



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DO SERTÃO
EIXO DA TECNOLOGIA
ENGENHARIA CIVIL**

SAMUEL GOIS COELHO

**ANÁLISE QUANTITATIVA DA ÁGUA DA CHUVA PARA FINS NÃO
POTÁVEIS NA UNIDADE DA UFAL CAMPUS DO SERTÃO**

Delmiro Gouveia - AL

2016

SAMUEL GOIS COELHO

**ANÁLISE QUANTITATIVA DA ÁGUA DA CHUVA PARA FINS NÃO
POTÁVEIS NA UNIDADE DA UFAL CAMPUS DO SERTÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Eixo das tecnologias da Universidade Federal de Alagoas, Campus do Sertão, como parte da avaliação final para obtenção do Bacharelado em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Pedro Oliveira Netto.

Delmiro Gouveia - AL

2016

C672a Coelho, Samuel Gois

Análise quantitativa da água da chuva para fins não potáveis
na unidade da UFAL Campus do Sertão / Samuel Gois
Coelho. - 2016.

66f.: il.

Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Federal de
Alagoas, Delmiro Gouveia, 2016.

Orientação: Prof. Dr. Antonio Pedro de Oliveira Netto.

1. Água da Chuva. 2.Reúso de Água. 3.UFAL.

CDU 628.1

Folha de Aprovação

SAMUEL GOIS COELHO

ANÁLISE QUANTITATIVA DA ÁGUA DA CHUVA PARA FINS NÃO POTÁVEIS NA UNIDADE DA UFAL CAMPUS DO SERTÃO

Esse trabalho de conclusão de curso foi aprovado e apresentado em definitivo no dia 18/05/2016, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Alagoas Campus do Sertão, e foi avaliada pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Antonio Netto

Prof.º Dr. Antonio Pedro Oliveira Netto (Orientador)

Banca Examinadora:

Antonio de Araújo C. S. Cruz

Eng.º Antônio de Araújo Carvalho Santa Cruz (Examinador externo)

Thiago Alberto Pereira da Silva

Prof.º MSc. Thiago Alberto Pereira da Silva (Examinador interno)

Antonio Netto

Prof.º Dr. Antonio Pedro Oliveira Netto (Examinador interno)

DEDICATÓRIA

Aos meus avós Pedro e Maria Benedita

À minha mãe Simone

À minha tia Ana

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus por ter me dado a oportunidade de realizar o sonho de tornar-me engenheiro civil, à minha mãe Simone Gois, à minha tia Ana Gois, à minha avó Benedita e ao meu avô Pedro por todo empenho e apoio nessa minha jornada de noites perdidas, feriados distantes e saudade constante, e por serem o meu porto seguro em todas as dificuldades por mim passadas. Aos meus irmãos Amanda Gois, Thiago Gois e Alícia Miranda por sempre me receberem com um sorriso e torcerem pelo meu sucesso. Ao meu pai por ter me dado o meio financeiro para poder estudar nesses cinco anos, à minha namorada Gabriela pelo apoio e conforto em momentos difíceis, aos meus amigos pelos momentos de riso e de descontração, à família da Primeira Igreja Batista que me acolheu de braços abertos e me ajudou a fazer parte de algo maior em Delmiro Gouveia e a todos os professores, em especial o Prof. Dr. Antonio Netto, por extrair o meu melhor e ajudar-me muito com este trabalho de conclusão de curso.

EPÍGRAFE

"Bem aventurados os humildes de espírito, porque deles é o reino dos céus."

Mateus 5.3.

RESUMO

Sabendo que a água se encontra cada vez mais escassa e que seu preço varia ao longo dos anos, é um desperdício usar água tratada para finalidades não nobres. Logo, esse estudo teve o objetivo de realizar o cálculo da quantidade de chuva possível de ser coletada no Campus do Sertão da Universidade Federal de Alagoas, para verificar as condições do uso de água da chuva para fins não potáveis como irrigação e uso em vasos sanitários e mictórios. Para isso foram utilizados os dados pluviométricos de séries históricas disponíveis no site da ANA (Agência Nacional de Águas) e as plantas de cobertura da UFAL - Campus do Sertão (Delmiro Gouveia) para cálculo do volume captado. Através da literatura foi possível calcular o consumo de água em vasos sanitários e mictórios, então a partir do volume encontrado, foi realizado o dimensionamento do volume do reservatório. Para a cidade onde o campus se encontra, temos uma média anual de chuva igual a 496,91 mm, onde resultou em um reservatório de aproximadamente 544 m³, possuindo água suficiente para uma economia de mais de R\$ 21.000,00 anuais.

Palavras-chaves: Captação de água da chuva; fins não potáveis; reuso de água.

ABSTRACT

Water is increasingly scarce and its price may vary over the years. It's a waste to use treated water for non-noble purposes. This study aimed to carry out the calculation of the amount of rain can be collected on the Federal University of Alagoas, to check the rainwater conditions of use for non-potable purposes such as irrigation and use in toilets. For this we used rainfall data time series available on ANA website (national agency for water) and roof design of UFAL (Delmiro Gouveia) to calculate the volume capitated. Through the literature it was possible to calculate the consumption of water in toilets and subsequently to carry out the sizing of the reservoir volume. The annual average rainfall was estimated at 496,91 mm, resulting in a reservoir of approximately 544 m³, having enough water for a savings of more than R\$ 21.000,00 annually.

Keywords: rainwater capture; non-potable purposes; water reuse.

LISTA DE FIGURA	11
LISTA DE TABELAS	13
LISTA DE GRÁFICOS	14
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	15
1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVOS	18
2.1 Objetivo geral	18
2.2 Objetivos Específicos	18
3 REFERÊNCIAL TEÓRICO	19
3.1 Importância da água	19
3.2 Histórico dos sistemas de abastecimento	20
3.3 Importância da condução e do tratamento de água	21
3.4 Etapas do tratamento de águas de abastecimento	26
3.4.1 Concepção dos sistemas de abastecimentos de água	26
3.4.2 Composição do sistema de abastecimento	27
3.4.3 Etapas do tratamento da água bruta	30
3.5 Uso de água da chuva como alternativa de abastecimento	36
4 METODOLOGIA	42
4.1 Área de Estudo	42
4.2 Cálculo consumo quantitativo dos vasos sanitários e mictórios	44
4.3 Cálculo do volume de irrigação	44
4.4 Coleta de Dados Pluviométricos	45
4.5 Estudo dos principais fatores de variabilidade pluvial	45
4.6 Dimensionamento do reservatório para coleta de água de chuva	45
4.7 Cálculo do volume captado e consumo mensal	46
4.8 Balanço financeiro	47
5 RESULTADOS	48
5.1 Cálculo da área de captação	48
5.2 Análise quantitativa dos vasos e mictórios	49
5.3 Cálculo da área de irrigação	51
5.4 Cálculo da precipitação e volume do reservatório	52
5.5 Balanço Hídrico do reservatório	55
5.6 Balanço Financeiro da conta de água	56
6 CONCLUSÃO	59
7 SUGESTÕES DE PESQUISA	60

8	REFERÊNCIA	61
9	ANEXO	66

LISTA DE FIGURA

- Figura 1** – Percentual de água no corpo humano.
- Figura 2** – Distribuição de água no mundo.
- Figura 3** – Aquedutos da cidade do Rio de Janeiro.
- Figura 4** - Representação espacial do índice de perdas.
- Figura 5** – Filtros situados na ETA de Delmiro Gouveia, AL.
- Figura 6** - Tanque de descarga, usada como unidade de coagulação.
- Figura 7** - Canal do Sertão.
- Figura 8** – Sistema de abastecimento de água que atende a zona baixa e a zona alta.
- Figura 9** – Manancial captação e estação elevatória do Rio São Francisco em Pão de Açúcar – AL.
- Figura 10** – Adutora da CESAN.
- Figura 11** – Estação de tratamento de água Miringuava – São José dos Pinhais, Paraná.
- Figura 12** – Reservatório de água tratada da Sabesp.
- Figura 13** – Rede de distribuição.
- Figura 14** – Etapas do tratamento da água numa ETA.
- Figura 15** – Esquema filtração direta e filtração em linha.
- Figura 16** – Calha Parshal (esquerda), Misturador rápido (direita).
- Figura 17** – Misturador mecânico.
- Figura 18** - Floculador de fluxo horizontal.
- Figura 19** – Floculador mecânico de fluxo axial.
- Figura 20** – Decantador/sedimentador.
- Figura 21** - Filtro de fluxo descendente.
- Figura 22** – Sistema de dosagem de cloro gasoso.
- Figura 23** – Tanques com flúor pra serem injetados na água.
- Figura 24** - Formação de chuvas convectivas.
- Figura 25** - Chuvas frontais ou ciclônicas.
- Figura 26** – Chuvas orográficas ou de relevo.
- Figura 27** – Coleta e cisterna Maia.
- Figura 28** - Cisterna de placas de concreto pré-moldado.
- Figura 29** – Cisterna de concreto com tela de arame.

Figura 30 – Modelo de coleta de água da chuva.

Figura 31 – Planta de cobertura do Restaurante Universitário.

Figura 32 – Planta de cobertura do prédio principal Campus do Sertão.

Figura 33 - Dados pluviométricos de Delmiro Gouveia para anos secos, regulares e chuvosos.

Figura 34 – Planta de cobertura do prédio principal do Campus do Sertão.

Figura 35 – Planta de cobertura do Restaurante universitário.

Figura 36 – Área verde do Campus do sertão.

Figura 37 – Estrutura tributaria da CASAL.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Áreas do prédio principal.

Tabela 2 – Área de cobertura do Restaurante universitário.

Tabela 3 – Tipos de construção e consumo médio.

Tabela 4 – Uso final de água em diversos aparelhos no SENAI/SC.

Tabela 5 – Balanço Hídrico mensal do reservatório

Tabela 6 – Respectiva economia realizada pela UFAL com a captação de chuva.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Curva de permanência mensal.

Gráfico 2 – Curva de permanência anual.

Gráfico 3 – Precipitações médias mensais.

Gráfico 4 – Balanço hídrico mensal do reservatório.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AAB** – Adutora de Água Bruta
- AAT** – Adutora de Água Tratada
- ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ANA** – Agência Nacional de Águas
- CASAL** – Companhia de Saneamento de Alagoas
- EEAB** – Estação Elevatória de Água Bruta
- EEAT** – Estação Elevatória de Água Tratada
- ETA** – Estação de Tratamento de Água
- FUNASA** – Fundação Nacional de Saúde
- IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- NBR** – Norma Brasileira
- PROBEX** – Programa de Bolsas de Extensão
- SAA** – Sistema de Abastecimento de Água
- SENAI** – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
- SNIS** – Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento
- SNSA** – Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental
- SUS** – Sistema Único de Saúde
- UFAL** – Universidade Federal de Alagoas
- UFPB** – Universidade Federal da Paraíba

1 INTRODUÇÃO

A água é o bem mais precioso do mundo e tem função fundamental e única na existência da vida, porém a sua utilização ainda é feita de maneira displicente, podendo ocasionar sua escassez através de fatores climáticos, hidrológicos, hidrogeológicos e demanda excessiva (TUCCI, 2009).

Apesar de o planeta ser composto de 70% de água, apenas 2,7% dessa água é doce, e mais de 70% da água doce se encontra nas calotas polares. A água doce antes de ser consumida deve passar por tratamento para se tornar potável.

Segundo COLLISCHONN e TASSI (2008) a água doce existente na superfície e as águas pluviais são suficientes para suprir as necessidades da humanidade, entretanto, a variabilidade temporal e espacial podem resultar problemas na distribuição. Na América Latina temos a Amazônia com um alto índice pluviométrico e o deserto do Atacama, o local mais seco do mundo.

No Brasil, a variabilidade pluvial é alta quando comparamos algumas regiões, sendo o nordeste a que mais sofre com a falta de chuva ao longo do ano. Segundo TOMAZ (2001) a disponibilidade hídrica per capita na região nordeste é insuficiente para atender a demanda.

O nordeste é conhecido por ter vários problemas com a seca, a falta de água é um problema de cunho social em toda a região. No semiárido a população sofre com a improdutividade agrícola, desertificação, degradação do solo e ação do homem. Sendo assim, já são esperados altos índices de problemas sociais relacionados à saúde pública que ainda são agravados pelo uso de água com baixa qualidade (AMBIENTE BRASIL, 2015).

MAY (2004) afirma que a utilização de água da chuva em edificações visa diminuir a demanda de água potável fornecida pela empresa de saneamento responsável, resultando na redução dos custos com o tratamento e dos riscos de enchentes em caso de chuva forte.

O grande empecilho na utilização de águas pluviais para o consumo humano é a qualidade da água, pois MAY (2004) encontrou elevada quantidade de bactérias na água, sugerindo a desinfecção da mesma para evitar danos à saúde da população. Outro fator preocupante está na

quantidade disponível. Segundo BRITO et. al. (2006) em algumas situações a água armazenada nas cisternas é suficiente para vencer o tempo de seca.

Nas localidades onde existe a distribuição de água potável para a população, o uso de água da chuva é visto como uma ótima maneira para gerar uma economia nas contas do cidadão além de diminuir o consumo de água potável em situações não essenciais. Porém quando olhamos para a população que vive em regiões onde não existe abastecimento público, a utilização de água da chuva é a melhor saída da seca, pois essa água captada nos telhados e armazenada em cisternas é uma ótima oportunidade pra melhorar um pouco a qualidade de vida.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo fazer a análise da disponibilidade pluvial da região do alto sertão alagoano na cidade de Delmiro Gouveia, para descobrir a viabilidade do uso da água da chuva em termos quantitativos.

