



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE ENGENHARIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

MARCOS VINICIUS CAZON HORBACH

ANÁLISE DO USO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS
PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM DOURADOS: ESTUDO DE CASO NO
HOTEL 10-DOURADOS/MS

Dourados

2013

MARCOS VINICIUS CAZON HORBACH

**ANÁLISE DO USO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS
PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM DOURADOS: ESTUDO DE CASO NO
HOTEL 10-DOURADOS/MS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado para a obtenção do título de
Engenheiro de Produção. Faculdade de
Engenharia. Universidade Federal da
Grande Dourados.

Orientadora: Prof^a. Eliete Medeiros

Dourados

2013

MARCOS VINICIUS CAZON HORBACH

**ANÁLISE DO USO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS
PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM DOURADOS: ESTUDO DE CASO NO
HOTEL 10-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 Eliete Medeiros – UFGD

Prof.^a Maria Aparecida Garcia Tommazelli Chuba Machado – UFGD

Eng. Civil Msc. Kátia Cristina Zanatta

Dourados

2013

RESUMO

Atualmente o uso de sistemas de captação de água da chuva é usado em vários países, sendo uma forma de garantir água para fins potáveis e não potáveis, em residências, atividades comerciais em geral, indústrias, agropecuária, etc. No mercado há uma variedade de componentes desses sistemas, que em conjunto com um projeto específico para cada caso, pode gerar uma forma eficiente e econômica de obtenção de água. O presente estudo busca demonstrar uma alternativa para substituir o uso de água potável em atividades que possa ser usadas águas pluviais, gerando economia de uma forma ambientalmente sustentável. Partindo da ideia de descrever o funcionamento de um sistema de captação de água da chuva no Hotel 10-Dourados/MS, apresentando o volume economizado, o custo dessa economia e as vantagens do uso desse sistema. A base para esse estudo foi o levantamento de dados pluviométricos da cidade, que apresenta índices consideráveis na maior parte do ano. Para o estudo de caso, os dados foram obtidos através de um questionário, e uma visita ao Hotel 10. A descrição levou em conta a demanda, calculada através de uma estimativa usando o tipo de torneira em que acontece a saída de água e o tempo aproximado da lavagem do pátio e a rega dos jardins, que são os destinos da água coletada. Chegou-se a um valor aproximado de 16000 litros de água por mês. A simulação usou a demanda encontrada, os índices mensais médios de chuva e área de captação, para demonstrar que o sistema pode atender até 100% da demanda por água para fins não potáveis, usando um volume 192000 litros de água pluvial anualmente. Apesar de a empresa usar água de poço, foi realizada uma demonstração dos custos caso fosse usada água do sistema de abastecimento da cidade (SANESUL), como resultado foi obtido o valor de aproximadamente R\$ 2300,00 por ano de economia gerada com o uso do sistema de coleta de água pluvial. Como as tarifas industriais, comerciais e residenciais são diferenciadas, e na cidade também tem indústrias instaladas, foi realizado um demonstrativo usando como base a simulação do Hotel 10-Dourados, mas com as tarifas industriais, chegando então a uma economia anual de R\$ 3.400,00, a economia é 46% maior do que no comércio. Esses resultados mostram que um sistema de captação de águas pluviais em Dourados/MS tem a capacidade de suprir a demanda de água para fins não potáveis de uma empresa, trazendo assim um retorno econômico e de forma sustentável.

SUMÁRIO

RESUMO.....	1
LISTA DE FIGURAS.....	4
LISTA DE QUADROS.....	5
1 INTRODUÇÃO.....	6
1.1 Considerações iniciais.....	6
1.2 Definição do problema.....	7
1.3 Objetivos.....	7
1.3.1 Objetivo geral.....	7
1.3.2 Objetivos específicos.....	8
1.4 Justificativa.....	8
1.5 Estrutura do trabalho.....	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1 Sustentabilidade.....	10
2.2 Panorama mundial e nacional da água.....	13
2.3 Exemplos de formas tradicionais de captação de água potável.....	15
2.3.1 Captações de água superficial.....	16
2.3.2 Captações de água subterrânea.....	17
2.4 Exemplos de utilização de sistemas de captação de água da chuva.....	19
2.5 Projetos hidráulicos visando o aproveitamento de águas pluviais.....	22
2.5.1 Área de captação.....	22
2.5.2 Calhas e decidas.....	24
2.5.3 Distribuição da água coletada ao reservatório.....	25
2.5.4 Reservatórios.....	26
2.5.5 Qualidade da água.....	30
2.6 Vantagens do uso de sistema de captações de água pluvial.....	32
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	34
4 LEVANTAMENTO DOS DADOS DO ESTUDO.....	35
4.1 Caracterização da cidade de dourados/MS.....	35
4.1.1 Índices pluviométricos.....	36
4.2. Caracterização da empresa.....	38

