MARCIO GABRIEL RODRIGUES SILVA-1700268
THULIO TORRES MATTA NEVES-1701011

ENGENHARIA CIVIL

Itaperuna-RJ
2021

MARCIO GABRIEL RODRIGUES SILVA-1700268
THULIO TORRES MATTA NEVES-1701011

TELHADO VERDE: REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA PLUVIAL EM PRÉDIO SOCIAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção de título de Bacharel em Engenharia Civil ao Centro Universitário Redentor.

Orientador: Gabriel Pereira Gonçalves.

Itaperuna- RJ

2021

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor (a) (es): MARCIO GABRIEL RODRIGUES SILVA, E THULIO TORRES MATTA NEVES

Título: TELHADO VERDE: REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA PLUVIAL EM PRÉDIO SOCIAL .

Natureza: Trabalho de conclusão de curso II.

Objetivo: Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Instituição: Centro Universitário Redentor.

Aprovada em ___/__/____.

Banca Examinadora:

_____

Prof. Gabriel Pereira Gonçalves

M.Sc. Engenharia Civil

Instituição: Centro Universitário Redentor

_____

Prof. Pietro Valdo Rostagno

M.Sc. Engenharia Civil

Instituição: Centro Universitário Redentor

_____

Prof. Daniela Galdino Santos

M.Sc. Engenharia Civil

Instituição: Centro Universitário Redentor

RESUMO

O presente trabalho é de uma adaptação e alternativa para um problema que já estamos vivendo e que tem a tendência de piorar com o passar dos anos, que é o aquecimento global e a falta de água. O trabalho fala de um método para a reutilização da água e também a implantação de áreas verdes no âmbito urbano, as mais conhecidas ilhas de calor. o trabalho foi implantar um telhado verde em um prédio residencial com a possibilidade de se utilizar assim aquela área e ainda reutilizar a água que vai ser captada. O trabalho foi desenvolvido de acordo com as normas ABNTs. Foi feito um dimensionamento de ramal para cerca de 64 pessoas para que se possa ter em sua maioria o prédio sustentável e com a maior economia de água possível. Conclui-se então que esse trabalho seria de suma importância em todo país, que por sua vez fala de um assunto muito discutido mundialmente.

Palavras-chave: telhado verde,sustentabilidade, ilhas de calor, reutilização de água e dimensionamento.

ABSTRACT

The present work is an adaptation and alternative to a problem that we are already experiencing and that tends to get worse over the years, which is global warming and the lack of water. The work talks about a method for the reuse of water and also the implantation of green areas in the urban environment, the best known heat islands. The work was to implement a green roof on a residential building with the possibility of using that area and also reusing the water that will be captured. The work was developed in accordance with ABNTs standards. A branch sizing was carried out for about 64 people so that the majority of the building can be sustainable and with the greatest possible water savings. It is concluded then that this work would be of paramount importance throughout the country, which in turn speaks of a subject much discussed worldwide.

Keywords: green roof, sustainability, heat islands, water reuse and design**.**

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO……7
1.1 OBJETIVOS ……9
1.1.1 Objetivo Geral……9
1.1.2 Objetivo Específicos……9
1.2 JUSTIFICATIVA……10
2 REVISÃO DA LITERATURA……11
2.1 TELHADO VERDE……11
2.1.1 Tipos De Telhado Verde……12
2.1.2 Características Do Uso Do Telhado Verde……13
2.1.3 Construção Do Telhado Verde……15
2.1.4 Manutenção Do Telhado……17
2.2 APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA……17
2.2.1 Sistema De Coleta Da Água Da Chuva……18
2.3 INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA, ESGOTO E ÁGUAS PLUVIAIS…..23
2.3.1 Sistema Predial De Água Fria……23
2.3.2 Sistema Predial De Esgoto Sanitário……25
2.3.3 Água Pluvial……26
2.3.3.1 Reutilização Das Águas Pluviais……27
3 METODOLOGIA……28
3.1 DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS……28
3.1.1 Instalação Predial De Água Fria……28
3.1.1.1 Consumo Diário……28
3.1.1.2 Ramal Predial……30
3.1.2 Medição Individualizada……30
3.1.3 Barrilete……31
3.1.4 Capacidade E Divisão Dos Reservatórios……31
3.1.5 Pressões……31
3.1.6 Velocidade Da Água……32
3.1.7 Comprimentos Equivalentes……32
3.1.8 Perda De Carga……32
3.1.9 Sub Ramal……33
3.1.10 Altura Dos Pontos……34
3.1.11 Sistemas De Bombeamento……34
3.1.12 Tubulações De Recalque……34
3.1.13 Tubulações De Sucção……34

3.2 DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES PLUVIAIS……..35
3.2.1 Fatores Meteorológicos…….…….35
3.2.2 Área De Contribuição……..…….....35
3.2.3 Vazão Do Projeto……...37
3.2.4 Calha…….…….....37
3.2.5 Condutor Vertical……37
3.2.6 Condutor Horizontal……..38
3.3 DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES SANITÁRIAS…….……...38
3.3.1 Ramal De Descarga……...38
3.3.2 Ramal De Esgoto……..……39
3.3.3 Tubo De Queda……...39
3.3.4 Subcoletor E Coletor Predial……..40
3.3.5 Sistema De Ventilação…….……40
3.3.6 Caixa Sifonada……..…..41
3.3.7 Caixa De Passagem……..……41
3.3.8 Caixa De Inspeção……41
3.3.9 - Caixa De Gordura……42
3.4 TELHADO QUE SERÁ UTILIZADO……..42
3.4.1 Calhas E Condutores…….……...43
3.4.2 Reservatório Da Água Da Chuva……44
4 RESULTADOS ……..……..44
4.1 PROJETO DO EDIFÍCIO……..45
4.1.1 Projeto Do Esgoto Sanitário…...…….……...45
3.1.2 Projeto Do Telhado Verde……45
3.1.3 Projeto Da Cisterna...…….……...45
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS……..46
6 REFERÊNCIAS……...……42
ANEXO 1 -CÁLCULOS HIDROSSANITÁRIOS……53
ANEXO 2 - DETALHAMENTO E PROJETOS……..59

1. Introdução

O assunto moradia não é algo simples a se falar e a se pautar em relação a qualidade de vida e a condição em que os moradores têm vivido não só em locais de risco como em locais que se tem pouco acesso e a um problema geral em cidades ou metrópoles. A dificuldade enfrentada pela falta de planejamento na fase da construção pode desencadear muitos problemas que futuramente terão que ser resolvidos para que se possa habitar com um mini conforto.

Com o crescimento urbano, as edificações e obras de infraestrutura urbana (ruas, passeios públicos, estacionamentos, telhados, etc.) alteram significativamente a cobertura do solo e a topografia. Além dos impactos diretos aos ecossistemas terrestres e aquáticos, o clima urbano é modificado (TASSI, R.*et al* 2014).

A gestão de águas pluviais tornou-se uma questão de urgência para muitos centros urbanos. Cada vez mais, a cidade é coberta por superfícies impermeáveis: ruas e edificações, que não retêm a precipitação e, assim, produzem mais e mais volume no escoamento de água. As consequências negativas são as águas pluviais contaminadas por óleo, lixo e outras toxinas que acabam sendo direcionadas aos córregos e rios (SILVIA,2012).

Os telhados verdes absorvem as águas da chuva e reduzem o escoamento superficial das águas pluviais. A terra do telhado verde funciona como um filtro natural da água, que pode ser armazenada ainda mais limpa, com objetivo da reutilização podendo até ser usada para o consumo. Milhões de litros de água deixariam de ser enviados à rede de esgotos ou solos impermeáveis, reduzindo problemas de enchentes (AGUIAR & FEDRIZZI 2010).

A ocupação urbana através de áreas impermeáveis como telhados, passeios, ruas, estacionamentos e outros alteram as características de volume e qualidade do ciclo hidrológico. O resultado destas superfícies tem sido o aumento das enchentes urbanas e a degradação da qualidade das águas pluviais. A drenagem urbana tem sido desenvolvida com o princípio de drenar a água das precipitações o mais rápido possível para jusante. Desta forma, as enchentes aumentam fazendo crescer a frequência e magnitude delas. Este aumento traz consigo o acréscimo da produção de lixo e a deterioração da qualidade da água (TUCCI et al., 2000).

Os benefícios, como economia no custo da energia, aumento da vida útil do telhado e melhorias estéticas, geram vantagens pessoais ou financeiras para os proprietários do edifício e empreendedores individualmente, enquanto que benefícios públicos, tais como, redução e retenção do fluxo de águas pluviais, mitigação dos efeitos de ilhas de calor e a promoção da biodiversidade e habitat silvestre, devem fomentar a adoção de políticas urbanas para a implementação de telhados verdes pelas autoridades locais, resultando numa melhor qualidade de vida e do ambiente (AGUIAR & FEDRIZZI 2010).

O desenvolvimento da infraestrutura urbana tem sido realizada de forma inadequada, o que tem provocado impactos significativos na qualidade de vida da população. A drenagem urbana tem sido um dos principais veículos de deterioração deste ambiente, devido à própria concepção do sistema de drenagem pluvial e a ações externas, como a produção de resíduos sólidos e os padrões de ocupação urbana. Além disso, as soluções adotadas, no âmbito de engenharia, para a drenagem urbana às vezes têm produzido mais danos do que benefícios ao ambiente (VILLANUEVA e TUCCI, 2001)

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar a implantação do telhado verde em uma edificação de cunho social, com elaboração de projeto hidrossanitário e pluvial, aplicando um sistema hidráulico de aproveitamento de água captada por este telhado verde.

1.1.2 Objetivo Específicos

1- Apresentar os requisitos técnicos para implantação do telhado verde e estudar as vantagens e desvantagens de sua construção.

2- Estudar a implantação do telhado verde em moradias populares e apresentar a aplicação de seu sistema construtivo.

3- Elaborar o projeto de instalações hidrossanitárias (esgoto sanitário e águas pluviais) com o reúso de água.

4- Desenvolver uma alternativa de captação e condução das águas pluviais para o reuso das águas em pontos estratégicos da edificação.

1.2 JUSTIFICATIVA

Edifícios e outras construções em laje nua tendem a sofrer com infiltrações em épocas de chuvas intensas e no verão com o calor, gerando transtorno para seus frequentadores ou gasto de energia com climatizadores (Oliveira *et al* 2018).

O telhado verde, é utilizado para reduzir o consumo energético nas edificações, ilhas de calor urbanas, aliviar a poluição do ar, diminuir os fluxos de águas pluviais no sistema de drenagem, abrandar resíduos e devido a variada utilização de plantas, aumentar a biodiversidade presente na região (Rodrigues & Cabral 2020 *apud* MENDONÇA; MELO, 2017).

Buscando novas ideias e com o pensamento no meio ambiente, o telhado verde vem para ser o futuro. Com a capacidade de ajudar no combate dos efeitos das ilhas de calor em grandes centros e por ajudar no isolamento térmico, com isso, vem se mostrando um aliado na parte do meio ambiente, tendo um custo com pouca diferença de outros telhados, ele pode ser feito em telhados já prontos ou vindo desde o projeto.

2 REVISÃO DA LITERATURA

É abordado neste capítulo uma revisão sintética sobre o telhado verde e o reúso de água pluvial, além das definições sobre as instalações prediais de água fria, águas pluviais e esgoto sanitário.

2.1 TELHADO VERDE

Os telhados verdes também são conhecidos como cobertura viva, cobertura vegetal ou telhados vivos. É uma técnica usada em arquitetura cujo objetivo principal é o plantio de árvores e plantas nas coberturas de residências e edifícios. Por meio da impermeabilização e drenagem da cobertura dos edifícios, cria-se condições para a execução do telhado verde. (CORSINI, 2011)

Deve se ter uma preparação da laje ou telhado para que se possa ter uma implantação bem sucedida do telhado verde, onde essa preparação deverá ser uma impermeabilização e um estudo na diferença do esforço para um telhado convencional para que se necessário um reforço estrutural. Além de se ter necessária uma atenção a um sistema de drenagem para que não se tenha um sobrecarregamento estrutural e nem uma saturação excessiva do solo que será empregado neste telhado.

O sistema construtivo de telhado verde aparece no cenário da construção civil como uma solução parcial para vários problemas ambientais, tais como, no auxílio a redução da poluição, minimiza os efeitos das ilhas de calor, melhora a qualidade do ar, além de ser uma iniciativa eficiente por mais espaços verdes nos centros urbanos. (SILVA, 2011)

As coberturas com vegetação apresentam vantagens, de ordem técnica, estética e psicológica, em relação a outros tipos de coberturas. As vantagens de ordem psicológicas são as mesmas trazidas pela presença de árvores e vegetação no meio urbano, e já foram mencionadas no item anterior. Entre as vantagens de ordem técnica citam-se: o isolamento térmico, o isolamento acústico, a possibilidade de proteger a impermeabilização e de minimizar as patologias em lajes de cobertura, porque é reduzido o gradiente de dilatação térmica. Por fim, acrescentem-se a diminuição e/ou o retardo do volume de águas pluviais escoadas nas redes dos centros urbanos. Ainda outras vantagens podem ser citadas, como as de reduzir a poluição, por filtragem do ar através da vegetação, conservar e estimular a vida silvestre e a diversidade vegetal no meio urbano. Além disso, a estética diferenciada, a alteração do microclima local e o efeito psicológico tornam a paisagem urbana menos árida e com melhor qualidade de vida.(POUEY, 1998).

2.1.1 Tipos De Telhado Verde

Os telhados verdes estão classificados em duas categorias: extensivos e intensivos. Cada qual tem suas características, como descreve Krebs (2005, p. 37):

> *Para compreender as principais diferenças de implementação e manutenção de coberturas vivas é importante que se conheça sua classificação, assim como as peculiaridades relacionadas a um e outro tipo de cobertura. A literatura pesquisada identifica dois tipos de coberturas vivas. Esta classificação leva em conta a espessura da camada de substrato, os tipos de plantas a ele associados, e a necessidade de manutenção.*
>
> *As chamadas coberturas vivas intensivas (ou ajardinadas) referem-se àquelas com camadas de substrato superiores a 20 cm, e somente são possíveis em coberturas planas. [...]. As coberturas denominadas extensivas (ou ecológicas), por sua vez, possuem uma camada de substrato menor, geralmente próxima de 10 cm, e podem ser executadas tanto em coberturas planas, quanto em inclinadas.*

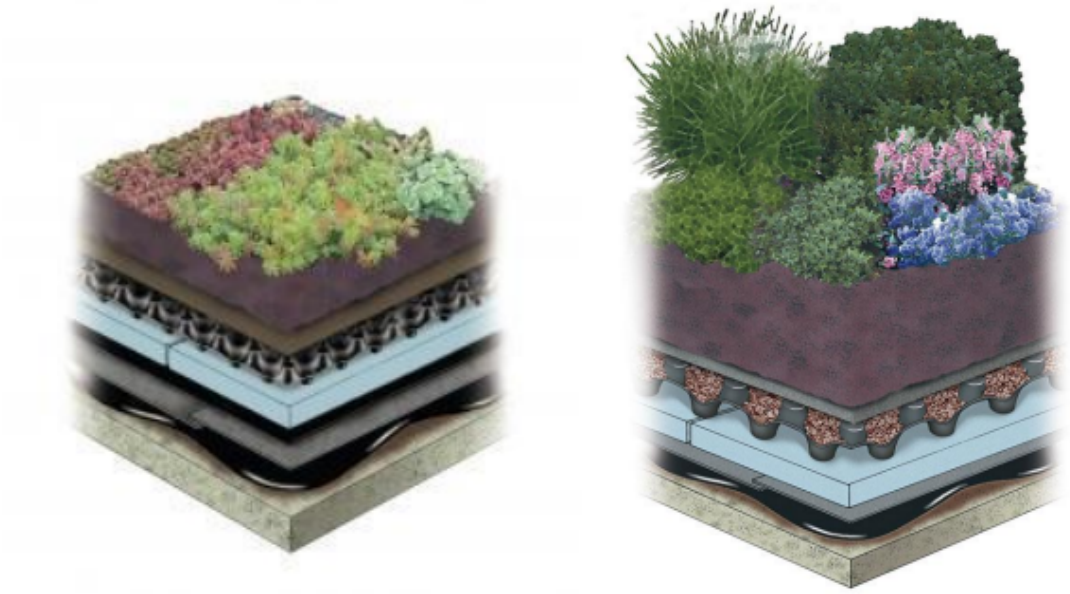
Por sua vez, outros autores têm uma opinião um pouco diferente classificando os telhas em três categorias onde são elas: extensivos, semi-intensivo e intensivo.

