



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

*Campus de Guaratinguetá*

WALLACE DOS SANTOS SILVA

**Projeto de um sistema de captação de água pluvial para uso não potável em condomínio**

Guaratinguetá

2015

WALLACE DOS SANTOS SILVA

**Projeto de um sistema de captação de água pluvial para uso não potável em  
condomínio**

Trabalho de graduação apresentado ao Conselho de Curso de graduação em Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como Parte dos requisitos para obtenção do diploma de graduação em Engenharia Civil.

Orientador: Dr. João Ubiratan de Lima Silva

Guaratinguetá

2015

S586p Silva, Wallace dos Santos  
Projeto de um sistema de captação de água pluvial para uso não potável em condomínio / Wallace dos Santos Silva – Guaratinguetá, 2017.  
42 f. : il.  
Bibliografia : f. 41-42

Trabalho de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2017.  
Orientador: Prof. Dr. João Ubiratan de Lima e Silva

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Condomínios. 3. Águas pluviais.  
I. Título

CDU 504




Luciana Máximo

Bibliotecária/CRB-8 3595


**WALLACE DOS SANTOS SILVA**

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO  
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE  
"GRADUADO EM ENGENHARIA CIVIL"

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

  
Prof. Dr. Enos Arneiro N. da Silva  
Coordenador

**BANCA EXAMINADORA:**

  
Prof. Dr. JOÃO UBIRATAN DE LIMA SILVA  
Orientador/UNESP-FEG

  
Prof. Dr. JOSÉ BENTO FERREIRA  
UNESP-FEG

Prof. Dra. ISABEL CRISTINA DE BARROS TRANNIN  
Membro Externo

Dezembro de 2015

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pelo dom da minha vida.

Aos meus familiares pelo amor, carinho e ensinamentos que me passaram.

A Ana Laura, companheira que esteve ao meu lado, pelo carinho e paciência, sempre me incentivando e apoiando nos momentos mais difíceis.

A UNESP representada pelo corpo docente e os vários colegas. Os aprendizados e estudos foram fundamentais em todo o processo de formação.

Ao Engenheiro Civil Fernando, pessoa que me ensinou muito no campo prático da minha profissão.

Ao meu professor e orientador Doutor João Ubiratan, pela orientação e ajuda em minha formação.

## RESUMO

Um dos recursos mais importantes para a sobrevivência da humanidade é a água doce, e desta apenas uma minoria está disponível para consumo humano em nosso planeta. A construção civil é um dos setores mais importantes da economia brasileira, e apresenta um grande potencial de adotar práticas sustentáveis em grandes escalas. Visando os princípios da sustentabilidade para novos projetos e construções e diante desse cenário de longos períodos de estiagem que culminaram na crise hídrica que vem afetando o Brasil de forma crescente nos últimos anos, este trabalho teve como objetivo desenvolver um projeto para implantação de um condomínio de casas, no qual haverá captação de águas pluviais, tratamento, armazenagem e reuso da água de acordo com as normas da ABNT (Associação Brasileira de normas técnicas). O aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis como fonte alternativa de abastecimento contribui para o desenvolvimento sustentável, trazendo economia e benefícios ambientais.

**PALAVRAS- CHAVE:** Sustentabilidade. Condomínio Sustentável. Águas Pluviais. Reaproveitamento.

## **ABSTRACT**

One of the most important resources for humanity's survival is freshwater, and only a minority is available for human consumption on our planet. Civil construction is one of the most important sectors of the Brazilian economy, and presents a great potential to adopt sustainable practices at large scales. Aiming at the principles of sustainability for new projects and constructions and in view of this scenario of long periods of drought that culminated in the water crisis that has been affecting Brazil in a growing way in the last years, this work had the objective of developing a project for the implementation of a condominium of Houses, in which there will be rainwater harvesting, treatment, storage and reuse of water according to ABNT (Brazilian Association of Technical Standards) standards. The use of rainwater for non-potable purposes as an alternative source of supply contributes to sustainable development, bringing environmental savings and benefits.

**KEYWORDS:** Sustainability. Sustainable condominium. Rainwater. Reuse.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Ciclo hidrológico .....	12
Figura 2 . Distribuição das águas na Terra num dado instante.....	12
Figura 3. Planta topográfica de curva de nível do terreno.....	25
Figura 4. Perfil esquemático da captação de água em áreas comuns do condomínio residencial.....	26
Figura 5. Área verde de jardins e gramados do condomínio.....	28
Figura 6. Planta de cobertura da portaria .....	30
Figura 7. Planta de cobertura do salão de festas.....	31
Figura 8.Planta de cobertura da academia e salão de jogos. ....	32
Figura 9. Planta de cobertura do rancho.....	33
Figura 10.Planta baixa do reservatório enterrado.....	37
Figura 11.Corte transversal do reservatório .....	38
Figura 12. Corte longitudinal do reservatório. ....	38
Quadro 1. Benefícios do processo AQUA.....	17
Quadro 2. Categorias do processo AQUA .....	18
Quadro 3. Diferenças na estruturação do processo LEED e AQUA.....	19

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dimensões da calha em função do comprimento do telhado .....	27
Tabela 2. Área máxima de cobertura para condutores verticais de seção circular .....	27
Tabela 3. Índice pluviométrico em Guaratinguetá. ....	29
Tabela 4. Resultados obtidos pelo método de Rippl .....	35

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	9
2	OBJETIVOS .....	10
2.1	Objetivo Geral .....	10
2.2	Objetivos específicos .....	10
3	REVISÃO DA LITERATURA .....	11
3.1	A água .....	11
3.2	Evolução da consciência ambiental .....	13
3.3	Sustentabilidade na construção civil e a água .....	14
3.4	Sistemas de avaliação da construção sustentável .....	15
3.4.1	<i>Certificação LEED</i> .....	16
3.4.2	<i>Certificação AQUA</i> .....	17
3.4.3	<i>LEED X AQUA</i> .....	19
3.5	Normas para implantação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais .....	19
4	MATERIAL E MÉTODOS .....	24
4.1	Caracterização da área de estudo .....	24
4.2	Metodologia aplicada .....	24
5	RESULTADOS .....	26
5.1	Demanda de água para rega de jardim .....	28
5.2	Dimensionamento das calhas e condutores verticais .....	29
5.2.1	<i>Portaria</i> .....	29
5.2.2	<i>Salão de Festas</i> .....	30
5.2.3	<i>Academia e salão de jogos</i> .....	31
5.2.4	<i>Rancho</i> .....	32
5.3	Dimensionamento do reservatório de captação da água de chuva .....	33
5.3.1	<i>Bombeamento</i> .....	37
6	DISCUSSÃO .....	39
7	CONCLUSÕES .....	40
	REFERENCIAS .....	41
	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA .....	42
	APÊNDICE A – PLANTA DE LOCAÇÃO .....	43

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente há uma grande preocupação da sociedade em relação aos recursos naturais; entre eles a água, uma vez que é indispensável a vida no planeta. A limitação dos recursos naturais traz ao homem um desafio de manter a qualidade de vida em sua evolução, racionalizando o uso destes recursos.

Alguns fatores como o aumento acentuado da população mundial, com conseqüente aumento do consumo de água potável, má distribuição populacional em função das reservas hídricas e o grande desperdício de água potável, contribuem para a escassez de água e crescente preocupação em reduzir o consumo de maneira irresponsável.

Diante deste cenário e visto que a construção civil é uma área em constante desenvolvimento, percebe-se a necessidade da utilização de novos projetos para aproveitamento da água.

Uma das alternativas para aproveitamento dos recursos hídricos é a captação de águas pluviais para fins não potáveis, em condomínios residenciais. Porém para isto é necessário o desenvolvimento de projeto tanto de telhados, como sistema para condução, armazenamento e distribuição.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

O objetivo geral desse trabalho foi projetar um condomínio com enfoque na coleta e aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis visando contribuir com o desenvolvimento sustentável, uma vez que a construção civil é hoje um dos setores da economia brasileira de maior importância, e que o país sofre uma grave crise hídrica.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Analisar o panorama atual do uso doméstico da água.
- Analisar o panorama atual de chuvas na região de Guaratinguetá/SP.
- Projetar as coberturas do condomínio de maneira a ter o maior aproveitamento possível das águas da chuva.