4.2.1 Apresentação do sistema de captação de águas pluviais do Hotel 10 Dourados/MS.....	40
5 RESULTADOS ESPERADOS.....	43
5.1 Estimativa da demanda.....	43
5.2 Simulação do funcionamento do sistema no hotel 10-dourados/MS.....	43
5.3 Economia gerada com o uso do sistema no hotel 10.....	45
5.4 Simulação do funcionamento do sistema na indústria	47
5.5 Economia gerada com o uso do sistema na indústria.....	49
6 CONCLUSÃO	50
Bibliografia.....	52
Anexos.....	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Exemplos de calhas	24
Figura 02 – Aproveitamento da água de chuva – Esquema básico de um sistema tecnicamente correto.....	26
Figura 03 – Construção de cisterna com placas de cimento.....	27
Figura 04 – Representação de cisterna do tipo tela e arame	28
Figura 05 – Representação de cisterna do tipo ferro cimento	28
Figura 06 – Reservatório PVC.....	29
Figura 07 – Reservatório plástico.....	29
Figura 08 – Reservatório de fibra de vidro	29
Figura 09 – Localização geográfica de Dourados	36
Figura 10 – Médias dos índices mensais de chuvas	37
Figura 11 – Vista aérea do Hotel 10/Dourados	39
Figura 12 – Fachada do Hotel 10/Dourados.....	39
Figura 13 – Esquema básico do sistema de captação de água da chuva do Hotel 10 – Dourados/MS	40
Figura 14 – Área de captação, calha e tubulação	41
Figura 15 – Área de captação, calha, tubulações e reservatórios.....	42
Figura 16 – Reservatório de 1000 litros de capacidade	42

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Padrões de qualidade de corpos d'água segundo a resolução do CONAMA N° 357/05.....	31
Quadro 2– Padrões de qualidade segundo norma ABNT NBR 13.969/97	32
Quadro 3 – Índices de chuva em Dourados	37
Quadro 4 – Demanda de água para fins não potáveis no Hotel 10 –Dourados/MS	43
Quadro 5 – Simulação do funcionamento do sistema no hotel 10-Dourados/MS	45
Quadro 6 – Demonstrativo de economia no Hotel 10-Dourados/MS.....	46
Quadro 7 – Simulação do funcionamento na indústria do sistema de captação em Dourados/MS	48
Quadro 8 – Demonstrativo de economia na indústria em Dourados/MS.....	49

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O princípio aparentemente simples preconizado pelo desenvolvimento sustentável popularizou-se de tal modo que hoje há um número incontável de interpretações dele, o que, no entanto, não desfaz sua importância, por trazer ao processo de desenvolvimento os limites de uso da natureza. E, embora haja várias interpretações desse conceito, todas elas procuram se pautar pelos princípios básicos enunciados pela Comissão Brundtland em 1987, que preconizava que o desenvolvimento só deve ser realizado se atender as gerações atuais e futuras, ou seja, deve-se a todo custo utilizar os recursos, somente na exata medida em que não prejudique a sua mesma utilização pelas gerações futuras. DIAS (2009).

A população mundial cresce cada vez mais, hoje somamos sete bilhões de pessoas no planeta, esse crescimento traz consigo um aumento na demanda de recursos naturais para atender as necessidades básicas, alimentação, água potável, serviços sanitários. Mesmo sabendo que a maioria dos recursos não é renovável a curto e médio prazo, as populações e autoridades não se manifestam de forma massiva a garantir plenamente os recursos para as gerações seguintes.

O uso de fontes alternativas de suprimento é citado 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 caracteriza-se por ser uma das soluções mais simples e baratas para preservar a água potável. ANNECCHINI (2005)

Segundo Moreira (2011), o maior desafio é encontrar soluções sustentáveis de modo a agradar tanto a natureza quanto o desenvolvimento e as necessidades humanas. Vários projetos já foram lançados, entre eles está o aproveitamento de águas pluviais. A captação da água de chuva constitui uma alternativa eficaz como forma de disponibilizar água “de boa qualidade” em diversas regiões e ainda controlar a vazão nos escoamentos superficiais das cidades.