Segundo a Associação Internacional de Telhados Verdes- IGRA (2011), os telhados verdes podem ter três tipos:

• Extensivo: tem uma configuração de jardim com uma pequena vegetação rasteira, altura da estrutura, que é de 6 cm a 20 cm, a carga varia de 60 kg/ m² a 150 kg/m² de vegetação.

• Intensivo: é de tamanho médio e grandes plantas na estrutura entre 15 cm e 40 cm e a carga varia de 180 kg/ m² a 500 kg/ m²;

• Semi-intensivo: o tipo intermediário tem uma vegetação média plantada de 12 cm a 25 cm e a carga varia de 120 kg/ m² a 200 kg/m².



(a) (b)

Figura 1 - Telhado verde: (a) extensivo; (b) intensivo

Fonte: Adaptado de American Hydrotech (2015)

De acordo com o Departamento de Projeto e Construção da cidade de Nova Iorque (DDC, 2007), os telhados verdes semi-intensivos são híbridos, com maior diversidade de plantas do que o telhado extensivo, mas a profundidade do solo não suporta árvores ou arbustos maiores.

2.1.2 Características do uso do telhado verde

Segundo Rodrigues & Cabral (2020), as principais vantagens do telhado verde são:

- Controle de precipitação: A água pluvial tende a ficar retida, onde uma parte evapora e pouca quantidade chega ao solo, reduzindo as enchentes;
- Eficácia na utilização de energia: Melhoram na temperatura do ambiente, trazendo conforto, sendo desnecessário a utilização de aparelhos para resfriamento;
- Melhoria na estética urbana: É de grande importância para a saúde humana, um simples gesto de ter uma visão verde, todos os dias;
- Qualificação do ar: O ambiente próximo ao telhado, tende a ser mais frio e úmido, melhorando o clima em épocas calorosas. O telhado verde absorve grande quantidade de poluição e poeira, melhorando a qualidade do ar;
- Acréscimo da Área Útil: A área impermeável das construções na cidade pode chegar até 75% de sua área total, destinando-se 25% a áreas verdes. Com o

telhado verde, poderia se utilizar 100% permeável com sua área verde elevada;

- Valorização de imóveis: Telhados verdes tende a ser uma diferenciação em relação a venda do imóvel. Imóveis que apresentam área verde, são mais valorizados em cidades grandes;
- Mitigação acústica: Telhado verde promove um isolamento acústico urbano. O mesmo, contendo 12 centímetros de substrato, pode reduzir a transmissão de sons em até 40db (Rodrigues & Cabral 2020 *apud* ALBERTO; RECCHIA; PENEDO; PALETTA,2012).

Minke (2005), afirma que a implantação do telhado verde melhoraria muito o clima nas cidades, como a redução de pó, purificação do ar e na temperatura nos centros urbanos, afirma ainda que a aplicação de 10% a 20% de cobertura verde na edificação já ajudaria a ter um clima urbano mais saudável.

De acordo com a pesquisa realizada pelo arquiteto Jorg Spangenberg, poderia ser reduzido de 1ºC a 2ºC da temperatura nas cidades se fossem utilizados cobertura com telhado 27 verde. Outros fatores que ajudariam a definir essa variação na temperatura seriam a intensidade e direção dos ventos (Silva & Reis, 2018 *apud* D' ELIA, 2017).

Segundo ROSSETI et al.,(2014) as vantagens de utilização do telhado verde não são apenas verificadas na área vegetada, mas em seu entorno, possibilitando uma contextualização urbana através de sua inserção em coberturas tradicionais nos edifícios.

Johnston e Newton (1991) citam algumas vantagens que a presença de vegetação traz ao meio ambiente. Listam, além de vantagens de efeito psicológico, outros benefícios, como a qualidade do ar e a redução do efeito das "ilhas de calor" e do volume de águas pluviais escoadas, garantindo, ainda, que a implantação de áreas verdes é um bom investimento.

O telhado verde está sendo pensado para diminuir os problemas de grandes cidades, por melhorar o ar e ajudar a combater as ilhas de calor, com isso fazendo com que mude o clima, e diminuindo a chance de haver grandes enchentes. Além disso, o telhado verde é um grande aliado para o interior da residência, sendo um ótimo isolante térmico e acústico. Segundo Minke (2004 apud Savi, 2012), a implantação de telhados verdes, podem melhorar o clima das cidades, através da purificação do ar, redução de pó e variação da

temperatura, com a aplicação de telhados verdes em 10% a 20% nas coberturas, já garante um clima urbano saudável (Oliveira *et al* 2018).

Os telhados verdes absorvem o som e ondas eletromagnéticas das estações transmissoras através da vegetação e do substrato bem como ruído externo e interno. Isso é útil para que morra perto de aeroportos, casas de show e parques industriais (Silva & Reis, 2018 *apud* Machado et al., 2003).

Testezlaf (2001) apresenta como vantagens da irrigação automatizada a economia de recursos hídricos, devido ao monitoramento dos volumes aplicados, mais precisamente, economia de energia, por meio da otimização do sistema de bombeamento e economia de mão-de-obra. Porém ressalta que existem as desvantagens de custo inicial elevado, necessidade de mão-de-obra especializada e treinada e, principalmente, confiança excessiva no sistema de controle tornando os agricultores relapsos com tratos culturais, com a manutenção preventiva do sistema e verificando se o manejo adotado pelo sistema de irrigação satisfaz as necessidades da sua cultura.

Em contrapartida, o telhado verde tem um custo inicial elevado, por precisar de uma impermeabilização impecável e depender de uma mão de obra especializada. Essa mão de obra especializada é difícil de achar por estar em crescimento no mercado.

2.1.3 Construção Do Telhado Verde

Laroche et al. (2004) diz que a execução de uma cobertura verde é feita através da instalação de diversas membranas de impermeabilização e de isolação, que permitem que na estrutura de cobertura seja instalada uma camada de substrato, variando a profundidade, e através do crescimento que o substrato influencia, possa florescer vegetais, como gramas e outros tipos de vegetações. Os componentes que são utilizados em coberturas verdes nos tipos intensivos e extensivos são normalmente os mesmos, o que diferencia é apenas alguns aspectos como a profundidade do substrato a ser colocada na cobertura, os tipos de vegetações utilizadas variando de acordo com cada região e a necessidade de elementos de manutenção como irrigadores.

O cuidado com o crescimento das raízes também é um fator muito importante, motivo pelo qual um especialista poderá indicar as espécies adequadas a cada situação. São usados os seguintes elementos na estrutura dos telhados verdes .

- Laje: Elemento estrutural onde devem ser consideradas as cargas permanentes e as

cargas acidentais.

• Camada impermeabilizante: protege o elemento estrutural de infiltrações.

• Isolante térmico: utilizado de acordo com a incidência de energia solar que a cobertura absorve.

• Camada drenante: tem como função dar vazão ao excesso de água no solo, pode ser constituída de argila expandida, brita ou seixos de diâmetros semelhantes. Sua espessura pode variar de 7 a 10 cm.

• Camada filtrante: evita que a água das chuvas e das regas arraste as partículas de solo do telhado verde, utilizando-se normalmente uma manta geotêxtil.

• Solo: substrato orgânico que deve possuir boa drenagem, de preferência um solo não argiloso que apresente uma boa composição mineral de nutrientes para o sucesso das plantas. A espessura varia de acordo com o tamanho das plantas.

• Vegetação: para a sua escolha é necessário o conhecimento do clima local, o tipo de substrato a ser utilizado, tipo de manutenção que será adotada no telhado verde (Borges, 2018).

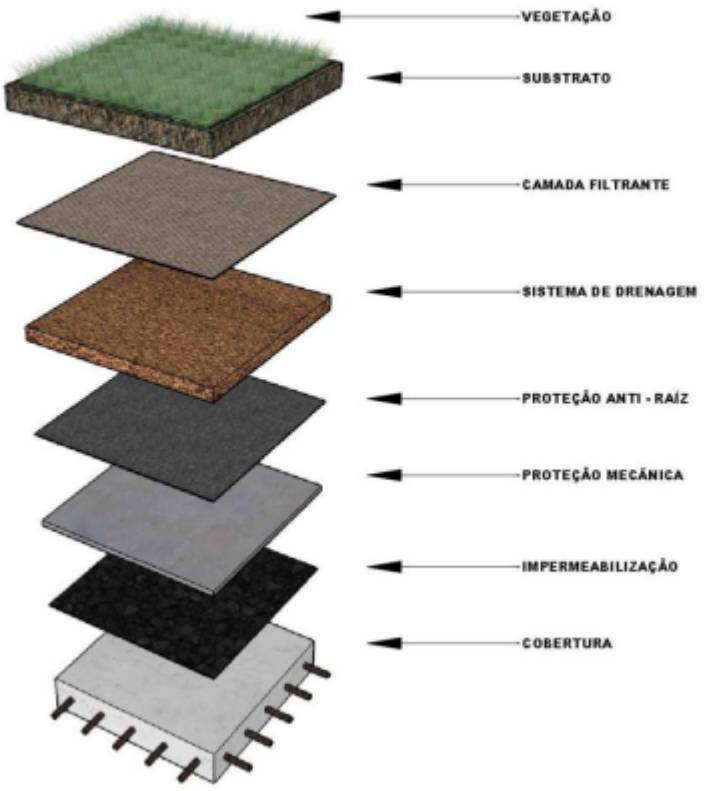


Figura 2 : Composição possível do telhado (Dilly,2013)

2.1.4 Manutenção Do Telhado

A manutenção do telhado verde deve ser feita periodicamente, através da manutenção pode-se ter o controle do crescimento da vegetação, a prevenção contra pragas, a substituição de camada defeituosa e a limpeza no local, sem a devida manutenção, o telhado verde se torna inviável. Segundo Colli (2017, p. 82), “as coberturas verdes intensivas necessitam de manutenção mais frequente podendo ser mensal, já os telhados extensivos necessitam de manutenção uma vez ao ano” (Oliveira *et al* 2018).

Connelly e Liu (2005) afirmam que o telhado vegetado intensivo exige necessidade de manutenções periódicas como irrigação, podas e fertilização, devido o porte rasteiro e até arbustivo de sua vegetação, além de demandar um maior custo inicial de instalação. Os sistemas extensivos requerem menor manutenção, pois pela sua própria concepção, geralmente utilizam espécies vegetais tolerantes às condições ambientais adversas, que ainda tem seu crescimento restringido pela pequena espessura do solo presente nesta cobertura(CALLEJAS et al, 2013).

2.2 APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

O aproveitamento da água da chuva é permitido e viável, porém dependerá essencialmente dos seguintes fatores: precipitação, área de captação e demanda de água. Além disso, para projetar tal sistema devem-se levar em conta as condições ambientais locais, clima, fatores econômicos, finalidade e usos da água, buscando não uniformizar as soluções técnicas.

A implantação de um sistema para aproveitamento de água da chuva em uma edificação tem como principais vantagens a diminuição do volume despejado nas galerias pluviais e a diminuição do uso de água potável para fins não potáveis, contribuindo assim para a temática da sustentabilidade (SILVA, 2014).

Construir empreendimentos que possibilitam a economia de água e energia elétrica, por exemplo, fazem parte da proposta de ser sustentável. Além do uso de materiais que podem ser reaproveitados, o setor ainda usa a tecnologia como aliada na criação de dispositivos que aproveitem os recursos naturais, como água da chuva e iluminação solar (op. cit).

O mesmo autor orienta que o sistema da água da chuva e o da rua não sejam misturados já que trabalham com tipos diferentes de água, conforme ilustração abaixo. Esse

sistema pode poupar de 30 a 50% de água encanada proveniente de empresas de abastecimento.

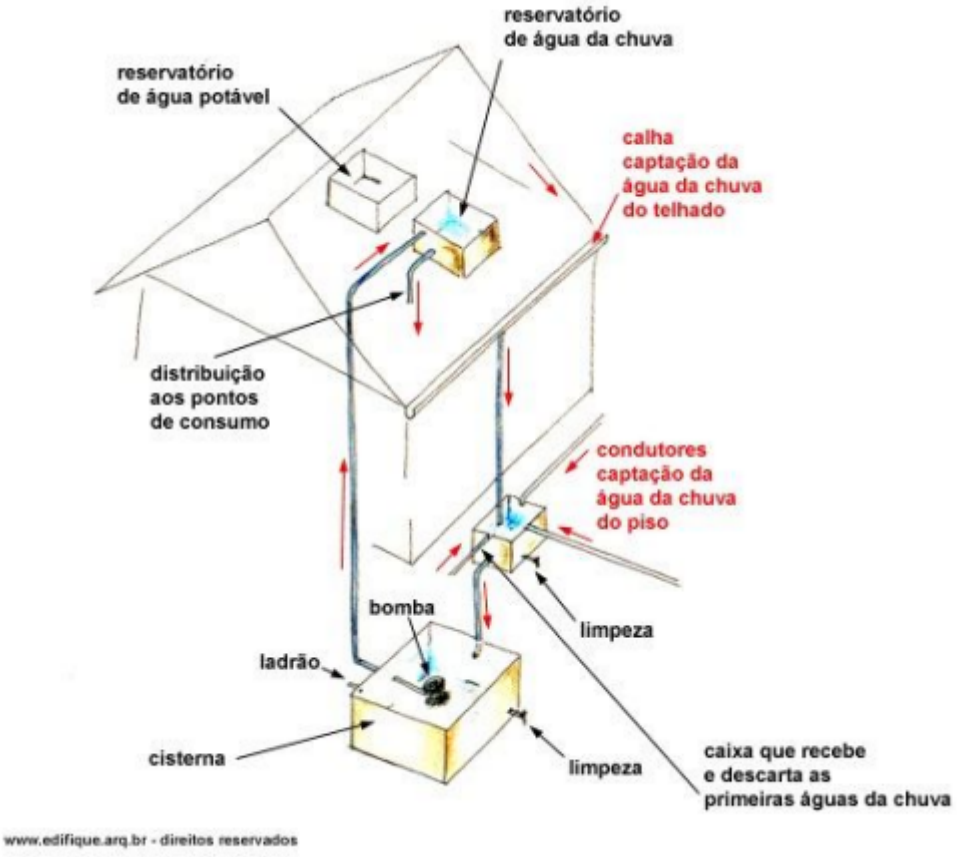


Figura 3 : Esquema do funcionamento do Sistema de Aproveitamento de água da chuva (FONTE: http://creaconstruir.blogspot.com.br/2012/05/inicial-produtos-agua-e-esgotoete-trat.html)

2.2.1 Sistema De Coleta De Água Da Chuva

De acordo com a ABNT NBR 15527:2007, após o devido tratamento a água das chuvas podem ser utilizadas nos seguintes fins não-potáveis: descargas em 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, a seguir um exemplo do uso de uma torneira de jardim com água da chuva.

O sistema de aproveitamento da água da chuva é considerado um sistema descentralizado de suprimento de água, cujo objetivo é de conservar os recursos hídricos, reduzindo o consumo de água potável (apud KOENIG, 2003). Esses sistemas, captam a água da chuva que cai sobre superfícies, direcionando-as a reservatórios de armazenamento para posterior utilização.

A figura 4 ilustra um sistema básico de aproveitamento de água pluvial.

