



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

**ANÁLISE DE INVESTIMENTO EM
APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA:
ESTUDO DE CASO PARA UM CONDOMÍNIO
RESIDENCIAL EM FEIRA DE SANTANA – BA**

ILUSKA BARBOSA LINS

CRUZ DAS ALMAS, 2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS

GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

**ANÁLISE DE INVESTIMENTO EM
APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA:
ESTUDO DE CASO PARA UM CONDOMÍNIO
RESIDENCIAL EM FEIRA DE SANTANA – BA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como
parte dos requisitos para obtenção do título de
Engenheira Sanitarista e Ambiental.

Orientador (a): Prof. Dr. Paulo Romero Guimarães
Serrano de Andrade

ILUSKA BARBOSA LINS

CRUZ DAS ALMAS, 2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS

GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

**ANÁLISE DE INVESTIMENTO EM
APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA:
ESTUDO DE CASO PARA UM CONDOMÍNIO
RESIDENCIAL EM FEIRA DE SANTANA – BA**

Aprovada em: 25 de fevereiro de 2016

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Paulo Romero Guimarães Serrano de Andrade

Prof. Dra. Selma Cristina da Silva

Prof. Dra. Roberta Alessandra Bruschi Gonçalves Gloaguen

ILUSKA BARBOSA LINS
CRUZ DAS ALMAS, 2016

Dedico esse trabalho a minha mãe, Nildete, por estar sempre me apoiando, me incentivando e sendo a mãe maravilhosa que é.

AGRADECIMENTOS

A Deus por sempre ter me concedido saúde e permitido que eu concluísse minha graduação sem nenhum empecilho.

À minha mãe, Nildete, por todo o apoio que tem me dado em todos os momentos de minha vida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Paulo Romero Guimarães Serrano de Andrade, pela paciência, atenção e suporte durante todo o processo de elaboração deste trabalho.

Ao meu namorado, Vinicius, pela companhia e incentivo nesses últimos meses.

Aos meus amigos de Feira de Santana e Cruz das Almas que, cada um de sua maneira, tiveram papel importante no processo de graduação.

A todos que, de maneira direta ou indireta, contribuíram para a conclusão deste trabalho.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

**ANÁLISE DE INVESTIMENTO EM APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE
CHUVA: ESTUDO DE CASO PARA UM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL EM
FEIRA DE SANTANA – BA**

RESUMO

A escassez de água, seu mau uso pelos consumidores e o alto valor da mesma, quando tratada, faz com que a população busque alternativas para o atendimento das diversas demandas. Uma possibilidade é a utilização de água de chuva para fins não potáveis. A captação de água de chuva reduz os custos para o consumidor devido a não aquisição de água potável da concessionária que explora os serviços de abastecimento de água. Além disso, pode ainda amenizar os efeitos de enchentes, cada vez mais frequente nas grandes cidades devido ao avanço das áreas impermeáveis decorrentes do aumento das construções, como obras viárias, edificações, com supressão de vegetação, aspectos que concorrem para diminuição da capacidade de infiltração do solo. O gasto com a implantação de um sistema de aproveitamento de água de chuva é relativamente baixo, visto que o componente de maior custo é o reservatório. Para dimensioná-lo, leva-se em consideração a superfície de captação, a chuva aproveitável da região e as demandas requeridas. O presente trabalho faz a análise de investimento para implantação de um sistema de aproveitamento de água de chuva num condomínio residencial localizado na cidade de Feira de Santana – BA, a fim de aproveitá-la em descargas em bacias sanitárias, rega de jardim e lavagem de passeios e áreas impermeáveis. Pela aplicação dos métodos do Valor Presente Líquido e da Análise Benefício / Custo, os resultados alcançados atestam haver viabilidade econômica do projeto com retorno do investimento em 4 anos e 2 meses, demonstrando-se a não necessidade de aquisição de 210 m³/ano de água potável para o condomínio.

Palavras-chave: aproveitamento de água de chuva, uso não potável, viabilidade econômica.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

**ANÁLISE DE INVESTIMENTO EM APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE
CHUVA: ESTUDO DE CASO PARA UM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL EM
FEIRA DE SANTANA – BA**

ABSTRACT

The lack of water, its misuse by consumers and the high value of the same when treated makes the people look for alternatives to the consumption of water. One possibility is to use rain water for non-potable uses. The rain water capitation reduces costs for the consumer due to the non-purchase of water by the concessionaire that explores the water supply services. Also, mitigates the effects of floods, increasingly common in large cities due to the advancement of impermeable areas resulting from the increase in buildings, such as road works, buildings, removal of vegetation aspects that contribute to decreasing soil infiltration capacity. The cost of implementing the system is relatively low, since the major cost component is the tank. To scale it, it is considered the area catchment, the rainfall data in the region and the required demand. This study therefore aims to determine whether the implementation of this system is viable in a residential condominium located in Feira de Santana - BA, using rainwater captured in the common area of the condominium in toilet flushing, garden watering and waterproof area washing. By applying the methods of Liquid Present Value and Analysis of Benefit / Cost, the results achieved attest be economic viability of the project with return on investment in 4 years and 2 months, demonstrating that it's not necessary needing to purchase 210 m³ / year of water potable to the condo.

Keywords: rainwater utilization, non-potable use, economic viability

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo hidrológico	4
Figura 2 - Consumo médio residencial de água	10
Figura 3 - Modelo de cisterna construída pelo povo Maya, chamada Chultun	11
Figura 4 - Componentes de sistemas de aproveitamento de água de chuva.....	13
Figura 5 - Sistema de captação de água de chuva em residências.....	14
Figura 6 - Exemplo de telhado como superfície de captação de água de chuva	15
Figura 7 - Exemplo de superfície para captação de água de chuva.....	15
Figura 8 - Cisterna calçadão	16
Figura 9 - Tanque de pedra.....	16
Figura 10 – Calha e condutor vertical para recolher água de chuva.....	17
Figura 11 - Tubulações do sistema de captação e armazenamento	17
Figura 12 - Tela para retenção de sólidos.....	18
Figura 13 - Filtro nas tubulações	18
Figura 14 - Reservatório de <i>first flush</i> com tonel	19
Figura 15 - Reservatório de auto limpeza com torneira boia	20
Figura 16 - Funcionamento do sistema <i>first flush</i>	20
Figura 17 - Esquema de bomba afogada e bomba por sucção.....	22
Figura 18 - Reservatório em relação ao terreno	23
Figura 19 - Reservatório de placa de cimento	24
Figura 20 - Reservatório de polietileno	24
Figura 21 - Cisterna de PEAD utilizada pelo Programa Água para Todos	24
Figura 22 - Separação das águas na residência.....	26
Figura 23 - Distribuição da água através de bombas na zona rural.....	26
Figura 24 - Localização de Feira de Santana.....	38
Figura 25 - Fachada frontal do Condomínio Lótus Residence	40
Figura 26 - Vista superior do condomínio.....	41
Figura 27 – Detalhe da área comum do condomínio.....	42
Figura 28 - Hietograma mensal de precipitação, Feira de Santana - BA	44
Figura 29 - Vista superior do salão de eventos.....	47
Figura 30 - Vista superior do espaço gourmet e brinquedoteca	48
Figura 31 - Vista superior da guarita	49
Figura 32 - Tarifas de água cobradas pela EMBASA	56
Figura 33 – Fluxo de caixa do sistema	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Divisão das áreas do condomínio	40
Tabela 2 - Médias pluviométricas mensais em Feira de Santana - 1999 a 2015	43
Tabela 3 - Demanda de água no Condomínio Residencial Lótus Residence	45
Tabela 4 - Áreas dos telhados.....	49
Tabela 5 - Demanda mensal de água de chuva por atividade.....	51
Tabela 6 - Volume do reservatório de acordo com o Método Australiano	52
Tabela 7 - Variação do INCC de 2009 a 2015	54
Tabela 8 - Resumo do custo de instalação para diferentes reservatórios e sistema.....	55
Tabela 9 – Determinação dos benefícios e custos do sistema de aproveitamento de água de chuva.....	58
Tabela 10 - Valores de VPL e B/C	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Faixas típicas do consumo per capita de água.....	10
Quadro 2 - Alturas manométricas e expressões hidráulicas	22
Quadro 3 - Frequência de manutenção	27
Quadro 4 - Padrões de qualidade da água de chuva para usos não potáveis	32
Quadro 5 - Parâmetros para estimativas de demanda da água	44
Quadro 6 - Coeficiente de escoamento.....	50

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

B/C – Benefício/Custo

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

EMBASA – Empresa Baiana de Águas e Saneamento

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

MMA – Ministério do Meio Ambiente

NBR – Norma Brasileira

pH – Potencial Hidrogeniônico

PNRH – Plano Nacional de Recursos Hídricos

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

TMA – Taxa Mínima de Atratividade

uH – Unidade Hunter

UNESCO – Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura

uT – Unidade de Turbidez

VPL – Valor Presente Líquido

Sumário

1	Introdução	1
2	Objetivos	3
2.1	Objetivo Geral.....	3
2.2	Objetivos Específicos	3
3	Revisão Bibliográfica	4
3.1	Água no mundo	4
3.2	Direito das águas	6
3.3	Alternativas de abastecimento de água.....	7
3.3.1	Águas subterrâneas	8
3.3.2	Águas meteóricas	9
3.4	Uso das águas nas residências.....	9
3.5	Importância da água de chuva como fonte complementar de abastecimento	11
3.6	Sistemas de aproveitamento de água de chuva	13
3.6.1	Componentes do sistema de captação de água de chuva	13
3.6.2	Métodos para dimensionamento do reservatório de água de chuva.....	27
3.6.3	Normas e requisitos de qualidade da água para consumo humano.....	32
3.7	Análise de Investimento	32
3.7.1	Método do Valor Presente Líquido (VPL).....	34
3.7.2	Método da Relação Benefício/Custo	35
3.7.3	Tempo de retorno de capital (<i>payback</i>).....	35
4	Materiais e Métodos.....	37
4.1	Caracterização da região e do objeto do estudo	37
4.1.1	Situação do abastecimento de água.....	38
4.1.2	O condomínio residencial Lótus Residence	39
4.2	Dados pluviométricos	43
4.3	Cálculo das demandas.....	44
4.4	Cálculo da área de coleta de água de chuva.....	46
4.5	Dimensionamento do reservatório de águas pluviais	49
5	Resultados e Discussões.....	52
5.1	Dimensionamento do reservatório.....	52
5.2	Custos do sistema de aproveitamento de água de chuva	53
5.2.1	Estimativas de custos de implantação do sistema	54
5.2.2	Custos de operação e manutenção do sistema	55
5.3	Avaliação de investimento	55
5.3.1	Estimativa dos benefícios	56
5.4	Tempo de retorno do capital (<i>payback</i>)	60

6	Conclusões e Recomendações	61
7	Referências	62
	ANEXO A.....	65

1 INTRODUÇÃO

Os problemas relacionados ao meio ambiente estão sendo cada vez mais estudados e discutidos em todo o mundo. Uma dessas preocupações se diz respeito à água existente no planeta, cuja disponibilidade e o crescente consumo pela sociedade, aliado à diversidade de usos, apontam tendências preocupantes quanto à escassez relativa de água doce, principalmente quanto aos aspectos de qualidade adequada para consumo humano, animal e/ou industrial, o que aumenta a dependência dos mananciais de abastecimento.

Em decorrência do desenvolvimento desordenado das cidades, da poluição dos recursos hídricos, do crescimento populacional e industrial, que geram um aumento na demanda pela água, observa-se, em alguns locais, o esgotamento desse recurso, o que força as pessoas a se conscientizarem sobre isso e utilizar a água de maneira racional.

Esse cenário atual faz crescer a necessidade de se encontrar meios para a conservação da água, buscando formas alternativas de suprimento de água. Entre essas alternativas, tem-se o reuso da água, a dessalinização e o aproveitamento de água de chuva, que promovem a gestão da oferta de água, buscando a sustentabilidade dos recursos hídricos disponíveis.

A captação e o aproveitamento de água de chuva, seja para fins potáveis ou não potáveis, adaptados a características físicas e socioeconômicas de diferentes regiões, seja no mundo e também no Brasil, configura uma realidade que vem produzindo resultados imediatos, concorrendo para melhorar as condições de acesso à água em muitas cidades, como no caso interior do Nordeste brasileiro.

O aproveitamento da água de chuva também pode reduzir os problemas causados nos centros urbanos pelo avanço da impermeabilização do solo, como o aumento do escoamento superficial que, em casos de má operação dos sistemas de drenagem existentes, ocasiona enchentes e inundações nas cidades trazendo diversos prejuízos sociais e econômicos para população, além de favorecer a proliferação de doenças de veiculação hídrica.

O uso da água de chuva além de trazer o benefício da conservação da água e reduzir a dependência excessiva das fontes superficiais de abastecimento, reduz o escoamento superficial. Além disso, dá chance a ideia de se restaurar o ciclo hidrológico nas áreas urbanas, tentando trazê-lo a condições e efeitos próximos à fase de pré-urbanização, um enfoque ambiental atualmente pensado para os sistemas de drenagem e

manejo de águas pluviais urbanas. Através disso, há a preocupação com a manutenção e recuperação de ambientes saudáveis interna e externamente à cidade, por exemplo, não transferindo impactos para jusante e nem ampliando cheias naturais, ao invés de só procurar sanear o interior da cidade, conforme se fazia seguindo apenas preceitos meramente sanitaristas.

Há diversas vantagens no uso do aproveitamento da água de chuva. Além da redução no consumo da água potável, proveniente, principalmente, dos sistemas de abastecimento público, reduz o custo para os consumidores e a demanda nos corpos hídricos, provocando a redução de vazões que irão para o sistema de drenagem pluvial urbano, o que é importante para redução de inundações.

A água de chuva recolhida por sistemas de captação, que não requer um tratamento sofisticado, por vezes apenas a filtração e desinfecção, pode ser utilizada para fins não potáveis, como em rega de jardins, descargas de vasos sanitários, lavagem de calçadas, entre outras demandas menos nobres. A implantação desse sistema é simples e relativamente de baixo custo, porém requer manutenção do usuário, como limpeza das calhas e reservatórios e desinfecção da água armazenada.

O presente trabalho determina a análise de investimento para a implantação de um sistema de aproveitamento de água de chuva num condomínio residencial na cidade de Feira de Santana – BA. Nele, dimensionou-se a capacidade do reservatório a partir do Método Australiano, levando em consideração a quantidade de chuva aproveitável e a demanda do condomínio relativa ao uso da água nas áreas comuns.

Determinado o volume do reservatório para acumulação de água de chuva, comprova-se a hipótese de que o investimento é viável economicamente.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Proceder a análise de investimento de um sistema de aproveitamento de água de chuva, para fins não potáveis, em um condomínio residencial em Feira de Santana - BA.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Contextualizar as normas brasileiras aplicáveis à qualidade da água para os usos que podem ser atendidos com água de chuva;
- Avaliar o potencial de chuva acumulável na região, tendo por base a análise de dados representativos da pluviosidade para o município de Feira de Santana;
- Definir o consumo mensal de água no condomínio estudado, quantificando os usos não potáveis;
- Dimensionar o reservatório para armazenamento da água de chuva, mediante o estudo e aplicação do Método Australiano;
- Caracterizar os graus de risco no atendimento das demandas identificadas, que podem ser supridas por água de chuva;
- Realizar estimativas de custos e a análise de viabilidade econômica do sistema idealizado, consideradas condições técnicas e a aplicação dos métodos do Valor Presente Líquido e da Relação Benefício/Custo.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

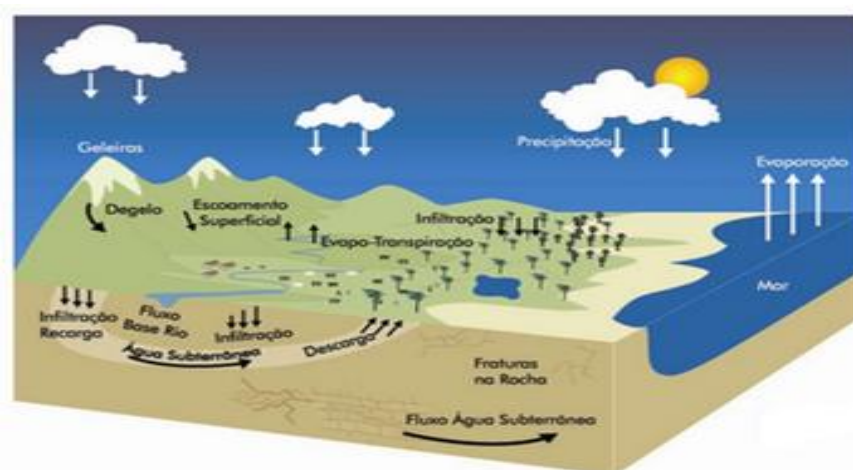
3.1 ÁGUA NO MUNDO

A água é um recurso natural essencial para a sobrevivência de todas as espécies que habitam a Terra. No organismo humano a água atua, entre outras funções, como veículo para a troca de substâncias e para a manutenção da temperatura, representando cerca de 70% de sua massa corporal. Além disso, é considerada solvente universal e é uma das poucas substâncias que encontramos nos três estados físicos: gasoso, líquido e sólido (MMA, 2015).

O volume total de água na Terra não aumenta nem diminui, é sempre o mesmo. A água ocupa aproximadamente 70% da superfície do planeta, mas 97,5% dela é água salgada. Dos 2,5% de água doce, 68,9% encontram-se nas geleiras, calotas polares ou em regiões montanhosas, 29,9% em águas subterrâneas, 0,9% compõe a umidade do solo e dos pântanos e apenas 0,3% constitui a porção superficial de água doce presente em rios e lagos (MMA, 2015). Isso se dá pelo fato da água fazer parte de um ciclo hidrológico contínuo e fechado, como mostrado na Figura 1.

A energia do sol resulta no aquecimento do ar, do solo e da água superficial e resulta na evaporação da água e no movimento das massas de ar. O vapor de ar é transportado pelo ar e pode condensar no ar formando nuvens. Em circunstâncias específicas o vapor do ar condensado nas nuvens pode voltar à superfície da Terra na forma de precipitação. A precipitação que atinge a superfície pode infiltrar no solo ou escoar por sobre o solo até atingir um curso d'água. A água que infiltra umedece o solo, alimenta os aquíferos e cria o fluxo de água subterrânea (COLLISCHONN; TASSI, 2008).

Figura 1 - Ciclo hidrológico



FONTE: MMA, 2015

Outro grande problema além da pequena quantidade de água doce disponível no planeta é a distribuição da mesma. Segundo o Programa Hidrológico Internacional da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), na América do Sul encontra-se 26% do total de água doce disponível no planeta e apenas 6% da população mundial, enquanto o continente asiático possui 36% do total de água e abriga 60% da população mundial (MMA, 2015).