### **3 REVISÃO DA LITERATURA**

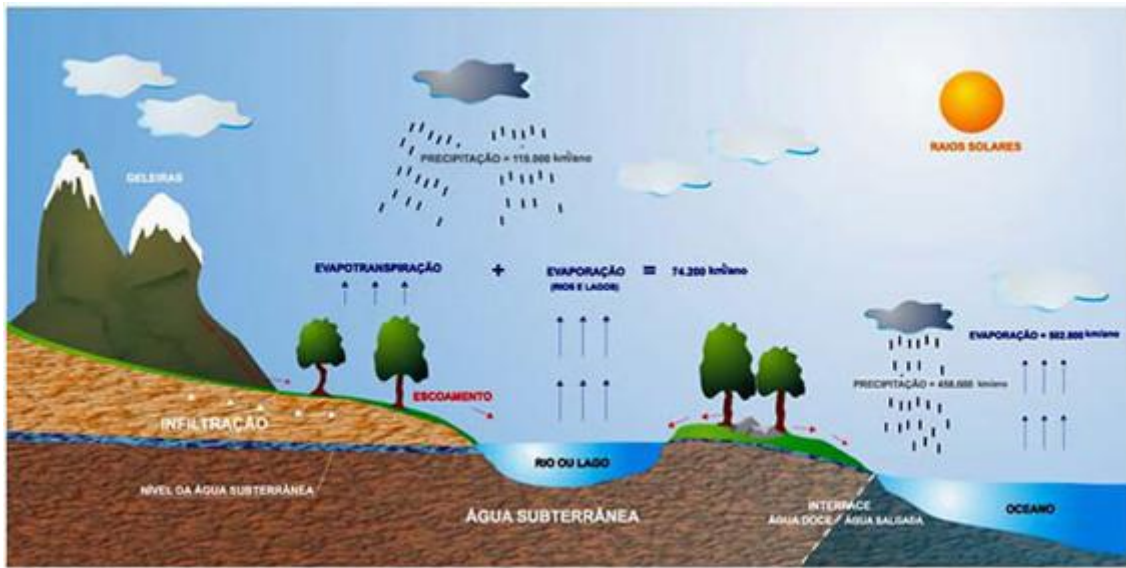
#### **3.1 A água**

Durante séculos acreditou-se que a água, assim como outros elementos da natureza, era um recurso infinito em nosso planeta. Na idade da pedra, quando o ser humano vivia de maneira nômade, o mesmo não alterava o meio ambiente, apenas usava o que lhe era oferecido para sua sobrevivência. Porém com o contínuo desenvolvimento da sociedade, o consumo de recursos naturais vem aumentando gradativamente e muitas vezes de forma irracional, com consequências para o nosso planeta como a degradação ambiental atingindo florestas, oceanos, rios e a atmosfera como um todo.

Sendo a água um elemento vital, sua escassez vem adquirindo grande importância, uma vez que constitui um fator limitante para o desenvolvimento urbano, agrícola e industrial. Portanto é preciso estabelecer métodos alternativos para que haja um equilíbrio entre a disponibilidade e a demanda.

A água, através de seus estados físicos, se recicla na natureza através de seu ciclo hidrológico (Figura 1). Ocorre a evapotranspiração, que nada mais é do que a evaporação terrestre somada a transpiração dos organismos vivos, e de acordo com as condições climáticas, a superfície terrestre recebe a precipitação pluvial na forma líquida, sólida, por condensação de vapor (orvalho) ou por congelamento de vapor (geada), o que contribui para as recargas hídricas, tanto das águas subterrâneas como nos reservatórios superficiais.

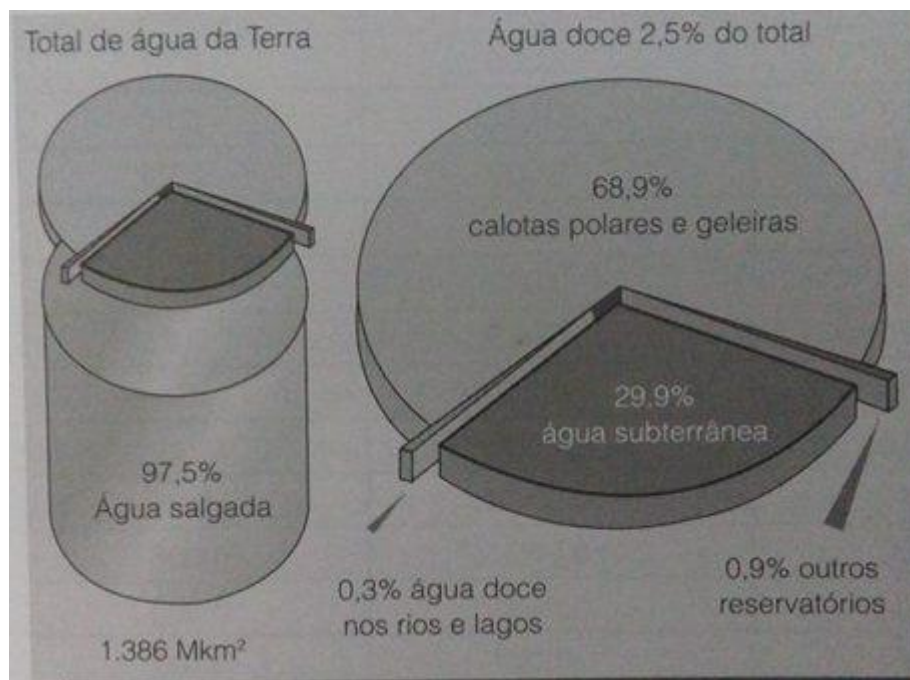
Figura 1. Ciclo hidrológico



Fonte: Boscardin Borghetti et al. (2004)

De acordo com Rebouças (1999) o nosso planeta tem uma área predominantemente ocupada por água, porém a maior parte da mesma é de água salgada, cerca de 97,5% e o restante, cerca de 2,5% do total, é de água doce, porém com a maior parte concentrada nas calotas polares e geleiras, tornando-se um entrave. (Figura 2).

Figura 2. Distribuição das águas na Terra num dado instante.



Fonte: Rebouças(1999)

O Brasil ainda sofre outros entraves em relação à disponibilidade de água, como a má distribuição da densidade populacional dominante, que concentra-se em área de pouca disponibilidade hídrica; o padrão cultural da população, no que diz respeito ao combate ao desperdício e conscientização das mesmas; uso inadequado e não conservação dos recursos naturais, tanto na captação como na ocupação do solo.

O desperdício de água já começa nos serviços de abastecimento público, onde é notório a diferença entre o volume produzido de água tratada e o efetivamente faturado, se estendendo ao padrão cultural da população no que diz respeito a lavagem de calçadas e carros, banhos demorados, entre outros.

Outro ponto chave em relação a água no Brasil é o saneamento básico, uma vez que “a cobertura da rede de água chega a 90% da população, mas só 8% dos esgotos são adequadamente tratados.” (SILVA,2003,p.27), assim são lançados no mar e nos rios sem tratamento, tornando as águas utilizáveis escassas.

Além desses fatores, a poluição das águas devido ao lançamento de substâncias que contaminam e destroem as propriedades da água, como o esgoto sem tratamento, que já foi citado anteriormente, aterros sanitário, cujo chorume pode atingir lençóis freáticos, defensivos agrícolas, garimpos lançando produtos químicos como mercúrio e resíduos industriais.

### **3.2 Evolução da consciência ambiental**

Na década de 1970, a questão ambiental se tornou uma questão global na Conferência de Estocolmo. Em 1987, a comissão mundial da ONU sobre o meio ambiente (UNCED) produziu o “Relatório de Brundtland”, conhecido como “Nosso futuro comum”. Neste relatório, foram apresentados estudos que indicam a incompatibilidade entre o desenvolvimento sustentável que, segundo *Brundtland Apud Lagerstedt 2000* é o “desenvolvimento que satisfaz as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das gerações futuras de encontrar as suas” e os padrões de produção e consumo vigentes.

Em consequência das discussões e eventos que sucederam o “Relatório de Brundtland”, ocorreu em 1992 a ECO-92, responsável pela consagração do desenvolvimento sustentável,

gerando documentos oficiais como a Carta da Terra, Declaração sobre florestas, Convenção sobre diversidade biológica, convenção sobre mudanças climáticas e a Agenda 21.

A Agenda 21 foi um programa de ação com objetivo de dar efeito prático aos princípios estabelecidos e aprovados na Declaração do Rio, estruturada em quatro seções: Dimensões sociais e econômicas/ políticas, Conservação e gestão de recursos para o desenvolvimento (manejo), Fortalecimento do papel dos principais grupos sociais (participação) e meios de implantação (mecanismos financeiros e jurídicos).

Toda essa mudança de pensamento em relação à utilização dos recursos naturais e formulação de propostas que visam concretizar o desenvolvimento sustentável levaram a uma evolução, na qual todos os países estão inseridos, com a criação e regulamentação de legislações pertinentes ao desenvolvimento sustentável de uma maneira geral.

### **3.3 Sustentabilidade na construção civil e a água**

Construir sustentavelmente significa reduzir o impacto ambiental. Logo é preciso pensar na construção, no que diz respeito a questão econômica, social e ambiental de forma conjunta. Boas práticas sustentáveis, que abrangem os três campos são, por exemplo, aproveitamento da energia solar e água da chuva e a utilização de ventilação e luz natural.