Esta alternativa sustentável pode ser feita em residências particulares, edifícios, instalações comerciais, condomínios, indústrias, chácaras, sítios, fazendas, casas de praia e edificações em geral.

Atualmente se faz necessárias atitudes que venham a contribuir com o desenvolvimento sustentável das sociedades uma vez que toda a população e principalmente as entidades governamentais são responsáveis pela gestão de seus recursos, mantendo-os de forma a garantir sua existência para as gerações seguintes.

1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Escassez de água no mundo, o aumento das populações, as contaminações das fontes tradicionais de água são fatores que exigem melhor gestão dos recursos hídricos assim como encontrar maneiras sustentáveis do uso desses recursos.

O clima da região de Dourados apresenta uma baixa umidade na maior parte do ano, trazendo maior 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).

A necessidade que muitas empresas devem se adequar a políticas ambientalmente sustentáveis e também reduzir custos com água.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Realizar um estudo com o intuito de demonstrar a viabilidade técnica, e a economia gerada com o uso de um sistema de captação de águas pluviais, na região de Dourados-MS para usos não potáveis.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Levantar os índices pluviométricos em Dourados/MS para viabilizar a aplicação do estudo na região.
2. Conhecer as formas de consumo de água sustentável existente.
3. Pesquisar uma empresa na cidade para demonstrar as vantagens do aproveitamento de água da chuva.
4. Realizar um levantamento de dados para o estudo do caso. (Descrição do sistema, destino da água captada e também dados sobre a empresa).
5. Fazer o tratamento dos dados.
6. Demonstrar a viabilidade técnica e economia gerada com o aproveitamento de águas pluviais em Dourados/MS

1.4 JUSTIFICATIVA

A região de Dourados apresenta índices pluviométricos altos e médios na maior parte do ano, o que contribui para a eficiência de projetos de captação de águas pluviais. Grandes extensões territoriais, que aumentam as áreas de captação, assim como favorecem a utilização de outros modelos de captação, como as barreiras e poços para a captação de águas pluviais. A região tem sua fonte econômica voltada à agricultura, exigindo grande demanda de água, ao mesmo tempo em que os recursos disponíveis (superficial e subterrâneo) estão sendo contaminados por resíduos, como em toda cidade com crescimento populacional, além do aumento de atividades agrícolas perto de fontes de água.

A pesquisa pretende propor a redução da demanda por água do sistema de distribuição, reduzindo a captação tradicional e diminuindo custos com distribuição, assim como a redução do risco de enchentes, demonstrando as vantagens da captação de água da chuva.

Os sistemas de captação de água da chuva trazem retorno financeiro uma vez que se deixa de usar água do sistema de abastecimento, Desta forma, custos de manutenção baixos cobre-se o valor investido. Na indústria e no comércio

o tempo para o retorno do investimento é menor uma vez que os gastos com água são elevados. A economia traz a diminuição dos custos de produção, melhora a imagem da empresa, diminui a demanda pelo sistema de abastecimento.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

A pesquisa foi realizada em três capítulos, sendo o primeiro a introdução onde constam as considerações iniciais, a definição do problema, os objetivos, as justificativas e a estrutura do trabalho.

O segundo capítulo é referente à revisão bibliográfica, no qual são descritos a sustentabilidade, o panorama mundial e nacional da água, exemplos de formas tradicionais de captação de água potável, de captações de água superficial e captações de água subterrânea. Exemplos de utilização de sistemas de captação de água da chuva, projetos hidráulicos visando o reaproveitamento de água de chuva, a descrição da área de captação, de calhas e descidas da distribuição e dos reservatórios, os padrões de qualidade para a água coletada, além das vantagens do uso de sistema de captações de água pluvial.

O terceiro capítulo consta a metodologia adotada na presente pesquisa, descrevendo as técnicas de levantamento de dados, o tipo de pesquisa e as abordagens adotadas.

O quarto capítulo é o levantamento dos dados da cidade de Dourados, dos índices pluviométricos da região e os dados referente ao sistema de captação no Hotel 10-Dourados/MS.

O quinto capítulo é o tratamento dos dados, realizando uma simulação que descreve o funcionamento do sistema de captação do hotel. Foi feito também a demonstração da economia gerada com o uso do sistema. Neste capítulo também se encontra uma simulação e o demonstrativo voltado para indústrias.