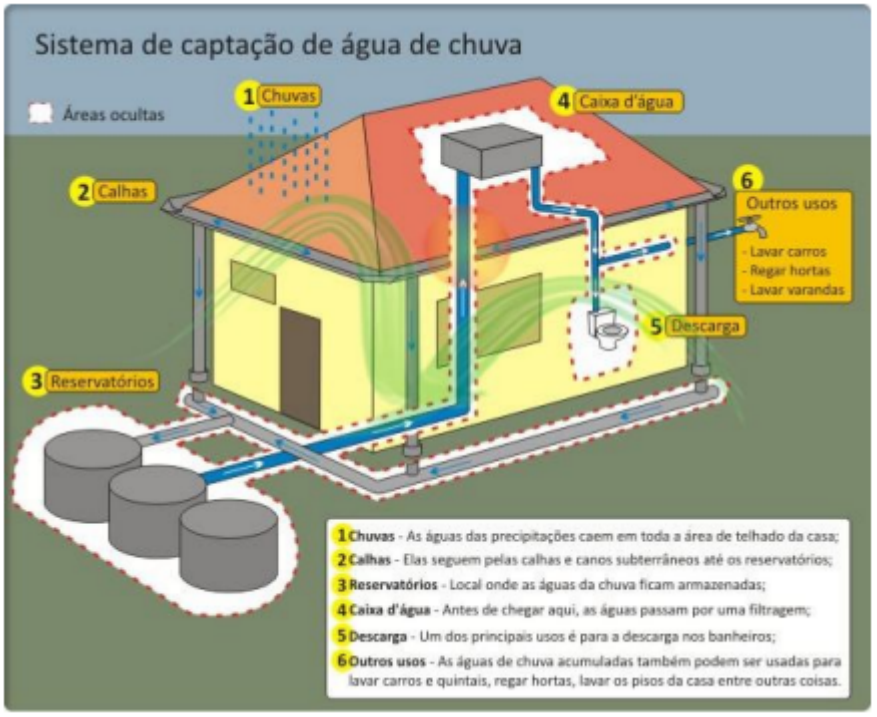


Figura 4 : Componentes do Sistema de Coleta de Água da Chuva.
(FONTE: http://www.clareando.com.br/interno.asp?conteudo=solucoes)

Além da captação comum existente podem ser também utilizados ecodrenos que podem ser instalados sob jardins, estacionamentos e pavimentos permeáveis. A figura a seguir ilustra um exemplo do uso de ecodrenos.

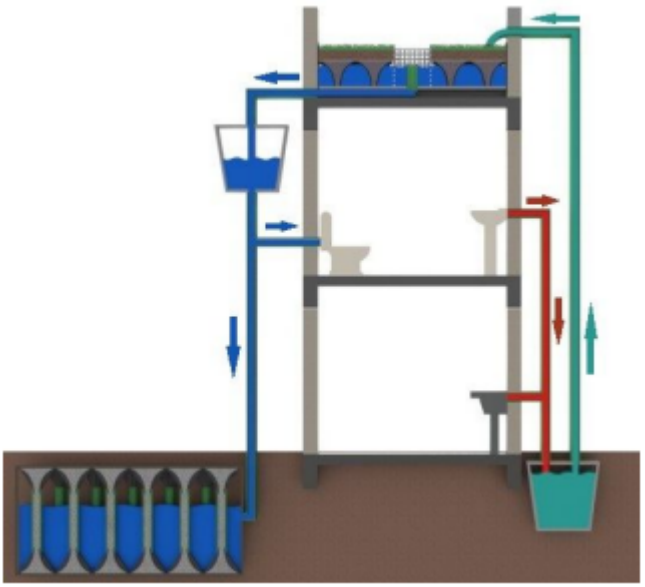


Figura 5 : Exemplo de um Ecodreno em uma Residência.
(FONTE: http://www.ecotelhado.com.br/Por/ecodreno/default.aspx)

De acordo com Herrmann e Schmidt (1999) apud Annechini (2005), destacam-se as seguintes formas de sistema de coleta de chuvas: Sistema de Fluxo Total, Sistema com Derivação, Sistema com Volume Adicional de Retenção e Sistema com Infiltração no Solo.

a) Sistema de fluxo total

É um sistema onde a água da chuva é coletada pela superfície de captação (telhado) e é direcionada ao reservatório de armazenamento, passando antes por um filtro ou por uma tela. A chuva que extravasa do reservatório é direcionada ao sistema de drenagem, conforme a figura 6.

Figura 6 :Sistema de Fluxo Total.
FONTE: Herrmann e Schmidt (1999) apud Annechini (2005)

b) Sistema com derivação

De acordo com SILVA (2014), neste sistema, uma derivação é instalada na tubulação vertical de descida da água 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 na derivação. Assim como no sistema descrito anteriormente, a chuva que extravasa do reservatório é direcionada ao sistema de drenagem, conforme figura 7 .

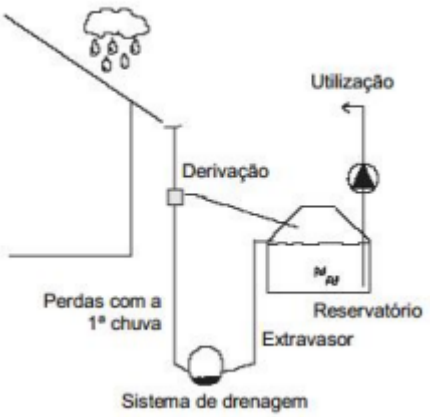


Figura 7 : Sistema com Derivação.
FONTE: Herrmann e Schmidt (1999) apud Annechini (2005)

c) Sistema com volume adicional de retenção

Segundo Herrmann e Schmida (1999), é um sistema no qual, constrói-se um reservatório maior, capaz de armazenar o volume de chuva necessário para o suprimento da demanda e capaz de armazenar um volume adicional com o objetivo de evitar inundações. Neste sistema, uma válvula regula a saída de água correspondente ao volume adicional de retenção para o sistema de drenagem (Figura 8)

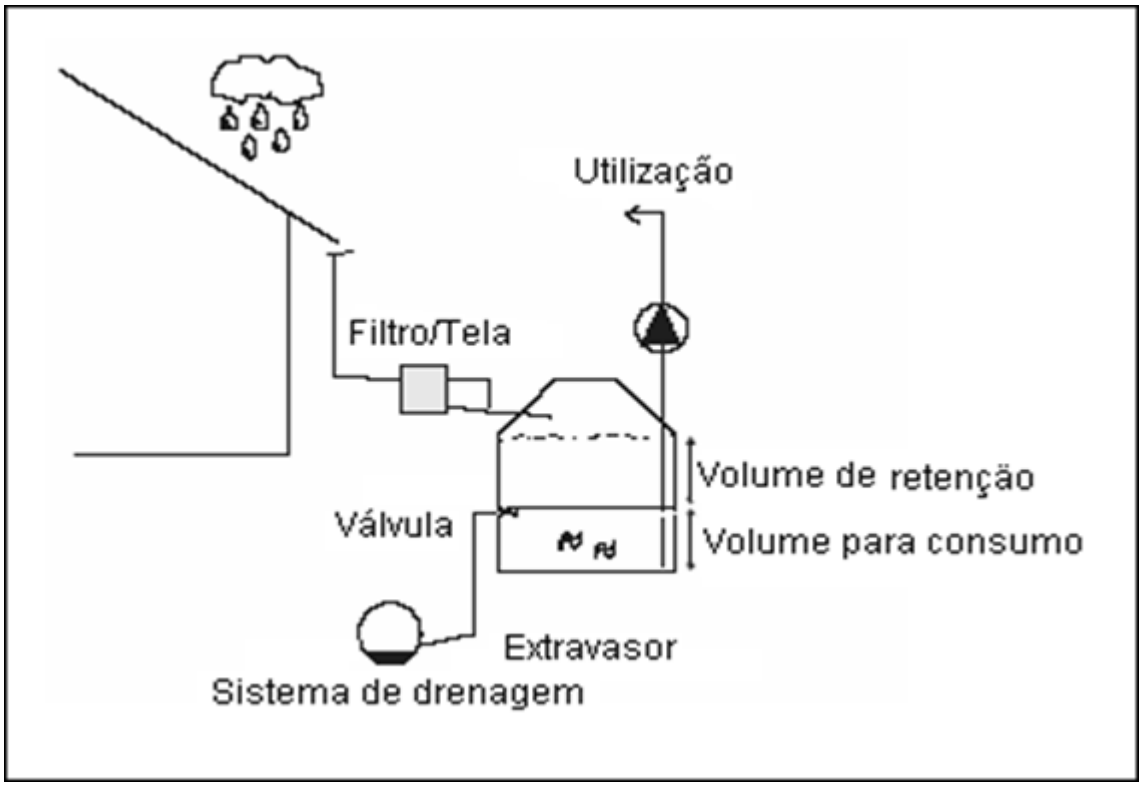


Figura 8: Sistema com Volume Adicional de rentenção.

Fonte: Souza,(2014) apud Herrmann; Schumida (1999).

d) Sistema com infiltração no solo

Ocorre neste sistema que toda a água da chuva coletada é direcionada ao reservatório de armazenamento, passando antes por um filtro ou por uma tela. O volume de chuva que extravasa do reservatório é direcionado a um sistema de infiltração de água no solo (Figura 9)

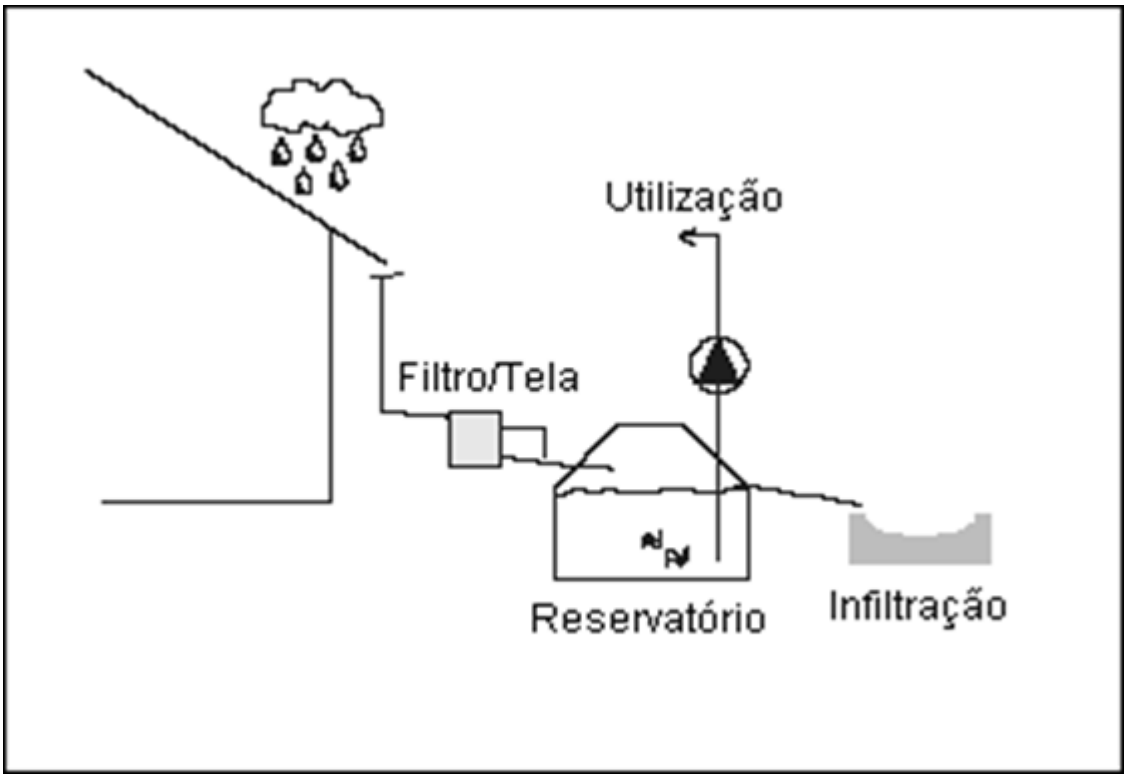


Figura 9: Sistema com infiltração no solo .
Fonte: Souza,(2014) apud Herrmann; Schumida (1999).

2.3 INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA, ESGOTO E ÁGUAS PLUVIAIS

2.3.1 Sistema Predial De Água Fria

O sistema predial de água fria é um conjunto de tubulações, reservatórios e equipamentos que conduzem a água até os aparelhos de utilização sem contato com lugares que possam contaminar a água.

A NBR 5626:1998 estabelece que as instalações prediais de água fria devem ser projetadas de modo que, durante a vida útil do edifício que as contém, atendam aos seguintes requisitos: a) preservar a potabilidade da água;

b) garantir o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade adequada e com pressões e velocidades compatíveis com o perfeito funcionamento dos aparelhos sanitários, peças de utilização e demais componentes;

c) promover economia de água e de energia;

d) possibilitar manutenção fácil e econômica;

e) evitar níveis de ruído inadequados à ocupação do ambiente;

f) proporcionar conforto aos usuários, prevendo peças de utilização adequadamente localizadas, de fácil operação, com vazões satisfatórias e atendendo as demais exigências do usuário.

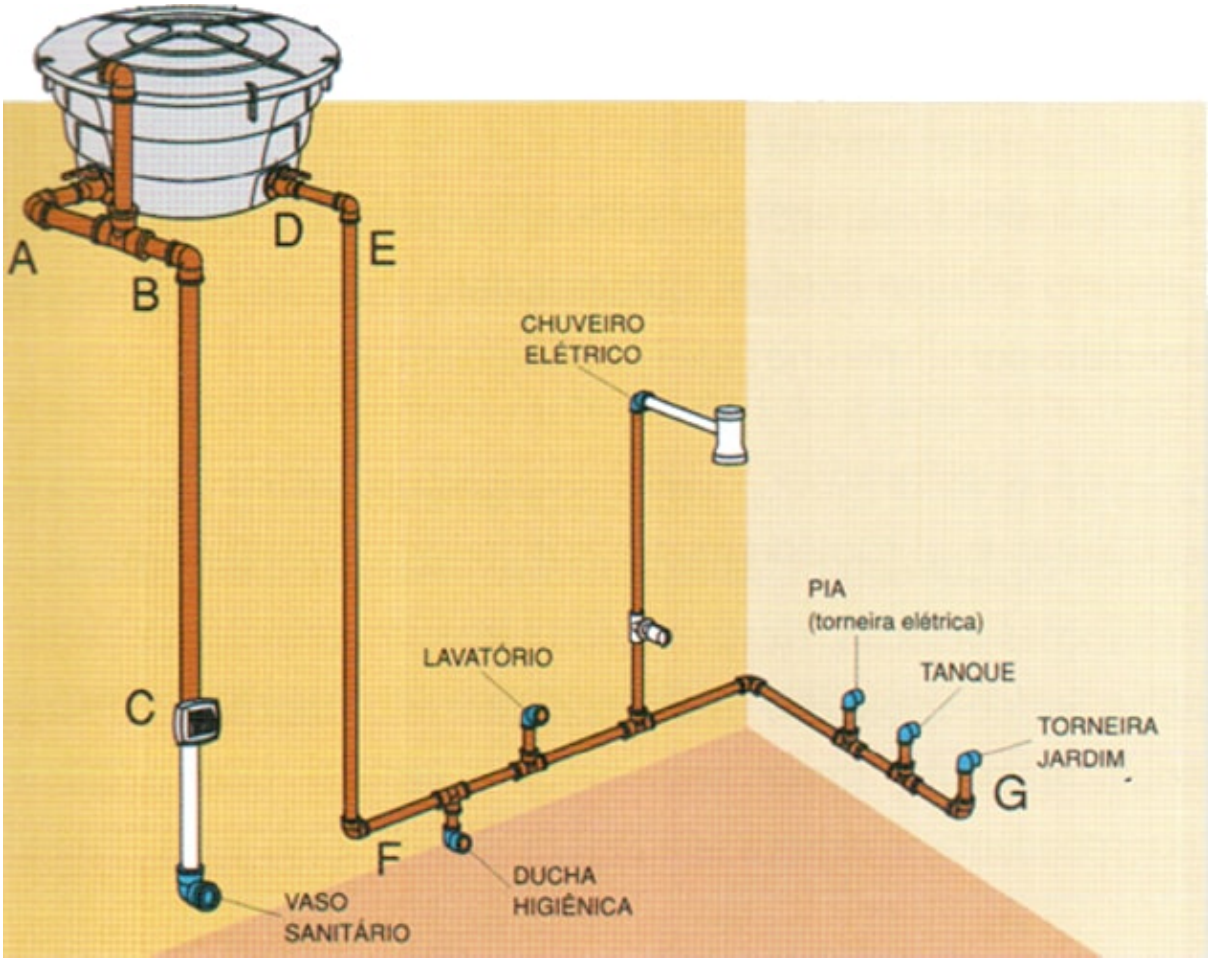


Figura 10 : Ilustração Água fria
Fonte: Escola da engenharia

Este critério se baseia na hipótese de que os diversos aparelhos servidos pelo ramal sejam utilizados simultaneamente, de modo que a descarga total no início do ramal será a soma das descargas em cada um dos sub-ramais. O uso simultâneo ocorre em geral em instalações onde o regime de uso determina essa ocorrência, como por exemplo em fábricas, escolas, quartéis, instalações esportivas etc. onde todas as peças podem estar em uso simultâneo em determinados horários. Macintyre (1990) recomenda que se utilize esse critério para casas em cuja cobertura exista apenas um ramal alimentando as peças dos banheiros, cozinha e área de serviço, pois é possível que, por exemplo, a descarga do vaso sanitário, a pia da cozinha e o tanque funcionem ao mesmo tempo. O dimensionamento é feito através do Método das Seções Equivalentes, que consiste em expressar o diâmetro de

cada trecho da tubulação em função da vazão equivalente obtida com diâmetros de 15mm (1/2 polegada). A Tabela 1.3 apresenta os diâmetros nominais mínimos dos sub-ramais de alimentação para diferentes aparelhos sanitários e a Tabela 1.4 apresenta os diâmetros equivalentes para aplicação deste critério.