As fontes de água alternativas são: “aquelas que não estão sob concessão de órgãos públicos ou que não sofrem cobrança pelo uso ou, ainda, que fornecem água com composição diferente da água potável fornecida pelas concessionárias” (ANA, 2005).

A captação da água de chuva deve ser planejada na fase de projetos e pode trazer grande benefício para uma construção se tornar sustentável. Neste cenário encontra-se o projetista cuja missão é atender os anseios sociais e ambientais em meio a emergentes avanços tecnológicos e a necessidade impa de racionalizar questões singulares na competitiva estrutura econômica. (SANTOS, 2002).

Nas áreas urbanas, o aproveitamento da água da chuva se destaca para fins não potáveis, como regas de plantas e jardins, lavagem de calçadas e carros.

Também merece destacar que o aproveitamento da água da chuva é importante não só nos locais que sofrem com a crise hídrica, mas também em regiões que sofrem com os prejuízos provocados pela chuva, podem se beneficiar da construção sustentável em relação à captação das águas pluviais, pois o armazenamento contribui para a diminuição do fluxo de água nas ruas, se esta técnica for adotada de maneira maciça, pode reduzir os problemas com enchentes.

Vale ressaltar que a utilização da água da chuva, para fins não potáveis, requer a gestão da qualidade e da quantidade. Portanto é necessário um tratamento específico, para não comprometer a saúde dos usuários, e a vida útil dos sistemas envolvidos. Em se tratando de qualidade, devemos ressaltar alguns pontos como presença de coliformes fecais, presenças de bactérias e pH da água de chuva em reservatórios.

De acordo com Telles (2010), a técnica de aproveitamento da água da chuva está condicionada a relação custo X benefício. Entretanto, a expansão desta técnica tornou realidade no Brasil, uma vez que “suas formas de aplicação revela-se uma técnica segura e confiável, atraindo investimentos que tendem a ser cada vez menores e que, por isso mesmo, incentivam uma prática cada vez mais acessível”.

Alguns fatores devem ser considerados para o dimensionamento de um sistema de reuso de água pluvial como, área disponível para coleta; vazão de água calculada pela fórmula racional, considerando o índice pluviométrico médio da região; estimativa de demanda para uso previsto; e dimensionamento da reserva de água, considerando os períodos de seca.

Quando se pretende adotar medidas sustentáveis em uma nova edificação, pode-se implantar um PCA (Programa de conservação de água) que, com base nos dados de entrada que caracterizam essa edificação, dará início a etapa de avaliação técnica preliminar, na qual há a avaliação da demanda e oferta de água para soluções viáveis técnica e economicamente.

### **3.4 Sistemas de avaliação da construção sustentável**

A partir do início dos anos 1990, as avaliações ambientais começaram a acontecer de forma mais sistemática para identificação dos impactos negativos e positivos dos empreendimentos. E como resposta as crescentes questões ambientais, surgiram critérios e

abordagens para melhorar o desempenho ambiental da construção civil, assim como metodologias para avaliar a qualidade ambiental das edificações.

No Brasil, duas metodologias estrangeiras merecem destaque: a certificação LEED, norte americana e a Haute Qualité Environnementale, francesa. Essa duas propostas apresentam requisitos semelhantes, destacando-se a gestão do uso e conservação da água.

A partir de indicadores de desempenho atribui-se uma pontuação técnica em função do grau de atendimento a determinados requisitos que a maioria dos sistemas se baseiam, como aspectos construtivos, climáticos e ambientais na edificação e também no seu entorno.

O principal objetivo das certificações é a conscientização de todos os envolvidos da importância em reduzir o impacto ambiental gerado pelo empreendimento.

#### 3.4.1 Certificação LEED

A certificação LEED conhecida como *Leadership in Energy and Environmental Design*. Foi desenvolvida pela USGBC (U.S. Green Building Council), instituição que busca promover edifícios sustentáveis e lucrativos, além de lugares saudáveis para se viver e trabalhar. Consiste em um programa de adesão voluntária e visa avaliar o desempenho ambiental de um empreendedorismo e contribuir para o retorno econômico. O método de avaliação ocorre por meio do atendimento dos pré requisitos e a adequação aos itens obrigatórios e classificatórios. Ao final, os pontos são somados e, de acordo com a pontuação obtida, o edifício pode se classificar em uma das quatro certificações: básica, prata, ouro e platina.

A obtenção do certificado LEED acontece de acordo com etapas definidas e é todo realizado em plataforma online do GCBI (Green Building Council Institute). Inicialmente são fornecidos dados gerais do empreendimento e preenchida uma declaração de intenção, então efetiva-se o registro do projeto, que fica disponível no LEED online e, a partir dos dados, é realizada análise preliminar para determinar a viabilidade da construção sustentável. Na sequência a candidatura é efetivada e toda a documentação necessária é apresentada, tanto quanto aos pré requisitos como créditos de cada etapa da obra. No final da construção,

estando toda a documentação inserida e atualizada na plataforma, acontece a revisão final, e o empreendimento poderá receber a certificação.

### 3.4.2 Certificação AQUA

O processo de certificação Alta Qualidade Ambiental (AQUA) é a versão brasileira adaptada da francesa HQE. A responsável pela implantação do processo AQUA aqui no Brasil foi a Fundação Vanzolini, visando garantir a qualidade ambiental de um empreendimento novo de construção, utilizando-se de auditorias independentes. Os benefícios do processo AQUA podem ser observados no quadro 1.

Quadro 1. Benefícios do processo AQUA

Benefícios do Processo AQUA	
Para o Empreendedor	Sócio-Ambientais
Prova a Alta qualidade Ambiental das suas construções	Menor consumo de energia e água
Diferenciar seu portfólio no mercado	Redução de emissão de gases do efeito estufa
Aumentar a velocidade de vendas ou locação	Redução da poluição
Manter o valor do seu patrimônio ao longo do tempo	Melhores condições de saúde nas edificações
Associar a imagem da empresa à AQUA	Melhor aproveitamento da infra estrutura local
Melhorar o relacionamento com órgãos ambientais e comunidades	Menor impacto na vizinhança
Para o Comprador	Melhores condições de trabalho
Economia direta de água e energia	Redução da produção de resíduos
Menores ce condomínio - energia, água, conservação e manutenção	Gestão de riscos naturais, solo, água e ar
Melhores condições de conforto, saúde e estética	
Maior valor patrimonial ao longo do tempo	

Fonte: Fundação Vanzolini (2015)

O processo de certificação traz exigências de um Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE), que permite o planejamento, a operacionalização e o controle de todas as etapas de seu desenvolvimento, partindo do comprometimento com um padrão de desempenho definido e traduzido na forma de um perfil de Qualidade Ambiental do Edifício (QAE) ( Fundação Vanzolini, 2015).

O empreendedor é quem define a organização, competências, método, meios e documentação necessária para se atingir os objetivos e exigências propostas, porém essas escolhas devem acontecer sempre de forma justificada, sendo exigida a formalização das análises, decisões e modificações.

A QAE é feita para cada uma das 14 categorias de preocupação ambiental, apresentadas no quadro 2.

Quadro 2. Categorias do processo AQUA

Categoria 01	Relação do edifício com o seu entorno
Categoria 02	Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos
Categoria 03	Canteiro de obras com baixo impacto ambiental
Categoria 04	Gestão de energia
Categoria 05	Gestão de água
Categoria 06	Gestão de resíduos de uso e operação do edifício
Categoria 07	Manutenção- Permanência do desempenho ambiental
Categoria 08	Conforto higrotermico
Categoria 09	Conforto acústico
Categoria 10	Conforto visual
Categoria 11	Conforto olfativo
Categoria 12	Qualidade sanitária dos ambientes
Categoria 13	Qualidade sanitária do ar
Categoria 14	Qualidade sanitária da água

Fonte: Fundação Vanzolini (2015)

O processo de certificação é realizado a partir de auditorias seguidas de análise técnica que verificam o atendimento aos critérios do referencial técnico. O sistema é baseado em desempenho, sendo classificado em três níveis: BASICO, BOAS PRÁTICAS E MELHORES PRÁTICAS. Para se obter a certificação, o empreendedor deve alcançar um perfil de desempenho com três categorias no nível “Melhores praticas”, quatro categorias no nível “Boas praticas” e sete categorias no nível Basico.

### 3.4.3 LEED X AQUA

O sistema LEED e AQUA apresentam diferenças em suas estruturas, apresentadas no quadro 3.

Quadro 3. Diferenças na estruturação do processo LEED e AQUA

	LEED	AQUA
<b>Metodo</b>	Avaliação baseado em pontos que verifica a adequação dos itens obrigatórios e classificatórios de cada categoria	Baseado no desempenho avalia-se a adequação do empreendimento a um perfil de desempenho ambiental pré definido a partir de referências técnicas pré-definidas
<b>Categorias avaliadas</b>	Sustentabilidade e Sítio, Gestão de Água, Energia e Atmosfera, Materiais e Recursos, Qualidade Ambiental Interna, Inovação e Processo de projeto (6)	14 categorias ou objetivos distribuídos em quatro bases de ação: eco-construção, eco-gestão, conforto e saúde
<b>Níveis de classificação</b>	São quatro níveis que dependem da pontuação total obtida na fase de concepção: Certificado, Prata, Ouro e Platina	O empreendimento é ou não certificado, sendo que são 3 certificados concebidos (3 fases) do início ao fim do processo.

