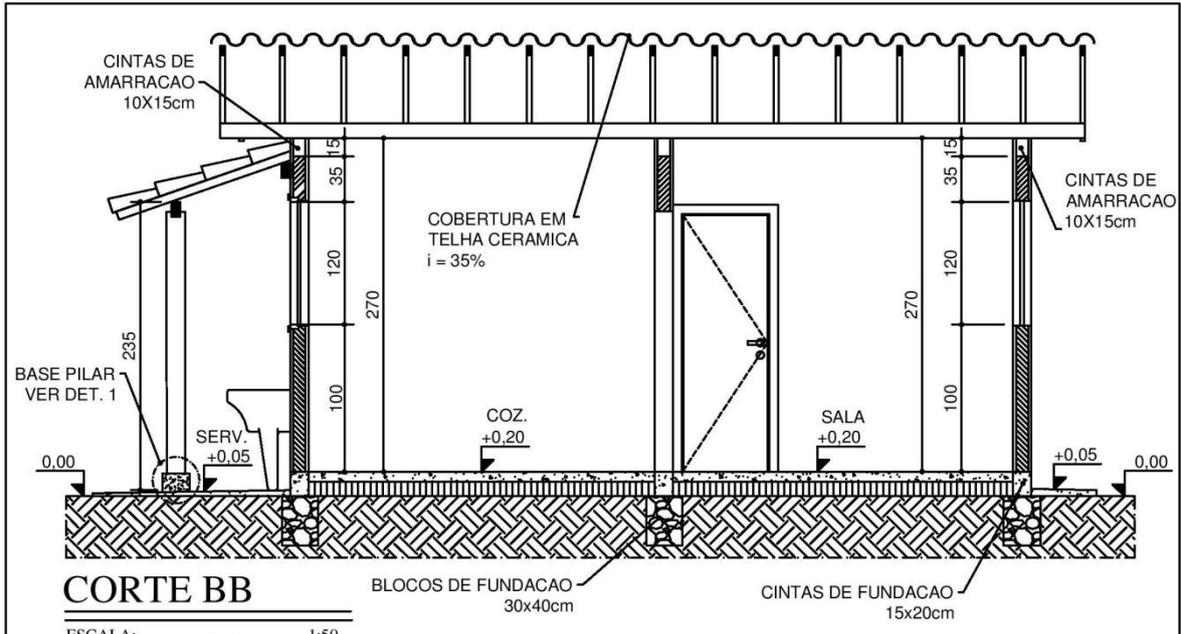
PLANTA BAIXA

ESCALA: 1:50

| | | |
|-------------------|-----------------------|------------|
| PROJETO: | PROJETO ARQUITETÔNICO | DATA: |
| USO – RESIDENCIAL | HABITAÇÃO POPULAR | 08-11-2010 |

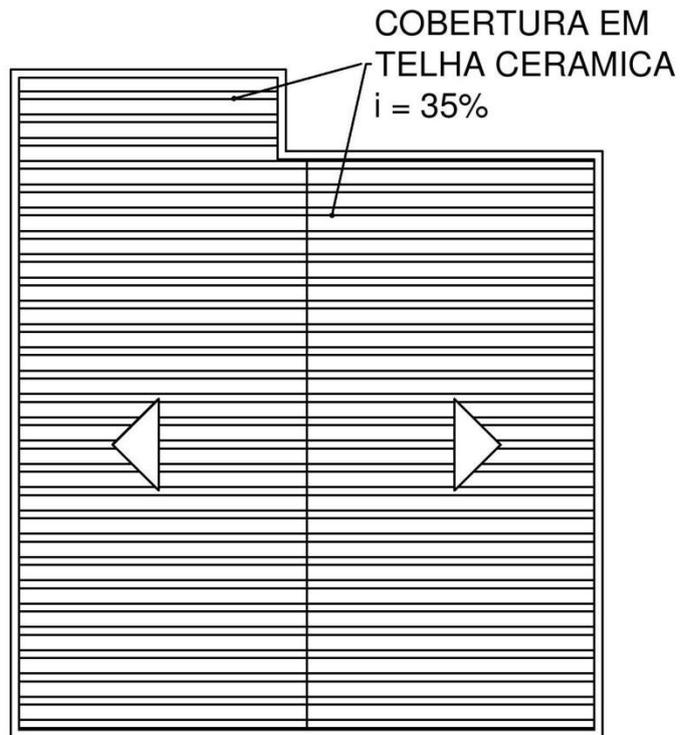


Projeto Arquitetônico – Corte AA e Fachada



| | | |
|-------------------|-----------------------|------------|
| PROJETO: | PROJETO ARQUITETÔNICO | DATA: |
| USO – RESIDENCIAL | HABITAÇÃO POPULAR | 08-11-2010 |