O sexto capítulo é o resultado do tratamento dos dados, assim como as vantagens ocasionadas pelo uso da coleta de águas pluviais, e também as limitações do estudo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo é referente ao estudo da arte, sendo o referencial em que a pesquisa foi baseada. As pesquisas foram realizadas em livros, dissertações, periódicos, artigos, monografias, sites relacionados ao tema do trabalho.

O assunto inicial desse capítulo é a sustentabilidade. Em seguida é apresentado um panorama mundial e nacional da água. O terceiro seguimento apresenta as formas tradicionais de captação de água, no qual inclui a captação de águas superficiais e subterrâneas. No quarto segmento são caracterizados os índices pluviométricos da região estudada. O quinto seguimento é referente aos exemplos de utilização de sistemas de captação de água pluvial. No sexto seguimento é definido de forma geral o projeto hidráulico para os sistemas de captação de água da chuva. No sétimo seguimento são apresentadas as vantagens da utilização de sistemas de captação de águas pluviais.

2.1 SUSTENTABILIDADE

A quantidade de água potável em forma de aquíferos, rios, mananciais, etc. no Brasil reflete uma falsa noção de abundância uma vez que este recurso é limitado e muitas fontes estão sendo afetadas nocivamente, alguns casos são de conhecimento geral, como o rio Tietê em São Paulo que sofre com a emissão de resíduos domésticos e industriais, a lagoa Rodrigo de Freitas na cidade do Rio de Janeiro que também sofre com a deposição destes resíduos. Este cenário se repete em vários rios e outras fontes hídricas.

A palavra sustentabilidade deriva de sustentável, segundo o dicionário Aurélio tem o seguinte significado: “*adj.* Que se pode sustentar. Capaz de se manter mais ou menos constante, ou estável, por longo período”. Os conceitos atrelados a essa palavra, atualmente, se mostram uma resposta à forma de produção e de viver que se mostrou nociva ao ecossistema, essa ideia mostra uma forma de assegurar que gerações futuras possam ter recursos de forma satisfatória a atender as

necessidades básicas do ser humano em conjunto com a diminuição dos impactos causados pela atual forma de sobrevivência da população mundial.

Muitas iniciativas vêm aparecendo na economia global: produtos sofrem com barreiras que visam conhecer a procedência ambiental do produto, principalmente em países que sofrem com a escassez de recursos, são medidas que vem das autoridades com campanhas educativas e projetos, incentivos e fiscalização desses produtos, e a conscientização da população, que é uma ferramenta imprescindível na ideia de nações sustentáveis.

Pelo fato de saber que os recursos naturais são limitados deve haver um forte planejamento para aumentar a eficiência de suas extrações, além de garantir a recuperação de áreas degradadas, como no caso das extrações de minérios e produção do papel. Na agricultura e na produção de alimentos em geral, deve-se atentar ao seu papel numa sociedade que busca sustentabilidade, uma vez que para a realização desta prática muitos recursos são consumidos, a maior parcela da água consumida no mundo é resultado das atividades agropecuárias.

Outro recurso que está sofrendo mudanças é a energia, no mundo o petróleo ainda é a maior fonte energética, mesmo sendo um grande fator de poluição, já está enraizada na rotina mundial, por exemplo, no Brasil a maior parte da produção é transportada pelo modal rodoviário que exige grande demanda diesel, combustível altamente poluente.

Para a energia elétrica já existem soluções com grande perspectiva de crescimento como as tecnologias que utilizam energia solar e eólica que provem de recursos gratuitos e abundantes em grande parte do globo. Os sistemas que usam a luz do sol e o vento são tecnologias que se difundem principalmente por serem limpas, em países que não há recursos suficientes para o uso da energia hidroelétrica ou para o uso de tecnologias mais sofisticadas, como a nuclear.

Iniciativas que incentivam o uso de tecnologias limpas vêm se difundido no planeta, ações mundiais como o uso de sistemas de gerenciamento ambiental vem acrescentando valor aos processos e produtos, a ISO14000, ISO14001 e ISO14004, são normatizações que tem por objetivo propor padrões para a manutenção da qualidade ambiental nas empresas. Segundo Lacerda (2002) a ISO 14001 é definida da seguinte forma:

A série ISO 14001 é uma norma de gerenciamento, não é uma norma de produto ou de desempenho. É um processo de gerenciamento das atividades da empresa que têm impacto no ambiente. Algumas importantes características da ISO 14001:

- Ela é abrangente: todos os membros da organização participam na proteção ambiental, envolvendo todos os "stake-holders" (os clientes, os funcionários, os acionistas, os fornecedores e a sociedade). São utilizados processos para identificar todos os impactos ambientais. A norma ISO 14001 pode ser utilizada por qualquer tipo de organização, industrial ou de serviço, de qualquer porte, de qualquer ramo de atividade.
- Ela é proativa: seu foco é na ação e no pensamento proativo, em lugar de reação a comandos e políticas de controle do passado.
- Ela é uma norma de sistema: ela reforça o melhoramento da proteção ambiental pelo uso de um único sistema de gerenciamento permeando todas as funções da organização.