Fonte: Coelho (2010)

### 3.5 Normas para implantação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais

Para ser implantando um sistema de captação de água da chuva, não basta apenas um projeto bem elaborado, algumas normas devem ser atendidas tanto na utilização das águas pluviais, como na construção, projeto e uso de materiais.

A norma NBR 15527 da ABNT dispõe sobre os requisitos para o uso da água da chuva em áreas urbanas para fins não potáveis.

Para um melhor entendimento, será necessário conhecer os seguintes termos definidos na norma:

Água de chuva – água resultante de precipitações atmosféricas coletada em coberturas, telhado, onde não haja circulação de pessoas, veículos e animais.

Água não potável – água que não atende à Portaria nº 518 do Ministério da saúde.

Área de captação - área em metros quadrados, projetada na horizontal da superfície impermeável da cobertura onde a água é captada.

Coeficiente de escoamento superficial – coeficiente de runoff; coeficiente que representa a relação entre o volume total do escoamento superficial e o volume total precipitado, variando conforme a superfície.

Conexão cruzada – qualquer ligação física através da 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.

Demanda – consumo médio (mensal ou diário) a ser atendido para fins não potáveis.

Escoamento inicial – água proveniente da área de captação suficiente para carregar a poeira, fuligem, folhas, galhos e detritos.

Suprimento – fonte alternativa de água para complementar o reservatório de água da chuva.

O projeto do sistema de coleta da água da chuva deve atender as normas da ABNT NBR 5626 E NRB 10844. Antes da implantação de um sistema de captação de água da chuva é necessário estudar o alcance do projeto, a população que utiliza a água da chuva e a demanda a ser definida pelo projetista do sistema; além disso, também deve ser considerada a série histórica e sintética das precipitações na região do projeto.

As calhas e condutores horizontais e verticais devem atender à ABNT NBR 10844. Devem ser instalados dispositivos para remoção de detritos, como grades e telas que atendam a ABNT NBR 12213. Também pode ser instalado um dispositivo para descarte da água de escoamento inicial automático, dispositivo esse que deve ser dimensionado pelo projetista, ou na falta de dados, recomenda-se o descarte de 2mm da precipitação inicial.

Os reservatórios devem atender a ABNT NBR 12217 e devem ser considerados no projeto extravasor, um dispositivo de esgotamento, cobertura, inspeção, ventilação e segurança. Estes constituintes devem ser limpos e desinfetados com solução de hipoclorito de sódio, no mínimo uma vez por ano. O esgotamento pode ser feito por gravidade ou bombeamento e o volume não aproveitável da água da chuva pode ser lançado na rede de

galerias de águas pluviais, na via pública ou ser infiltrado total ou parcialmente, a critério da autoridade local competente. É importante lembrar que a água da chuva reservada deve ser protegida contra incidência direta da luz solar e do calor, bem como, de animais que possam adentrar o reservatório.

As instalações prediais devem ter proteção contra interligação entre água potável e não potável. As tubulações e demais componentes da água da chuva devem ser claramente diferenciados das tubulações de água potável e os sistemas de distribuição não devem permitir a conexão cruzada.

Os pontos de consumo das águas de reuso devem ser de uso restrito e identificados com placa de advertência com a seguinte inscrição “água não potável”.

O bombeamento, quando necessário, deve atender a ABNT NBR 12214, sendo observadas as recomendações das tubulações de sucção e recalque, velocidades mínimas de sucção e seleção do conjunto motor bomba.

A NBR 10.844 da ABNT dispõe sobre as exigências e critérios necessários aos projetos das instalações de drenagem de águas pluviais, para a garantia de níveis aceitáveis de funcionalidade, segurança, higiene, conforto, durabilidade e economia. E serão citadas partes que se encaixem no projeto do trabalho.

As calhas devem ser feitas de chapas de aço galvanizado, folha de flandres, chapas de cobre, aço inoxidável, alumínio, fibrocimento, PVC rígido, fibra de vidro, concreto ou alvenaria (ABNT, 1989).

Nos condutores verticais devem ser empregados tubos e conexões de ferro fundido, fibrocimento, PVC rígido, aço galvanizado, cobre, chapas de aço galvanizado, folha de flandres, chapas de cobre, aço inoxidável, alumínio ou fibra de vidro (ABNT,1989).

Nos condutores horizontais, devem ser empregados tubos e conexões de ferro fundido, fibrocimento, PVC rígido, aço galvanizado, cerâmica vidrada, concreto, cobre, canais de concreto ou alvenaria (ABNT,1989).

As instalações de drenagem de água pluviais devem recolher e conduzir a vazão de projeto até locais permitidos pelos dispositivos legais, ser estanque, permitir a limpeza e desobstrução de qualquer ponto no interior da instalação; absorver os esforços provocados

pelas variações térmicas, utilizar materiais resistentes as intempéries; não provocar ruídos excessivos e ser resistentes às pressões a que podem estar sujeitas.

As coberturas horizontais de laje devem ser projetadas para evitar empoçamento, exceto aquele tipo de acumulação temporária de água, durante tempestades, que pode ser permitido onde a cobertura for especialmente projetada para ser impermeável sob certas condições. As superfícies horizontais de laje devem ter declividade mínima de 0,5%, de modo que garantam o escoamento das águas pluviais, até os pontos de drenagem previstos. A drenagem deve ser feita por mais de uma saída, exceto nos casos em que não houver risco de obstrução. Os raios hemisféricos devem ser usados onde os ralos planos possam causar obstruções.

As calhas de beiral e platibanda devem, sempre que possível, ser fixadas centralmente sob a extremidade da cobertura e o mais próximo desta.

A inclinação das calhas de beiral e platibanda deve ser uniforme, com valor mínimo de 0,5%. Quando a saída não estiver colocada em uma das extremidades, a vazão de projeto para dimensionamento da calhas de beiral ou platibanda deve ser aquela correspondente a maior das áreas de contribuição.

A NBR 12213 da ABNT dispõe sobre os requisitos de projeto de captação de água de superfície para abastecimento público, e especificamente, para este trabalho, será utilizada a parte de grades e telas.

As grades ou telas devem ser usadas, obrigatoriamente, em captações à superfície da água. No ponto de admissão de água na captação, devem ser colocadas as grades grosseiras, em que o espaçamento entre as barras paralelas deve ser de 7,5 cm a 15 cm, seguidas das grades finas, com 2cm a 4 cm de espaçamento e pelas telas. As barras e os fios que constituem as grades e telas devem ser de material anticorrosivo ou protegidas por tratamento adequado.

Na seção de passagem, correspondente ao nível mínimo de água, a área das aberturas da grade deve ser igual ou superior a  $1,7 \text{ cm}^2$  por litro por minuto, de modo que a velocidade resultante seja igual ou inferior a  $10 \text{ cms}^{-1}$  sendo as perdas de carga avaliadas, admitida a obstrução de 50% da seção de passagem.

A NBR 12214 da ABNT dispõe sobre as condições exigíveis para a elaboração de projeto de sistema de bombeamento de água. Em primeiro lugar, deve ser elaborado um

projeto do sistema de bombeamento, no qual são necessários a localização e definição da área necessária para sua implantação, levantamento planialtimétrico cadastral da área de implantação, características físico-químicas e biológicas da água a ser recalçada e disponibilidade de energia. Em seguida devem ser feitas a determinação das vazões de projeto do sistema de bombeamento, definição do traçado das canalizações de sucção e recalque, dimensionamento e seleção do material das canalizações de sucção e recalque, dimensionamento do poço de sucção, seleção final dos conjuntos motor bomba e elaboração das especificações dos equipamentos principais e canalizações.

Alguns fatores que devem ser levados em consideração para a determinação do local adequado à implantação da estação elevatória são: desnível geométrico, acessos permanentes, disponibilidade de energia elétrica, instalação das bombas junto à tomada de água. E o principal fator para a seleção dos conjuntos bomba-motor, são as características da água a ser aproveitada.

A NBR 12217 da ABNT dispõe sobre as condições exigidas para elaboração do projeto de reservatório. Para o desenvolvimento do projeto deve ser levado em consideração as cotas dos níveis de água, máximo e mínimo, e os elementos topográficos e sondagens da área. Em seguida, as atividades necessárias são o dimensionamento do reservatório e de suas canalizações de entrada, saída, descarga e extravasão e a definição da forma e do material do reservatório. Uma condição específica é avaliar a partir de dados de consumo diário e do regime previsto de alimentação do reservatório, aplicando-se o fator de 1,2 ao volume assim calculado, para levar em conta incertezas dos dados utilizados. A forma do reservatório deve proporcionar máxima economia global e o material de estrutura deve ser escolhido de acordo com as condições de fundação e agressividade da água a armazenar.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Caracterização da área de estudo**

O projeto de condomínio residencial foi realizado para o município de Guaratinguetá, região do vale do Paraíba, no estado de São Paulo. Com uma população de aproximadamente 120 mil habitantes e uma média anual de 1318 mm de chuva, observou-se um grande potencial de captação de água de chuva para fins não potáveis.