No Brasil, a água doce existe em abundância, possuindo a maior reserva de água doce do planeta, ou seja, 12% do total mundial. Apesar disso, sua distribuição não é uniforme em todo o território nacional. O volume d'água do rio Amazonas, por exemplo, é o maior do globo, sendo considerado um rio essencial para o planeta (PROJETO BRASIL DAS ÁGUAS, 2015).

Apesar de tanta abundância de água doce, o desperdício e a poluição das águas dos rios e das águas subterrâneas geram dificuldades para o abastecimento humano no que se refere à qualidade, aumentando o custo devido ao tratamento da mesma, e à quantidade da água ofertada para a população, principalmente nos grandes centros urbanos.

O maior problema está no aumento da população mundial. De acordo com o Banco Mundial, cerca de 80 países enfrentam hoje problemas de abastecimento de água. A situação mais crítica está na Ásia onde, 60% da população vivem com apenas 32% da água doce disponível no mundo (VICTORINO, 2007).

Devido ao crescimento populacional, o consumo aumenta de água cada vez mais se tornando insustentável e colocando mais pressão sobre o meio ambiente. Segundo Victorino (2007), torna-se necessário desenvolver estratégias para mitigar esses impactos, pois está prevista uma população superior a oito bilhões de pessoas para o ano de 2020: 65% em áreas litorâneas e 60% em cidades com mais de 2,5 milhões de pessoas.

A agricultura absorve uma média mundial de 70% do suprimento de água, uma porcentagem que aumenta para 80 a 90% nos países subdesenvolvidos. Aí encontramos uma média de 20% para a indústria e 10% para usos domésticos e outros. Têm-se em média o consumo de água no mundo: 60 litros de água em uma ducha de 15 minutos; 350 litros para um banho de imersão; 3 litros para escovar os dentes sem fechar a torneira; 140 litros para lavar e enxaguar 10 quilos de roupas; 60 litros (a cada 15 minutos) para lavar a louça sem fechar a torneira e 100 litros (a cada 25 minutos) para lavar o carro sem fechar a torneira (VICTORINO, 2007).

A escassez relativa de água em regiões urbanas faz sofrer grandes contingentes populacionais, limita a atividade econômica e retarda o progresso. Infelizmente, essa é a realidade atual em várias cidades brasileiras, cujo abastecimento se encontra ameaçado por problemas relacionados tanto com a quantidade quanto com a qualidade da água (GONÇALVES, 2006).

O quadro de escassez é agravado nas bacias hidrográficas com maiores índices de urbanização, não só pelo crescimento rápido da demanda de água, mas também pela poluição causada pelo lançamento de águas residuárias (GONÇALVES, 2006, apud HINRICHSEN et al., 2005).

3.2 DIREITO DAS ÁGUAS

A água é utilizada em qualquer atividade humana, seja em usos domésticos, industriais, comerciais ou agrícolas. Ela é o recurso mais consumido e mais essencial à vida na Terra. Devido a isso, é necessário que se estabeleçam regras para o uso da água, tendo em vista a grande proliferação de atividades relacionadas com a exploração hídrica e a atual consideração científica de que a água é um recurso natural limitado (FREIRIA, s.d.).

No Brasil, o Decreto nº 24.643 de 10 de julho de 1934, conhecido como Código das Águas, foi a primeira norma legal relacionada aos recursos hídricos. Segundo a CETESB (2015), mesmo voltado para a priorização da energia elétrica, o Código das Águas iniciou um trabalho de mudança de conceitos relativos ao uso e à propriedade da água. Tal código assegura o uso gratuito de qualquer corrente ou nascente de água para as primeiras necessidades da vida e permite a todos usar as águas públicas, conformando-se com os regulamentos administrativos. Portanto, quando se trata da aplicação da água na agricultura, indústria e higiene, é necessária a existência de concessões ou autorizações determinadas. Nesse caso, o Código dá preferência à derivação para o abastecimento das populações (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 1998).

Esse Código ainda estabelece que a concessão ou a autorização devem ser feitas sem prejuízo para a navegação. Ele também estabelece que não é permitido que ninguém polua ou contamine as águas que não consome, gerando prejuízo a terceiros (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 1998). A partir do Código das Águas se originaram outros decretos, leis e portarias reguladores, como a Lei nº 11.445, Lei do Saneamento, e a Portaria nº 2914.

Em 8 de janeiro de 1997 foi instituída a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), através da Lei nº 9.433. Essa lei de baseia em diversos fundamentos, como o que a água é um recurso natural limitado de domínio público e dotado de valor econômico. Essa lei enquadra os corpos d'água em classes, segundo os usos preponderantes da água, visando assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas e diminuir os custos de combate à poluição, mediante ações preventivas permanentes.

Para que os objetivos da Lei 9.433 sejam assegurados, são necessários instrumentos da PNRH, como os planos de recursos hídricos, a cobrança e outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos e o sistema de informações sobre recursos hídricos.

A Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2011, mais conhecida como a “Lei do Saneamento”, estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. De acordo com o artigo 2º dessa lei, os serviços públicos de saneamento básico serão prestados com base na universalização do acesso, ou seja, todos têm direito ao saneamento básico, que é composto pelos serviços de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, além da drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, de forma adequada à saúde pública e à proteção do meio ambiente.

Ou seja, segundo a lei do saneamento, todos têm direito ao abastecimento de água de qualidade. Para que essa exigência seja atendida, é necessário cumprir as exigências estabelecidas pela Portaria do Ministério da Saúde nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Essa Portaria dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. De acordo com o artigo 2º dessa portaria, a mesma se aplica à água destinada ao consumo humano proveniente de sistema e solução alternativa de abastecimento de água.

3.3 ALTERNATIVAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

A falta de água é um dos principais problemas para a população que reside na zona rural, principalmente no semiárido do Nordeste do Brasil, onde os sistemas de abastecimento de água muitas vezes não são eficientes e a irregularidade das chuvas, no espaço e no tempo, é uma característica marcante da região. Devido a isso, muitas pessoas utilizam diversas alternativas para ter acesso à água, principalmente o armazenamento de águas pluviais, para consumo próprio e dessedentação dos animais.

Na zona urbana, devido à irregularidade no abastecimento de água e à economia na quantidade de água paga à concessionária local, muitos moradores vem adotando

soluções alternativas de abastecimento. Devido à alta compactação do solo, à poluição dos rios, à crescente impermeabilização dos terrenos e às mudanças de temperatura, resultando por vezes em ilhas de calor e micro-climas, o ciclo hidrológico se altera nas zonas urbanas, provocando até diminuição da quantidade de chuva em regiões de mananciais que abastecem as cidades. Nos grandes centros urbanos, em virtude da falta de espaço e restrições de atendimento do abastecimento de água pelas entidades que prestam esse serviço público, diferentes alternativas vem sendo adotadas como a captação de água subterrânea, pela perfuração de poços, o reúso de água e a implantação de pequenos reservatórios para armazenamento de águas pluviais.

3.3.1 Águas subterrâneas

A água subterrânea é uma fonte imprescindível de abastecimento de água. Mesmo em locais de clima e geologia favoráveis ao acúmulo de água superficial, como na região sul e sudeste do Brasil, a importância da água subterrânea emerge em períodos críticos de secas, quando esses recursos superficiais não conseguem atender parcial ou totalmente à demanda. (CLEARY, 1989)

Tais águas são de suma importância, pois, além de ser um recurso natural de grande qualidade, com funções de uso para abastecimento público, indústria e agricultura, elas têm valor intrínseco ambiental, podendo manter o fluxo dos rios e as áreas úmidas, equilibrando períodos de seca, possuem função reguladora no ciclo hidrológico e, em certos casos, é o único recurso disponível, especialmente nas regiões áridas e semiáridas. (SCHUARTZ et al, 2009)

Os poços para armazenamento e captação da água podem ser rasos ou profundos. Os rasos captam água do lençol freático, em geral são de forma circular e com profundidades dificilmente maiores que 20 metros de profundidade. Os profundos captam água de lençóis situados entre duas camadas impermeáveis. Eles exigem mão de obra e equipamentos especiais para sua construção e geralmente são empregados para o abastecimento de cidades, devido ao seu alto custo de construção e normalmente sua grande capacidade de produção de água (FEITOSA; FILHO, s.d).

Além dos poços, as barragens subterrâneas são alternativas bastante utilizadas como fonte alternativa de abastecimento de água, principalmente na zona rural, onde são construídas em áreas de baixios, córregos e riachos que se formam no inverno. Sua construção é feita escavando-se uma vala até a camada impermeável do solo, a rocha. Essa vala é forrada por uma lona de plástico e depois fechada novamente. Desta forma,

cria-se uma barreira que “segura” a água de chuva que escorre por baixo da terra, deixando a área encharcada (ASA BRASIL, 2015).

Para garantir a água no período mais seco do ano, são construídos poços a, aproximadamente, cinco metros de distância do barramento. Esses poços servem para retirar a água armazenada no reservatório subterrâneo. No inverno, é possível plantar culturas que necessitam de mais água, como o arroz e alguns tipos de capim (ASA BRASIL, 2015).

3.3.2 Águas meteóricas

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos, de acordo com a Resolução nº 15 de 11 de janeiro de 2001, conceitua águas meteóricas como águas encontradas na atmosfera em quaisquer de seus estados físicos. Ou seja, essas águas podem ser originárias de chuva, neve e granizo.

Tais águas podem ser captadas e armazenadas para o consumo humano. No Brasil, a captação mais comum é a de água de chuva, devido ao clima do país.

O sistema de captação de águas pluviais é uma das alternativas para a redução da escassez de água e conservação das águas dos mananciais. As águas pluviais são captadas e armazenadas para um posterior consumo de usos não nobres como rega de jardim, lavagens de carro, entre outros. Sua captação pode ser realizada de diversas formas. O sistema de captação é composto pela área de captação, sistemas de condução e reservatório (COSTA et al, 2006).

3.4 USO DAS ÁGUAS NAS RESIDÊNCIAS

A água é utilizada em todos os segmentos da sociedade e está presente no uso doméstico, comercial, industrial, público e agrícola. (GONÇALVES, 2006)

O consumo de água em uma residência é influenciado por diversos fatores, tais como clima da região, renda familiar, número de habitantes da residência, valor da tarifa da água, entre outros. (GONÇALVES, 2006) O consumo da água nas residências se dá tanto interna como externamente. A utilização de chuveiros, torneiras e bacias sanitárias, por exemplo, são aparelhos que utilizam a água internamente. O uso externo se dá pela utilização da água na irrigação de jardins, lavagem de veículos e de áreas externas, como garagem e varandas.

Uma classificação para os usos da água é devido ao seu padrão de potabilidade, que, segundo a Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde, é o conjunto de valores

permitidos como parâmetros da qualidade da água para consumo humano. A água destinada ao consumo humano pode ter dois usos: a) usos potáveis, que são de higiene pessoal e consumo próprio, e b) usos não potáveis, que são utilizadas na lavagem de roupas, carros, descarga de bacias sanitárias, entre outros.

Von Sperling (2014), através da literatura já existente, elaborou um quadro com valores típicos adotados da quota per capita de água consumida por populações dotadas de ligações domiciliares, como mostrado no Quadro 1. É importante ressaltar que esses valores podem variar de acordo com a localidade.

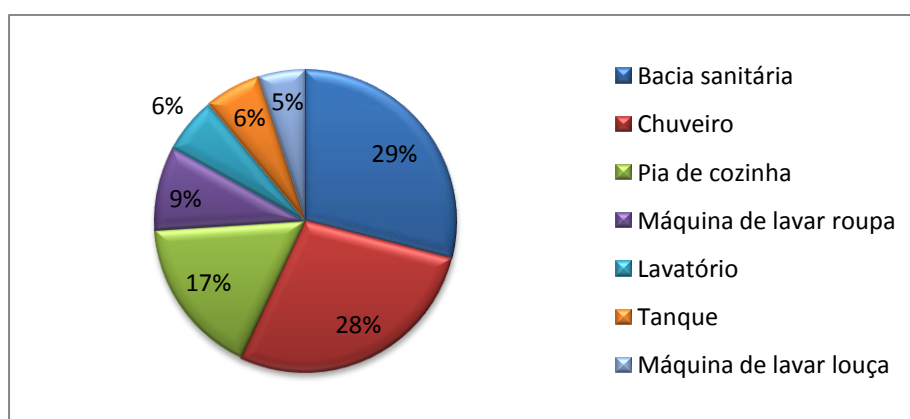
Grande parte da água consumida nas residências poderia ser reduzida se não fosse o mau uso dos seus habitantes nas atividades domésticas. Segundo Gonçalves (2006), os grandes consumidores de água são a bacia sanitária, 29%, e o chuveiro, 28%, como mostrado na Figura 2.

Quadro 1 - Faixas típicas do consumo per capita de água

Porte da comunidade	Faixa da população (hab)	Consumo per capita (L/hab.dia)
Povoado rural	< 5.000	90 – 140
Vila	5.000 – 10.000	100 – 160
Pequena localidade	10.000 – 50.000	110 – 180
Cidade média	50.000 – 250.000	120 – 220
Cidade grande	> 250.000	150 – 300

FONTE: Adaptado Von Sperling (2014)

Figura 2 - Consumo médio residencial de água



FONTE: Adaptado Gonçalves (2006)

Nas residências, mais fortemente observado na zona rural, é comum a utilização de águas de chuva como fonte alternativa de abastecimento de água. O consumo dessa

água reduz o gasto da água potável, quando proveniente das concessionárias, o que aliás não se observa em localidades rurais do Brasil.

3.5 IMPORTÂNCIA DA ÁGUA DE CHUVA COMO FONTE COMPLEMENTAR DE ABASTECIMENTO

O aproveitamento da água de chuva não é uma tecnologia que está sendo implantada e utilizada recentemente. Segundo Tomaz (2009), como consta em uma das inscrições mais antigas do mundo, a conhecida Pedra Moabita, encontrada no Oriente Médio, datada de 850 a.C., o rei Meshá dos Moabitas, sugere que seja feita uma reservatório em cada casa para aproveitamento da água de chuva. A famosa fortaleza de Masada, em Israel, tem dez reservatórios cavados nas rochas com capacidade total de 40 milhões de litros. Na Península de Iucatã, no México, existem reservatórios que datam de antes da chegada de Cristóvão Colombo à América, e que estão ainda em uso.

O México é rico em antigas e tradicionais tecnologias de captação de água de chuva, datadas da época dos Aztecas e Mayas (Aztecas - Século XIV a XVI; Mayas - IV a.C a IX A.C.). As cisternas, chamadas de Chultuns (Figura 3), tinham capacidade de 20 a 45 m³ (NEUGEBAUER, 1986, apud GNADLINGER, 2000).

Figura 3 - Modelo de cisterna construída pelo povo Maya, chamada Chultun



FONTE: Gnadlinger, 2000

Atualmente, segundo Cardoso (2009) apud Setti et al. (2001), estima-se que no ano 2025, cerca de 5,5 bilhões de pessoas em todo o mundo estarão vivendo em áreas com moderada ou séria falta de água. Com o uso e ocupação desordenados do solo nas grandes cidades, houve uma grande impermeabilização de áreas antes permeáveis, além de assentamentos urbanos próximos a cursos d'água. A captação e a utilização de água

de chuva poderiam se tornar ferramentas importantes, uma vez que contribuiriam para a minimização da ocorrência de enchentes, para a economia de água potável, para a contribuição para o meio ambiente, entre outras vantagens. (CARDOSO, 2009)

Segundo Minikowski e Gonçalves apud Tomaz (2003), os usos não potáveis de água para rega de jardins, lavagem de carros e descargas em bacias sanitárias somam em torno de 50% da demanda total de água em uma residência, percentual representativo e que pode ser suprido por um sistema de aproveitamento de água pluvial.

A água de chuva pode ser utilizada em diversos processos e é uma ótima fonte de água e de tecnologia relativamente simples e econômica (GIACCHINI et al., 2001). Os possíveis usos para a água de chuva estão relacionados à sua qualidade, a qual depende das condições de poluição atmosférica da região; do tipo, materiais e frequência de limpeza da superfície de captação, da calha e da tubulação que transporta a água até o reservatório e dos cuidados no manuseio e armazenamento da água (CARDOSO, 2009).

A água de chuva pode ser utilizada para diversos fins, desde que receba tratamento adequado (VOLKWEIS, 2010). Em muitas casas, os residentes adicionam cloro para a desinfecção da água armazenada. Mesmo assim, a água não é apta para uso potável, pois ainda pode haver partículas em suspensão, concentração de cloro inadequada, alguns microorganismos patogênicos, além das outras características definidas pela Portaria 2914 alteradas.

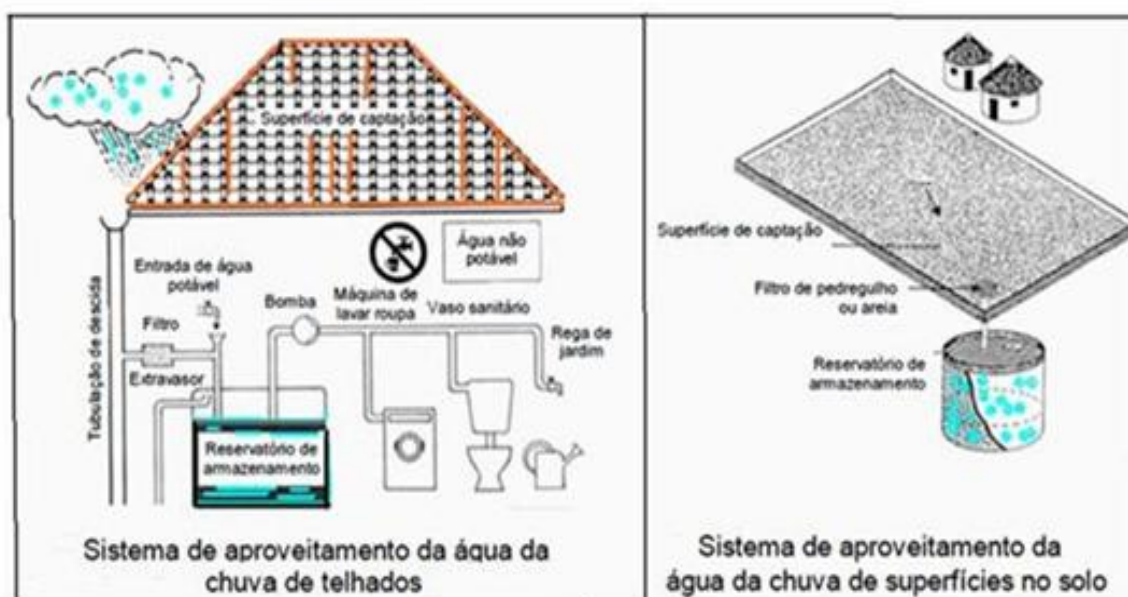
Segundo Bertolo (2006), a captação da água de chuva possui algumas vantagens principais: a redução do consumo de água potável e do custo de fornecimento da mesma; melhor distribuição da carga de água de chuva no sistema de drenagem urbana, ajudando a controlar as enchentes; e é uma medida de conservação de energia, pois a energia requerida para operar um sistema de abastecimento de água é reduzida. Como qualquer sistema, esse também possui suas desvantagens, como o custo da instalação do sistema de abastecimento de água de chuva e a diminuição do volume de água infiltrada no solo, principalmente nos períodos de seca, para o abastecimento dos corpos hídricos superficiais e subterrâneos.