O sistema de gerenciamento ambiental previsto pela norma contém os seguintes elementos:

- Uma política ambiental suportada pela Alta Administração;
- Identificação dos aspectos ambientais e dos impactos significativos;
- Estabelecimento de objetivos e metas que suportem a política ambiental;
- Um programa de gerenciamento ambiental;
- Definição de papéis, responsabilidades e autoridade;
- Treinamento e conhecimento dos procedimentos;
- Processo de comunicação do sistema de gerenciamento ambiental com todas as partes interessadas;
- Procedimentos de controle operacional;
- Procedimentos para emergências;
- Procedimentos para monitorar e medir as operações que tem um significativo impacto ambiental;

- Procedimentos para corrigir não conformidade;
- Procedimentos para gerenciamento dos registros;
- Programa de auditorias e ação corretiva;
- Procedimentos de revisão do sistema pela alta administração.

2.2 PANORAMA MUNDIAL E NACIONAL DA ÁGUA

A água cobre 70% da superfície do planeta, ela pode ser encontrada na forma líquida, sólida ou gasosa. Apenas três por cento dessa água é doce e boa parte está em geleiras e na neve em montanhas.

Segundo Francisco (2011) a distribuição da água no globo acontece da seguinte maneira:

- 97,5% da disponibilidade da água do mundo estão nos oceanos, ou seja, água salgada.
- 2,5% de água doce e está distribuída da seguinte forma:
 - 29,7% aquíferos;
 - 68,9% calotas polares;
 - 0,5% rios e lagos;
 - 0,9% outros reservatórios (nuvens, vapor d'água etc.).

A distribuição hidrológica não é uniforme, de modo que encontramos países com alta disponibilidade de água em algumas regiões e menor em outras como no Brasil, que segundo Mancuso (2003) 80% destes recursos se concentram na região amazônica e os restantes 20% concentra-se nas regiões onde vive 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.

Nesse quadro de indisponibilidade de água doce, constata-se que a escassez hídrica já está instalada na Arábia Saudita, Argélia, Barbados, Bélgica, Burundi, Cabo Verde, Cingapura, Egito, Kuwait, Líbia, Jordânia e Tailândia, e poderá

ocorrer em médio prazo na China, Estados Unidos, Etiópia, Hungria, México, Síria e Turquia. BARROS (1995)

Existem danos que são exclusivamente causados por ações humanas que degradam de forma substancial os recursos hídricos: a contaminação de rios, lagos, lagoas, oceanos, e águas subterrâneas, as contaminações acontecem desde a deposição de resíduos resultantes de atividades industriais, agropecuária e lixo domésticos. A legislação avançou muito no sentido de coibir essas práticas, mas mesmo assim é comum ver a deposição dos esgotos nos mares do litoral brasileiro, por exemplo. Deve haver forte fiscalização não somente para as empresas que comentem esses crimes ambientais, mas aos municípios que são coniventes com estas práticas, e para a população em geral.

O Brasil conta com aproximadamente 11,6% da água que está na superfície. Mas como no globo a água não está distribuída em relação à quantidade de pessoas na região, 80% da água do país está na região norte onde se concentra em torno de 5% da população, e conseqüentemente os 20% restantes estão distribuídos para 95% da população brasileira. SERPA (2011).

A região sudeste onde está localizada a maior parte da população já corre risco de sofrer com a escassez de água. Outras regiões como nordeste, citada por Francisco (2011), apresenta 1% dos mananciais de água doce da nação, 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, a diminuição da oferta de alimento, a inexistência de saneamento básico.

Esses fatores 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.

2.3 EXEMPLOS DE FORMAS TRADICIONAIS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL

A água é uma substância essencial para a sobrevivência humana, seu consumo direto é parte indispensável para a sobrevivência, para a geração de alimentos é um recurso básico e na sociedade atual serve para mover a produção de inúmeros ramos industriais. Na história são conhecidos vários casos de civilizações que surgiram à beira de rios que mantinham a demanda básica para o consumo e agricultura, podemos citar as cidades egípcias no vale do rio Nilo, povos mesopotâmicos entre os rios Tigre e Eufrates. VENANCIO (2011).