Projeto Arquitetônico – Corte BB e Fachada Lateral Esquerda

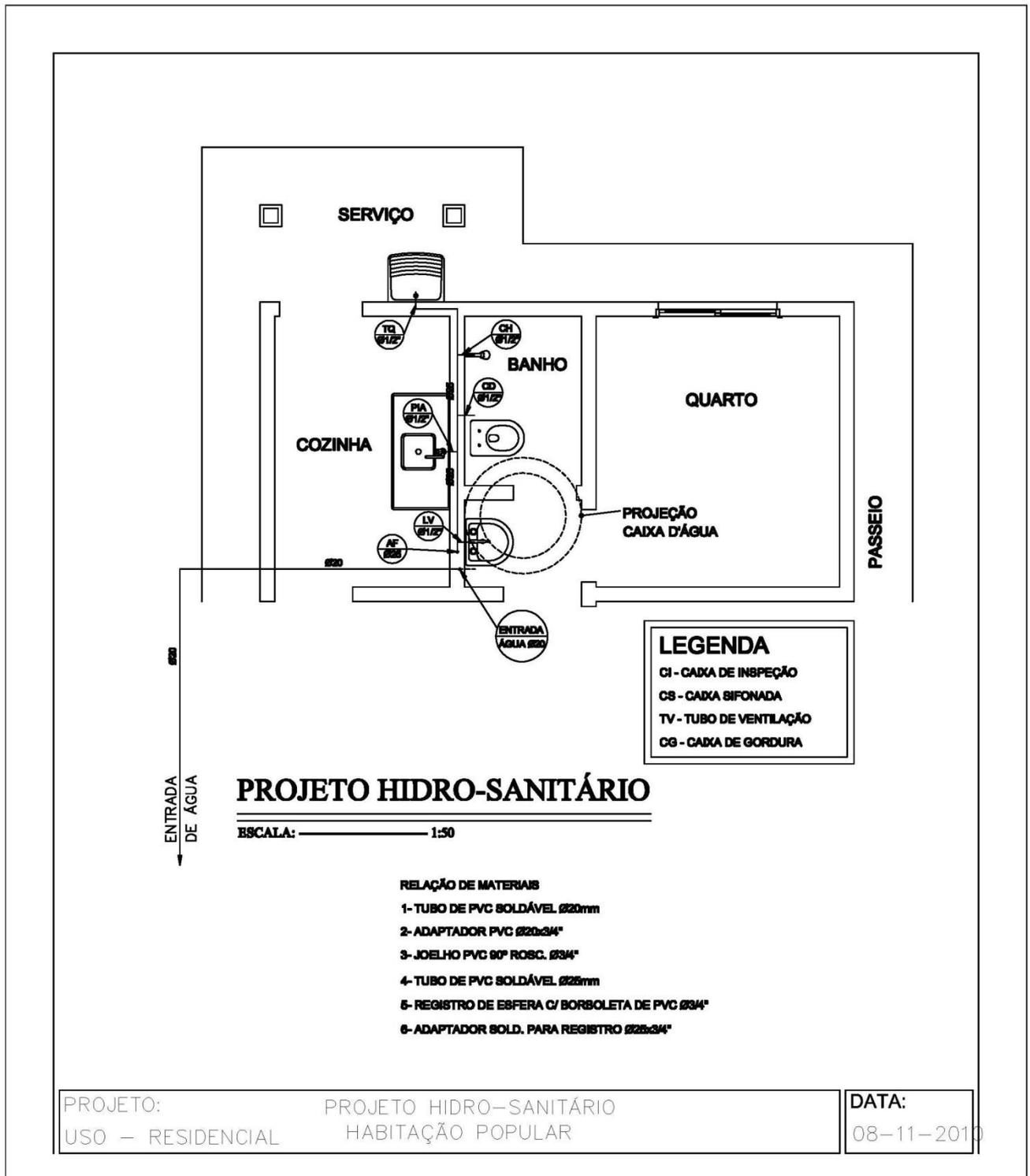


COBERTURA

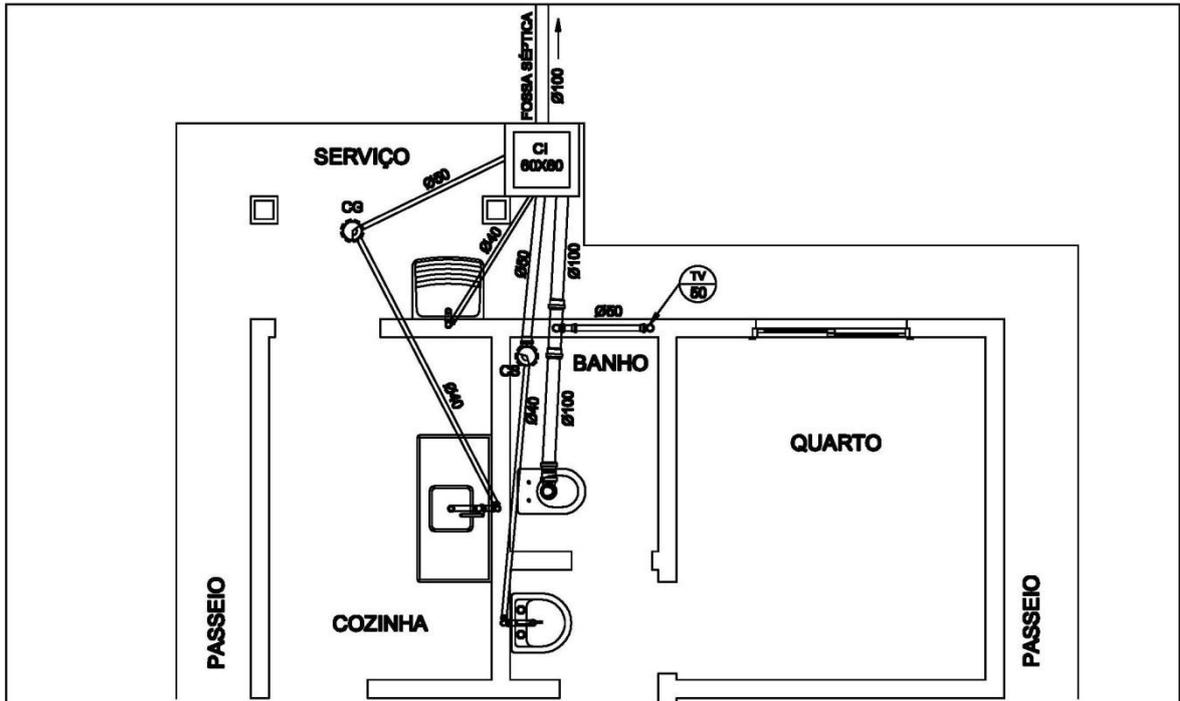
ESCALA: 1:75

PROJETO: PROJETO ARQUITETÔNICO
USO – RESIDENCIAL HABITAÇÃO POPULAR

DATA:
08-11-2010