Sem o tratamento adequado, a água de chuva pode ser utilizada apenas para fins não potáveis nas residências, tanto nas áreas internas quanto nas áreas externas. Essas águas podem ser utilizadas nas descargas de bacias sanitárias, irrigação de jardins, lavagem de calçadas e pátios, sistemas de ar condicionado e em sistemas de combate a incêndios (VOLKWEIS, 2010).

3.6 SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA

Os sistemas de aproveitamento da água de chuva podem ser considerados como um sistema descentralizado de suprimento de água, visando reduzir o consumo de água potável (KOENIG, 2003 apud ANNECCHINI, 2005). Os componentes principais do sistema de aproveitamento da água de chuva são: a área de captação (telhados ou superfícies impermeáveis no solo) que recebem a precipitação pluvial e geram o escoamento superficial; telas ou filtros para remoção de materiais grosseiros, como folhas e galhos, tubulações para a condução da água e o reservatório de armazenamento (ANNECCHINI, 2005), conforme apresentado na Figura 4.

Figura 4 - Componentes de sistemas de aproveitamento de água de chuva



FONTE: Andrade, 2012, adaptado de UNEP/Anecchini, 2005.

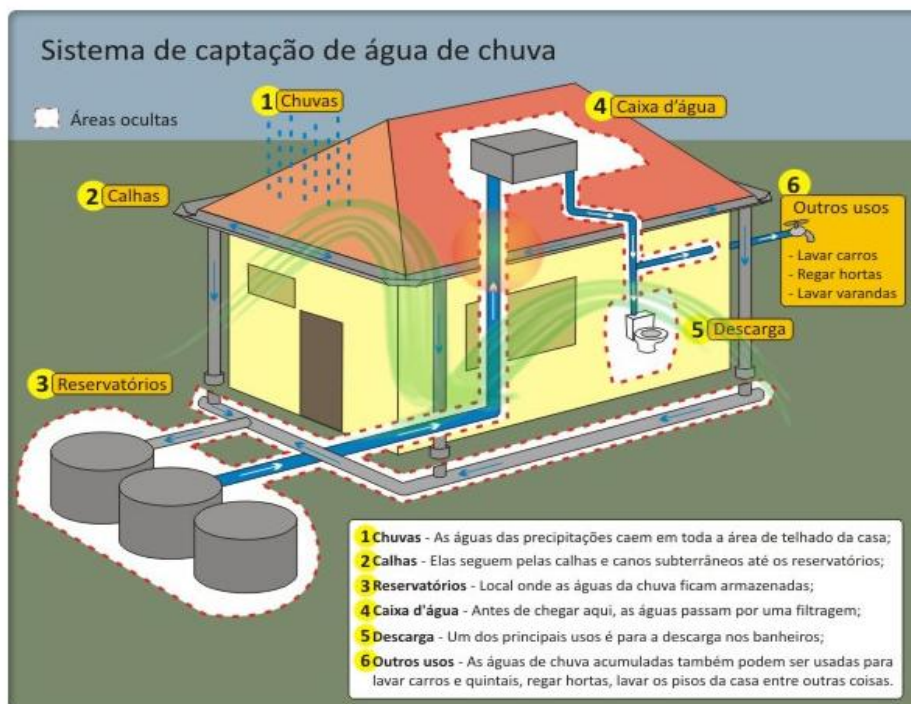
Os sistemas de aproveitamento de água de chuva são constituídos por tecnologias simples e, quando implantados no projeto da edificação, geram baixo custo de instalação. Quando o uso da água é não potável, o único custo adicional representativo é o do reservatório, pois o resto do sistema utiliza instalações que já estariam na edificação (FLESCH, 2011).

3.6.1 Componentes do sistema de captação de água de chuva

Na Figura 5, ilustra-se a representação de um sistema de captação e armazenamento de água de chuva. Como já se disse, ele é composto por calhas e

reservatórios, onde na maioria das vezes é apoiado em estruturas simples de concreto, mas pode ocorrer de serem enterrados também, como na figura. É um sistema simples e de baixo custo de implantação e operação.

Figura 5 - Sistema de captação de água de chuva em residências



FONTE: ECOVILA CLAREANDO

<<http://www.clareando.com.br/interno.asp?conteudo=solucoes>>

É importante ressaltar que a caixa d'água a qual a figura se refere é diferente da caixa d'água que armazena a água proveniente das concessionárias. Nesse caso, existem duas caixas d'água: uma para armazenamento de água para fins potáveis, para preparação de alimentos, por exemplo, e a outra para o armazenamento de água de chuva, para utilização nas bacias sanitárias, por exemplo.

Um sistema de captação e utilização de água de chuva é composto por:

3.6.1.1 SUPERFÍCIE DE CAPTAÇÃO

A superfície de captação geralmente são telhados, pátios e outras áreas impermeáveis. O tamanho desta está diretamente relacionado ao potencial de água de chuva possível de ser aproveitada, enquanto isso, o material da qual é formada influenciará na qualidade da água captada e nas perdas por evaporação e absorção. Os

telhados são mais utilizados para captação devido a melhor qualidade da água que este fornece (COHIM et al, 2008). As figuras 6 e 7 são exemplos de superfícies que podem ser utilizadas para captação da água de chuva. A primeira utiliza o telhado como superfície e a segunda utiliza uma estrutura construída simples para captação.

Figura 6 - Exemplo de telhado como superfície de captação de água de chuva



FONTE: ECOASSIST

< <http://www.ecoassist.com.br/blog/?tag=captacao-da-agua-da-chuva>>

Figura 7 - Exemplo de superfície para captação de água de chuva



FONTE: ECOASSIST

< <http://www.ecoassist.com.br/blog/?tag=captacao-da-agua-da-chuva>>

Em áreas rurais, além da utilização dos telhados, a água pode ser captada através de um calçadão de cimento construído sobre o solo e que necessita de grande área para instalação, como mostrado na Figura 8. Outra alternativa bastante comum são os tanques de pedra, Figura 9, que são fendas, barrocas ou buracos naturais, construídas em áreas de serra ou onde existem “lajedos” de pedra aflorante (ASA BRASIL, 2015).

Figura 8 - Cisterna calçada



FONTE: Prefeitura de Poções

< http://www.poco.es.ba.gov.br/noticias/20131029_cisternascalcadao.htm>

Figura 9 - Tanque de pedra



FONTE: PortalAZ

< https://www.portalaz.com.br/azmunicipios/noticia/cisternas_garantem_gua_em_assun_o_do_piau_160342.html>

3.6.1.2 CALHAS E TUBULAÇÕES

Utilizados para transportar a chuva coletada, podem ser encontrados em diversos materiais, porém os mais utilizados são em PVC e metálicos (alumínio e aço galvanizado), devendo os projetos e instalação observar exigências e critérios da NBR 10844 – Instalações Prediais de Águas Pluviais. Toda a tubulação que fizer parte desse sistema deve estar destacada com cor diferente e avisos de que essa conduz água de chuva evitando, assim, conexões cruzadas com a rede de água potável (COHIM et al, 2008). As figuras 10 e 11 representam, respectivamente, as calhas e as tubulações existentes no sistema de captação e armazenamento de água de chuva.

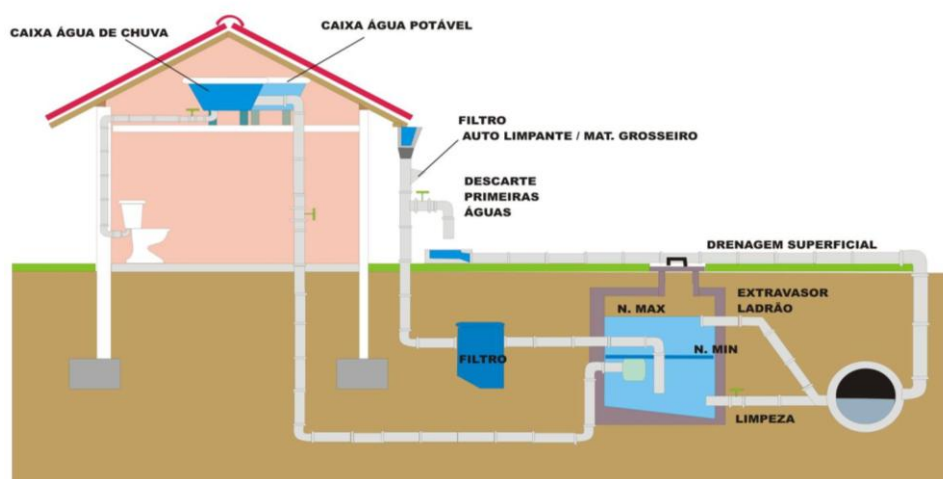
Figura 10 – Calha e condutor vertical para recolher água de chuva



FONTE: Equipe BBel

< <http://bbel.uol.com.br/organizacao/post/limpeza/geral/como-limpar-calhas>>

Figura 11 - Tubulações do sistema de captação e armazenamento



FONTE: Obras 24 horas

< <http://www.obra24horas.com.br/materias/produtos-e-servicos/reaproveitamento-da-agua-de-chuva>>

3.6.1.3 TRATAMENTO

O tipo e a necessidade de tratamento das águas pluviais dependerão da qualidade da água coletada e do seu destino final. Para melhor qualidade da água captada, é necessário que se faça uma filtragem da mesma. Essa pode ser feita na própria calha, onde são inseridas telas para reter as folhas, necessitando limpeza frequente. Além disso, é adequado o uso de uma tela com diâmetro menor, para a retenção de sólidos suspensos, como mostrada na Figura 12.

Figura 12 - Tela para retenção de sólidos



FONTE: Calhas Canaã

< <http://calhascanaa.com.br/blog/protecao-para-calhas/>>

A Figura 13 mostra um exemplo de filtro instalado nas tubulações de água de chuva. Nesse filtro, pequenos objetos sólidos como penas, pequenos insetos e folhas, que não foram retidos pela tela instalada na calha, são separados para que os mesmos não entrem no reservatório.

Figura 13 - Filtro nas tubulações



FONTE: Edson Urbano, 2014

< <http://revista.zapimoveis.com.br/saiba-como-reaproveitar-a-agua-da-chuva-com-projeto-de-baixo-custo/>>

3.6.1.3.1 Descarte de água pluvial antes do armazenamento (o *First Flush*)

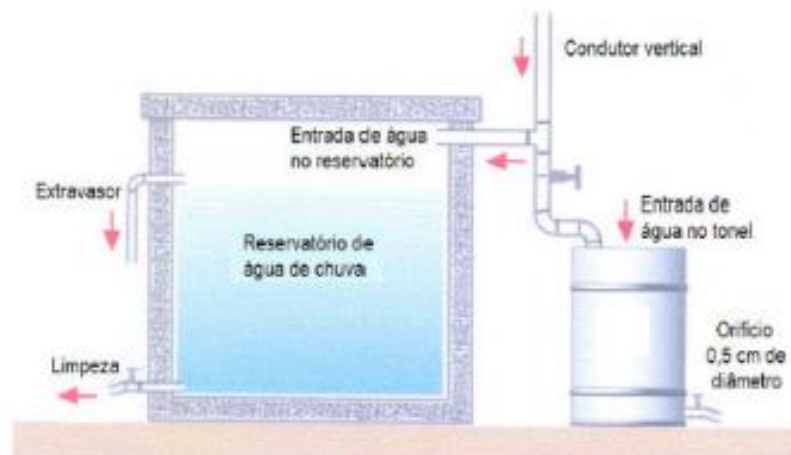
Quando ocorrem as primeiras chuvas após um período, mesmo que curto, de estiagem, a água coletada na superfície de captação e armazenada nos reservatórios não é própria para o consumo humano. Segundo Verdade (2008), pó, material orgânico caído de árvores ou até mesmo transportado por animais, assim como excrementos de

aves, são materiais que se depositam nas coberturas e que, com a ocorrência das primeiras chuvas, se dissolvem na água sendo necessária a sua rejeição, evitando assim a contaminação da água armazenada ou daquela que se possa armazenar no futuro.

Por isso, é necessária a instalação de um sistema de descarte dessas águas, ou dispositivo de descarte do escoamento inicial, o chamado de *first flush*, para garantir que a água a ser consumida tenha melhor qualidade.

Verdade (2008) apud May (2004) cita algumas técnicas para descarte da água de *first-flush*, como mostra a Figura 14. Nele, o reservatório de rejeição de água de chuva, denominado por “tonel”, acumula a água das primeiras chuvas, pelo que, quando cheio, leva a que o condutor vertical comece a abastecer o reservatório principal. Desta forma, o “tonel” é munido de um pequeno orifício que descarrega lentamente a água, sendo que só ao fim de alguns minutos após a chuva terminar é que este fica vazio. Como a vazão que entra é muito maior que a que sai, assim que o tonel fique cheio, a água “limpa” passará a encher o reservatório de água de chuva.

Figura 14 - Reservatório de *first flush* com tonel



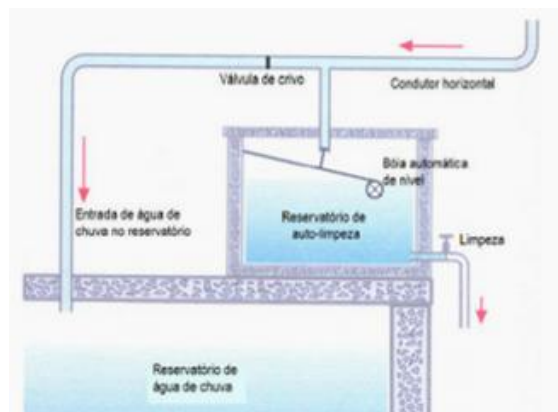
FONTE: Verdade (2008) apud May (2004)

Outra técnica descrita por Verdade (2008) para descarte do *first-flush* é o reservatório com torneira boia, como mostra a Figura 15 - Reservatório de auto limpeza com torneira boia.

Segundo Verdade (2008) apud May (2004), a água das primeiras chuvas, proveniente do telhado, é descarregada no reservatório de auto-limpeza, e quando este se encontra cheio é fechado pela torneira que é acionada por uma boia de nível,

encaminhando a água para o reservatório principal. Desta forma, quando a chuva para, deve ser feita a descarga da água, através de uma descarga de fundo.

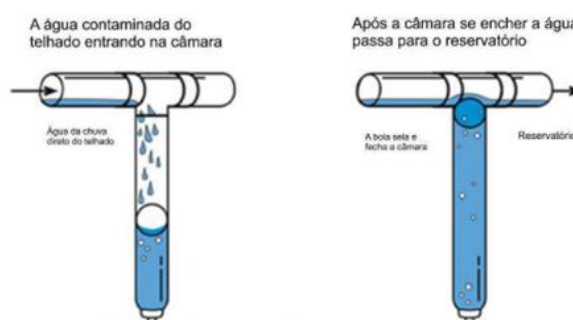
Figura 15 - Reservatório de auto limpeza com torneira boia



FONTE: Verdade (2008) apud May (2004)

A Figura 16 mostra o funcionamento de um sistema automático de *first flush*. A água coletada pelo telhado é transportada por uma tubulação de PVC até uma câmara, também de PVC, dimensionada para armazenar o volume dimensionado do *first flush*. Nessa câmara existe uma boia que, quando atinge a superfície, ela impede que a água de chuva continue a entrar nessa câmara, fazendo com que ela siga pela mesma tubulação até o reservatório de armazenamento de água de chuva.

Figura 16 - Funcionamento do sistema *first flush*



FONTE: Vieira (2013) apud RainHarvest

< http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2013/oit_mostra/Douglas_Lincoln_Machado_Vieira.pdf >

Segundo a Norma ABNT NBR 15527/07, que estabelece requisitos para aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis, é

recomendado que o dispositivo de descarte seja automático e que, na falta de dados de qualidade da água, seja feito o descarte de 2 mm da precipitação inicial.

Em algumas localidades, esse descarte é feito de forma manual, ou seja, após aproximadamente 5 a 10 minutos de chuva o morador fecha o registro, fazendo com que a água comece a ser armazenada no reservatório. Esse método não é muito indicado, pois não é feito nenhum estudo que comprove que após determinado tempo a água tenha qualidade adequada para consumo, além de que os moradores podem esquecer ou até mesmo não utilizar do registro, fazendo com que toda a água de chuva passe diretamente para o reservatório.

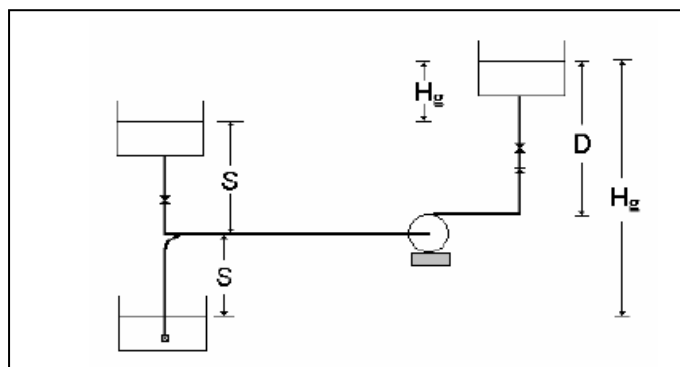
3.6.1.4 BOMBAS E SISTEMAS PRESSURIZADOS

Estes dispositivos são usados quando os pontos de utilização estão em cotas superiores a do nível de água no reservatório principal. Porém vale ressaltar que durante a concepção do sistema de aproveitamento de água pluvial deve-se buscar a utilização de reservatórios elevados e o encaminhamento da água coletada diretamente para este, quando possível evitando o bombeamento e aumentando assim a eficiência energética do sistema (COHIM et al, 2008).