Os recursos hídricos são importantes não somente para os seres vivos, mas para o sistema ecológico como um todo. O fato de haver uma crescente demanda por água para diferentes usos traz em conjunto uma intensiva degradação dos recursos hídricos, como em casos em que consumo é maior que o tempo de reposição dessas águas, ou em casos de contaminações de águas superficiais e subterrâneas. A poluição das fontes desse recurso traz consequências para as espécies que vivem nesses meios, como a alta mortalidade de peixes pela baixa oxigenação da fonte hídrica causada pela deposição de resíduos industriais.

Os problemas por poluição afetam diretamente a população que utiliza as fontes hídricas, podendo ser causadores de contaminações pelos resíduos, doenças e em alguns casos inviabiliza a oferta nesse ponto de captação. Esses fatores tornam essencial a manutenção da qualidade desse recurso uma vez que a sua contaminação traz sérios problemas de saúde, tanto para a população quanto para todo o ecossistema que depende dos recursos hídricos.

Para a instalação de um sistema de captação de água de uma determinada população é necessário ter a informação quantitativa da população, a taxa de crescimento, e as necessidades industriais. Esse sistema geralmente é composto pela captação, adução, uma ou mais estação de tratamento, ponto de reserva, as redes de distribuição e as ligações domiciliares. COPASA (2011).

As fontes de abastecimento de água podem ser divididas em pluviais (decorrentes de chuvas), em águas superficiais (rios, riachos, córregos, lagos,

canais, etc.), em águas subterrâneas (lençóis). As águas superficiais são as mais usadas para captação uma vez se torna economicamente mais viável pela qualidade e facilidade na coleta, diferente de fontes subterrâneas que em casos de estarem entre rochas ou em elevadas profundidades, mesmo apresentando boa qualidade torna-se inviável sua captação.

A captação pluvial já é conhecida há milênios, ainda não é muito comum seu uso de forma geral, mas o cenário está mudando, pois esta forma de captação vem se mostrando muito eficiente na redução de custos, pelo fato de ser um recurso gratuito, na prevenção de enchentes, na minimização da necessidade pela rede de abastecimento. COPASA (2011).

2.3.1 Captações de água superficial

A captação de água superficial é o sistema mais difundido e comum na história humana. As necessidades de abastecimento, irrigação, saneamento ou como recurso para processos industriais é satisfeita com a utilização desse método de captação. Esse recurso geralmente é captado em rios, lagos e canais, em outras formas que pode ser encontrada o processo torna-se mais caro e em muitos casos inviáveis. Nos mares a salinidade é um fator que dificulta a extração, mesmo havendo tecnologias que permitam esse processo ele ainda é caro, essa forma se mostra promissora quando vista em longo prazo, com o desenvolvimento de novas tecnologias que viabilizem esses projetos essa seria uma alternativa uma vez que esse recurso é muito abundante no globo.

Para a implantação desse sistema de captação, os requisitos primordiais são os estudos em relação à fonte a ser explorada. É de grande importância encontrar uma localização mais propícia para a captação, conhecer a hidrologia do local e das proximidades, conhecer o fluxo principalmente em épocas de seca ou estiagem para saber se há condições de fornecimento nessas épocas, e para garantia de qualidade é necessário analisar possíveis focos de contaminação, além de conhecer as características químicas, físicas e bacteriológicas da água. O projeto deve levar em consideração o local a ser instalada de modo a analisar o acesso à área, a presença de energia elétrica, necessidades de modificações no terreno, a distância entre a captação e a estação de tratamento. BARROS (1995).

Esse sistema funciona por gravidade ou por bombeamento. No primeiro caso a água é transportada para a estação de tratamento por meio da diferença de altura, onde a gravidade atua na condução da água. No segundo a água é enviada para a estação de tratamento por meio de bombas elétricas. Ao chegar à estação, vários níveis de descontaminações são usados nesse recurso, o primeiro é a adição do cloro que torna as partículas metálicas insolúveis, ao passar para a coagulação é adicionado sulfato de alumínio ou cloreto férrico que fazem com que a sujeira se aglomere em flocos, no próximo estágio a água coagulada é misturada para que os flocos formados ganhem volume, peso e consistência, ao serem decantados esses flocos vão para o fundo do tanque. Após a retirada dessas sujeiras a água passa por um filtro que geralmente é constituído por várias camadas de areia que eliminam impurezas restantes.