GHISI, Enedir. Instalações prediais de água fria. **Apostila. Florianópolis**, 2004.

2.3.2 Sistema Predial De Esgoto Sanitário

O sistema tem como função coletar e conduzir os resíduos gerados nos equipamentos sanitários para a rede pública e conduzir os gases para o ambiente, evitando a sua condução para as redes públicas de esgoto.

Segundo a NBR 8160/1999 sistema predial de esgoto sanitário deve ser projetado de modo a:

Evitar a contaminação da água, de forma a garantir a sua qualidade de consumo, tanto no interior dos sistemas de suprimento e de equipamentos sanitários, como nos ambientes receptores;

Permitir o rápido escoamento da água utilizada e dos despejos introduzidos, evitando a ocorrência de vazamentos e a formação de depósitos no interior das tubulações;

Impedir que os gases provenientes do interior do sistema predial de esgoto sanitário atinjam áreas de utilização;

Impossibilitar o acesso de corpos estranhos ao interior do sistema;

Permitir que os seus componentes sejam facilmente inspecionados;

Impossibilitar o acesso de esgoto ao subsistema de ventilação;

Permitir a fixação dos aparelhos sanitários somente por dispositivos que facilitem a sua remoção para eventuais manutenções.

Os principais componentes que pertencem ao subsistema de coleta e transporte de esgoto sanitário são os aparelhos sanitários, desconectores, dentre eles sifão e ralo sifonado, ralo simples, ramais de descarga e de esgoto, tubos de queda, subcoletores, coletor predial, caixas de gordura, de inspeção e de passagem. A NBR 8160 os define conforme a seguir (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999, p. 2-3):

a) aparelho sanitário é o “Aparelho ligado à instalação predial e destinado ao uso de água para fins higiênicos ou a receber dejetos ou águas servidas.”;

b) desconector é o “Dispositivo provido de fecho hídrico, destinado a vedar a passagem de gases no sentido oposto ao deslocamento do esgoto.”;

c) sifão é o “Desconector destinado a receber efluentes do sistema predial de esgoto sanitário.”;

d) ralo sifonado é o “Recipiente dotado de desconector, com grelha na parte superior, destinado a receber águas de lavagem de pisos ou de chuveiro.”;

e) ralo seco é o “Recipiente sem proteção hídrica, dotado de grelha na parte superior, destinado a receber águas de lavagem de pisos ou de chuveiro.”;

c) ramal de descarga é a “Tubulação que recebe diretamente os efluentes de aparelhos sanitários.”;

d) ramal de esgoto é a “Tubulação primária que recebe os efluentes dos ramais de descarga diretamente ou a partir de um desconector.”;

e) tubo de queda é a “Tubulação vertical que recebe efluentes de subcoletores, ramais de esgoto e ramais de descarga.”;

f) subcoletor é a “Tubulação que recebe efluentes de um ou mais tubos de queda ou ramais de esgoto.”;

g) coletor predial é o “Trecho de tubulação compreendido entre a última inserção de subcoletor, ramal de esgoto ou de descarga, ou caixa de inspeção geral e o coletor público ou sistema particular.”;

h) caixa de gordura é a “Caixa destinada a reter, na sua parte superior, as gorduras, graxas e óleos contidos no esgoto, formando camadas que devem ser removidas periodicamente, evitando que estes componentes escoem livremente pela rede, obstruindo a mesma.”;

i) caixa de inspeção é a “Caixa destinada a permitir a inspeção, limpeza, desobstrução, junção, mudanças de declividade e/ou direção das tubulações.”;

j) caixa de passagem é a “Caixa destinada a permitir a junção de tubulações do subsistema de esgoto sanitário.”.

O subsistema de coleta e transporte de esgoto tem um trajeto que pode ser simplificado como um processo que se inicia num aparelho sanitário, lavatório e chuveiro, a partir daí a água servida passa para a tubulação do ramal da descarga, que sai na caixa sifonada. Esta pode receber outros ramais de descarga e depois de recebido esse esgoto é desaguado em outra tubulação chamada ramal de esgoto, que deságua numa caixa de inspeção. O coletor público se desenvolve a partir desta conexão.

2.3.3 Águas Pluviais

A água é um bem precioso e insubstituível. Além de ser um elemento vital para a existência da própria vida na Terra, a água é um recurso natural que pode propiciar saúde,conforto e riqueza ao homem, por meio de seus incontáveis usos, dos quais se destacam o abastecimento das populações, a irrigação, a produção de energia, a

navegação e mesmo à veiculação e o afastamento de esgoto e efluentes (MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE,2000).

As águas pluviais são umas das águas mais puras e com isso várias ideias de reutilização dessa água estão sendo propostas, porém de acordo com a nbr 10844/1989 a instalação predial de águas pluviais se destina exclusivamente ao recolhimento e condução das águas pluviais e não devem ser lançadas em redes de esgoto usadas apenas para águas residuárias.

Segundo Gondenfum (2006) a água da chuva é uma das mais puras fontes de água. A precipitação, na sua origem, contém muito poucas impurezas. Porém, ao atingir a superfície terrestre, há inúmeras oportunidades para que minerais, bactérias, substâncias orgânicas e outras formas de contaminação atinjam a água. A poeira e a fuligem se acumulam em telhados, contaminando as águas.

Montibeller & Schmidt (2004) afirmam que a água pluvial pode ser aproveitada e utilizada com as mais variadas finalidades, como o uso doméstico, ou industrial e o agrícola. Complementam, ainda, que a utilização desta técnica vem crescendo e se difundindo cada vez mais no mundo todo.

2.3.3.1 Reutilização Das Águas Das Pluviais

O reuso de água, que até pouco tempo atrás era considerado como uma opção exótica e pouco difundida, começa a despontar como uma alternativa interessante e que não deve ser ignorada. Atualmente, percebe-se que as técnicas de tratamento de água distinguem-se cada vez menos das técnicas de tratamento de esgoto (MANCUSO & SANTOS, 2003).

A reutilização das águas pluviais está sendo cada vez mais utilizada por ser pura e apenas deixa de ser potável e com todo o problema climático que ocorre, vem sendo umas das soluções. Segundo a nbr 15527/2019 essa água pode ser utilizada em descargas, lavagens de pisos e carros, resfriamento de água, uso ornamental, para irrigação de paisagens e para reserva técnica de incêndio.

3 - METODOLOGIA

Este capítulo abordará os métodos que serão utilizados para a elaboração dos projetos das instalações hidro-sanitárias e pluvial, assim como os procedimentos para o uso de um telhado verde.

Os referidos projetos serão executados em CAD seguindo todos os parâmetros de cálculos estabelecidos pelas normas técnicas da ABNT, conforme descrição sucinta no item 3.1.

Para executar o que foi proposto nos objetivos específicos, foi escolhido um modelo de projeto de uma edificação social multifamiliar de 4 pavimentos seguindo os padrões técnicos de desenhos orientados pela ABNT, principalmente a NBR 6492 (1994).

Este projeto será apresentado em anexo no TCC2 contendo planta baixa, cortes, fachadas, planta de cobertura, planta de situação e localização, e demais detalhamentos necessários.

3.1 -DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

3.1.1 - Instalações Prediais De Água Fria.

O dimensionamento das instalações prediais de água fria, é realizado através do dimensionamento dos reservatórios e das tubulações, calculando o consumo diário e o seu ramal predial e seguindo todas as normas da ABNT.

3.1.1.1 - Consumo Diário

O valor médio previsto para utilização num edifício em 24 horas. É utilizado no ramal predial, hidrômetro, ramal de alimentação, instalação de recalque e reservatórios.

CÁLCULO DA ESTIMATIVA: CD = P x CDu

Onde: CD = consumo médio diário, L/dia

P = população, hab

Cdu = consumo médio diário unitário, L/hab/dia

Tabela 1- Estimativa de Consumo diário(*)

PRÉDIO	CONSUMO LITROS/DIA
Alojamentos provisórios	80 per capita
Ambulatórios	25 per capita
Apartamentos	200 per capita
Casas populares ou rurais	120 a 150 per capita
Cavalariças	100 por cavalo
Cinemas e Teatros	2 por lugar
Creches	50 per capita
Edifícios públicos ou comerciais	50 a 80 per capita
Escolas – externatos	50 per capita
Escolas – internatos	150 per capita
Escolas – semi-internatos	100 per capita
Escritórios	50 per capita
Garagens	100 por automóvel
Hotéis (s/cozinha e s/lavanderia)	120 por hóspede
Hotéis (c/cozinha e lavanderia)	250 a 350 por hóspede
Jardins	1,5 por m^2
Lavanderias	30 por kg de roupa seca
Matadouros-Animais de grande porte	300 por cabeça abatida
Matadouros-Animais de pequeno porte	150 por cabeça abatida
Mercados	5 por m de área
Oficina de costura	50 per capita
Orfanatos, asilos, berçários	150 per capita
Postos de serviço p/ automóveis	150 por veículo
Quartéis	150 per capita
Residências	150 per capita
Restaurantes e similares	25 por refeição
Templos	2 por lugar

(*) Os valores citados são estimativos, devendo ser definido o valor adequado a cada projeto.

3.1.1.2 - Ramal Predial

De um modo geral, o diâmetro do ramal predial é fixado pela Concessionária de água local. A Norma prevê dois casos para que se possa determinar a vazão do ramal predial: quando se tem distribuição direta, a vazão do ramal é dada por:

$$Q = C \sqrt{\Sigma P}$$

onde: Q é em l/s

C é o coeficiente de descarga = 0,30 l/s

P é a soma dos pesos correspondentes a todas as peças de utilização alimentadas através do trecho considerado.

Quando se tem distribuição indireta a Norma admite que a alimentação seja feita continuamente, durante 24 horas do dia e a vazão é dada pela expressão:

$$Q = CD / 86.400$$

onde: Q é em l/s

CD é em l/dia

Uma vez conhecida a vazão do ramal predial, tanto no caso de distribuição direta ou indireta, o serviço de água deverá ser consultado para a fixação do diâmetro. Geralmente, na prática, adota-se, para o ramal predial, uma velocidade igual a 0,6 m/s, de tal modo a resultar um diâmetro que possa garantir o abastecimento do reservatório mesmo nas horas de maior consumo(Picanço *et al,*2002).

3.1.2 - Medição individualizada

O sistema de medição individualizada é realizado através de um hidrômetro por apartamento, com isso, é feito a melhor distribuição da conta e uma melhor conscientização do consumo diário.

Os sistemas de medição individualizada de água são compostos por: coluna de distribuição (CD) trecho que alimenta os hidrômetros quando este tem origem no reservatório superior; ramal de alimentação (RA); trecho entre a coluna de distribuição e a montante do(s) hidrômetro(s); ramal de distribuição principal (RDP); trecho a jusante do hidrômetro sem ramificação; ramal de distribuição secundário (RDS); trecho que alimenta dois ou mais pontos de utilização e sub-ramal (SR); trecho que alimenta um único ponto de utilização.

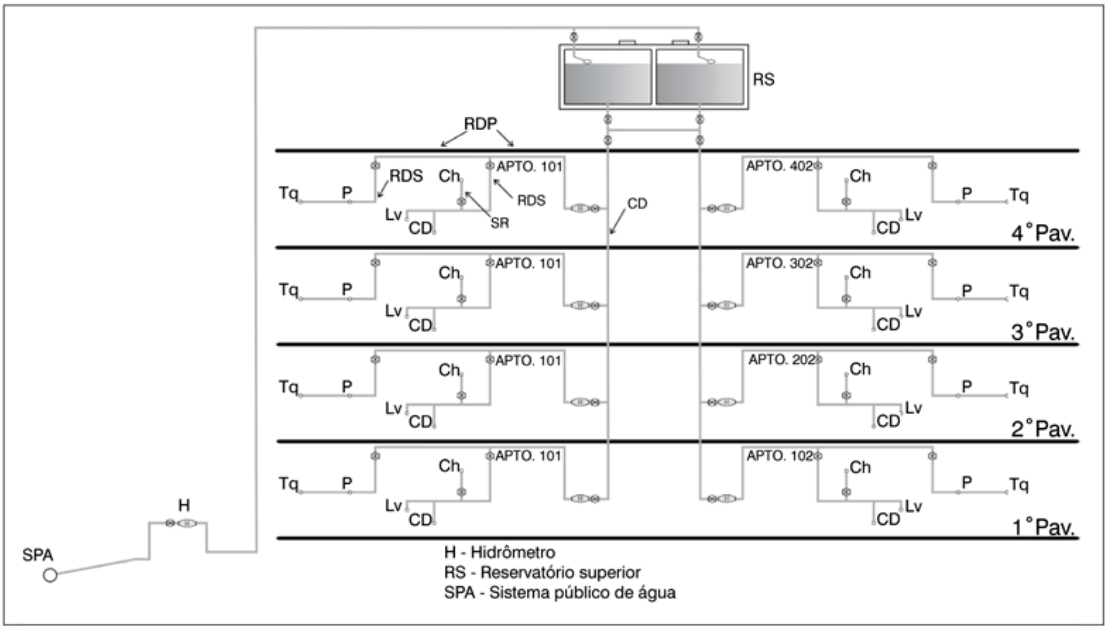


Figura 11: Elementos do sistema de medição individualizada

3.1.3 - Barrilete

O barrilete é um conjunto de tubulações que se iniciam nos reservatórios e onde se ramificam, criando as colunas de distribuição, quando o abastecimento é indireto. A forma correta de dimensionar o barrilete é calculada por partes.

3.1.4 - Capacidade e divisão dos reservatórios

Segundo a NBR 5626, a capacidade dos reservatórios de uma instalação predial de água fria deve ser estabelecida levando-se em consideração o padrão de consumo de água no edifício e, onde for possível obter informações, a frequência e duração de interrupções do abastecimento. Para edifícios, o reservatório deverá manter, no mínimo, o necessário para 24h de consumo, para residências de pequeno porte o reservatório precisa de 500l.

3.1.5 - Pressões

Segundo a NBR 5626, são 3 tipos de pressões, pressão estática máxima é de 400 KPa e que a pressão em qualquer conexão deve ser de 5 KPa, pressão dinâmica mínima é de 10 KPa para qualquer peça utilizada e pressão de serviço é de 200 KPa para os fechamentos das válvulas.

3.1.6 - Velocidade da água

A velocidade máxima da água permitida pela NBR 5626, é de 3m/s, A limitação da velocidade do escoamento não se aplica a trechos onde comprovadamente a tubulação não fique sujeita a golpes de aríete e seja dotada de meios adequados de isolação acústica ou esteja alojada em local que minimize ou impeça a transmissão de ruídos. Para encontrar a velocidade total da água:

$$V = 4000 \times (Q / \pi) \times D^{-2}$$

Onde:

V = velocidade (m/s)

Q = vazão (l/s)

D = diâmetro da tubulação (mm)

3.1.7 - Comprimentos equivalentes

O comprimento possui uma metragem de acordo com o cálculo de perda de caga, seguindo a tabela da NBR 5626 de acordo com o diâmetro da tubulação.