Quando se deseja instalar um reservatório superior, é necessária a instalação de pressurizador ou bomba de recalque, dependendo da utilização. O mais utilizado é a bomba para recalque que leva a água para um reservatório específico para água de chuva, a um nível pouco abaixo da caixa de água potável, e de lá é distribuída para toda a residência com canalização própria. Em caso de falta de água de chuva é instalada uma válvula solenóide conectada ao reservatório de água potável, assim com o auxílio de uma chave bóia elétrica, o sistema é abastecido com água potável (WEIERBACHER, 2008 apud ACQUASAVE, 2008).

Bomba centrífuga

É o tipo de bomba mais comumente empregada em sistemas de aproveitamento de água de chuva, podendo ser bomba submersível, instalada dentro do reservatório, ou por bomba centrífuga externa. O cálculo da bomba deverá ser feito usando os conceitos comuns de hidráulica.

Figura 17 - Esquema de bomba afogada e bomba por sucção

FONTE: Tomaz (2009)

Na Figura 17 pode-se ver a instalação típica de bombas de duas maneiras básicas:

1. Bomba afogada
2. Bomba por sucção

A bomba afogada estará sempre com água e dificilmente haverá problemas de funcionamento. A bomba de sucção deverá ser usada quando não houver alternativa. Assim, tem-se as seguintes situações e expressões (Tomaz, 2009):

Quadro 2 - Alturas manométricas e expressões hidráulicas

ALTURAS	EXPRESSÕES
altura manométrica de sucção (H_S)	$H_S = \pm S + h_{fs} - P_S$
altura de recalque (H_D)	$H_D = \pm D + h_{fd} + P_D$
altura manométrica total (H_T)	$H_T = \pm S \pm D + h_{fs} + h_{fd} + P_D - P_S$

nas quais tem-se:

S = altura estática de sucção

H_{fs} = perda de carga total na linha de sucção

P_S – pressão manométrica no reservatório de sucção

D = altura estática de descarga

H_{fd} = perda de carga total na linha de descarga

P_D = pressão manométrica no reservatório de descarga

Potência da Bomba

Segundo Azevedo Neto (1998), tem-se:

$$P = \gamma \times Q \times H_{\text{man}} / 75 \eta$$

(Equação 1)

sendo

P = potência em HP

Q = vazão em m^3/s

H_{man} = altura manométrica em metro de coluna de água

$\eta = \eta_{motor} \times \eta_{bomba}$ (rendimento do conjunto)

γ = peso específico da água = $1.000 \text{ kgf}/m^3$

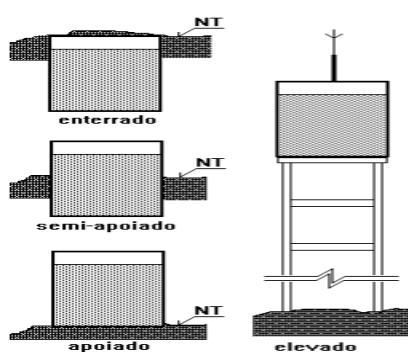
3.6.1.5 RESERVATÓRIO

O volume do reservatório para armazenamento da água captada é o fator mais importante no projeto de um sistema de aproveitamento de águas pluviais. O reservatório representa, na maioria dos casos, o item de maior custo no sistema (FLESCHE, 2011), e podem ser de diversos tipos e materiais.

Segundo Venancio (2009), os reservatórios podem ser de diferentes tipos, de acordo com a localização no terreno. Podem ser:

- Enterrados, quando está completamente embutido no terreno,
- Semi-enterrado ou semi-apoiado, quando há uma altura líquida com uma parte abaixo do nível do terreno,
- Apoiado, quando a laje de fundo é apoiada no terreno,
- Elevado, quando o reservatório é apoiado em estruturas de elevação.

Figura 18 - Reservatório em relação ao terreno



FONTE: Venâncio, 2007

Existem diversos tipos de materiais de reservatórios, como de placas de cimento, de polietileno, fibra de vidro, entre outros. O modelo de reservatório de placas de cimento (Figura 19) é bastante encontrado em todo o Nordeste do Brasil, em

comunidades de pequenos agricultores e, hoje estão sendo construídas também por pequenos empreiteiros e prefeituras (GNADLINGER, s.d).

Figura 19 - Reservatório de placa de cimento



FONTE: < <http://construindo.org/cisternas/>>

Os reservatórios de polietileno (Figura 20), em geral, armazenam até 15 mil litros de água. São leves, flexíveis e empilháveis, o que facilita o manuseio, transporte e instalação (FAZFORTE, 2013). O programa *Água para Todos*, instituído pelo Decreto 7.535, de 25/07/2011, uma ação do Governo Federal coordenada pelo Ministério da Integração Nacional, utiliza reservatório (cisterna) de 16 mil litros fabricado em polietileno de alta densidade - PEAD, como ilustra a Figura 20.

Figura 20 - Reservatório de polietileno



FONTE: < <http://www.fortlev.com.br/produto/caixa-dagua-de-polietileno-2/>>

Figura 21 - Cisterna de PEAD utilizada pelo Programa Água para Todos



FONTE: Borges, 2015

Para a determinação da quantidade de água armazenada, vários fatores são levados em consideração, como a área do telhado e o índice pluviométrico da região. De posse desses dados, segundo a ABNT NBR 15527/07, o dimensionamento de reservatórios de armazenamento de água de chuva pode ser calculado por diversos métodos de cálculos, onde o volume de água de chuva aproveitável depende do coeficiente de escoamento superficial da cobertura, bem como da eficiência do sistema.

É importante a manutenção frequente do reservatório e de todo o sistema de captação. A chuva poderá levar materiais pesados que estão no ar e que se depositarão no fundo do reservatório, onde geralmente se forma uma pequena camada de lama. Os microorganismos que vieram do telhado e dos encanamentos se desenvolverão no reservatório, colocando em perigo aqueles que usarem a água de chuva para fins potáveis, podendo causar doenças como diarreia (TOMAZ, 2009).

Alguns cuidados devem ser tomados com os reservatórios, como evitar-se a entrada da luz do sol no reservatório, devido ao possível crescimento de algas, a tampa de inspeção deverá ser bem fechada, a saída do extravasor (ladrão) deverá conter grade para que não entre pequenos animais, a limpeza deverá ser realizada ao menos uma vez ao ano, removendo a lama pela descarga de fundo, lembrando-se de deixar uma pequena declividade para facilitar a descarga de fundo (TOMAZ, 2009).

3.6.1.6 DISTRIBUIÇÃO

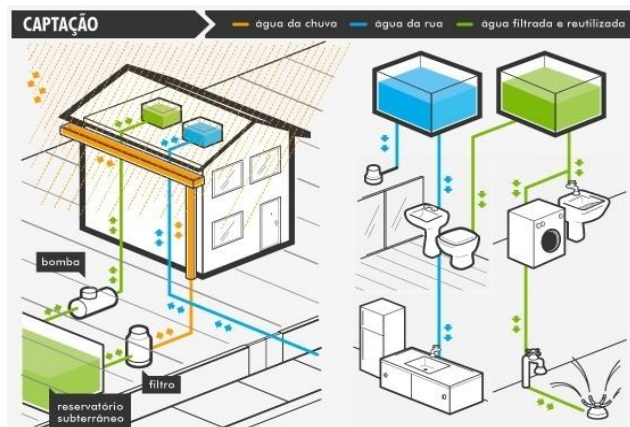
As instalações que fazem a distribuição da água do reservatório para os pontos de consumo devem ser projetadas da mesma forma que as instalações prediais de água potável, porém devem ser identificadas como água de uso não potável. (FLESCHE, 2011)

Normalmente, essas instalações são direcionadas à área de serviço, onde podem ser utilizadas para lavagem de áreas externas, e às bacias sanitárias, para a utilização das descargas.

A Figura 22 a seguir representa um esquema de como as águas devem ser tratadas nas residências. Em laranja, a tubulação é responsável pelo transporte da água de chuva captada pelo telhado da residência até o reservatório específico para o armazenamento dessa água. Em azul está mostrada a água potável proveniente da concessionária, ou a “água da rua”, como foi chamada na figura. Ela deve ser utilizada para fins mais nobres, onde há o contato direto da água pelos moradores, podendo haver a ingestão da mesma. Já em verde está representada a água de chuva armazenada, que é utilizada para fins

menos nobres. Nas torneiras em que ela é utilizada, é importante uma identificação, para que não haja o uso indevido dessa água.

Figura 22 - Separação das águas na residência



FONTE: BORDIGNON

<<http://www.bordignon.com.br/blog/como-reaproveitar-a-agua-da-chuva-em-residencias/>>

Nas zonas rurais, é comum que a distribuição da água seja feita através de bomba elétrica ou mais comumente do tipo manual, onde o morador retira a água armazenada na cisterna e a transporte para sua residência através de baldes.

Figura 23 - Distribuição da água através de bombas na zona rural



FONTE: <<http://www.sedinor.mg.gov.br/ler.php?id=1022>>

3.6.1.7 MANUTENÇÃO

De acordo com a NBR 15527/07, deve ser realizada a manutenção de todo o sistema de captação e armazenamento de água de chuva de acordo com Quadro 3 a seguir:

Quadro 3 - Frequência de manutenção

Componente	Frequência de manutenção
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal e limpeza trimestral
Dispositivo de descarte do escoamento inicial	Limpeza mensal
Calhas, condutores verticais e horizontais	Semestral
Dispositivos de desinfecção	Mensal
Bombas	Mensal
Reservatório	Limpeza e desinfecção anual

FONTE: Adaptado NBR 15527:2007

3.6.2 MÉTODOS PARA DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO DE ÁGUA DE CHUVA

O reservatório representa o item mais oneroso do sistema de captação e utilização de água pluvial devendo, portanto ser dimensionado de forma bastante criteriosa. O custo do reservatório pode variar de 50% a 85% do custo total de um sistema de aproveitamento de água de chuva (THOMAS 2004, apud ANNECCHINI, 2005). Assim sua escolha influencia diretamente na viabilidade financeira deste (COHIM et al, 2008, apud THOMAS, 2001).

O tamanho desse reservatório depende de diversos fatores, como o regime de chuvas local, o tamanho da área de captação e a demanda necessária pelos moradores da residência. Nas áreas rurais, geralmente esses reservatórios tem a capacidade de armazenar um volume grande de água, pois a irregularidade das chuvas nesses locais é constante, fazendo com que essa água armazenada nos períodos de chuva seja utilizada nos períodos de estiagem.

Nas zonas urbanas, o tamanho desses reservatórios não é tão grande quanto na zona rural, pois, na maioria das vezes, a população possui abastecimento regular de água, além da falta de área livre para a construção de grandes reservatórios. Nesses locais, os reservatórios são dimensionados de acordo com a demanda do morador da residência, servindo como fonte complementar de abastecimento de água.

O sistema de captação e armazenamento de água de chuva deve seguir as normas brasileiras para construção e monitoramento do mesmo. A NBR 10.844/89 fixa exigências e critérios necessários aos projetos das instalações de drenagem de águas pluviais. Nessa norma são estabelecidas algumas condições específicas para garantir níveis aceitáveis de funcionalidade, segurança, higiene, conforto, durabilidade e economia na utilização de água de chuva. Nela são especificados os fatores que devem

ser levados em consideração para a construção do sistema de captação e armazenamento de água de chuva, como período de retorno, vazão de projeto, dimensionamento das calhas, entre outros.

A norma ABNT NBR 15527/07 define métodos de cálculos para o dimensionamento de reservatórios de armazenamento de água de chuva. O volume de água de chuva aproveitável, dependente do coeficiente de escoamento superficial da cobertura, bem como da eficiência do sistema, é dado pela equação geral:

$$V = P * A * C * \eta_{\text{fator de captação}} \quad \text{(Equação 2)}$$

onde,

V = volume anual, mensal ou diário de água de chuva aproveitável;

P = é a precipitação média anual, mensal ou diária;

A = é a área de coleta;

C = coeficiente de escoamento superficial da cobertura;

$\eta_{\text{fator de captação}}$ = eficiência do sistema de captação (implementos colocados antes do reservatório: filtros, peneiras, para derivação do escoamento inicial, quando usados ($\eta = 0,85$)).

No anexo da ABNT NBR 15527/07 estão descritos seis métodos de cálculos para dimensionamento dos reservatórios, como a seguir se expõe.

3.6.2.1 MÉTODO DE RIPPL

Neste método, são usados dados pluviométricas mensais ou diários. É de fácil aplicação, entretanto esse método foi desenvolvido, a princípio, para estimativas de volumes para grandes reservatórios, o que acarreta uma superestimativa do volume a ser reservado (AMORIM; PEREIRA, 2008).

São seguidos os seguintes passos para o dimensionamento:

$$S_{(t)} = D_{(t)} - Q_{(t)} \quad \text{(Equação 3)}$$

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

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

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;

V é o volume do reservatório;

C é o coeficiente de escoamento superficial.

3.6.2.2 MÉTODO DA SIMULAÇÃO

Neste método, a evaporação da água não deve ser levada em conta, devem ser feitas duas hipóteses, o reservatório está cheio no início da contagem no tempo (t) e os dados históricos são representativos para as condições futuras. Nele, fixa-se um volume para o reservatório e verifica-se se o mesmo será adequado para a situação em estudo. Para um determinado mês, aplica-se a equação da continuidade a um reservatório finito:

$$S_{(t)} = Q_{(t)} + S_{(t-1)} - D_{(t)} \quad \text{(Equação 4)}$$

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

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

Onde:

$S_{(t)}$ é o volume de água no reservatório no tempo t;

$S_{(t-1)}$ é o volume de água no reservatório no tempo t-1;

$Q_{(t)}$ é o volume de chuva no tempo t;

V é o volume do reservatório fixado;

C é o coeficiente de escoamento superficial.

3.6.2.3 MÉTODO DE AZEVEDO NETO

O método de Azevedo Neto é empírico e desconsidera a influência da demanda, considerando apenas o volume captado e o período de estiagem. (COHIM et al., 2008)

Para esse método, o volume da chuva é obtido pela seguinte equação:

$$V = 0,042 * P * A * T \quad \text{(Equação 5)}$$

Onde:

P é o valor numérico da precipitação média anual, expresso em milímetros (mm);

T é o valor numérico do número de meses de pouca chuva ou seca;

A é o valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados (m²);

V é o valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, expresso em litros (L).

3.6.2.4 MÉTODO PRÁTICO ALEMÃO

Trata-se de um método empírico, onde se estima o menor valor do volume do reservatório apurado pelos critérios: ou 6% do volume anual de consumo ou 6% do volume anual de precipitação aproveitável.

$$V_{\text{adotado}} = \text{mín} (V; D) * 0,06 \quad \text{(Equação 6)}$$

Onde:

V é o valor numérico do volume aproveitável de água de chuva anual, expresso em litros (L);

D é o valor numérico da demanda anual da água não potável, expresso em litros (L);

V_{adotado} é o valor numérico do volume de água do reservatório, expresso em litros (L).

3.6.2.5 MÉTODO PRÁTICO INGLÊS

Nesse método, também empírico, a demanda não é considerada no cálculo e o volume do reservatório é obtido pela seguinte equação:

$$V = 0,05 * P * A \quad \text{(Equação 7)}$$

Onde:

P é o valor numérico da precipitação média anual, expresso em milímetros (mm);

A é o valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados (m^2);

V é o valor numérico do volume de água aproveitável e o volume da água da cisterna, expresso em litros (L).

3.6.2.6 MÉTODO PRÁTICO AUSTRALIANO

O método prático australiano consiste em determinar a demanda e a área da superfície de captação e ir determinando os volumes dos reservatórios até que a quantidade de água armazenada seja a desejada para atender a demanda. O volume de chuva armazenável é obtido pela seguinte equação:

$$Q = A * C * (P - I) \quad \text{(Equação 8)}$$

Onde:

C é o coeficiente de escoamento superficial, geralmente 0,80;

P é a precipitação média mensal;

I é a interceptação da água que molha as superfícies e perdas por evaporação, geralmente 2 mm;

A é a área de coleta;

Q é o volume mensal produzido pela chuva.

O cálculo do volume do reservatório é realizado por tentativas, até que seja determinado um volume que atenda as demandas com nível de confiança desejável. O volume do reservatório é dado por:

$$V_t = V_{t-q} + Q_t - D_t \quad \text{(Equação 9)}$$

Onde:

Q_t é o volume mensal produzido pela chuva no mês t ;

V_t é o volume de água que está no tanque no fim do mês t ;

V_{t-1} é o volume de água que está no tanque no início do mês t ;

D_t é a demanda mensal.

No cálculo do método prático australiano, deve considerar, para o primeiro mês, o reservatório vazio.

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

O volume do tanque escolhido será T .

Falha no atendimento:

Para determinar qual a falha no atendimento do sistema, faz-se a relação entre o número de meses que o sistema não atendeu à demanda e a quantidade de meses total.

$$P_r = N_r/N \quad \text{(Equação 10)}$$

Onde:

P_r é a falha;

N_r é o número de meses em que o reservatório não atendeu à demanda, isto é, quando $V_t = 0$;

N é o número de meses considerado, geralmente 12 meses.

Confiança:

A partir da falha do sistema, determina-se o nível de confiança do mesmo, ou seja, a proporção do tempo em que o reservatório atende a demanda:

$$\text{Confiança} = (1 - P_r) \quad \text{(Equação 11)}$$

A Norma recomenda que o nível de confiança esteja compreendido entre 90 e 99%.

3.6.3 Normas e requisitos de qualidade da água para consumo humano

Segundo a NBR 15.527/89, para a água de chuva ser utilizada para fins não potáveis, ela deve obedecer a padrões de qualidade, como os listados no Quadro 4.

Quadro 4 - Padrões de qualidade da água de chuva para usos não potáveis

Parâmetros	Análise	Valor
Coliformes totais	Semestral	Ausência em 100 mL
Coliformes termotolerantes	Semestral	Ausência em 100 mL
Cloro residual livre	Mensal	0,5 a 3,0 mg/L
Turbidez	Mensal	< 2,0 uT, para usos menos restritivos; < 5,0 Ut
Cor aparente (caso não seja utilizado nenhum corante, ou antes da sua utilização)	Mensal	< 15 uH
Deve prever ajuste de pH para proteção das redes de distribuição, caso necessário	Mensal	pH de 6,0 a 8,0 no caso da tubulação de aço carbono ou galvanizado

FONTE: Adaptado NBR 15.527/89

3.7 ANÁLISE DE INVESTIMENTO

A *Análise de Investimento* tem sido definida de várias maneiras durante as últimas décadas, sendo, em síntese, entendida como uma operação intelectual que permite medir o valor de um projeto com base na comparação dos benefícios gerados em relação ao capital investido e custos decorrentes no horizonte de planejamento ou vida útil do mesmo (MONTANHINI, 2008). A avaliação do investimento pode ser classificada segundo a fonte de financiamento do capital aplicado, a natureza ou objetivos do projeto, ou seja: a) Avaliação Financeira, b) Avaliação Econômica e c) Avaliação Socioambiental.