Após esta fase a água recebe cloro que age na desinfecção, então a água recebe cal que corrige o ph e também é feito a fluoretação que é estabelecida pelo ministério da saúde, pois o flúor ajuda na prevenção da cárie dentária na fase de desenvolvimento.

Depois da fase de tratamento, a água vai para o reservatório que tem por objetivo manter o fluxo de abastecimento, atender a demanda extra em horários onde a necessidade é maior e em épocas mais quentes. A distribuição é feita pelo encanamento subterrâneo, devendo haver pressão suficiente para manter o fluxo, em locais onde a pressão é maior usa-se bombear para o equilíbrio e da mesma forma onde há excesso de pressão são instaladas bombas que a diminui. Desta forma a água chega às instalações domiciliares industriais, passando pelo hidrômetro, que é um instrumento de medição volumétrica da água, para que seja feita a medição do consumo e a cobraça do recurso. COPASA (2011).

2.3.2 Captações de água subterrânea

Da quantidade de água doce disponível aproximadamente 30% está presente em aquíferos, lençóis freáticos, ou seja, nos mananciais de águas subterrâneas.

Mesmo sendo muito abundante a exploração dessa fonte requer muitos cuidados, geralmente o nível de contaminação é menor do que nas superficiais, por

estar menos exposta, mas em relação à quantidade disponível que possa ser usada por um grande período é necessário o devido estudo para obtenção de dados confiáveis da hidrogeologia e geologia da área de captação, é muito importante conhecer o tempo de reposição, dimensões, história geológica, tempo de reposição, a necessidade desses dados está no fato que esse tipo de fonte hídrica pode se apresentar de diversas formas. STRUCKMEIER (2009)

Em áreas mais secas e áridas pode ser encontrada também reservas que vem de épocas mais úmidas nessas regiões, então a renovação se torna mais demorada, em alguns casos leva milhares de anos para a renovação, a captação nessas áreas pode levar a um esgotamento do recurso. Em áreas úmidas a renovação dos mananciais é mais rápida, nesses locais a captação se torna mais viável, porém um estudo prévio é importante, pois é necessário conhecer a vazão, o tempo de renovação e conhecer a demanda, para que possa haver uma exploração sustentável deste recurso. STRUCKMEIER (2009)

Povos antigos já utilizavam dessa fonte hídrica para seu abastecimento, eram usados poços com revestimento em alvenaria para a extração dessa água. Atualmente, as perfurações verticais para a construção de poços alcançam a profundidades de até 2000m.

O tipo de poço a ser construído leva em consideração o tipo do solo e a profundidade do lençol ou aquífero. Os poços rasos conhecidos como cacimba, cisterna ou amazonas são feitos para pequenas profundidades, feitos manualmente, geralmente apresentam diâmetros maiores e profundidade de até 20 metros e captam água do lençol freático. Poços semi-artesianos são perfurados em rochas consolidadas e inconsolidadas ou cristalinas. Outro tipo é o artesiano que apresenta grandes diâmetros na ordem de até 36 polegadas e profundidade de até 1500 metros, são perfurados em rochas consolidadas ou inconsolidadas, um exemplo é o poço do aquífero Guarani. VENANCIO (2011)

Após a construção do poço é necessário à instalação dos equipamentos coletores, como a bomba elétrica submersível para o bombeamento da água, cabos elétricos para a condução de energia assim como o quadro elétrico de comando e proteção. A tubulação edutora que leva a água até a superfície sendo de aço galvanizado ou PVC, os sistemas de cavalete com registro, ventosa, saída lateral e

válvula de retenção, e também a tubulação para a medição do nível da água. SANESUL (2011).

Para que haja a exploração de forma legal é necessária a qualificação da empresa perante a Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, essa certificação tem como objetivo reconhecer a exploração mediante a normatização da ABNT e tem a intenção de proteger os usuários, pois é realizada uma busca nos registros da empresa solicitante.

2.4 EXEMPLOS DE UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA

Atualmente a utilização da água de chuva acontece em vários países de diversos continentes onde, em muitos deles são oferecidos benefícios para a construção de sistemas para captação e armazenamento da água da chuva como nos Estados Unidos, Alemanha e Japão.

No Brasil observam-se iniciativas estaduais com o propósito de conservar a qualidade da água, diminuir o desperdício, e também para controle de enchentes.