3.1.8 - Perda de carga

Para tubos rugosos (tubos de aço-carbono, galvanizado ou não):

$$J = 20,2 \times 10^{6} \times Q^{1,88} \times d^{-4,88}$$

Para tubos lisos (tubos de plástico, cobre ou liga de cobre):

$$J = 8,69 \times 10^{6} \times Q^{1,75} \times d^{-4,75}$$

Onde :

J é a perda de carga unitária, em quilopascals por metro;

Q é a vazão estimada na seção considerada, em litros por segundo;

d é o diâmetro interno do tubo, em milímetros

3.1.9 - Sub-ramal

O sub-ramal é a ligação do ramal aos pontos de utilização de água fria. O diâmetro dimensionado para determinados aparelhos de utilização de água fria, apresentados na tabela 2:

Peças de utilização	Aço galvanizado		Cobre ou PVC	
	DN (Diâmetro Nominal) (mm)	Ref. (pol.) (“)	DN (Diâmetro Nominal) (mm)	Ref. (pol.) (“)
Aquecedor de baixa pressão	20	(¾)	20	(¾)
Aquecedor de alta pressão	15	(½)	15	(½)
Bacia sanitária com caixa de descarga	15	(½)	15	(½)
Bacia sanitária com válvula de descarga de DN 20 mm (¾)	32	(1 ¼)	32	(1 ¼)
Bacia sanitária com válvula de descarga de DN 25 mm (1)	32	(1 ¼)	32	(1 ¼)
Bacia sanitária com válvula de descarga de DN 32 mm (1 ¼)	40	(1 ½)	40	(1 ½)
Bacia sanitária com válvula de descarga de DN 38 mm (1 ½)	40	(1 ½)	40	(1 ½)
Banheira	20	(¾)	15	(½)
Bebedouro	15	(½)	15	(½)
Bidê	15	(½)	15	(½)
Chuveiro	20	(¾)	15	(½)
Filtro de pressão	15	(½)	15	(½)
Lavatório	15	(½)	15	(½)
Máquina de lavar pratos ou roupas	20	(¾)	20	(¾)
Mictório de descarga contínua por metro ou por aparelho	15	(½)	15	(½)
Mictório autoaspirante	25	(1)	25	(1)
Pia de cozinha	20	(¾)	20	(¾)
Pia de despejo	20	(¾)	20	(¾)
Tanque de despejo ou de lavar roupa	20	(¾)	20	(¾)

Fonte: Botelho; Ribeiro (2010)

3.1.10 - Altura dos pontos

As alturas dos pontos podem variar de acordo com a funcionalidade e a características dos modelos e marcas dos aparelhos. Para apresentar a altura padronizada na tabela:

BS –	bacia sanitária c/ válvula	h = 33 cm
BCA –	bacia sanitária c/ caixa acoplada	h = 20 cm
DC –	ducha higiênica	h = 50 cm
BI –	bidê	h = 20 cm
BH –	banheira de hidromassagem	h = 30 cm
CH –	chuveiro ou ducha	h = 220 cm
LV –	lavatório	h = 60 cm
MIC –	mictório	h = 105 cm
MLR –	máquina de lavar roupa	h = 90 cm
MLL –	máquina de lavar louça	h = 60 cm
PIA –	pia	h = 110 cm
TQ –	tanque	h = 115 cm
TL –	torneira de limpeza	h = 60 cm
TJ –	torneira de jardim	h = 60 cm
RP –	registro de pressão	h = 110 cm
RG –	registro de gaveta	h = 180 cm
VD –	válvula de descarga	h = 110 cm

Fonte: Carvalho Júnior (2016)

3.1.11 - Sistemas de bombeamento

Uma bomba deve ter possuía uma capacidade mínima para seu funcionamento de 15% do consumo diário, usualmente é comum a utilização de 20% do consumo diário, ressaltando que o funcionamento da bomba não deve ultrapassar 5 horas.

3.1.12 - Tubulações de recalque

Para o dimensionamento da tubulação de recalque, recomenda-se o uso da fórmula de Forchheimer, representada pela equação

$$Dr = 1{,}3\sqrt{Q} \times \sqrt[4]{}X(1.6)$$

Onde: DR é o diâmetro da tubulação de recalque (m)

Q é a vazão de recalque (m3 /s)

h é o número de horas de funcionamento da moto-bomba (horas/dia).

3.1.13 - Tubulações de sucção

A tubulação de sucção não é dimensionada, adota-se o diâmetro comercialmente disponível, sendo superior ao diâmetro de recalque.

3.2 - DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES PLUVIAIS

3.2.1 - Fatores meteorológicos

Segundo a NBR 10844:1989 período de retorno deve ser fixado segundo as características da área a ser drenada, obedecendo ao estabelecido a seguir:

T = 1 ano, para áreas pavimentadas, onde empoçamentos possam ser tolerados;

T = 5 anos, para coberturas e/ou terraços;

T = 25 anos, para coberturas e áreas onde empoçamento ou extravasamento não possa ser tolerado.

Levando em conta que o período máximo (t) é considerado 5 minutos, em relação a área em um plano horizontal acima de 100m² adota-se uma intensidade pluviométrica de (I) 150mm/h.

3.2.2 - Área de contribuição

A área de contribuição se dá dependendo da superfície de acordo com a norma se faz os cálculos das seguintes formas:

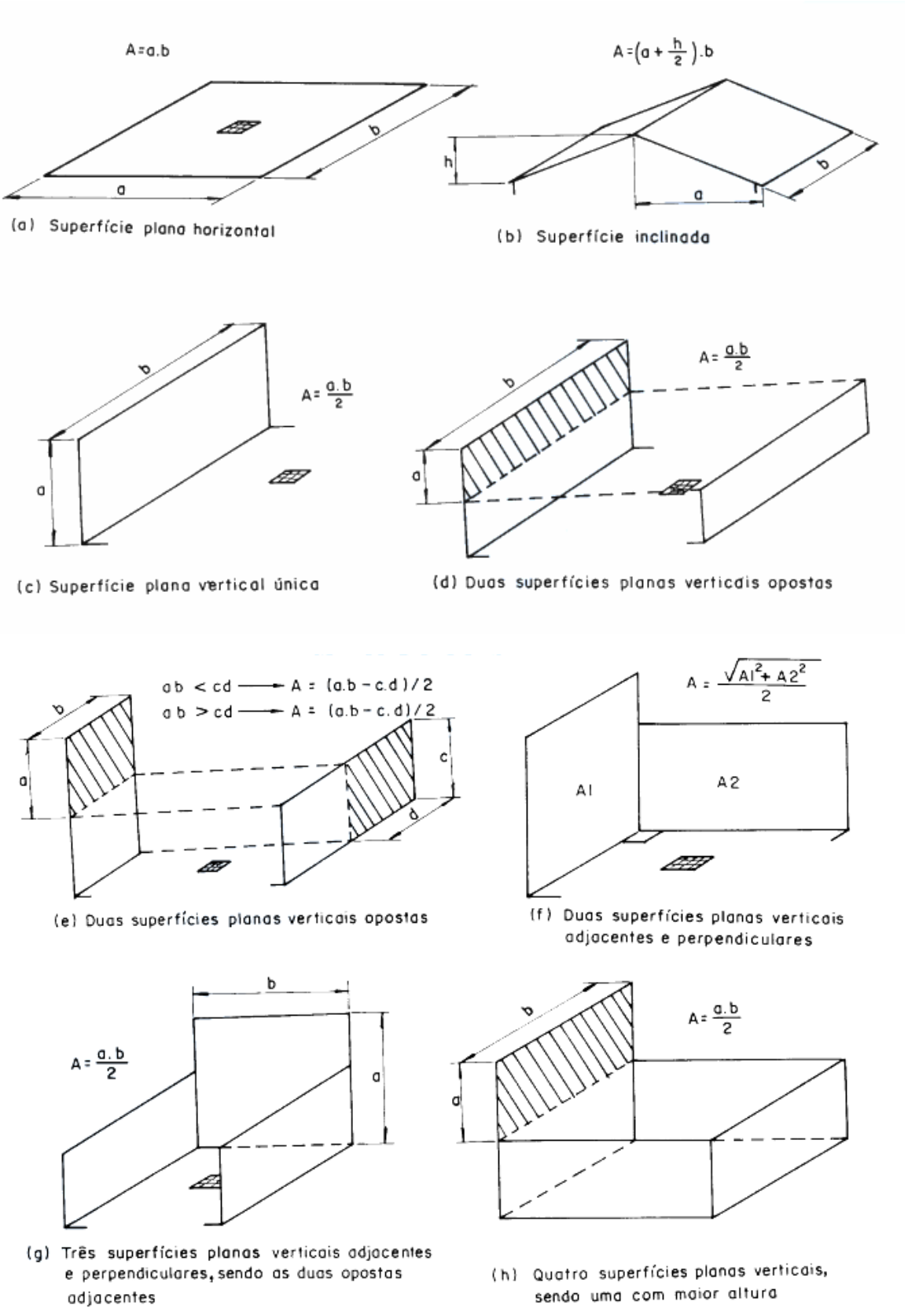


Figura 12 : Indicações para área de contribuição,(NBR 10844).

3.2.3 - Vazão de projeto

A vazão de projeto deve ser calculada pela fórmula:

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

Onde: Q = Vazão de projeto, em L/min

I = intensidade pluviométrica, em mm/h

A = área de contribuição, em m

3.2.4 - Calha

As calhas devem ser fixadas centralmente sob a extremidade da cobertura e próximas às suas , respeitando sempre a inclinação mínima de 0,5%. Quando calhas de beiral ou platibanda estiver a menos de 4 metros deve ser multiplicar a vazão de projeto de acordo com a tabela a seguir:

Tabela 3 : Coeficiente de vazão de projeto .

Tipo de curva	Curva a menos de 2 m da saída da calha	Curva entre 2 e 4m da saída da calha
canto reto	1,2	1,1
canto arredondado	1,1	1,05

Segundo a NBR 10844 (1989) O dimensionamento das calhas deve ser feito através da fórmula de Manning-Strickler, indicada a seguir, ou de qualquer outra fórmula equivalente:

$$Q = KS \frac{S}{n} R\ H^{2/3}\ i^{1/2}$$

Onde:

Q = Vazão de projeto, em L/min

S = área da seção molhada, em m2

n = coeficiente de rugosidade

R = raio hidráulico, em m P = perímetro molhado, em m

i = declividade da calha, em m/m

K = 60.000

3.2.5 - Condutor vertical

Os condutores são projetados sempre que possível para ser uma só prumada, caso tenha a necessidade de desvio se usa curvas de 90o de raio longo ou curvas de 45o e devem ser previstas peças de inspeção.

3.2.6 - Condutor horizontal

Um canal ou tubulação horizontal destinada a recolher e conduzir águas pluviais até locais permitidos pelos dispositivos legais. Segundo a NBR 10844, os condutores horizontais devem ser projetados, sempre que possível, com declividade uniforme, com valor mínimo de 0,5%. O dimensionamento dos condutores horizontais de seção circular deve ser feito para escoamento com lâmina de altura igual a 2/3 do diâmetro interno (D) do tubo. As vazões para tubos de vários materiais e inclinações usuais estão indicadas na Tabela 3 :

	Diâmetro interno (D) (mm)	n = 0,011				n = 0,012				n = 0,013			
		0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
2	75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
3	100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
4	125	370	521	735	1.040	339	478	674	956	313	441	622	882
5	150	602	847	1.190	1.690	552	777	1.100	1.550	509	717	1.010	1.430
6	200	1.300	1.820	2.570	3.650	1.190	1.670	2.360	3.350	1.100	1.540	2.180	3.040
7	250	2.350	3.310	4.660	6.620	2.150	3.030	4.280	6.070	1.990	2.800	3.950	5.600
8	300	3.820	5.380	7.590	10.800	3.500	4.930	6.960	9.870	3.230	4.550	6.420	9.110

Nota: As vazões foram calculadas utilizando-se a fórmula de Manning-Strickler, com a altura de lâmina de água igual a 2-3 D.

Fonte: Instalações prediais de águas pluviais (NBR 18044,1988).

3.3 - DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES SANITÁRIAS

3.3.1 - Ramal de descarga

O ramal de descarga é a tubulação que recebe todos os efluentes dos aparelhos sanitários. Segundo a NBR 8160, a necessidade de inclinações mínimas de 1% e 2%, para as tubulações horizontais de diâmetros de 100 mm e 75 mm respectivamente.O dimensionamento é realizado através da tabela 4 :

Diâmetro nominal mínimo do tubo *DN*	Número máximo de unidades de Hunter de contribuição UHC
40	3
50	6
75	20
100	160

Fonte: Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução(NBR 8160,1999)

3.3.2 - Ramal de esgoto

O ramal de esgoto é a tubulação que recebe os efluentes vindo dos ramais de descarga e conduz a um subcoletor ou a um tubo de queda.

3.3.3 - Tubo de queda

O tubo de queda é uma tubulação vertical que conduz o esgoto dos pavimentos até o subcoletor, para dimensioná-lo deve calcular o somatório dos ramais conectados e correlacionar com a tabela 5 :

Diâmetro nominal do tubo *DN*	Número máximo de unidades de Hunter de contribuição	
	Prédio de até três pavimentos	Prédio com mais de três pavimentos
40	4	8
50	10	24
75	30	70
100	240	500
150	960	1 900
200	2 200	3 600
250	3 800	5 600
300	6 000	8 400

Fonte: Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução(NBR 8160,1999)

3.3.4 - Subcoletor e coletor predial

Os Subcoletores recebem efluentes de um ou mais tubos de queda ou ramais de esgoto. O Coletor Predial é o último trecho de tubulação entre a última inserção de um subcoletor e o coletor público.(SALERNO *et al,2018*).

Para o dimensionamento do subcoletor e do coletor predial é utilizado um diâmetro mínimo de 100mm, realizando o somatório das UHC e fazendo uma relação com a declividade que será adotada e na tabela a seguir se encontra o diâmetro necessário para a tubulação.

Tabela 6 : Relação de Hunter

Diâmetro nominal do tubo	Número máximo de unidades de Hunter de contribuição em função das declividades mínimas %			
DN	0,5	1	2	4
100	-	180	216	250
150	-	700	840	1 000
200	1 400	1 600	1 920	2 300
250	2 500	2 900	3 500	4 200
300	3 900	4 600	5 600	6 700
400	7 000	8 300	10 000	12 000

Fonte: Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução(NBR 8160,1999)

3.3.5 - Sistema de ventilação

O sistema de ventilação é composto por um conjunto de tubulações interligadas ao sistema de esgoto sanitário, as quais permitem a entrada de ar necessário para equilibrar as variações de pressões e impedir o rompimento dos fechos hídricos dos desconectores (FERNANDES & GONÇALVES,2002).

Para calcular, deve realizar o somatório das UHC desses sistemas individualmente fazendo a correlação de acordo com suas tabelas específicas.

Tabela 7 - Diâmetro do ramal de ventilação em função do diâmetro do ramal de descarga ou de esgoto - DN

d_c	d_{rv}
40	40
50	40
75	50
100	50

Fonte: Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução(NBR 8160,1999)

Tabela 8 - Coeficiente de perda de carga distribuída

D_{cv} DN	f adm
40	0,046
50	0,042
75	0,037
100	0,033

Fonte: Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução(NBR 8160,1999)

3.3.6 - Caixa sifonada

O dimensionamento da caixa sifonada é realizado através do somatório UHC.

Efluente até 6 UHC - DN 100.

Efluente até 10 UHC - DN 125.

Efluente até 15 UHC - DN 150.

3.3.7 - Caixa de passagem

A caixa de passagem pode ser utilizada nas mudanças de direção, declividade, material e diâmetro, quando possível a supressão do degrau. Segundo a NBR 8160, as caixas de passagem devem ter as seguintes características:

a) quando cilíndricas, ter diâmetro mínimo igual a 0,15 m e, quando prismáticas de base poligonal, permitir na base a inscrição de um círculo de diâmetro mínimo igual a 0,15 m;

b) ser providas de tampa cega, quando previstas em instalações de esgoto primário;

c) ter altura mínima igual a 0,10 m;

d) ter tubulação de saída dimensionada pela tabela de dimensionamento de ramais de esgoto, sendo o diâmetro mínimo igual a DN 50.