Segundo esse mesmo autor, as três categorias de avaliação do investimento têm campo de ação definido e utilizam técnicas e indicadores de medição similar, enquanto a avaliação socioambiental é a única que consiste no manuseio de valores monetários e/ou valores socioambientais. Em todos os casos, observadas as respectivas particularidades, e considerados à parte os aspectos políticos e subjetivos, a avaliação de investimentos pode ser feita matematicamente, uma vez que sejam definidos ou conhecidos os fluxos de caixa dos valores resultantes desses investimentos e dos benefícios dele decorrentes.

Com em qualquer projeto de engenharia, também no caso de projetos de aproveitamento de água de chuva, análises econômicas devem ser feitas. Estas análises consistem, basicamente, em aplicar critérios que permitam identificar a escolha da alternativa mais interessante, assim como definir se é ou não justificável investir recursos financeiros na implementação do projeto (MONTANHINI, 2008).

Os seguintes métodos são os mais utilizados para a realização da análise de investimentos:

- Método do Valor Presente Líquido;
- Método do Valor Anual Líquido;
- Método do Custo Anual Uniforme;
- Método da Taxa Interna de Retorno;
- Método do Prazo de Retorno (pay-back);
- Método da Relação Benefício-Custo.

Para o presente estudo, serão empregados o Método do Valor Presente Líquido (VPL) e o Método da Relação Benefício-Custo (Relação B/C), ambos muito utilizados na Análise de Investimento, pelos quais se busca, entre outros princípios, definir uma alternativa que demonstre um adequado retorno financeiro e que seja economicamente atrativa.

Em relação à avaliação do sistema de aproveitamento de água de chuva foram considerados o custo completo das instalações em toda a sua vida e os benefícios esperados. Conforme Taylor (2005) apud Tomaz (2009), a avaliação de todos os custos devem considerar um período de 10 anos de vida útil para um sistema de água de chuva, devendo incluir os custos atuais, custos financeiros, manutenção e operação, etc.

Para realizar a análise de avaliação de investimento do sistema foram considerados os custos de implantação e os custos com despesas de operação e manutenção do sistema, a nível anual, como:

- a) custos com Energia elétrica em 10 anos usada no bombeamento;
- b) Fornecimento de hipoclorito de sódio para cloração da água;
- c) Limpeza e desinfecção dos reservatórios uma vez por ano;
- e) Custo de esgoto de toda água de chuva aproveitada supondo que a mesma vá para a rede pública.

3.7.1 Método do Valor Presente Líquido (VPL)

O valor presente líquido (VPL) consiste em transformar todos os custos e benefícios envolvidos no projeto em valores presentes (instante zero). A alternativa que possuir o maior VPL (benefícios menos custos envolvidos) será a mais atrativa economicamente (GOMES, 2009). A expressão para a determinação do VPL é:

$$\mathbf{VPL = Benefícios}_{(\text{valor presente})} - \mathbf{Investimentos} - \mathbf{Custos}_{(\text{valor presente})} \quad (\text{Equação 12})$$

Para uma série uniforme de benefícios e custos no fluxo de caixa a expressão será:

$$\mathbf{VPL = B * FVP}_{i,e,n} - \mathbf{I} - \mathbf{C * FVP}_{(i,e,n)} \quad (\text{Equação 13})$$

Onde:

B = Benefícios anuais (R\$);

I – Custo de investimento para implantação do projeto (R\$);

C = Custos anuais (R\$);

FVP = Fator de valor presente (função da taxa de juros “i”, e do tempo).

O FVP pode ser calculado pelas seguintes equações:

$$\mathbf{FVP = \frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n}} \quad (\text{Equação 14})$$

Onde:

i = taxa de juros compostos (anual ou mensal);

n = período de tempo (anual ou mensal).

Ou,

$$\mathbf{FVP = \left[\frac{(1+e)^n - (1+i)^n}{(1+e) - (1+i)} \right] \times \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]} \quad (\text{Equação 15})$$

Onde:

e = taxa ao longo do alcance do projeto, quando se considera por exemplo um aumento do custo da energia ou da água, se aplicável.

Serão consideradas atrativas as alternativas de projeto que possuírem VPL maior que zero ($VPL > 0$); se o $VPL < 0$, o investimento é financeiramente não-atrativo; se $VPL = 0$, considera-se o investimento de resultado indiferente. Se alternativas de projeto possuem os mesmos benefícios, aquela que proporcionar o menor VPL dos custos envolvidos será a mais atrativa.

3.7.2 Método da Relação Benefício/Custo

Considerando este método de avaliação de investimento, um projeto deverá ter a relação B/C maior ou igual a 1 e a alternativa que tenha maior taxa B/C será a utilizada, visto que se espera que o benefício após a implantação do projeto será maior que os custos do mesmo (MONTANHINI, 2008).

Segundo Montanhini (2008), a relação Benefício/Custo (B/C) deve ser interpretada da seguinte forma:

$B/C < 1$ inviável (benefícios menores que os custos);

$B/C = 1$ indiferente (benefícios iguais aos custos);

$B/C > 1$ viável (benefícios maiores que os custos).

No caso da implantação do sistema de coleta, armazenamento e uso de água de chuva, o principal benefício tangível que pode ser observado é a não-necessidade de aquisição de água da rede pública, com consequente economia de água potável, uma vez que a água pluvial pode ser usada para fins menos nobres (ou não-potáveis), podendo ainda haver redução de impactos causados pelo escoamento superficial nos sistemas públicos de drenagem de água pluvial, decorrentes do crescimento desordenado da impermeabilização das cidades.

Nos custos do referido sistema estão inseridos gastos com os estudos realizados para projetá-lo, na compra e instalação dos equipamentos e acessórios utilizados na captação, armazenamento e distribuição da água de chuva nos pontos de consumo (tubulações, calhas, filtros, reservatório), além de custos de operação e manutenção do sistemas ao longo da sua vida útil.

3.7.3 Tempo de retorno de capital (*payback*)

O tempo de retorno de capital, o *payback*, indica quanto tempo é necessário para que os benefícios do projeto se igualem ao custo de investimento de implantação do sistema (GOMES, 2009).

Segundo Gomes, 2009, para a análise do tempo de retorno de capital, devem ser analisadas duas situações:

- Tempo de retorno não descontado

Nesse caso, não são consideradas as taxas de juros e o aumento da energia e água esperadas durante a análise do projeto.

Esse tempo de retorno é determinado pela divisão entre o custo de implantação do sistema pelo benefício líquido esperado (anual ou mensal).

$$\mathbf{TR} = \frac{\mathbf{I}}{\mathbf{BL}} \quad \mathbf{(Equação\ 16)}$$

- Tempo de retorno descontado

Nesse caso, levam-se em consideração as taxas de juros e o aumento da energia e água esperadas durante a análise do projeto. A forma prática de se determinar o tempo de retorno descontado de um projeto consiste em calcular os valores de VPL para valores crescentes do número de períodos “n” e verificar qual o valor de “n” que zera o VPL.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa realizada para a elaboração desse trabalho é do tipo aplicada. Ela tem como objetivo investigar, comprovar ou rejeitar hipóteses sugeridas pelos modelos teóricos (RODRIGUES, 2007), voltados para o estudo de uma realidade social, sendo também exploratória, em razão de proporcionar maior familiaridade com o problema do uso de água potável para fins menos nobres num condomínio.

Para a realização desse trabalho, foi necessário realizar uma ampla revisão bibliográfica, onde foi considerado o estudo de elementos hidroclimáticos aplicáveis, cálculo da água captável, balanço hídrico oferta x demanda, verificação de Normas aplicáveis ao dimensionamento hidráulico de estruturas de captação, armazenamento e distribuição de água de chuva e os métodos de análise de viabilidade econômica de projetos aplicáveis ao aproveitamento de água de chuva.

Para isso, foi feito o levantamento de dados arquitetônicos e do projeto de engenharia referentes ao residencial, dados cartográficos, fisiográficos, hidroclimatológicos e socioeconômicos da área de estudo. Esses dados foram tratados e posteriormente analisaram-se as alternativas de armazenamento e de distribuição da água de chuva. Feito isso, foram tratados os custos do sistema para análise econômico-financeira dos investimentos, levando em consideração condições técnicas, taxa internas de retorno e análise benefício-custo das possíveis alternativas de projeto. Além disso, foi identificado o grau de risco no atendimento das demandas e os requisitos importantes para se obter um desenvolvimento sustentável, com reflexos ambientais e econômicos positivos.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO E DO OBJETO DO ESTUDO

Feira de Santana, segunda maior cidade do estado da Bahia, está localizada no sertão, como mostra a Figura 24, compreendendo um dos principais centros rodoviários do país e o maior do Norte-Nordeste, cortado por três rodovias federais e quatro estaduais (ACEFS, 2013). De acordo com o IBGE, a população estimada da cidade em 2015 é de 617.528 habitantes.

Responde pela segunda economia regional da Bahia, com amplitude de vínculos econômicos e relações de transações comerciais de um complexo de regiões, com sua economia diversificada, agropecuária, comércio, indústria e serviços de apoio urbano, a

cidade ostenta posição de centro distribuidor da produção regional e polo de negócios e atividades dinâmicas. (PORTAL FÉRIAS, 2015)

Possui clima quente úmido, com temperatura média de 24,1°C. A cidade fica localizada na zona de planície, entre o recôncavo e os tabuleiros semiáridos do nordeste baiano (PORTAL FÉRIAS, 2015).

Outro fator preponderante para a economia de Feira de Santana é o avanço da economia informal. Dados do censo de 2000 já apontavam um número de pessoas ocupadas no mercado informal sensivelmente maior do que os trabalhadores formais (ACEFS, 2013).

Figura 24 - Localização de Feira de Santana



FONTE: WIKIPEDIA, 2006

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Bahia_Municip_FeiradeSantana.svg>

4.1.1 Situação do abastecimento de água

A prestadora de serviços de água e esgotamento sanitário em Feira de Santana é a Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. (Embasa), sociedade de economia mista de capital autorizado, tendo como acionista majoritário o Governo do Estado da Bahia (EMBASA, 2016).

A Embasa atende, prioritariamente, a população urbana de sua área de atuação, bem como uma parcela considerável da população rural localizada nas proximidades das cidades e dispersas ao longo de sistemas integrados. Ela opera 417 sistemas de abastecimento de água no estado da Bahia, atendendo 1.845 localidades. Ao total, a empresa atende 364 municípios do estado, sendo 38 da região de Feira de Santana (EMBASA, 2016).

Segundo o SNIS (2013), 91,5% da cidade de Feira de Santana possui atendimento de água da Embasa, sendo que na área urbana esse número é de 99,7%. O número de economias abastecidas em Feira de Santana, segundo o IBGE, é de 149.897 unidades. Também segundo o SNIS (2013), o consumo médio de água por economia registrada é de 9,08m³/mês/economia e o consumo médio per capita de água é de 90,74 l/hab.dia. Esse consumo médio de água pode ser bastante reduzido, caso haja fontes alternativas de abastecimento de água, como a captação da água de chuva.

4.1.2 O condomínio residencial Lótus Residence

O objeto de estudo é o *Condomínio Residencial Lótus Residence*, situado na cidade de Feira de Santana, BA, no bairro SIM. Por se tratar do uso de dados de projeto, fotos, imagens e nome relacionados a um empreendimento privado, como é o caso do *Condomínio Residencial Lótus Residence*, foram obtidas a cessão e uma autorização expressa (Anexo A) para tal, o que foi conferido pela empresa CONIK CONSTRUTORA LTDA.

O condomínio é composto por quarenta e duas (42) residências unifamiliares, com área de uso comum integrando piscina, salão de festas, salão de jogos, academia, brinquedoteca, área de lazer com espaço gourmet, quadra de futebol gramada, além de área para estacionamento de veículos.

No condomínio estudado é intenso o uso de água potável para fins não nobres, como em áreas verdes e lavagem frequente de pisos, como na área de lazer, espaço gourmet e deck da piscina, além do salão de festas.

Nas áreas externas, existem 5 banheiros com 5 bacias sanitárias, sendo 2 na área da piscina, 2 no salão de festas e 1 na guarita. Além disso, o condomínio possui 480,10m² de área verde, composta por campo poliesportivo gramado e jardins, e 633,50m² de área impermeável, composta pelo salão de festas e área gourmet (234,60m²) e deck da piscina (398,9m²).

Nas áreas citadas, o possível uso da água de chuva pode gerar uma economia para o *Condomínio Residencial Lótus Residence*, reduzindo a conta da água proveniente da concessionária, pois, para esses usos, a água de chuva é tão eficiente quanto a água potável.

A Figura 25 ilustra a fachada frontal do Condomínio. A área total do condomínio é de 8.355,00 m², dividida como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Divisão das áreas do condomínio

Espaço	Área (m²)
Área do terreno	8.355,00
Área da quadra poliesportiva	310,45
Área da piscina	95,55
Área do deck	398,90
Área ocupada da guarita	10,90
Área ocupada do clube	170,70
Área construída da guarita	10,90
Área construída do clube	234,60
Área construída total das unidades	5.850,95
Área ocupada total das unidades	2.928,27
Área ocupada por cada unidade	67,86
Área construída de cada unidade	135,72

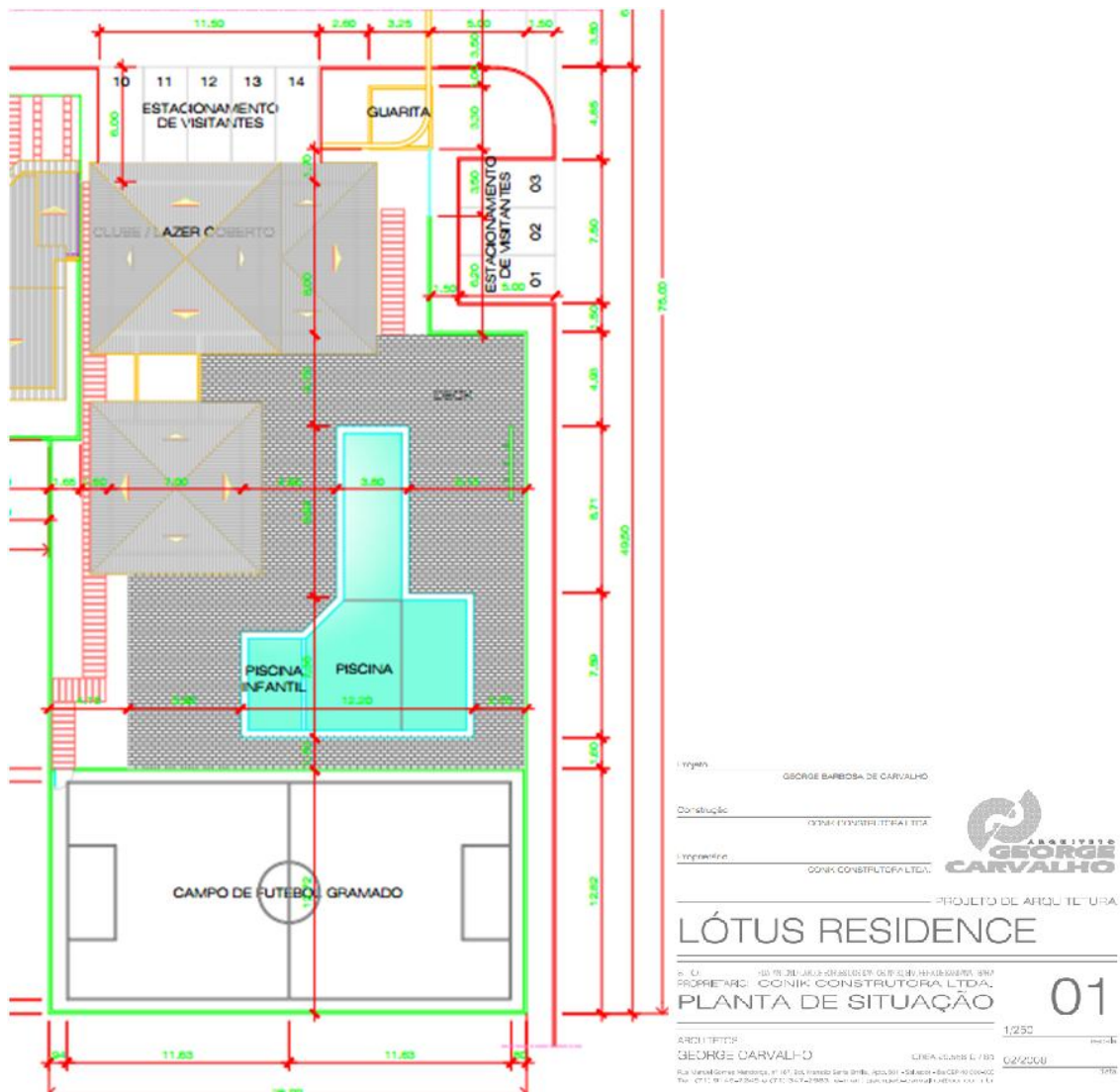
FONTE: CONIK Construtora

Figura 25 - Fachada frontal do Condomínio Lótus Residence

Fonte: PRÓPRIO AUTOR

As figuras 26 e 27 apresentam, respectivamente, uma vista superior e de detalhes da área comum do Condomínio Residencial Lótus Residence.

Figura 27 – Detalhe da área comum do condomínio



FONTE: CONIK Construtora

4.2 DADOS PLUVIOMÉTRICOS

De acordo com a NBR 15527/07, para o cálculo do volume de água de chuva aproveitável, deve-se utilizar a precipitação média anual, mensal ou diária. Para a elaboração desse trabalho, utilizaram-se as médias mensais obtidas pelo banco de dados do INMET. A estação operante utilizada foi a de Feira de Santana – BA, código 83221, localizada pela latitude 12.18 graus, e longitude -38.96 graus, altitude de 230,68m. Os dados trabalhados são referentes às médias mensais analisadas entre os anos de 1999 e 2015.

Os dados descritos na Tabela 2 a seguir representam os valores mensais de pluviometria da estação código 83221. Para os meses de fevereiro, março e abril de 2003, meses com falhas, estimou-se valores com base na média mensal com as outras informações. Neste caso, não foi realizado o preenchimento de falhas, visto que não há outros postos pluviométricos vizinhos que possibilitassem preencher as falhas mensais observadas na série histórica trabalhada, por exemplo, pelo Método da Ponderação Regional.