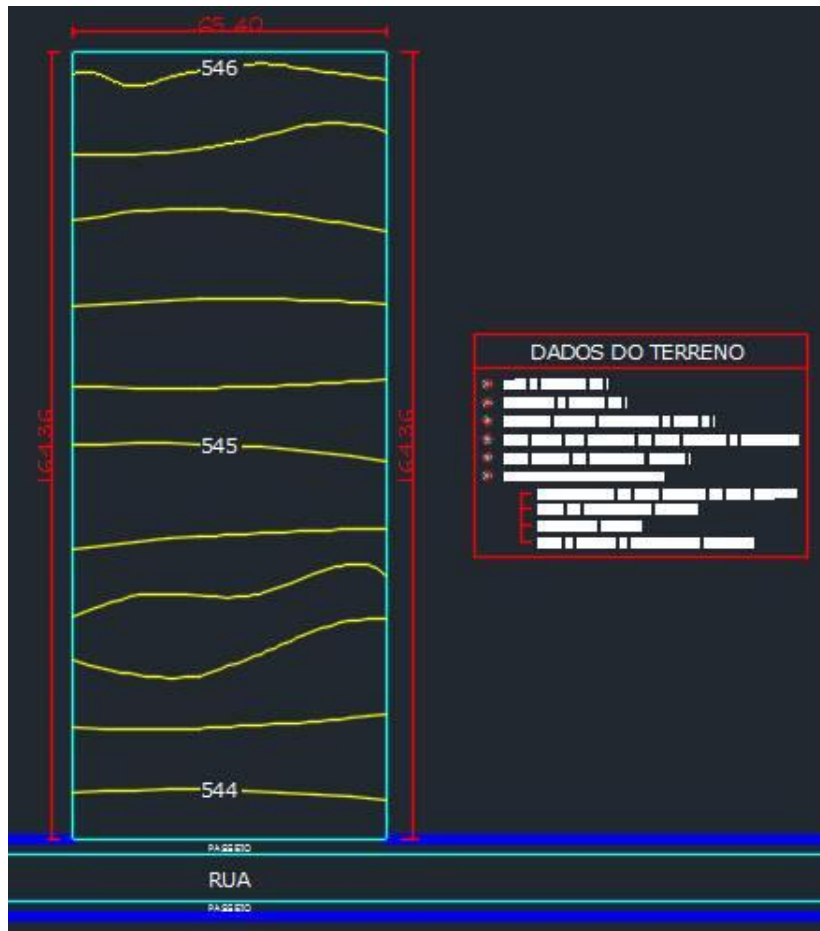
### **4.2 Metodologia aplicada**

Para o projeto do condomínio residencial foi considerado um terreno de cerca de 10.749 m<sup>2</sup>, nos quais foram projetadas 20 casas.

Para o sistema de captação das águas de chuva, foram consideradas as NBRs 15527, 10844, 12213, 12214 e 12217 da ABNT.

O terreno encontra-se em uma área urbana, possuindo infraestrutura tais como abastecimento de água potável na rede, rede de esgotamento, iluminação, guias, sarjeta e pavimentação asfáltica. O terreno apresenta características de solo firme, sem presença de água próxima a superfície e desnível natural aproximado de dois metros (Figura 3).

Figura 3. Planta topográfica de curva de nível do terreno.



Fonte: Elaborada pelo autor

## 5 RESULTADOS

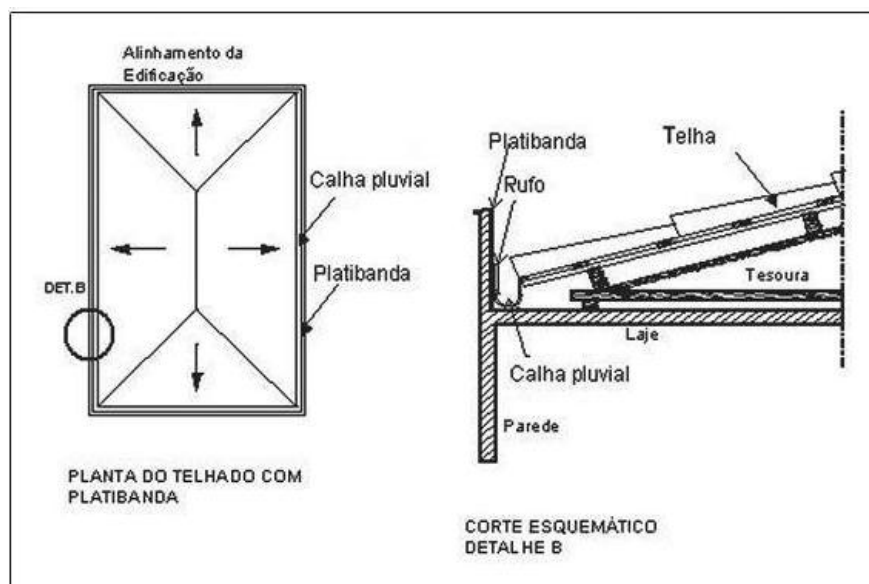
Para melhor entendimento do projeto segue, no Anexo 1, a planta de localização do condomínio.

O condomínio conta com uma única rua com 20 casas iguais, sendo cada uma implantada em um lote de 200 m<sup>2</sup> com área construída de 62,10 m<sup>2</sup>. Essa rua conta com a infraestrutura como iluminação, abastecimento de água, rede de esgoto, guia e sarjeta extrusada, pavimentação asfáltica e abastecimento de água da chuva. A área comum do condomínio, composta por quadra de futsal, salão de jogos, academia, salão de festas, rancho, piscina, playground e portaria, conta com área construída de 2154,89 m<sup>2</sup>. No Anexo 2, pode ser observada a planta baixa do condomínio para melhor entendimento.

No condomínio foi aplicada uma captação de águas pluviais das coberturas somente das construções das áreas comuns, sendo destinadas, posteriormente, ao uso como água não potável para regas de jardins, do condomínio e das residências.

Na cobertura do telhado foram utilizadas telhas de concreto e estrutura de tesoura de madeira. Foram utilizadas para captação das águas de superfície do telhado, calhas metálicas com inclinação superior a 0,5%, condutores verticais de PVC associado as calhas conduzindo a água da chuva para a rede coletora.(Figura 4).

Figura 4. Perfil esquemático da captação de água em áreas comuns do condomínio residencial.



Para o dimensionamento da calha foi considerado o comprimento linear do telhado, para a captação da água (Tabela 1).

Tabela 1. Dimensões da calha em função do comprimento do telhado

<b>Comprimento do telhado(m)</b>	<b>Largura da calha ( m )</b>
Até 5 metros	0,15
5,0 à10 metros	0,20
10,0 a 15 metros	0,30
15,0 a 20 metros	0,40
20,0 a 25 metros	0,50
25,0 a 30 metros	0,60

Fonte: Melo Netto (1988)

Segundo MELO E NETTO (1998), no caso de tubos verticais de PVC que irão conduzir a água para as redes coletoras ao invés de utilizar o diâmetro do condutor, fixamos o numero de condutores em função da área do telhado e calculamos o quanto cada diâmetro pode escoar, conforme tabela 2.