3.3.8 - Caixa de inspeção

As caixas de inspeção são indispensáveis à rede de esgoto residencial, tendo em vista que permite a inspeção, limpeza, desobstrução, junção, mudanças de declividade e/ou direção

das tubulações de esgoto, sem necessidade quebra das mesmas. Existem basicamente, dois tipos de caixa de inspeção, as moldadas in loco de alvenaria, e industrializadas de polietileno(DA SILVA JÚNIOR *et al,*2019).

Segundo a NBR 8160, as caixas de inspeção devem ter:

a) profundidade máxima de 1,00 m;

b) forma prismática, de base quadrada ou retangular, de lado interno mínimo de 0,60 m, ou cilíndrica com diâmetro mínimo igual a 0,60 m;

c) tampa facilmente removível, permitindo perfeita vedação;

d) fundo construído de modo a assegurar rápido escoamento e evitar formação de depósitos.

3.3.9 - Caixa de gordura

Segundo a NBR 8160, a caixa de gordura é destinada para a reter, na sua parte superior, as gorduras, graxas e óleos contidos no esgoto, formando camadas que devem ser removidas periodicamente, evitando que estes componentes escoam livremente pela rede, obstruindo a mesma. Nesse caso, para um tipo especial de gordura é necessário fazer o dimensionamento demonstrado:

$$V = (2 \times N) + 20$$

Onde: V – volume da caixa, em litros;

N – quantidade de pessoas servidas pela cozinha.

3.4 TELHADO QUE SERÁ UTILIZADO

O telhado verde a ser utilizado é o extensivo, por possuir um substrato de até 10cm, baixa manutenção e possuir vegetação de pequeno porte, com a finalidade de ter uma manutenção que seja simples e que atenda todos os moradores deste edifício.

A construção extensiva de telhados verdes possui vantagens em relação aos modelos intensivo e semi-intensivo. Um motivo essencial é que a vegetação cultivada não necessita de cuidados constantes ou especiais. Geralmente as plantas cultivadas são gramíneas ou outras espécies que não precisam de muita água para se desenvolver (xerófitas), além da baixa profundidade, pois a espessura do substrato é baixa (HENEINE, 2008).

Este telhado verde será representado em projeto, constando todos os detalhes de suas camadas, materiais a serem utilizados, representação gráfica de sua fixação e o detalhamento da captação de água pluvial onde será dimensionada uma tubulação de pvc para conduzir a água captada levando-a para um reservatório próprio para alimentar as colunas de água dos vasos sanitários e das torneiras de jardim.

3.4.1 Calhas e condutores

Para projetar um telhado verde e aproveitar as águas pluviais, as calhas e os demais condutores na cobertura devem ser bem dimensionados. A água captada pela cobertura se dirige para o ponto mais baixo, seja o beiral ou o encontro com outros planos inclinados (encontro de águas) ou ralos, devem ser instaladas as calhas que conduzem a água para as tubulações coletoras.

As área de captação quando planas devem ser capazes de conduzir as águas para um ponto em comum, normalmente um ralo, esse direcionamento é feito a partir do caimento. Havendo necessidade da da instalação de uma calha para direcionamento da água captada, a mesma por ser aberta, deve também possuir um equipamento de proteção, como por exemplo uma grade ou tela em todo o seu comprimento.

Com relação ao dimensionamento das calhas (quando houver necessidade) e condutores, deve ser feito, de acordo com Werneck (2006), como em qualquer edificação, considerando a intensidade pluviométrica da região, com base nos índices pluviométricos de volume precipitado e período de retorno, seguindo as normas da ABNT (NBR 10844), conforme já descrito no item 3.2.

De acordo com a NBR 10844/89, As calhas devem ser feitas de chapas de aço galvanizado, (NBR 7005, NBR 6663), folhas-de-flandres (NBR 6647), chapas de cobre (NBR 6184), aço inoxidável, alumínio, fibrocimento, PVC rígido, fibra de vidro, concreto ou alvenaria. Os condutores verticais, devem ter tubos e conexões de ferro fundido (NBR 8161), fibrocimento, PVC rígido (NBR 10843, NBR 5680), aço galvanizado (NBR 5580, NBR 5885), cobre, chapas de aço galvanizado (NBR 6663, NBR 7005), folhas-de-flandres (NBR 6647), chapas de cobre (NBR 6184), aço inoxidável, alumínio ou fibra de vidro. Nos condutores horizontais, devem ser empregados tubos e conexões de ferro fundido (NBR 8161), fibrocimento (NBR 8056), PVC rígido (NBR 10843, NBR 5680), aço galvanizado (NBR 5580, NBR 5885), cerâmica vidrada (NBR 5645), concreto (NBR 9793, NBR 9794), cobre, canais de concreto ou alvenaria.

3.4.2 - Reservatório da água da chuva

O sistema por ser similar ao de água potável pode ser do tipo Indireto com reservatório inferior e superior, ou hidropneumático, porém algumas edificações atualmente estão abolindo o sistema indireto com reservatório inferior e superior devido à grande carga imposta na laje de cobertura, o que alivia a estrutura (Silva, 2014).

Devem ser considerados no projeto do reservatório: extravasor, descarga de fundo ou bombeamento para limpeza, cobertura, inspeção, ventilação e segurança.

A água de chuva não deve ser considerada a única fonte de abastecimento, pois devido a sazonalidade e irregularidade da mesma, deverá ser previsto um dispositivo de entrada de água potável para garantir o abastecimento dos pontos de utilização para fins não potáveis. Assim sendo, o reservatório quando alimentado com água de outra fonte de suprimento de água, deverá possuir dispositivos que impeçam a conexão cruzada, para que apenas a água potável tenha interaja com as águas da chuva e não o contrário.

De acordo com a NBR 15527:2007, podem ser usados 6 métodos de dimensionamento para um reservatório para aproveitamento de água da chuva: Rippl, da Simulação, Azevedo Neto, Prático Inglês, Prático Alemão e Prático Australiano.

No caso estudado, a análise levará em conta que toda água não retida será armazenada, e como o telhado funciona como um filtro, não haverá descarte da primeira chuva, logo o reservatório deverá ser tal que possa reservar a maior média de chuva do período analisado.

Nesse caso, esse reservatório terá a função de receber a água que virá do telhado verde, para a distribuição para todas as ligações não potáveis, além disso, deverá ter um extravasor de água para escoar um excesso de água que possa ocorrer.

4 RESULTADOS

No resultado será apresentado o projeto da edificação social com telhado verde através de um projeto detalhado, o sistema esgoto sanitário, telhado verde e das cisternas no autoCAD. Os cálculos envolvidos no projeto estão todos demonstrados no Anexo 1 deste artigo uma vez que os desenhos também se encontram no Anexo 2.

4.1 PROJETO DO EDIFÍCIO

O projeto do edifício, que conta com 4 pavimentos e cada pavimento possui 4 apartamentos, com escada e a parte superior com telhado verde. Podendo morar até 64 pessoas. Com base nessas configurações estima-se um consumo diário de 12800 L de água.

De modo a reduzir o consumo de água por empresas privadas, foi pensado em um sistema para que forneça água para a descarga de forma sustentável, auxiliando na melhora do isolamento térmico e gerando benefícios ao meio ambiente.

4.1.1 PROJETO DO ESGOTO SANITÁRIO

Cada apartamento possui um banheiro, cozinha e área de serviço, foi dimensionado o ramal predial com uma carga de 0,148 m³/s e o consumo diário do prédio com 12800 L/dia de média. Além disso, o ramal de descarga com capacidade de 1,44 L/s, totalizando um consumo diário de até 720 L/d, podendo atingir uma velocidade de 0,3263 m/s e com uma perda de carga de 0,1164 KPa/m.

4.1.2 PROJETO DO TELHADO VERDE

No telhado verde é apresentado detalhadamente as plantas tipo suculentas, em um solo pobre, com camadas de argila e argila expandida para sua drenagem, junto ao cascalho de 1 à 3 cm para uma melhor drenagem e filtragem dessa água e por final com um revestimento milimétrica plástica e vinimanta plasmar.

4.1.3 PROJETO DO CISTERNA

Como a época de escassez perdura por vários meses, foi analisada a utilização de um sistema manual, quando entrar na época da seca, conecta a água da caixa potável na caixa de água pluvial para que não sofra quando chegar a estiagem, não deixando assim a alimentação do prédio em falta, utilizando assim a água proveniente da empresa responsável.

A bomba para o fornecimento da água pluvial da cisterna para caixa d'água, possui uma vazão de 0,56 L/s e uma vazão contínua de 0,185 L/s.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto utilizado em um prédio de moradia social, para que possa ser feito de maneira sustentável, levou em consideração a aplicação de um telhado verde que consiga captar a água pluvial, passando por um processo de filtragem e sendo reutilizado em esgoto sanitário.

O telhado verde utilizado no projeto foi o tipo extensivo por possuir menor manutenção, por causar menos impacto na estrutura e por utilizar vegetação de pequeno porte, que se adapta melhor nesse projeto. A filtragem foi realizada no telhado verde mesmo, possuindo uma camada de argila e argila expandida, uma de cascalho e um cano com furos para fazer a drenagem da água captada.

A captação da água foi através do sistema de “espinho de peixe”, onde são vários canos de drenagem que levam a calha e são conduzidos pelo tubo de queda até a cisterna para ser armazenada e distribuída.

O abastecimento da caixa foi através de uma bomba que joga da cisterna para caixa d'água, abastecendo todo o reservatório superior. Sendo, na época de seca possuindo um registro que liga as caixas d’água para que o abastecimento se mantenha ininterrupto neste período.

Dessa forma, o projeto apresentou bons resultados em capacidade de captação de água pluvial, gerando um retorno ao meio ambiente devido a diminuição da poluição, a diminuição das ilhas de calor e melhora na qualidade do ar. Além disso, o projeto possibilita a utilização da área como espaço de lazer, sendo assim um refúgio da “selva de pedra”, que é cada vez maior devido ao crescimento dos grandes centros. O trabalho desenvolvido de modo teórico foi pensado em um projeto simples capaz de ser aplicado em prédios já construídos.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626: Sistemas prediais de água fria e água quente — Projeto, execução, operação e manutenção**. Rio de Janeiro, 2020**.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160 : Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução**. Rio de Janeiro, 1999**.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160: sistemas prediais de esgoto sanitário – projeto e execução**. Rio de Janeiro, 1999**.**

Baldessar, Silvia Maria Nogueira. **Telhado verde e sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada.** Disponível em :https://core.ac.uk/download/pdf/147515313.pdf Acesso em: 21/09/2021.

Borges,Hellen Heloyze Dos Santos. **A UTILIZAÇÃO DO TELHADO VERDE NA CONSTRUÇÃO CIVIL COMO ALTERNATIVA PARA DIMINUIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS.** Disponível em: https://bdm.ufmt.br/bitstream/1/449/1/TCC_2018_Hellen%20Heloyze%20dos%20%20Santos%20Borges.pdf. Acesso em : 12/10/2021

BOTELHO, M. H. C.; RIBEIRO, G. A. **Instalações hidráulicas prediais: usando tubos de PVC e PPR. 3.** ed. São Paulo: Blucher, 2010.

Callejas,Ivan Julio Apolonio;Durante, Luciane Cleonice;Nogueira,Marta Cristina de Jesus Albuquerque;Nogueira, José de Souza;Rosseti, Karyna de Andrade Carvalho. **Abordagens sistêmicas dos efeitos da implantação de telhados vegetados.** Disponível em: http://www.seer.ufu.br/index.php/braziliangeojournal/article/download/21023/12780. Acesso em : 11/10/2021

CARVALHO JR., **Roberto de. Patologias de sistemas prediais hidraulico-sanitário.** 3. ed. São Paulo: Blucher, 2013. 218 p.

CARVALHO JÚNIOR, R. **Instalações prediais hidraúlico-sanitárias: princípios básicos para elaboração de projetos. 2.** ed. e ampliada. São Paulo: Blucher, 2016.

Clarissa Aguia, Beatriz Fedrizzi. Telhados verdes na habitação de interesse social. Disponível em: https://docplayer.com.br/53626883-Telhados-verdes-na-habitacao-de-interesse-social.html Acesso em: 21/09/2021.

CORSINI, Rodnei. **Telhado verde.** 2011. Disponível em: http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/16/1-telhado-verde-cobertura-de-edificacoes-com-vegetacao-requer-260593-1.aspx . Acesso em: 27/09/2021.

DA SILVA JÚNIOR, Carlos Gomes et al. **AVALIAÇÃO FINANCEIRA DE CAIXAS DE INSPEÇÃO PARA ESGOTO SANITÁRIO RESIDENCIAL.** Anais Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT), v. 1, n. 1, p. 94-98, 2019.

DDC - Department of Design and Construction**. DCC cool & green roofing manual.** New York, 2007.

Dilly, Diogo Pedro Appel;**Tratado sobre o sistema de telhado verde extensivo para coberturas planas em edificações de pequeno e médio porte.** Disponível em :http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/6297 . Acesso em : 10 nov 2021.

FERNANDES, Vera Maria Cartana & GONÇALVES, Orestes Marraccini. **Análise do uso de válvulas de admissão de ar nos sistemas de esgoto sanitários brasileiros.** Disponivel em : https://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3431/1848 .Acesso em : 23 nov 2021.

GOLDENFUM, Joel Avruch. Reaproveitamento de águas pluviais. **Simpósio Nacional sobre o Uso da Água na Agricultura. Passo Fundo. Simpósio Nacional sobre o Uso da Água na Agricultura**, v. 1, p. 1-14, 2006.

HENEINE, Maria Cristina Almeida de Souza. **Cobertura Verde.** Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais, 2008. Disponível em: http://www.airtonmaria.com/instalacoes-domiciliares-1/aquecedor-solar---dimensionamento/aquecedor-solar-_-calculos Acesso em: 09 nov. 2021.

JOHNSTON, Jacklyn; NEWTON, John. **Building Green –** A Guide to Using on Roofs, Walls ande Pavements. London: The London Ecology Unit, 1991.

LAROCHE, Dany et al**. Les Toits Verts aujourd'hui: c'est construire Le Montréal de Demain. Montréal, 2004.** Disponível em: http://ocpm.qc.ca/sites/ocpm.qc.ca/files/pdf/41/8aa.pdf Acesso: 05/10/2021

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, F. S. **Reúso de Água,** Editora Manole, São Paulo, 2003.

MENEZES. **INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA.** Disponivel em :http://mz.pro.br/hidraulicapredial/06-Calculo_Hunter.pdf Acesso em: 02/12/2021.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, Gestão dos Recursos Naturais- Subsídios à Elaboração da Agenda 21 Brasileira, Brasília, 2000. Disponível em: <http:/Avww mma gov.br.html> Acesso em 30 de novembro de 2021.

MINKE, G. **Techos verdes - Planificación, ejecución, consejos prácticos**. Uruguay: Editora Fin de Siglo, 2005.

MONTIBELLER, A.; SCHMIDT, R. W. **Análise do Potencial de Economia de Água Tratada através da Utilização de Água Pluvial em Santa Catarina.** Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2004.

Neves; Fernando Morais. **Estudo do sistema hidrossanitário aparente com relação à norma de desempenho 15575-6/2008.** Disponível em :https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/26040/000755467.pdf?sequence=1&isAllowed=y Acesso em: 09 nov 2021 .

OLIVEIRA, Jaqueslei Delfino de; CARVALHO, Laísa Cristina. **VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA PARA UM TELHADO VERDE PARA MUNICÍPIO DE VARGINHA/MG.** -, 2018. Disponível em: http://repositorio.unis.edu.br/handle/prefix/626 Acesso em:08/10/2021.

OLIVEIRA,Matheus Henrique Lopes De; PARRODE,Natália Rodrigues;SALERNO,Sarah Borges.**Estudo Comparativo Entre Metodologias De Dimensionamento De Sistemas Prediais De Esgoto Sanitário.** Disponível em:https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/ESTUDO_COMPARATIVO_ENTRE_METODOLOGIAS_DE_DIMENSIONAMENTO_DE_SISTEMAS_PREDIAIS_DE_ESGOTO_SANITÁRIO.pdf Acesso em : 20 nov 2021.