2.2 Objetivos Específicos

- ❖ Quantificar teoricamente a vazão utilizada nos vasos e mictórios na UFAL Campus do Sertão;
- ❖ Calcular o volume útil da cisterna de acordo com a área de cobertura e a pluviometria da região da UFAL Campus do Sertão;
- ❖ Fazer a viabilidade econômica do uso de água da chuva.

3 REFERÊNCIAL TEÓRICO

3.1 Importância da água

A água é fundamental para o desenvolvimento da vida. Sua importância pode ser notada quando visualizamos a formação do planeta Terra (70% composta de água – Figura 2) e do corpo humano (70% - Figura 1). Porém, apenas 3% da água presente em todo o planeta é doce, e desse número, 2% se encontra em estado sólido (nos polos) e 1% disponível em rios, riachos, aquíferos, e etc. O Brasil possui 11% de toda a água doce da Terra.

A estrutura de saneamento caracteriza-se, atualmente, pelo caráter esbanjador de água e energia, causando falta de água e poluição de recursos hídricos, ocasionando problemas com saúde pública, insuficiência no desenvolvimento econômico e nos recursos naturais (COHIM e KIPERSTOCK, 2008).

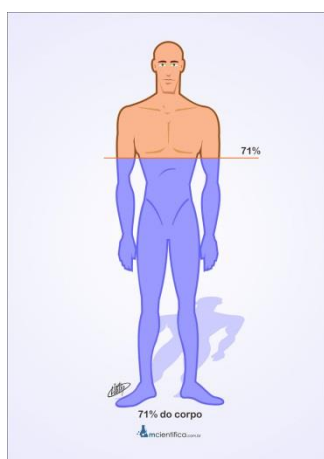


Figura 1 – Percentual de água no corpo humano

Fonte: < <http://www.blog.mcidentifica.com.br>>, Acesso em janeiro de 2016.

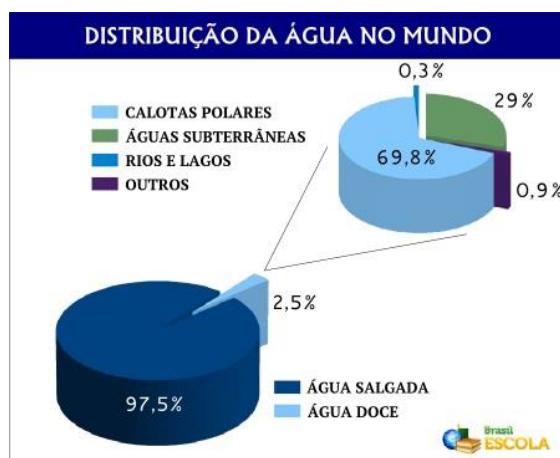


Figura 2 – Distribuição de água no mundo.

Fonte: Brasilescola.uol.com.br, Acesso em Abril de 2016.

A água foi, e ainda é, o principal fator decisivo para a manutenção da qualidade de vida. Graças aos rios, e conseqüentemente, às terras férteis, povos nômades se estabeleceram próximos a esses de forma que eles pudessem plantar, colher, criar animais e, podendo controlar a produção de comida, não tivessem a necessidade de se mudar continuamente. Surgiram assim as grandes civilizações, por exemplo, da Suméria, Egito, China, etc.

3.2 Histórico dos sistemas de abastecimento

As primeiras obras realizadas em sistemas de abastecimento foram feitas no Egito e na Mesopotâmia. Tempos depois, a cidade de Knossos, em seu auge, criou um sistema de distribuição de água através de tubos pressurizados para os palácios. Várias peças usadas no sistema de água foram encontradas na Ásia menor (sifões invertidos, barragens, cisternas etc.). Os romanos usavam muitos aquedutos e tubulações de chumbo (apesar de saberem sua periculosidade), mas foram os povos islâmicos no sul da Europa que fizeram com que os sistemas de abastecimento tivessem um importante desenvolvimento.

A primeira tubulação de ferro fundido foi usada na Alemanha, essa que é amplamente utilizada hoje nas redes de água e esgoto.

No Brasil, a primeira cidade a ter um sistema de abastecimento foi o Rio de Janeiro (Figura 3), esse era realizado através de aquedutos que abasteciam chafarizes públicos. Aos poucos, outras cidades como São Paulo, Belo Horizonte, entre outras, foram tendo suas populações abastecidas. À medida que a tecnologia foi melhorando, o Brasil começou a usar tubulações de ferro fundido para abastecer grandes centros urbanos. O aqueduto carioca foi construído em 1750 com 13 km de comprimento, 60 anos depois a cidade contava com mais 20 chafarizes públicos, mas somente em 1876 foi feito o primeiro contrato para conduzir água através de tubos no Rio de Janeiro (NETTO, 1984).



Figura 3 – Aquedutos da cidade do Rio de Janeiro.

Fonte: Marc Ferrez, 1896.

Atualmente são desenvolvidos vários modelos matemáticos e novas técnicas na construção de tubulações para fornecer água de qualidade e em quantidades necessárias para o bem estar social.

3.3 Importância da condução e do tratamento de água

O tratamento de água tem importância tanto econômica quanto sanitária. Quanto à questão sanitária, têm-se melhorias na saúde da população, nos hábitos higiênicos e no controle de prevenção de doenças (como esquistossomoses e leptospirose). Segundo um estudo realizado pela FUNASA, em 2013, para cada um real gasto no tratamento de água são economizados quatro com saúde pública (uma ótima saída para desafogar o SUS) (<<http://www.ambientebrasil.com.br>>, acesso em março de 2015).

“Entre as melhorias do saneamento ambiental, os sistemas de abastecimento de água são os que provocam maior impacto na redução de doenças infecciosas. O enorme benefício do SAA (Sistema de Abastecimento de Água) é a melhora da saúde da população em todos os estratos sociais, ao proporcionar as mesmas oportunidades de higiene, conforto e bem-estar, mesmo às camadas mais desfavorecidas, tem um reflexo imediato na redução da demanda por serviços de saúde.” (TSUTIYA, 2006).

Quando o governo se dispõe a cumprir o seu papel de prezar pela qualidade de vida da população do país realizando investimento em educação, saúde, saneamento, segurança, entre outros, acaba gerando renda para diversos setores. Para o caso de saneamento básico é preciso construir novas estações de tratamento de água (ex. cidade de Delmiro Gouveia), em outros casos, apenas uma reforma ou troca de tubulações antigas e a própria manutenção desses setores. Esse investimento gera emprego em várias localidades, elevando as condições financeiras da população, em contrapartida, ainda alavanca as condições de saúde da sociedade, por exemplo, quando a água chega às casas depois de ter passado por todas as etapas de tratamento (coagulação, floculação, sedimentação, filtração, desinfecção e fluoretação) são evitados problemas estomacais, doenças infecciosas e também problemas dentários.

O abastecimento das regiões Norte (62,4%) e Nordeste (89,8%) tem um percentual de abastecimento bem abaixo da média devido às várias dificuldades encontradas nas regiões. Quanto ao consumo de água por habitantes dia, o Brasil possui uma média de consumo de 166,3 L/Hab.dia, enquanto que o valor do estado de Alagoas é de 99,7 L/Hab.dia (SNIS, 2013).

Região	Índice de atendimento com rede (%)				Índice de tratamento dos esgotos	
	Água		Coleta de esgotos		Esgotos Gerados	Esgotos Coletados
	Total	Urbano	Total	Urbano	Total	Total
	(IN ₀₅₅)	(IN ₀₂₃)	(IN ₀₅₆)	(IN ₀₂₄)	(IN ₀₄₆)	(IN ₀₁₆)
Norte	52,4	62,4	6,5	8,2	14,7	85,3
Nordeste	72,1	89,8	22,1	29,3	28,8	78,1
Sudeste	91,7	96,8	77,3	82,2	43,9	64,3
Sul	87,4	97,4	38	44,2	35,1	78,9
Centro-Oeste	88,2	96,3	42,2	48,6	45,9	91,6
Brasil	82,5	93	48,6	56,3	39	69,4

Nota: para o cálculo do índice de tratamento de esgotos gerados (IN₀₄₆) estima-se o volume de esgoto gerado como sendo igual ao volume de água consumido.

Tabela 1 – Níveis de atendimento de água e esgoto.

Fonte: SNSA, 2013.

As perdas de água no Brasil (Figura 4) são muito altas, o que torna a situação preocupante. Os níveis de perdas em 2004 eram de 44% e em 2010 38,8%, ou seja, continuamos em uma situação preocupante com uma média de 37% (Tabela 2), elevando as tarifas das contas de água. Países como Alemanha e Japão, por exemplo, têm suas perdas em 11%. (SNSA, 2013).

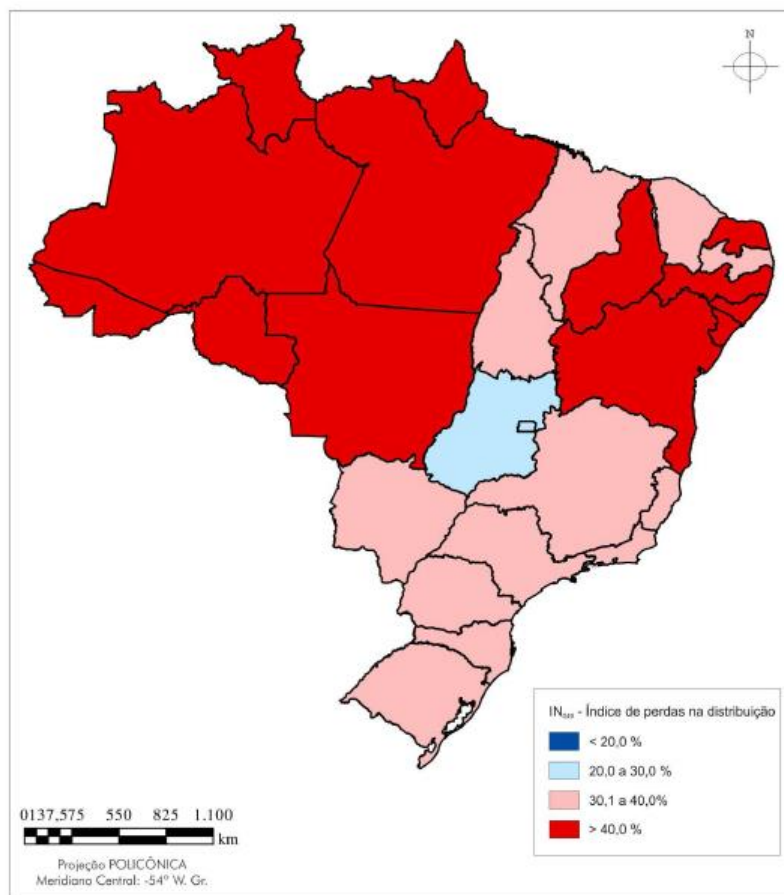


Figura 4 - Representação espacial do índice de perdas.

Fonte: SNSA, 2013.

Estado/Região	IN(%)	Estado/Região	IN(%)
Acre	55,9	Espirito Santo	34,4
Amazonas	47	Minas Gerais	33,5
Amapá	76,5	Rio de Janeiro	30,8
Pará	48,9	São Paulo	34,3
Rondônia	52,8	Sudeste	33,4
Roraima	59,7	Paraná	33,4
Tocantins	34,3	Rio Grande do Sul	37,2
Norte	50,8	Santa Catarina	33,7
Alagoas	46,1	Sul	35,1
Bahia	41,6	Distrito Federal	27,3
Ceará	36,5	Goiás	28,8
Maranhão	37,8	Mato Grosso do Sul	32,9
Pernambuco	36,2	Mato Grosso	47,2
Piauí	53,7	Centro-Oeste	33,4
Rio Grande do Norte	51,8	Brasil	37
Sergipe	55,3		
Nordeste	59,3		

Tabela 2 – Perdas sobre o faturamento das Empresas regionais.

Fonte: SNSA, 2013.

A cidade de Delmiro Gouveia, localizada no alto sertão alagoano com população de 50.999 habitantes (IBGE, 2013), é abastecida pela Companhia de Saneamento de Alagoas (CASAL), e possui, como visto na tabela acima, uma perda próxima de 60 %.

A cidade atualmente tem sua captação realizada às margens do Rio São Francisco, no povoado Salgado, e a água coletada abastece não apenas Delmiro Gouveia, mas também Água Branca, Canapi, Inhapi, Pariconha, Mata Grande e Olho d'água do Casado, gerando um consumo diário de 28.500 m³, porém o tratamento não é realizado de maneira adequada. Em visita à ETA (Estação de Tratamento de Água) constatamos a falta de alguns dos principais mecanismos de tratamento, havendo apenas a filtração (Figura 5), desinfecção e muito raramente a coagulação (Figura 6), realizada apenas quando a água chegava à estação muito turva, segundo funcionários da CASAL.



Figura 5 – Filtros situados na ETA de Delmiro Gouveia, AL.

Fonte: Samuel Gois, 2014.



Figura 6 - Tanque de descarga, usada como unidade de coagulação.

Fonte: Samuel Gois, 2014.

Essa estação de tratamento de água já tem mais de 20 anos, portanto, as tubulações estão velhas. Por esse motivo já está sendo construída uma nova ETA, localizada no município de Pariconha, onde coleta água no canal do Sertão (Figura 7), obra do Governo Federal, que levará água de Delmiro Gouveia até Arapiraca. O canal tem uma vazão máxima de $32 \text{ m}^3/\text{s}$ e tem 240 km de extensão, levando água por municípios antes atingidos pela falta constante de água.



Figura 7 - Canal do Sertão.

Fonte: Ministério do Planejamento, 2006.

3.4 Etapas do tratamento de águas de abastecimento

3.4.1 Concepção dos sistemas de abastecimentos de água

Anterior às etapas do tratamento das águas de abastecimento, existe todo um complexo de concepção do sistema, desde o estudo de campo às redes de distribuição que chegam às casas da população (Figura 8).

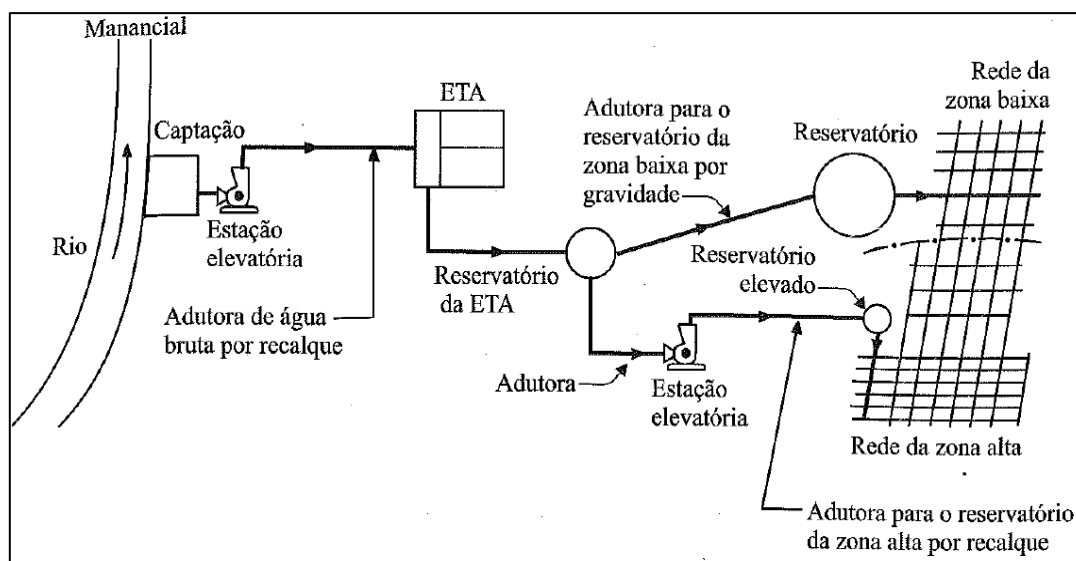


Figura 8 – Sistema de abastecimento de água que atende a zona baixa e a zona alta.

Fonte: ORSINE, 1996.

“Entende-se por concepção do sistema de abastecimento de água, o conjunto de estudos e conclusões referentes ao estabelecimento de todas as diretrizes, parâmetros e definições necessárias e suficientes para a caracterização completa do sistema a projetar.” (TSUTIYA, 2006).

Para ter o sistema de abastecimento instalado é preciso identificar e quantificar os fatores intervenientes, diagnosticar o sistema existente, estabelecer os mínimos parâmetros de projeto, pré-dimensionamento das partes constituintes e escolha da melhor opção em relação a fatores econômicos, ambientais e técnicos.

3.4.2 Composição do sistema de abastecimento

Antes de conhecer a composição é importante estar ciente de alguns conceitos definidos pela Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde:

- Água potável: água que atenda aos padrões de potabilidade da portaria acima citada;
- Água para consumo humano: água potável destinada à ingestão e à higiene pessoal, independe de sua origem;
- Água tratada: água submetida aos processos químico-físicos para atender a potabilidade;
- Sistema de abastecimento de água para consumo: Toda a instalação desde a captação até a distribuição;
- Controle de qualidade da água para o consumo humano: conjunto de atividades para manter a qualidade da água;

As partes integrantes de sistema de abastecimento de água são: Manancial, Captação, Estação elevatória, Adutora, Estação de tratamento de água (ETA), Reservatório e rede de distribuição.

- Mananciais são fontes de água superficiais ou subterrâneas usadas para abastecimento (Figura 9);
- Captação é unidade primária de unidade do sistema de abastecimento, conhecida como captação de água bruta (figura 9);



Figura 9 – Manancial captação e estação elevatória do Rio São Francisco em Pão de Açúcar – AL.

Fonte: Samuel Gois, 2014.

- Adutora (Figura 10) tem duas funções: conduzir a água bruta até a ETA (AAB – Adutora de Água Bruta.) e conduzir a água tratada da estação até a distribuição (AAT – adutora de água tratada.);



Figura 10 – Adutora da CESAN.

Fonte: <https://www.capixabao.com>, Acesso em Abril de 2015.

- Estação elevatória (Figura 9) é composta por instalações e equipamentos de bombeamento da água, seja bruta (EEAB – Estação Elevatória de Água Bruta) ou tratada (EEAT – Estação Elevatória de Água Tratada);

- Estação de tratamento (Figura 11) é a parte responsável por purificar a água bruta para posterior envio às redes de distribuição;



Figura 11 – Estação de tratamento de água Miringuava – São José dos Pinhais, Paraná.

Fonte: site.sinepar.com.br, Acesso em Abril, 2015.

- Reservatórios (Figura 12) são tanques de concreto (ou aço, ou ainda em outros materiais) que podem ser de regularização ou distribuição;



Figura 12 – Reservatório de água tratada da Sabesp.

Fonte: www.epocanegocios.com, Acesso em Abril, 2015.

- Rede de distribuição (Figura 13) é o conjunto de tubulações que conduz a água tratada ao consumidor.



Figura 13 – Rede de distribuição.

Fonte: Notas de aula do Prof. Antônio Netto, 2014.

3.4.3 Etapas do tratamento da água bruta

“A descoberta de que vários compostos naturais e sintéticos, e até mesmo, gerados durante o próprio tratamento de água, podem vir a manifestar-se em concentrações potencialmente perigosas para saúde pública, aumenta o desafio pela busca de formas seguras de produção de água para consumo humano.” (MENDES, 2006).

A água bruta é purificada na ETA através de processos físicos e químicos. Para instalação de uma estação são necessários alguns estudos preliminares:

- Localização e tipo de tratamento;
- Caracterização geotécnica através de sondagem;
- Pré-dimensionamento hidráulico e sanitário das unidades presentes na ETA;
- Análise técnica e econômica;
- Estudo topográfico;
- Identificação de rede telefônica e elétrica e suas características;
- Análise das áreas de desapropriação.

A NBR 12216/92 da ABNT é a norma vigente relacionada à projetos de uma ETA, e segundo a mesma, a água deve passar pelos tratamentos como mostra a Figura 14 a seguir:

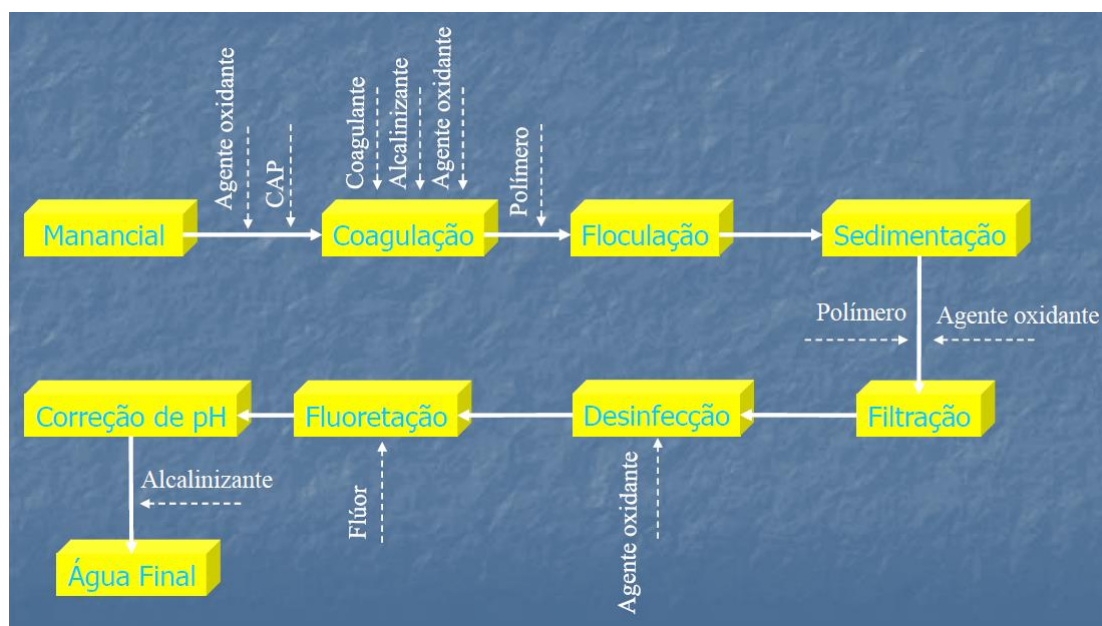


Figura 14 – Etapas do tratamento da água numa ETA.

Fonte: Notas de aula do Prof. Antônio Netto, 2014.

Porém a norma permite que algumas dessas unidades sejam dispensadas dependendo da qualidade do manancial, por exemplo, em Delmiro Gouveia a ETA atual possui apenas o coagulador (utilizado somente quando a água se encontra mais turva), filtros e desinfecção. Para esse caso tem-se um erro, pois sempre é recomendada a utilização de um processo de coagulação, e não somente quando a turbidez da água ficar visivelmente alterada. A norma permite a filtração direta (o processo de sedimentação é excluído – Figura 15) e filtração em linha (não possui floculação e sedimentação – Figura 15).

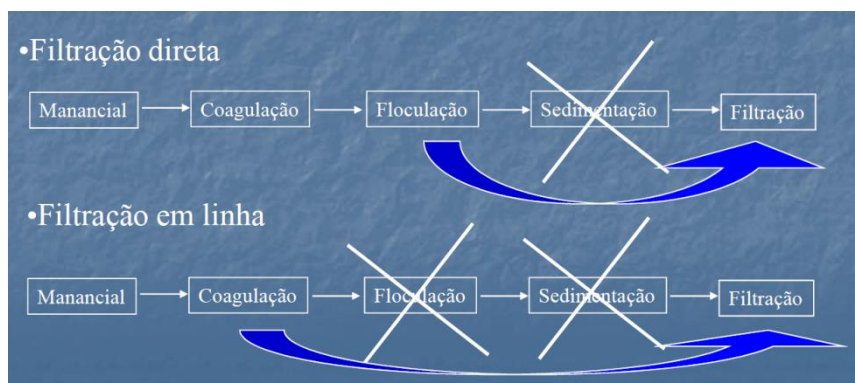


Figura 15 – Esquema filtração direta e filtração em linha.

Fonte: Notas de aula do Prof. Antônio Netto, 2014.

Cada uma das etapas química ou física tem o objetivo de melhorar a qualidade da água para torna-la própria para consumo humano. Vale observar que as etapas estão dispostas em ordem de continuidade da água.

- **Coagulação:** Nesta etapa é inserido um agente coagulante disponível no mercado da região (Ex.: Sulfato de alumínio – sólido ou líquido Cloreto férrico-líquido, Sulfeto férrico – líquido, Cloreto de polialumínio – sólidos ou líquidos e coagulantes orgânicos catiônicos – sólidos ou líquidos) na água para amontoar as partículas para que possam aderir umas as outras formando flocos. A mistura pode ser hidráulica com o uso de calha parshal (Figura 16), vertedores retangulares, malhas difusoras ou injetores, e também mecânicas (Figura 17) utilizando-se agitadores mecânicos, turbinas ou hélices propulsoras.



Figura 16 – Calha Parshal (esquerda), Misturador rápido (direita).

Fonte: <http://www.dec.ufcg.edu.br>, acesso em Fevereiro de 2016.



Figura 17 – Misturador mecânico.

Fonte: <http://www.revistatae.com.br>, acesso em Fevereiro de 2016.

- **Floculação:** “É um processo físico no qual as partículas coloidais são colocadas em contato umas com as outras, de modo a permitir o aumento do seu tamanho físico, alterando, desta forma, a sua distribuição granulométrica” (Notas de aula, 2014). Dependendo das características do meio líquido, deve ser escolhido o polímero a ser usado (catiônico, aniônico ou neutro). Assim como os coaguladores, os floculadores podem ser hidráulicos (Figura 18 - Floculadores de fluxo horizontal, fluxo vertical, alabama ou em meio poroso) ou mecânicos (Figura 19 - Agitadores de fluxo radial, fluxo axial e fluxo radial axial).



Figura 18 - Floculador de fluxo horizontal.

Fonte: <http://www.saneago.com.br>, acesso em Fevereiro de 2016.



Figura 19 – Floculador mecânico de fluxo axial

Fonte: <http://www.wasserlink.com.br>, acesso em fevereiro de 2016.

- **Decantação:** Os flocos formados na etapa anterior são removidos através de sedimentação, sem necessidade de adição de produto químico. A velocidade da água é pequena para auxiliar a deposição dos

aglomerados sólidos no fundo do decantador (Figura 20), e esse material depois de removido dos sedimentadores deverá ser condicionado e posteriormente descartado.



Figura 20 – Decantador/sedimentador.

Fonte: <http://www.olaserragaucha.com.br>, acesso em fevereiro de 2016.

- Filtração: Os filtros (Figura 21) são compostos por camadas de seixos, areia e carvão antracito dependendo do projeto. Na filtração (barreira patogênica) é removida a turbidez da água e microrganismos patogênicos. Os processos podem ser classificados em relação ao tipo de filtração, ao tratamento, ao sentido de escoamento, ao meio filtrante e ao controle hidráulico.

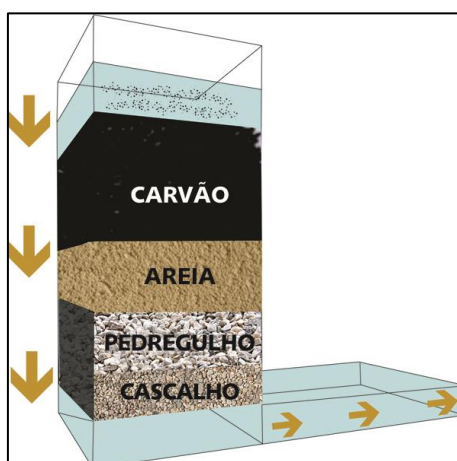


Figura 21 - Filtro de fluxo descendente.

Fonte: <http://www.amparo.sp.gov.br>, acesso em fevereiro de 2016.

- Desinfecção (Figura 22): Após ser filtrada, a água ainda possui microrganismos patogênicos. Os agentes desinfetantes são: agentes físicos (temperatura, radiação, filtração), agentes químicos (fenóis, álcoois, halogênios, metais pesados, ácidos e bases). Porém os mais comuns são o cloro (cloro gasoso, hipoclorito de sódio e hipoclorito de cálcio), cloraminas, dióxido de cloro, ozônio, radiação ultravioleta.



Figura 22 – Sistema de dosagem de cloro gasoso.

Fonte: Notas de aula do Prof. Antônio Netto, 2014.

- Fluoretação – é uma ação opcional, já podendo existir águas com concentrações adequadas (Figura 23): O flúor aplicado (podendo ser: fluoreto de sódio – NaF, fluoreto de cálcio – CaF₂, fluossilicato de sódio – Na₂SiF₆, ácido fluossilícico – H₂SiF₆) na água tem a função de manter os níveis do íon fluoreto dentro de concentrações adequadas para melhoria da saúde da população. Segundo o site da Sabesp, a concentração final de flúor é de 0,7 miligramas por litro, essa ação reduz em até 65 % a ocorrência de carie e obturações na população.



Figura 23 – Tanques com flúor pra serem injetados na água.

Fonte: <http://doutissima.com.br>, acesso em fevereiro de 2016.

3.5 Uso de água da chuva como alternativa de abastecimento

A mais recente crise hídrica do país teve início entre final do ano de 2014 e o ano de 2015, revelando situações dramáticas como a vivida no estado de São Paulo, onde foi necessária a utilização do volume morto do reservatório do sistema Cantareira para complementar o abastecimento; bem como a situação de seca na nascente do rio São Francisco.

É perceptível que a situação está se tornando cada vez mais crítica então se deve buscar uma solução para diminuir o consumo e melhorar a preservação de água potável. O consumo pode ser reduzido usando algumas alternativas como: Reciclagem de água, reuso de águas servidas e água da chuva.

Segundo MAY (2004) é válido viabilizar o uso de água de chuva em edificações, causando assim a diminuição do consumo de água potável fornecida pela empresa de saneamento local. A água fornecida pela empresa teria funções principais como o consumo e higiene pessoal.

[...] O aproveitamento de água pluvial aparece neste início de século XXI como uma alternativa a fim de substituir o uso de água potável em atividades em que esta não seja necessária, tais como vasos sanitários, irrigação de jardins e lavagens de carros, pisos e passeios.
(GOULD, NISSEN-PITERSEN, 1999, apud CAMPOS et al.,2004)

Como sabemos a água possui um ciclo, onde ocorre a evaporação, condensação e precipitação (sólida ou líquida). Segundo a MAY (2004) existem três tipos de chuvas, convectiva ou de convecção, ciclônicas ou frontais e orográficas ou de relevo.

- Chuvas convectivas ou de conversão (Figura 24): A chuva é formada através da massa de ar quente que sobe carregada de vapor d'água, é intensa e de curta duração;

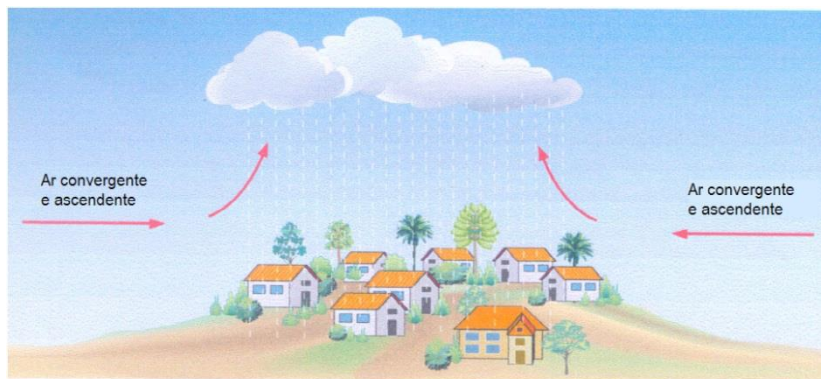


Figura 24 - Formação de chuvas convectivas.

Fonte: MAY, 2004.

- Chuvas ciclônicas ou frontais (Figura 25): chuvas decorrentes do encontro de duas massas de ar com características e umidade diferentes;

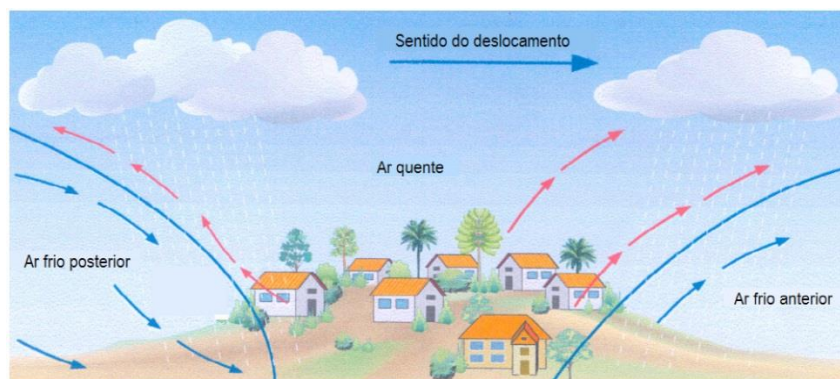


Figura 25 - Chuvas frontais ou ciclônicas.

Fonte: MAY, 2004.

- Chuvas orográficas ou de relevo (Figura 26): São massas de ar forçadas a subir devido ao relevo, ocasionando a precipitação;

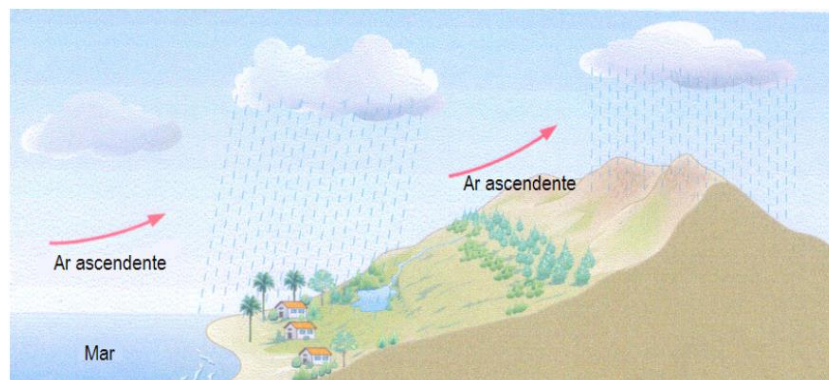


Figura 26 – Chuvas orográficas ou de relevo.

Fonte: MAY, 2004.

De acordo com GNADLINGER (2000), a coleta de água de chuva já era realizada pelos Maias e Astecas para sua utilização na agricultura, sendo suas cisternas com volume entre 20 e 45 m³, essas cisternas eram escavadas e revestidas com reboco impermeável e a superfície (figura 27) direcionava a precipitação para a cisterna.

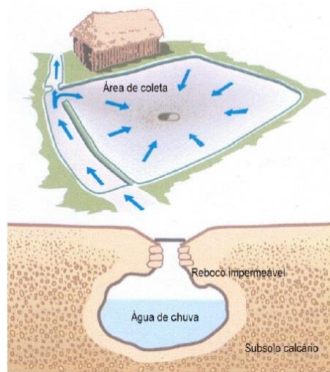


Figura 27 – Coleta e cisterna Maia.

Fonte: GNADLINGER, 2000.

Segundo MAY (2004) os Estados Unidos, Reino Unido, Alemanha, Holanda e Japão já são exemplos na pesquisa de captação de água da chuva. Na Holanda a captação ocorre para evitar alagamentos, pois país está abaixo do nível do mar, porém na Alemanha foi uma solução para o consumo já que a água distribuída possuía qualidade duvidosa. MARKS (2002) afirma que na Austrália a coleta de água da chuva proporciona um retorno econômico de 45% do consumo total em uma residência e na agricultura esse valor é de 65% de economia.

SICKERMANN (2000) diz que na Alemanha cerca de 20% das casas e muitas empresas possuem seu próprio sistema de coleta de água da chuva que são usados em descargas de banheiros, lavagens de pisos e carros, bem como irrigação de jardins e lavagem de roupas.

SCHISTEK (2001) afirma que no semiárido do Brasil possui alta taxa de evaporação e as chuvas são irregulares, ou seja, durante três ou quatro meses do ano (no inverno) a quantidade de chuva é acentuada, porém no restante do ano a estiagem é mais presente. Existe uma exceção, entre os meses de dezembro e janeiro ocorrem as trovoadas (alta intensidade e curta duração).

Segundo SOARES ET AL (2000) o aproveitamento de água de chuva nessa região é uma técnica popular. A falta de abastecimento de água nessas regiões incita a população a buscar meios de conseguir água, mas a qualidade

dessas fontes alternativas é duvidosa, logo uma das fontes é o aproveitamento de água da chuva. O IBGE (2000) realizou uma pesquisa mostrando que 116 municípios brasileiros não possuem um sistema de abastecimento de água. Vale ressaltar que 56% desses municípios se encontram no nordeste e quanto mais isolada a área mais dura é a realidade.

Com a falta de água na região do semiárido a melhor alternativa encontrada foi a utilização de cisternas, sendo estas construídas de maneiras variadas dependendo do local de construção, porém a qualidade da água captada nos telhados não é a apropriada para o consumo humano. Segundo MAY (2004) existe elevada quantidade de coliformes e patogênicos sendo sugerida a desinfecção dessa água para seu consumo sem causar danos à saúde.

GNADLINGER (2001) diz que as cisternas podem ser feitas com placas de concreto pré-moldado (Figura 28), concreto com tela de arame (Figura 29).

A locação da cisterna deve ser feita seguindo algumas recomendações: deve ser colocada próxima à casa e distantes de dispositivos de efluente sanitários, árvores e tanque sépticos. A parte superior se encontra em uma cota superior a do terreno para facilitar a retirada de água por bombas ou manualmente. Ela deve ter formato cilíndrico e para sua construção deve ser utilizados materiais de boa qualidade seguindo as normas da ABNT e as recomendações da FUNASA.

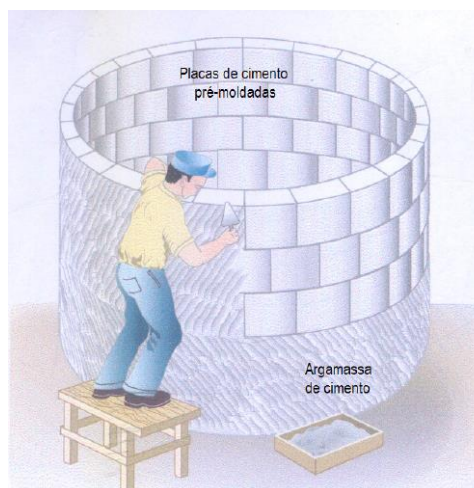


Figura 28 - Cisterna de placas de concreto pré-moldado.

Fonte: GNADLINGER, 2001.



Figura 29 – Cisterna de concreto com tela de arame.

Fonte: GNADLINGER, 2001.

A coleta de água precipitada é realizada em áreas impermeáveis, sendo mais comum o uso de telhados, sendo descartada a primeira água que, de acordo TOMAZ (2003), é um valor entre 0,3 a 0,5 mm. Após o descarte dessa primeira água o restante da chuva é conduzida para o reservatório. A água coletada no telhado é conduzida através das calhas de coletas (Figura 30), passando por reservatório de descarte da primeira chuva (para garantir a retirada das impurezas) antes de chegar ao reservatório.

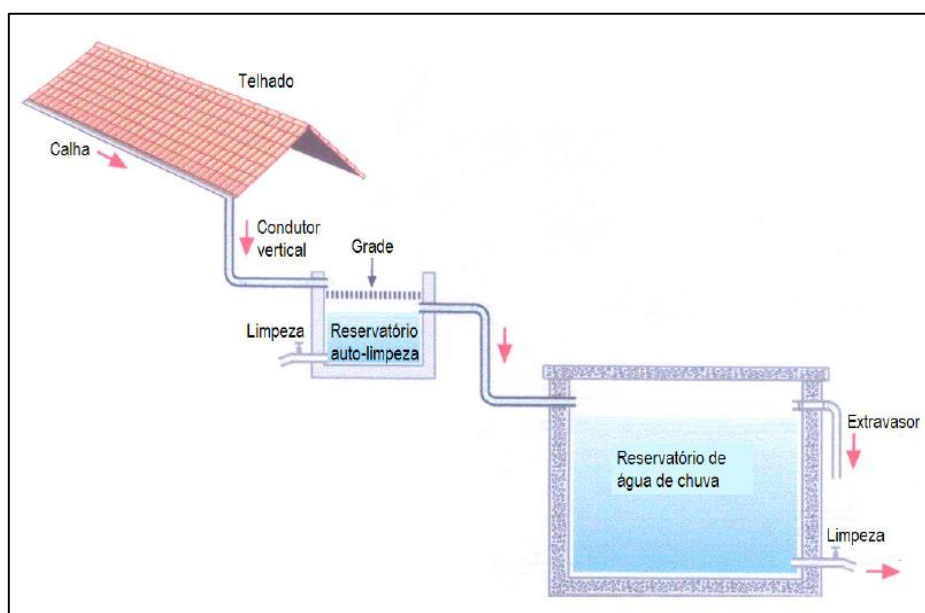


Figura 30 – Modelo de coleta de água da chuva.

Fonte: TOMAZ, 1998.

MAY (2004) afirma que a viabilidade desse sistema é dependente de três fatores: precipitação, área de coleta e demanda. É uma opção de baixo

custo, exceto pelo reservatório que é a parte mais dispendiosa do sistema. Para TOMAZ (2003) o cálculo pode ser feito analiticamente ou graficamente e os fatores que influenciarão serão: a área do telhado, a quantidade de água para atender a demanda e definição do reservatório em função dos custos, forma de construção e recursos.

A UFPB, através do projeto de extensão PROBEX realizado no condomínio Cabo Branco Residence Privê, situado em João Pessoa – PB, comprovou a eficácia do estudo. A equipe fez uma relação entre o consumo médio diário e a precipitação média para confirmar a viabilidade da implantação do sistema, em seguida a análise da qualidade da água, com isso confirmou que a qualidade era aceitável e a viabilidade do sistema em condomínios horizontais de padrão médio ou alto.

Outro estudo realizado no condomínio vertical localizado no bairro Jardins em Aracaju – SE se mostrou bastante viável para seguintes finalidades: Lavagens de piso, irrigação das áreas verdes e lavagem de carros. A indisponibilidade da implantação do sistema é devido à localização do reservatório de 143,07 m³ que deveria se encontra sobre a academia ou o salão de festa, logo podendo acarretar danos à estrutura do prédio.

Segundo MARINOSKI (2007) em um estudo da viabilidade pluvial e econômica da implantação de sistema de captação de águas de chuva no SENAI/Florianópolis – SC, comprovou que a utilização do mesmo acarretaria em uma economia de 44,1% nos custos mensais com água potável, sendo necessária construção de dois reservatórios, um inferior com 30 m³ e um superior com 6 m³, sendo o superior suficiente para o abastecimento diário.

4 METODOLOGIA

4.1 Área de Estudo

A Universidade Federal de Alagoas – UFAL (Figura 31 - 32) Campus do Sertão foi inaugurada em março de 2010, é dividida em duas unidades educacionais, uma em Delmiro Gouveia e outra em Santana do Ipanema. Na unidade de Delmiro Gouveia são oferecidos seis cursos de graduação sendo estes: Engenharia Civil, Engenharia de Produção, Letras, Pedagogia, História e Geografia.

A cidade de Delmiro Gouveia se encontra no alto sertão de Alagoas, segundo o IBGE (2010) tem a população de 48.096, sendo estimada para 2015 para 51.349 habitantes.

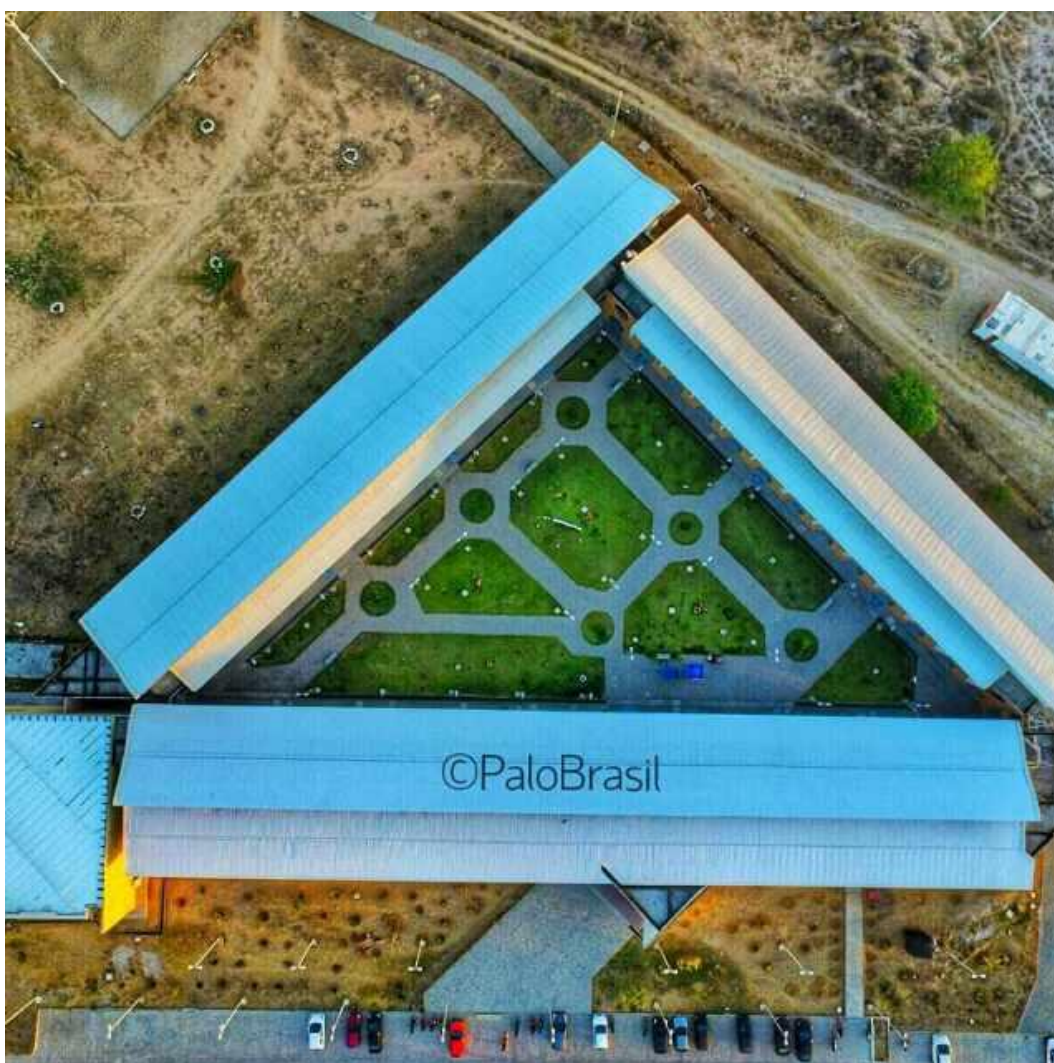


Figura 31 - Prédio principal Campus do Sertão.

Fonte: Campus do Sertão, 2015.



Figura 32 – Vista do jardim central da UFAL campus do sertão.

Fonte: Campus do Sertão, 2015.

Segundo o Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento o município está localizado em uma região do semiárido com precipitação média anual (Figura 33) para anos chuvosos de 753 mm, para anos de seca 329 mm e para anos regulares 480 mm. Por se tratar do semiárido, a chuva tem maior intensidade nos meses de março a julho.

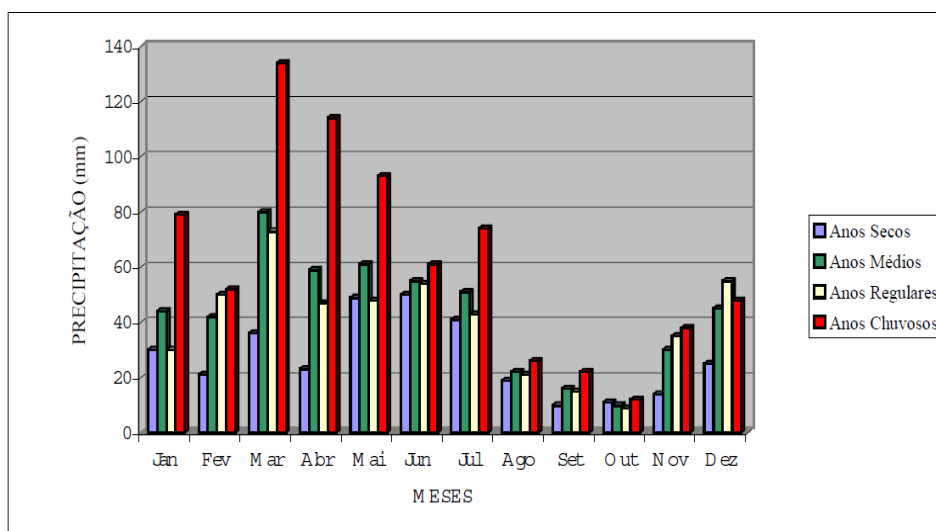


Figura 33 - Dados pluviométricos de Delmiro Gouveia para anos secos, regulares e chuvosos.

Fonte: SILVA et al, 2002.

Não apenas por se tratar de uma cidade sertaneja, mas também pelo atual valor da água que é um bem inestimável, é interessante pesquisar e descobrir a viabilidade do uso da chuva para fins não potáveis no Campus do Sertão, podendo até expandir a utilização desse método nas residências.

A área de captação é calculada através do software AutoCAD (versão para estudante) usando a função “AREA”. Então a área final é calculada através da soma de todas as áreas.

4.2 Cálculo consumo quantitativo dos vasos sanitários e mictórios

Através de tabelas disponibilizadas na literatura é possível consultar o consumo médio em litros por dia (Tabela 5) e o uso final de água em diversos aparelhos (Tabela 6). Com esses valores tabelados o seguinte equacionamento é utilizado:

$$C_{Turno} = P_{vasos+mictorios} * C_{médio} \quad (1)$$

Onde:

C_{Turno} : Consumo em litros por pessoa por turno;

$P_{vasos + mictórios}$: Porcentagem do uso final de água;

$C_{médio}$: Consumo médio de água (em litros por pessoa).

$$C_{total} = Pop \times Turno \times C_{Turno} \quad (2)$$

C_{total} : Consumo diário de água;

Pop: População por turno;

Turno: quantidade de turnos.

4.3 Cálculo do volume de irrigação

Através da função “AREA” no software AutoCAD foi possível encontrar a área de irrigação do prédio principal da UFAL Campus do Sertão. Com o valor da área encontrado é realizado o cálculo do volume de água utilizado para irrigação.

$$V_{Diário} = C_{Vegetação} \times A_{Irrigação} \quad (3)$$

$$V_{mensal} = V_{Diário} \times D \quad (4)$$

$V_{Diário}$: Volume de consumo diário usado na irrigação (litros por dia);

V_{mensal} : Volume de consumo mensal usado na irrigação (litros por dia);

$C_{Vegetação}$: Consumo de água por tipo de vegetação (litros por metro quadrado por dia);

$A_{Irrigação}$: Área a ser irrigada (m²);

D: Dias em que o jardim é irrigado.

4.4 Coleta de Dados Pluviométricos

O portal de dados *hidroweb* da Agência Nacional de Águas (ANA) oferece a série histórica de dados pluviométricos de Delmiro Gouveia (00937013) há 70 anos desde 1936 até 2006, o que permite a caracterização da variabilidade pluviométrica para estudo da viabilização do uso da chuva para funções secundárias e dimensionamento de cisternas para o Campus do Sertão.

4.5 Estudo dos principais fatores de variabilidade pluvial

A avaliação da variação pluviométrica é feita através da curva de permanência ou, como também são chamadas, curvas de duração, que é um gráfico que expõe com que frequência a vazão com certa magnitude é igualada ou extrapolada durante o tempo de registro das vazões. A curva é feita com a vazão na ordenada e a porcentagem do tempo igualado ou superado na abscissa.

A realização do cálculo da probabilidade de ocorrência das mesmas é feito através da seguinte expressão matemática:

$$P = \frac{I}{N+1} \quad (5)$$

Onde:

P: Probabilidade de igualar ou extrapolar algum valor de precipitação;

N: Número de observações;

I: Ordem de precipitação.

Para realizar o cálculo das precipitações é preciso colocar a série de valores em ordem decrescente para construção da curva de permanência usando alguma variável aleatória. É importante encontrar a curva de risco (R) a partir da curva de permanência, pois a precipitação é um evento aleatório e existe um risco real desse evento acontecer ou não. A expressão matemática que representa essa curva é:

$$R = 100 - P \quad (6)$$

4.6 Dimensionamento do reservatório para coleta de água de chuva

O reservatório é o elemento mais caro da captação de água da chuva, seu valor pode representa valores entre 50% e 85% do valor total de um

sistema de capitação. Desta maneira a disponibilidade financeira influencia diretamente na implantação (THOMAS, 2001). Segundo COHIN et al. (2008) o dimensionamento depende de três fatores sendo estes: regime de chuva local, demanda e nível de risco aceitável.

A norma NBR 15527 (ABNT, 2007) referente ao aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis, aprovada em setembro de 2007, mostra quatro métodos de dimensionamento de reservatório de águas pluviais, o Rippl, Maior período de Estiagem, simulações e métodos empíricos (Brasileiro, Alemão e Inglês).

No presente trabalho foi escolhido o método de Prático Brasileiro, neste método empírico considera-se apenas o volume capitado e o período de estiagem mensal. O volume depois de calculado deve ser multiplicado por um coeficiente de perda.

$$V = 0,042 \times P \times A \times T \quad (7)$$

Onde:

V: Volume do reservatório em litros;

P: Precipitação média anual em milímetros;

A: Área de capitação em metros quadrados;

T: Numero de meses de pouca chuva ou seca.

4.7 Cálculo do volume captado e consumo mensal

O volume de chuva captado é calculado utilizando a seguinte equação:

$$V_{captado} = A_{Total} \times Prec_{Mensal} \quad (8)$$

$V_{captado}$: Volume captado de chuva (litros);

A_{Total} : Área total de cobertura (m²);

$Prec_{Mensal}$: Precipitação média mensal (mm ou litros por metro quadrado).

O consumo final (C_{final}) que é usado é dado pela soma entre o consumo total (C_{total}) de vasos sanitários e mictórios e volume mensal (V_{mensal}) usado na irrigação.

$$C_{final} = C_{total} + V_{mensal} \quad (9)$$

4.8 Balanço financeiro

O balanço financeiro vai ser feito baseado na estrutura tributária da CASAL (Figura 37), toda a água captada vai ter seu valor calculado em cima do valor tarifado para categoria em que a UFAL, e então será feito um comparativo entre o consumo, a economia, e a economia real. Vale ressaltar que existe um pequeno erro na estrutura tarifária, mas esse é corrigido no presente trabalho.

Para cada 10 m³ até 100 m³ é cobrada a taxa de R\$ 6,76/m³, depois dos 100 m³ é cobrada a taxa de R\$ 17,35/m³.

Então:

$$Valor(R\$) = \begin{cases} V_{captado} \times Taxa & \text{Até } V_{captado} \leq 100 \text{ m}^3, Taxa = 6,76 \frac{R\$}{m^3} \\ V_{captado} \times Taxa & \text{Até } V_{captado} > 100 \text{ m}^3, Taxa = 17,35 \frac{R\$}{m^3} \end{cases} \quad (10)$$

Com o equacionamento acima os valores de economia são encontrados, porém a economia real é encontrada fazendo um comparativo com o consumo da UFAL, ou seja, não pode haver uma economia maior do que o consumo.

5 RESULTADOS

5.1 Cálculo da área de captação

O Campus do Sertão é composto por três prédios: o prédio principal (Figura 34), o restaurante universitário (Figura 35) e o prédio dos laboratórios. Como as plantas de cobertura deste último prédio não foram encontradas, será considerado apenas as áreas das duas primeiras estruturas para o cálculo potencial de coleta de água de chuva do campus.

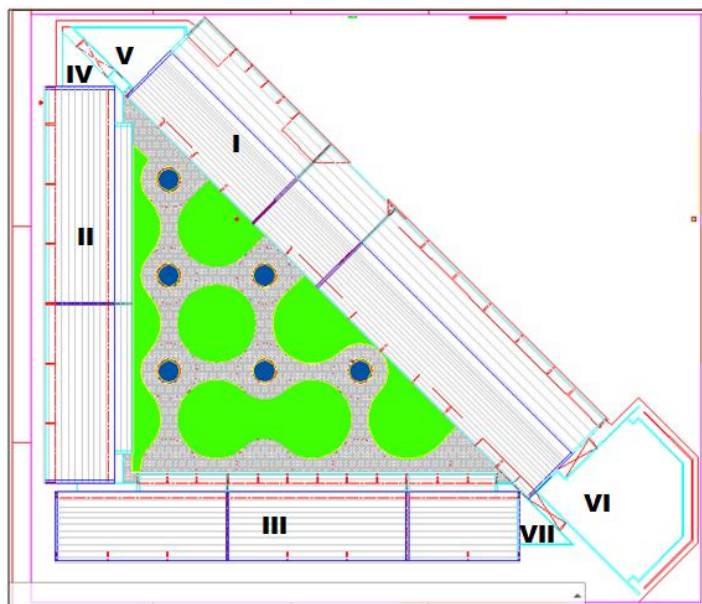


Figura 34 – Planta de cobertura do prédio principal do Campus do Sertão.

Fonte: UFAL - Campus do sertão, 2015.

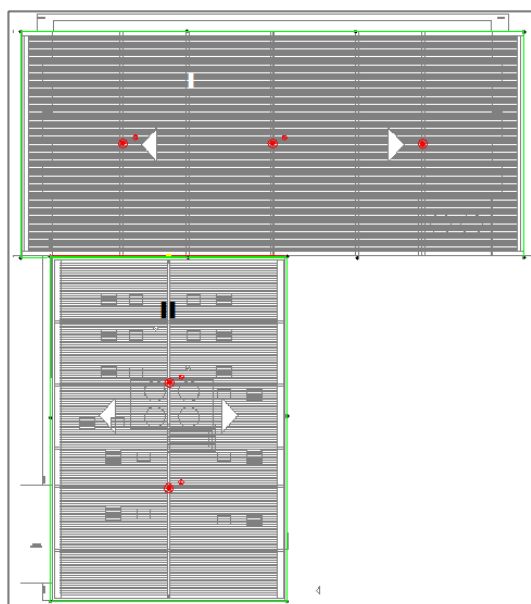


Figura 35 – Planta de cobertura do Restaurante universitário.

Fonte: UFAL - Campus do Sertão, 2015.

Para o cálculo da área foi usado o software AutoCAD 2015 (versão para estudante), com isso chegamos aos seguintes valores (Tabelas 3 – 4):

Bloco	Área (m ²)
I	1773,2
II	794,3
III	930,8
IV	40,96
V	107,76
VI	408,83
VII	38,43

Tabela 3 – Áreas do prédio principal

Fonte: Samuel Gois, 2015.

Bloco	Área (m ²)
I	664,13
II	457,68

Tabela 4 – Área de cobertura do Restaurante universitário.

Fonte: Samuel Gois, 2015.

Portanto temos uma área efetiva de captação de 5216,09 m². Não foram encontradas as plantas de cobertura do bloco anexo (referente aos laboratórios) que podem vir a ser um excelente potencial na captação de chuva.

5.2 Análise quantitativa dos vasos e mictórios

Como visto na introdução do presente trabalho, a água captada da chuva não tem parâmetros para a ingestão, mas pode ser usada para irrigação e em vasos sanitários e mictórios caso seja condicionada da forma correta. O consumo per capita é dado através da Tabela 5 abaixo:

Tipos de construção	Consumo médio (litros/dia)
Alojamentos provisórios	80 por pessoa
Casas populares	120 por pessoa
Residências	150 por pessoa
Apartamentos	200 por pessoa
Hotéis (s/cozinha e s/lavanderia)	120 por hóspede
Escola - internato	150 por pessoa
Escolas - semi-internatos	100 por pessoa
Escolas - externatos	50 por pessoa
Quartéis	150 por pessoa
Edifícios públicos ou comerciais	50 por pessoa

Tabela 5 – Tipos de construção e consumo médio.

Fonte: ILHA, 1994.

Escritórios	50 por pessoa
Cinema e teatros	2 por lugar
Templos	2 por lugar
Restaurantes e similares	25 por refeição
Garagens	50 por automóvel
Lavanderias	30 por kg de roupa seca
Mercados	5 por m ² de área

Tabela 5 – Tipos de construção e consumo médio.

Fonte: ILHA, 1994.

O Campus do Sertão se encaixa na categoria de “Escolas – externatos”, pois não possui residência universitária ativa. Para esse caso em específico vamos utilizar a unidade de tempo em turno, já que os cursos são ofertados dessa maneira, portanto o consumo utilizado será de 25 litros por pessoa por turno. Segundo a administração do campus, existem entre colaboradores, alunos, professores e demais servidores, 1553 pessoas que frequentam a universidade nos três turnos, portanto, por turno temos a quantia de aproximadamente 518 pessoas. MARINOSKY (2007) definiu os usos finais no SENAI/SC, onde foram listados todos os casos que se utiliza água, conforme a imagem abaixo:

Aparelhos	Total (L/dia)	Total (L/mês)	Porcentagem do total (%)
Torneira lavatório	1644,47	37822,8	15,68
Bebedouro	109,08	2508,84	1,04
Vaso Sanitário	5238,85	120493,5	49,94
Mictório	973,28	22385,49	9,28
Tanque (Lab.)	79,94	1838,6	0,76
Irrigação de Jardins	41,14	946,29	0,39
Lavação de carros	172,8	3974,4	1,65
Lavação de calçadas	14,4	331,2	0,14
Limpeza de vidros	0,54	12,5	0,01
Limpeza	420	9660	4
Torneira de pia de cozinha	1769	40687	16,86
Chuveiro	26,66	613,26	0,25
Total	10490,16	241273,88	100

Tabela 6 – Uso final de água em diversos aparelhos no SENAI/SC.

Fonte: MARINOSKY, 2007.

Conforme a figura acima o percentual de vasos sanitários e mictórios é de 59,22 %, usando as equações (1) e (2):

$$C_{Turno} = \frac{59,22}{100} * \frac{25 \frac{L}{Pessoa}}{Turno}$$

$$C_{Turno} \cong \frac{14,8 \frac{L}{Pessoa}}{Turno}$$

$$C_{total} = 518 \frac{pessoas}{turno} * 3turnos * \frac{14,8 \frac{L}{Pessoa}}{Turno}$$

$$C_{total} = 22999,2 \frac{L}{dia} \quad \text{ou} \quad C_{total} \cong 23 \frac{m^3}{dia}$$

$$C_{m\acute{e}s} = 23 \frac{m^3}{dia} * 20 \text{ dias} = 460 \frac{m^3}{m\acute{e}s}$$

5.3 Cálculo da área de irrigação

Como o intuito do trabalho é usar a água pluvial coletada para irrigação é preciso calcular a área a ser irrigada (Figura 36):

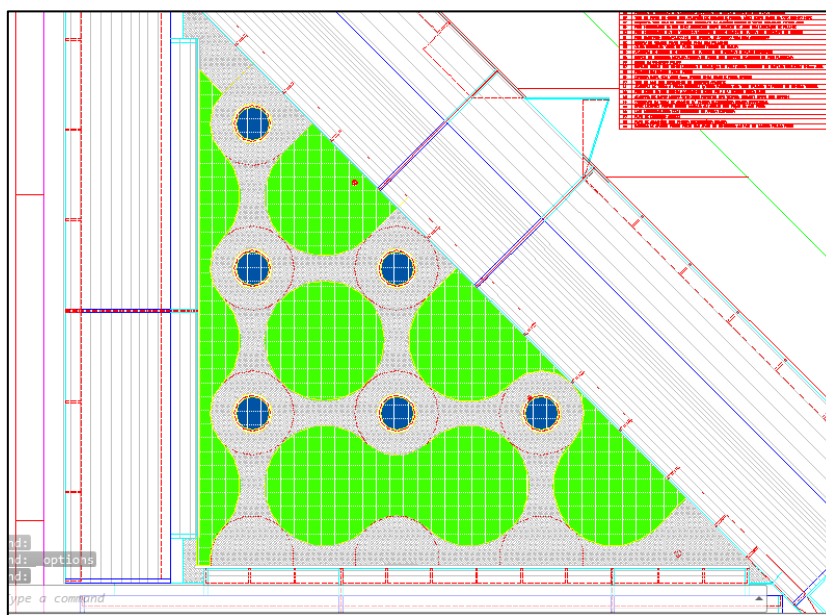


Figura 36 – Área verde do Campus do sertão.

Fonte: UFAL - Campus do Sertão, 2015.

Com o auxílio do software AutoCAD podemos encontrar a área representada pelas hachuras circulares e semicirculares maiores de aproximadamente 1010 m² preenchidos com grama.

Segundo VOLTOLINE et. al (2012) o consumo de água de forrageiras (nosso caso a grama) é em média 5 litros por metro quadrado por dia. Com isso podemos estimar o consumo de água mensal necessário para irrigar a área verde do campus, através das equações (3) e (4).

$$V_{Diário} = \frac{5 \frac{L}{m^2}}{dia} \times 1010 m^2$$

$$V_{Diário} = 5050 \frac{L}{dia}$$

$$V_{mensal} = 5050 \frac{L}{dia} \times 30 dias$$

$$V_{mensal} = 151500 \frac{L}{mês} \quad ou \quad V_{mensal} = 151,5 \frac{m^3}{mês}$$

5.4 Cálculo da precipitação e volume do reservatório

No site da Agencia Nacional de Águas (ANA) são expostos os valores de precipitação diária obtida entre os anos de 1936 e 2006. Somando-se os valores diários podemos encontrar as precipitações mensais e anuais, e então elaborar as curvas de permanência de precipitação mensal e anual do município de Delmiro Gouveia – AL, conforme Gráficos 01 e 02:

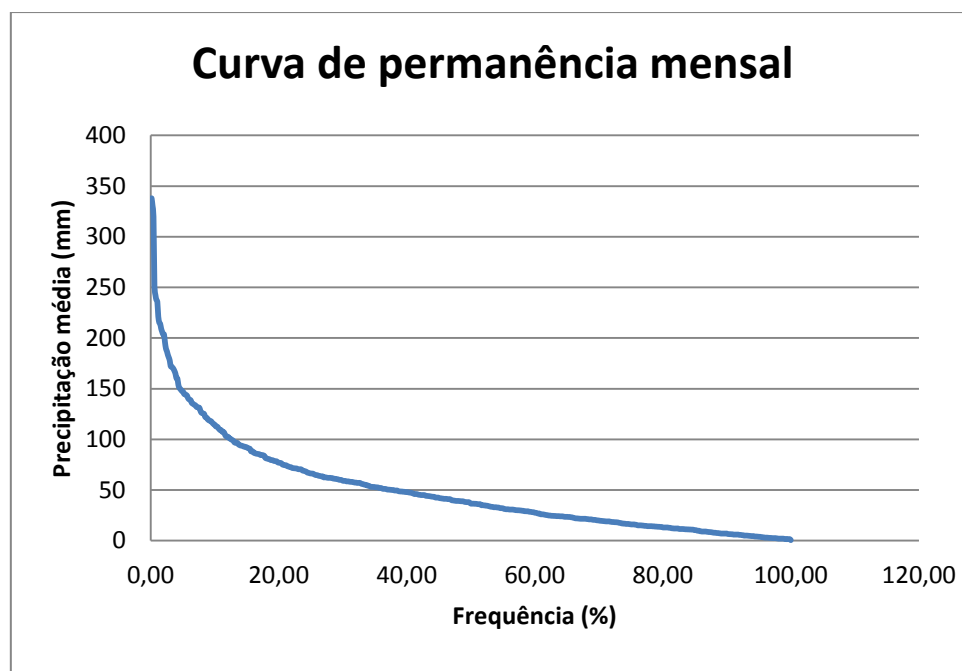


Gráfico 1 – Curva de permanência mensal.

Fonte: Samuel Gois, 2015.

O gráfico abaixo representa os valores das médias mensais de chuva:

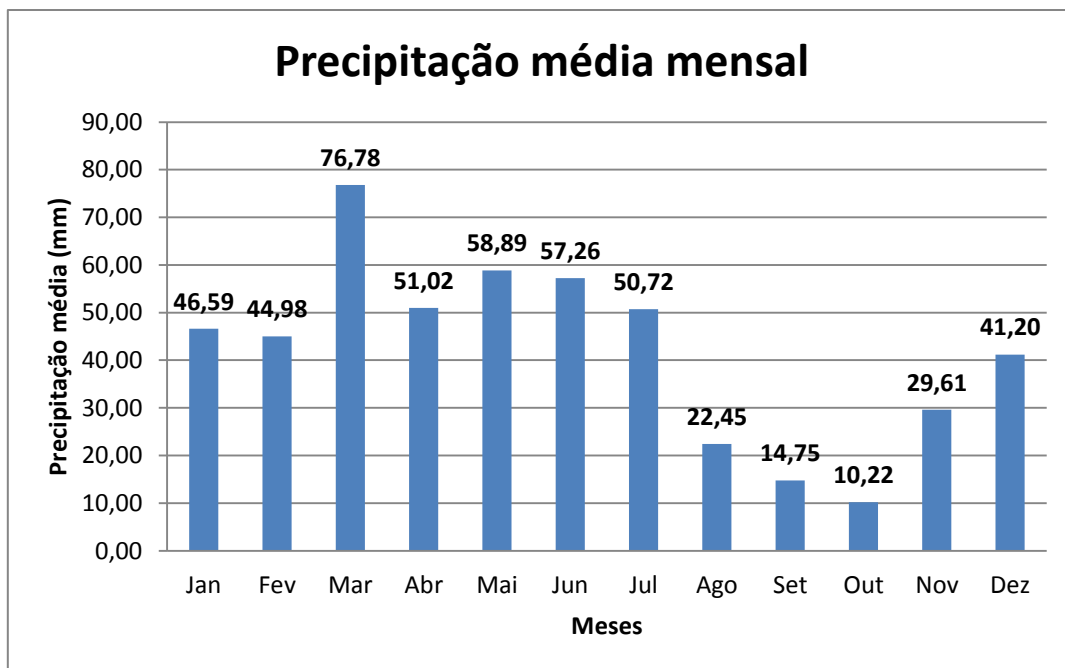


Gráfico 3 – Precipitações médias mensais.

Fonte: Samuel Gois, 2015.

Através de um cálculo de média é encontrado o valor médio das médias mensais de *42,04 mm*. Baseado no gráfico de curva de permanência mensal, podemos observar que o valor de *42,04 mm* corresponde a uma probabilidade de ser igualada ou superada de *45,07%*. A máxima média mensal (mês de março) é de *76,78 mm* (probabilidade de ocorrência de *20 %*) e a mínima é em outubro com *10,22 mm* (chance de ocorrência de *85,22 %*). Iremos considerar neste trabalho que qualquer chuva abaixo da média será tida como fazendo parte dos meses mais secos, portanto os meses de agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro serão considerados para estimativa do volume do reservatório. Os valores das médias mensais são usados para saber o volume captado, mas o volume do reservatório é encontrado através da média anual. Segundo MARINOSKY (2007) para calcular o volume do reservatório deve ser considerado um coeficiente de perda de *0,8*, pois *20%* são referentes à limpeza do telhado (a primeira água que é desprezada), evaporação e descarte.

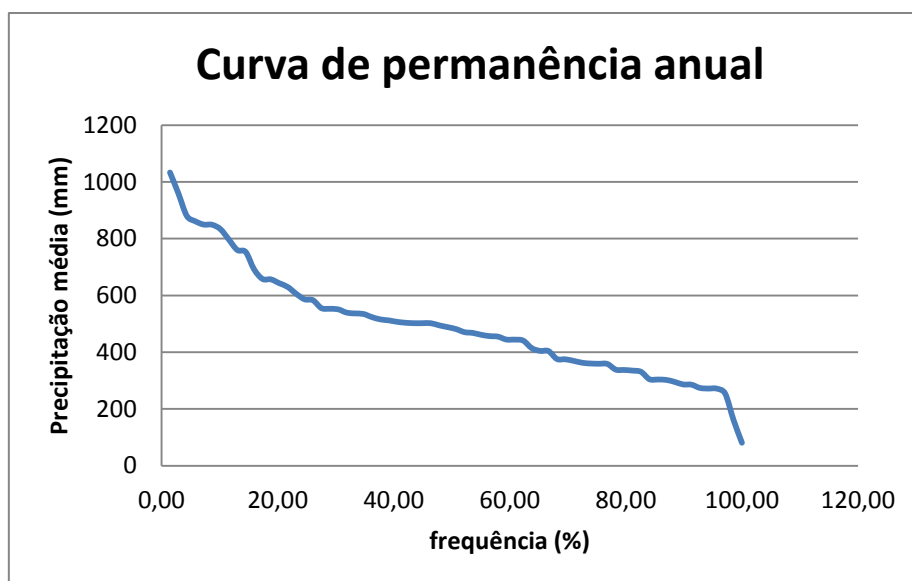


Gráfico 2 – Curva de permanência anual.

Fonte: Samuel Gois, 2015.

Como o site da ANA fornece os dados históricos (de 1936 a 2006) de precipitação mensal fazemos o somatório de cada ano e então chegamos ao valor de precipitação média anual para o município de Delmiro Gouveia que é de aproximadamente 496,91 mm.

O volume útil do reservatório será calculado através da equação (7) apresentada a seguir:

$$V = 0,042 \times 496,91 \text{ mm} \times 5216,09 \text{ m}^2 \times 5 \text{ meses} \times 0,8$$

$$V = 435443,8 \text{ L} \quad \text{ou} \quad V \cong 435,4 \text{ m}^3$$

Como visto acima, o volume do reservatório é muito elevado, por esse motivo usaremos a curva de permanência para estimar volumes de reservatórios com as probabilidades de 90%, 80%, 70% e 60%, sendo assim, terão riscos altos de acontecerem, pois os valores de precipitação média anual serão menores.

Para P_{90} a precipitação anual será de 286,3 mm:

$$V = 0,042 \times 286,3 \text{ mm} \times 5216,09 \text{ m}^2 \times 5 \text{ meses} \times 0,8$$

$$V \cong 250,9 \text{ m}^3$$

Para P_{80} a precipitação anual será de 337,3 mm:

$$V = 0,042 \times 337,3 \text{ mm} \times 5216,09 \text{ m}^2 \times 5 \text{ meses} \times 0,8$$

$$V \cong 295,6 \text{ m}^3$$

Para P_{70} a precipitação anual será de 374,9 mm:

$$V = 0,042 \times 374,9 \text{ mm} \times 5216,09 \text{ m}^2 \times 5 \text{ meses} \times 0,8$$

$$V \cong 382,5 \text{ m}^3$$

Para P_{60} a precipitação anual será de 444,2 mm:

$$V = 0,042 \times 444,2 \text{ mm} \times 5216,09 \text{ m}^2 \times 5 \text{ meses} \times 0,8$$

$$V \cong 389,3 \text{ m}^3$$

5.5 Balanço Hídrico do reservatório

A partir dos dados encontrados acima, os respectivos volumes de consumo mensal final e volume captado foram feitos através das equações (8) e (9) e dispostos no gráfico e tabela a seguir:

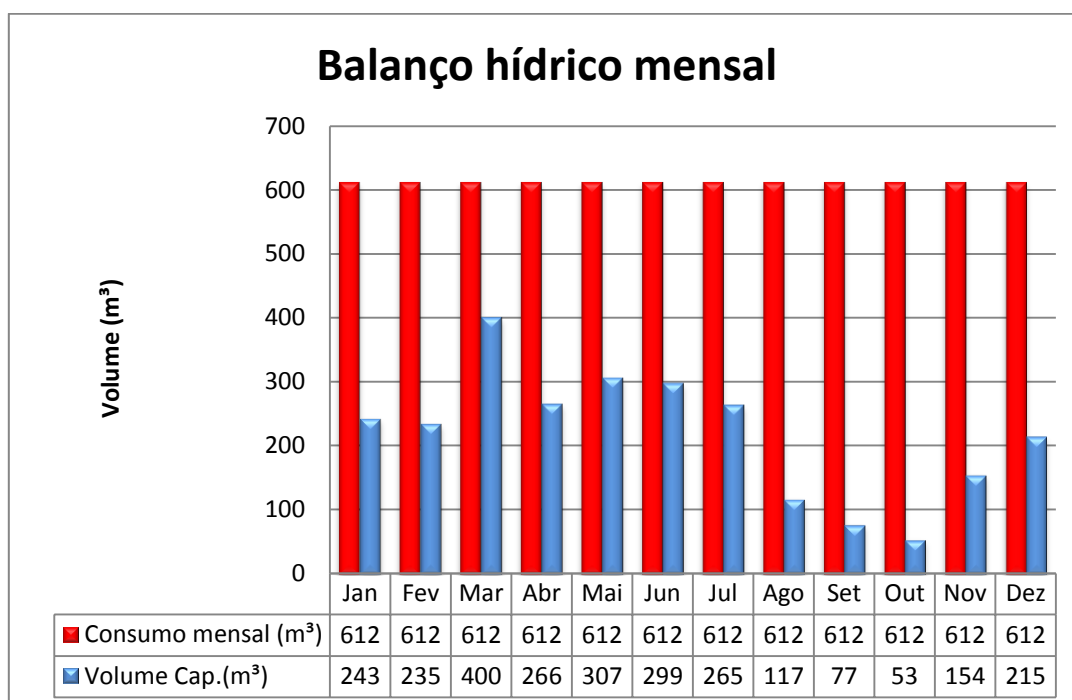


Gráfico 4 – Balanço hídrico mensal do reservatório.

Fonte: Samuel Gois, 2016.

Volume Cap.(m ³)	Consumo mensal (m ³)	Balanço Hídrico (m ³)
243	612	-368
235	612	-377
400	612	-211
266	612	-345
307	612	-304
299	612	-313
265	612	-347
117	612	-494
77	612	-535
53	612	-558
154	612	-457
215	612	-397
Balanço final		-4707

Tabela 7 – Balanço Hídrico mensal do reservatório.

Fonte: Samuel Gois, 2016.

Pode-se notar que em todos os meses o balanço é negativo, isso porque a ideia é utilizar a água capitada para fazer uma economia de água nobre em situações onde o seu uso pode ser considerado um desperdício, ou seja, ter um balanço negativo não é necessariamente algo ruim, porém, como já foi citado anteriormente, o campus ainda possui a área do bloco dos laboratórios como área para captação de água, o que acarretará em um volume maior de água da chuva. Vale ainda ressaltar que os valores de consumo foram baseados em valores de projetos, ou seja, estão além da realidade, visto que são usados em prol da segurança. Apesar de no mês de março o volume captado ser maior que os volumes calculados para P₉₀, P₈₀, P₇₀ e P₆₀, é importante lembrar que todos os dias a água é consumida, podendo assim regular o nível de água dentro do reservatório.

5.6 Balanço Financeiro da conta de água

A estrutura tarifária da Companhia de Saneamento de Alagoas está desatualizada quanto à forma de calcular o valor da conta de água, por esse motivo é explicado no parágrafo abaixo como é realizado o valor de contribuição do Campus.

A estrutura tributária da CASAL contém um erro para calcular a conta de água, dessa forma, o valor da contribuição da UFAL – Campus do Sertão (que se encaixa na categoria pública (Figura 37)), é feito da seguinte maneira: para

cada 10 m³ até 100 m³ é cobrada a taxa de R\$ 6,76/m³, depois dos 100 m³ é cobrada a taxa de R\$ 17,35/m³. Então foi usada a mesma forma para calcular a economia realizada pela UFAL caso faça uso da captação de água da chuva.

ESTRUTURA TARIFÁRIA DA CASAL – 2015			
CATEGORIA		FAIXAS	TARIFA (R\$/m ³)
ÁGUA	RESIDENCIAL	Até 10m ³	3,46
		Excedente (m ³):	
		11 – 15	6,61
		16 – 20	7,64
		21 – 30	8,17
		31 – 40	8,43
		41 – 50	8,54
		51 – 90	8,60
	91 – 150	8,65	
	> 150	8,66	
	COMERCIAL	Até 10m ³	8,00
		Excedente	12,72
	INDUSTRIAL	Até 10m ³	8,98
Excedente		16,41	
PÚBLICA	Até 10m ³	6,76	
	Excedente	17,35	
TARIFA SOCIAL (4)	Até 10m ³	1,72 (50% TMR)	
	Excedente(m ³)		
	11 – 15	3,30 (50% TR da faixa)	
	16 – 20	3,81 (50% TR da faixa)	
	>20	Aplicar a tarifa residencial da faixa	
ÁGUA BRUTA (3)	Até 10m ³	1,88	
	Excedente	6,35 (50% x TEC)	
CARRO PIPA	Qualquer consumo	8,00 = (TMC)	
FILANTRÓPICA (7)	Qualquer consumo	1,39 = (40,0% x TMR)	
ESGOTO	TODAS	30, 80 OU 100% sobre o valor da água	

Figura 37 – Estrutura tributaria da CASAL.

Fonte: Casal, 2016.

Volume Cap.(m ³)	Economia (R\$)	Economia real p/ 2015 (R\$)
243	R\$ 3.157,05	R\$ 2.896,83
235	R\$ 3.018,25	R\$ 726,03
400	R\$ 5.881,00	R\$ 5.605,40
266	R\$ 3.556,10	R\$ 2.738,74
307	R\$ 4.267,45	R\$ 2.607,15
299	R\$ 4.128,65	R\$ 632,80
265	R\$ 3.538,75	R\$ 986,67
117	R\$ 970,95	R\$ 807,91
77	R\$ 520,52	R\$ 520,52
53	R\$ 358,28	R\$ 358,28
154	R\$ 1.612,90	R\$ 1.612,90
215	R\$ 1.521,25	R\$ 1.520,28
Balanco final	R\$ 32.531,15	R\$ 21.013,51

Tabela 8 – Respectiva economia realizada pela UFAL com a captação de chuva.

Fonte: Samuel Gois, 2016.

Como podemos notar através da Tabela 8, a captação de água da chuva tem capacidade de proporcionar, com o valor da tarifa atual, economia de R\$ 32.531,15 aos cofres da universidade com o consumo de água. No entanto teremos uma economia real de R\$ 21.013,51 que é um comparativo entre os valores cobrados nos meses do ano de 2015 (presentes em anexo). Lógico que o custo da captação não é elevado como já foi discutido anteriormente, onde o mais dispendioso do procedimento é o reservatório. Podemos observar que os gastos com a irrigação mais mictórios e vasos sanitários resultou em um valor elevado, esse valor não condiz com as contas de água da UFAL, pois quando levamos para prática as pessoas em sua maioria não utilizarão os 25 litros de água por turno e nem os jardins são irrigados com a quantia de 5 litros por metro quadrado, valores esses descritos na literatura.

6 CONCLUSÃO

A pesquisa realizada se mostra eficiente quanto à captação e uso de águas pluviais para fins de irrigação e uso nos vasos sanitários e mictórios, vale a pena ressaltar que os valores disponíveis na literatura não levam em consideração os hábitos locais e as peculiaridades do prédio estudado, levando a valores elevados para o consumo per capita.

É importante ressaltar que para estudos futuros existe a necessidade de utilizar formulas empíricas, que levem em consideração outros fatores (quantidade de vasos sanitários, mictórios, áreas verdes etc.), e não apenas a população, ocasionando dados mais próximos da realidade local.

As contas de água da UFAL tem um valor mensal elevado, como pode ser visto em anexo. Mesmo estando numa região com um baixo índice pluviométrico, a grande área de coleta faz do projeto uma boa alternativa para economia e sustentabilidade do campus.

O único inconveniente no sistema de coleta de água de chuva são os volumes elevados de reservatórios, mas conforme a literatura indica foi adotado alguns valores de risco o que permitiu esse volume ser reduzido de 435,4 m³ (volume para precipitação anual média) para 250,9 m³ (volume para precipitação com 90 % de probabilidade de ocorrência) tornando o sistema mais econômico, levando em consideração o risco.

7 SUGESTÕES DE PESQUISA

Para completar o assunto abordado na pesquisa realizada são sugeridas as seguintes pesquisas:

- Cálculo do custo da implantação de todo o sistema e uma comparação econômica do tempo de retorno do investimento.
- Estudo detalhado do consumo de água no campus discriminando todas as fontes de consumo para obter valores mais precisos de possível economia e melhora da literatura na área.

8 REFERÊNCIA

Agência Nacional de Águas – ANA. Hidro web: Series Históricas. Disponível em: < <http://hidroweb.ana.gov.br/default.asp> >. Acesso em Dezembro de 2015.

Ambiente Brasil, Água. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br>>. Acesso em março de 2015.

Ambiente Brasil, FUNASA. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br>>. Acesso em março de 2015.

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

Brasil Escola, Geografia. Disponível em: < <http://brasilescola.uol.com.br/geografia/distribuicao-agua-no-mundo.htm> >. Acesso em Abril de 2015.

Brasil. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento: **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos** – 2013. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2014.

BRITO, L. T. de L.; SILVA, A. de S.; PORTO, E. R.; AMORIM, M. C. C. de.; LEITE, W. de M. **Cisterna Domiciliares: Água para Consumo Humano**. Disponível em:< <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/36536/1/OPB1517.pdf>> Acesso em 20 de novembro de 2015.

CAMPOS, M. A. S. **Aproveitamento de água pluvial em edifícios residências multifamiliares na cidade de São Carlos**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Universidade Federal de São Carlos. 2004.

Capixabao, Adutora. Disponível em: <<https://www.capixabao.com/noticia/11209/especiais/adutora-da-cesan-rompe-e-populacao-de-vila-velha-fica-sem-agua/>> Acesso em abril de 2015.

CASAL, Estrutura tributária. Disponível em: <<http://casal.al.gov.br/estrutura-tarifaria/>>. Acesso em fevereiro de 2016.

COHIM, E. ; KIPERSTOK, A. **Racionalização e Reuso de Água Intradomiciliar. Produção Limpa e Eco saneamento**. In: KIPERSTOK, Asher (Org.) Prata da casa: construindo produção limpa na Bahia. Salvador. 2008.

COLLISCHONN, W. ; TASSI, R. **Introdução Hidrologia**. Rio Grande do Sul. UFRGS, 2008.

Doutíssima, Secretarias, incentivem a fluoretação da água em seus estados. Disponível em: < <http://doutissima.com.br/2014/01/20/secretarias-incentivem-fluoretacao-da-agua-em-seus-estados-41635/> >. Acesso em Fevereiro de 2016.

Época negócios, Informação. Disponível em: < <http://epocanegocios.globo.com/Informacao/Acao/noticia/2012/06/manutencao-deixara-80-mil-sem-agua-na-zona-leste.html> >. Acesso em Fevereiro de 2016.

GARDNER, T.; COOMBES, P.; MARKS, R. Use of rainwater at a rang of scales in Australian urban environments. Disponível em: < <https://www.eng.newcastle.edu.au/~cegak/coombes/RainwaterScales.htm> >. Acesso em Junho de 2015.

GNADLINGER, J. **Coleta de água de chuva em áreas rurais**. Associação Internacional de Sistemas de Coleta de Água de Chuva. 2º Fórum Mundial da Água, Holanda, 2000. Disponível em: < <http://www.irpaa.org/colheita/indexb.htm> >. Acesso em Junho de 2015.

ILHA, M. S. de O.; GONÇALVES, O.M. **Sistemas prediais de água fria**. Texto Técnico/ Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/08. São Paulo: EPUSP, 1994.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Censo demográfico e contagens populacionais. Disponível em: < www.ibge.com.br >. Acesso em Junho de 2015.

MARINOSKI, A. K. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: Estudo de caso em Florianópolis – SC**.2007.118 f. Trabalho de conclusão de curso. Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

MARKS, R. et. al. **Use of Rainwater in Australian urban environments**. In: RAINWATER INTERNETIONAL DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMIÁRIDO, Paraíba, 2001.

MAY, S. **Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de água de Chuva para Consumo não Potável em Edificações**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2004.

Mcientifica, Propriedades da água. Disponível em: <<http://www.blog.mcientifica.com.br/propriedades-da-agua/>>. Acesso em Fevereiro de 2016.

Ministério do Planejamento, Canal do Sertão. Disponível em: <<https://i3gov.planejamento.gov.br/balanco/3%20%20INFRAESTRUTURA/4%200-%20Infraestrutura%20Hidrica/3%20-%20Fotos/FOTOS%20%20Oferta%20de%20%20C1gua/>> Acesso em março de 2015.

NETTO, Antônio Pedro Oliveira. Notas de aula. Sistema de Abastecimento de água. Universidade Federal de Alagoas. 2014.

NETTO, J. M. A. **Cronologia do abastecimento de água (até 1970)** – Revista DAE, vol 44, n 137, pp 106-111, São Paulo, Junho, 1984.

Olaserragaucha, Novo decantador da ETA no parque da imprensa já está funcionando. Disponível em: <<http://www.olaserragaucha.com.br/noticias/geral/21416/Novo-decantador-da-ETA-no-Parque-da-Imprensa-ja-esta-funcionando.html>>. Acesso em Fevereiro de 2016.

ORSINI, E. Q. **Sistemas de abastecimento de água**. Apostila da Disciplina PHD 412 – Saneamento II. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. São Paulo, 1996.

Prefeitura municipal de Amparo, Estância hidromineral. Disponível em: <<http://www.amparo.sp.gov.br/node/808>>. Acesso em Fevereiro de 2016.

Revista TAE, Água e Efluente. <<http://www.revistatae.com.br/noticialnt.asp?id=5464>>. Disponível em: Fevereiro de 2016.

Saneago, Manual operação de estação de tratamento de água. Disponível em: <http://www.saneago.com.br/site/concursos/2007/pdf/Manual_Operacao_de_Estacao_de_Tratamento_de_Agua.pdf>. Acesso em Fevereiro de 2016.

Sanepar, Estação de tratamento de água. Disponível em: <<http://site.sanepar.com.br/imprensa/galeria/estacao-de-tratamento-de-agua-miringuava-sao-jose-dos-pinhais>>. Acesso em Abril de 2015.

SCHISTEK, H. **A cisterna de tela e cimento**. In: 3º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPITAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMIARIDO. Paraíba, 2001 Anais. Paraíba: ABRH, 2001. P. 10. 1 CD-ROM.

SICKERMANN, J. M. **Gerenciamento das Águas de Chuva – Imprescindível para o Futuro das Grandes Cidades do Brasil**. IV Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. Petrolina-PE. 2000.

SILVA, F. H. B. B. da; PARAHYBA, R. de B. V.; SILVA, F. B. R. e; LOPES, P.R.C. Diagnóstico Ambiental do Município de Delmiro Gouveia-AL. Rio de Janeiro – RJ, Outubro de 2002. Disponível em: < http://www.uep.cnps.embrapa.br/publicacoes/circtec_12_2002_delmiro_gouveia.pdf >. Acesso em Dezembro de 2015.

SOARES, D. A. F. et al. **Sizing a Rainwater reservoir to assist toilet flushing**. In: CIB W62 Seminar, Rio de Janeiro. Proceedings. CIB W62 Seminar, Rio de Janeiro, v.1, p.D11-1D1-12,2000.

THOMAS, T. Escolha de cisternas para captação de água de chuva no sertão. In: 3º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMIÁRIDO, Paraíba, 2001. Anais. Paraíba: ABRH, 2001. p. 7. 1 CD-ROM.

THOMAS, T. **Escolha de Cisternas para Captação de Água de Chuva no Sertão**. In: Anais do 3º Simpósio Brasileiro de Captação de água de Chuva no Semiárido. Campina Grande. Petrolina: ABCMAC. CD-ROM. 2001.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva**: Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis. São Paulo: Navegar, 2003.

TOMAZ, P. **Conservação de água**. 1. Ed. São Paulo: Parma, 1998.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de água**. 3ª. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

TUCCI, C. E. M. **Existe Crise da Água no Brasil?** Disponível em: <http://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-807.pdf>. Acesso em 20 de novembro de 2015.

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Saneamento. Disponível em: < http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/Tratam03_coag.htm >. Acesso em Fevereiro de 2016.

VOLTOLINI, T. V.; CAVALCANTI, A. C. R.; MISTURA, C.; CÂNDIDO, M. J. D.; & dos SANTOS, B. R. C. **Pastos e manejo do pastejo em áreas irrigadas**. 2012.

Wasserlink, Floculador mecânico. Disponível em: < <http://www.wasserlink.com.br/site/component/content/article/108->

produtos/floculador-mecanico/120-floculador-mecanico.html >. Acesso em
Fevereiro de 2016.

9 ANEXO

Mês/Ano	Vencimento	VALORES DA CONTA						Situação
		Água	Esgoto	Débitos	Créditos	Impostos	TOTAL	
12/2015	20/01/2016	1.543,50	0,00	111,45	0,00	156,39	1.498,56	CTA. RET
12/2015	20/12/2015	849,50	0,00	111,45	0,00	90,81	870,14	CAN. RET
11/2015	20/11/2015	1.370,00	0,00	474,43	0,00	174,30	1.670,13	CAN. RET
11/2015	21/12/2015	1.370,00	0,00	474,43	0,00	174,30	1.670,13	CTA. RET
10/2015	16/11/2015	1.543,50	0,00	0,00	0,00	145,86	1.397,64	CTA. NORMA
09/2015	20/10/2015	849,50	0,00	0,00	0,00	80,28	769,22	CTA. NORMA
08/2015	21/09/2015	676,00	0,00	148,90	0,00	77,95	746,95	CTA. NORMA
07/2015	20/08/2015	610,00	0,00	445,95	0,00	99,79	956,16	CTA. NORMA
06/2015	20/07/2015	665,90	0,00	0,00	0,00	62,93	602,97	CAN. RET
06/2015	20/07/2015	665,90	0,00	0,01	0,00	62,93	602,98	CTA. RET
05/2015	22/06/2015	2.840,30	0,00	38,94	0,00	272,09	2.607,15	CTA. NORMA
04/2015	20/05/2015	2.296,70	0,00	727,86	0,00	285,82	2.738,74	CTA. NORMA
03/2015	20/04/2015	5.694,20	0,00	496,19	0,00	584,99	5.605,40	CTA. NORMA
02/2015	20/02/2015	801,80	0,00	0,00	0,00	75,77	726,03	CTA. NORMA
01/2015	20/02/2015	3.098,51	0,00	0,00	0,00	292,81	2.805,70	CTA. RET
01/2015	20/02/2015	6.101,90	0,00	0,00	0,00	576,63	5.525,27	CAN. RET



Histórico de Faturamento

Matrícula: 21370982 Inscrição: 025.010.0120.0300.000
 Endereço: RODOVIA AL 106 - S/N - CIDADE UNIVERSITARIA - ZONA RURAL DELMIRO GOUVEIA AL 57480-000
 Cliente: UFAL - CAMPUS A C SIMONS

PAG 1 / 5
 17/02/2016
 09:42:21
 1