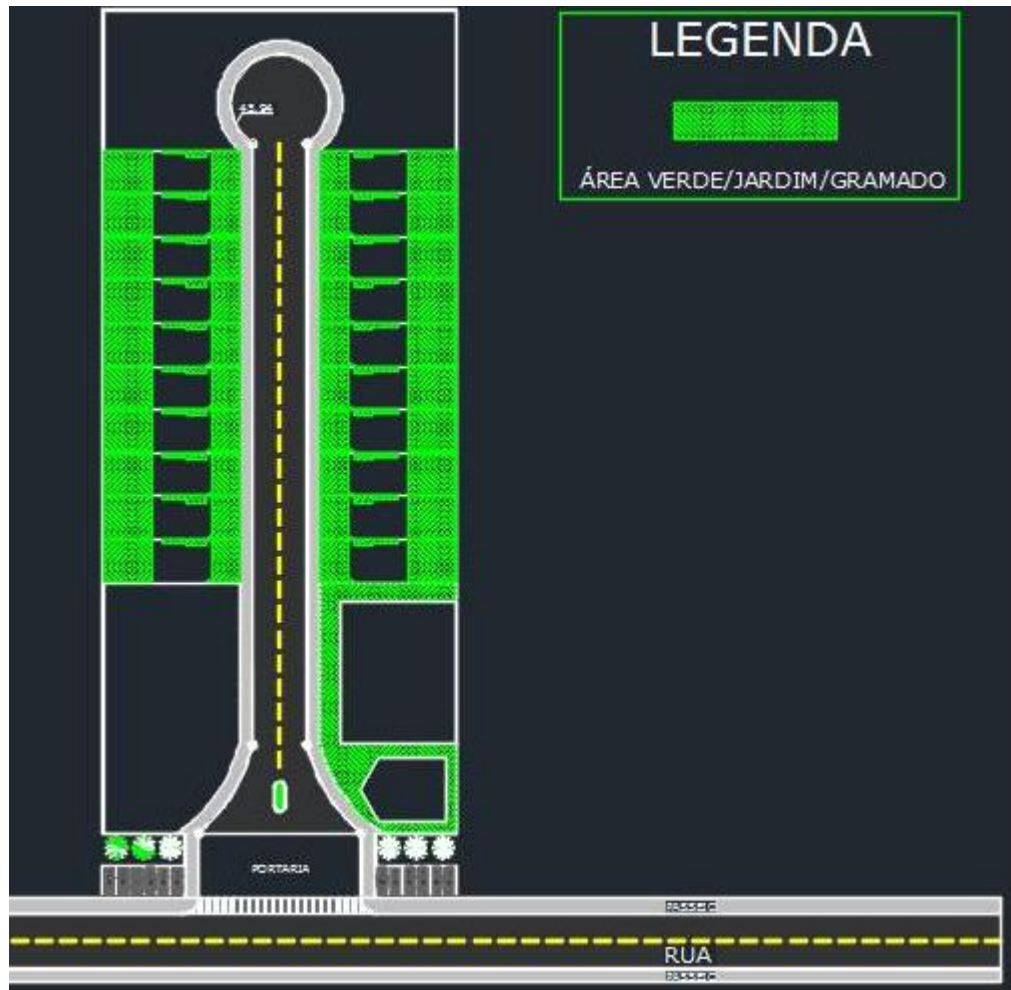
Tabela 2 . Área máxima de cobertura para condutores verticais de seção circular

<b>Diâmetro (mm)</b>	<b>Área máxima de telhado (m<sup>2</sup>)</b>
50	13,6
75	42,0
100	91,0
150	275,0

Fonte: Melo Netto (1988)

A área de jardim e gramado total do condomínio foi projetada para 2500 m<sup>2</sup>, sendo que estão contabilizadas as áreas verdes de cada casa e da área comum do condomínio (Figura 5).

Figura 5. Área verde de jardins e gramados do condomínio.



Fonte: Elaborada pelo autor

### 5.1 Demanda de água para rega de jardim

Para o condomínio foi estabelecido o uso de  $1L/m^2$  na rega de jardim, realizada uma vez ao dia, com demanda de volume de água de 2.500L diários. Para fins de dimensionamento da área de captação e para o reservatório da água, foi necessário utilizar o índice pluviométrico da região (Tabela 3).

Tabela 3. Índice pluviométrico em Guaratinguetá.

Meses	Num de dias	T oC	P mm	N horas	I	a
Jan	30	24,7	221,0	13,4	11,2	2,5
Fev	28	24,9	224,0	13,0	11,4	2,5
Mar	31	24,3	177,0	12,5	11,0	2,5
Abr	30	22,0	63,0	11,8	9,4	2,5
Mai	31	19,7	37,0	11,2	8,0	2,5
Jun	30	18,4	28,0	10,7	7,2	2,5
Jul	31	18,2	20,0	10,6	7,1	2,5
Ago	31	19,9	24,0	10,9	8,1	2,5
Set	30	21,4	52,0	11,5	9,0	2,5
Out	31	22,5	126,0	12,2	9,7	2,5
Nov	30	23,3	140,0	12,9	10,3	2,5
Dez	31	24,0	204,0	13,3	10,7	2,5
<b>TOTAIS</b>		263,3	1316,0	144,0	113,1	30,2
<b>MÉDIAS</b>		21,9	109,7	12,0	9,4	2,5

Fonte: [www.leb.esalq.usp.br](http://www.leb.esalq.usp.br)

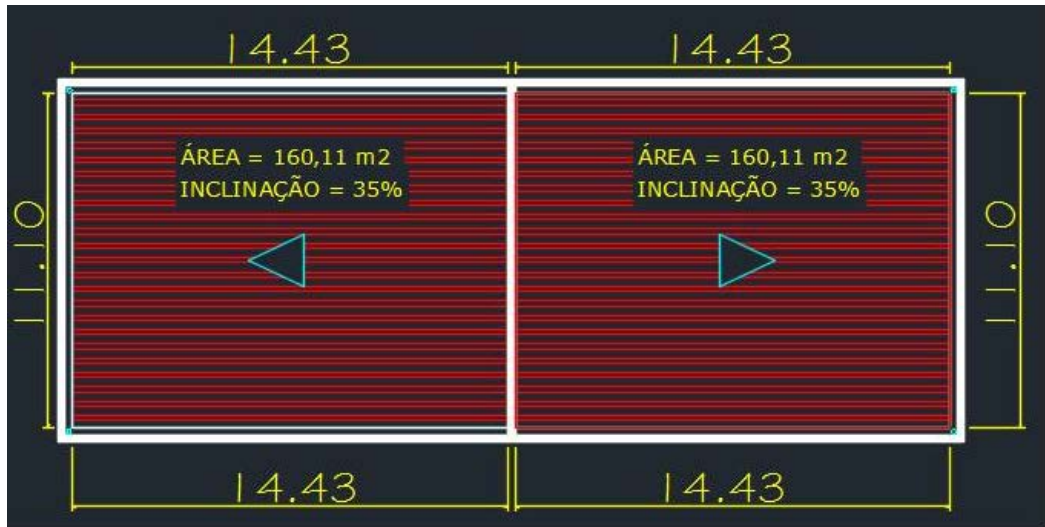
Analisando a precipitação mensal da cidade de Guaratinguetá, verificou-se que nos meses de Abril a setembro o índice pluviométrico foi muito pequeno em relação aos demais meses.

## 5.2 Dimensionamento das calhas e condutores verticais

### 5.2.1 Portaria

De acordo com o comprimento de 14,43 m e uma área de escoamento de 160,11 m<sup>2</sup> do telhado, a largura da calha da cobertura da portaria foi de 0,3 metros e dois condutores verticais de material PVC e seção circular com diâmetro de 100 mm (Figura 6).

Figura 6. Planta de cobertura da portaria

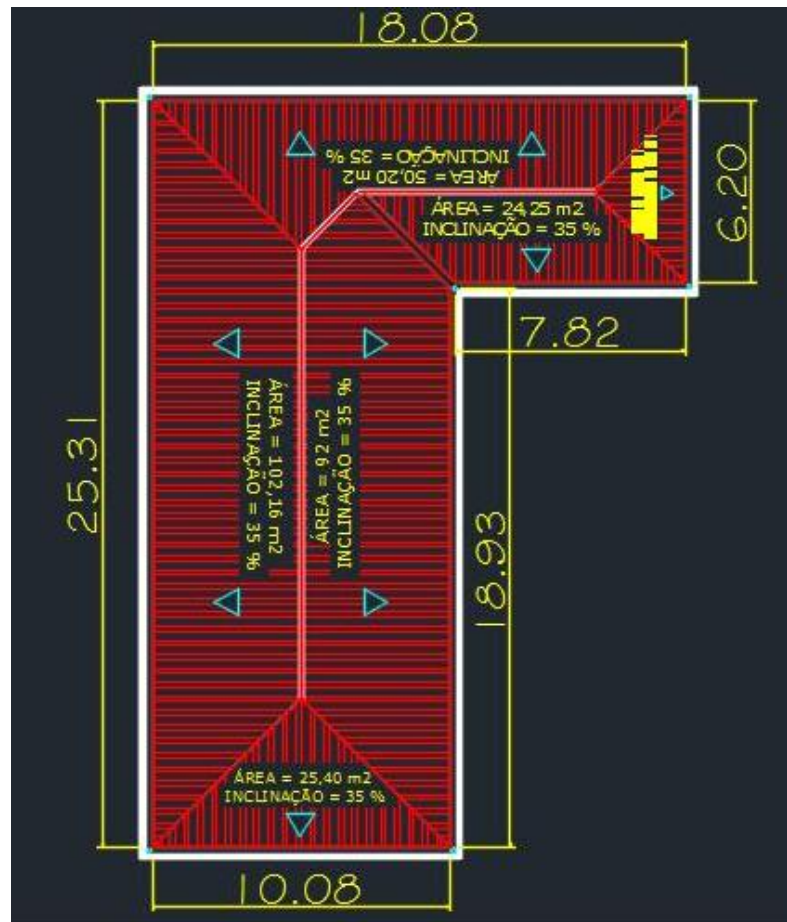


Fonte: Elaborada pelo autor

### 5.2.2 Salão de Festas

De acordo com o maior comprimento da cobertura de telhado do salão de festas de 25,31m e uma área de escoamento de 102,16 m<sup>2</sup>, a largura das calhas da cobertura do salão de festas foi de 50 cm, mesmo para os comprimentos menores, para não haver diferença nas emendas das calhas. Os condutores verticais de seção circular foram seis de 100 mm, colocados um em cada vértice da cobertura (Figura 7).

