



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Wilian Lopes Batista

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM RESIDÊNCIA DE MÉDIO PADRÃO NO MUNICÍPIO DE PALMAS - TO

Palmas – TO
2019

Wilian Lopes Batista

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA
DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM RESIDÊNCIA DE MÉDIO
PADRÃO NO MUNICÍPIO DE PALMAS - TO**

Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II) elaborado e apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Murilo de Pádua Marcolini.

Palmas – TO
2019

Wilian Lopes Batista

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA
DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM RESIDÊNCIA DE MÉDIO
PADRÃO NO MUNICÍPIO DE PALMAS – TO**

Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II)
elaborado e apresentado como requisito parcial
para obtenção do título de bacharel em
Engenharia Civil pelo Centro Universitário
Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

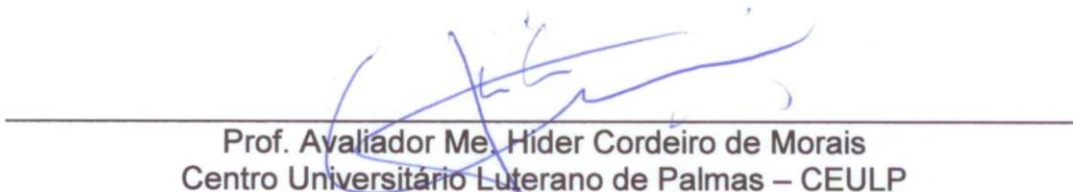
Orientador: Prof. Murilo de Pádua Marcolini.

Aprovado em: 05 / 06 / 2019

BANCA EXAMINADORA



Prof. Orientador Me. Murilo de Pádua Marcolini.
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



Prof. Avaliador Me. Hider Cordeiro de Moraes
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



Prof^a. Avaliadora Esp. Tailla Alves Cabral Brito
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas – TO
2019

RESUMO

BATISTA, Wiliam Lopes. Trabalho de Conclusão de Curso. 2019. **Estudo de viabilidade econômica de implementação de sistema de aproveitamento de águas pluviais em residência de médio padrão no município de Palmas – TO.** Engenharia Civil. Centro Universitário Luterano de Palmas. Palmas – Tocantins. Orientador: Prof. Murilo de Pádua Marcolini.

Tendo em vista que a água é um recurso natural indispensável à vida, questões sobre preservação e conservação vem sendo discutidas cada vez mais na atualidade. O aumento da escassez e do custo desse recurso tem tornado imprescindível a busca por novas técnicas de aproveitamento, armazenamento e captação de água pluvial, contribuindo assim com o uso racional e redução do desperdício desse bem tão importante que é a água. Este trabalho apresenta a elaboração dos projetos de hidráulico convencional, e sistemas de aproveitamento de água pluvial. O objeto de estudo foi uma residência de médio padrão localizada no município de Palmas - TO. A proposta foi fazer um projeto de sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não nobres como por exemplo, água utilizada em bacias sanitária, lavagem de pisos internos, lavagem de calçadas, rega de jardins, lavagem de carros, dentre outros. Elaborados os projetos realizou-se, no banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), o levantamento da intensidade pluviométrica histórica da região de Palmas - TO, desde o ano de 2009 até 2018, obtendo uma precipitação média anual de 1717,25mm. Ao analisar esses dados e observar o longo período de estiagem da região, concluiu-se que o melhor método para dimensionamento do reservatório seria o Método Prático Alemão. O volume do reservatório de 5,04 m³ foi obtido através da estimativa da demanda de água não potável. Então utilizou-se um reservatório inferior de 5,0 m³ e outro superior de 1,5 m³. Feito isso desenvolveu-se o projeto arquitetônico com planta baixa, locação e cobertura onde foram implantados os projetos hidráulico convencional e sistema de aproveitamento de água pluvial. Com esses projetos em mãos elaborou-se as planilhas orçamentárias de cada sistema com os respectivos valores, R\$ 2502,57 para o hidráulico convencional e R\$ 16233,59 para o hidráulico convencional junto com o sistema de aproveitamento de água pluvial. O custo excedente para implantar o sistema foi obtido da diferença entre os valores de cada sistema, nesse caso será de R\$ 13731,02. Foi utilizado o Método de payback simples para avaliar a viabilidade econômica para implantação do sistema. Então chegou-se à conclusão de que apesar do tempo de retorno do investimento levar 12,6 anos, 60% da vida útil do projeto, o investimento é viável pois em apenas 6 anos é possível obter lucro de mais de 100% do capital investido.

Palavras Chave: Água. Aproveitamento. Chuva. Intensidade Pluviométrica.

ABSTRACT

BATISTA, Wilian Lopes. Completion of course work. 2019. **Economic feasibility study of the implementation of a rainwater harvesting system in a medium-standard residence in the municipality of Palmas - TO.** Civil Engineering. Lutheran University Center of Palmas. Palmas - Tocantins. Privacy Policy | Murilo de Padua Marcolini.

Considering that water is an indispensable natural resource for life, conservation and conservation issues are being discussed more and more today. The increase in scarcity and the cost of this resource has made it imperative to search for new techniques for the utilization, storage and abstraction of rainwater, thus contributing to the rational use and reduction of waste of this important resource such as water. This paper presents the elaboration of the projects of conventional hydraulic, and systems of utilization of rain water. The object of study was a medium standard residence located in the municipality of Palmas - TO. The proposal was to design a system for the utilization of rainwater for non-noble purposes, for example, water used in sanitary basins, washing of internal floors, washing of sidewalks, irrigation of gardens, washing of cars, among others. The projects were carried out in the National Institute of Meteorology (INMET) database, surveying the historical rainfall intensity of the Palmas-TO region, from 2009 to 2018, obtaining an average annual rainfall of 1717.25mm . When analyzing these data and observing the long period of drought in the region, it was concluded that the best method for sizing the reservoir would be the German Practical Method. The reservoir volume of 5.04 m³ was obtained by estimating the demand for non-potable water. Then, a lower reservoir of 5.0 m³ and an upper reservoir of 1,5 m³ was used. This was done by developing the architectural design with low plant, lease and cover where the conventional hydraulic projects and pluvial water utilization system were implemented. With these projects in hand, the budget worksheets of each system with their respective values were prepared, R \$ 2502.57 for conventional hydraulics and R \$ 16233.59 for conventional hydraulics together with the rainwater utilization system. The surplus cost to implement the system was obtained from the difference between the values of each system, in this case it will be R \$ 13731.02. The Simple Payback Method was used to evaluate the economic viability for system implementation. So it was concluded that although the return on investment takes 12.6 years, 60% of the project life, the investment is feasible because in just 6 years it is possible to make a profit of more than 100% of the invested capital .

Keywords: Water. Use. Rain. Pluviometric Intensity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema de cisterna implementada na zona rural	16
Figura 2 - Esquema de sistema de captação de água de chuva.....	18
Figura 3 - Precipitação média histórica na cidade de Palmas - TO, período de 2009 a 2018.	34
Figura 4 - Planta baixa, locação e cobertura.....	37
Figura 5 - Projeto Hidráulico - Planta baixa e cobertura.....	38
Figura 6 - Instalações hidráulica – isométricos banheiros.....	39
Figura 7 - Projeto hidráulico - isométrico cozinha.....	39
Figura 8 - Projeto SAAP - planta baixa e locação e cobertura	41
Figura 9 - Projeto SAAP - isométricos banheiros	42
Figura 10 - Projeto SAAP - Isométrico área de serviço/cozinha.....	43
Figura 11 - Projeto SAAP - Det. 03 planta de cobertura.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classes de água e aplicação	21
Tabela 2 - Parâmetros de Vida útil de Projeto.....	23
Tabela 3 - Parâmetros de dimensionamento.....	32
Tabela 4 - Consumo de água potável da unidade familiar	32
Tabela 6 - Dados das precipitações médias mensais do período de 2009 a 2018 ...	33
Tabela 7 - Parte da planilha orçamentária projetohidráulico	45
Tabela 8 - Custo por sistema	46
Tabela 9 - Tabela de custos de tarifas de água Palmas - TO	46
Tabela 10 - Planilha de cálculo do retorno do investimento	48

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	12
1.2 OBJETIVOS	12
1.2.1 Objetivo Geral	12
1.2.2 Objetivos Específicos	12
1.3 JUSTIFICATIVA	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 O USO DA ÁGUA DA CHUVA NO MUNDO	14
2.2 O APROVEITAMENTO DAS ÁGUAS PLUVIAIS NO BRASIL	15
2.3 SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA	16
2.4 TRATAMENTO DA ÁGUA COLETADA	19
2.5 ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DO APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS	20
2.6 ANÁLISE ECONÔMICA	21
2.7 VIDA ÚTIL DE PROJETO	22
2.8 CUSTO DIRETO E CUSTO INDIRETO	23
2.8.1 Custo Direto	23
2.8.2 Custo Indireto	24
3 METODOLOGIA.....	26
3.1 LEVANTAMENTO DOS DADOS DO PROJETO	26
3.2 ÁREA DE ESTUDO.....	26
3.3 ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO.....	26
3.4 PROJETO ARQUITEÔNICO.....	27
3.5 PROJETO HIDRÁULICO CONVENCIONAL.....	27
3.6 IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DA ÁGUA COLETADA.....	27
3.7 RESERVATÓRIOS	28
3.7.1 Dimensionamento dos reservatórios de águas pluviais	28
3.7.2 Distribuição dos reservatórios	28
3.8 PONTOS DE EMPREGO	29
3.9 SISTEMA DE CALHAS	29

3.10	ÁREA DE CAPTAÇÃO.....	29
3.11	CÁLCULO DO VOLUME DE ÁGUA CAPTADO.....	30
3.12	CÁLCULO DA ECONOMIA NA TAXA DE ÁGUA.....	30
3.13	CÁLCULO DA ECONOMIA NA TAXA DE ESGOTO	30
3.14	CÁLCULO DO RETORNO DO INVESTIMENTO	31
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
4.1	LEVANTAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS PLUVIOMÉTRICOS	32
4.2	ESTIMATIVA DE DEMANDA DE ÁGUA NÃO POTÁVEL.....	34
4.3	DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO	35
4.4	ELABORAÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO.....	36
4.5	ELABORAÇÃO DO PROJETO HIDRÁULICO CONVENCIONAL.....	37
4.6	ELABORAÇÃO DO PROJETO HIDRÁULICO COM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL	40
4.7	ORÇAMENTO DE IMPLANTAÇÃO DOS SISTEMAS.....	45
4.8	CÁLCULO DA ECONOMIA DE ÁGUA POTÁVEL	46
5	CONCLUSÃO.....	49
	REFERÊNCIAS.....	51
	APÊNDICES.....	54

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento populacional e conseqüentemente com o aumento do consumo de água potável, a preocupação da redução da água potável do planeta vem aumentando. Dessa forma, percebe-se a necessidade de fazer o uso sustentável e racional da água. Uma alternativa para suprir a necessidade da população seria a utilização das águas pluviais aproveitadas por meio de sistemas de captação nas residências e demais estruturas edificadas, onde as mesmas poderiam ser utilizadas em descargas de vasos sanitários, torneiras de jardins, lavagem de roupas, calçadas e automóveis.

Um sistema de coleta, armazenamento, utilização das águas pluviais é um instrumento importante para o controle hídrico, e o reuso dessas águas poderiam diminuir o número de enchentes. A água, recurso natural de extrema importância como fator de produção para diversas atividades no nosso planeta, vem sendo motivo de preocupação no mundo todo pelos sinais de alteração em seu ciclo natural provocando secas em algumas regiões do mundo enquanto que, em outras, o problema é enchentes. A distribuição global desproporcional da água em relação à concentração populacional é um fator que está diretamente relacionado à disponibilidade desse recurso natural para os diversos tipos de uso.

Os oceanos correspondem aproximadamente a 2/3 da superfície terrestre. Com volume total de água no planeta estimado em 1,35 milhões de quilômetros cúbicos, desse total 97,5% são de água salgada localizada em mares e oceanos, enquanto que 2,5% são de água doce, no entanto encontra-se em locais de difícil acesso, como geleiras e aquíferos (águas subterrâneas). A água doce encontrada em locais de fácil acesso para o consumo humano, como rios, lagos e atmosfera, corresponde apenas a 0,007% do total de água doce da terra (UNIÁGUA, 2010).

Mesmo que a água doce seja encontrada em quantidades consideráveis no planeta, ela pode se tornar escassa em várias regiões do mundo, onde o abastecimento já está se tornando um problema devido ao crescimento acelerado da população no meio urbano. De acordo com relatórios da Organização das Nações Unidas, a atual população mundial é estimada em aproximadamente 7,6 bilhões de pessoas, tendendo a alcançar a marca de 9,8 bilhões em 2050 (ONU, 2017), sobrecarregando ainda mais os sistemas de abastecimento de água.

A contaminação da água no mundo é outro grande problema que faz com que ela se torne imprópria para o consumo direto. A água encontrada hoje em fontes acessíveis para consumo encontra-se, em sua maioria, contaminada por nutrientes e algas em excesso, esgotos urbanos e industriais, resíduos sólidos (urbanos, industriais, de construção civil) e produtos químicos (MAY, 2004).

Outro grande problema é a concentração populacional em regiões com escassez de água. De acordo com Ghisi (2006), essas regiões de maior concentração de habitantes são principalmente as que detêm a menor quantidade de água, ao contrário de regiões com baixo índice populacional e água com abundância.

No Brasil, pode-se citar como exemplos a Região Sudeste do Brasil, que dispõe de um potencial hídrico de apenas 6% do total nacional, porém conta com 43% do total de habitantes do país, enquanto a Região Norte, que compreende a Bacia Amazônica, apresenta 69% de água disponível, contando com apenas 8% da população brasileira.

Para uso não potável podemos suprir em grande parte a demanda da população utilizando o método de captação e aproveitamento de água da chuva. A água coletada da chuva pode ser utilizada em torneiras de jardins, descargas de vasos sanitários, lavagem de roupas, calçadas e automóveis. Para aplicação desse sistema, é necessário realizar estudo de viabilidade técnica para sua implantação.

Dentro deste contexto essa pesquisa teve como foco a caracterização do sistema de aproveitamento de água pluvial em uma residência unifamiliar de porte médio, considerando a demanda de consumo de uma família típica com 04 pessoas (02 adultos e 02 crianças) na cidade de Palmas – Tocantins, de forma que o estudo possa servir de base para elaboração de um plano de ação voltado para a utilização desse sistema em larga escala na área urbana do município, como fonte de abastecimento de água de uso não potável, a fim de promover a diminuição do consumo e preservação dos recursos hídricos disponíveis.

Foi desenvolvido o estudo de aproveitamento da água da chuva de uma residência padrão médio no município de Palmas – TO, a partir de dados pluviométricos e de consumo médio para a região a qual encontra-se a cidade.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Para implantar um sistema de aproveitamento de água da chuva em uma residência é necessário um projeto específico para este fim, prevendo reservatórios e tubulações distintas para cada tipo de uso. Com isso, é necessário um investimento extra em função da maior quantidade de materiais para execução da obra, além do custo da manutenção do sistema.

Diante disso, o presente trabalho procura verificar a viabilidade que o aproveitamento de água de chuva garante, diante das potencialidades pluviais que a região de Palmas possui e de consumo médio familiar, bem como custo benefício que o sistema proporciona.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar a viabilidade econômica de implantação de sistema de aproveitamento de águas pluviais em residência de médio padrão no município de Palmas – TO.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analisar os dados referentes aos índices pluviométricos para a cidade de Palmas – TO;
- Elaborar projeto arquitetônico padrão médio para implantação do sistema;
- Elaborar projeto hidráulico sem o sistema de aproveitamento de águas pluviais.
- Elaborar projeto hidráulico com o sistema de aproveitamento de águas pluviais.
- Elaborar 2 planilhas orçamentárias com custo de execução do projeto hidráulico, uma delas com o sistema de aproveitamento de águas pluviais e outra sem.

- Levantamento de gastos com operação e manutenção do sistema de aproveitamento de águas pluviais.

1.3 JUSTIFICATIVA

Apesar de haver abundância de água, proveniente de rios, na região de Palmas - TO, seu auto custo mensal nas residências tem sido um fator determinante para que os consumidores busquem novas tecnologias que proporcione economia. Com isso, em busca de economia financeira, tem aumentado a procura por sistema de aproveitamento de águas pluviais na região. Então este estudo será de extrema importância, pois, irá analisar a viabilidade econômica de implantação de sistema de aproveitamento de águas pluviais em Palmas - TO, determinado se o sistema é realmente sustentável para o município, considerando o longo período de estiagem.

A cidade de Palmas, capital do estado do Tocantins, encontra-se localizada geograficamente na região norte do país, compondo a Amazônia Legal, e por isso apresenta maior consumo médio estimado de água tratada por habitante (180 l/hab/dia), valores estipulados pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2017).

O processo de potabilização da água bruta emprega métodos e insumos que tornam seu custo final elevado, de forma que seja garantida a qualidade e a pureza da água. Também é considerado na composição do custo final da água tratada o item desperdício, que segundo estimativas da ANA, pode chegar a aproximadamente 35%.

Considerando que a água tratada é utilizada em todas as atividades domésticas como jardins, lavagem de automóveis, descarga sanitária, alimentação e higiene, dentre outros, o aproveitamento de águas pluviais se faz a medida paliativa mais eficiente, já que o sistema de captação, armazenagem e abastecimento de água da chuva possibilita uma redução significativa no consumo da água dos mananciais, implicando em preservação ambiental direta, além de diminuir o valor da conta de fornecimento de água tratada pela concessionária desse serviço.

Dessa forma, o presente estudo se justifica pela sua importância tanto para o acadêmico pesquisador, que se aprofundará numa linha de pesquisa bastante relevante, bem como para a comunidade acadêmica, que terá uma fonte de dados e informações para a produção de outros estudos nesse mesmo segmento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O USO DA ÁGUA DA CHUVA NO MUNDO

Conforme descreve Tomaz (2003), a importância da água no desenvolvimento científico e tecnológico, aparece na história desde o início da civilização. A preocupação com o uso de forma racional dos recursos hídricos vem desde a Civilização Romana, que apresentou as primeiras tecnologias voltadas para tal aproveitamento. Os romanos desenvolveram dispositivos para a medição do consumo da mesma, para controlar os desperdícios e na Idade Média, a tendência era substituir o serviço braçal por máquinas acionadas pela água.

Gnadlinger (2000), explica que entre o século X e XI houve a expansão da roda hidráulica, quando se aplicou esse equipamento na ampliação do processamento da produção agrícola, como no esmagamento de azeitonas, na produção de fibras, tecidos, minérios e peças metálicas, e a partir disso surge a preocupação do uso controlado das reservas de água doce.

Ainda no século X, os Maias já faziam o aproveitamento da água da chuva para a irrigação de suas lavouras, onde a água captada era transportada e armazenada em cisternas chamadas de Chultuns. Porém, o uso desse sistema de captação e aproveitamento da água da chuva foi perdendo força no mundo conforme a evolução das tecnologias de abastecimento foi se expandindo ou pela difusão dos sistemas de abastecimento, barragens, irrigações (GNADLINGER, 2000).

A utilização das águas pluviais no mundo voltou a ser realidade por ser uma maneira simples e eficaz para controlar os problemas de escassez da água, pois em diversos países Europeus e Asiáticos já aproveitam a água da chuva em suas residências, indústrias, pois sabem da importância da mesma no nosso dia a dia (COHIM; GARCIA; KIPERSTOK, 2007).