PEREIRA, Caio. **Instalações Hidráulicas. Escola Engenharia, 2017.** Disponível em: https://www.escolaengenharia.com.br/instalacoes-hidraulicas/. Acesso em: 9 de novembro de 2021.

Picanço,Aurélio Pessôa;Moruzzi,Rodrigo Braga ;Reali Marco Antônio Penalva. **Instalações Prediais De Água Fria .** Disponível em: http://repositorio.eesc.usp.br/bitstream/handle/RIEESC/7328/Instalações%20prediais%20de%20água%20fria.pdf?sequence=1 Acesso em : 23 nov 2021.

POUEY, MARIA TEREZA FERNANDES. **Estudo experimental do desempenho termico de coberturas planas - vegetação e terraço -.** Disponível em: http://hdl.handle.net/10183/119132**.** Acesso em : 27/09/2021

Rodrigues, Bruno Vinícius & Cabral, Rafaela Paulina dos Santos. **TELHADO VERDE: ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE TELHADO VERDE E TELHAS DE FIBROCIMENTO.** Disponível

em:http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/17013/1/10_2020_2%20BRUNO_RAFAELA.pdf . Acesso em :08/10/2021.

REALI, Marco Antônio Penalva et al. “INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA. **UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (São Paulo). Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos**, 2002.

ROSSETI, K. A. C.; NOGUEIRA, M. C. J. A.; FRANCO, F. M.; NOGUEIRA, J. S. **Análise da interfência da cobertura verde na temperatura e umidade relativa do ar no entorno de uma edificação - estudo de caso em protótipo no município de Cuiabá**, MT. XI ENCAC VII ELACAC, Búzios, RJ, 2011.

SACADURA, Francisco Oliveira Martins Oom. **Análise de sistemas de aproveitamento de água pluvial em edifícios**. 2011. Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências e Tecnologia.

Silva, Luis Eduardo; Reis, Sara Beatriz. **TELHADO VERDE: UMA ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS E VANTAGENS EM RELAÇÃO AO TELHADO CONVENCIONAL.** Disponível em: http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/374/1/2018_1_LUIS%20EDUARDO_SARA.pdf . Acesso em: 08/10/2021.

SILVA, Neusiane da Costa. **"TELHADO VERDE: SISTEMA CONSTRUTIVO DE MAIOR EFICIÊNCIA E MENOR IMPACTO AMBIENTAL".** 2011. 63 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

SOUZA Flavia Simões De.**ANÁLISE DE SISTEMAS DE COLETA E ARMAZENAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS.** Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6250/1/MD_GAMUNI_VI_2014_37.pdf . Acesso em : 29 novembro 2021

TASSI, R.; TASSINARI, L. C. da S.; PICCILLI, D. G. A.; PERSCH, C. G. **Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 139-154, jan./mar. 2014.

TESTEZLAF, R. PORTO. A. V**. Perfil técnico-econômico das empresas fabricantes de equipamentos de irrigação no Brasil** In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 2001, Fortaleza, CE. 4p.

The International Green Roofs Association (**IGRA**). Disponível em:https://www.igra-world.com . Acesso em: 27/09/2021.

TUCCI, C. E. M. ; ARAUJO, Paulo Roberto de ; GOLDENFUM, Joel A. **Avaliação da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução de escoamento superficial.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 5, n. 3, p. 21-29, 2000.

VILANUEVA, Adolfo; TUCCI, C. E. M. **Metodologias de simulação para planos diretores de drenagem urbana.** In: Seminário de Drenagem Urbana da América do Sul, 2001, Porto Alegre. Soluções para drenagem urbana em países da América Latina, 2001. v. 1. p. 239-242.

ANEXO 1 -CÁLCULOS HIDROSSANITÁRIOS

CONSUMO DIÁRIO

CD = 200 x 16 pessoas por andar x 4 andares = 12800 litros por dia

RAMAL PREDIAL

Q = CD / 86400 = 12800 / 86400 = 0,148 m³/s

D = 0.057 m

Vazão da bomba

Cálculos do comprimento virtual:

Tubulação de sucção

	2,1	+	9,5	=	11,6	m	
válvula de pé					37,4	m	
curva de 90					4,9	m	
comprimento virtual					53,9	m	

tubulação de recalque

	6,44	+	13	+	0,63	=	20,18	m
curvas de 90°								
	2	x	4,9			=	9,8	m
válvula de gaveta aberta								
							1,1	m

válvula de retenção

	12,5	m

saída livre

	4,9	m

comprimento virtual	48,48	m

Vazão contínua

Q	=	64	x	200	x	1,2	/	86400	=	0,185185	l/s-¹

Vazão da bomba

Q	=	24	x	0,185185	/	8	=	0,555556	l/s-¹	

Diâmetro de recalque

Dr	=	32	m
Ds	=	20	m

$$Dr = 1,3(8/24)^{0,25}\sqrt{5x10^{-4}}$$
$$Dr = 0,0227\ m$$

Dr=20 mm
Ds=32 mm

Onde:

Dr= Diâmetro de recalque
Ds=Diâmetro de sucção

Q=AV
V= Q/A
V= 5x10^-4/ 3,14x0,01²
Vr=1,59 m.s

V= 5x10^-4/ 3,14x0,016²
V= 0,62m.s
Onde:

Q=Vazão da Bomba
A= Área da tubulação
V= Velocidade

Altura manométrica

Tubulação de Sucção

Hts= 10,646*((5x10^-4)^1,852)*53,9/140^1,852*0,020^4,87
Hts=4,41^-4/ 5,01^-5 = 8,80m

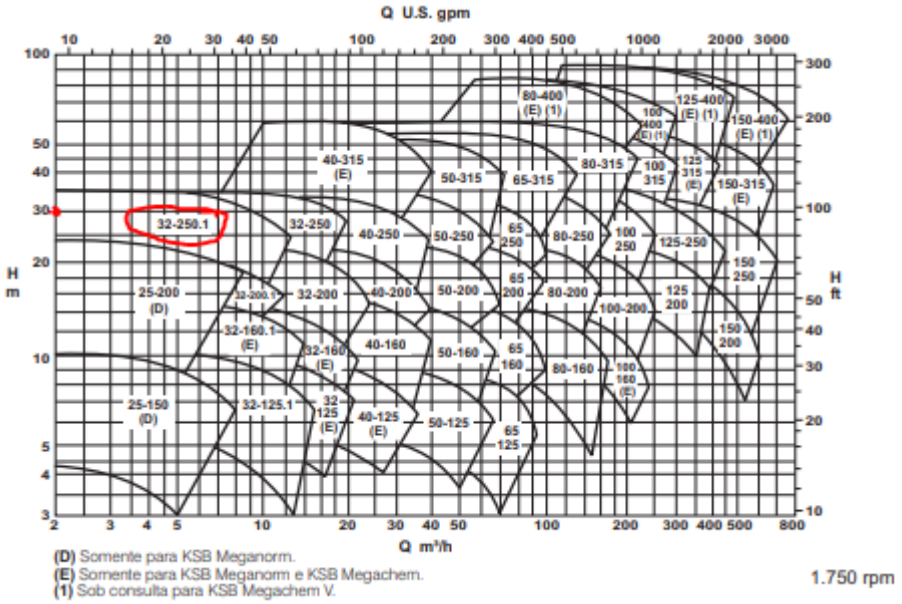
HmS=2,10 + 8,80 = 10,90m

Tubulação de Recalque

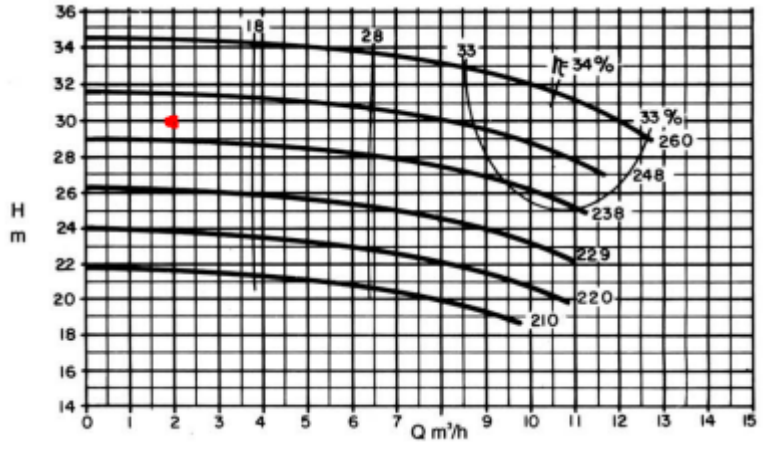
Htr=10,646*((5x10^-4)^1,852)*48,48 / 140^1,852* 0,032^4,87
Htr=3,97^-4 / 4,95^-4
Htr=2,01 m

HmR=13,11 + 2,01 = 15,12 m
Hm= 10,90 + 15,12 = 26,02 m
Hm= 30 m

Q= 0,55 L.s-1
Q= 1,98 m³/h



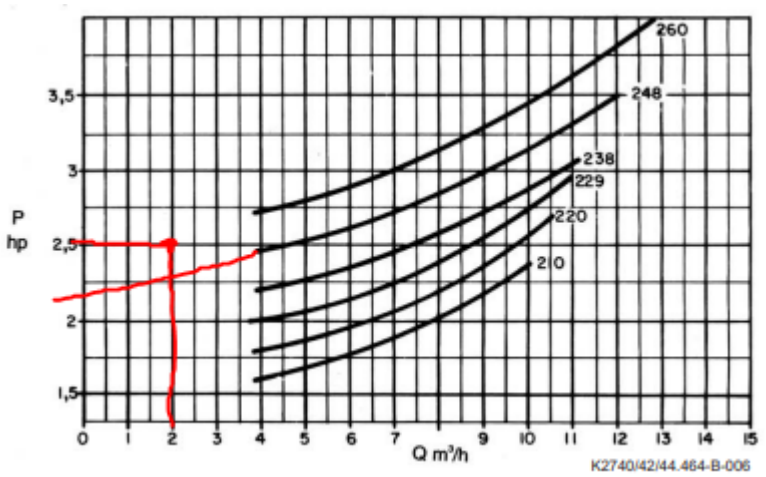
Fonte: Manual de Curvas Características (KSB bombas)



Fonte: Manual de Curvas Características (KSB bombas)

D= 248mm

Potência



Fonte: Manual de Curvas Características (KSB bombas)

Rendimento

Pot=yQHm/75n

2,5=1000*1,98*30/ 3600*75*n

n= 0,55*100
n=55%

ESGOTO

Ramal de descarga

0,3	x	4,8	=	1,44	l/s

Consumo diário

1,8	x	400	=	720	l/d

Velocidade

	4000	x	0,4584	x	0,000178	=	0,3263808	m/s

Perda de carga

	8690000	x	1,8929	x	7,0746x10^6	=	0,01164	Kpa /m

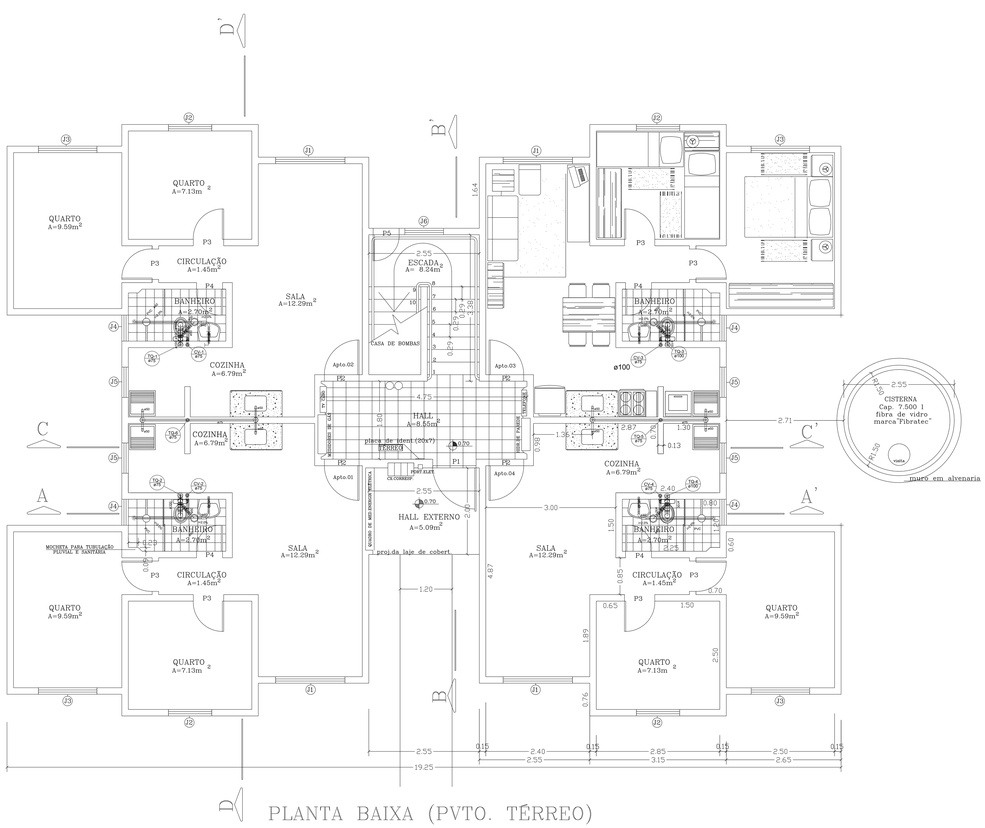
Diâmetro

0,075m

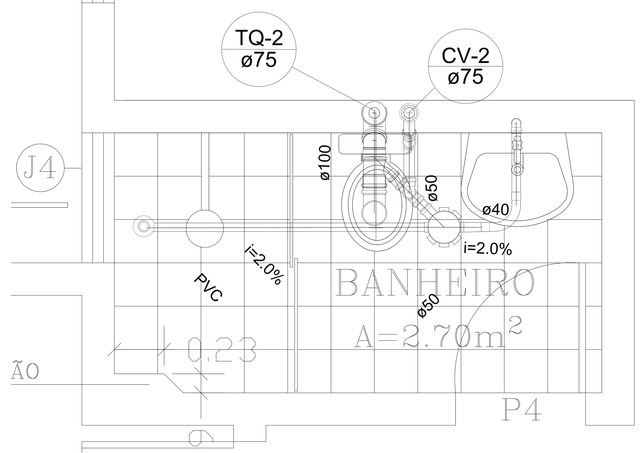
REFERÊNCIAS

KSB BOMBAS. **Manual de Curvas Características / Performance Curves Booklet / Manual de Curvas Características Nº A2740/42/44.1P/E/S/7**

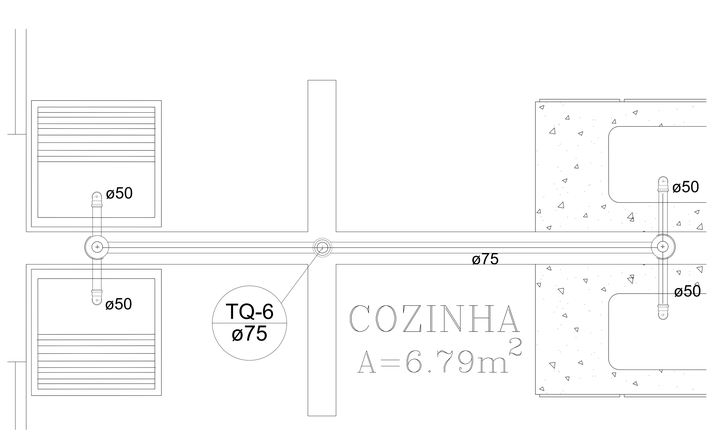
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



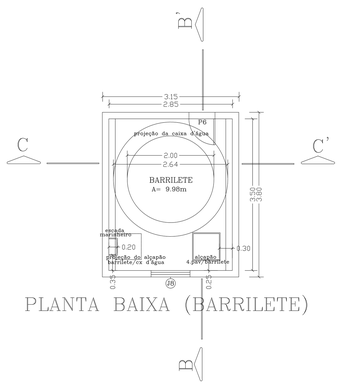
PLANTA BAIXA (PVTO. TÉRREO)