Figura 7. Planta de cobertura do salão de festas.



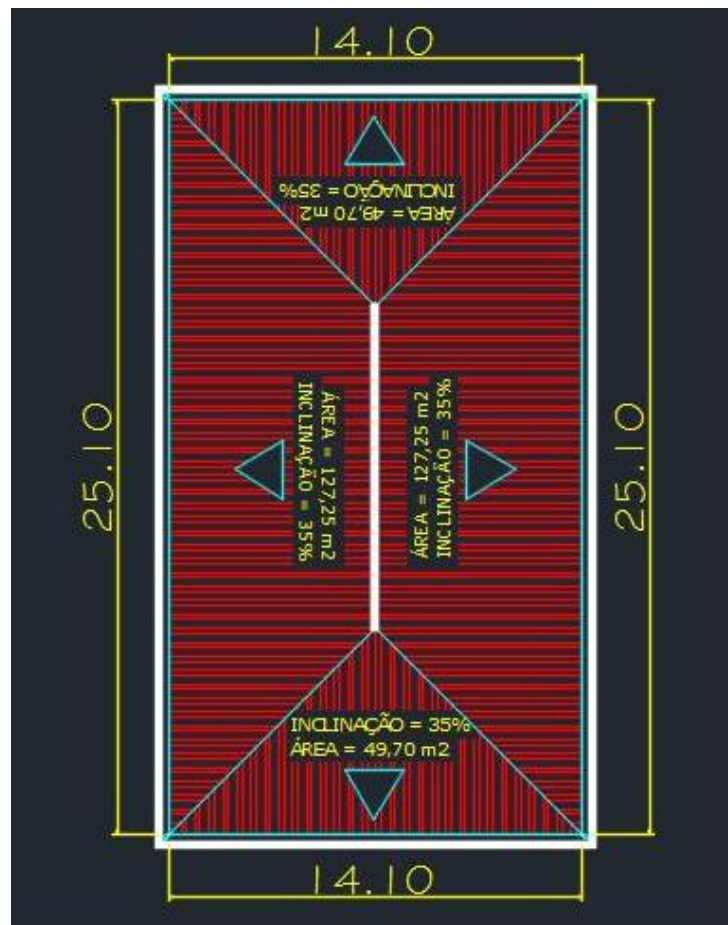
Fonte: elaborada pelo autor.

### 5.2.3 Academia e salão de jogos

De acordo com o comprimento de 25,10m e uma área de escoamento de 127,25 m<sup>2</sup> do telhado, a largura da calha da cobertura da academia será de 0,6 metros e quatro condutores verticais de material PVC e seção circular com diâmetro de 100 mm (Figura 8).

As calhas e condutores verticais foram projetados com as mesmas dimensões que a da cobertura da academia, pois apresentam as mesmas dimensões e estruturas de telhado.

Figura 8. Planta de cobertura da academia e salão de jogos.

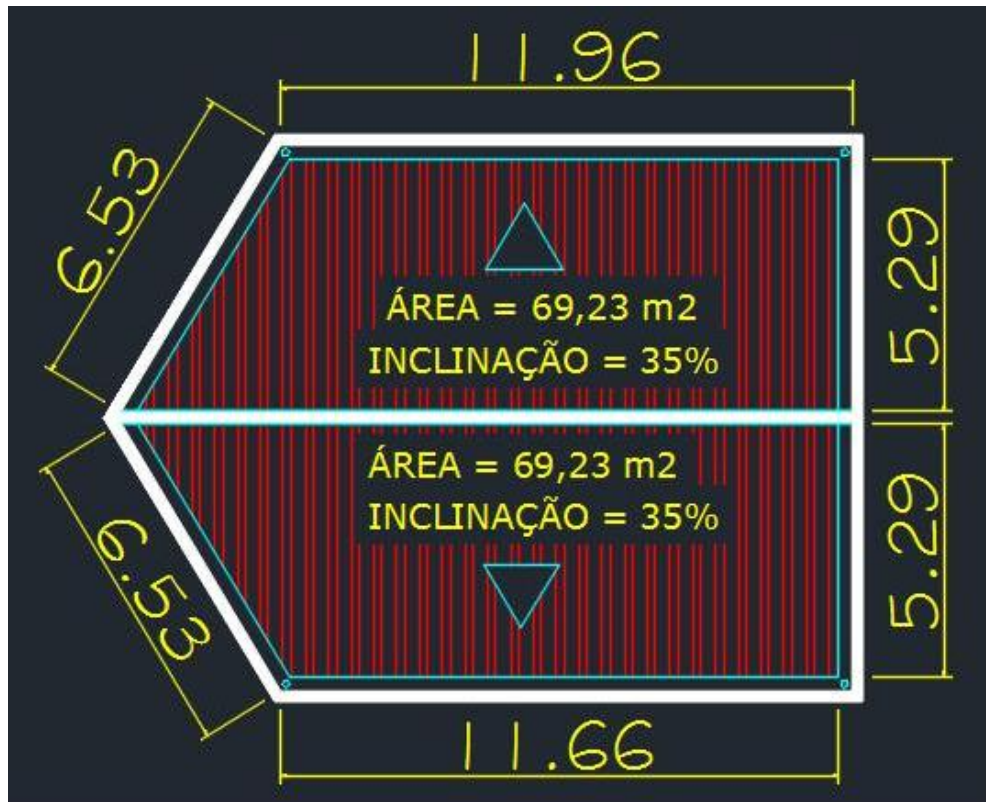


Fonte: Elaborada pelo autor.

#### 5.2.4 Rancho

De acordo com o comprimento de 18,49 m e uma área de escoamento de 69,23m<sup>2</sup> do telhado, como visto na planta (Figura 9), a largura da calha da cobertura do rancho foi de 0,4 metros e quatro condutores verticais de material PVC e seção circular com diâmetro de 75 mm.

Figura 9. Planta de cobertura do rancho



Fonte: Elaborada pelo autor

O valor total da área de cobertura em projeção das construções das áreas comuns do condomínio totalizou  $1500 \text{ m}^2$ .

### 5.3 Dimensionamento do reservatório de captação da água de chuva

O dimensionamento do reservatório depende do coeficiente (C) de escoamento superficial da área onde será captada a água. Neste trabalho foi considerada a captação da água da chuva nas coberturas das construções das áreas comuns do condomínio, cobertas com telhas de concreto. De acordo com o método prático Australiano (ABNT NBR 15527 (2007)), o coeficiente de escoamento superficial utilizado foi de 0,80.

Para o cálculo do dimensionamento do reservatório foi utilizado o Método de RIPPL, segundo a NBR 15527 da ABNT apresentada no Anexo A:

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

$$S(t) = D(t) - Q(t)$$

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

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

$$\text{Sendo que } \sum D(t) < \sum Q(t)$$

Onde:

$S(t)$  é o volume de água no reservatório no tempo  $t$ ;

$Q(t)$  é o volume de chuva aproveitável no tempo  $t$ ;

$D(t)$  é a demanda ou consumo no tempo  $t$ ;

$V$  é o volume do reservatório;

$C$  é o coeficiente de escoamento superficial.

Para o cálculo realizado neste trabalho foi considerado um tempo mensal, levando em conta os dados estáticos anuais da região de Guaratinguetá, de acordo com a tabela 6, e área de captação das coberturas do condomínio de 1500 m<sup>2</sup>. Os resultados obtidos do volume do reservatório podem ser verificados na Tabela 4, onde  $V$  é o volume do reservatório.

Tabela 4. Resultados obtidos pelo método de Rippl

ÁREA DE CAPTAÇÃO (m2)	C	MÊS	D(t)	Q(t)	S(t)
1500	0,8	JAN	75000	265200	-190200
1500	0,8	FEV	75000	268800	-193800
1500	0,8	MAR	75000	212400	-137400
1500	0,8	ABR	75000	75600	-600
1500	0,8	MAI	75000	44400	30600
1500	0,8	JUN	75000	33600	41400
1500	0,8	JUL	75000	24000	51000
1500	0,8	AGO	75000	28800	46200
1500	0,8	SET	75000	62400	12600
1500	0,8	OUT	75000	151200	-76200
1500	0,8	NOV	75000	168000	-93000
1500	0,8	DEZ	75000	244800	-169800
		$\Sigma D(t) - (L)$	900000		
		$\Sigma Q(t) - (L)$		1579200	
		$V - (L)$			181800

Fonte: Elaborado pelo autor

De acordo com o Método de Rippl e aplicando um fator de segurança de 1,3, o volume do reservatório em litros foi arredondado para 250 mil litros. A localização do reservatório pode ser vista na planta de implantação (Anexo 1).