2.2 O APROVEITAMENTO DAS ÁGUAS PLUVIAIS NO BRASIL

Ghanayem (2001), cita que o primeiro sistema de aproveitamento de águas pluviais a funcionar em território brasileiro foi no território ultramarino de Fernando de Noronha, instalado no ano de 1943 pelo exército dos Estados Unidos, que captava a água da chuva e direcionava para reservatórios que era posteriormente empregada no consumo humano e demais atividades. O sistema continua sendo utilizado para o abastecimento da população da ilha.

No Brasil, uma das maneiras bastante utilizada para o aproveitamento da água da chuva é a construção de cisternas, principalmente, nas regiões do Nordeste. O governo criou programas no intuito de elevar a qualidade de vida dos habitantes do semi-árido brasileiro, um deles pode-se mencionar a criação do Centro de Pesquisas Agropecuárias do Trópico Semi-Árido (CPATSA) em 1975, com o objetivo de captação da água da chuva e de edificação de cisternas para armazenamento de água para consumo, dentre outros.

Em regiões como o Nordeste brasileiro, devido à dificuldade de conseguir água, seja para o uso doméstico ou para o consumo humano, a população acaba consumindo água de qualidade duvidosa, o que vem associado a uma série de doenças.

Segundo Soares (2004), uma alternativa para esse conflito é a captação de água de chuva, algo relativamente fácil de se fazer e que com um tratamento adequado pode ser utilizada inclusive para o consumo humano. Em algumas metrópoles brasileiras, como São Paulo e Rio de Janeiro, a coleta da água da chuva tornou-se obrigatória para alguns empreendimentos, visando a redução das enchentes. Existem também empresas especializadas que fabricam e fornecem soluções para o aproveitamento da água da chuva. Além de residências, já existem estabelecimentos comerciais em São Paulo que há 30 anos captam, filtram e aproveitam a água da chuva em seu processo de lavagem (SICKERMANN, 2003).

2.3 SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Segundo Tomaz (2003) citado por Menezes (2006), os componentes principais deste sistema são: a superfície de coleta, calhas e condutores, peneira, reservatório e extravasor.

Os telhados da edificação são as áreas mais comumente utilizadas como superfície de captação das águas pluviais. As calhas e condutores têm como objetivo a condução da água captada até o reservatório de limpeza. A peneira serve para reter os materiais em suspensão. O reservatório pode ser de vários tipos de materiais, sendo ele apoiado ou enterrado. Além disso, nele deve conter um extravasor com dispositivo para evitar a entrada de pequenos animais. Devido à água do reservatório estar em constante processo de sedimentação, sugere-se que sempre use água da parte superior do reservatório (MENEZES, 2006).

A figura 1, abaixo demonstra um modelo de sistema de captação por calha e reservatório.

Figura 1 - Esquema de cisterna implementada na zona rural



Fonte: Ministério da Integração Nacional

Menezes (2006), afirma que a capacidade do sistema e a demanda necessária definirão o uso da água pluvial coletada. O limitador do sistema será o volume fornecido de água, a superfície de captação e o índice pluviométrico da

região. Deve-se salientar que a utilização deste sistema para descarga de vasos sanitários, irrigação do jardim e lavagem de áreas da casa e veículos.

Geralmente é mais rentável em residências unifamiliares, e dependendo da região da edificação, como por exemplo onde não há problemas de poluição e/ou chuva ácida, a água pluvial captada poderá ser utilizada em todos os pontos de consumo de água da edificação (MENEZES, 2006).

Segundo descreve Bohara apud Mona (2004), as vantagens da utilização da água das chuvas são:

- Não necessita de maiores esforços para se obter a qualidade exigida da água;
- Sistema de captação independente;
- Construção e manutenção simples.

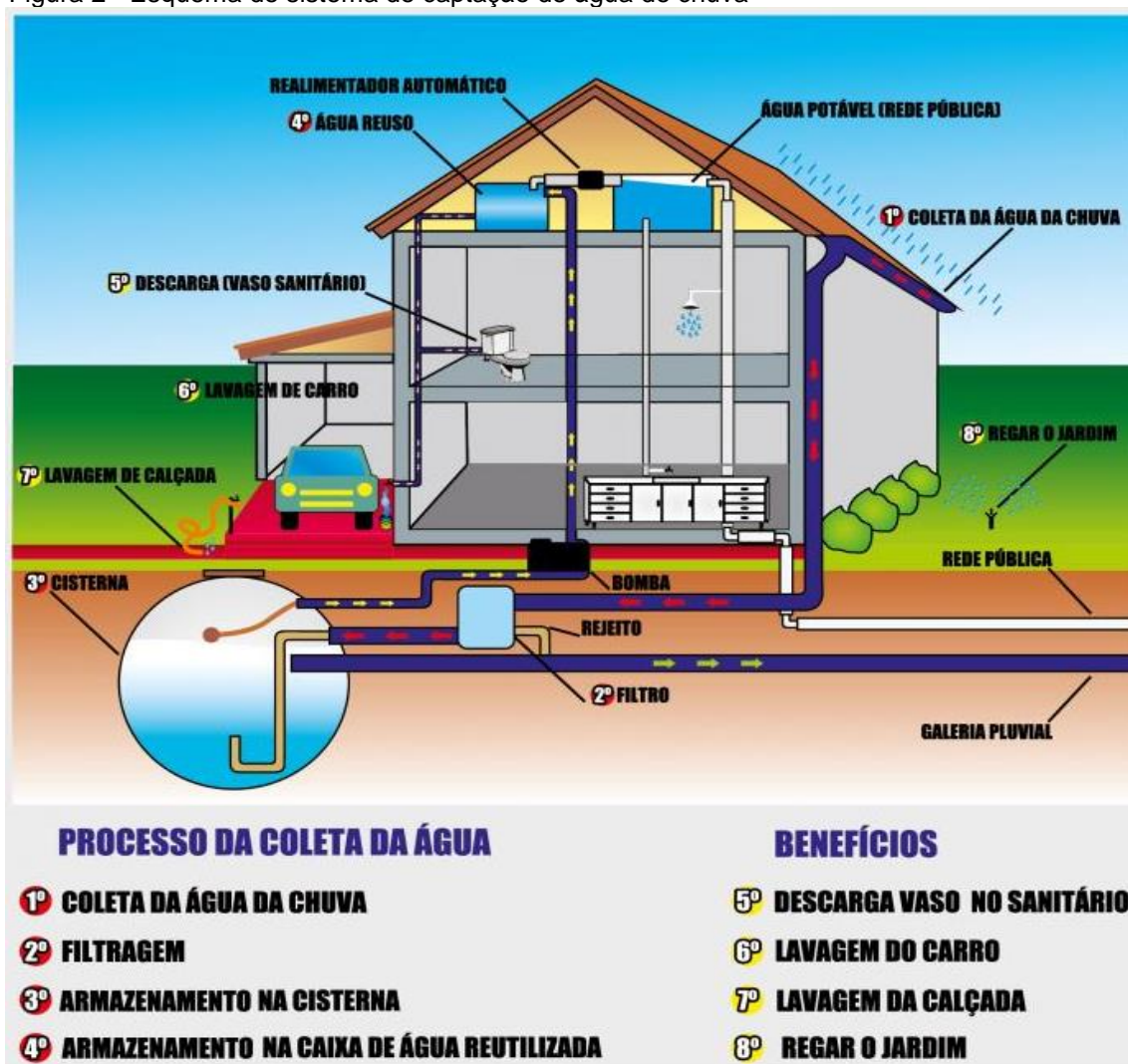
O sistema de aproveitamento da água da chuva é considerado um sistema descentralizado de suprimento de água, com objetivo de conservar os recursos hídricos, e com isso reduzindo o consumo de água potável (KOENIG, 2003).

As técnicas mais comuns para a coleta de águas pluviais são através da superfície dos telhados, sendo considerado o mais simples e o melhor na qualidade da coleta da água, comparando-o com outros sistemas como os que coletam águas pluviais nas superfícies do solo.

A figura 2 a seguir, mostra o aproveitamento de águas pluviais através de telhados, com reservatório enterrado em uma residência. Cada dispositivo é representado da seguinte forma:

- 1 – Coleta da água da chuva;
- 2 – Filtragem: recebe a água do telhado, retém as partículas maiores dispensadas com um pouco de água através do rejeito;
- 3 – Cisterna enterrada: recebe a água pluvial captada no telhado e contém extravasor na parte superior ao nível da rua;
- 4 – Caixa d'água para armazenamento de água pluvial;

Figura 2 - Esquema de sistema de captação de água de chuva



Fonte: Hidrobrasil

Herrmann e Schmida (1999), destacam três métodos mais usuais na construção de sistema de aproveitamento de água da chuva, sendo elas:

1. Sistema de fluxo total – Onde toda a chuva coletada pela superfície de captação é direcionada ao reservatório de armazenamento, passando antes por um filtro ou por uma tela. A chuva que extravasa do reservatório é direcionada ao sistema de drenagem.
2. Sistema com derivação – Neste sistema, uma derivação é instalada na tubulação vertical de descida da água da chuva, com o objetivo de descartar a primeira chuva, direcionando-a ao sistema de drenagem. Este sistema é também denominado de sistema autolimpante. Em alguns casos, instala-se um filtro ou uma tela na

derivação. Assim como no sistema descrito anteriormente, a chuva que extravasa do reservatório é direcionada ao sistema de drenagem.

3. Sistema com volume adicional de retenção – Onde, constrói-se um maior reservatório, com capacidade de armazenar o volume de chuva suficiente para atender a demanda e capaz de armazenar um volume adicional com o objetivo de evitar enchentes no meio urbano. Neste sistema, uma válvula regula a saída de água correspondente ao volume adicional de retenção para o sistema de drenagem.

2.4 TRATAMENTO DA ÁGUA COLETADA

Apesar de a água armazenada ter uma aparência limpa, ela pode conter impurezas absorvidas da poluição atmosférica, não sendo aconselhável a ingestão humana sem tratamento da mesma. Quando pensamos em aproveitamento de água da chuva, o tratamento a ser aplicado deve ser de acordo com seu uso. Segundo Kammers, (2004), não precisamos de tratamentos avançados para fins menos nobres.

Uma maneira simples de limpeza da água da chuva bastante utilizado é a eliminação dos primeiros milímetros de chuva, por meio de um componente importante do sistema de aproveitamento que é o reservatório de eliminação da primeira chuva.

Este procedimento é também denominado de auto-limpeza da água da chuva (TOMAZ, 2003).

Com a finalidade de captar a chuva inicial, este reservatório, retém ou descarta a água de forma que a mesma não entre em contato com a chuva seguinte, menos poluída, que será direcionada ao reservatório de armazenamento final. A chuva direcionada ao reservatório final, que tenha passado apenas por este tratamento simplificado, deve ter seu uso voltado apenas para os fins não potáveis.

2.5 ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DO APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

O aproveitamento das águas pluviais é o processo pelo qual a mesma é utilizada após captação e direcionamento para reservatórios, e pode ocorrer de forma direta ou indiretamente por meio de ações planejadas ou não. O aproveitamento de águas pluviais a demanda sobre os mananciais de água substituindo a utilização da água potável em atividades que não necessitem de tal, por uma de qualidade inferior. Pode-se citar algumas vantagens tais como:

- Diminuição do consumo de água da rede pública, reduzindo o custo tarifário da água fornecida pela concessionária;
- Redução do consumo de água potável onde a mesma não é necessária;
- O emprego de tempo, dinheiro são razoáveis para implantar a captação de água pluvial dos telhados, e o retorno do investimento pode ser positivo;
- É um projeto sustentável, ecológico e financeiramente viável, não desperdiça um recurso natural em falta em algumas regiões do país, e em abundância nos telhados no período chuvoso;
- Ajuda a reduzir inundações, impedindo boa parte da água que seria drenada para galerias e posteriormente enviadas aos rios.

A chuva é considerada o tipo de precipitação mais importante para hidrologia, devido a sua capacidade de produzir escoamento em suas diversas condições.

Para Villela e Mattos (1975), a água precipitada sobre a superfície da terra, em estado líquido, vapor ou sólido, como chuva, neve, granizo, nevoeiro, sereno ou geada, origina-se do vapor atmosférico proveniente do ciclo hidrológico. Sendo assim podemos classificar a formação dessas precipitações em ciclônico, orográfico e conectivo.

O conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) através da resolução Nº 357/2005 estabeleceu critérios padronizados para a classificação das águas doces, salobras e salinas, essa resolução estabelece por meio de vários artigos, uma série de limites e condições físicas, químicas e bioquímicas, para assim manter a qualidade das mesmas.

Tabela 1 - Classes de água e aplicação

Classes	Utilização
Classe Especial	Abastecimento doméstico sem prévia ou com desinfecção; Preservação de equilíbrio natural das comunidades aquáticas; À preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
Classe I	Ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado; À proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário conforme Resolução CONAMA N° 274 de 2000; Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que são ingeridas curas sem remoção de película; Proteção das comunidades aquáticas em Terras indígenas.
Classe II	Ao abastecimento doméstico após tratamento convencional; À proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário conforme Resolução CONAMA N° 274 de 2000; Irrigação de hortaliças e frutíferas, parques, jardins, campos de esporte, etc.; Aqüicultura e à atividade de pesca.
Classe III	Ao abastecimento doméstico após tratamento convencional ou avançado; Irrigação de cultura arbórea, cerealífera e forrageira; Pesca amadora; Recreação de contato secundário;
Classe IV	Navegação; Harmonia paisagística; Usos menos exigentes

Fonte: CONAMA (2005)

2.6 ANÁLISE ECONÔMICA

A análise econômica de um sistema de aproveitamento das águas pluviais tem início no apontamento das necessidades locais e demanda por esse recurso natural com base em dados de consumo humano, animal e industrial. Também se faz necessário projetar uma população é estimar a sua evolução futura, o que constituía base de avaliação da capacidade produtiva e das necessidades de uma região.

Conforme CODEPLAN (1997), o conhecimento das características demográficas de uma sociedade e a previsão de seu comportamento futuro são, portanto, fundamentais para a definição de políticas públicas e para o planejamento econômico e social de uma região na medida em que o tamanho e a estrutura da população têm papel essencial na determinação da mão de obra e na definição do mercado consumidor de bens e serviços.

A associação dos resultados das projeções demográficas com outras informações, tais como: renda, escolaridade, qualificação de mão de obra, etc.; permitirão ao planejador, público ou privado, simulações prospectivas que indicarão formulação de objetivos mais coerentes com as reais necessidades da sociedade (CODEPLAN, 1997).

Deve-se ter em conta, entretanto, que nenhuma projeção é definitiva, pois ela é baseada em hipóteses de comportamento futuro que poderão ou não se concretizar na medida em que dependem de um conjunto complexo de fatores sociais, econômicos e culturais da população em estudo.

É importante, portanto, que se adotem mecanismos de ajuste sempre que novos levantamentos amplos e profundos da área estudada indiquem alterações nas tendências de conduta dos componentes demográficos.

2.7 VIDA ÚTIL DE PROJETO

Segundo descreve a NBR 6118 de 2003, “Vida Útil de Projeto” é o período de tempo que as estruturas devem manter suas características, atendendo os requisitos de uso e manutenção prescritos pelo projetista e construtor.

Nenhum material é propriamente durável. Como resultado de intervenções ambientais, a microestrutura e, suas propriedades mudam com o tempo, um material atinge o fim de sua vida útil quando suas propriedades, sob determinadas condições de uso, tiverem se deteriorado de tal forma que a continuação de sua utilização se torna insegura e antieconômica (MEHTA; MONTEIRO, 2008).

São oferecidas diretrizes para as definições dos prazos mínimos de garantia por parte dos construtores e incorporadores. Já os prazos mínimos de VUP para cada sistema da edificação são definidos conforme tabela abaixo:

Tabela 2 - Parâmetros de Vida útil de Projeto

SISTEMA/VUP MÍNIMA	ANOS
Estrutura	≥ 40
Vedação vertical externa	≥ 40
Vedação vertical interna	≥ 20
Cobertura Hidrossanitário	≥ 20
Pisos internos	≥ 13

Fonte: Adaptada pelo autor de NBR 15575

O conceito de vida útil aplica-se a estrutura como um todo ou suas partes. Dessa forma, determinadas partes das estruturas podem merecer consideração especial com valor de vida útil diferente do todo (ABNT 6118, 2003).

Tomando-se como referência o CEB/FIP *Model Code*, por vida útil entende-se o período de tempo no qual a estrutura é capaz de desempenhar as funções para qual foi projetada sem necessidades de intervenções não previstas, ou seja, as operações de manutenções previstas e especificada ainda na fase de projeto, fazem parte do período total de tempo durante o qual se admite que a estrutura esteja cumprindo bem sua função.

2.8 CUSTO DIRETO E CUSTO INDIRETO

Em qualquer processo construtivo, seja na fase de projeto ou já na execução, é necessário que se faça aquisição de insumos em geral (material de construção, serviços, material de expediente), que serão computados na composição do custo do empreendimento. Dessa forma se faz necessário distinguir com clareza o custo direto do custo indireto na definição do valor global da obra.

2.8.1 Custo Direto

O cálculo do custo direto se caracteriza pela soma do custo de serviços que irão compor o resultado final do produto, que é a implantação física daquilo que foi projetado. Fazem parte desse cálculo os insumos como material de construção, equipamentos e serviços (mão-de-obra) (PINI, 2018).

Segundo descreve Pini (2018), a partir desse contexto, se faz necessário realizar a contabilização e apontamento de cada item adquirido com base no orçamento do projeto, devendo também realizar o lançamento em planilhas de custo específicas, com levantamento de custo unitário e quantificação dos mesmos.

2.8.2 Custo Indireto

Os custos indiretos perfazem os serviços de apoio necessários para que a obra seja executada. Essa categoria de custo deve ser incorporada desde a mobilização do canteiro até a desmobilização total do mesmo, ou seja, já na instalação da estrutura provisória e compra de materiais anteriormente ao início dos trabalhos (PINI, 2009).

Conforme descrito em Pini (2009), Para se obter o valor global (soma do custo direto com o indireto) se faz necessário realizar o cálculo inerente ao Benefício e Despesas Indiretas (BDI), que é a forma de determinar a margem entre o valor praticado por fornecedores e prestadores de serviço com o que é de fato orçado, já que serão computados também os custos operacionais diretamente ligados aos produtos e serviços adquiridos.

A aplicação do BDI em obras de construção civil essa margem é composta, essencialmente, por meio dos seguintes itens:

- Rateio da Administração Central;
- Despesas Financeiras de capital de giro;
- Taxa de Risco do Empreendimento,
- Tributos federais e municipais;
- Despesas comerciais.
- Lucro do construtor.

No setor da construção civil, o índice do BDI varia entre 30% e 40% do custo total do empreendimento. A equação abaixo mostra o cálculo do BDI a ser considerado na composição do custo global do empreendimento.

Equação 1 – Cálculo do BDI

CÁLCULO DO BDI

O BDI é calculado pela seguinte fórmula:

$$\text{BDI} = \left[\left(\frac{(1+i)(1+r)(1+f)}{1-(t+s+c+l)} - 1 \right) \right] \times 100 =$$

Sendo:

- i = Taxa de Administração Central
- r = Taxa de Risco do empreendimento
- f = Despesas Financeiras
- t = Tributos Federais
- s = ISS
- c = Taxa de Comercialização
- l = Lucro

Sendo:

- i = Taxa de Administração Central
- r = Taxa de Risco do empreendimento
- f = Despesas Financeiras
- t = Tributos Federais
- s = ISS
- c = Taxa de Comercialização
- l = Lucro

Após a definição do BDI é então realizado o cálculo do orçamento ou valor de venda, onde para se calcular o orçamento é utilizada a seguinte equação:

$$\text{PV} = \text{CD} (1 + \text{BDI}/100)$$

Sendo:

- PV = Valor de Venda ou Orçamento
- CD = Custo Direto
- BDI = Benefício e Despesas Indiretas em valores percentuais

3 METODOLOGIA

3.1 LEVANTAMENTO DOS DADOS DO PROJETO

Para a realização do estudo referente a viabilidade técnica e financeira da utilização de um sistema para aproveitamento de águas pluviais em Palmas - TO, foi necessário realizar o levantamento de dados que pudesse demonstrar primeiramente um comparativo entre o valor da conta paga com o fornecimento total de água por parte da companhia de abastecimento e com fornecimento parcial e uso da água captada e armazenada nos reservatórios. Foram considerados os índices pluviométricos, a área de captação (telhado), custo de implantação do sistema e taxa de retorno.

3.2 ÁREA DE ESTUDO

O município de Palmas, capital do Tocantins, encontra-se localizado na região norte do Brasil próximo ao paralelo 10°11'14" sul e do meridiano 48°20'21" oeste, possui segundo dados estatísticos do censo 2010 do IBGE, 264.409 mil habitantes uma área territorial de 2.218,943 km² e está a 280 m acima do nível do mar, considerada como a capital mais quente do Brasil.

Foi criada em 20 de maio de 1989 sendo a última cidade brasileira planejada do Século 20 e a capital mais nova do país, além de uma bela arquitetura, Palmas conta com o lago formado pela Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães, possuindo 8 km de extensão, sendo considerada a capital com a melhor qualidade de vida da região norte do Brasil.

3.3 ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO

O índice pluviométrico refere-se à quantidade de chuva por metro quadrado em um determinado local. A medida é realizada em milímetros, durante um período de tempo.

Foi feito o levantamento dos dados da série histórica de Palmas, através do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e dos dados fornecidos pela Agência Nacional de Águas (ANA), relativos à precipitação média em cada mês dos últimos 10 anos, assim como a precipitação média total que foi utilizada no cálculo da viabilidade econômica do projeto apresentado no presente projeto, considerando sua implantação na cidade de Palmas - Tocantins.

3.4 PROJETO ARQUITETÔNICO

O projeto arquitetônico da residência de padrão médio foi desenvolvido, através do software autocad, de acordo com as normas vigentes do código de obras do município de Palmas-To.

3.5 PROJETO HIDRÁULICO CONVENCIONAL

Após a concepção do arquitetônico o projeto hidráulico foi elaborado por meio do software Hydros da AltoQi. Para possibilitar a comparação entre os sistemas elaborou-se dois projetos hidráulicos, um deles com o sistema de aproveitamento de águas pluviais e outro sem.

3.6 IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DA ÁGUA COLETADA

O sistema para captação e reaproveitamento de águas pluviais normatizado pela NBR 15527/2007, compreende um dispositivo de coleta de água pluvial, que deve ser capaz de coletar a água que chega no telhado da edificação. No presente estudo as águas pluviais serão captadas pelo sistema de calha no telhado, seguindo por meio de tubulações específicas para a filtração primária, onde serão removidas folhas, papéis e outros resíduos granulados maiores.

3.7 RESERVATÓRIOS

3.7.1 Dimensionamento dos reservatórios de águas pluviais

Utilizou-se o Método Prático Alemão onde é empregada a seguinte Equação para o dimensionamento do reservatório do sistema para aproveitamento e armazenamento da água da chuva para fins não potáveis (ABNT, 2007).

Neste método, o volume de reservatório de água da chuva será basicamente o menor valor registrado entre 6% do volume de água pluvial anual e 6% da demanda anual de água não potável. O coeficiente de 0,06, é usado para que a água da chuva coletada, não fique retida mais de 22 dias (ANQUIP, 2009).

Vadotado = Mínimo entre (V e D) × 0,06(6%) Equação3:

Em que:

V= volume anual de precipitação aproveitável (L);

D= demanda anual de água não potável (L).

3.7.2 Distribuição dos reservatórios

Os reservatórios foram distribuídos da seguinte forma: 02 reservatórios superiores, um para águas pluviais e outro para água potável, estando instalados sobre a laje da residência. Serão independentes entre si e cada sistema, com controle individual de entrada e saída de água por meio de registro manual de abertura e fechamento.

O reservatório inferior será implantado na parte frontal do lote, sendo aterrado, com tampa de acesso e monitoramento na parte superior. Foi instalada uma bomba de 0.5 cv visando o bombeamento para o reservatório superior e posterior aplicação nas atividades em que não seja necessário o uso de água potável.

3.8 PONTOS DE EMPREGO

Os locais e os equipamentos que fazem uso da água captada da chuva e os pontos de serventia do sistema alimentado pelos reservatórios foram apresentados em projeto para determinação de distribuição e áreas de abastecimento.

O sistema de abastecimento com água captada da chuva foi provido de um ramal implantado ao longo da área edificada, com a finalidade de facilitar o acesso a água para irrigação das plantas e limpeza do piso, havendo torneira interligada ao sistema.

3.9 SISTEMA DE CALHAS

Para que haja eficiência no sistema de captação e transporte da água ao reservatório é necessário que as calhas sejam instaladas respeitando o ângulo de desnível necessário de forma que a água vinda do telhado tenha seu escoamento facilitado, além de praticidade no acesso com vistas à limpeza e manutenção da mesma.

As calhas devem ser instaladas ao longo do telhado com a peneira com extravasor nos pontos de interseção, necessários para retenção de sólidos em suspensão bem como para a prevenção de acesso de pequenos animais e insetos ao reservatório.

3.10 ÁREA DE CAPTAÇÃO

Nas residências, a função de captação da água pluvial é realizada, preferencialmente, pela superfície dos telhados, por apresentar menor índice de impurezas, e cuja inclinação variável não influenciará na eficiência do sistema (TOMAZ, 2003).

3.11 CÁLCULO DO VOLUME DE ÁGUA CAPTADO

Para o cálculo do volume de água captada, basta multiplicar a área do telhado pela precipitação pluviométrica média anual, sendo utilizada a seguinte equação:

- Volume captado = Área telhado x Precipitação média.

Em que: área do telhado em m²; precipitação média em mm.

3.12 CÁLCULO DA ECONOMIA NA TAXA DE ÁGUA

Para o cálculo da economia da taxa de água multiplica-se o valor cobrado por m³ do responsável pelo fornecimento de água na cidade, pelo volume captado, e então obtém-se o valor economizado por ano na taxa de água, para isso foi usada a seguinte equação abaixo.

- Economia taxa água = Valor m³ * Vcaptado.
- Valor do m³ em reais.
- Vcaptado: volume captado em m³.

3.13 CÁLCULO DA ECONOMIA NA TAXA DE ESGOTO

O cálculo de economia referente ao esgoto é obtido da multiplicação do valor em m³ pelo volume captado e por 0,80 uma vez que o aproveitamento da água captada é de 80% com os 20% sendo considerado perda, ou seja, a cada 1 litro de água que chega na residência é cobrado 0,8 litro para o tratamento do esgoto.

- Economia taxa esgoto = Valor m³ * Vcaptado * 0,80.

3.14 CÁLCULO DO RETORNO DO INVESTIMENTO

Para o cálculo do retorno do investimento divide-se o valor investido pela economia anual com a implantação do sistema de captação e reaproveitamento da água pluvial, conforme a equação abaixo.

Retorno do Investimento = Valor Investido / Economia Anual.

Obs.: o valor do investimento é a diferença entre o valor investido e o custo de implantação do sistema incluindo valor da conta de água da concessionária local.

A taxa de retorno deve levar em consideração os custos de manutenção com o sistema completo (tubulação, estrutura construída em concreto e bomba) bem como, projeção do aumento da conta de água e energia durante a vida útil do sistema.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS PLUVIOMÉTRICOS

O estudo foi realizado baseando-se em uma residência uni familiar de um pavimento em qualquer localidade de Palmas, cujas características estão apresentadas:

Tabela 3 - Parâmetros de dimensionamento

Característica da Residência		
Número de moradores	Área de Contribuição (m²)	Característica
4,00	168,74	Residencial

Fonte: Do autor (2019)

Tabela 4 - Consumo de água potável da unidade familiar

Consumo de água potável			
Número de habitantes	Consumo per capita (L)	Consumo diário (L)	Consumo Mensal (M³)
4,00	150,00	600,00	18,00

Fonte: Do autor (2019)

A análise dos dados pluviométricos se deu por meio de levantamento da série histórica de chuvas na região desejada. Neste caso, por ser a única estação localizada no município e ter os dados necessários disponíveis para consulta, foi utilizada a série histórica da estação pluviométrica código 83033, localizada na cidade de Palmas, capital do estado do Tocantins.

Tabela 5 - Dados das precipitações médias mensais do período de 2009 a 2018

Mês/ Ano	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Média
Jan	160,1	436,9	354,2	378,8	289,1	291,4	152,6	429,6	424,1	273,4	319,02
Fev	353,8	206,1	327,3	247,8	197,2	281,1	201,3	4,8	288,8	345,4	245,36
Mar	168,7	462,5	352,4	121	369,4	363,6	145,3	161,7	207,4	182	253,4
Abr	130,4	82,8	218,8	92,8	105,3	179,8	308	80,5	163,9	251,4	161,37
Maio	285,1	25,6	9,8	63,3	24,9	52,3	103,7	2,6	17,8	0,4	58,55
Jun	40,1	0,2	0	8,8	24,2	0	0	18,2	0	0	9,15
Jul	0	0	2,2	0	0	0	0	0	0	0	0,22
Ago	0,4	0	0	0	0,2	0	0	0	0	2,7	0,33
Set	80,7	18	0	0	10,5	82	97,9	100,1	0	23,5	41,27
Out	213,7	222,1	228,1	31,3	114,5	155,4	132,9	38	21,6	200,3	135,79
Nov	172	189,4	210,5	326,2	281	191,1	102,6	180,9	197,1	410,1	226,09
Dez	316,3	162	302,4	227,9	433	247,2	149,4	254,1	343	231,7	266,7
TOTAL (mm/ano)	1921,3	1805,6	2005,7	1497,9	1849,3	1843,9	1393,7	1270,5	1663,7	1920,9	1717,25

Fonte: INMET (2019)

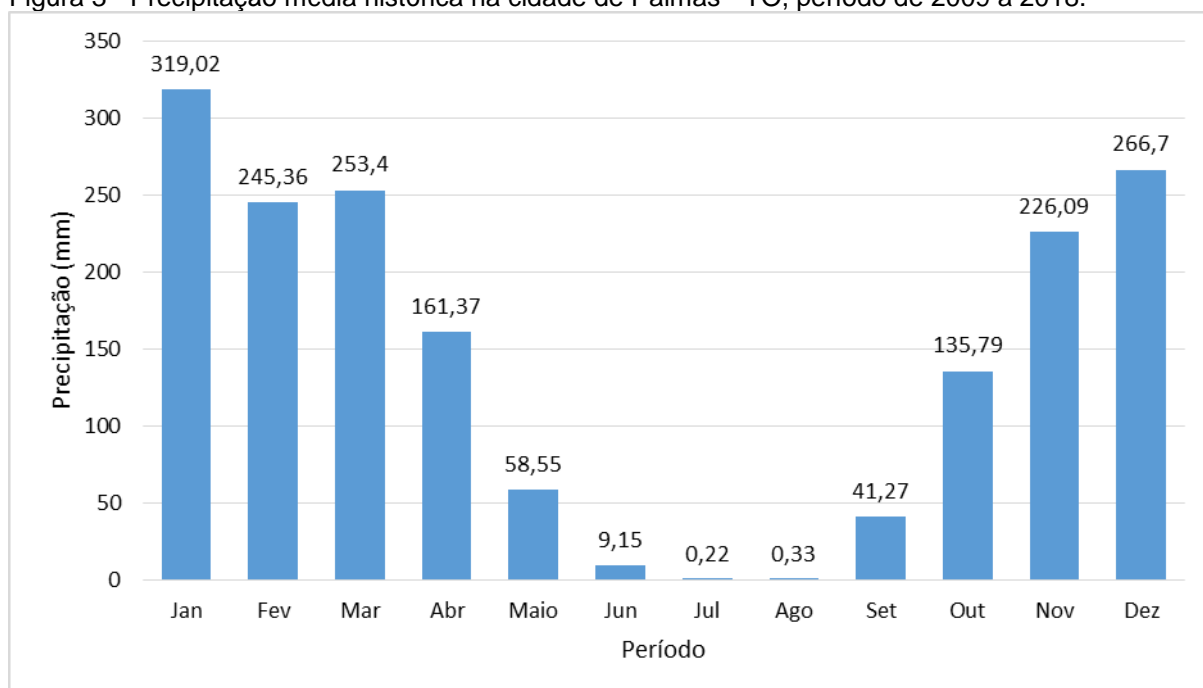
Conforme apresentado na tabela acima, foi obtida a média mensal de chuvas dos anos 2009 a 2018 e a média total de chuvas. Com base nos dados das séries históricas estudadas verificou-se que o tempo máximo que a estação ficou sem registrar chuva no período de 10 anos foi de 4 meses consecutivos.

O verão coincide com mudanças rápidas no tempo, podendo ocorrer chuvas curtas e intensas acompanhadas de raios e rajadas de ventos. No outono, como na primavera, as temperaturas se tornam um pouco mais amenas com a entrada de massas de ar frio. No inverno o clima é tipicamente seco. Palmas apresenta pluviosidade média histórica de 1717,25 mm no período de dez anos e meses de maior e menor índices pluviométricos como janeiro e julho respectivamente com 319,02 mm e 0,22 mm.

O reservatório utilizado no sistema de aproveitamento de água pluvial possui um volume que atende à demanda mensal por água não potável, que é de 7 m³, com dimensões compatíveis com as necessidades da residência em que o sistema será implantado.

A determinação das dimensões do reservatório está em consonância também com a disponibilidade do mercado, sendo assim, foi considerado um volume total de reservação de 6,5 m³, divididos em 2 reservatórios, sendo um deles subterrâneo com capacidade de 5 m³ e um reservatório superior 1,5 m³ de capacidade de armazenamento de água.

Figura 3 - Precipitação média histórica na cidade de Palmas - TO, período de 2009 a 2018.



Fonte: Adaptada pelo Autor de INMET (2019)

4.2 ESTIMATIVA DE DEMANDA DE ÁGUA NÃO POTÁVEL

Para poder dimensionar o sistema de aproveitamento de água da chuva e analisar sua viabilidade, foi necessário quantificar as previsões de consumo de água não potável a ser utilizada na residência em estudo. Então com o levantamento de áreas de piso, jardins, horta, bem como a quantidade de pessoas na residência, estimou-se a demanda de água. Considerando que haverá 4 pessoas na residência, o consumo de água pluvial das bacias sanitárias será de:

$$D=U*N*V$$

$$D= 4*6*6.8 = 163,2 \text{ litros/dia}$$

Onde:

D – demanda de água pluvial

U – número médio de usuários;

N – número médio de descargas diário

V – volume gasto de água aproximado em cada descarga.

Além do consumo das bacias sanitárias, calculou-se a quantidade de água pluvial necessária para lavagens de automóveis, pisos e rega de jardim. Para a lavagem de automóveis, estimou-se 4 lavagens por mês. A demanda para este item é calculada através da equação abaixo:

$$D=L*V$$

$$D= 4*150 = 600 \text{ litros/mês} = 20 \text{ litros/dia.}$$

Onde:

D – demanda de água pluvial

L – número de lavagem no mês;

V – volume gasto de água aproximado em cada lavagem de carro.

Para a limpeza do piso interno estimou-se uma lavagem por semana. Considerando área de piso interno de 117,96 m² e 4 lavagens por mês, o total de água gasto em 30 dias, utilizando o valor de 1 litro/m², será de 471,84 litros. Já para calçadas com área de 94,67 m², considerando o mesmo consumo de água para o piso interno e 2 lavagens por mês, o total de água gasto será de 189,34 litros. Então o total de água utilizado para pisos interno e calçadas será de 661,18 litros por mês ou uma média de 22 litros por dia.

O consumo de água para jardim e horta foi estimado em 2 litros/m²/dia com frequência de 8 vezes por mês. Com a área de 50,0 m² a demanda para esse fim será de 800 litros por mês, portanto uma média de 26,66 litros/dia.

A demanda de água pluvial para o projeto será de aproximadamente 231,86 litros/dia. Este valor será equivalente a 57,96 litros/pessoa/dia.

4.3 DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO

Após levantamento da demanda e oferta, realizou-se o dimensionamento do reservatório inferior. Para esse procedimento e por apresentar melhores resultados em relação a precipitação da região, optou-se em utilizar o método prático alemão, NBR 15527 (2007). O reservatório escolhido é de polietileno, enterrado, por apresentar facilidade de instalação.

De acordo com o método prático alemão toma-se o menor valor do volume do reservatório; 6% do volume anual de consumo ou 6% do volume anual de precipitação aproveitável.

$$V_{\text{adotado}} = \text{mín} (V; D) \times 0,06$$

Sendo:

V - é o volume aproveitável de água de chuva anual, em litros;

D - é a demanda anual da água não potável, em litros;

V_{adotado} - é o volume de água do reservatório, em litros.

Então para dimensionamento utiliza-se os dados levantados no projeto como: precipitação média anual $P = 1717,25$ mm e área de telhado $A = 168,74$ m² sendo o consumo médio mensal $D = 7$ m³. O $V_{\text{aproveitável}}$ anualmente de água de chuva = $1717,25$ mm x $168,74$ m² x $0,8 = 231.815,01$ litros = $V = 232$ m³.

- Consumo mensal = 7 m³
- Consumo anual = $D = 7\text{m}^3 \times 12 = 84\text{m}^3$
- $V_{\text{adotado}} = \text{mín} (V; D) \times 0,06$
- $V_{\text{adotado}} = \text{mín} (232; 84) \times 0,06$
- $V_{\text{adotado}} = 84 \times 0,06 = 5,04$ m³

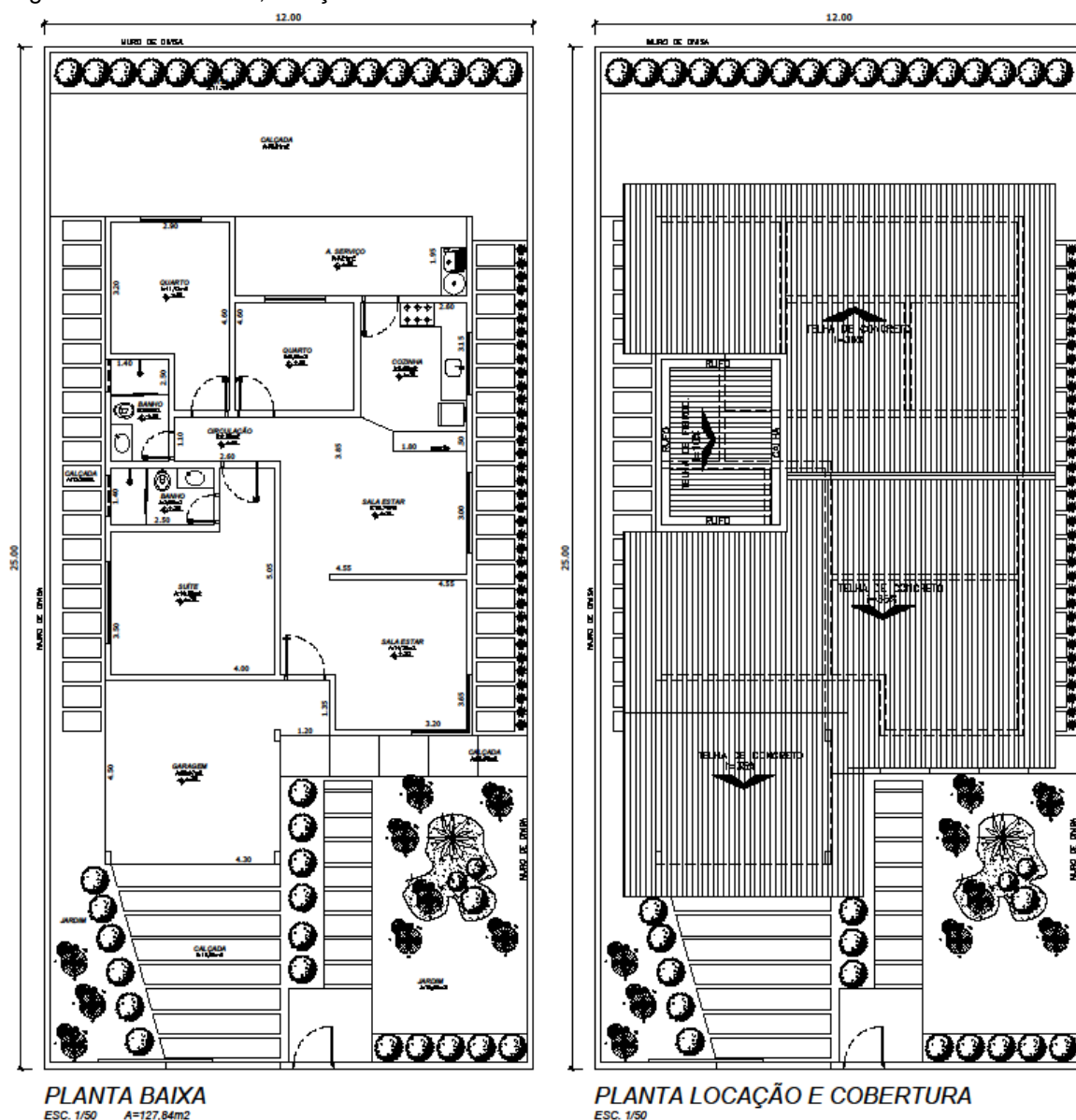
Neste caso, considerando um reservatório superior de 1500 litros, pode-se adotar o reservatório inferior de 5000 litros totalizando uma capacidade de 6500 litros de armazenamento de águas pluviais.

4.4 ELABORAÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO

O projeto arquitetônico foi desenvolvido de acordo com características padrões que representam a maioria das casas da região do município de Palmas-To. Esse projeto é composto por uma sala de jantar/estar, dois dormitórios, uma suíte, um banheiro, hall, cozinha, área de serviço, garagem totalizando uma área de

127,84 m² de construção. Nas figuras abaixo é apresentada a planta baixa e planta de locação e cobertura.

Figura 4 - Planta baixa, locação e cobertura.



Fonte: Do autor (2019)

4.5 ELABORAÇÃO DO PROJETO HIDRÁULICO CONVENCIONAL

Então com o projeto arquitetônico em mãos, iniciou-se a realização do projeto hidráulico convencional. Para tal, foi utilizado o programa computacional Hydros ©, da empresa AltoQI, com suas devidas parametrizações. Deu-se então origem ao traçado da rede de água fria, seguindo as recomendações da NBR 5626 (ABNT

1998). Feito o traçado, executou-se o dimensionamento e detalhamento deste sistema. A figura abaixo apresenta a planta baixa, locação e cobertura com as instalações hidráulicas.

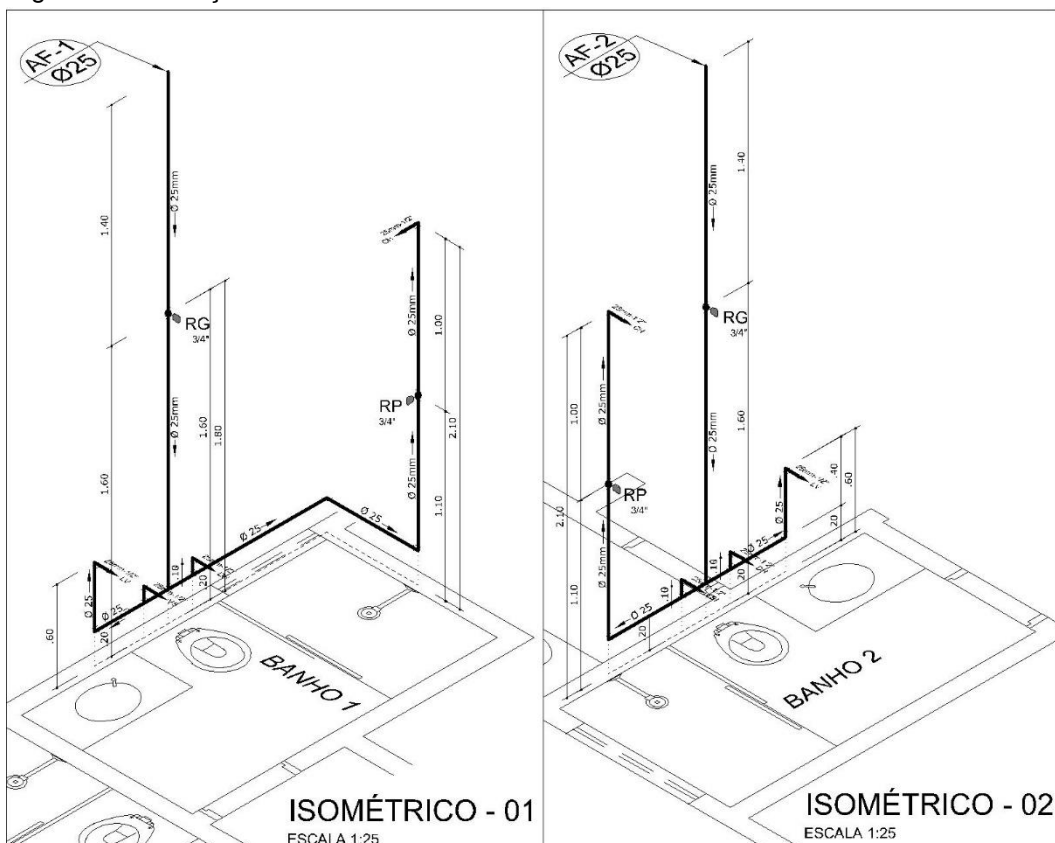
Figura 5 - Projeto Hidráulico - Planta baixa e cobertura



Fonte: Do autor (2019)

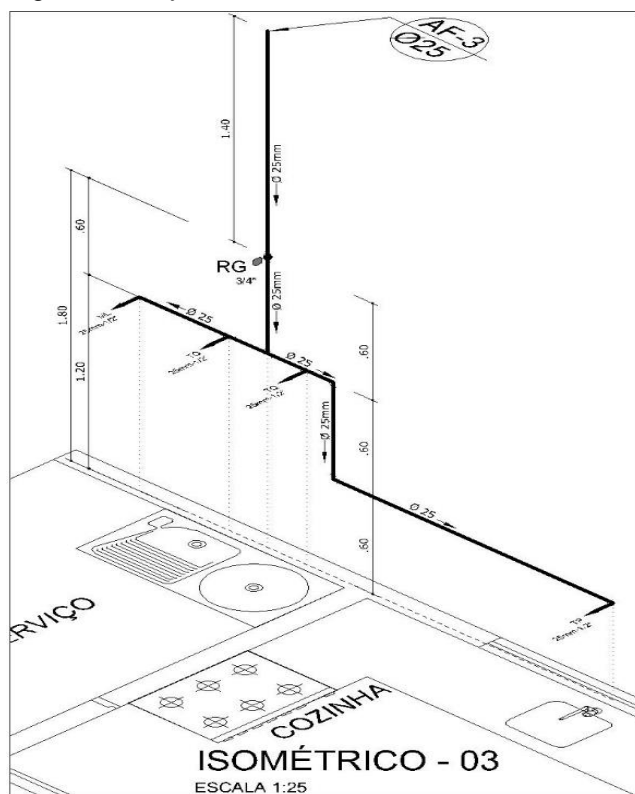
Neste projeto foi previsto uma coluna de alimentação em cada banheiro, a qual tem por finalidade fornecer água potável aos aparelhos de utilização como lavatório, chuveiro, bacia sanitária e ducha higiênica. Já a coluna que alimenta a cozinha e serviço, fornecerá água para pia da cozinha, tanques e máquina de lavar. Logo abaixo apresentam-se os isométricos dos banheiros, cozinha e área de serviço.

Figura 6 - Instalações hidráulica – isométricos banheiros



Fonte: Do autor (2019).

Figura 7 - Projeto hidráulico - isométrico cozinha



Fonte: Do autor (2019)

No Apêndice I o projeto hidrossanitário é apresentado com os seguintes elementos: planta baixa, planta de locação e cobertura, corte esquemático da água fria, isométricos de banheiros, cozinhas e área de serviço, legendas.

Finalizada toda a etapa de dimensionamento e traçado do projeto, foi feito o levantamento do quantitativo de materiais da rede de alimentação e água fria. Este orçamento é apresentado na íntegra no apêndice II deste trabalho, bem como o orçamento detalhado do projeto em estudo.

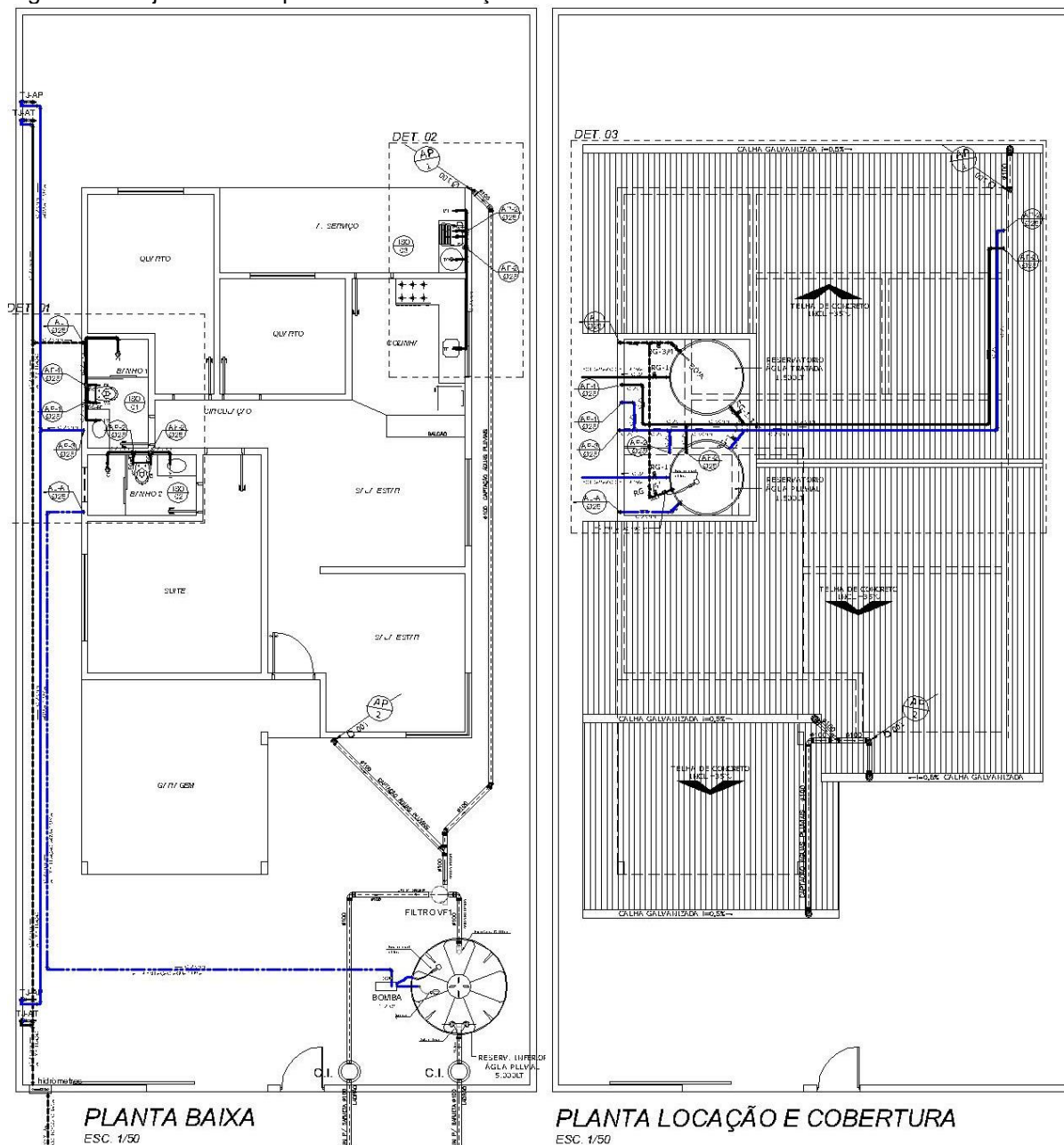
Os valores para este orçamento foram obtidos através de pesquisas de mercado e da base SINAPI tendo como referência o mês de abril de 2019. O resultado final do orçamento pode ser verificado na planilha neste trabalho. Após esta etapa, iniciou-se o projeto hidráulico com aproveitamento de água da chuva.

4.6 ELABORAÇÃO DO PROJETO HIDRÁULICO COM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL

Depois de analisar vários sistemas de captação, armazenamento e disponibilização para consumo da água pluvial, concluiu-se que o sistema de aproveitamento de água da chuva fornecerá água para as descargas de bacias sanitárias, rega de horta, lavagem de carros, lavagem de piso interno e calçadas externas da edificação

O projeto do sistema de aproveitamento de água pluvial foi elaborado de acordo com a NBR 15527 (ABNT 2007). Para elaboração deste projeto utilizou-se o hidráulico convencional feito anteriormente onde adicionou-se tubulações necessários e independentes para o sistema em questão. Além de tubulações, foram acrescentados, reservatórios superior e inferior para água pluvial além de tubulações de condução de água da chuva. Logo abaixo é apresentado a planta baixa e planta de locação e cobertura com a instalação do sistema.

Figura 8 - Projeto SAAP - planta baixa e locação e cobertura

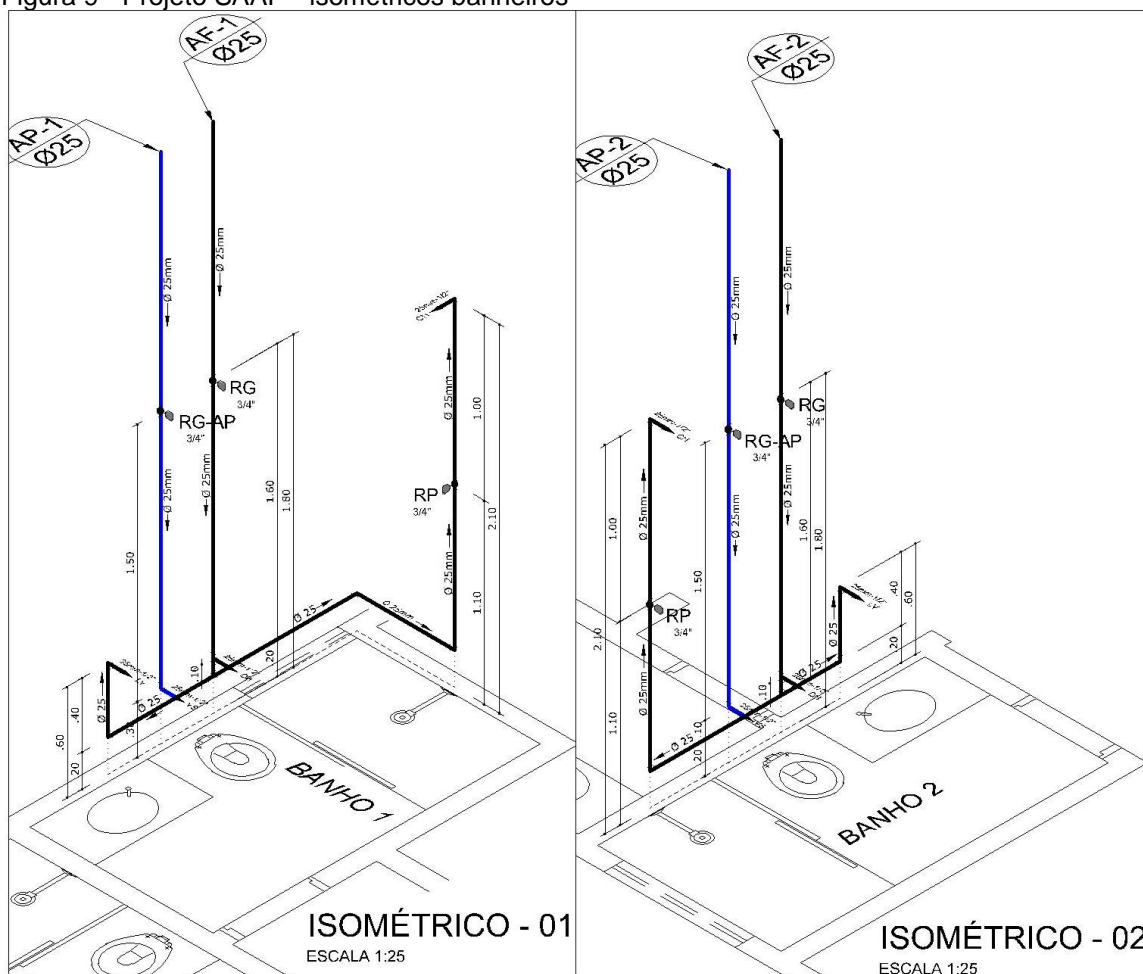


Fonte: Do autor (2019)

Nas plantas apresentadas acima é possível observar a integração dos sistemas que tem a função de captar a água pluvial e conduzi-la até os devidos pontos de utilização. Esse processo começa no telhado onde é captada a água da chuva e conduzida através de calhas e condutores até o reservatório inferior. Antes de chegar nesse reservatório esta água passa pelo filtro onde são retidas as folhas que são enviadas para sarjeta. A água filtrada segue para a cisterna onde parte é bombeada para o reservatório superior e o excesso é descartado, por meio do sifão ladrão, para a sarjeta do logradouro público. Neste projeto foi acrescentado uma

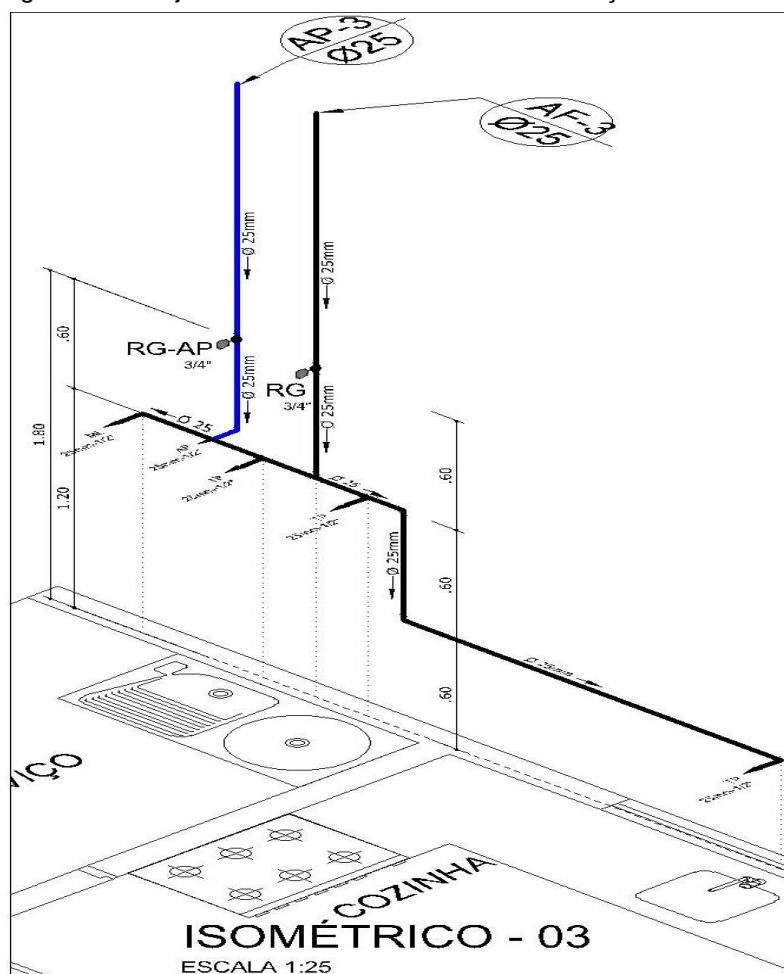
coluna denominada de água pluvial (AP) em cada banheiro para alimentar os vasos sanitários enquanto que a coluna de AP da área de serviço tem a função de fornecer água apenas para lavagem de piso ou outras finalidades que permita utilização de água não potável. Logo abaixo é apresentado os isométricos dos banheiros e área de serviço.

Figura 9 - Projeto SAAP - isométricos banheiros



Fonte: Do autor (2019)

Figura 10 - Projeto SAAP - Isométrico área de serviço/cozinha

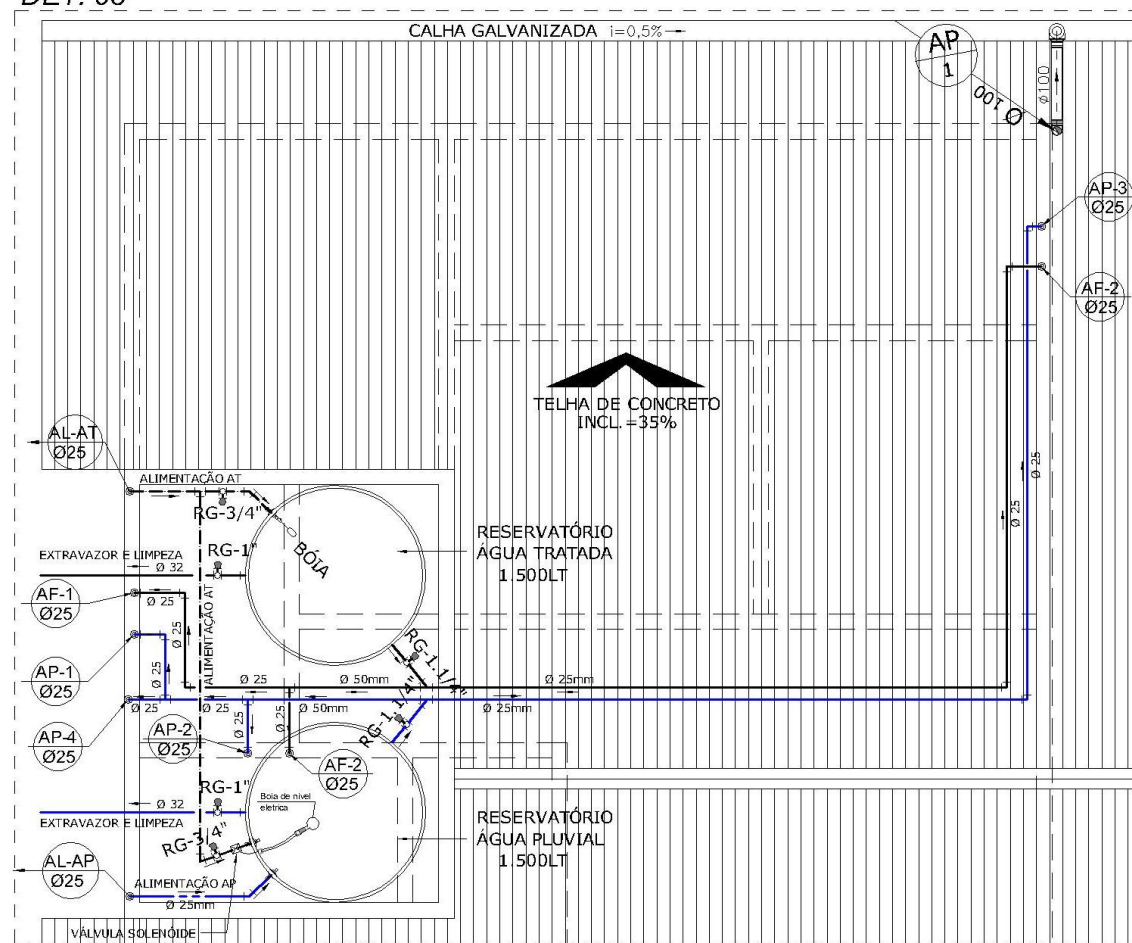


Fonte: Do autor (2019)

O reservatório superior de água pluvial foi instalado com sistemas de alimentação e distribuição de água independentes. A alimentação dele é feita por duas vias, uma que vem do reservatório inferior de água pluvial, e a outra é derivada da tubulação de alimentação de água tratada. Isso fez-se necessário porque na falta de água da chuva o sistema de boias elétricas aciona a válvula solenóide instalada no tubo liberando a passagem de água tratada para o reabastecimento do reservatório. No detalhe abaixo é apresentado a planta de cobertura onde é possível observar o percurso da tubulação de distribuição bem como a localização das colunas de água pluvial (AP) e água fria (AF).

Figura 11 - Projeto SAAP - Det. 03 planta de cobertura

DET. 03



Fonte: Do autor (2019)

Neste detalhe é possível observar que a coluna de água pluvial (AP-1) alimenta o vaso sanitário do banheiro1, a coluna (AP-2) alimenta o vaso sanitário do banheiro 2 e coluna (AP-3) alimenta a coluna da área de serviço. A coluna (AP-4) desce para alimentar as torneiras localizadas na parte frontal e fundos da residência.

No Apêndice III o projeto do Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial (SAAP) é apresentado com os seguintes elementos: planta baixa, planta de locação e cobertura, corte esquemático dos reservatórios superior e inferior, isométricos de banheiros, cozinha e área de serviço, legendas.

Concluído o projeto de SAAP, contabilizou-se o quantitativo de materiais desse sistema juntamente com os materiais do projeto hidráulico convencional. Este orçamento é apresentado na íntegra no apêndice IV deste trabalho.

Os valores apresentados neste orçamento foram obtidos através de pesquisas de mercado e da base SINAPI tendo como referência o mês de abril de 2019.

4.7 ORÇAMENTO DE IMPLANTAÇÃO DOS SISTEMAS

Para realização da análise da viabilidade econômica, algumas etapas foram realizadas, como a elaboração do orçamento do hidráulico convencional e posteriormente o orçamento da implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial. Também foi realizado um levantamento histórico dos reajustes anuais da tarifa de água de Palmas - TO num período de pelo menos dez anos, a fim de determinar um percentual médio de reajuste tarifário nos anos posteriores.

O orçamento da instalação do sistema hidráulico convencional foi realizado em planilha do *excel* onde foi feito o levantamento do custo dos serviços e materiais necessários para a obra tendo como banco de dados as tabelas fornecidas pelo Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) do mês de abril de 2019. As tabelas utilizadas foram com desonerações. A Tabela abaixo demonstra exemplo de parte da planilha orçamentária, como alguns itens orçados presentes no projeto.

Tabela 6 - Parte da planilha orçamentária projetohidráulico

Descrição do orçamento: Construção de sistema hidráulico sem aproveitamento de água da chuva							
Planilha orçamentária							
Item	Banco	Código	Descrição	Un.	Quant.	Valor unit.	Preço total
			ÁGUA FRIA				
1	SINAPI	90373	JOELHO 90 GRAUS COM BUCHA DE LATÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, X 1/2 INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	un.	12,00	9,86	118,32
2	SINAPI	89362	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	un.	18,00	6,24	112,32
3	SINAPI	89395	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	un.	10,00	8,68	86,80
4	SINAPI	89396	TÊ COM BUCHA DE LATÃO NA BOLSA CENTRAL, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM X 1/2, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	un.	2,00	13,77	27,54
5	SINAPI	89987	REGISTRO DE GAVETA BRUTO, LATÃO, ROSCÁVEL, 3/4", COM ACABAMENTO E CANOPLA CROMADOS. FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ÁGUA. AF_12/2014	un.	3,00	51,76	155,28

Fonte: Do autor (2019)

A metodologia para desenvolvimento do orçamento do projeto contendo o sistema de aproveitamento de água pluvial foi a mesma apresentada para o projeto hidráulico convencional. Os dois projetos apresentaram orçamentos com valores diferentes devido ao acréscimo de materiais inclusos para a instalação do sistema de aproveitamento de água pluvial.

Na tabela abaixo são apresentados os valores finais dos orçamentos de cada sistema. As planilhas orçamentárias na íntegra estão disponíveis no Apêndice V deste estudo.

Tabela 7 - Custo por sistema

SISTEMA	CUSTO (R\$)
Hidráulico convencional	2.502,57
Sistema de aproveitamento de água da chuva	16.233,59

Fonte: Do autor (2019)

O valor do investimento considerado para análise de viabilidade econômica da implantação do sistema, foi obtido da diferença entre o custo do sistema de aproveitamento de água pluvial e o hidráulico convencional, tendo como resultado um investimento extra de R\$ 13.731,02.

4.8 CÁLCULO DA ECONOMIA DE ÁGUA POTÁVEL

Para se determinar a economia de água potável, foi necessário estimar o consumo mensal de água na residência, para isso, considerou-se quatro pessoas e consumo per capita de 150 litros/hab.dia resultando uma demanda de água de 18.000 litros por mês. O cálculo do valor dessa quantidade de água é feito na tabela abaixo.

Tabela 8 - Tabela de custos de tarifas de água Palmas - TO

TIPO	FAIXA M3 INTERVALO	VOLUME POR FAIXA	ALÍQUOTA (PREÇO P/M3)	FALOR DA FAIXA	CONSUMO MENSAL M3	CUSTO POR FAIXA
R1	0 - 10	10	4,51	45,06	10	45,06
R2	11 - 15	5	6,18	30,92	5	30,92
R3	16 - 20	5	7,91	39,54	3	23,72
R4	21 - 25	5	9,49	47,43	-	-
R5	26 - 30	5	10,99	54,97	-	-
R6	31 - 35	5	11,85	59,24	-	-
R7	36 - 40	5	14,63	73,14	-	-
R8	41 - 50	10	16,06	160,62	-	-
R9	> 50	-	19,16	-	-	-
VALOR DA ÁGUA CONSUMIDA						99,70
TAXA DE ESGOTO 80%						79,76
TOTAL DA CONTA DE ÁGUA (R\$)						179,46

Fonte: Do autor (2019)

A tabela acima apresenta valores cobrados por metro cúbico de cada faixa de consumo, quanto maior o consumo maior a tarifa. A primeira faixa R1 no intervalo de

0-10 m³ é cobrado um valor de R\$ 45,06, a faixa R2 com intervalo de 11-15, é cobrado um valor de R\$ 30,92, na faixa R3 intervalo 16-20 m³, considera somente 3,0 m³ para completar o total de 18,0 m³ consumidos na edificação em questão. Somados os valores de cada faixa incluindo a taxa de esgoto de 80%, obteve-se o custo total da conta de água de R\$ 179,46 por mês.

Observando a tabela de custos de tarifas, conclui-se que o valor por metro cúbico de água potável a ser deduzido, é de R\$ 6,18 para a faixa R2 e R\$ 7,91 para a faixa R3. Isso porque o consumo de água pluvial previsto é de 7,0 m³ por mês. Então distribui-se esse consumo da seguinte forma: 3,0 m³ ao custo de R\$ 7,91/m³ na faixa R3 e o restante, 4,0 m³ ao custo de R\$ 6,18/m³ na faixa R2. Portanto a economia obtida da não utilização de água potável será de R\$ 87,21 por mês.

O valor total de economia de água por ano, levando em consideração que essa economia ocorrerá somente em um período de 8 meses, isso porque o ano terá 4 meses de estiagem, ou seja, o valor total em reais de economia será de R\$ 697,68 por ano. Desse total foi descontado os custos com manutenção do sistema como: limpeza de calhas, condutos, cisterna e manutenção da bomba no valor R\$ 220,00 por ano. Neste caso o total de economia a ser considerado será a diferença entre a economia de R\$ 697,68 e o custo de manutenção R\$ 220,0, resultando em R\$ 477,68 de economia anual.

Para calcular a viabilidade da implantação do sistema foi utilizado o método do *Payback* simples, que significa “retorno”. Trata-se de uma estratégia, um indicador usado nas empresas para calcular o período de retorno de investimento em um projeto.

Já a vida útil do projeto para sistema hidráulico será considerada como sendo de 20 anos (240 meses), ou seja, a duração do fluxo de caixa será de 240 meses, conforme NBR 15575.

O fluxo de caixa mensal foi obtido através do volume de água pluvial utilizada pelo sistema mensalmente. Este volume corresponde a economia de água potável e foi multiplicado pelo valor da tarifa de água potável.

Foi determinado para as projeções futuras de reajuste tarifário um crescimento característico através dos registros históricos de reajustes. O reajuste médio considerado foi de 11,49%. Os cálculos foram feitos em planilha do excel apresentada logo abaixo.

Tabela 9 - Planilha de cálculo do retorno do investimento

Período (Ano)	Fluxo de Caixa	Saldo do ano
0	-R\$ 13.731,02	-R\$ 13.731,02
1	R\$ 532,57	-R\$ 13.198,45
2	R\$ 593,76	-R\$ 12.604,70
3	R\$ 661,98	-R\$ 11.942,72
4	R\$ 738,04	-R\$ 11.204,68
5	R\$ 822,84	-R\$ 10.381,83
6	R\$ 917,39	-R\$ 9.464,45
7	R\$ 1.022,79	-R\$ 8.441,65
8	R\$ 1.140,31	-R\$ 7.301,34
9	R\$ 1.271,34	-R\$ 6.030,00
10	R\$ 1.417,41	-R\$ 4.612,59
11	R\$ 1.580,27	-R\$ 3.032,32
12	R\$ 1.761,85	-R\$ 1.270,47
13	R\$ 1.964,28	R\$ 693,81
14	R\$ 2.189,98	R\$ 2.883,79
15	R\$ 2.441,61	R\$ 5.325,40
16	R\$ 2.722,15	R\$ 8.047,55
17	R\$ 3.034,92	R\$ 11.082,47
18	R\$ 3.383,64	R\$ 14.466,10
19	R\$ 3.772,41	R\$ 18.238,52
20	R\$ 4.205,87	R\$ 22.444,38
Tempo de Payback	12,60	

Fonte: Do autor (2019)

De acordo com a planilha acima, pode-se observar que o retorno do investimento ocorre entre o período (ano) 12 e 13. Para calcular o tempo de *payback* exato foi feito o seguinte procedimento: na coluna Período (ano), toma-se o ano 12 e soma com a relação $(1.1270,47/1.964,28)$ da coluna (saldo do ano) resultando num tempo de retorno de 12,6 anos.

Como o tempo de retorno do investimento de 12,6 anos é menor que a vida útil do projeto, conclui-se que a implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial é viável, pois esse tempo é menor que 20 anos.

Apesar de gastar 60% do tempo de vida útil do sistema para recuperar o capital investido, observa-se que em apenas 6 anos é possível ter um lucro de mais de 100% do investimento inicial.

5 CONCLUSÃO

O estudo aqui apresentado demonstrou um modelo de sistema de aproveitamento de águas pluviais a ser implantado em uma residência unifamiliar na cidade de Palmas - Tocantins, com foco no uso das atividades domésticas em geral, como limpeza e higienização da residência, lavagem de roupa, irrigação de jardins, limpeza de veículos, etc. A escolha do sistema se deu por critérios técnicos, já que foi feita a análise da disponibilidade dos elementos que compõem o sistema para o processo de aproveitamento do volume de água captado das chuvas e acondicionado para uso futuro. Dessa forma, teve início a análise de viabilidade do sistema de acordo com critérios econômicos, ambientais e sociais.

Conforme descrito na literatura técnica especializada a água é o principal elemento para a existência de vida, e a considera mundialmente um fator limitante para o desenvolvimento das atividades humanas e de desenvolvimento social, quais sejam a agropecuária, comércio em geral, indústria e consumo humano. Este fato associado à crescente preocupação com a escassez e poluição da água tornam obrigatórias a adoção de medidas mais conscientes por parte da sociedade, dos profissionais que atuam em setores de desenvolvimento e aplicação de tecnologias voltadas ao bem-estar humano e meio ambiente e principalmente do poder público, que é o grande responsável por fazer funcionar e tornar acessível novos mecanismos facilitadores para a vida da população como um todo.

No caso específico da Engenharia Civil, os profissionais contemporâneos devem atuar dentro de padrões de sustentabilidade e consciência ambiental, formulando projetos e construções mais sustentáveis, respeitando os ideais conservacionistas, e considerando que o acesso às fontes de água doce tem sido reduzido drasticamente devido à crescente demanda para seus usos múltiplos em face do crescimento populacional e à contínua poluição dos mananciais disponíveis, os profissionais do setor são responsáveis pela idealização de estudos com foco em sistemas alternativos visando garantir a sustentabilidade do desenvolvimento econômico e social e equilíbrio entre procura e oferta de água, enquadrando nesse contexto o aproveitamento racional das águas pluviais em todos os setores de atividade humana, seja urbano ou rural.

O modelo de aproveitamento de águas pluviais apresentado nesse estudo consistiu na análise de viabilidade técnica e financeira de um sistema a ser implantado em uma residência unifamiliar de Palmas – Tocantins, que coleta a água da chuva e a conduz até um reservatório subterrâneo hermeticamente isolado, de fácil acesso para a realização de ações de monitoramento e tratamento da água armazenada para serem utilizadas posteriormente em fins não-potáveis, tais como irrigação do jardim residencial, lavagem de veículos, garagens e quintais, descarga de vasos sanitários, sistemas de ar condicionado etc.

O sistema estudado apresentou como principais benefícios diretos, a redução tarifária do fornecimento de água, redução do lançamento de efluentes pluviais, e indiretamente, a redução da captação de águas superficiais e subterrâneas, o que aumenta a disponibilidade de água para usos que requerem um padrão de qualidade mais alto, e a redistribuição dos recursos hídricos através da aplicação gradual no solo.

Além das vantagens econômicas que a implantação deste sistema pode trazer existem as vantagens ao meio ambiente, pois toda a água captada ajuda a minimizar a ocorrência de enchentes e falta de água, sem falar do consumo indevido de água tratada a qual possui um custo relativamente elevado.

REFERÊNCIAS

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

AMBIENTE BRASIL. **Conferência Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU - ECO-92.** Disponível em <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/gestao/artigos/conferencia_das_nacoes_unidas_sobre_meio_ambiente_e_desenvolvimento_-_eco-92.html> Acesso em: 02 Set 2018.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Atlas Brasil. Abastecimento urbano de água.** Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/Geral.aspx?est=22&mapa=sist>> Acesso em 01 Out 2018.

BERTOLO, Peres. **Aproveitamento de Água de Chuva em edificações.** Porto – Portugal: Universidade do Porto. 2006.

BORGES Fernando Hagihara; TACHIBANA, Wilson Kendy. **A evolução da preocupação ambiental e seus reflexos no ambiente dos negócios:** uma abordagem histórica. ABEPRO (Associação Brasileira de Engenharia de Produção). XV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Porto Alegre, RS, 29 out a 01 de nov de 2005. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGERP2005_Enegep1005_1433.pdf> Acesso em 28 Set 2018.

BOTELHO, M. H. C. **Águas de chuva** – Engenharia das Águas Pluviais nas Cidades. 2º ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1998.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Declaração de Estocolmo.** Disponível em: <www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/arquivos/estocolmo.doc> Acesso em: 20 Set 2018.

COHIM, E; GARCIA, A; KIPERSTOK, A. Captação de água de chuva no meio urbano para usos não potáveis In: simpósio brasileiro de captação e manejo de água de chuva, 6. 2007, Belo Horizonte - Brasil. **Anais eletrônicos.** Disponível em <http://www.abcmac.org.br/files/simposio/6simp_eduardo_captacao.pdf> Acesso em 12 Ago. 2018.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357 de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, mar. 2005.

CORRÊA, Lásaro Roberto. **Sustentabilidade na Construção Civil**. Monografia (Especialização em Construção Civil). Ênfase em Gestão e Tecnologia na Construção Civil. Escola de Engenharia. Belo Horizonte: UFMG, 2009.

COSTA, Ennio Cruz da. **Arquitetura ecológica: condicionamento térmico natural**. São Paulo: Edgard Blücher, 1982.

FENDRICH, Roberto; OLIYNIK, Rogério. **Manual de Utilização das Águas Pluviais – 100 Maneiras Práticas**. Curitiba: Livraria do Chain Editora, 2002.

FIESP/CIESP, 2014. **Conservação e Reuso de Água – Manual de Orientações para o Setor Industrial**. Volume 1. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/publicacoes/pdf/ambiente/reuso.pdf>> Acesso em 27 Set 2018.

GHISI, E. Potencial de economia de água potável usando água da chuva no setor residencial do Brasil. **Construção e ambiente**. v. 41, n. 11, p. 1544-1550, 2006.

GNADLINGER, J. Coleta de água de chuva em áreas rurais. In: FÓRUM MUNDIAL DA ÁGUA, 2. 2000, Holanda. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <<http://irpaa.org.br/colheita/indexb.htm>>. Acesso em: 09 Set. 2018

GONÇALVES, Ricardo Franci. **Uso racional da água em edificações**. Rio de Janeiro: ABES, 2006.

HANSEN, S. **Aproveitamento da Chuva em Florianópolis**. Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Sanitária. Florianópolis: UFSC, 1996.

KAMMERS, P. C. **Usos Finais de Água em Edifícios Públicos: Estudo de Caso em Florianópolis-SC**. [Relatório Final de Iniciação Científica] Curso de Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

MANO, Rafael Simões. **Captação residencial de água de chuva para fins não potáveis: aspectos básicos da viabilidade e benefícios do sistema**. Dissertação de Mestrado da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2006.

MARINOSKI, A. K. **Aproveitamento de Água Pluvial para Fins não Potáveis. Dissertação**. Florianópolis Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

MENEZES, André Vaz. **Estudo do impacto da inclusão de sistemas de conservação de água na qualidade do investimento para edifícios residenciais na cidade de São Paulo**. Monografia do Programa de Educação Continuada em Engenharia da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

MENGOTTI, S. **Aproveitamento da Chuva e reuso de água em residências unifamiliares**. Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Sanitária: UFSC. Florianópolis, 2005.

MEHTA, P. K. ; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto – Microestrutura, propriedades e Materiais**. 1 ed. São Paulo. Editora IBRACON, 2008.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Mananciais**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/aguas-urbanas/mananciais>> Acesso em 03 Set 2018.

PINI. Custos e Suprimentos. Custos diretos e indiretos. Como diferenciar custos diretos dos indiretos e calcular o BDI. **Revista PINI**. Edição 95 - Junho/2009. Disponível em: <<http://construcaomercado17.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/95/custos-diretos-e-indiretos-como-diferenciar-custos-diretos-dos-299236-1.aspx>> Acesso em 05 Out 2018.

REUSO DE ÁGUA. **Revista Eco 21**. Ano XIV, Edição 86, Janeiro 2004.

ROCHA, José Sales Mariano da. **Educação ambiental técnica para os ensinos fundamental, médio e superior**. Brasília: 2. Ed. ver. ampl. ABEAS, 2001.

SALDANHA, Carlos José. **Reuso da água doce**. Artigo. Disponível em <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/artigos_agua_doce/reuso_da_agua_doce.html> Acesso em 06 set 2018.

SANEATINS – Companhia de Saneamento do Estado do Tocantins. **Pesquisa sobre a média de consumo de água em Palmas**. Visita em 03 mar 2015.

SICKERMANN, J. M. Gerenciamento das águas de chuva – Imprescindível para o futuro das grandes cidades do Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA. 4. 2003, Juazeiro. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <<http://www.aguadechuva.hpg.ig.com.br/4simposio/abc.htm>>. Acesso em: 18 Set. 2018.

SOARES, E. F. **Captação da água da chuva para consumo humano**. Disponível em:<http://www.micromacro.tv/pdfs/contruyalo_portugues/iniciativas_port/colhendo_nas_nuvnes.pdf>. Acesso em: 15 Set. 2018.

TAKEDA, T. A Evolução histórica do uso da Água. In: JURIS WAY, 2009, Brasil. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <http://www.jurisway.org.br/v2/dhall.asp?id_dh=1447> Acesso em: 09 Set. 2018.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva – Para Áreas Urbanas e Fins não Potáveis**. Navegar Editora, São Paulo, 2003.

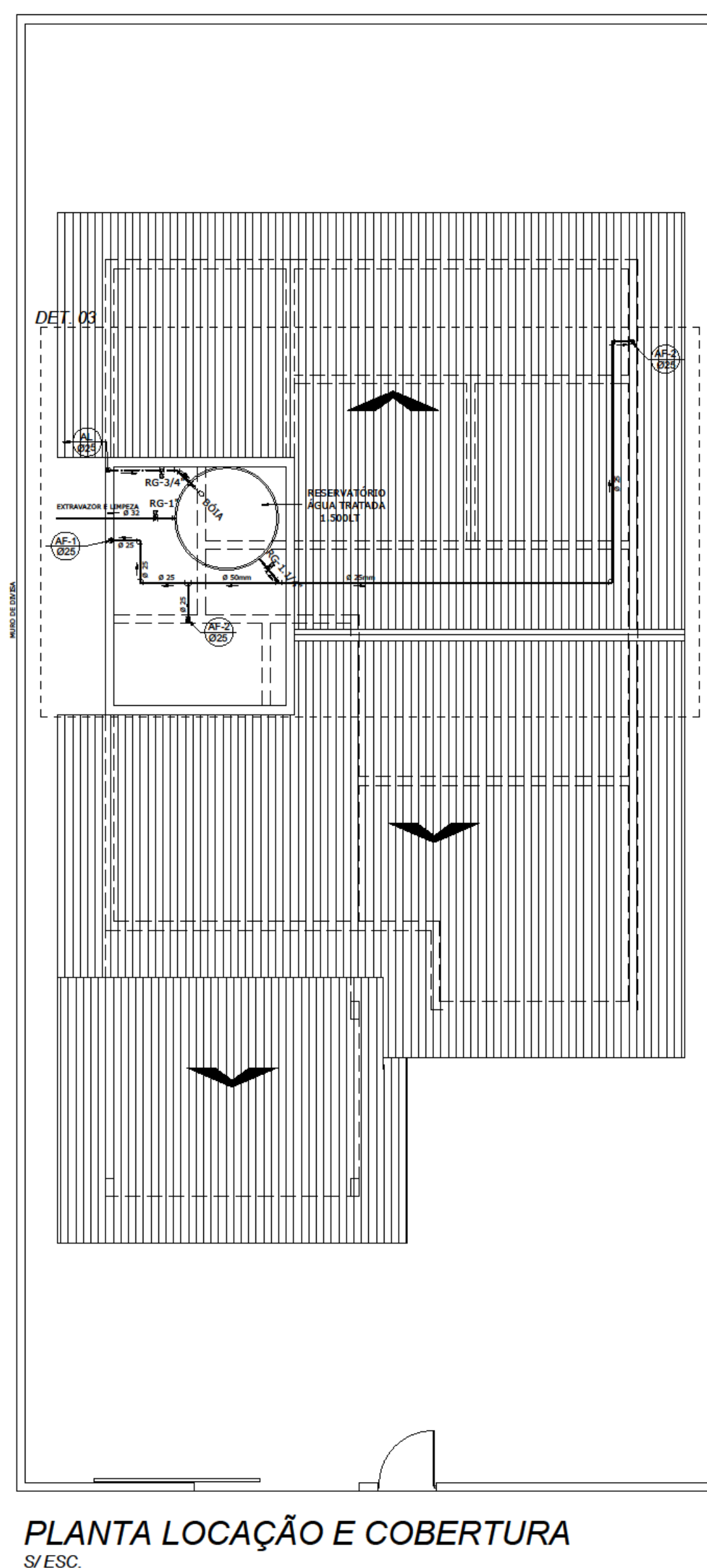
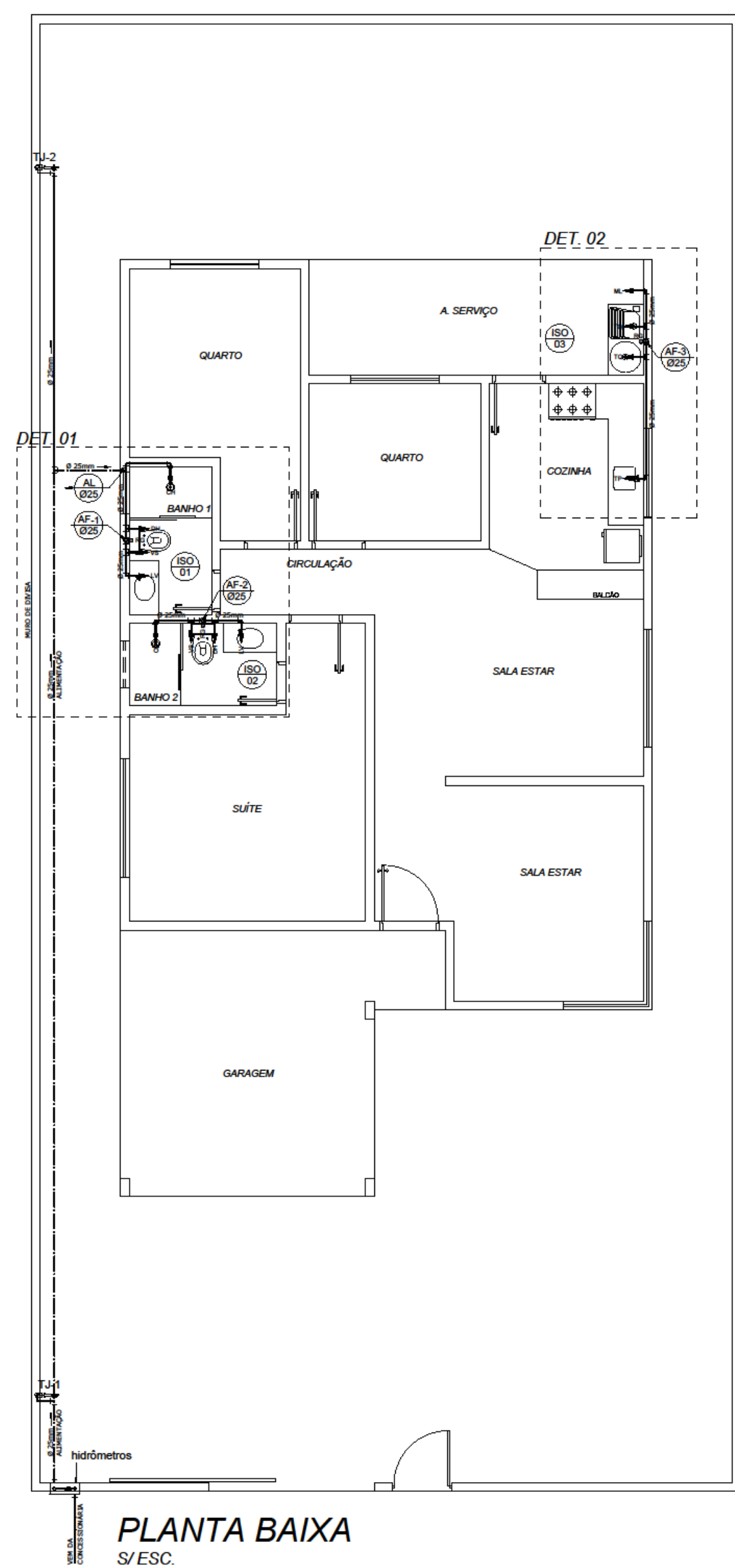
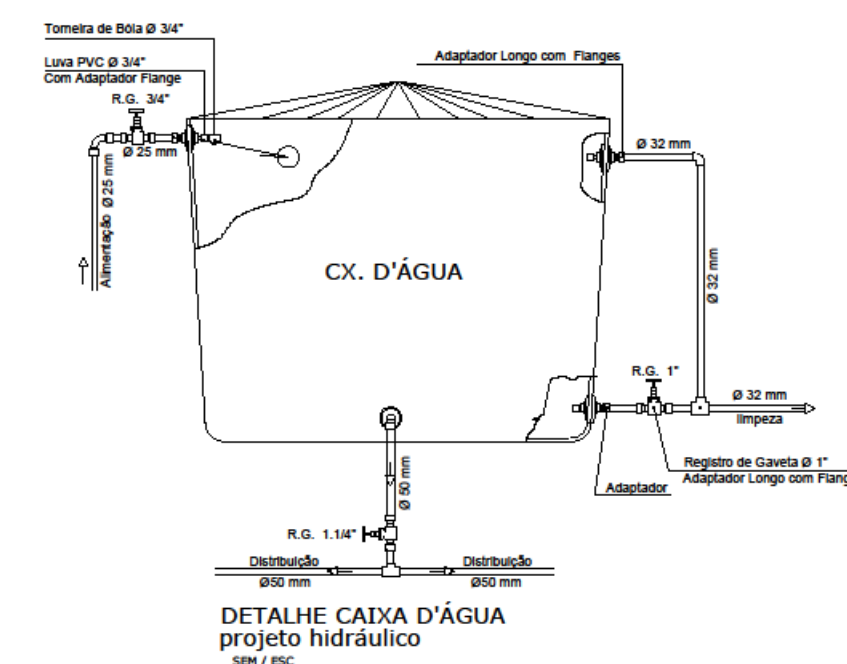
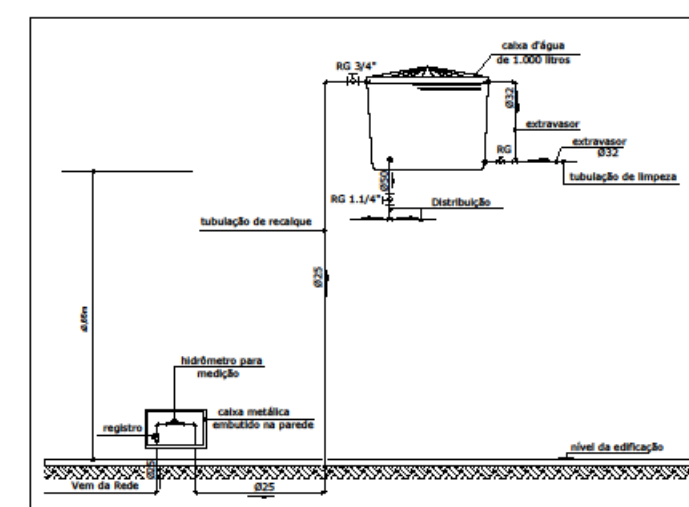
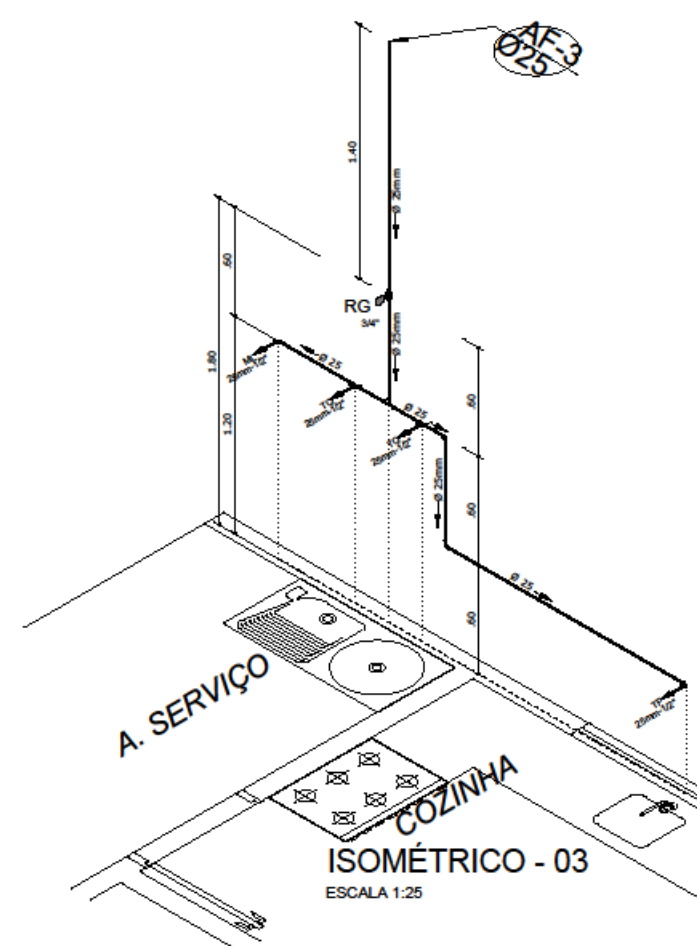
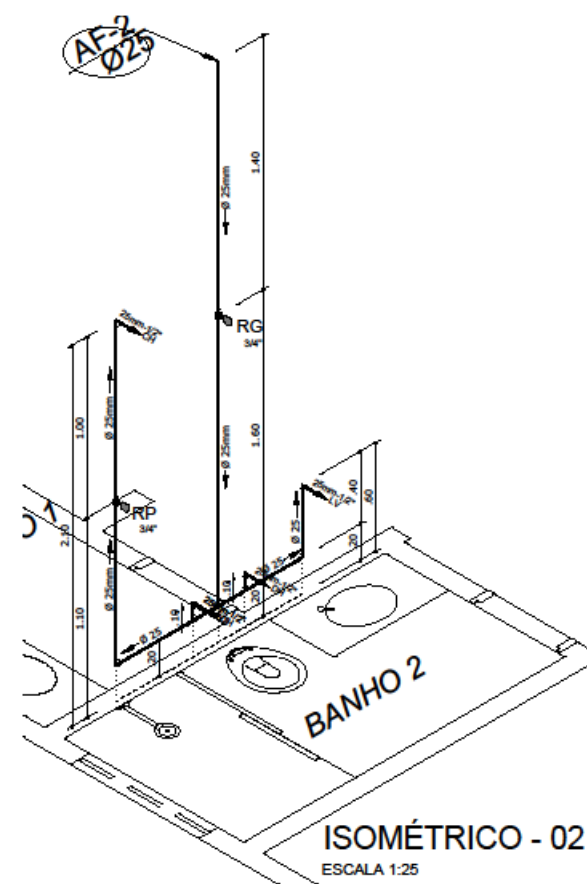
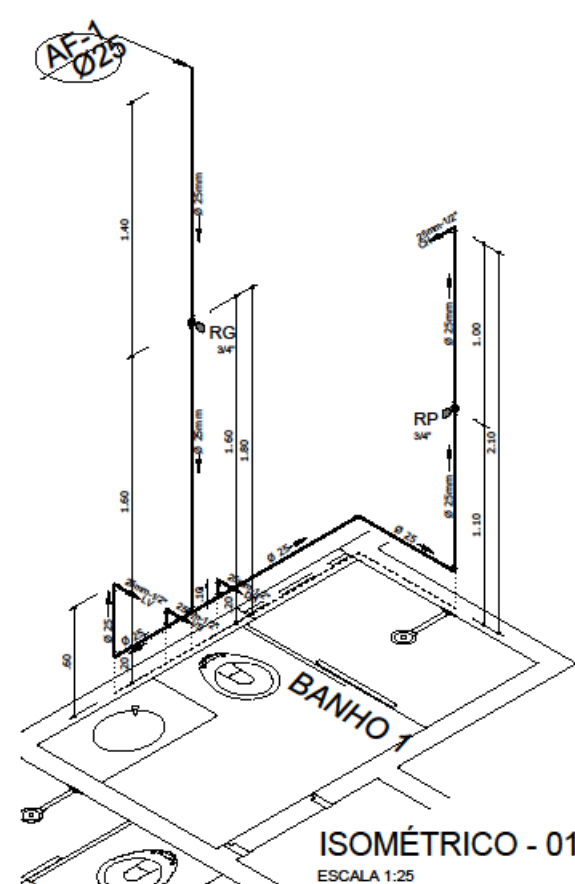
UNIÁGUA. Universidade da água. **Água no Planeta**. Disponível em: <<http://www.uniagua.org.br>> Acesso em: 15 ago 2018.

VILLELA, Swami Marcondes; MATTOS, Arthur. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

APÊNDICES

Descrição do orçamento: Construção de sistema hidráulico sem aproveitamento de água da chuva							
Planilha orçamentária							
Item	Banco	Código	Descrição	Un.	Quant.	Valor unit.	Preço total
ÁGUA FRIA							
1	SINAPI	90373	JOELHO 90 GRAUS COM BUCHA DE LATÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, X 1/2 INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	un.	12,00	9,86	118,32
2	SINAPI	89362	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	un.	18,00	6,24	112,32
3	SINAPI	89395	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	un.	10,00	8,68	86,80
4	SINAPI	89396	TÊ COM BUCHA DE LATÃO NA BOLSA CENTRAL, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM X 1/2, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	un.	2,00	13,77	27,54
5	SINAPI	89987	REGISTRO DE GAVETA BRUTO, LATÃO, ROSCÁVEL, 3/4", COM ACABAMENTO E CANOPLA CROMADOS. FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ÁGUA. AF_12/2014	un.	3,00	51,76	155,28
6	SINAPI	89985	REGISTRO DE PRESSÃO BRUTO, LATÃO, ROSCÁVEL, 3/4", COM ACABAMENTO E CANOPLA CROMADOS. FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ÁGUA. AF_12/2014	un.	2,00	49,33	98,66
7	SINAPI	89356	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORN. E INST.	m	19,38	14,98	290,31
8	SINAPI	89402	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORN. E INST.	m	43,71	6,42	280,62
Reservatório:							
9	CONS. MERC.		RESERVATÓRIO D'ÁGUA CILÍNDRICO DE POLIETILENO CAPACIDADE 1500 LITROS	Un.	1,00	591,02	591,02
10	SINAPI	3993	TABUA DE MADEIRA APARELHADA *2,5 X 15* CM, MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTEDA REGIAO	m2	2,25	64,30	144,68
11	SINAPI	4487	VIGOTA DE MADEIRA NAO APARELHADA *5 X 10* CM, MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO	m	8,00	11,25	90,00
12	SINAPI	5069	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 17 X 27	kg	1,00	10,57	10,57
13	SINAPI	1213	CARPINTEIRO DE FORMAS	h	13,13	8,00	105,04
14	SINAPI	6117	CARPINTEIRO AUXILIAR	h	10,33	8,00	82,64
Entrada:							
15	SINAPI	94703	ADAPTADOR COM FLANGE E ANEL DE VEDAÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25 MM X 3/4 , INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016	un.	1,00	13,29	13,29
16	SINAPI	94489	REGISTRO DE ESFERA, PVC, SOLDÁVEL, DN 25 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016	un.	1,00	13,71	13,71
17	SINAPI	94796	TORNEIRA DE BOIA, ROSCÁVEL, 3/4 , FORNECIDA E INSTALADA EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA. AF_06/2016	un.	1,00	22,17	22,17
18	SINAPI	94648	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016	m	1,46	6,97	10,18
19	SINAPI	89409	JOELHO 45 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	Un.	1,00	4,73	4,73
Saída:							
20	SINAPI	94706	ADAPTADOR COM FLANGE E ANEL DE VEDAÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 50 MM X 1 1/2 , INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016	un.	1,00	27,67	27,67
21	SINAPI	94492	REGISTRO DE ESFERA, PVC, SOLDÁVEL, DN 50 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016	un.	1,00	33,16	33,16
22	SINAPI	94651	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 50 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016	m	2,50	15,83	39,58
23	SINAPI	94678	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 50 MM INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016	un.	1,00	11,48	11,48
24	SINAPI	89579	LUVA DE REDUÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM X 25MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	un.	2,00	7,66	15,32
25	SINAPI	94694	TÊ, PVC, SOLDÁVEL, DN 50 MM INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016	un.	2,00	17,42	34,84
Extravasor + limpeza:							
26	SINAPI	94704	ADAPTADOR COM FLANGE E ANEL DE VEDAÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 32 MM X 1 ,INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016	un.	1,00	15,53	15,53
27	SINAPI	94490	REGISTRO DE ESFERA, PVC, SOLDÁVEL, DN 32 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016	un.	1,00	23,25	23,25
28	SINAPI	94674	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 32 MM INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016	un.	1,00	6,57	6,57
29	SINAPI	94690	TÊ, PVC, SOLDÁVEL, DN 32 MM INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016	un.	1,00	9,71	
30	SINAPI	94649	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 32 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016	m	2,70	10,22	
Valor total da obra							2.502,57

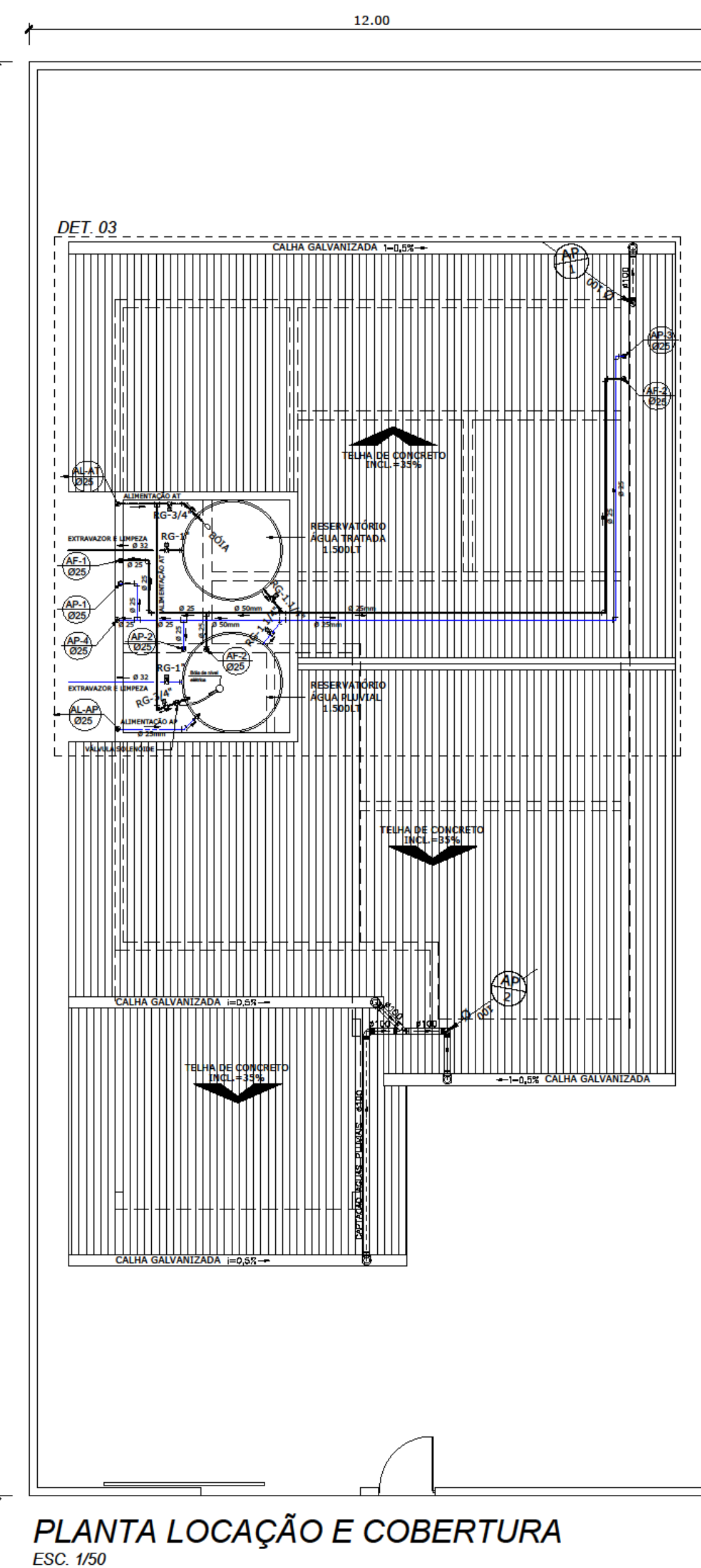
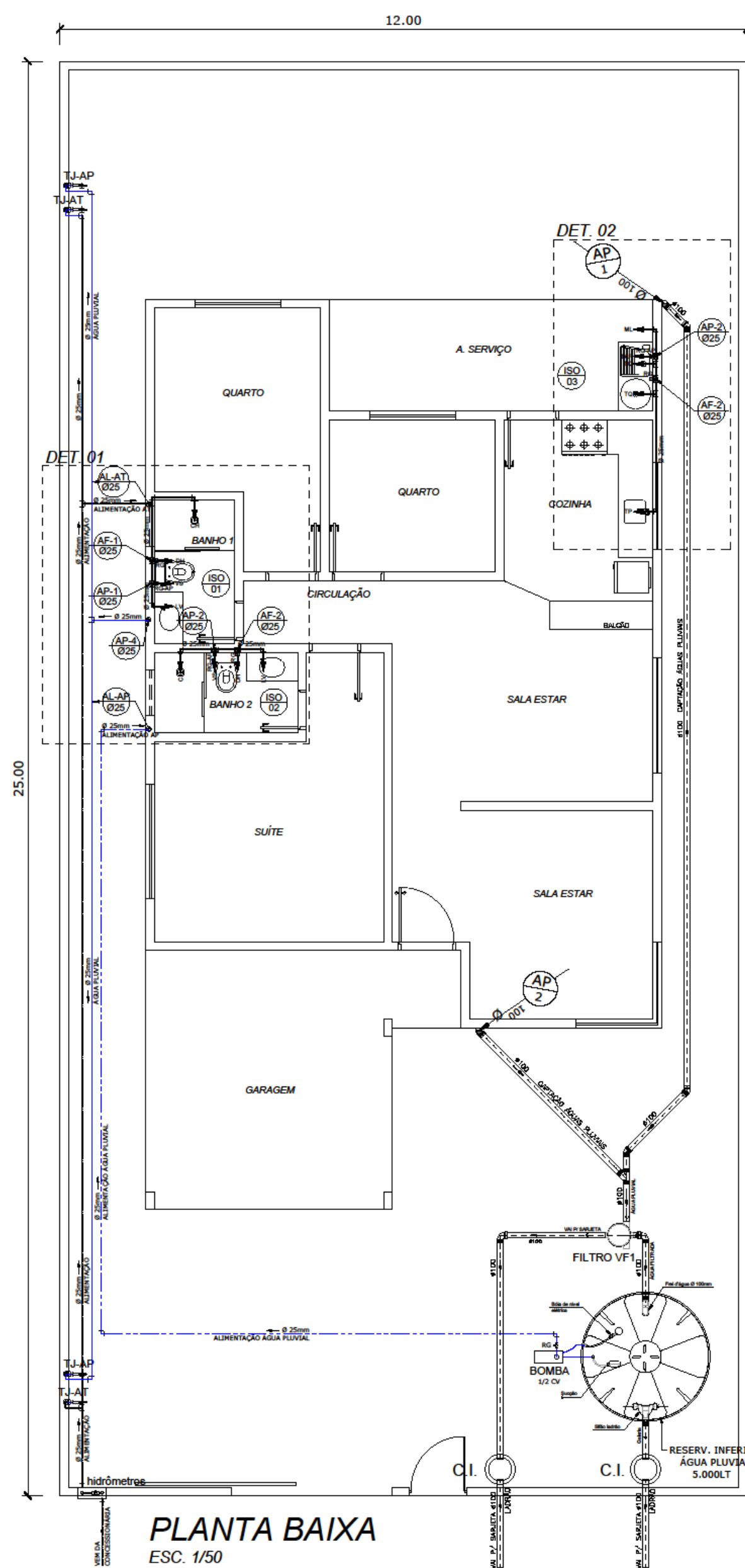
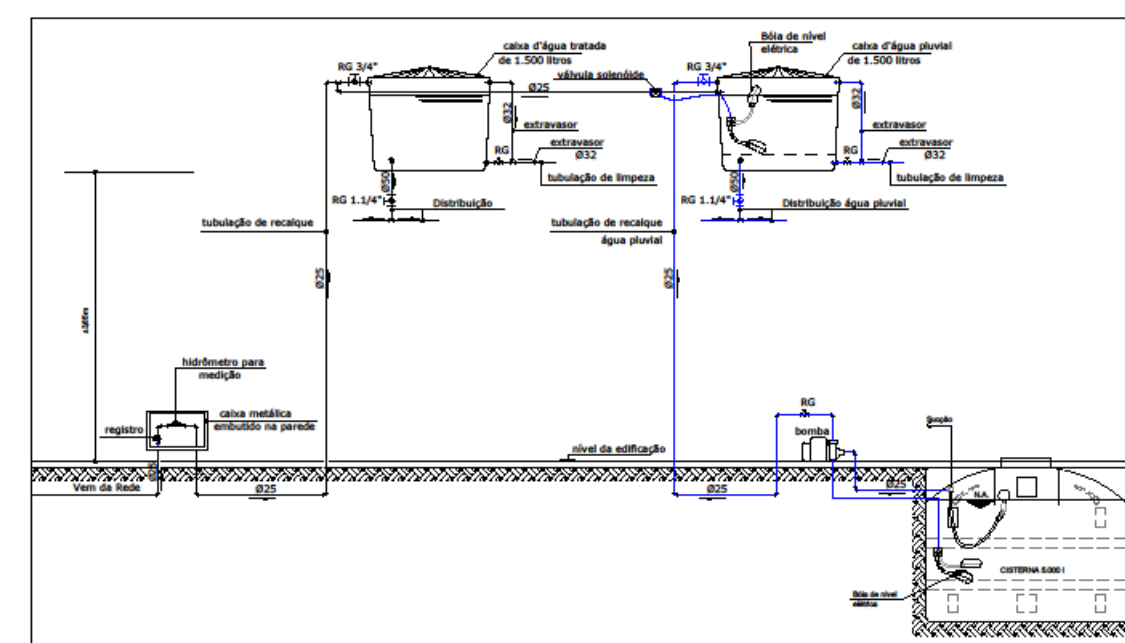
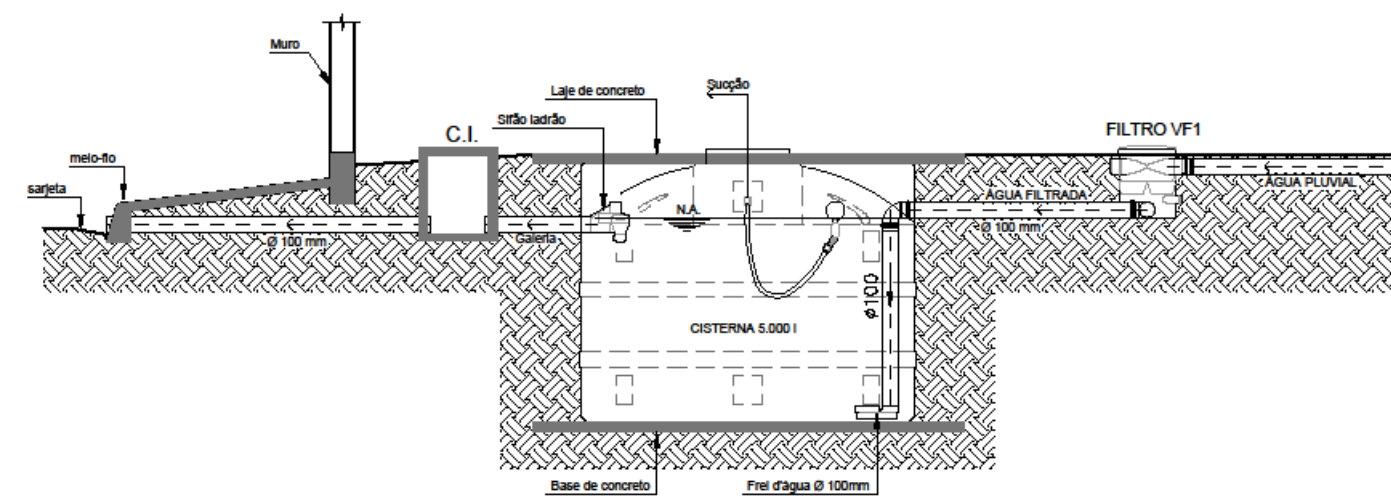
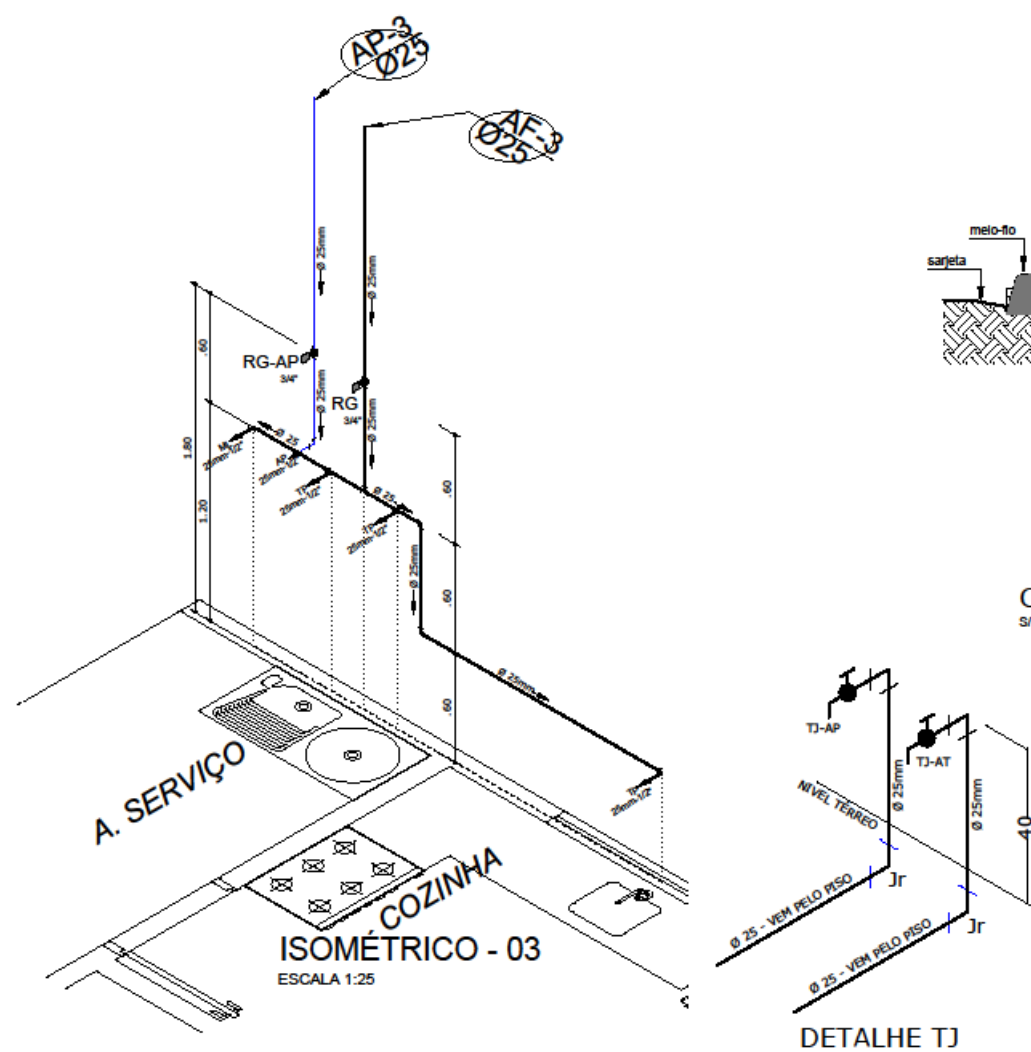
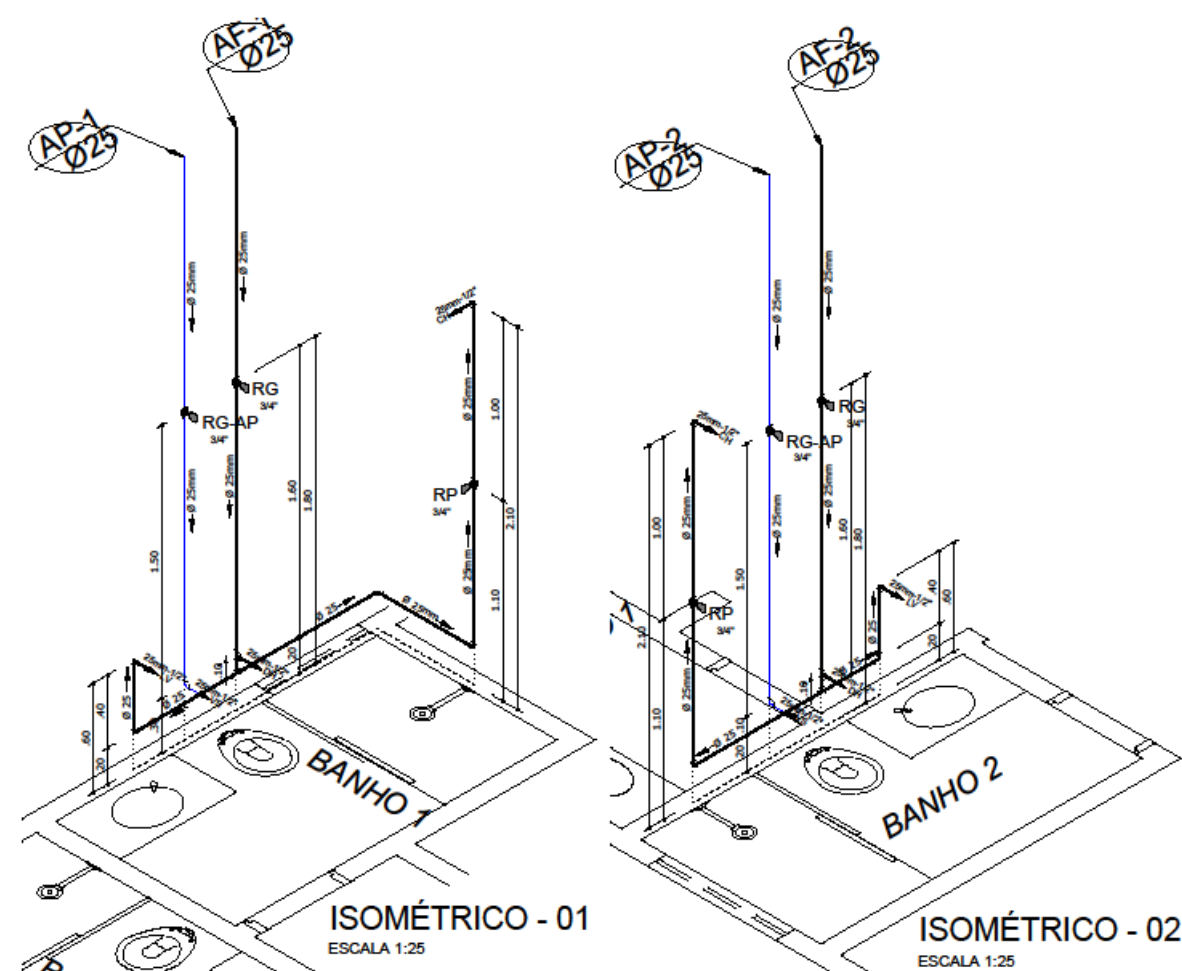
Descrição do orçamento: Construção de sistema hidráulico com aproveitamento de água da chuva							
Planilha orçamentária							
Item	Banco	Código	Descrição	Un.	Quant.	Valor unit.	Preço total
Instalações hidráulicas							
1	SINAPI	90373	JOELHO 90 GRAUS COM BUCHA DE LATÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, X 1/2 INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	un.	13,00	9,86	128,18
2	SINAPI	89362	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	un.	25,00	6,24	156,00
3	SINAPI	89395	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	un.	8,00	8,68	69,44
4	SINAPI	89396	TÊ COM BUCHA DE LATÃO NA BOLSA CENTRAL, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM X 1/2, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	un.	4,00	13,77	55,08
5	SINAPI	89987	REGISTRO DE GAVETA BRUTO, LATÃO, ROSCÁVEL, 3/4", COM ACABAMENTO E CANOPLA CROMADOS. FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ÁGUA. AF_12/2014	un.	6,00	51,76	310,56
6	SINAPI	89985	REGISTRO DE PRESSÃO BRUTO, LATÃO, ROSCÁVEL, 3/4", COM ACABAMENTO E CANOPLA CROMADOS. FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ÁGUA. AF_12/2014	un.	2,00	49,33	98,66
7	SINAPI	89356	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORN. E INST.	m	25,18	14,98	377,20
8	SINAPI	89402	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORN. E INST.	m	62,90	6,42	403,82
Reservatório:							
9	CONS. MERC.		RESERVATÓRIO D'ÁGUA CILÍNDRICO DE POLIETILENO CAPACIDADE 1500 LITROS	Un.	2,00	591,02	1.182,04
10	SINAPI	3993	TABUA DE MADEIRA APARELHADA *2,5 X 15* CM, MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTEDA REGIAO	m2	4,50	64,30	289,35
11	SINAPI	4487	VIGOTA DE MADEIRA NAO APARELHADA *5 X 10* CM, MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO	m	16,00	11,25	180,00
12	SINAPI	5069	PREGO DE AÇO POLIDO COM CABECA 17 X 27	kg	1,00	10,57	10,57
13	SINAPI	1213	CARPINTEIRO DE FORMAS	h	12,00	13,13	157,56
14	SINAPI	6117	CARPINTEIRO AUXILIAR	h	12,00	10,33	123,96
Entrada:							
15	SINAPI	94703	ADAPTADOR COM FLANGE E ANEL DE VEDAÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25 MM X 3/4, INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016	un.	2,00	13,29	26,58
16	SINAPI	94489	REGISTRO DE ESFERA, PVC, SOLDÁVEL, DN 25 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016	un.	2,00	13,71	27,42
17	SINAPI	94796	TORNEIRA DE BOIA, ROSCÁVEL, 3/4, FORNECIDA E INSTALADA EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA. AF_06/2016	un.	2,00	22,17	44,34
18	SINAPI	94648	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016	m	7,04	6,97	49,07
19	SINAPI	89409	JOELHO 45 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	Un.	2,00	4,73	9,46
20	SINAPI	94688	TÊ, PVC, SOLDÁVEL, DN 25 MM INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016	Un.	1,00	7,76	7,76
21	SINAPI	94673	CURVA 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016	un.	2,00	7,17	14,34
Saída:							
22	SINAPI	94706	ADAPTADOR COM FLANGE E ANEL DE VEDAÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 50 MM X 1/2, INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016	un.	2,00	27,67	55,34
23	SINAPI	94492	REGISTRO DE ESFERA, PVC, SOLDÁVEL, DN 50 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016	un.	2,00	33,16	66,32
24	SINAPI	94651	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 50 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016	m	5,00	15,83	79,15
25	SINAPI	94678	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 50 MM INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016	un.	2,00	11,48	22,96
26	SINAPI	89579	LUVA DE REDUÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM X 25MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	un.	4,00	7,66	30,64
27	SINAPI	94694	TÊ, PVC, SOLDÁVEL, DN 50 MM INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016	un.	4,00	17,42	69,68
Extravasor + limpeza:							
28	SINAPI	94704	ADAPTADOR COM FLANGE E ANEL DE VEDAÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 32 MM X 1, INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016	un.	2,00	15,53	31,06
29	SINAPI	94490	REGISTRO DE ESFERA, PVC, SOLDÁVEL, DN 32 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016	un.	2,00	23,25	46,50
30	SINAPI	94674	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 32 MM INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016	un.	2,00	6,57	13,14
31	SINAPI	94690	TÊ, PVC, SOLDÁVEL, DN 32 MM INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016	un.	2,00	9,71	19,42
32	SINAPI	94649	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 32 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016	m	5,40	10,22	55,19
Captação de água pluvial							
33	SINAPI	94228	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 50 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_06/2016	m	27,1	59,06	1.600,53
34	SINAPI	89714	TUBO PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	m	33,15	38,71	1.283,24
35	SINAPI	89848	TUBO PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM SUBCOLETOR AÉREO DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	m	7,97	20,03	159,64
36	SINAPI	89800	TUBO PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM PRUMADA DE ESGOTO SANITÁRIO OU VENTILAÇÃO. AF_12/2014	un.	9	16,08	144,72
37	SINAPI	89850	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM SUBCOLETOR AÉREO DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	un.	7	12,09	84,63
38	SINAPI	89861	JUNÇÃO SIMPLES, PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 X 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM SUBCOLETOR AÉREO DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	un.	2	29,94	59,88
39	SINAPI	89797	JUNÇÃO SIMPLES, PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 X 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	un.	1	30,27	30,27
40	SINAPI	89746	JOELHO 45 GRAUS, PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	un.	3	16,39	49,17
Reservatório inferior							
50	CONS. MERC.		CISTERNA EM POLIETILENO 5000 LITROS CINZA	un.	1,00	3.259,99	3.259,99
51	CONS. MERC.		FILTRO VF1 ECCO	un.	1,00	1.199,00	1.199,00
52	CONS. MERC.		FREIO D'ÁGUA 100mm	un.	1,00	99,00	99,00
53	CONS. MERC.		SIFÃO LADRÃO 100mm	un.	1,00	207,00	207,00
54	CONS. MERC.		CONJUNTO FLUTUANTE DE SUÇÃO DE 1"	un.	1,00	210,00	210,00
55	CONS. MERC.		VÁLVULA SOLENÓIDE 3/4	un.	1,00	109,90	109,90
56	CONS. MERC.		BOIA DE NÍVEL ELÉTRICA	un.	2,00	36,00	72,00
57	CONS. MERC.		CONTATOR TRIPOLAR	un.	1,00	130,00	130,00
58	CONS. MERC.		BOMBA RECALQUE 0,5 CV	un.	1,00	426,00	426,00
59	CONS. MERC.		MÃO DE OBRA INSTALAÇÃO DO SISTEMA	un.	1,00	700,00	700,00
60	CONS. MERC.		MÃO DE OBRA INSTALAÇÃO DA CISTERNA - diária pedreiro + ajudante	un.	5,00	180,00	900,00
61	CONS. MERC.		ESCAVAÇÃO MANUAL CISTERNA	m3	9,60	80,00	768,00
62	CONS. MERC.		AREIA GROSSA	m3	1,00	60,00	60,00
63	CONS. MERC.		SEIXO ROLADO	m	1,00	70,00	70,00
64	CONS. MERC.		CIMENTO PORTLAND CP II-32	un.	7,00	26,00	182,00
65	CONS. MERC.		ACO CA-50, 6,3 MM, VERGALHAO	kg	24,31	4,93	119,85
66	CONS. MERC.		CABO FLEXÍVEL 750 V #2,50MM	m	100,00	0,98	98,00
Valor total da obra							16.233,59



LEGENDA - INST. HIDRÁULICAS

	TUBO DE PVC RÍGIDO ALIMENTAÇÃO ÁGUA TRATADA
	TUBO DE PVC RÍGIDO EMBUTIDO NA PAREDE
AL	ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA
AF	ÁGUA FRIA
	VOLUME D'ÁGUA QUE SOBE
	VOLUME D'ÁGUA QUE DESCE
CH	CHUVEIRO
DH	DUCHA HIGIÊNICA
LV	LAVATÓRIO
ML	MÁQUINA DE LAVAR
RG	REGISTRO DE GAVETA
RP	REGISTRO DE PRESSÃO
TP	TORNEIRA DE PIA
TQ	TORNEIRA DE TANQUE
VS	VASO SANITÁRIO
VD	VALVULA DE DESGARGA
TJ	TORNEIRA DE JARDIM

PROJETO:	Instalação Hidráulica	FOLHA	01/01
OBRA:	OBRA RESIDENCIAL		
ALLINO:	WILIAN LOPES BATISTA		
ORIENTADOR:	WILIAN LOPES BATISTA		
LOCAL:	PALMAS-TO		
ÁREAS			
TERRENO:	300,00m ²		
CONSTRUÇÃO:	127,84m ²		
ESCALA:	INDICADAS	DATA:	MARÇO/2019
CONTÉUDO:			
Planta Baixa, Locação e Cobertura; Detalhe caixa d'água, legenda; Isométricos.			



LEGENDA - INST. HIDRÁULICAS

	TUBO DE PVC RÍGIDO ALIMENTAÇÃO ÁGUA TRATADA
	TUBO DE PVC RÍGIDO ALIMENTAÇÃO ÁGUA PLUVIAL
	TUBO DE PVC RÍGIDO EMBUTIDO NA PAREDE
AL-AT	ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA TRATADA
AL-AP	ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL
AF	ÁGUA FRIA
	VOLUME D'ÁGUA QUE SOBE
	VOLUME D'ÁGUA QUE DESCE
CH	CHUVEIRO
DH	DUCHA HIGIÊNICA
LV	LAVATÓRIO
ML	MÁQUINA DE LAVAR
RG	REGISTRO DE GAVETA
RG-AP	REGISTRO DE GAVETA ÁGUA PLUVIAL
RP	REGISTRO DE PRESSÃO
TP	TORNEIRA DE PIA
TQ	TORNEIRA DE TANQUE
VS	VASO SANITÁRIO
VD	VALVULA DE DESGARGA
TJ-AT	TORNEIRA DE JARDIM - ÁGUA TRATADA
TJ-AP	TORNEIRA DE JARDIM - ÁGUA PLUVIAL
C.I.	CAIXA DE INSPEÇÃO

PROJETO: Instalação Hidráulica e Sistema de Aproveitamento de Água da Pluvial FOLHA 01/01

OBRA: OBRA RESIDENCIAL

ALUNO: WILLIAN LOPES BATISTA

LOCAL: PALMAS-TO

ÁREAS

TERRENO: 300,00m²

CONSTRUÇÃO: 127,84m²

ESCALA: INDICADAS

DATA: MARÇO/2019

CONTEUDO: Planta Baixa, Locação e Cobertura; Detalhe caixa d'água, legenda; Isométricos;

2019-1 TCC2 Wilian Lopes Batista.docx (10/06/2019):

Documentos candidatos

[construcaomercado17....](#)
[0,8%]

[esmat.tjto.jus.br/pu...](#) [0,68%]

[unaerp.br/documentos...](#)
[0,64%]

[nacoesunidas.org/tem...](#) [0,5%]

[tratamentodeagua.com...](#)
[0,49%]

[educacao.uol.com.br/...](#) [0,3%]

[pt.wikipedia.org/wik...](#) [0,29%]

[www3.santoandre.sp.g...](#)
[0,22%]

Arquivo de entrada: 2019-1 TCC2 Wilian Lopes Batista.docx (8848 termos)

Arquivo encontrado		Total de termos	Termos comuns	Similaridade (%)
construcaomercado17....	Visualizar	1421	82	0,8
esmat.tjto.jus.br/pu...	Visualizar	4826	93	0,68
unaerp.br/documentos...	Visualizar	3210	77	0,64
nacoesunidas.org/tem...	Visualizar	4249	66	0,5
tratamentodeagua.com...	Visualizar	2222	54	0,49
educacao.uol.com.br/...	Visualizar	1111	30	0,3
pt.wikipedia.org/wik...	Visualizar	1116	29	0,29
www3.santoandre.sp.g...	Visualizar	410	21	0,22
novaescola.org.br/co...	Visualizar	523	18	0,19
brasile scola.uol.com...	Visualizar	962	17	0,17