DETALHAMENTO DA BANHEIRO



DETALHAMENTO DA COZINHA



PLANTA BAIXA (BARRILETE)

QUADRO DE ESQUADRIAS						
	LARGURA	ALTURA	PEITORIL	MATERIAL	TIPO	OBSERVAÇÕES
P1	1.00	2.10		alumínio	abrir	
P2	0.80	2.10		madeira	lisa	
P3	0.70	2.10		madeira	lisa	
P4	0.60	2.10		madeira	lisa	
P5	0.80	1.46		alumínio	lisa	c/venezianas
P6	0.60	1.20		alumínio	lisa	c/venezianas
J1	1.60	1.45	0.85	alumínio	de correr	band. fixa inferior h=0.85 m
J2	1.00	1.20	1.10	alumínio	de correr	
J3	1.35	1.20	1.10	alumínio	de correr	
J4	0.60	0.60	1.70	alumínio	maximar	
J5	0.70	1.20	1.10	alumínio	de correr	bandeira superior vidro/venez. h=0.25
J6	0.90	1.15	1.30	alumínio	basculante	
J7	0.90	1.20	1.20	alumínio	basculante	
J8	0.90	0.40	1.90	alumínio	basculante	
ALÇAPÃO	0.60	0.60		madeira	abrir	

QUADRO DE ÁREAS	
	Áreas(m²)
Área privativa dos apartamentos	46,32
Área construída do pavimento térreo	208,43
Área construída dos pavimentos "tipo"	203,33
Área construída do barrilete	11,97
Área total construída do edifício	830,39
Área total dos apartamentos (16 unidades)	51,90

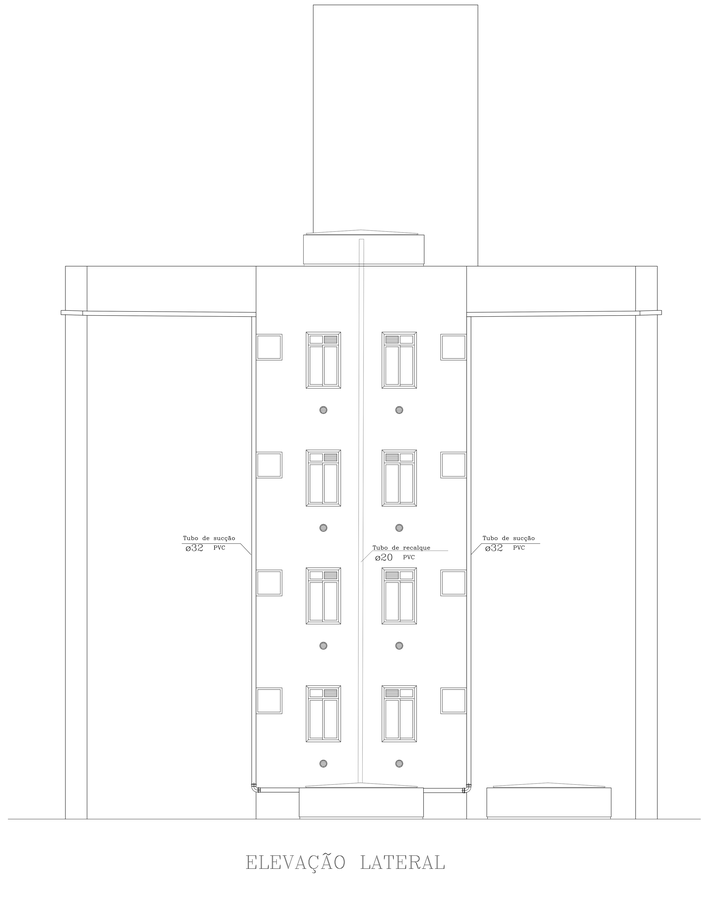
RESIDENCIAL LAELIA PURPURATA

ESCALA: 1:50	PROJETO DE COBERTURA	ÁREA: 711,63m²
MATERIA: TCC 2	Orientador: Gabriel Pereira Gonçalves	PRANCHA: 1
DATA: 05/06/2022	Alunos: Marcio Gabriel Rodrigues Silva, Thulio Torres Matta Neves	

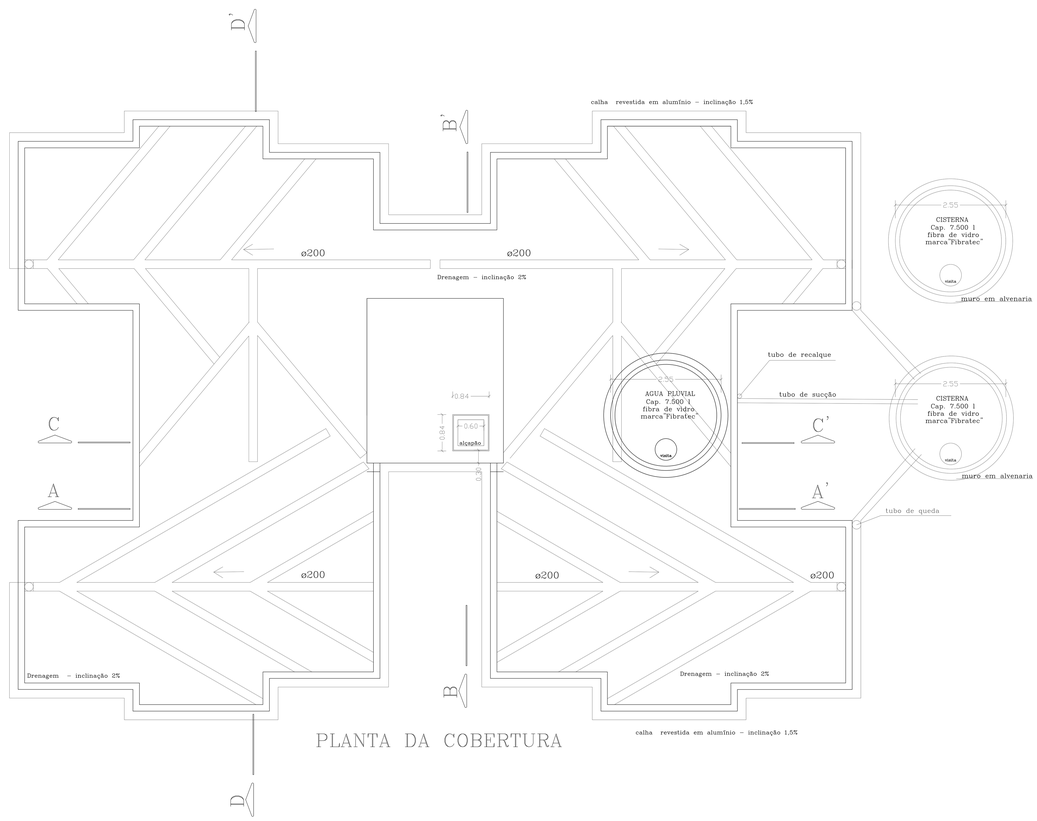
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

ELEVAÇÃO PRINCIPAL



ELEVAÇÃO LATERAL

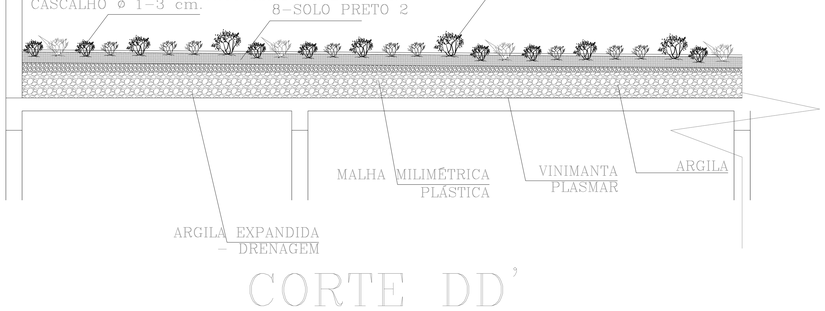


PLANTA DA COBERTURA

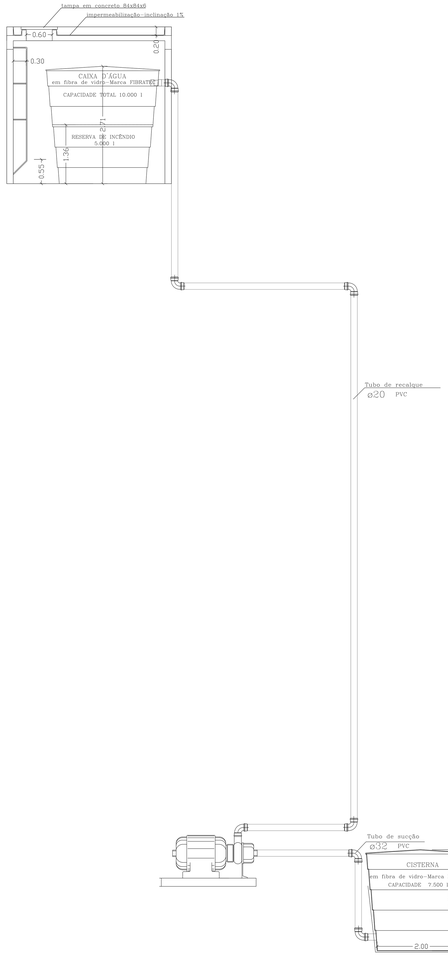
	RESIDENCIAL LAELIA PURPURATA	
ESCALA: 1:50	PROJETO DE COBERTURA	ÁREA: 711.63m²
MATERIAL: TCC 2	Orientador: Gabriel Pereira Gonçalves	FOLHA: 2
DATA: 05/06/2022	Alunos: Marcio Gabriel Rodrigues Silva Thulio Torres Matta Neves	

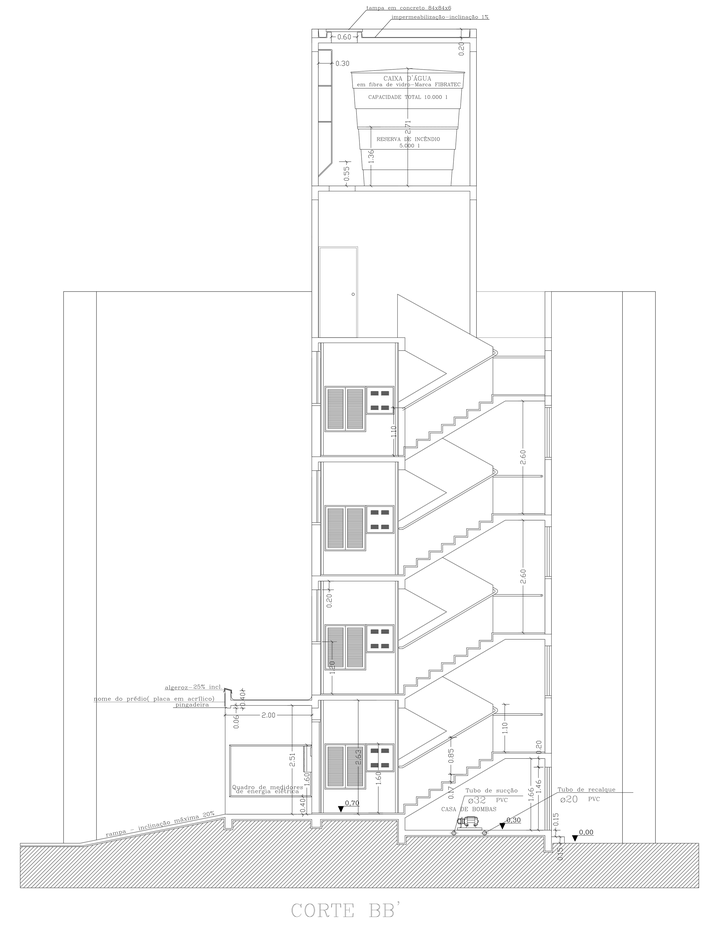
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

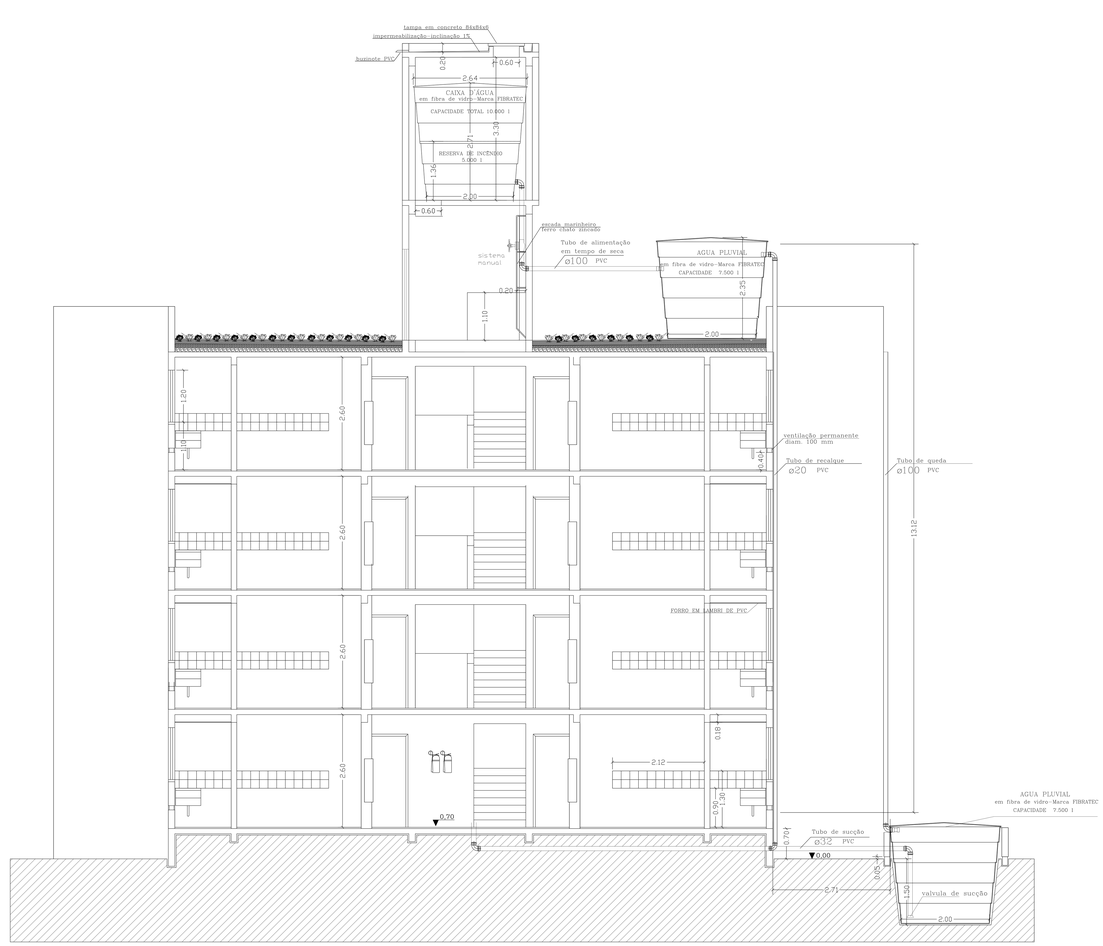


CORTE DD'

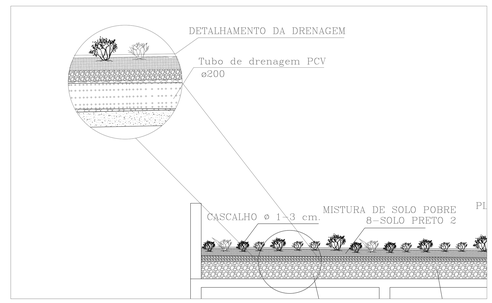




CORTE BB'



CORTE CC'



RESIDENCIAL LAELIA PURPURATA

ESCALA: 1:50	CORTES	ÁREA: 711.63m²
MATERIA: TCC 2	Orientador: Gabriel Pereira Gonçalves	FRANCHA: 3
DATA: 05/06/2022	Alunos: Marcio Gabriel Rodrigues Silva Thulio Torres Matta Neves	

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION