

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS – UFGD
FACULDADE DE ENGENHARIA – FAEN
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

EDUARDO JOSÉ KOSLINSKI PINHEIRO

ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA E AMBIENTAL
DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE
ÁGUAS PLUVIAIS EM UMA RESIDÊNCIA DE MÉDIO
PADRÃO (150m²) EM DOURADOS-MS

DOURADOS – MS 2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS – UFGD
FACULDADE DE ENGENHARIA – FAEN
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

EDUARDO JOSÉ KOSLINSKI PINHEIRO

ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA E AMBIENTAL
DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE
ÁGUAS PLUVIAIS EM UMA RESIDÊNCIA DE MÉDIO
PADRÃO (150m²) EM DOURADOS-MS

Monografia realizada pela disciplina de TCCII
como requisito para a obtenção do título de
Engenheiro de Produção pela Universidade
Federal da Grande Dourados.

Orientador (a) Professor (a) : Mariana Lara
Menegazzo.

DOURADOS – MS 2014

EDUARDO JOSÉ KOSLINSKI PINHEIRO

ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA E AMBIENTAL
DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE
ÁGUAS PLUVIAIS EM UMA RESIDÊNCIA DE MÉDIO
PADRÃO (150m²) EM DOURADOS-MS

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia de Produção na Universidade Federal da Grande
Dourados, pela comissão formada por:

Orientador: Prof.^a Mariana Lara Menegazzo – UFGD

Prof.^a Dr.^a Fabiana Raupp – UFGD

Prof. Dr. Walter Roberto Hernández Vergara - UFGD

Dourados

2014

RESUMO

Com o passar dos anos a água vem se tornando um recurso cada vez mais escasso e valioso, em razão à sua má distribuição e ao aumento populacional no Planeta, onde a demanda por água de qualidade só tende a crescer, tendo em vista à crescente degradação dos recursos hídricos, resultado do descaso por parte da população. A implantação de um sistema de captação de águas pluviais se mostra como uma alternativa apropriada para satisfazer as demandas menos restritivas (não potável), deixando a água de melhor qualidade (potável) para uso mais nobres. O presente trabalho teve como principal objetivo verificar a viabilidade econômica da implantação de um sistema complementar de abastecimento de água em uma residência de médio padrão (150 m² de cobertura) localizada no município de Dourados, Mato Grosso do Sul. Este sistema ira substituir a água potável em atividades como descargas de vasos sanitários, lavação de pisos e calçadas e rega de jardins, o que representa cerca de 45% da demanda de água de uma residência. . A metodologia utilizada consistiu em levantar o consumo na residência, definindo os percentuais de água potável que poderão ser substituídos por água de chuva e por reuso de água, juntamente com o levantamento dos índices pluviométricos da cidade em estudo, assim chegando ao potencial de captação da residência. A análise econômica foi realizada utilizando-se o Método do Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Período de Retorno do Investimento. Para o VPL, verificou-se que para uma taxa mínima de atratividade de 10% ao ano, o VPL e a TIR se demonstraram positivos, sendo respectivamente, 580,68 R\$ e 14%, obtendo como Tempo de Retorno do Investimento um prazo de cerca de 6,13 anos.

PALAVRAS-CHAVE: Água, Reuso, Viabilidade, Sustentabilidade.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Distribuição da Agua doce no Mundo	12
Figura 02 – Ciclo Hidrológico.	15
Figura 03 – Sistema de Captação de Água da chuva.....	27
Figura 04 – Calha e Condutores	29
Figura 05 – Separador de primeiras chuvas.....	29
Figura 08 – Reservatório de Plástico.....	31
Figura 09 – Reservatório de Fibra de Vidro	31
Figura 10 – Filtro de Água Pluvial	32
Figura 11 – Bomba d'água	33
Figura 12 – Localização geográfica de Dourados	38
Figura 14 – Residência Modelo (150 m ² Telhado).....	40

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - Crescimento Populacional	16
Gráfico 02 – Utilização da Água doce no Mundo	18
Gráfico 03 – Médias dos índices mensais de chuvas.....	39

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Países que estão com problemas de falta de água e os que poderão tê-lo ...	13
Quadro 02 – Padrões de qualidade de corpos d'água segundo a resolução do CONAMA N° 357/05.....	25
Quadro 03 – Padrões de qualidade segundo norma ABNT 13.969/97.....	26
Quadro 04 – Dados Pluviométricos de Dourados-MS	38
Quadro 05 – Custos de Implantação do SCAP.....	42
Quadro 06 – Demanda Mensal de água não potável	43
Quadro 07 – Simulação do Comportamento do Reservatório.....	45
Quadro 08 – Valor da Tarifa de Água e Esgoto- Dourados MS.....	45
Quadro 09 – Potencial de Economia de Água e Esgoto	46
Quadro 10 – Fluxo de Caixa SCAP.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Porcentagem de água consumida por Atividade Doméstica para um consumo diário de 200 litros por habitantes.....	19
Tabela 02 - Consumo Médio de água por atividade nas indústrias.....	20
Tabela 03 – Estimativa de áreas irrigadas e demandadas para irrigação em 2010	21
Tabela 04 – Potencial de Captação.....	42
Tabela 05 –Comparativo entre Estudos.....	49

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	Definição do problema.....	9
1.2	Objetivos	9
1.2.1	Objetivo geral.....	9
1.2.2	Objetivos específicos	9
1.3	Justificativa	10
1.4	Estrutura do trabalho	10
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1	A importância da Água e o Problema de Escassez	12
2.2	Ciclo Hidrológico.....	15
2.3	Demanda de Água para Atividades Humanas.....	16
2.3.1	Consumo Doméstico	18
2.3.2	Consumo Industrial	19
2.3.3	Consumo na Agricultura	21
2.4	O Reuso de Águas Pluviais	21
2.4.1	Vantagens do Reuso de Águas Pluviais	22
2.4.2	Riscos do Reuso de Águas Pluviais	23
2.4.3	A Legislação Brasileira de Recursos Hídricos	24
2.5	Qualidade das Águas.....	24
2.6	Sistema de Captação de Águas Pluviais	26
2.6.1	Área de Captação	28
2.6.2	Condutores.....	28
2.6.3	Dispositivos de Primeira Lavagem	29
2.6.4	Reservatórios.....	30
2.6.5	Filtros.....	32
2.6.6	Bombas	32
2.7	Viabilidade Econômica	33
2.7.1	Valor Presente Líquido -VPL.....	33
2.7.2	Retorno do Investimento	34
3.	METODOLOGIA	36
4.	LEVANTAMENTO DOS DADOS DO ESTUDO.....	36
4.1	Caracterização da Cidade do Estudo (Dourados-MS).....	37

4.1.1	Índices pluviométricos.....	38
4.2	Caracterização da residência.....	40
4.2.1	Potencial de Captação	41
4.3	Orçamento do Sistema de Captação de Águas Pluviais	42
4.4	Estimativa da Demanda de Água na Residência.....	43
5	RESULTADOS ESPERADOS.....	44
5.1	Simulação do Funcionamento do Sistema.....	44
5.2	Estimativa de Economia gerada com o Sistema.....	45
5.3	Estudo da Viabilidade Econômica	48
5.3.1	Tempo de Retorno do Investimento.....	48
5.3.2	Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR).....	49
5.4	Comparativo entre estudos	49
6	CONCLUSÃO.....	50
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

1. INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje o planeta como um todo está preocupado com um dos maiores problemas da ação humana na natureza, a falta de água própria para o consumo humano. A importância da água é explicada pelo fato de a mesma ser essencial à sobrevivência do ser humano, ao desenvolvimento econômico e à preservação do meio ambiente (FERNANDES, 2007).

A água está presente em grande quantidade no mundo, cerca de 70% da superfície da Terra é coberta por água, no entanto, apenas uma pequena porcentagem é adequada para o consumo humano. Ainda assim, com a falsa ideia de que a água é um recurso infinito, a sociedade vem há muito tempo poluindo e reduzindo drasticamente a quantidade de água doce que ainda resta no planeta (COIMBRA E ROCHA, 1999).

A distribuição hidrológica do Planeta Terra não é uniforme, de modo que podemos encontrar países com alta disponibilidade de água em algumas regiões e outros com muito pouca disponibilidade desse recurso, como no Brasil, que segundo Mancuso (2003), 80% destes recursos se concentram na região Amazônica e os outros 20% concentram-se nas regiões onde vivem 95% da população brasileira. Ainda segundo o autor, em muitas regiões do globo, a população ultrapassou o ponto em que podia ser abastecida pelos recursos hídricos disponíveis. Hoje existem 26 países que abrigam 262 milhões de pessoas que se enquadram na categoria de áreas com escassez de água.

A população mundial é intimamente dependente da água, pois em praticamente todas as ações humanas a água está envolvida, desde para usos domésticos como cozinhar, lavar roupa, descargas, banho, lavagem de automóvel; até mesmo na produção de diversos bens industriais como alimentos e têxteis (LEITE, 2013).

Conforme Villiers (2002), com o crescente aumento da população, o uso sustentável da água depende basicamente da adaptação dos seres humanos ao ciclo da água. Sendo necessário desenvolver novos conhecimentos, habilidades, procedimentos e instituições a fim de que possa administrar uso da água de forma ampla e integrada, mantendo, portanto a qualidade e a quantidade de água.

De acordo com Citadin (2010), no Brasil grande parte da água potável é utilizada para fins impróprios, gerando um grande prejuízo financeiro e ambiental. Para contornar esta situação devem ser desenvolvidas alternativas que permitam diminuir os impactos econômicos e ambientais. Uma destas alternativas é o sistema de aproveitamento de água da chuva.

Mediante esta situação de escassez de água vivida por varias regiões do Brasil e do mundo, pode-se estudar a possibilidade da implantação de um sistema de captação de água da chuva para fins não potáveis em uma residência de médio porte (150m²) na cidade de Dourados – Mato Grosso do Sul . Perante isto o estudo analisará a possibilidade de redução no consumo de água potável através do aproveitamento da água pluvial, demonstrando a viabilidade econômica e ambiental com a implantação do mesmo.

1.1 Definição do Problema

O crescente aumento populacional, a escassez de água no mundo e as contaminações das fontes tradicionais de água, são fatores que exigem melhor gestão dos recursos hídricos, assim como buscar novas maneiras sustentáveis do uso desses recursos.

O clima da região de Dourados apresenta uma baixa umidade na maior parte do ano, aumentando necessidade de água para o uso urbano (consumo humano, lavagem de pátios e calçadas, rega de plantas, etc.) uso industrial, e no uso rural (irrigação, pecuária e agroindústria).

1.2 Objetivos

1.2.1 Geral

Promover estudos para a implementação de um sistema de captação e reaproveitamento de águas pluviais destinados para fins não potáveis e avaliar a viabilidade econômica/ambiental do projeto em uma residência de médio padrão (150 m²) localizada na cidade de Dourados, estado de Mato Grosso do Sul.

1.2.2 Especifico

Neste trabalho têm-se ainda os seguintes objetivos específicos:

- Buscar os índices pluviométricos para o dimensionamento do sistema de coleta e armazenamento de água da chuva para o município de Dourados, MS;
- Levantar a demanda da água da residência e quantificar os usos não potáveis;
- Dimensionar a estrutura de captação e armazenamento da água da chuva;
- Orçar o sistema de captação e armazenamento;
- Fazer a análise econômica do sistema de captação e armazenamento de água da chuva;
- Contribuir com a conscientização da população da necessidade do reuso, e seus benefícios para o meio ambiente;

1.3 Justificativa

Atualmente a escassez de água própria para o consumo humano vem tomando proporções alarmantes, sendo notícias constantes ao redor do mundo. Alguns fatores como o aumento contínuo da população mundial e o crescimento das cidades e dos centros industriais aumentam a demanda por água de qualidade.

Com o estudo a ser realizado para uma casa de médio padrão (150m²), pode-se obter uma redução no consumo de água potável fornecida pela concessionária distribuidora (SANESUL), através da utilização da água pluvial para fins não potáveis como a limpeza de pisos e calçadas, descargas de sanitários e a irrigação áreas ajardinadas.

1.4 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho está estruturado em 6 capítulos. No capítulo 1 tem-se a introdução e os objetivos gerais e específicos.

No capítulo 2 é apresentada uma revisão bibliográfica referente ao estudo de consumo diário de água, ao aproveitamento da água de chuva, ao reuso de água e aos aspectos de análise econômica.

No capítulo 3 mostra-se a metodologia utilizada para a estimativa do consumo na residência em estudo, dos usos finais em cada atividade, do dimensionamento do sistema de aproveitamento da água da chuva e reuso, e da análise de viabilidade econômica para implantação do sistema de aproveitamento da água de chuva.

No capítulo 4 é feito o levantamento dos dados necessários para a realização do estudo de viabilidade econômica, calculando o potencial de captação da residência em estudo,

realizando o orçamento dos custos de implantação do sistema, juntamente com o levantamento dos índices pluviométricos da região, em seguida calculando a demanda de água para fins não potáveis.

No capítulo 5 , é realizado uma simulação do comportamento do sistema, observando o saldo do reservatório no fim de cada mês. Mostrando também a estimativa de economia gerada com o sistema, assim podendo realizar o estudo da viabilidade econômica do sistema, por fim é mostrado um comparativo em relação a outros estudos sobre o mesmo tema.

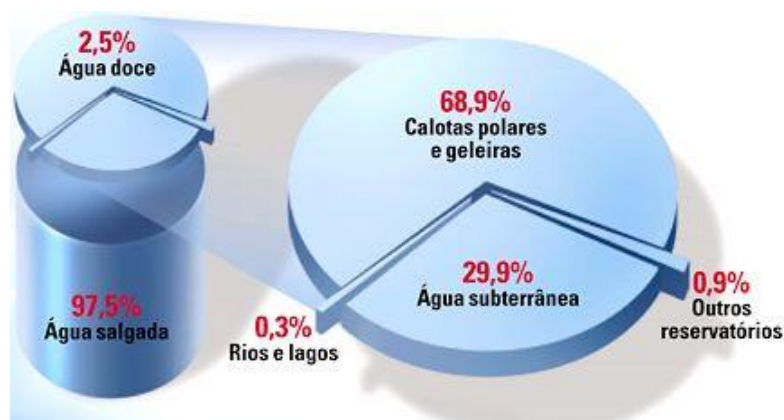
No capítulo 6 são apresentadas as conclusões do presente trabalho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A importância da água e o problema de sua escassez

A água é um bem finito e completamente essencial para a existência de homens e animais no planeta. De acordo com Coimbra & Rocha (1999), a denominação planeta água é pertinente, visto que, 70% da superfície do planeta é composta desse elemento, dentre os quais 97,5% é salgada, ou seja, portanto, não sendo adequada ao consumo humano. Dos 2,5% restantes, 68,9% concentram-se em geleiras, 29,9% em águas subterrâneas, 0,3% nos rios e lagos e 0,9% em outros reservatórios, como mostrado na figura 1.

Figura 1: Distribuição da Água doce no Mundo,



Fonte: Coimbra e Rocha (1999)

Conforme Tundisi (2009) a história da água na Terra está diretamente ligada ao crescimento populacional, ao grau de urbanização e aos múltiplos usos que afetam a qualidade e a quantidade de água. Entretanto amplia-se a percepção de que a água é um recurso finito, e de que há limites em seu uso, tendo ideia de que os custos com seu tratamento estão cada vez mais elevados.

Se tratando da importância da água no planeta devemos lembrar que grande parte das indústrias também necessitam da água em seus processos produtivos, sejam eles para produzirem automóveis ou alimentos. Vale frisar que a água salgada também é inapropriada para utilização na indústria, fazendo assim que a oferta de água doce no mundo seja cada vez mais dividida com os avanços tecnológicos e o crescimento da população humana.

A poluição dos mananciais e o crescente desperdício são algumas das principais razões da escassez mundial de água. O aumento da demanda causado pelo crescimento da população, a expansão industrial e as mudanças e fenômenos climáticos, que alteram o regime de distribuição das chuvas, também contribuem para o agravamento do problema da escassez.

Existem projeções que podem antecipar a escassez progressiva de água em diversos países do mundo, com base na disponibilidade de menos de 1.000m³ de água renovável por pessoa por ano, no intervalo 1955-2025 (MANCUSO e SANTOS, 2004). A falta de água em alguns países já é realidade e pode ser observada na Quadro 1.

Quadro 1: Países que estão com problemas de falta de água e os que poderão tê-lo

Países que estão com problemas de falta de água e os que poderão tê-lo.	
Período	Países
1955	Malta, Djibuti, Barbados, Cingapura, Kuwait e Jordânia.
1990	Qatar, Arábia Saudita, Emirados Árabes, Iêmen, Israel, Tunísia, Cabo Verde, Quênia,
	Burundi, Argélia, Ruanda e Somália.
2025	Líbia, Omã, Marrocos, Egito, Camarões, África do Sul, Síria, Irã, Etiópia e Haiti.

Fonte: Mancuso e Santos, 2004.

De acordo com Gomes *et al.* (2010), o Brasil embora possa ser considerado privilegiado em termos de recursos hídricos, já enfrenta problemas relacionados à escassez de água, devido a dois fatores principais: a distribuição espacial não uniforme e a degradação ambiental dos recursos hídricos.

Segundo Tomaz (2003), o Brasil tem 12% da disponibilidade hídrica da superfície em relação ao mundo. Entretanto o problema da falta de água não está ainda resolvido no país devido à distribuição natural da mesma não se apresentar geograficamente proporcional à densidade populacional. A região norte possui 68,5% da água de todo o Brasil, embora a população seja relativamente pequena: 7,40% da população do país.

No Brasil a região sudeste onde está localizada a maior parte da população já enfrenta problemas referentes a escassez de água, Gonzatto (2014) conta que na cidade de São Paulo os 11 milhões de habitantes, nos últimos meses observam assustados suas torneiras secarem, devido a aridez de seus mananciais, como resultado, atos rotineiros como beber água, tomar banho ou lavar louça se tornaram desafios causados pelo período de estiagem e da falta de planejamento das autoridades. Gonzatto (2014) ainda diz que os moradores recorrem a galões de água mineral para o consumo, deixam de lavar o carro e adiam a limpeza das roupas, condomínios limitam o acesso a piscinas e recorrem a caminhões-pipa, e muita gente vem substituindo o banho em casa pela ducha em academias de ginásticas e clube, enfatizando que no estado de São Paulo a água virou artigo de luxo.

Outras regiões como nordeste, citada por Francisco (2011), apresenta 1% dos mananciais de água doce da nação, e vem sofrendo com a falta de água. No sertão nordestino há épocas em que a estiagem se prolonga por meses, trazendo enormes dificuldades para a população desta região, como a necessidade de percorrer grandes distâncias para coletar pequenas quantidades de água com baixa qualidade.

Fatores como estes, são causa de inúmeras doenças presentes na rotina do povo do sertão nordestino. Esses problemas demandam alternativas urgentes, atualmente o governo Federal implantou um programa que visa combater a escassez deste recurso na região com a construção de 1 (um) milhão de cisternas para o armazenamento de água nos meses de estiagem, esse já é o primeiro passo para a busca de opções para aumentar a disponibilidade de água nesta região.

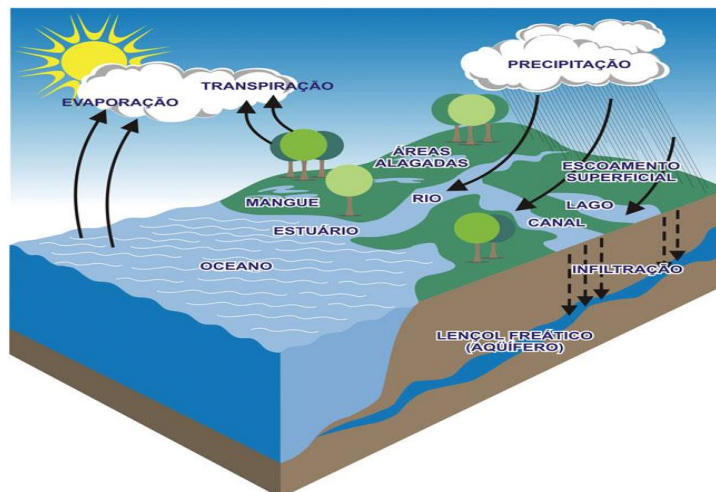
Em função da gradativa pressão sobre os recursos hídricos em áreas urbanas, Machado (2013) afirma que a adoção de práticas que possam reduzir a demanda hídrica sobre os mananciais se mostra cada vez mais necessária. Atualmente uma das maneiras possíveis de implementar esta ação é a adoção de práticas que promovam o aproveitamento de águas pluviais através de sistemas de captação em pequena escala, de forma que as águas pluviais atendam, mesmo que parcialmente, a demanda de água específica dos lotes urbanos.

2.2 Ciclo Hidrológico

Segundo Villiers (2002), o ciclo hidrológico é um sistema físico quase estável e auto-regulável da qualidade da água, no qual a água é constantemente transportada de um

reservatório para outro, reservatórios esses compostos pelos oceanos, rios, lagos, lençóis freáticos, dentre outros. A Figura 2 apresenta o ciclo hidrológico da água.

Fig.2: Ciclo Hidrológico



Fonte: Coelho, 2008.

De acordo com Coelho (2008), este ciclo pode ser descrito como a variação constante dos estados físicos da água, permitindo que a mesma se movimente entre o globo terrestre e a atmosfera, e vice-versa, garantindo assim sua renovação contínua. A princípio, o calor proveniente do Sol aquece a água dos oceanos, rios e lagos, fazendo com que esta se transforme em vapor, sendo assim transportadas por massas de ar formando as nuvens, momento em que ocorrerá a gradativa condensação prosseguida de precipitação em forma, principalmente, de chuva, granizo ou neve. Uma parte dessa água infiltra no solo, enquanto que o restante escoo de volta para oceanos, rios e lagos, reiniciando o ciclo.

Segundo Telles e Costa (2010), é através da transformação de seus estados físicos que água se recicla sob forma líquida e sólida na natureza. Pelas condições climáticas, geográficas e meteorológicas ela pode se apresentar em vapor, neblina, chuva ou neve, dessa forma atingindo as superfícies dos oceanos, mares, continentes ou ilhas, justificando, dessa maneira, como um recurso renovável e móvel, de caráter aleatório, de forma a manter o seu volume constante no planeta.

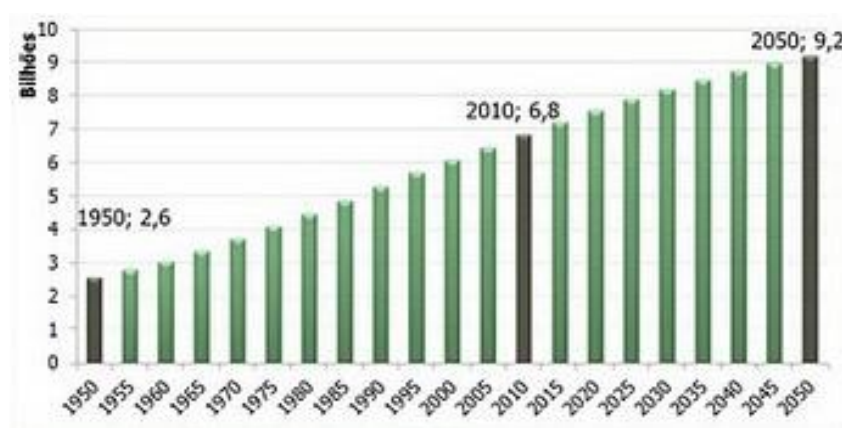
O ciclo Hidrológico conforme Tundisi (2009), é impulsionado pela energia da radiação solar, pela ação dos ventos, pela interação dos oceanos com a atmosfera e pela evaporação das massas de águas continentais e oceânicas. Ainda cita, que as reservas de águas superficiais estão desigualmente distribuídas pela Terra, e as águas subterrâneas são um importante potencial de suprimento explorado em determinadas regiões.

2.3 Demanda de Água para Atividades Humanas

O crescimento populacional acelerado em diversos países e a escassez de recursos hídricos tem se tornado uma grande preocupação em todo mundo. De acordo com a Organização das Nações Unidas (2013), a população mundial cresce 77 milhões de pessoas por ano, o que significa, que mantendo esta taxa de crescimento, em 2050 a população mundial alcance cerca de 9 bilhões de pessoas.

Segundo dados do U.S. Census Bureau (2010), a população mundial atual está estimada em 6,8 bilhões. A mesma fonte projeta uma população de 9 bilhões no ano de 2050, ante 3 bilhões em 1960. Sob essa perspectiva, a demanda mundial por produtos e alimentos deve aumentar significativamente, fazendo com que a água passe a ter um papel cada vez mais importante para a população mundial.

Gráfico 1: Crescimento Populacional



Fonte: U.S. Census Bureau (2010)

Conforme Mierzwa e Hespanhol (2005), na atualidade podemos identificar os seguintes usos para a água:

- Consumo Humano;
- Uso Industrial;
- Irrigação
- Geração de Energia;
- Transporte
- Aquicultura;

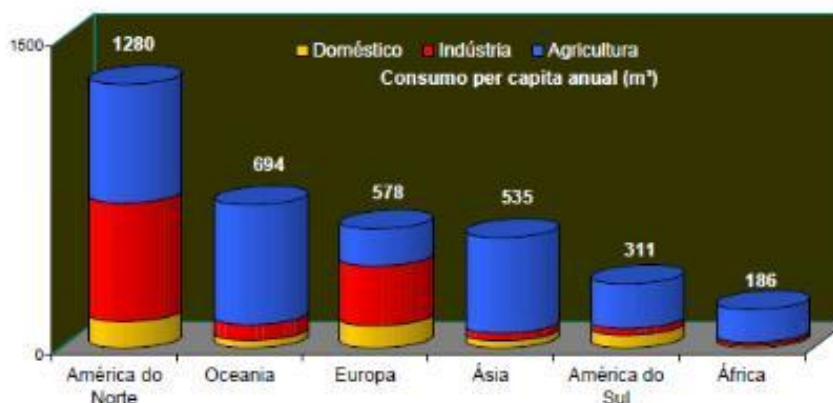
- Preservação da Fauna e Flora;
- Assimilação e Transporte de Efluentes.

De acordo com cada tipo de uso, a água deve apresentar características físicas, químicas e biológicas que possam garantir a segurança dos usuários, a qualidade final e integridade dos componentes com quais entrará em contato. Geralmente a água é utilizada simultaneamente para atender as necessidades de duas ou mais categorias mencionadas acima. Esse uso múltiplo da água pode, muitas vezes, gera conflitos entre diversos segmentos da sociedade (MIERZWA e HESPANHOL, 2005).

Conforme Tundisi (2009) os usos múltiplos da água compreendem, além da irrigação e da utilização doméstica, a navegação, a recreação e o turismo. Dizendo ainda que o uso como recreação e turismo é muito importante em regiões do interior dos continentes, onde o acesso à recreação em água doce é mais fácil e barato, desta forma, colocando uma pressão considerável sobre as represas, lagos e rios.

Segundo Rebouças (2001), a demanda total de água no mundo é de apenas cerca de 1% da vazão média dos rios, onde 70% são utilizados pelas atividades agrícolas, 20% pelas indústrias e 10% referentes à demanda do consumo doméstico. O Gráfico 2 ilustra a utilização dos recursos hídricos pelos principais setores econômicos.

Gráfico 2: Utilização da Água doce no Mundo



Fonte: Rebouças (2001)

Os dados do Gráfico 2, mostram com clareza que a demanda de água é influenciada pelo desenvolvimento de cada região. É importante observar que cada atividade gera efluentes líquidos que atingem as fontes de água direta ou indiretamente, podendo assim comprometer

sua qualidade, restringindo dessa maneira seu uso como fonte de abastecimento (REBOUÇAS,2001).

2.3.1 Consumo Doméstico

Segundo Falkenberg (2005), o consumo doméstico da água, compreende as parcelas destinadas a fins higiênicos, potáveis, alimentares e a lavagem em geral. Onde esta classe pode ser dividida como de uso externo e interno, dado que a água para uso externo destina-se à lavagem de calçadas, rega de jardins, lavagem de carros, etc., já à água para o uso interno destina-se ao consumo doméstico em geral. O autor afirma ainda que o consumo de uso doméstico varia com o nível socioeconômico da população, sendo quanto maior for esse nível, maior será o consumo.

A água é essencial em todas as atividades metabólicas do ser humano, no preparo de alimentos, na higiene pessoal e na limpeza de roupas e utensílios domésticos, por exemplo. Conforme Mierzwa e Hespanhol (2005), em média, cada indivíduo necessita de 2,5/l de água por dia para satisfazer as suas necessidades vitais.

Conforme (2004 apud VIDAL, 2002), na prática o consumo per capita, varia de região para região. Em países europeus o consumo por pessoa por dia está situado entre 150 e 250 litros, enquanto que nos Estados Unidos este consumo é superior a 300 litros por pessoa por dia.

De acordo com Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS, 2009), no Brasil o consumo per capita de água em residências é em média de 150 litros diários (SNIS, 2009), que são distribuídos em: 33% em descargas de vasos sanitários, 27% consumo (cozinhar, beber), 25% higiene (escovar os dentes, banho), 12% lavagem de roupa e 3% outros usos (lavagem de carro, etc). Segundo Nogueira (2003), isso apenas demonstra que uma fonte de água complementar ao abastecimento da concessionaria fornecedora de água local, pode-se obter uma economia de mais de 1\3 de toda água.

Segundo Oliveira (2004) no Brasil, em residências de cidades de porte médio o consumo chega a 200 litros por habitante por dia, podendo elevar-se até 400 litros em bairros de nível econômico mais elevado e reduzir-se para valores de 120 litros por habitante por dia em cidades de menor porte. Podendo observar assim que o consumo dos banheiros representa 70 a 82% do consumo total de uma residência de porte médio. Na Tabela 1 são apresentadas

informações sobre o percentual de água consumida em cada atividade doméstica, para um consumo estimado de 200 litros por habitante por dia em cidade de porte médio.

Tabela 1: Porcentagem de água consumida por Atividade Doméstica para um consumo diário de 200 litros por habitantes

Porcentagem de água consumida por Atividade Domestica para um consumo diário de 200 litros por habitante.	
<i>Aparelhos</i>	<i>Consumo (%)</i>
Descarga do vaso sanitário	41
Chuveiro	37
Pia (cozinha)	6
Bebida	5
Lavação de roupas	4
Limpeza da casa	3
Irrigação de jardins	3
Lavação de carros	1

Fonte: Oliveira, 2004.

2.3.2 Consumo Industrial

Telles e Costa (2010) dizem que do consumo total da água doce no planeta, uma grande parcela é destinada para fins industriais, que em razão de suas diferentes atividades e tecnologias possuem uma diversa gama de usos, tais como matéria-prima, reagente, solvente, lavagem de gases e sólidos, veículos, transmissão de calor, agente de resfriamento, fonte de energia, entre outros. Em questão da água utilizada para cada setor industrial, a qualidade da mesma pode variar conforme estudos de causas e efeitos das impurezas nela contidas e o custo benefício de cada tipo de aplicação.

Uma indústria geralmente se abastece de água potável (usada em refeitórios, banheiros e como matéria-prima) e de outras qualidades para os processos industriais, o que determina a quantidade e qualidade de água que será utilizado em cada setor.

Tomaz (2000) exemplifica a partir da Tabela 2 o consumo percentual de alguns setores industriais na demanda por aplicação, mostrando o volume de água utilizada.

Tabela 2: Consumo Médio de água por atividade nas indústrias.

Consumo médio em Industrias		
Indústrias	Unidade de Produção	Consumos/unidade de produção L/unid.
Açúcar , Usinas	Kg	100
Aciarias	Kg	250 a 450
Álcool , destilarias	Litro	20 a 30
Cerveja	Litro	15 a 25
Conservas	Kg	10 a 50
Curtumes	Kg	50 a 60
Laticínios	Kg	15 a 20
Papel Fino	Kg	1500 a 3000
Papel de imprensa	Kg	400 a 600
Polpa de Papel	Kg	300 a 800
Têxteis, alvejamento	Kg	275 a 365
Têxteis , tinturaria	Kg	35 a 70

Fonte: Tomaz, 2000.

Deve-se lembrar ainda que os dados da Tabela 3 podem se alterar em relação às inovações tecnológicas ao passar do tempo, que podem diminuir ou até aumentar o consumo de água.

2.3.3 Consumo na Agricultura

Como já mostrado acima, sem dúvida, a maior demanda de água entre todos os setores de consumo está direcionada para a agricultura. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) o Brasil possui uma área cultivada de cerca de 69 milhões de hectares. De acordo com Telles e Costa (2010), em áreas onde o solo é seco, ou em lugares que passam por um chamado “estresse” hídrico, o emprego da irrigação se torna essencial para que se consiga uma boa produtividade agrícola, o que mostra à imensa demanda por água nesse setor.

A agricultura no Brasil é, historicamente é uma das principais bases da economia do país, desde os tempos da colonização até o século XXI, passando das antigas monoculturas para a diversificação da produção. A agricultura faz parte do setor primário, onde a terra é cultivada e colhida para exportação, comercio ou subsistência.

Apesar disto, a agricultura no Brasil apresenta desafios e problemas, envolvendo questões políticas, sociais, ambientais, tecnológicas e econômicas, desde a reforma agrária, queimadas, êxodo rural, financiamento da produção, até a logística de escoamento.

Tabela 3: Estimativa de áreas irrigadas e demandadas para irrigação em 2010

Estimativa de áreas irrigadas e demandadas para irrigação em 2010			
Região	Área Irrigada (1.000 há)	Vazão Demandada (m³/s)	% demanda Total
Sul	1150	259,9	28
Sudeste	900	267,3	28,8
Nordeste	450	212,4	22,88
Centro-Oeste	400	152	16,37
Norte	100	36,7	3,95
Total	3000	928,3	

Fonte: Telles e Costa, 2010

De acordo Mierzwa e Hespanhol (2005), o objetivo da irrigação é melhorar a produtividade das áreas cultiváveis, gerando colheitas mesmo em tempo de estiagem. Além disso os autores citam que a técnica de irrigação possibilitou a produção de alimentos em quantidades superiores, permitindo assim até a exportação de produtos.

2.4 O Reuso de Água Pluvial

Conforme o Instituto Chico Mendes (2014), a sustentabilidade pode ser definida como a capacidade do ser humano interagir com o mundo, preservando o meio ambiente para não comprometer os recursos naturais das gerações futuras. Hoje em dia esse tema vem se tornado de grande importância e bastante discutido devido à escassez de recursos hídricos, advindo da demanda excessiva e da poluição, tornando se um dos principais problemas dos grandes centros urbanos e industriais de vários países. Mostrando assim, como a visão da sustentabilidade deve se instalar nos pensamentos da população em geral.

Conforme Anecchini (2005), o uso de fontes alternativas de suprimento é mencionado como uma das soluções para o problema de escassez da água. Dentre estas fontes destaca-se o aproveitamento da água da chuva, o reuso de águas servidas e a dessalinização da

água do mar. O aproveitamento da água da chuva pode ser caracterizado por ser uma das soluções mais simples e baratas para preservar a água potável.

De acordo com Almeida (2012), esta alternativa sustentável pode ser implantada em residências particulares, edifícios, instalações comerciais, condomínios, indústrias, chácaras, sítios, fazendas, casas de praia e edificações em geral.

Segundo Telles e Costa (2010), pode-se entender o reuso como o aproveitamento do efluente após um tratamento, com ou sem investimentos adicionais, devendo sempre observar uma série de providências e cuidados.

2.4.1 Vantagens do Reuso de Águas Pluviais

A captação de água da chuva é uma prática muito utilizada em países como a Austrália e a Alemanha, onde novos sistemas vêm sendo desenvolvidos, permitindo a captação de água de boa qualidade de maneira simples e bastante efetiva em termos de custo benefício. Segundo Pereira (2009 apud AQUASTOCK, 2005), a utilização de água de chuva traz várias vantagens:

- Redução do consumo de água da rede pública;
- Redução do custo de fornecimento da água;
- Evita a utilização de água potável onde esta não é necessária (descarga de vasos sanitários, irrigação de jardins, lavagem de pisos, etc.);
- Os investimentos de tempo, atenção e dinheiro são mínimos para adotar a captação de água pluvial na grande maioria dos telhados, e o retorno do investimento é sempre positivo;
- Faz sentido ecológica e financeiramente não desperdiçar um recurso natural escasso em alguns lugares, e disponível em abundância no nosso telhado;
- Ajuda a conter as enchentes, represando parte da água que teria de ser drenada para galerias e rios.
- Encoraja a conservação de água, a autossuficiência e uma postura ativa perante os problemas ambientais da cidade.

2.4.2 Riscos do Reuso de Águas Pluviais

Segundo Nardocci (2007), o gerenciamento dos riscos é o conjunto de procedimentos, normas e regras, tendo como objetivo controlar e minimizar riscos, sendo abrangente de todas as atividades técnicas, legais, decisórias, de escolhas sociais, políticas e culturais que se encontrem associadas, diretamente ou indiretamente, com as questões de risco em nossa sociedade.

O contato humano com água de reuso pode ocorrer de diversas maneiras (BLUM et al, 2007):

- Contato por ingestão direta de água;
- Contato por ingestão de alimentos crus e verduras irrigadas e consumidas cruas;
- Contato por ingestão de alimentos processados (caso dos vegetais enlatados que foram irrigados com água de reuso);
- Contato pela pele por banhos em lagos contendo água de reuso;
- Contato por inalação de aerossóis formados, por exemplo, em sistemas de irrigação por aspersão ou em aeração superficial de lagoas;
- Contato por meio da visão e do olfato, como no caso das descargas sanitárias.

Segundo Blum et. al (2007) há 05 critérios gerais de qualidade no planejamento de sistemas de reuso:

- O reuso não deve resultar em riscos sanitários à população;
- O reuso não deve causar nenhum tipo de objeção por parte dos usuários;
- O reuso não deve acarretar prejuízos ao meio ambiente;
- A fonte de água que será submetida a tratamento para posterior reuso deve ser quantitativa e qualitativamente segura;
- A qualidade da água deve atender às exigências relativas aos usos a que ela se destina.

2.4.3 A Legislação Brasileira sobre Recursos Hídricos

Existem dentro da legislação brasileira algumas leis para limitar e detalhar como devem ser feitas as captações das águas pluviais, tais como:

- Código de águas – Decreto 24.643/1934 - artigo 103. “As águas pluviais pertencem ao dono do prédio onde caírem diretamente, podendo o mesmo dispor delas à vontade, salvo existindo direito em contrário”. (Lei 9433/97 não modificou as regras acima);
- A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) elaborou alguns parágrafos a respeito do aproveitamento da água de chuva, a forma como deve ser realizado todo o processo de captação;
- ABNT NBR 15527:2007 - Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis;
- Resolução Conama nº 357, 17 de março de 2005, onde 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.

2.5 Qualidade das Águas

É importante que a água da chuva coletada atenda a padrões de qualidade para que não ocasionem doenças ou contaminações no seu uso ou manuseio, pois mesmo sendo considerada limpa, água da chuva carrega impurezas contidas no ar e também presentes na área de captação. Mesmo que seu uso seja destinado para fins não potáveis a água coletada deve apresentar boa qualidade, pois pode haver contato das pessoas com essa água na sua utilização.

A partir da resolução do CONAMA Nº357/05 e a norma ABNT NBR 13.969/97, será apresentado padrões de qualidade para águas coletadas e reservadas, e também a descrição das classes que descreve os respectivos usos.

Pode-se observar o detalhamento dos padrões qualidade segundo a resolução do CONAMA Nº 357/05 para cada tipo de classe no quadro 2.

Quadro 2: Padrões de qualidade de corpos d'água segundo a resolução do CONAMA N° 357/05.

Parâmetros	Unidade	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
DBO	mg/L	≤ 3,0	< 5,0	≤ 10	-
OD	mg/L	≤ 6,0	≥ 5,0	> 4,0	≥ 2,0
Turbidez	UNT	40	100	100	-
Cor verdadeira	µH	-	75	75	-
pH		6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
SDT	mg/L	500	500	500	-
Fósforo total	mg/L	0,025	0,05	0,075	-
Nitrato	mg/L	10	10	10	-
Nitrito	mg/L	1,0	1,0	1,0	-
Nitrogênio	mg/L	3,7	3,7	13,3	-
Amoniacal					-
Sulfato	mg/L	250	250	250	-
Cloretos	mg/L	250	250	250	-
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	200	1000	4000	-

Legenda: DBO – Demanda Biológica de Oxigênio; OD - Oxigênio Dissolvido; µH - Unidades Hazen de Cor; pH - Potencial Hidrogeniônico; UNT - Unidades Nefelométricas de Turbidez; SDT - Sólidos Dissolvidos Totais; mg/L – Miligrama por Litro; NMP/100 ml – número mais provável por 100 mililitros.

Fonte: ZERBINATI (2011).

A resolução do CONAMA classifica os corpos d'água em classes e com relação ao seu uso da seguinte maneira:

- Classe 1 – Abastecimento para consumo humano, proteção das comunidades aquáticas, recreação de contato primário, irrigação de hortaliças.

- Classe 2 – Abastecimento para consumo humano, proteção das comunidades aquáticas, recreação de contato primário, irrigação de hortaliças, aquicultura e atividades de pesca;

- Classe 3 – Abastecimento para consumo humano, irrigação de culturas arbóreas, pesca, recreação de contato secundário, dessedentação de animais;

- Classe 4 – Navegação e harmonia paisagística.

O resumo dos padrões de qualidade indicados pela norma NBR 13.969/97 está descrito no quadro 3.

Quadro3: Padrões de qualidade segundo norma ABNT 13.969/97

Parâmetros	Unidade	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
pH	-	6,0 a 8,0	-	-	-
Turbidez	UNT	< 5,0	< 5,0	< 10,0	-
Coliforme fecal	NMP/100 ml	< 200	< 500	< 500	< 5000
SDT	mg/L	< 200	-	-	-
Cloro Residual	mg/L	0,5 a 1,5	> 0,5	-	-
OD	mg/L	-	-	-	> 2,0

Legenda: OD – Oxigênio Dissolvido; pH - Potencial Hidrogeniônico; UNT - Unidades Nefelométricas de Turbidez; SDT - Sólidos Dissolvidos Totais; mg/L – Miligrama por Litro; NMP/100 ml – número mais provável por 100 mililitros.

Fonte: ZERBINATI (2011).

A NBR classifica a água destinada para fins não potáveis em classes e em relação ao seu uso da seguinte forma:

- Classe 1 – Lavagem de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador, incluindo chafarizes;

- Classe 2 – Lavagens de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes;

- Classe 3 – Reuso nas descargas dos vasos sanitários;

- Classe 4 – Reuso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual.

2.6 Sistema de Captação de Águas Pluviais

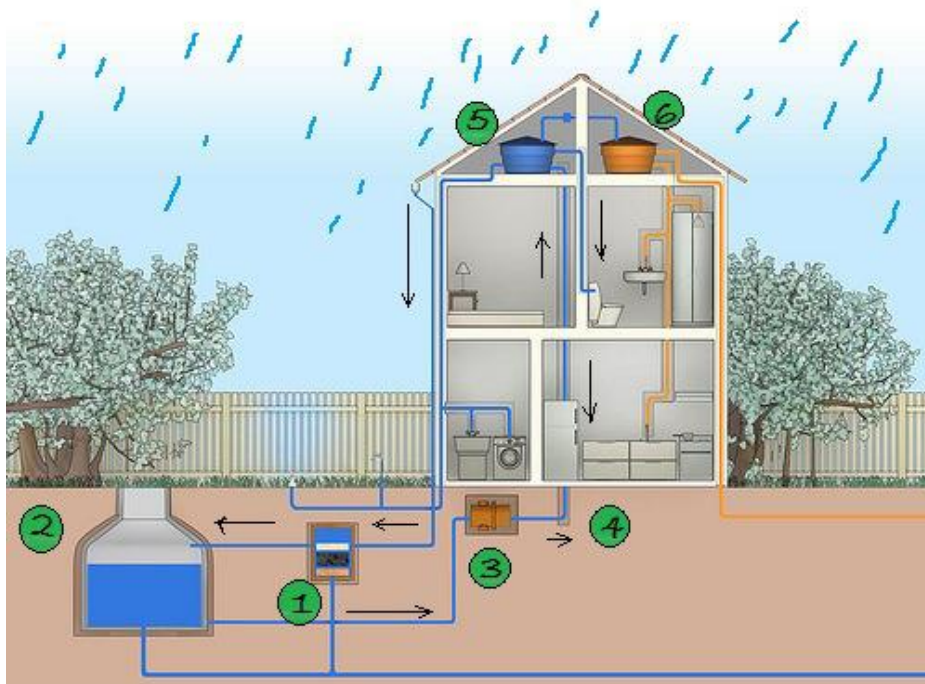
Segundo Gonçalves (2006) um sistema de aproveitamento de águas pluviais é um sistema descentralizado e alternativo para suprimento de água, possuindo características próprias e individualizadas, além de promover a conservação dos recursos hídricos.

Basicamente, o funcionamento de um sistema de aproveitamento de águas pluviais consiste em captar a água da chuva que esco das superfícies impermeáveis, geralmente telhados ou lajes de edificações, onde, em seguida é conduzida até o local de armazenamento através de calhas e condutores verticais e horizontais. Dependendo a finalidade do uso, essa água passa por um processo de filtragem antes de atingir a cisterna de armazenamento. Em

seguida essa água é bombeada para o reservatório interno da casa, onde é utilizada nos vasos sanitários como descarga (SANTANA, 2012).

Desta forma, pode-se dizer que um sistema de captação de águas pluviais é formado por seis elementos básicos: Área de captação, condutores, dispositivos de primeira lavagem, reservatórios de armazenamento, filtros e bombas. O esquema pode ser demonstrado na Fig.3.

Figura 3 : Sistema de Captação de Água da chuva



Fonte: Revista Minha Casa, 2011.

Sendo:

- 1- Filtro Bruto (retém as partículas maiores);
- 2- Reservatório;
- 3- Bomba;
- 4- Filtro Fino (retém as partículas menores);
- 5- Reservatório específico de Águas Pluviais;
- 6- Caixa d'água comum (abastecida pela fornecedora de água);

2.6.1 Área de Captação

É a área utilizada para a coleta da água da chuva. Geralmente esta captação é feita através das coberturas (telhados e lajes).

A área de captação de água tem papel primordial em um sistema de coleta de águas pluviais, uma vez que a quantidade de água a ser coletada segundo a norma ABNT - NBR 15527:2007, depende da multiplicação da área de coleta em m² pela quantidade mensal de chuvas em milímetros e pelo coeficiente de Runoff (C).

Segundo Tomaz (2002) o coeficiente de Runoff, é a estimativa de perdas no aproveitamento de chuvas, onde essas perdas ocorrem por evaporação, vazamentos, lavagem do telhado, entre outros. O coeficiente depende do material a ser usado, para telhas cerâmicas adotam-se valores entre 0,8 e 0,9. Para telhas de material metálico é usado valores entre 0,7 e 0,9. Sendo esses valores a eficiência da captação de água pluvial.

Campos (2004) relata que um ponto crítico para o dimensionamento correto do sistema é a área de captação. Uma vez que será a partir dela que será determinada a quantidade de água a ser captada e aproveitada. Além disso, essa área é crítica no que diz respeito à qualidade, devido a sua exposição a poluentes, inclusive dependendo do próprio material que a área de captação possui.

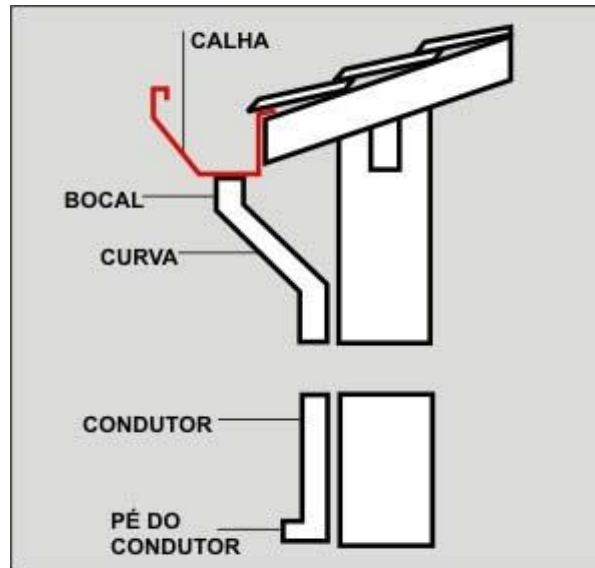
2.6.2 Condutores

As calhas, condutores verticais (tubos de queda) e horizontais são os dispositivos que realizam o transporte da água da chuva captada pelo telhado até o reservatório de armazenamento.

Segundo Gnadlinger (2000) as calhas podem ser de vários tipos de material, desde os mais específicos até materiais alternativos normalmente utilizados no semiárido como tubos de PVC cortados ao meio ou folhas de zinco dobradas em forma de “U”.

Para garantir a eficiência do sistema, deve-se fazer a manutenção periódica dos condutores, para que não ocorra entupimentos e não prejudique a qualidade da água. É recomendado a utilização de grades para retirada de folhas e gravetos, que podem se acumular ao longo do seu comprimento ou na saída da calha (MAY,2004).

Figura 4: Calha e Condutores

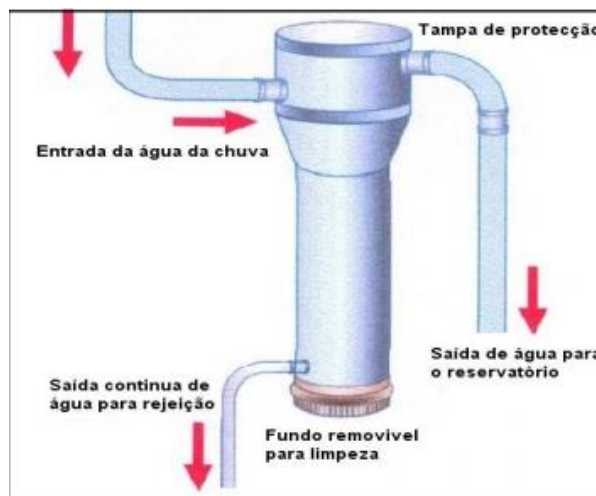


Fonte: Metal Calhas, 2014

2.6.3 Dispositivo de Primeira Lavagem do Telhado

Após um período de estiagem, a primeira água da chuva que cai no telhado deve ser desviada. Esta tem como objetivo a limpeza da superfície, removendo todo o tipo de substâncias e detritos que podem contaminar a água recolhida.

Figura 5: Separador de primeiras chuvas



Fonte: May, 2004.

De acordo com Andrade Neto (2004), antes do armazenamento de água pluvial, a forma mais segura e eficiente de proteção sanitária é a utilização de um dispositivo automático de desvio e descarte das primeiras águas de cada chuva, as quais lavam a superfície de captação. Segundo a ABNT NBR 15527/2007, quando não se possui dados, recomenda-se o descarte de 2 mm da precipitação inicial. Um tubo é dimensionado para o volume das primeiras águas residuais, contendo uma bola em seu interior. À medida que ele enche a bola sobe e quando cheio tampa a passagem permitindo o fluxo da água menos suja em direção ao reservatório.

2.6.4 Reservatórios

Em um sistema de captação de água pluvial o reservatório tem a função de armazenar a água coletada. O tamanho do reservatório dependerá de fatores como o consumo, o tempo em que há poucas chuvas, capacidade de coleta do telhado, sistemas de calhas e o índice pluviométrico da região (CAHIM e GARCIA, 2012).

Segundo Anecchini (2005), existem alguns cuidados que devem ser tomados quando se fala em reservatórios:

- A cobertura do reservatório deve ser impermeável;
- Deve-se evitar a entrada de luz no reservatório, para evitar a proliferação de algas;
- A entrada da água no reservatório e o extravasor devem ser protegidos por telas, para evitar a entrada de insetos e pequenos animais no tanque;
- O reservatório deve ser dotado de uma abertura, também chamada de visita, para inspeção e limpeza;

Os reservatórios podem ser posicionados na parte externa do terreno, enterrados, semi-enterrados, elevados ou mesmo dentro do imóvel. Há uma variedade de materiais que os reservatórios podem ser fabricados. Os mais comuns são o polietileno, o plástico reforçado com fibra de vidro, de aço, de alvenaria simples e alvenaria reforçada.

Gonçalves (2006) conta que para o dimensionamento adequado do reservatório devem ser considerados a área de captação, a demanda de água, o índice pluviométrico da região e o coeficiente de escoamento, que varia com a inclinação do telhado e com o material da superfície de captação.

Atualmente há no mercado alguns tipos de reservatórios que estão sendo cada vez mais usados, os feitos de materiais como PVC e plásticos. Esses modelos apresentam vantagens como a fácil instalação, o aparecimento de rachaduras é muito improvável não há risco de deposição do material construtivo.

Fig.6: Res. Plástico



Fonte:Gnadlinger,2000

Fig.7: Res. De Fibra de Vidro



Fonte:JRComercio,2014

Andrade Neto (2003) recomenda algumas medidas simples que devem ser tomadas para garantir a qualidade sanitária da água:

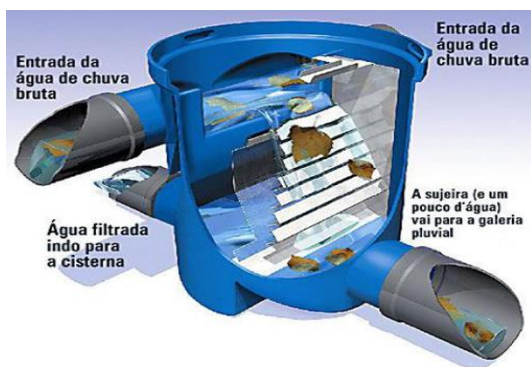
- Não se deve ter contato direto com a água na cisterna.
- A água deve ser retirada preferencialmente por meio de tubulação.
- As cisternas enterradas devem ser impermeabilizadas para evitar infiltrações de águas contaminadas, sempre que houver esse risco.
- A cisterna deve ser provida de extravasor e ventilação para garantir a reoxigenação da água, mas sem propiciar a entrada de insetos ou de luz abundante.
- Deve haver uma tela (malha) de náilon ou arame em todas as saídas, para evitar a entrada de insetos e pequenos animais,
- Na calha e na tubulação de entrada da água na cisterna não deve haver tela ou outra coisa que possa reter a sujeira na linha de fluxo.
- Não se deve colocar tela antes da derivação para o dispositivo de desvio das primeiras águas, porque assim as sujeiras não seriam removidas com as primeiras águas e ficariam retidas no fluxo durante o enchimento da cisterna.

- É bom enfatizar que quanto maior o risco de contaminação, maior deve ser o rigor na proteção sanitária das cisternas.

2.6.5 Filtros

A chuva depois de captada pelo telhado da residência é conduzida pelas calhas e posteriormente pelos tubos de queda, ela não vai diretamente para o reservatório sem passar pelos dispositivos de filtragem (Figura 8). Estes têm como objetivo reter os detritos ou substâncias que por ventura possam vir com a água pluvial.

Figura 8:Filtro de Água Pluvial



Fonte: Aquesol, 2014

Sickermann (2002) ressalta que este tipo de filtro funciona bem para pequenos ou grandes volumes de água pluvial, processando até 9 litros por segundo. É aconselhável que este dispositivo seja usado em sistemas com áreas de captação inferiores a 350 m². Para edificações com áreas de captação maiores será necessário um filtro com maior capacidade de processamento.

2.6.6 Bombas

Utilizam-se bombas quando é necessário elevar a água a cotas superiores à do reservatório. Isto é comum quando o reservatório externo é enterrado e é necessário

abastecimento do reservatório superior para o posterior uso como descarga em vasos sanitários por exemplo.

Para o melhor funcionamento do sistema devem ser observadas as recomendações das tubulações de sucção e recalque, velocidades mínimas de sucção e seleção do conjunto motor-bomba (figura 9).

Fig 9: Bomba d'água



Fonte: Centrão das Bombas,2014

2.7 Viabilidade Econômica

Já mostrada a importância da instalação do sistema de aproveitamento de água de chuva, faz-se necessário focar o estudo na sua viabilidade econômica, observando índices como Valor Presente Líquido (VPL), Retorno do Investimento (RI), uma vez que a relação custo/benefício é de suma importância para a consolidação da possibilidade de instalação desse sistema.

A viabilidade de um sistema de coleta de água pluvial depende basicamente de três fatores: a precipitação, a área de coleta e a demanda. Pelo fato de o reservatório desta água apresentar o maior custo, este deve ser projetado de forma bastante cuidadosa e eficaz de acordo com a necessidade e com a disponibilidade pluviométrica para que não ocorra a inviabilidade econômica do projeto. (MAY, 2004).

2.7.1 Valor Presente Líquido (VPL)

O Valor Presente Líquido (VPL) é uma fórmula matemática-financeira usada para calcular o valor presente de uma série de pagamentos futuros descontando uma taxa de custo

de capital estipulada. Segundo Gadelha (2008) ela existe, pois, naturalmente, o dinheiro que vamos receber no futuro não vale a mesma coisa que o dinheiro no tempo presente. Isso pode parecer um pouco abstrato, mas não é. Isso acontece, pela mesma maneira que existe o próprio juros, a incerteza do amanhã. O dinheiro no futuro, vale menos, justamente por não termos certeza de que vamos recebê-lo. Portanto, esse cálculo justamente faz esse ajuste, descontando as devidas taxas do fluxo de caixa futuro.

Normalmente, o cálculo do VPL é feito em análises de retorno de projetos ou valoração de empresas (valuation). O termo mais famoso para esse tipo de estudo é viabilidade econômica com as variações e econômica-financeira ou técnica-econômica (GADELHA, 2008).

A formula para o calculo do VPL segue abaixo:

$$VPL = FC_1 + \frac{FC_2}{(1+i)^{j+1}} + \frac{FC_3}{(1+i)^{j+2}} + \dots + \frac{FC_6}{(1+i)^{j+5}} \quad (1)$$

Onde:

FC = significa o fluxo de caixa de cada período,

i = a taxa de desconto escolhida (Taxa mínima de Atratividade)

$j = 1$.

Assim, o que estamos vendo é cada fluxo de caixa ser dividido pela taxa de desconto elevada ao seu respectivo período, visto que os juros, neste caso, são compostos.

Avaliação, exclusivamente econômica, do VPL é dada por:

VPL > 0, o projeto é atrativo;

VPL = 0, o projeto é indiferente; e

VPL < 0, o projeto é não atrativo.

2.7.2 Taxa Interna de Retorno (TIR)

Segundo Laponni (1996), a TIR é a taxa de juros que anula o VPL, ou seja, que torna VPL igual a 0. Como a soma de todos os capitais na data inicial do projeto de investimento

deve ser igual a zero, impõe-se essa condição na fórmula do VPL do projeto. A equação abaixo apresenta a fórmula para cálculo da TIR.

$$VPL = 0 = -I + \sum_{t=1}^n \left[\frac{R_t}{(1+TIR)^t} \right] + \frac{Q}{(1+TIR)^n} \quad (2)$$

em que:

TIR - taxa interna de retorno, decimal;

VPL - valor presente líquido, R\$;

I - investimento de capital na época zero, R\$;

R_t - retornos depois de descontados os impostos, ou imposto de renda, R\$;

T - tempo, anos;

N - prazo da análise do projeto ou vida útil, ano.

Q - valor residual do projeto no final do prazo da análise, R\$.

O critério do método da taxa interna de retorno estabelece que, enquanto o valor da TIR for maior que a taxa mínima de atratividade (TMA), o projeto deve ser aceito, isto é, sempre que: (i) TIR > TMA, o projeto deve ser aceito; (ii) TIR = TMA, é indiferente aceitar ou não, e (iii) TIR < TMA, o projeto não deve ser aceito.

2.7.3 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.

$$\text{Retorno/Investimento} = \text{Valor Investido} / \text{Economia Anual} \quad (3)$$

3. METODOLOGIA

Ao se referir à abordagem utilizada no estudo da viabilidade de um sistema de reuso da água para uma residência de 150m² de área de telhado, pode se classificar na sua maioria em abordagem quantitativa, pois considera que tudo pode ser quantificável e para isso faz uso de técnicas estatísticas. Classifica-se ainda também em pesquisa qualitativa, pois considera que exista uma relação dinâmica entre o sujeito em estudo com o mundo real. Realizar a interpretação dos fenômenos e efetuar a atribuição de significados são fundamentais neste tipo de pesquisa. O ambiente natural é considerado a fonte direta de coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave (TURRIONI; MELLO, 2012).

O método utilizado para o desenvolvimento deste estudo é a modelagem e a simulação, que são empregados quando se deseja experimentar através de um modelo um sistema real, determinando assim se as condições aplicadas respondem de maneira esperada ou se alterações devem ser efetuadas.

Inicialmente para a realização do estudo, foi efetuado o levantamento dos dados pluviométricos da região em estudo, juntamente com a área de captação da residência de médio padrão (150m²), calculando então a capacidade de captação de água do sistema. Em seguida, será feito o orçamento dos materiais e da mão-de-obra necessários para a implantação deste sistema de captação.

Posteriormente foi calculado a demanda média mensal da água nesta residência, através do consumo *per capita* calculando o percentual de água não potável utilizada. Mostrando em seguida a possível economia gerada pelo sistema, sua viabilidade econômica, ressaltando ainda a questão ambiental, identificando os benefícios do mesmo para os moradores da residência e para a população em geral, ajudando de forma sustentável a preservar os recursos hídricos do Planeta.

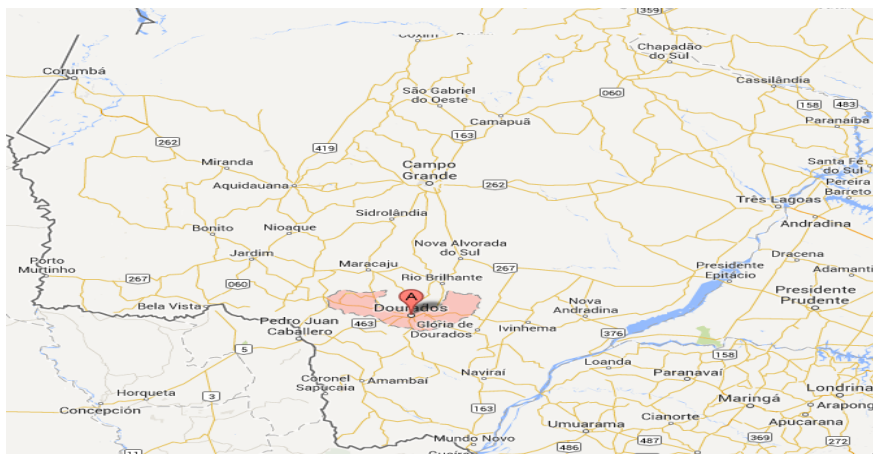
4. LEVANTAMENTO DOS DADOS DO ESTUDO

O levantamento de dados se faz necessário, pois será a base para realizar os cálculos que são de suma importância para que se alcance o objetivo de demonstrar a capacidade de economia do recurso e de valores monetários gerados pelo uso do sistema de captação de água na região de estudo.

4.1 Caracterização da Cidade do Estudo (Dourados- MS)

A cidade de Dourados está localizada no sul do Estado de Mato Grosso do Sul na região Centro-Oeste do Brasil. Está a aproximadamente 230 km da capital Campo Grande, foi fundada em 20 de dezembro de 1935. A cidade tem 4.086,387 km², de acordo com estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2014, possui uma população de 210.218 habitantes (e 51,443 habitantes por km²), sendo a segunda cidade mais populosa de Mato Grosso do Sul (depois da capital), além de ser o 136º maior município brasileiro e o 55º maior município interiorano do Brasil. Conforme informações da prefeitura do município, Dourados destaca-se pela agricultura, com a produção de grãos de soja e milho; e a pecuária, com a criação de bovinos. Também se destaca na produção de aves, ovos e mel de abelha (PREFEITURA DE DOURADOS,2014).Pode ser observada Na figura 10, a localização da cidade de Dourados.

Figura 10: Localização geográfica de Dourados



Fonte: Google Maps 2014.

4.1.1 Índices pluviométricos

Os índices pluviométricos da cidade foram obtidos através do site da EMBRAPA, e referem-se a medições de 1979 a 2014.

Podem ser observados na Quadro 4 os meses, número das medições realizadas (n), a quantidade média, máxima e mínima de chuva em cada mês. É possível observar também as variações em cada mês através do desvio padrão e do coeficiente de variação. Outro dado presente é a mediana dos índices de cada mês.

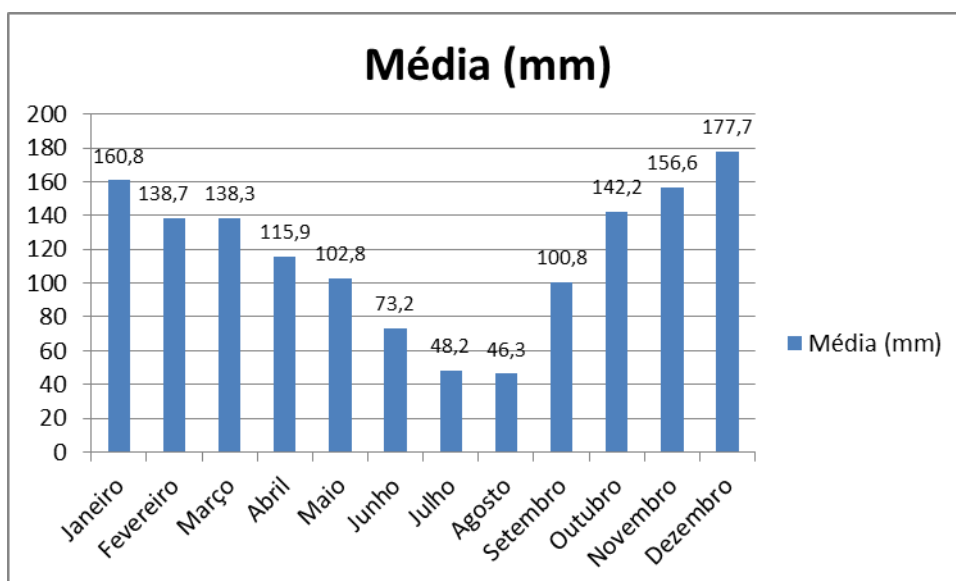
Quadro 4: Dados Pluviométricos de Dourados-MS
(período 1979 a 2014)

Mês	n	Média (mm)	Mínimo (mm)	Máximo (mm)	DP (mm)	CV (%)	Mediana (mm)
Janeiro	35	160,8	37.4	299.7	70.2	43.7	157.0
Fevereiro	35	138,7	18.0	270.0	62.6	45.1	128.5
Março	35	138,3	34.8	430.9	88.1	63.7	120.8
Abril	35	115,9	--	272.0	67.8	58.5	106.2
Mai	35	102,8	1.6	340.0	82.9	80.6	85.4
Junho	36	73,2	0.3	299.9	71.4	97.5	54.0
Julho	36	48,2	--	130.0	40.5	84.0	35.2
Agosto	36	46,3	--	230.2	54.2	117.1	25.7
Setembro	36	100,8	8.6	286.9	68.8	68.3	82.2
Outubro	36	142,2	22.7	285.3	69.8	49.1	129.5
Novembro	36	156,6	45.8	314.5	67.0	43.6	149.7
Dezembro	35	177,7	17.8	386.5	85.4	48.1	189.4
						Média Anual	1401.5

Fonte: Embrapa, 2014.

Para melhor visualização dos dados pluviométricos da cidade, foi utilizada a ferramenta Excel para criar o gráfico da figura 3, contendo a média de chuva de cada mês no período de 1979 a 2014, podendo assim visualizar e comparar os índices de forma mais simples.

Gráfico 3: Médias dos índices mensais de chuvas



Fonte: Adaptado de EMBRAPA 2014

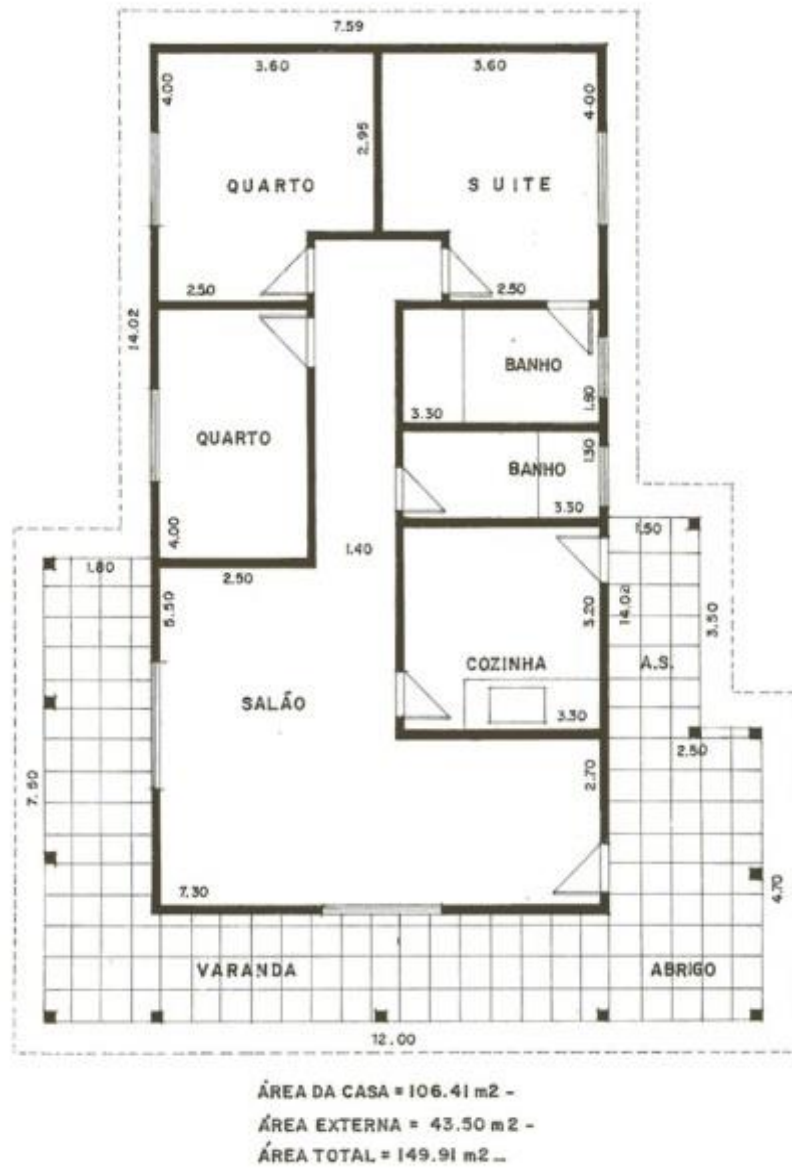
Pode-se observar no Gráfico 3 que a região não apresenta períodos muito longos com pouca chuva. No inverno a média de chuva é baixa, o que não se observa nas outras estações do ano em que as médias pluviométricas podem ser consideradas média ou alta. Esses dados mostram que um sistema de captação de água de chuva nessa região, em relação à pluviosidade, pode ser viável e vir a suprir os meses com baixa pluviosidade, uma vez que 9 dos 12 meses apresentam pluviosidade média ou alta.

4.2 Caracterização da residência

Para a realização do estudo que visa demonstrar a viabilidade econômica e ambiental da implantação de um sistema de captação de águas pluviais, dados como: potencial de captação, demanda, localização são necessários. Desta forma, para este estudo foi usado uma residência de médio Padrão (150m²), localizado na Cidade de Dourados-MS, onde a mesma possui 3 habitantes, onde se torna possível obter a demanda do uso de água e o potencial de captação da residência em estudo.

Abaixo segue a planta da casa utilizada como modelo para o presente estudo (fig.11).

Figura 11: Residência Modelo (150 m² Telhado)



Fonte: Mundo das Tribos, 2014.

4.2.1 Potencial de Captação

A área de captação de água tem um papel de suma importância para o sistema de coleta de águas pluviais, visto que segundo a norma ABNT NBR 15527:2007, a quantidade de água a ser coletada se dá pela multiplicação da área de coleta em m² pela quantidade mensal de chuvas em milímetros juntamente com o coeficiente de Runoff.

$$P_c = AC \times QMC \times CR \quad (4)$$

Onde:

PC = Potencial de Captação

AC = Área e Captação (m²)

QMC = Quantidade Mensal de Chuvas (mm)

CR = Coeficiente de Runoff

Segundo Tomaz (2003) o coeficiente de Runoff, é a estimativa de perdas no aproveitamento de chuvas, sendo que essas perdas são por evaporação, vazamentos, lavagem do telhado, entre outros. O coeficiente depende do material a ser usado, para telhas cerâmicas adotam-se valores entre 0,8 e 0,9, para telhas de material metálico é usado valores entre 0,7 e 0,9. Sendo esses valores a eficiência da captação de água pluvial.

Utilizando os índices pluviométricos da região, a área de captação da residência em estudo (150m²) e o coeficiente de Runoff (0,8), é possível estimar o potencial de captação do sistema de águas pluviais do estudo.

Na tabela 6, foi utilizado a ferramenta EXCEL para calcular a estimativa de captação de águas mensalmente.

Tabela 5: Potencial de Captação

Área do Telhado	150	m ²
Coef. De Runoff	0,8	
Mês	Média (mm)	Potencial de Captação (L)
Janeiro	160,8	19296
Fevereiro	138,7	16644
Março	138,3	16596
Abril	115,9	13908
Mai	102,8	12336
Junho	73,2	8784
Julho	48,2	5784
Agosto	46,3	5556
Setembro	100,8	12096
Outubro	142,2	17064
Novembro	156,6	18792
Dezembro	177,7	21324

Fonte: Autor

4.3 Orçamento do Sistema de Captação de Águas Pluviais

Para gerar o orçamento do custo de implantação do sistema de captação de águas pluviais, foi realizada uma pesquisa de mercado, no comércio da região do estudo (Dourados-MS). Com o auxílio de um engenheiro civil da região, foi possível dimensionar os materiais necessários e fazer uma estimativa com os gastos de mão de obra.

No Quadro 5 há o orçamento dos materiais, para implantação do sistema:

Quadro 5: Custos de Implantação do SCAP

Custos de implantação do Sistema de Captação de Águas Pluviais em um Residência de 150m ² de Cobertura			
Produto	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Reservatório de Água 1000 L	1	310	310
Reservatório de Água 5000 L	1	1498,9	1498,9
Bóia Elétrica	1	31,2	31,2
Bóia Comum	1	8,7	8,7
Registro de Gaveta	1	34	34
Disjuntor	1	15,45	15,45
Calha de Metal	40	18,25	730
Moto-Bomba e Acessórios (1/4 CV)	1	283,35	283,35
Dispositivo Separador de primeiras águas	1	125	125
Adaptador com flange de Anel de Vedação PVC 50mm	2	16,5	33
Filtro 3P Vf1	1	225,9	225,9
Tubulações (PVC 50mm) (6m)	4	39,9	159,6
Joelhos 90"50mm	3	4,1	12,3
Mão de Obra	1	550	550
Outros	1	100	100
Total			4117,4
Desconto pagamento a vista (10%)			3705,66

Fonte: Tabela desenvolvida pelo autor, 2014.

O comércio local oferece diversas formas de pagamentos, incluindo o pagamento à vista (10% de desconto), sendo o mesmo escolhido para este estudo.

4.4 Estimativa da Demanda de Água na Residência

Como já mostrado na caracterização da residência em estudo, a mesma possui uma população de 3 habitantes. Segundo Oliveira (2004) já citado no referencial teórico, no Brasil, em cidades de porte médio, a demanda *per capita* de água é de 200 litros por dia, diluída da seguinte maneira, mostrada na Tabela 2.

O presente estudo visa utilizar a água captada para fins não potáveis como: descarga de vaso sanitário, limpeza de casa, irrigação de jardins e lavação de carros. Representando cerca de 45% do consumo geral da casa. Desta maneira podemos calcular a estimativa de demanda de água não potável na residência (Quadro 6).

Quadro 6: Demanda Mensal de água não potável

Consumo dia/ pessoa	200	L		
Nº de Pessoas	3		Mês	30 dias
Demanda Mensal Água		Demanda Mensal (Água não Potável)		
18000		8100		

Fonte: Autor

5 RESULTADOS ESPERADOS

5.1 Simulação do Funcionamento do Sistema

A simulação do comportamento do sistema levou em consideração à quantidade estimada do consumo, a capacidade dos reservatórios instalados, a área de captação, o coeficiente de Runoff (coeficiente de escoamento superficial, 0,8) e a média mensal de chuvas no município. A partir destes dados foi possível obter o potencial de água a ser coletada e o saldo do reservatório no final de cada mês.

Os dados apresentados na Quadro 7 que representa a simulação do funcionamento do Sistema de Captação de Águas Pluviais estão descritos abaixo:

Média (mm): Média dos dados pluviométricos da cidade de Dourados/MS referentes a cada mês, no período de 1979 a 2014;

Potencial de captação (Litros): o potencial foi calculado a partir da fórmula descrita por Tomaz (2003). Sendo resultado da multiplicação da média (mm) pela área de captação (m²) e o coeficiente de Runoff (nesse caso o coeficiente usado foi de 0,8, ou seja, o potencial de coleta do sistema é de 80%).

Demanda (Litros): essa variável é a quantidade de água usada para fins não potáveis na residência em estudos. Os cálculos para a estimativa da demanda foram demonstrados anteriormente.

Saldo (Litros): é a diferença entre o potencial de coleta e a demanda.

Déficit Acumulado (Litros): é o valor acumulado dos meses em que o saldo for negativo.

Saldo do Reservatório no final de cada mês (Litros): é a diferença entre a soma do volume de água do mês anterior no reservatório e do saldo, e a demanda. Para Janeiro foi estimado que o reservatório iniciasse o mês cheio. Para meses que o saldo for maior que o volume do reservatório, o valor será o próprio volume dele.

Quadro 7: Simulação do Comportamento do Reservatório

Área de Captação (m ²)	150
Consumo (L/mês)	8100
Capacidade do Reservatório (L)	6000

Mês	Média (mm)	Potencial de Captação (L)	Demanda (L)	Saldo (L)	Déficit Acumulado (L)	Saldo do Reservatório no final do mês (L)
Janeiro	160,8	19296	8100	11196	0	6000
Fevereiro	138,7	16644	8100	8544	0	6000
Março	138,3	16596	8100	8496	0	6000
Abril	115,9	13908	8100	5808	0	6000
Mai	102,8	12336	8100	4236	0	6000
Junho	73,2	8784	8100	684	0	6000
Julho	48,2	5784	8100	-2316	2316	3684
Agosto	46,3	5556	8100	-2544	4760	1140
Setembro	100,8	12096	8100	3996	0	3996
Outubro	142,2	17064	8100	8964	0	6000
Novembro	156,6	18792	8100	10692	0	6000
Dezembro	177,7	21324	8100	13224	0	6000

Fonte: Autor, 2014.

5.2 Estimativa de Economia gerada com o Sistema

Para calcularmos a economia gerada com a implantação do sistema de captação de águas pluviais, é necessário levantarmos o valor da tarifa paga por m³ de água. Abaixo no Quadro 8 segue as tarifas definidas pela concessionária da região (SANESUL) para cada faixa de consumo e categoria.

Quadro 8: Valor da Tarifa de Água e Esgoto- Dourados MS

CATEGORIA	FAIXA DE CONSUMO (m ³)	TARIFA (R\$/m ³)	
		ÁGUA	ESGOTO
RESIDENCIAL	0 a 10	2,85	1,71
	11 a 15	3,66	2,2
	16 a 20	3,78	2,27
	21 a 25	4,05	2,43
	26 a 30	5,09	3,06
	31 a 50	6,04	3,62
	Acima de 50	6,67	4

Fonte: SANESUL, 2014.

Desta maneira, como já mostrado no tópico 4.4, a demanda mensal de água da residência em estudo é de 18000 L (18m³). Utilizando esta demanda foi possível calcular a economia gerada anualmente, como demonstrado na Quadro 9. O calculo para os gastos com a conta de água e esgoto, é demonstrado no exemplo abaixo:

Ex.:

Consumo: 18 m³

Valor da Conta Água = (10 x 2,85) + (5 x 3,66) + (3 x 3,78) = 58,14

Valor da Conta de Esgoto = (10 x 1,71) + (5 x 2,2) + (3 x 2,27) = 35,39

Valor Total = 58,14 + 35,39 = 93,53

Utilizando o programa Excel, foi montado as tabelas das economias geradas com o Sistema de Captação de Águas Pluviais (SCAP).

Quadro 9: Potencial de Economia de Água e Esgoto

Tarifas R\$		
Faixa de Cons. (m ³)	Água	Esgoto
00 a 10	2,85	1,71
11 a 15	3,66	2,2
16 a 20	3,78	2,43

Economia gerada nos Gastos com Água						
Mês	Consumo sem o SCAP (m ³)	Água Economizada com o SCAP (m ³)	Consumo com o SCAP (m ³)	Gastos sem o SCAP (R\$)	Gastos com o SCAP (R\$)	Potencial de Economia - Água - R\$
Janeiro	18	8,1	9,9	58,14	23,085	35,06
Fevereiro	18	8,1	9,9	58,14	23,085	35,06
Março	18	8,1	9,9	58,14	23,085	35,06
Abril	18	8,1	9,9	58,14	23,085	35,06
Mai	18	8,1	9,9	58,14	23,085	35,06
Junho	18	8,1	9,9	58,14	23,085	35,06
Julho	18	5,8	12,2	58,14	36,552	21,59
Agosto	18	5,6	12,4	58,14	37,284	20,86
Setembro	18	8,1	9,9	58,14	23,085	35,06
Outubro	18	8,1	9,9	58,14	23,085	35,06
Novembro	18	8,1	9,9	58,14	23,085	35,06
Dezembro	18	8,1	9,9	58,14	23,085	35,06
Total	216,0	92,3	123,7	697,7	304,7	393,0

Economia gerada nos Gastos com Esgoto						
Mês	Consumo sem o SCAP (m³)	Água Economizada com o SCAP (m³)	Consumo com o SCAP (m³)	Gastos sem o SCAP (R\$) Esgoto	Gastos com o SCAP (R\$) Esgoto	Potencial de Economia - Esgoto - R\$
Janeiro	18	8,1	9,9	35,39	16,929	18,46
Fevereiro	18	8,1	9,9	35,39	16,929	18,46
Março	18	8,1	9,9	35,39	16,929	18,46
Abril	18	8,1	9,9	35,39	16,929	18,46
Maio	18	8,1	9,9	35,39	16,929	18,46
Junho	18	8,1	9,9	35,39	16,929	18,46
Julho	18	5,8	12,2	35,39	21,94	13,45
Agosto	18	5,6	12,4	35,39	22,38	13,01
Setembro	18	8,1	9,9	35,39	16,929	18,46
Outubro	18	8,1	9,9	35,39	16,929	18,46
Novembro	18	8,1	9,9	35,39	16,929	18,46
Dezembro	18	8,1	9,9	35,39	16,929	18,46
Total	216,0	92,4	123,6	424,7	213,6	211,1

Economia Gerada com a Implantação do Sistema de Captação de Águas Pluviais		
Água - R\$	Esgoto - R\$	Total (R\$/ ANO)
393,0	211,1	604,1

Fonte: Autor, 2014.

Desta forma, com a implantação de um Sistema de Captação de Águas Pluviais (SCAP), obtemos como resultado, uma economia anual de R\$ 604,1.

5.3 Estudo da Viabilidade Econômica

5.3.1 Tempo de Retorno do Investimento

Para o cálculo do tempo de retorno do Investimento, foi usado o valor do investimento e a economia gerada com a implantação do sistema de captação de águas pluviais. Abaixo segue a formula e o resultado encontrado:

$$\text{Retorno do Investimento} = \text{Valor Investido} / \text{Economia Anual} \quad (3)$$

$$\text{Retorno do Investimento} = 3705,66 / 604,1$$

$$\text{Retorno do Investimento} = 6,13 \text{ anos}$$

5.3.2 – Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR)

Para realizar o estudo da viabilidade econômica da implantação de um sistema de captação de águas pluviais, faz-se preciso, elaborar o fluxo de caixa para os períodos seguintes, informando os gastos com investimentos, custos de manutenção do sistema e benefícios gerados (economia na conta de água).

Através do fluxo de caixa, utilizando a ferramenta Excel, foi possível calcular o Valor Presente líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR), considerando um período de 10 anos e uma taxa mínima de atratividade (TMA) de 10% ao ano. O cálculo dos custos de manutenção são de acordo com ELOY (2009) que determina o custo de manutenção, que será estimado em R\$ 0,21/m³ de água usada, estimando assim o custo de manutenção. Os resultados encontrados seguem na Quadro 10: (obs.: foi usado uma inflação de 5% a.a. nos cálculos da receita e custos).

Quadro 10 : Fluxo de Caixa SCAP

FLUXO DE CAIXA											
Período	ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
(=) Receitas Brutas		604,10	634,31	666,02	699,32	734,29	771,00	809,55	850,03	892,53	937,16
(-) Custos		- 20,16	- 21,17	- 22,23	- 23,34	- 24,50	- 25,73	- 27,02	- 28,37	- 29,79	- 31,27
(=) Receita Líquida											
(-) Investimento	-3705,66										
(=) Fluxo de Caixa Final	-3705,66	583,94	613,14	643,79	675,98	709,78	745,27	782,54	821,66	862,75	905,88

Fonte: Autor, 2014.

VPL	580,68
TIR	14%

TMA (a.m)	0,8%
TMA (a.a)	10,0%

Conforme a literatura, como o VPL é > que 0, e a TIR é > 10% (TMA), o projeto se torna economicamente viável, comparado a outras formas de investimentos seguros, como a caderneta de poupança por exemplo, que possuem uma TMA menor do que a TIR encontrada neste estudo. Mas vale a pena lembrar que o propósito da implantação desse sistema é em função da sustentabilidade, onde o mesmo colabora com os impactos sofridos pelas fontes hídricas do planeta.

5.4 Comparativo a Estudos Relacionados

Após estudarmos a viabilidade econômica da implantação do sistema de captação de águas pluviais, encontrando um tempo de retorno de investimento de 6,13 anos, podemos comparar os resultados encontrados com outros estudos. Pereira (2010), em seu estudo sobre a viabilidade econômica e ambiental da implantação de um sistema de captação de água pluvial em uma edificação de 100 m² de área de cobertura na cidade de Goiânia-GO, obteve como resultado um tempo de retorno de investimento de cerca de 7,87 anos, com um custo de implantação de 3.484,44 R\$. Na tabela 5, é feito um comparativo entre os estudos e os respectivos tempos de retorno de investimentos encontrados.

Tabela 5: Comparativo entre Estudos

Comparativo		
	Residência Estudo	Residência Referência
Cidade	Dourados -Ms	Goiania -GO
Área de Captação	150m ²	100m ²
Demanda (Água)	18 m ³	30 m ³
Média Pluviométrica Anual (mm)	1401,5	1580
Custo de Implantação	R\$ 3.705,66	R\$ 3.484,44
Tempo de Retorno de Investimento	6,13 anos	7,87 anos

Fonte: Autor, 2014.

Pode-se notar que o tempo de retorno de investimento por ano varia de acordo com a metragem da área de captação e do valor da demanda de água (m³) da residência, e fatores como índice pluviométricos e o custo de implantação, podem reduzir o tempo de retorno de investimentos.

6 CONCLUSÃO

Com a implantação de um sistema de captação e reaproveitamento de águas pluviais é possível dar uma destinação mais adequada a água que iria se tornar efluente. O reuso de águas pluviais é uma técnica utilizada a muito tempo principalmente em regiões que vivem problemas de escassez de água. O Brasil, apesar de ser um dos países com maior disponibilidade de água, também enfrenta problemas em algumas regiões com baixo índice pluviométrico e/ou água de má qualidade. Sendo assim, portanto, totalmente viável que o uso de água de boa qualidade seja totalmente destinado a fins mais nobres.

Levando em consideração os índices pluviométricos da cidade de Dourados - MS, para o consumo da residência em estudo, do ponto de vista econômico utilizando as ferramentas de viabilidade econômica de projetos como o VPL e a TIR, que realizam uma comparação com outras formas seguras de investimento, onde foi considerado um período de 10 anos e uma taxa de atratividade de 10% a.a, o projeto de implantação desse sistema de captação de águas pluviais se mostrou uma alternativa economicamente viável. Uma vez que a residência que venha a instalar este tipo de sistema possuirá uma vida útil longa (20 anos), o custo para implantação será ressarcido e a partir daí haverá economia para o proprietário. O tempo de retorno de investimento encontrado no estudo foi de aproximadamente 6 anos.

Além disso, em regiões urbanizadas, com a ocupação das áreas e a conseqüente impermeabilização dos solos, é grande o volume de águas pluviais que escoam pela superfície aumentando os riscos de enchentes. Desta forma, a captação de águas de chuva para o aproveitamento também contribui para minimizar a sobre carga na rede de drenagem urbana.

Portanto, a implantação do sistema de captação de águas pluviais, se torna viável ambientalmente, pois contribui na redução dos impactos atuais referentes a drenagem urbana, ao mesmo tempo preservando as fontes de água do planeta, sendo uma saída para os problemas de escassez já enfrentados nos dias de hoje.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS- NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS- NBR 15.527. Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis. Rio de Janeiro, 2007.

ALMEIDA, G.R, **Aproveitamento da água da chuva**, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 2012.

ANDRADE NETO, C.O. **Segurança sanitária das águas de cisternas rurais**. 2003. Natal-RN. 9p.

ANDRADE NETO, C.O. **Proteção sanitária das cisternas rurais**. Simpósio Luso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Natal, 2004.

ANNECCHINI, Karla Ponzio Vaccari. **Aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis na cidade de Vitória (ES)**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)- Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

BLUM, J. R. C. **Critérios e padrões de qualidade da água**. NARDOCCI, A. C; FINK, D. R;GRULL, D; SANTOS, G. J; PADULA, H.F; BLUM, J. R. C; EIGER, S; PAGANINI, W.S;HESPANHOL, I; PHILIPPI, A. J; BREGA, D. F; MANCUSO. P. C. S. **Reúso de Água**. São Paulo. Ed. Manole: 2007. P. 125-173.

CAMPOS, M.A.S. **Aproveitamento de água pluvial em edifícios residenciais multifamiliares na cidade de São Carlos**. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

CENTRAO DAS BOMBAS. Disponível em <<http://www.centraodasbombas.com.br/bomba-agua.php>>, acesso: 03/07/2014.

COIMBRA, R.; ROCHA, C. L.; BEEKMAN, G. B. **Recursos Hídricos: conceitos, desafios e capacitação**. – Brasília, DF: ANEEL, 1999.

COELHO, F. **Análise e discussão dos métodos propostos pela norma nbr 15527 para o dimensionamento de reservatórios de águas pluviais**, Florianópolis, 2008.

ELOY, J. N.; CRUZ, J. F. **Avaliação do custo operacional e tarifa média para valoração das perdas em sistemas de abastecimento de água**. In. **23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. 2005, Campo Grande, Brasil. Anais. Campo Grande: ABES: 2005.

FAESP , Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de São Paulo. Disponível em <<http://www.faespsenar.com.br/geral/noticias/detalhe/area-cultivada-no-brasil-alcanca-68-milhoes-de-hectares/25307>>

FRANCISCO, Wagner de Cerqueira e. **Água**. Disponível em: <<http://www.brasilescola.com/geografia/agua.htm>>. Acesso em: 14 maio. 2014.

FALKENBERG, A. V. **Previsão do consumo urbano de água a curto prazo**. Curitiba, 2005.

FENDRINCH, R. **Coleta, armazenamento, utilização e infiltração das águas pluviais na drenagem urbana**. Tese de doutorado, Curso de Pós-graduação em Geologia Ambiental – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

FERNANDES, B.R.B **Viabilidade Econômica do uso da água da chuva: um estudo de Caso da implantação de Cisterna na ufrn / rn**. Enegep, 2007.

GONÇALVES, R.F. **Uso Racional da Água em Edificações**. Rio de Janeiro: ABES, 2006.

GOMES, J.; WEBER, D.C.; DELONG, C.M. (2010). “**Dimensionamento de reservatórios de armazenamento de águas pluviais, usando um critério financeiro**”. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Volume 15 n.1, Jan/Mar 2010. p 89-100.

GADELHA, C.L.M. **Viabilidade econômica e aceitação social do aproveitamento de águas pluviais em residências na cidade de João Pessoa**, 2008.

ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, disponível em <<http://www.icmbio.gov.br/cairucu/component/content/article/17-botoes-extras/60-praticas-sustentaveis.html>> acesso em: 01/12/2014.

LEITE, A.C.G.M, **A sustentabilidade empresarial, social e as fontes de energias**. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2013.

MAY, S. **Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água da chuva para consumo não potável em edificações**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.

METAL CALHAS. Disponível em <<http://www.metalcalhas.com.br/dutos.htm>> acesso em: 30/06/2014.

MACHADO, R. **Análise da Viabilidade Ambiental e Econômica da Implantação de Dispositivos de Aproveitamento de Águas Pluviais**, Universidade Federal do Abc, Santo André, SP, 2010.

MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; SANTOS, Hilton Felício dos. **Reuso de água**. 1. Barueri-SP: Manole, 2003.

MUNDO DAS TRIBOS, www.mundodastribos.com Projetos de Casas.

NOGUEIRA, P.F. **Escassez de Água**, 2003.

OLIVEIRA, Y. V. **Uso do Balanço Hídrico Seriado para o Dimensionamento de Estrutura de Armazenamento de Água das Chuvas: Estudos de Casos**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental. UFSC. Florianópolis, 2004.

PEREIRA, L.C; PASQUALETTO, A.; MINAMI, M.Y.M.; **Viabilidade econômico/ambiental da implantação de um Sistema de captação e aproveitamento de água pluvial em Edificação de 100m² de cobertura**, Goiânia, 2009.

REVISTA MINHA CASA. Caiu do céu: Reaproveitamento da água da chuva. Editora Abril, 2011.

SINIS - Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. Ministério das Cidades. 2009.

TOMAZ, P.. **Aproveitamento da Água de Chuva**. São Paulo: Navegar, 2003.

TELLES, D. D.; COSTA, R.P. **Reuso da Água Conceitos, Teorias e Práticas**, 2.ed, 2010.

RBRH — Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 15 n.1 Jan/Mar 2010, 89-100 89 **Dimensionamento de Reservatórios de Armazenamento de Águas Pluviais, usando um Critério Financeiro**.

SILVA, A.R.V.; TASSI, R. 2005. **Dimensionamento e simulação do comportamento de um reservatório para aproveitamento de água da chuva: resultados preliminares**.

SICKERMANN, J. **Como construir sistema de aproveitamento de águas pluviais em edificações**. *Téchne* 59 , pp. 69-7, 2002.

TARIFAS DA SANESUL. Disponível em: <<http://agencia.sanesul.ms.gov.br/Tarifa>>. Acesso em: 18 de outubro de 2014.

SANTANA, N.C.B, **Qualidade das Águas de chuva em João Pessoa- PB: Estudo comparativo com padrões de qualidade para uso residencial**, João Pessoa – PB, 2012.

ZERBINATI, O. E. et al. **Qualidade da água proveniente da chuva coletada em diferentes tipos de telhados**. Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal, v. 8, n. 3, p. 019-037, jul./set. 2011.