Tabela 2 - Médias pluviométricas mensais em Feira de Santana - 1999 a 2015

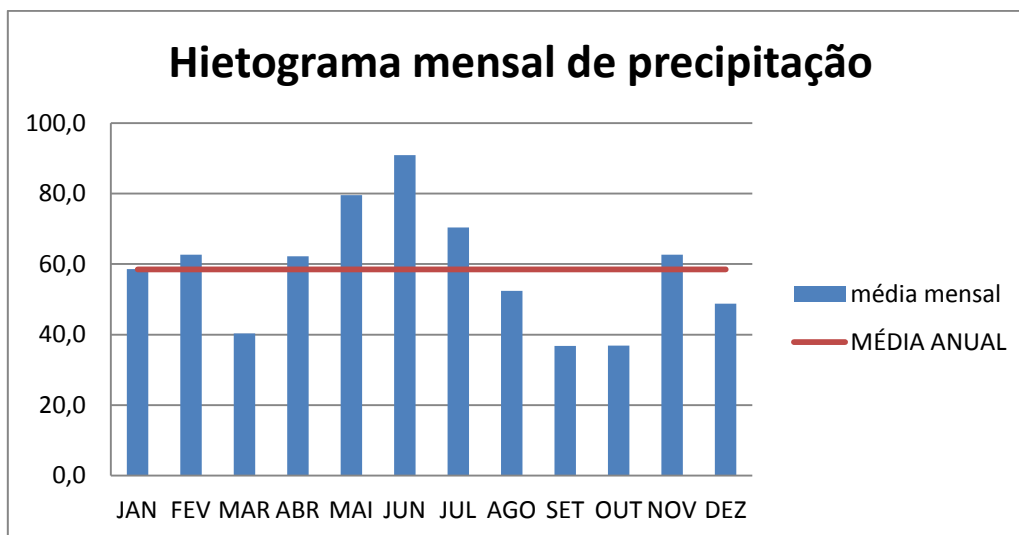
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1999	23,7	47,3	12,1	31,8	113,3	53,0	49,9	126,1	45,3	65,7	155,1	155,9
2000	31,0	54,1	8,5	139,7	101,0	96,6	37,3	66,4	71,4	8,1	130,6	119,0
2001	53,4	2,2	103,4	22,0	40,9	86,3	54,1	70,3	64,7	72,2	1,7	48,1
2002	204,7	45,9	16,8	12,9	100,7	77,3	64,8	30,3	54,4	6,8	8,7	21,1
2003	0,0	62,7	40,4	62,2	21,0	57,3	129,4	79,9	62,9	24,7	87,4	3,9
2004	277,7	95,1	19,3	70,3	46,2	87,5	30,6	37,7	6,8	5,9	93,9	2,6
2005	54,6	129,5	50,2	40,3	76,7	129,4	78,9	54,5	8,6	1,6	142,5	16,5
2006	1,9	1,2	18,4	83,2	79,3	190,8	53,1	42,7	69,7	64,5	73,4	37,9
2007	5,1	267,2	60,6	38,7	121,7	93,1	59,6	38,2	38,4	14,6	9,7	19,4
2008	1,3	152,7	68,9	68,7	38,6	101,8	83,1	57,8	24,8	27	84,1	82,8
2009	36,8	59,2	3,6	58,2	163,6	83,9	50,6	39,8	6,8	48,4	17,5	11,1
2010	66,6	16,2	86,9	169,5	49,7	82,3	173,3	34,4	45,7	40,1	4,6	81,5
2011	77,4	15,1	150,0	117,3	35,1	65,0	21,5	25,4	24,5	96,6	107,9	51,8
2012	5,9	29,4	3,3	13,1	60,1	62,3	27,6	56,3	20,1	15,0	77,0	1,8
2013	123,2	5,7	1,0	76,0	39,5	112,3	74,2	54,0	34,6	72,0	38,8	66,2
2014	19,4	41,6	24,1	19,6	98,9	69,8	122,3	56,8	25,0	53,2	27,6	109,2
2015	13,0	40,4	18,6	33,4	165,6	96,5	85,9	20,5	22,0	11,2	4,1	0,0
Média	58,6	62,7	40,4	62,2	79,5	90,9	70,4	52,4	36,8	36,9	62,6	48,8

FONTE: Adaptado a partir de dados do INMET, 2016

Na Figura 28, está representado o hietograma mensal de precipitação da cidade de Feira de Santana, a partir das médias mensais da Tabela 2. Pode-se perceber que nos

meses que compreendem o inverno (de abril a julho), a intensidade da chuva na cidade é maior.

Figura 28 - Hietograma mensal de precipitação, Feira de Santana - BA



FONTE: Adaptado a partir de dados do INMET, 2016

4.3 CÁLCULO DAS DEMANDAS

Para esse trabalho, admitiu-se que a água da chuva captada e armazenada será utilizada para usos menos nobres na área comum do condomínio, como para a rega de jardins e lavagem das áreas externas, além da utilização da água para descargas nas bacias sanitárias.

Os parâmetros utilizados para estimar as demandas de água podem ser vistos no Quadro 5:

Quadro 5 - Parâmetros para estimativas de demanda da água

USO	VALOR UTILIZADO		UNIDADE
Vaso sanitário	Volume de descarga	6	L/descarga
	Frequência de uso	3	descargas/hab/dia
Jardim	Volume	2	L/m ² /dia
	Frequência de rega	8	regas/mês
Área impermeável	Volume	3	L/m ² /dia
	Frequência	8	lavagens/mês

FONTE: Adaptado de ANNECCHINI, 2005

Para o cálculo da demanda de água no condomínio, levou-se em consideração as seguintes afirmativas:

- De acordo com informação fornecida pelo porteiro do condomínio, o salão de festas é utilizado, aproximadamente, duas vezes por mês. A quantidade de pessoas que utilizam foi estimada, visto que não há dados concretos para o cálculo exato;
- A área da piscina é utilizada diariamente pelos moradores e com maior frequência nos finais de semana, onde há convidados que não moram no condomínio. Durante a semana, o uso dos banheiros foi desconsiderado, visto que os usuários utilizam os banheiros de suas residências. A quantidade de pessoas que utilizam também foi estimada, visto que não há dados reais para o cálculo exato;
- Para a determinação da área do jardim, utilizou-se os dados fornecidos pela construtora: 480,10m² de área permeável do condomínio;
- Para a determinação da área em que será utilizada a água para lavagem, considerou a informação fornecida pela construtora: 234,60 m² de área construída do clube mais 398,90 m² de área do deck, ou seja, 633,5 m², e definiu que essa área teria uma frequência de lavagem de 4 vezes ao mês;
- Para o cálculo do consumo de água por descargas sanitárias no salão de festas e na área da piscina, levou em consideração que cada pessoa utilize apenas uma vez o sanitário por evento.

Assim considerado, a demanda exigida por mês pelo *Condomínio Residencial Lótus Residence* está descrita na Tabela 3.

Tabela 3 - Demanda de água no Condomínio Residencial Lótus Residence

Atividade	Quantidade	Frequência/ mês	Quantidade de usuários	Quantidade mais provável de uso	Unidade	Volume (L)	Consumo mensal (L)
Descarga sanitária do salão	2un	2	30	1	descarga/ pessoa/4 horas	6	720
Descarga sanitária da área da piscina	2un	8	10	1	descarga/ pessoa/4 horas	6	960
Descarga sanitária da guarita	1un	30	1	3	descarga/ pessoa/dia	6	540
Volume total de água nas descargas sanitárias							2.220
Lavagem da área impermeável	633,5m ²	4	-	-	L/m ² /dia	3	7.602
Rega do jardim	480,1m ²	8	-	-	L/m ² /dia	2	7.681,60
TOTAL							17.503,60

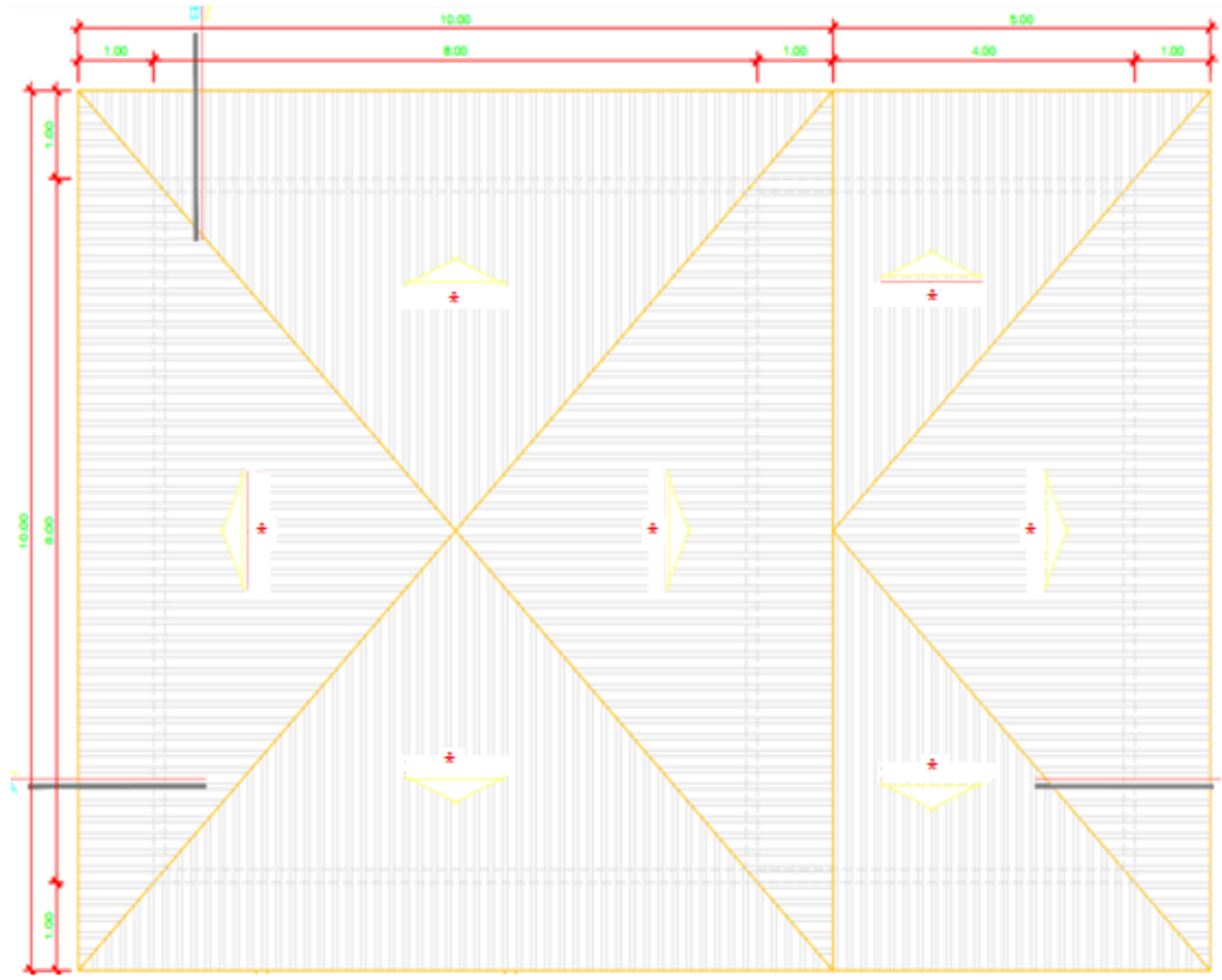
FONTE: Próprio autor

A partir dos dados da Tabela 3, pode-se afirmar que, por mês, somando todas as demandas, o condomínio necessita de 17.503,60 L de água, ou seja, aproximadamente 17,504 m³ por mês para atender a demanda do mesmo.

4.4 CÁLCULO DA ÁREA DE COLETA DE ÁGUA DE CHUVA

Para a coleta da água da chuva aproveitável serão utilizados os telhados das áreas comum do condomínio: salão de festas, espaço gourmet e guarita, como mostrados nas figuras 29, 30 e 31. A Figura 29 mostra a vista superior com as dimensões do espaço gourmet, brinquedoteca e salão de eventos. O espaço fitness e o salão de jogos estão situados acima do salão de eventos, no primeiro pavimento, porém com a mesma área. A Figura 30 representa a vista superior da brinquedoteca e área gourmet, que contem 2 banheiros com uma bacia sanitária em cada. A Figura 31 representa a vista superior da área da guarita, que contém um banheiro com bacia sanitária e pia.

Figura 29 - Vista superior do salão de eventos



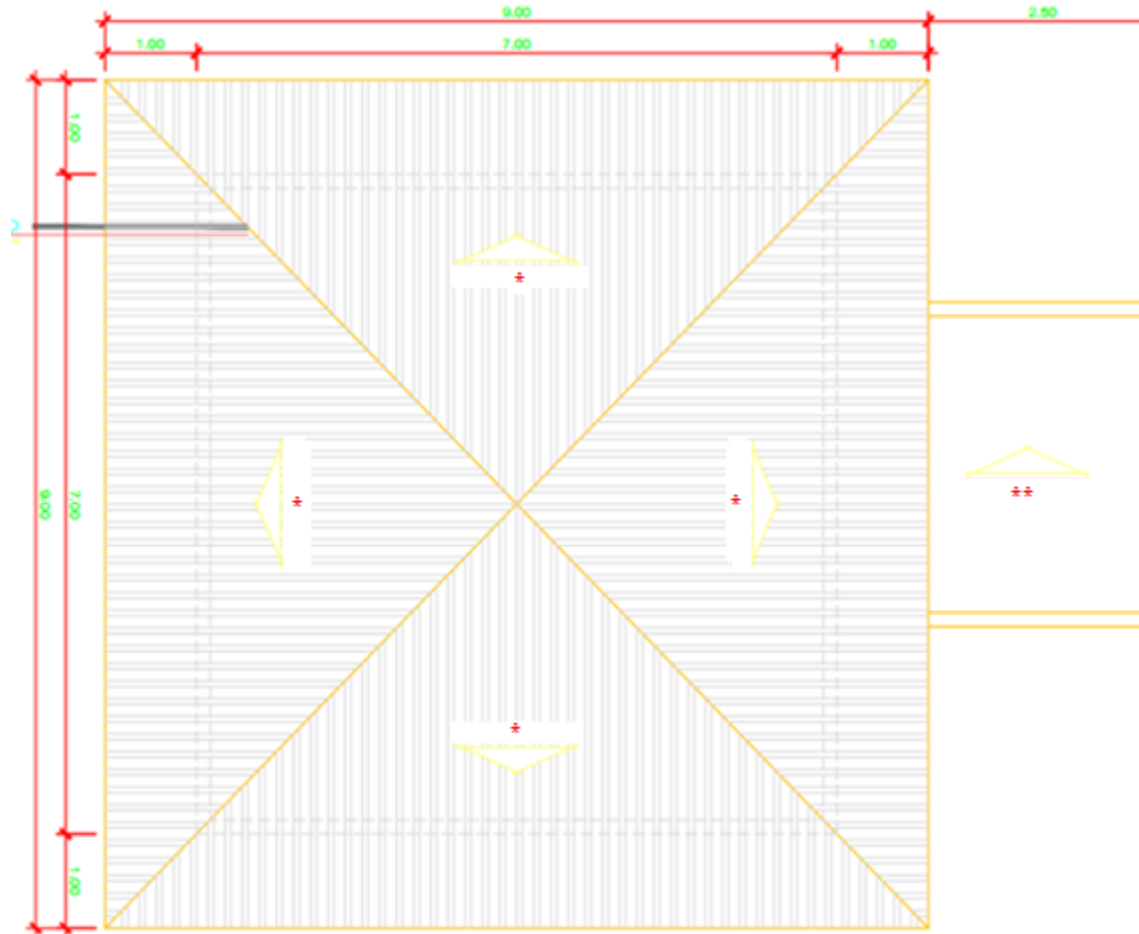
* Telha cerâmica i = 25%

Projeto: _____
 Construção: _____
 Modelado: _____

PROJETO DE ARQUITETURA
LÓTUS RESIDENCE
 Nº 09
 PROPRIETÁRIO: CONIK CONSTRUTORA LTDA.
 CLUBE - CORTES e PLANTA DE COBERTURA
 ARQUITETO: GEORGE CARVALHO
 DATA DE EMISSÃO: 08/03/2018
 Rua Manoel Gonçalves nº 171, Edifício São Paulo, 100-00 - São Paulo - SP - 04040-000
 Tel: (11) 2-46690461 - 24669042 - 24669043 - 24669044 - 24669045

FONTE: CONIK Construtora

Figura 30 - Vista superior do espaço gourmet e brinquedoteca



* Telha cerâmica i = 25%

** Laje impermeabilizada

Projeto: _____ GEORGE CARVALHO DE OLIVEIRA
 Construção: _____ CONIK CONSTRUTORA LTDA.
 Intermediária: _____ CONIK CONSTRUTORA LTDA.


 PROJETO DE ARQUITETURA

LÓTUS RESIDENCE

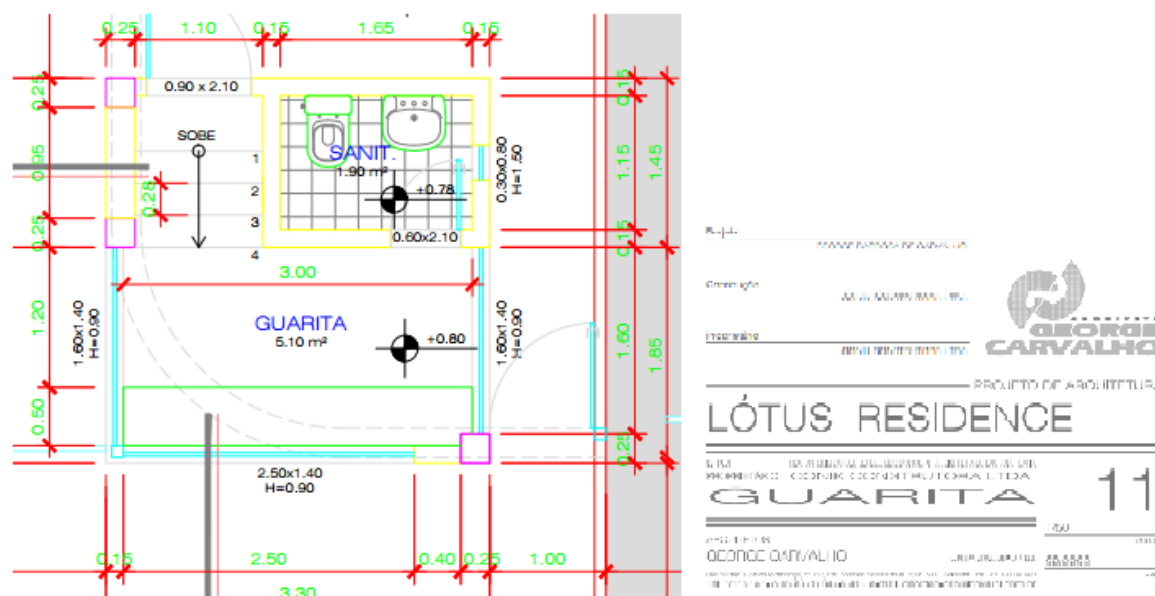
SDO: _____ RA: _____
 PROPRIETÁRIO: _____ CONIK CONSTRUTORA LTDA.
CLUBE - CORTES e PLANTA DE COBERTURA

09
 1:50

ARQUITETOS:
 GEORGE CARVALHO _____ OLIVEIRA DE OLIVEIRA _____
Residência George Carvalho de Oliveira - Rua: São Paulo, 400 - Vila São Paulo - São Paulo - SP
 Tel: (11) 5082-0000 e (11) 5082-0001 - www.georgecarvalho.com.br

FONTE: CONIK Construtora

Figura 31 - Vista superior da guarita



FONTE: CONIK Construtora

Para fazer o cálculo da chuva captável pelo telhado, é necessário saber a área do mesmo. Para isso, com base nos elementos do projeto de arquitetura, as áreas utilizadas estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Áreas dos telhados

Espaço	Área total
Área do telhado do salão de festas	137,5 m ²
Área do telhado do espaço gourmet e brinquedoteca	88,5 m ²
Área do telhado da guarita	18,5 m ²
TOTAL	244,5 m²

FONTE: Conik Construtora

Ou seja, a área total do telhado das áreas em comum para captação da água de chuva é de 244,5 m².

4.5 DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Para determinar o dimensionamento do reservatório para armazenar a água de chuva coletada selecionou-se o MÉTODO AUSTRALIANO, por ter uma base

conceitual mais consistente, já que estar suportado pela equação do balanço hídrico, além de que os demais métodos recomendados pela norma são empíricos.

Para o cálculo do dimensionamento do reservatório, é necessário fazer algumas considerações preliminares:

- O coeficiente de escoamento de 0,8 foi determinado de acordo com o Quadro 6, pois as edificações possuem telha cerâmica como cobertura.

Quadro 6 - Coeficiente de escoamento

MATERIAL	COEFICIENTE DE ESCOAMENTO	AUTORES
Telha cerâmica	0,80 a 0,90	Hofkes (1981) e Frasier (1975) apud May (2004)
	0,75 a 0,90	Van den Bossche (1997) apud Vaes e Berlamont (1999)
Telha esmaltada	0,90 a 0,95	Van den Bossche (1997) apud Vaes e Berlamont (1999)
Telha metálica	0,70 a 0,90	Hofkes (1981) e Frasier (1975) apud May (2004)
	0,85	Khan (2001)
Plástico	0,94	Khan (2001)
Betume	0,80 a 0,95	Van den Bossche (1997) apud Vaes e Berlamont (1999)
Telhados verdes	0,27	Khan (2001)
Pavimentos	0,40 a 0,90	Wilken (1978) apud Tomaz (2003)
	0,68	Khan (2001)

FONTE: ANNECCHINNI, 2005

- 2 mm da chuva captável será descarregada num reservatório separado, será a água do *first flush*, conforme determina a NBR 15.527/07;
- Nos períodos de chuva, não será armazenada a água necessária para rega de jardim, pois se considerou que a água de chuva já é o suficiente, reduzindo o tamanho do reservatório. Ou seja, nos meses de abril até julho, o cálculo não considerará a demanda de rega, logo a demanda total nesse período será de 9.822 L. Portanto, as demandas por atividade estão descritas na Tabela 5.

Tabela 5 - Demanda mensal de água de chuva por atividade

Mês	Descarga sanitária (L)	Rega de jardins (L)	Lavagem de área impermeável (L)	Demanda Total (L/mês)
Jan	2.220	7.681,60	7.602	17.504
Fev	2.220	7.681,60	7.602	17.504
Mar	2.220	7.681,60	7.602	17.504
Abr	2.220	0	7.602	9.822
Mai	2.220	0	7.602	9.822
Jun	2.220	0	7.602	9.822
Jul	2.220	0	7.602	9.822
Ago	2.220	7.681,60	7.602	17.504
Set	2.220	7.681,60	7.602	17.504
Out	2.220	7.681,60	7.602	17.504
Nov	2.220	7.681,60	7.602	17.504
Dez	2.220	7.681,60	7.602	17.504

FONTE: Próprio autor

Na Tabela 5 estão descritas as demandas mensais de cada atividade. Para a descarga sanitária são utilizados 2.200 L/mês, já adicionadas as demandas das descargas sanitárias da área da piscina, salão de festas e guarita. Para a rega do jardim, são necessários 7.681,60 L/mês, sendo que nos meses de abril a julho, como é um período de muita chuva na região de Feira de Santana, não foi considerada a demanda de tal uso. Para a lavagem da área impermeável, a demanda correspondente é de 7.602 L/mês. Assim, nos meses entre agosto e março, a demanda do condomínio para fins não potáveis é de 17.504 L/mês de água, e nos meses de abril a julho, 9.822 L/mês.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO

Pela aplicação do Método Australiano (Equação 8 do Capítulo 3), o volume do reservatório com dimensões adequadas para o atendimento das demandas do condomínio foi obtido a partir de tentativas, testando-se diferentes volumes na faixa de 3 a 10 m³ e para áreas de captação diferentes. No que tange as áreas de captação (telhados), testou-se inicialmente as áreas do telhado dos ambientes externos: salão de festas, espaço gourmet, brinquedoteca e guarita, totalizando 244,5m². Porém, o volume de chuva aproveitável com base nessas áreas não foi suficiente para atender a demanda do condomínio. Após alguns testes, determinou-se que seria necessário acrescentar a área do telhado de três residências próximas à área inicial (área adicional de 214,5m²) à área anterior utilizada, para reduzir custos em relação ao comprimento de tubulação, totalizando 459m². Foi feito também testes com os tamanhos do reservatório, visando à utilização do menor reservatório, pois também economizará no custo final, além de reduzir a área ocupada pelo mesmo no condomínio. Como resultado, obteve-se a seguinte tabela, estruturada em Excel, do Microsof Office.

Tabela 6 - Volume do reservatório de acordo com o Método Australiano

Meses	P _{media} mensal	P-I	Área coleta	C	Vol. Mensal de Chuva	Demanda	V _{t-1}	V _t
Média: 1999 a 2015	(mm)	mm	(m ²)		Qt (m ³)	Dt (m ³)	m ³	m ³
Jan	58,6	56,60	459,00	0,80	20,78	17,504	0,00	3,28
Fev	62,7	60,70	459,00	0,80	22,29	17,504	3,28	8,07
Mar	40,4	38,40	459,00	0,80	14,10	17,504	8,08	4,68
Abr	62,2	60,20	459,00	0,80	22,11	9,822	4,68	16,96
Mai	79,5	77,50	459,00	0,80	28,46	9,822	10,00	28,64
Jun	90,9	88,90	459,00	0,80	32,64	9,822	10,00	32,82
Jul	70,4	68,40	459,00	0,80	25,12	9,822	10,00	25,29
Ago	52,4	50,40	459,00	0,80	18,51	17,504	10,00	11,00
Set	36,8	34,80	459,00	0,80	12,78	17,504	10,00	5,27
Out	36,9	34,90	459,00	0,80	12,82	17,504	5,27	0,58
Nov	62,6	60,60	459,00	0,80	22,25	17,504	0,58	5,33
Dez	48,8	46,80	459,00	0,80	17,18	17,504	5,33	5,01

FONTE: Próprio autor

Os valores descritos na Tabela 6 foram determinados de acordo com as seguintes considerações:

- Chuva captável (P – I): a chuva utilizada no cálculo foi determinada através da média mensal do mês analisado subtraindo 2mm, que é o volume de chuva descartado para limpeza do telhado, o *first flush*;
- Área coletada: soma das áreas dos telhados comuns no condomínio com a área do telhado de três residências;
- Volume mensal de chuva: o volume que a área analisada coleta por mês, ou seja, a multiplicação entre a chuva captável, a área coletada e o coeficiente de escoamento;
- V_{t-1} : Volume total armazenado no mês anterior. É o volume de água que terá armazenado no reservatório após todas as demandas serem atendidas
- Volume total (Vt): volume total armazenado no reservatório. É a diferença entre o volume mensal da chuva e a demanda do condomínio, somado o volume armazenado no mês anterior.

Ao final dos testes realizados, inclusive com a ampliação da área de captação para 459m², comprovou-se que um reservatório de 10 m³ de armazenamento é o suficiente para o atendimento das demandas de água não potável projetadas para o condomínio.

Como já dito, segundo TOMAZ, 2009, o nível confiança do sistema deve ser entre 90 e 99%. Para determinar tal nível, utilizou-se as equações 10 e 11

Neste trabalho, a demanda foi atendida em todos os meses, portanto a confiança desse sistema é de 100%:

$$P_r = N_r/N = 0/12 = 0,0$$

$$\text{Confiança} = (1 - P_r) = (1-0) = 1 = \mathbf{100\%}$$

5.2 CUSTOS DO SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA

Segundo a NBR 5626/96 – *Instalação Predial de Água Fria*, a capacidade de reservatórios de uma edificação deve atender ao padrão de consumo de água no edifício, para dois dias. Por precaução para eventuais faltas de abastecimento público de água, o reservatório inferior deve ser 3/5 e o superior 2/5 do total de consumo para esse período. Simplificando para fins do estudo, arbitrou-se ser necessário um reservatório superior para favorecer a distribuição de água de chuva por gravidade, nos pontos de consumo. Sua capacidade será de 10% do volume do reservatório inferior ($V_{\text{inf}} = 10 \text{ m}^3$), ou seja,

de 1,0 m³. A transferência se daria por um sistema de recalque constituído por uma bomba de até 1/2 HP de potência nominal, alimentado por energia elétrica convencional.

5.2.1 Estimativas de custos de implantação do sistema

Para saber o custo de construção do sistema de aproveitamento de água de chuva, necessário se faz levantar custos com cada item que o compõe, como reservatórios, bomba elétrica, filtros/freio d'água, tubulações, conexões e demais acessórios, tubulações de irrigação de jardins e acessórios. Os custos com condutores verticais e horizontais (calhas) e a estrutura de telhado (área de captação) não são considerados, pois, comumente, estão inclusos na estrutura de instalações das residências.

Para estimativa dos custos de sistema de aproveitamento de água de chuva foram utilizados valores de orçamento apresentados por MIRANDA e FILL (2009), considerando os serviços de escavação do solo, estruturas de concreto, redes hidráulicas, rede elétrica, moto-bomba, filtros e acessórios.

A Tabela 8 apresenta um resumo de custos referente à execução de reservatórios de diferentes volumes, apresentados pelos referidos autores. No caso deste estudo, fez-se uma atualização dos valores pela variação do INCC – Índice Nacional dos Custos da Construção Civil, como publicado pela Fundação Getúlio Vargas – FVG (Tabela 7), considerando o período 2009-2015.

Tabela 7 - Variação do INCC de 2009 a 2015

INCC - Todos valores													
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Acumula anual
2016	0,39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,39
2015	0,92	0,31	0,62	0,46	0,95	1,84	0,55	0,59	0,22	0,36	0,34	0,10	7,49
2014	0,88	0,33	0,28	0,88	2,05	0,66	0,75	0,08	0,15	0,17	0,44	0,08	6,94
2013	0,65	0,60	0,50	0,74	2,25	1,15	0,48	0,31	0,43	0,26	0,35	0,10	8,09
2012	0,89	0,30	0,51	0,75	1,88	0,73	0,67	0,26	0,22	0,21	0,33	0,16	7,12
2011	0,41	0,28	0,43	1,06	2,94	0,37	0,45	0,13	0,14	0,23	0,72	0,11	7,48
2010	0,64	0,36	0,75	0,84	1,81	1,09	0,44	0,14	0,21	0,20	0,37	0,67	7,77
2009	0,33	0,27	-0,25	-0,04	1,39	0,70	0,26	-0,05	0,15	0,06	0,29	0,10	3,25

FONTE: <http://www.calculador.com.br/tabela/indice/INCC>

Tabela 8 – Custos de implantação para diferentes volumes de reservatórios

Reservatório (m³)	Custo implantação em 2009 (R\$)	Índice Variação do INCC (2009-2015)	Custo implantação em Dez/2015 (R\$)
15	8.980,50	1,5918	14.295,80
10	6.515,43		10.371,72
5	4.050,36		6.447,65
1	2.390,30		3.805,05

FONTE: adaptado de MIRANDA e FILL (2009)

Como se vê pela Tabela 8, um reservatório de 15m³ custaria R\$ 14.295,80, um valor superior de 37,8% em relação ao de 10m³, o que revela a necessidade de se ter cuidado no dimensionamento do reservatório, com o foco na minimização dos custos da instalação.

Utilizando-se os valores da Tabela 8, o custo de implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva (com reservatório inferior de V= 10m³ e superior de 1,0m³), foi estimado em R\$ 14.176,77 (catorze mil cento e setenta e seis reais e setenta e sete centavos).

Como o maior custo no sistema em estudo é o reservatório, considerou-se apenas o valor do mesmo (demonstrado na Tabela 8) como base no cálculo, visto que, devido ao objetivo do trabalho, não foi feito o dimensionamento das instalações prediais (condutores horizontais e verticais).

5.2.2 Custos de operação e manutenção do sistema

Como o horizonte do plano é de 10 anos, estimou-se que os custos com operação e manutenção do sistema, ao longo desse período, é de 5% do investimento do sistema. Ou seja, o custo anual com esses serviços citados será de, aproximadamente, R\$708,84 (setecentos e oito reais e oitenta e quatro centavos).

5.3 AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTO

Como já demonstrado no item 5.2, verificou-se ser necessário um investimento inicial total de R\$ 14.176,77 (catorze mil cento e setenta e seis reais e setenta e sete centavos) com a implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva. Em decorrência da realização desse investimento, são também estimados no fluxo de caixa

as despesas de operação e manutenção e os valores estimados dos benefícios decorrentes.

5.3.1 Estimativa dos benefícios

O principal benefício tangível é a não necessidade de aquisição de água da rede pública, uma vez que é utilizada a água pluvial para as atividades específicas já apresentadas.

Para o cálculo do valor da economia de água proporcionada pelo sistema de aproveitamento de água de chuva, utilizou-se a tarifa de água cobrada pela EMBASA para faixas de consumo residencial, como mostra a Figura 32.

Figura 32 - Tarifas de água cobradas pela EMBASA

Faixas de Consumos	Residencial Social	Residencial Intermediária	Residencial/ Normal/ Veraneio	Filantrópica
Até 10 m ³	R\$ 10,30 p/ mês	R\$ 20,20 p/ mês	R\$ 23,00 p/ mês	R\$ 10,30 p/ mês
11 - 15 m ³	R\$ 4,53 p/ m ³	R\$ 5,21 p/ m ³	R\$ 6,42 p/ m ³	R\$ 4,53 p/ m ³
16 - 20 m ³	R\$ 4,93 p/ m ³	R\$ 5,63 p/ m ³	R\$ 6,87 p/ m ³	R\$ 4,93 p/ m ³
21 - 25 m ³	R\$ 7,36 p/ m ³	R\$ 7,39 p/ m ³	R\$ 7,72 p/ m ³	R\$ 7,36 p/ m ³
26 - 30 m ³	R\$ 8,20 p/ m ³	R\$ 8,23 p/ m ³	R\$ 8,62 p/ m ³	R\$ 8,20 p/ m ³
31 - 40 m ³	R\$ 9,07 p/ m ³	R\$ 9,07 p/ m ³	R\$ 9,48 p/ m ³	R\$ 9,07 p/ m ³
41 - 50 m ³	R\$ 10,39 p/ m ³	R\$ 10,39 p/ m ³	R\$ 10,39 p/ m ³	R\$ 10,39 p/ m ³
> 50 m ³	R\$ 12,50 p/ m ³	R\$ 12,50 p/ m ³	R\$ 12,50 p/ m ³	R\$ 12,50 p/ m ³

FONTE: EMBASA, 2016

Logo, no caso do condomínio em estudo, para o consumo médio do mesmo que é de 19 m³/mês de água proveniente da Embasa, os valores cobrados pela concessionária é de R\$ 23,00 (vinte e três reais), para até 10m³, acrescentando R\$ 6,87 (seis reais e oitenta e sete centavos) por m³ de água consumida acima do volume mínimo. No condomínio, ainda não é cobrada a taxa de esgoto, pois no bairro em que o mesmo se localiza, a rede coletora ainda está em fase de implantação.

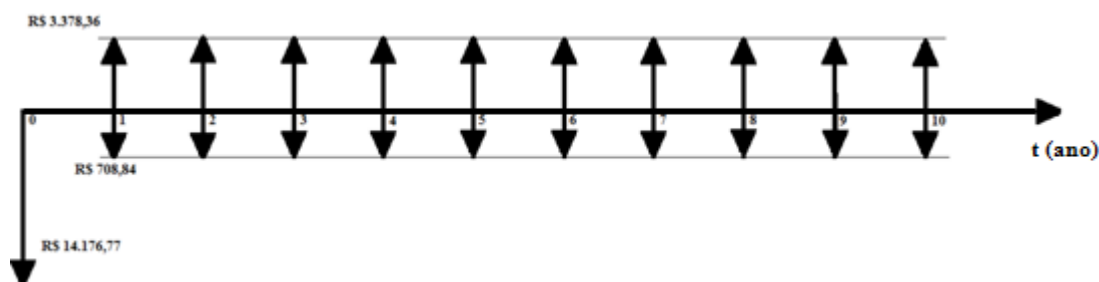
Como o sistema foi dimensionado para a utilização de água para fins não potáveis, o consumo médio calculado será reduzido. De acordo com a demanda calculada, a quantidade aproximada de água utilizada para tais fins é de, aproximadamente, 17,5 m³/mês (Tabela 3), ou seja, os cálculos foram feitos considerando esse volume.

Assim, para um volume de 17,5 m³ de água na tarifa de R\$ 23,00 (vinte e três reais), para até 10m³, acrescentando R\$ 6,87 (seis reais e oitenta e sete centavos) por m³ de água consumida acima do volume mínimo, o custo total relativo à água economizada mensalmente é de, aproximadamente, **R\$ 281,53 (duzentos e oitenta e um reais e cinquenta e três centavos)**, ou seja, R\$ 3.378,36 (três mil trezentos e setenta e oito reais e trinta e seis centavos) por ano.

É importante ressaltar que, para esse trabalho, não foi considerada a variação no valor da cobrança de água, porém, a cada ano, essa diferença traria mais benefícios ainda para o condomínio, pois a cada ano o valor gasto com as contas pagas à concessionária seria maior.