Projeto Hidro-Sanitário

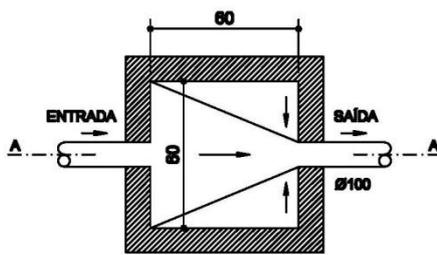


PROJETO SANITÁRIO

ESCALA: _____ 1:50

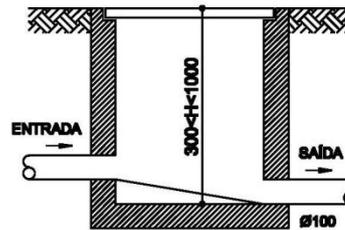
LEGENDA

- C.I. - CAIXA DE INSPEÇÃO
- CS - CAIXA SIFONADA
- TV - TUBO DE VENTILAÇÃO
- CG - CAIXA DE GORDURA



PLANTA - CI

ESCALA: _____ 1:25

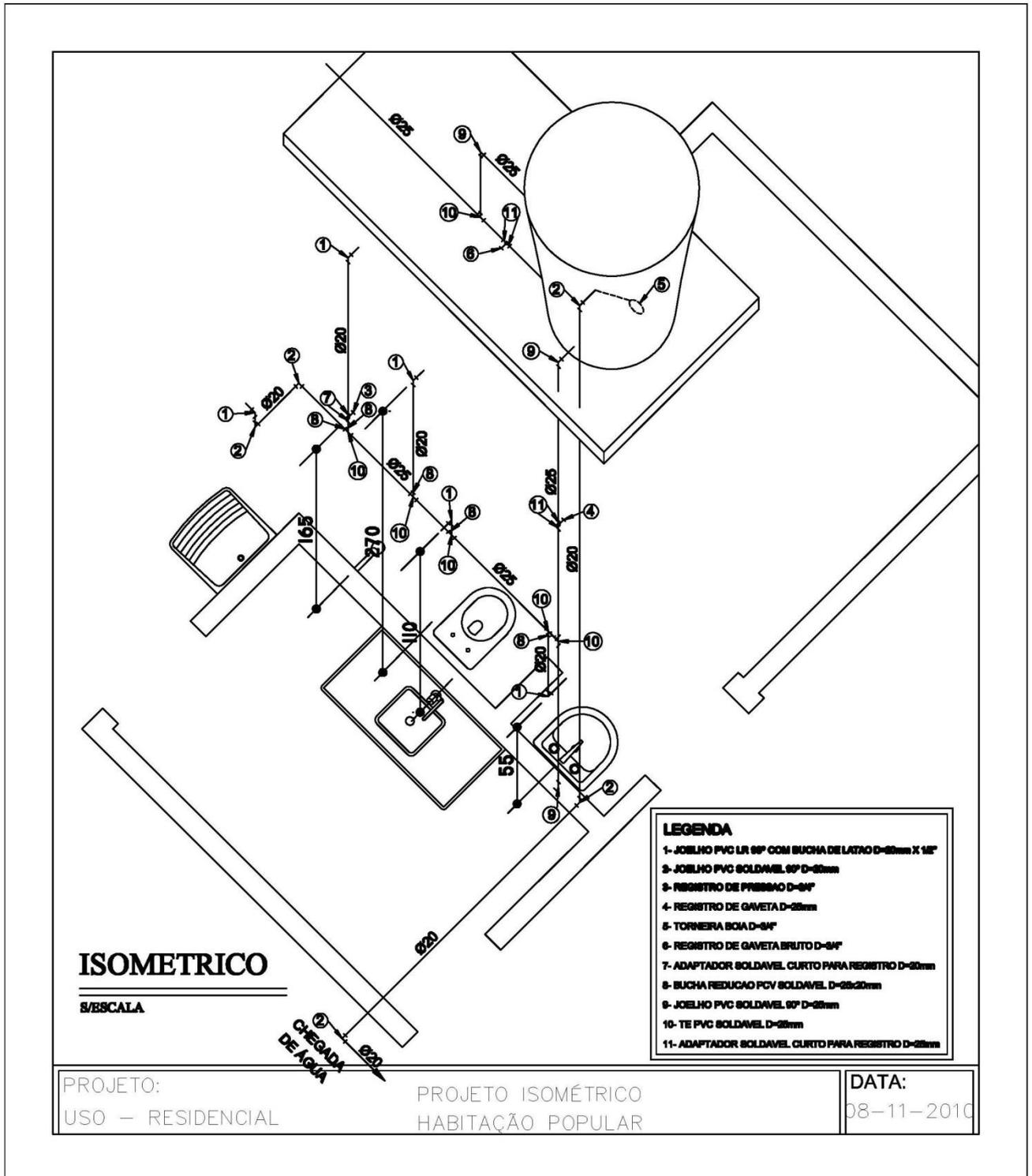


CORTE AA - CI

ESCALA: _____ 1:25

PROJETO: PROJETO SANITÁRIO
 USO - RESIDENCIAL HABITAÇÃO POPULAR

DATA: 08-11-2010



Projeto de Instalações hidro-sanitárias – Isométrico