O reservatório foi projetado para ser constituído por duas reservas, uma enterrada de 250 mil litros e a outra elevada de, aproximadamente, 40 mil litros, de onde será distribuída a água para rede de reuso, caracterizando um reservatório misto.

A entrada de água foi feita no reservatório enterrado, após passar por um conjunto de telas e grades, para impedir a passagem de folhas e sólidos provenientes da captação do telhado, devendo o mesmo ser limpo após cada chuva. Em seguida, a água passará por um filtro de areia. O reservatório projetado contará com um sistema de válvulas que poderá ser acionado antes da entrada da água.

O reservatório é composto de um extravasor, um dispositivo de esgotamento, cobertura, inspeção, ventilação e segurança.

Para evitar o turbilhonamento da água no reservatório, foi adotado um sistema de entrada da mesma no reservatório. Do reservatório a água entrará num tubo vertical de PVC

de diâmetro de 3 polegadas, com furos na parede, diminuindo assim a pressão da água que entra no reservatório.

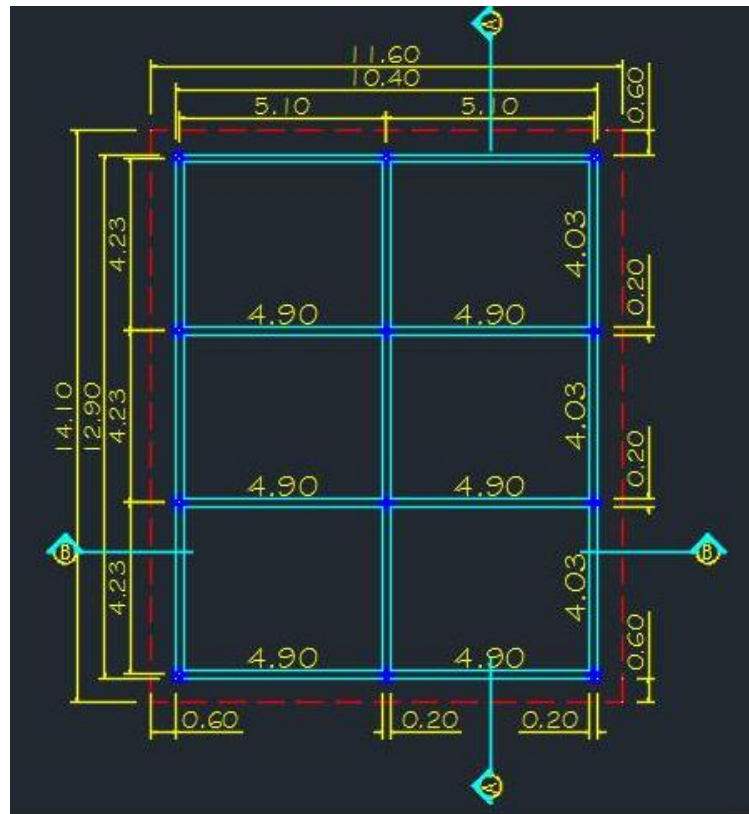
A cobertura do reservatório foi feita de maneira que as águas pluviais possam ter escoamento, sem que entrem no reservatório e impeçam também a entrada de animais e corpos estranhos. Para isso a cobertura foi projetada para ser maior que a medida do reservatório, sobrando um beiral de 60cm.

O reservatório também conta com ventilação, feita por dutos protegidos por telas, limitando a entrada de poeira, além do beiral da cobertura protegendo da entrada de água da chuva.

O extravasor foi colocado a 0,60m da superfície inferior da tampa e o nível máximo e mínimo do reservatório poderão ser controlados por um dispositivo limitador de bóia eletrônica. Além disso, duas tubulações de descarga de seção circular com diâmetro de 200mm, situadas no fundo do reservatório, servirão para possível esvaziamento do reservatório para limpeza.

Na Figura 10 pode ser observada a planta baixa do reservatório. Segue planta baixa do reservatório enterrado (Figura 10).

Figura 10. Planta baixa do reservatório enterrado.



Fonte: elaborada pelo autor.

### 5.3.1 Bombeamento

Para elevar a água captada da chuva e armazenada no reservatório enterrado, foi projetada uma bomba centrífuga de aplicação múltipla, com motor dois polos, rotação de 3500 RPM e frequência de 60 Hz. Esse modelo da bomba é monofásico com potência de 1CV. A tubulação de sucção será de 1 ½ polegadas e a tubulação de elevação de 1 polegada, sendo o diâmetro do rotor de 133mm. A temperatura de trabalho do líquido para o motor foi de até 80°C. O sistema de bombeamento do reservatório enterrado para o reservatório elevado pode ser melhor analisado nos cortes transversal e longitudinal do reservatório conforme Figuras 11 e 12.



## 6 DISCUSSÃO

A implantação desse sistema de aproveitamento de água da chuva para o seu aproveitamento para fins não potáveis como rega de jardins para um condomínio de casas pode trazer benefícios tanto econômicos, como ambientais para o município.

Se houvesse maior preocupação com a água potável disponível para utilização, poderia haver um incentivo do governo, ou seja, das prefeituras, no sentido de reduzir os impostos para contribuintes que implantassem em suas residências esse sistema de aproveitamento da água da chuva, visando a sustentabilidade e a preservação do meio ambiente.

Apesar de ser um campo em que as pesquisas têm aumentado nos últimos anos, ainda existe um amplo espectro para ser pesquisado quanto ao reuso da água de chuva para fins não potáveis, lembrando que a água é um recurso natural finito, e que a vida no planeta depende dela.

## **7 CONCLUSÕES**

Vivemos um cenário atual de crise em nosso país, a crise hídrica em especial tornou-se assunto frequente em nossos noticiários nos últimos dois anos.

O aproveitamento das águas pluviais para fins não potáveis, tornou-se um abastecimento de água alternativo disponível para o nosso país, trazendo economia e benefícios ambientais, com o uso racional de água potável para fins que necessitam deste tipo de abastecimento e a diminuição do custo final da conta de água.

A construção civil sendo um setor em constante crescimento pode contribuir de maneira significativa no desenvolvimento sustentável do País, com projetos cada vez mais inovadores, como este de um sistema de captação da água da chuva para fins não potáveis em um condomínio residencial.

## REFERENCIAS

- ANDRADE, B. R.; **Engenharia de biosistemas**. Disponível em: <<http://www.leb.esalq.usp.br>>. Acesso em: 29 nov. 2015.
- BERSSANETI, F. T. **Fundação VANZOLINI**. Disponível em: <<http://www.vanzolini.org.br>>. Acesso em: 29 nov. 2015.
- FUNDAÇÃO CESGRANRIO. Disponível em: <<https://www.qconcursos.com/questoes-de-concursos/questao/66beac64-95>>. Acesso em: 29 de nov. de 2015.
- COELHO, L. Carimbo verde. **Revista Técnica**, n. 155. fev. 2010.
- MELO, V.O.; NETTO, J. M. A. **Instalações prediais hidráulico-sanitárias**. São Paulo: Blucher, 1988.
- REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Acad. Bras. Cien./IEA-USP, 1999.
- SANTOS, D. C. **Os sistemas prediais e a promoção da sustentabilidade ambiental**. Porto Alegre, 2002.
- SAUTCHUK, C. et al. **Manual de conservação e reuso da água em edificações**. São Paulo: Prol editora gráfica, 2005.
- SILVA, A. K. P. et al. **Reuso de água e suas implicações jurídicas**. São Paulo: Navegar editora, 2003.
- TELLES, D. D. A; COSTA, R. H. P. G. **Reuso da água: conceitos, teorias e práticas**. 2.ed. São Paulo: Blucher, 2010.

**BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12213**: projeto de captação de água de superfície para abastecimento público. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12214**: projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12217**: projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público. Rio de Janeiro, 1994.

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.

BORGHETTI, N.; BORGHETTI, J. R.; ROSA, E.F.F. **Aquífero guarani**: a verdadeira integração dos países do MERCOSUL. Curitiba, 2004.

FENDRICH, R.; OLIYNIK, R. **Manual de utilização das águas pluviais**: 100 maneiras práticas. Curitiba: Livraria do Chain, 2002.

FERNANDEZ, M.F.; ARAUJO, R.; ITO, A.E. **Manual de hidráulica**. 8.ed. São Paulo: Egard Blucher LTDA, 1998.

JOHN, M.V.; PPRADO, R.T.A. **Selo casa Azul**: boas práticas para habitação mais sustentável. São Paulo: Páginas & Letras, 2010.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. 4. ed. São Paulo: Navegar Editora, 2011.

## APÊNDICE A – PLANTA DE LOCAÇÃO