Para o entendimento simplificado do fluxo de benefícios e custos do projeto ao longo do tempo, este é representado graficamente por um fluxo de caixa conforme a Figura 33. Na figura, as receitas (benefícios do projeto) são representadas por setas (vetores) orientados para cima e as despesas (investimento, custos de manutenção e operação) são representadas por setas (vetores) orientadas para baixo. Por convenção, o investimento (inicial) incide no instante 0, enquanto os benefícios e os custos ocorrem nos finais dos períodos considerados.

Figura 33 – Diagrama do fluxo de caixa do sistema



FONTE: PRÓPRIO AUTOR

Tabela 9 – Determinação dos benefícios e custos do sistema de aproveitamento de água de chuva

Período (ano)	BENEFÍCIO	CUSTOS	
	Não aquisição de água potável (R\$)	Manutenção (R\$)	Investimento (R\$)
1	3.378,36	708,84	14.177,00
2	3.378,36	708,84	-
3	3.378,36	708,84	-
4	3.378,36	708,84	-
5	3.378,36	708,84	-
6	3.378,36	708,84	-
7	3.378,36	708,84	-
8	3.378,36	708,84	-
9	3.378,36	708,84	-
10	3.378,36	708,84	-

FONTE: Próprio autor

A Tabela 9 descreve os custos e benefícios do sistema estudado. Para o benefício é considerada a “não aquisição de água potável”, onde utilizou-se os valores da economia que o condomínio fará devido a não necessidade do pagamento da água fornecida pela concessionária. Nos custos estão contidos a manutenção e o investimento do sistema. Para manutenção considerou-se 5% do valor total da implantação do sistema e para o investimento, foi considerado o custo do reservatório, apenas no primeiro ano, pois será considerado que o valor será pago em um ano.

A Tabela 10 apresenta resultados das análises de VPL e B/C, cujos valores estão atualizados utilizando-se uma Taxa Média Anual (TMA) 12% ao ano, taxa básica de juros usualmente aplicada no mercado financeiro para captação de recursos. Um exemplo desse tipo de taxa é a taxa “SELIC”, também conhecida como taxa básica de juros da economia brasileira, definida pelo Comitê de Política Monetária do Banco Central do Brasil, que atualmente está no patamar de 14,25% a.a.

Tabela 10 - Valores de VPL e B/C

	Investimento (R\$)	Benefício anual (R\$)	Custo anual (R\$)	i (%)	n (ano)	FVP (i,n)	VPL (R\$)	B/C
1	14.176,77	3.378,36	708,84	12	1	0,893	-11.793,27	0,20
2	14.176,77	3.378,36	708,84	12	2	1,690	-9.665,15	0,37
3	14.176,77	3.378,36	708,84	12	3	2,402	-7.765,03	0,51
4	14.176,77	3.378,36	708,84	12	4	3,037	-6.068,51	0,63
5	14.176,77	3.378,36	708,84	12	5	3,605	-4.553,75	0,73
6	14.176,77	3.378,36	708,84	12	6	4,111	-3.201,29	0,81
7	14.176,77	3.378,36	708,84	12	7	4,564	-1.993,73	0,89
8	14.176,77	3.378,36	708,84	12	8	4,968	-915,56	0,95
9	14.176,77	3.378,36	708,84	12	9	5,328	47,10	1,00
10	14.176,77	3.378,36	708,84	12	10	5,650	906,61	1,05

i - taxa de juros anual

FVP – Fator de Valor Presente

VPL – Valor Presente Líquido

B – Benefício

C – Custo

FONTE: Próprio autor

Na coluna “investimento” da Tabela 10 foi considerado o valor do reservatório. Esse valor foi levado em consideração em todos os anos apenas para fins de cálculo, pois todos os valores para o cálculo do VPL e do B/C foram a valor presente. Para benefício anual e custo anual, foram considerados a não aquisição da água potável e os custos com manutenção e operação do sistema, respectivamente. Para a análise do investimento do sistema, levou-se em consideração a TMA de 12% a.a (coluna “i%”) e o horizonte do projeto (“n”). A partir daí, determinou-se o FVP para o cálculo do VPL e B/C.

Para o cálculo do VPL, utilizou-se a equação 12 já descrita. Para ser atrativo, o VPL deve ser maior que 1, portanto, conclui-se, através dos cálculos cujos resultados estão descritos na Tabela 10, que o sistema é atrativo economicamente, pois o VPL foi de R\$ 906,61

Para a determinação do índice B/C, foi considerada a relação entre benefício e os custos da implantação do sistema. Pode-se perceber que a relação ao final do tempo de projeto foi maior que 1, o que conclui que o sistema é viável, pois o B/C foi igual a 1,05, também descrito nos cálculos cujos resultados estão na Tabela 10.

5.4 TEMPO DE RETORNO DO CAPITAL (*PAYBACK*)

Como ao longo do trabalho já foi considerado a taxa de juros durante período, para o cálculo do tempo de retorno utilizou-se o tempo de retorno não descontado, ou seja, foram considerados apenas o custo de implantação e o benefício líquido periódico esperado:

$$TR = \frac{I}{BL} = \frac{14.176,77}{3.378,36} = 4,2$$

Ou seja, em 4 anos e 2 meses, aproximadamente, o condomínio já terá retorno do capital investido na implantação do sistema, pois o capital que foi investido para implantação do reservatório já terá sido recuperado no aspecto econômico.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Através da aplicação do Método Australiano, determinou-se ser necessário um reservatório de 10m³, estimando-se um reservatório superior para distribuição de água de chuva com 1m³. Os cálculos tiveram por base a demanda de 17,5 m³/mês em uma área de captação de 459,0m².

Na análise de investimento, pelo uso dos Métodos do Valor Presente Líquido e da Relação Benefício/Custo, comprovou-se que a alternativa de aproveitar a água de chuva para usos não potáveis no condomínio Lótus Residence é viável e atrativo economicamente, razão de que o indicador VPL foi igual a R\$906,61 (> 1) e o indicador B/C foi 1,05 (> 1).

No final desse trabalho, observou-se que a implantação do sistema de captação e armazenamento de água de chuva no condomínio é uma solução viável, trazendo economia significativa para o condomínio. O capital investido para tal implantação será recuperado em, aproximadamente, 4 anos e 2 meses, ou seja, após esse período, o condomínio obterá lucros com o sistema, visto que não será mais necessária a utilização da água da concessionária para os fins não nobres.

Para a realização desse trabalho, a principal limitação foi a falta de uma série de pluviometria mais longa, pois quanto mais informações desse tipo, melhor a precisão do estudo.

Além disso, vale lembrar que nesse estudo não foi levado em consideração o aumento anual no valor da água fornecida pela concessionária. Ao considerar esse valor, o benefício do condomínio será maior a cada ano.

Como recomendações, sugere-se:

- Comparar os resultados do dimensionamento do reservatório obtidos através do Método Australiano, usado nesse estudo, com os outros métodos recomendados pela NBR 15527/07.
- Atualizar os custos de implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva utilizando preços para materiais e mão de obras praticados na região.
- Analisar a possibilidade de estender o sistema de captação de água de chuva para todo o condomínio, utilizando a água captada nas próprias residências, o que irá gerar uma economia maior do que a encontrada.

7 REFERÊNCIAS

ACEFS. **Conhecendo Feira de Santana.** Disponível em: <<http://www.acefs.com.br/feira.php>>. Acesso em: 17 nov. 2015.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Água de Chuva - Aproveitamento de Coberturas em Áreas Urbanas para Fins Não Potáveis.** 1ª ed., NBR 15527 – 2007.

ÁGUAS, P. B. DAS. **A importância da água.** Disponível em: <<http://brasildasaguas.com.br/educacional/a-importancia-da-agua/>>. Acesso em: 2 nov. 2015.

BERTOLO, E. DE J. P. **Aproveitamento da água da chuva em edificações.** [s.l.] Universidade do Porto, 2006.

BRASIL, A. **Barragem Subterrânea.** Disponível em: <[http://www.asabrazil.org.br/Portal/Informacoes.asp?COD_MENU=5627&WORDKEY=Barragem Subterr+nea](http://www.asabrazil.org.br/Portal/Informacoes.asp?COD_MENU=5627&WORDKEY=Barragem+Subterr+nea)>. Acesso em: 23 mar. 2015.

CARDOSO, M. P. **Viabilidade do aproveitamento de água de chuva em zonas urbanas: ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE - MG.** [s.l.] Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

CETESB. **Histórico da legislação hídrica no Brasil.** Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/38-Historico-da-Legisla%C3%A7%C3%A3o-H%C3%ADdrica-no-Brasil>>. Acesso em: 20 mar. 2015.

CLEARY, R. W. **Águas Subterrâneas.** p. 117, 1989.

COHIM, E.; GARCIA, A.; KIPERSTOK, A. **Captação e aproveitamento de água de chuva: dimensionamento de reservatórios. Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste,** p. 1–16, 2008.

COLLISCHONN, W.; TASSI, R. **Propriedades da água e o ciclo hidrológico.** In: **Introduzindo Hidrologia.** 6. ed. Porto Alegre: IPH UFRGS, 2008.

COSTA, I. Y. DE L. G.; SANTOS, C. A. G.; BURITY, F. A. **Captação de água de chuva em condomínios horizontais** João Pessoa, PB: Seminário Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimento Urbano de Água, 2006

EMBASA. **Apresentação.** Disponível em: <<http://www.embasa.ba.gov.br/institucional/embasa/apresentacao>>. Acesso em: 16 nov. 2015a.

EMBASA. **Áreas de atuação.** Disponível em: <http://www.embasa.ba.gov.br/institucional/embasa/area_atuacao>. Acesso em: 16 nov. 2015b.

FEITOSA, N. DE B.; FILHO, C. F. M. **Mananciais de Abastecimento II.** Disponível

em: <<http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/A42.html>>. Acesso em: 23 mar. 2015.

FÉRIAS, P. **Roteiros do Brasil - Região Caminhos do Sertão - “Princesinha do Sertão”**. Disponível em: <<http://www.ferias.tur.br/informacoes/582/feira-de-santana-ba.html>>. Acesso em: 16 nov. 2015.

FLESCHE, V. DA C. **Aproveitamento De Águas Pluviais : Análise Do Projeto De Um Condomínio Vertical**. [s.l.] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011.

FREIRIA, R. C. **Direito das Águas: Aspectos legais e institucionais na perspectiva da qualidade - Ambiental - Âmbito Jurídico**. Disponível em: <http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=1738>.

Acesso em: 21 mar. 2015.

GIACCHINI, M. et al. **Aproveitamento Da Água De Chuva Nas Edificações** 2001

GNADLINGER, J. **Apresentação Técnica de Diferentes Tipos de Cisternas , Construídas em Comunidades Rurais do Semi-árido Brasileiro**. Disponível em: <<http://www.irpaa.org/publicacoes/relatorios/9-conferencia-de-cisternas.pdf>>. Acesso em: 1 nov. 2015.

GONÇALVES, R. F. Uso Racional da Água em Edificações. **Prosab/ABES**, v. 1, p. 352, 2006.

MINIKOWSKI, M.; GONÇALVES, A. CHUVA NO MUNICÍPIO DE IRATI (PR). p. 181–188, [s.d.].

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Diagnóstico dos serviços de água e esgoto - 2013**. Sistema Nacional de Informações Sobre o Saneamento

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Recursos Hídricos no Brasil. **Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazonia Legal, Secretaria de Recursos Hídricos**, p. 33 p., 1998.

MONTANHINI, L. R. A. **Economia de Engenharia**, 2008.

PORTAL FÉRIAS. **Informações de Feira de Santana**. Disponível em <<http://www.ferias.tur.br/informacoes/582/feira-de-santana-ba.html>>

RODRIGUES, W. C. **Metodologia científica** Metodologia Científica. Paracambi: [s.n.]. Disponível em: <http://www.dem.fmed.uc.pt/Bibliografia/Livros_Educacao_Medica/Livro27.pdf>.

SCHUARTZ, S.; MESTRINHO, P.; CASARINI, D. **Classificação, Enquadramento e Monitoramento de Águas Subterrâneas** São Paulo: ABAS, 2009

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis**. [s.l: s.n.].

VENANCIO, S. **Reservatório de Águas**. Disponível em: <<http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/Reserv01.html>>. Acesso em: 1 nov. 2015.

VERDADE, J. H. DE O. **Aproveitamento de água das chuvas e reutilização de águas cinzentas.** [s.l.] Universidade do Porto, 2008.

VICTORINO, C. J. A. **Planeta água morrendo de sede.** Porto Alegre: Edipucrs, 2007.

VOLKWEIS, F. J. **Análise da captação e quantificação da água da chuva em Persigais.** [s.l.] Universidade Comunitária da Região de Chapecó, 2010.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 4. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2014.

WEIERBACHER, L. **Estudo de captação e aproveitamento de água da chuva na indústria moveleira Bento Móveis de Alvorada - RS.** [s.l.] Universidade Luterana do Brasil, 2008.

ANEXO A

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA - UFRB
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas – CETEC
Rua Rui Barbosa, No. 710 – Centro, Cruz das Almas - BA

À

CONIK CONSTRUTORA LTDA
Av. Getulio Vargas, nº 3839 A.
Bairro Capuchinhos
Feira de Santana-BA
(At.: Setor de Engenharia)

Prezados Senhores.

Na qualidade de orientador do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) de ILUSKA BARBOSA LINS, discente (matrícula 20100581) do nosso Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, cujo título é “ANÁLISE DE INVESTIMENTO EM APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA: UM CASO NA ZONA URBANA DE FEIRA DE SANTANA – BA” estou submetendo a essa conceituada empresa o que a seguir passo a expor.

- a) Considerando que o trabalho de pesquisa, associado ao ensino e a extensão, constitui parte destacada nas atividades da universidade, sendo exercício fundamental na formação profissional dos nossos discentes;
- b) Considerando que o estudo do potencial do aproveitamento de água de chuva, focando, entre outros, os usos não potáveis, atrelado à análise da viabilidade econômica de diferentes tecnologias para captação e manejo da água pluvial, são temas atuais e de grande interesse de pesquisa;
- c) Considerando que, em áreas urbanas, principalmente em edificações, condomínios e áreas industriais, o aproveitamento da água da chuva pode representar uma das soluções mais simples e baratas para preservar a água potável, com economicidade;
- d) Considerando que a discente ILUSKA é originária da cidade de Feira de Santana e que para o desenvolvimento do seu TCC, que se caracteriza como uma pesquisa aplicada, de natureza exploratória, propôs como estudo de caso focar o **Condomínio Lótus Residence**, situado em Feira de Santana - BA, no bairro SIM;
- e) E ainda considerando que o **Condomínio Lótus Residence** foi projetado e construído pela CONIK CONSTRUTORA LTDA,

Estou submetendo e solicitando a essa construtora, visando subsidiar a conclusão dos estudos de TCC da discente ILUSKA LINS, que possa ser a ela autorizado o fornecimento de elementos e dados do projeto do **Condomínio Lótus Residence** (plantas de situação/localização, planta baixa dos pavimentos térreo/tipo, de áreas comuns e de jardins da edificação, com detalhes, cortes e fachadas), plantas das áreas cobertas (cobertura, tipo de telha usada), além de cópias dos projetos hidro-sanitário e de hidráulica, e tudo o mais que for pertinente ao referido **Condomínio**, inclusive informações sobre consumos relacionados às demandas hídricas (água potável e não potável) e de como elas são atendidas atualmente, seja pela EMBASA seja por fonte alternativa de abastecimento de água (como água subterrânea captada por poço tubular: se positivo, informar características do poço, tipo, profundidade, vazão de exploração, regime de funcionamento, consumo e custos com energia de bombeamento, etc.). Todo esse material poderá ser fornecido em papel ou meio digital (CAD e/ou pdf) e ser entregue ou encaminhado, diretamente, à discente no seu endereço eletrônico: "Iluska Lins" iluska.lins@hotmail.com.



Por oportuno, como se trata do possível uso de dados de projeto, fotos, imagens e nome relacionados a um empreendimento privado, como é o caso do *Condomínio Lótus Residence*, e considerando que todo o material a ser concedido, que espero ser de forma gratuita, será utilizado unicamente para fins da pesquisa de TCC da discente ILUSKA LINS, informo que os resultados do trabalho de pesquisa podem ser aproveitados em publicações técnico-científicas, em todo território nacional e, se oportuno, no exterior, pelas diversas modalidades de formas, como artigos e apresentações em revistas especializadas, apresentação oral ou em painéis, folder ou vídeos, em congressos/simpósios/conferências, etc., entre outras.

Isto posto, solicito que seja concedida por essa Empresa, ou por quem de direito a represente, uma AUTORIZAÇÃO expressa, através de termo próprio ou aposto a esta carta, para que os dados cedidos sejam usados pelo pesquisador que subscreve esta carta e pela discente ILUSKA BARBOSA LINS no projeto de TCC intitulado "ANÁLISE DE INVESTIMENTO EM APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA: UM CASO NA ZONA URBANA DE FEIRA DE SANTANA – BA", previsto de ser concluído em Março/2016. Testemunho que resguardaremos o que está previsto nas Leis do Brasil que preservam os direitos pertinentes, sem causar prejuízos, dano algum à integridade física ou moral de pessoas e/ou instituições, pois utilizaremos os dados técnicos, imagens e outras informações cedidas sem causar situações vexatórias e nem tampouco para fins econômicos.

Cordiais saudações.

Cruz das Almas, 01 de fevereiro de 2016.



PAULO ROMERO GUIMARÃES SERRANO DE ANDRADE
Professor Adjunto – Matrícula SIAPE no. 1284543 / RG 761764 - PE
Engenheiro Civil – Doutor em Planejamento de Recursos Hídricos

----- // -----

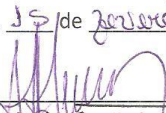
AUTORIZAÇÃO PARA USO DE DADOS, IMAGENS E NOME DO CONDOMÍNIO *Lótus Residence*:

Nome do responsável legal:

Pelo presente instrumento, (colocar nome): *Luiz Rodrigues de Aquino Junior*
Residente à *Rua Caracal, nº 30, casa 01, bairro: Santo Antonio dos Prazeres*
Res: Cidade: Feira de Santana - BA.
RG: *08.020.933.00*

AUTORIZO o uso das informações relacionadas neste documento sem que nada haja a ser reclamado a título de direitos conexos à imagem ou a qualquer outro dado, e assino a presente autorização.

Feira de Santana, 15 de *junho* de 2016



Assinado em
CONIK CONSTRUTORA LTDA

CONIK CONSTRUTORA LTDA