Em Curitiba a lei Nº. 10.785/03 cria no município o programa de conservação e uso racional de água nas edificações – PURAE. A ideia do programa é a criação de medidas que motivem o uso racional e a conservação de água, a utilização de fontes alternativas para captação de água em novas edificações, e também a conscientização dos usuários sobre a importância deste recurso. Para a captação de água pluvial, esta deve ser coletada na área de captação e levada para o reservatório, e recomenda-se que uso seja destinado para fins não potáveis.

Em São Paulo a lei Nº 13.276/02 e no Rio de Janeiro com o Decreto Municipal Nº 23.940/04, torna obrigatório, em empreendimentos com área impermeabilizada maior que 500m², a coleta de água da chuva. Após a coleta e armazenagem da água, o seu uso deve ser destinado para fins não potáveis, ou também descarregada no sistema público de coleta de água após a chuva. A ideia de coletar a água da chuva e depois despejá-la é que essa medida diminui o risco de enchentes e mantém a qualidade da água.

No Brasil existe o Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência no Semiárido: Um Milhão de Cisternas Rurais – P1MC. O objetivo do programa é fornecer cisternas para armazenamento da água da chuva a 1.000.000 de famílias rurais do semiárido brasileiro, juntamente com a mobilização social e educação ambiental da população.

O Programa é concebido, executado e gerido pela ASA - Articulação no Semiárido Brasileiro, com parcerias do governo, empresas, ONGs, etc. O P1MC abrange os estados da região Nordeste onde o clima semiárido possui maior intensidade: Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Paraíba, Ceará e Piauí, e mais o Norte de Minas Gerais e o Nordeste do Espírito Santo. Até o momento já foram construídas 12.400 cisternas de 16.000 litros cada uma. As águas das cisternas rurais são empregadas quase que exclusivamente para usos domésticos, inclusive para cozinhar e para beber. JAQUES (2005).

No Brasil podemos encontrar algumas iniciativas que contribuem para o desenvolvimento sustentável, no estudo apresentado por Alt (2009) o autor apresenta alguns projetos de grande porte que fazem uso de sistema de captação de águas pluviais em conjunto com técnicas que reduzem o consumo desse recurso, os projetos estão descritos a seguir:

- Estádio 'Engenhão' (Estádio João Havelange), na cidade do Rio de Janeiro, que conta com uma área construída de 200.000 m² e uma área de captação de 12.500 m², com a utilização de equipamentos como 10 filtros VF6 e acessórios, a economia foi de 11.000 m³ anuais.
- Aeroporto Santos Dumont, no Rio de Janeiro. Com área de captação de 12.650 m², uma economia de água da rede de distribuição de 12.000 m³ anuais.
- Angeloni Joinville (Joinville SC) - Super-Center Dr. João Colin. Têm 25.160 m² de área construída, área de cobertura de 10.500 m², área de captação de 5.150 m², uma cisterna com 167.330 litros de volume, o sistema conta com dois filtros VF6 e a economia de água potável chega a 659.000 litros anuais.
- Supermercado Big (Camburiu SC). Tem uma área construída de 19.800 m², área de cobertura de 4.859 m², área de captação de 4.859 m²,

equipamentos como: três Filtros Industriais e acessórios. Volume da cisterna: 162.000 litros, uma economia de água potável de 583.000 litros.

- Hotel Íbis Blumenau (Blumenau SC). Conta com uma área construída de 5.375,08 m², área de cobertura de 569,50 m², área de captação com 569,50 m², equipamentos como quatro filtros VF1 e acessórios. Volume da cisterna: 16.000 litros e uma economia de água potável de 684.000 litros anuais.

- Auto Posto Nasato (Timbó SC). Conta com uma área construída de 2.150m², área de cobertura de 1.700m², área de captação de 800m². Equipamentos como: um Filtro VF6 e acessórios. Volume da cisterna: 60.000 litros. E uma economia de água potável de 890.000 litros.

- Auto Posto Nasato (Esteio RS). Conta com uma área construída de 15.080m², área de cobertura de 7.300 m², área de captação com 2.800 m². Equipamentos: dois filtros VF6 e acessórios. Volume da cisterna: 77.000 litros. Economia de água potável: 267.000 litros.

- Primavera Tennis (Florianópolis SC). Conta com uma área construída de 3.600 m², área de cobertura com 3.200 m², área de captação com 3.200 m². Equipamentos: um Filtro VF6 e acessórios. Volume da cisterna: 60.000 litros. Economia de água potável: 358.000 litros.

- Polland Química (Xerém RJ). Conta com uma área construída de 9.000m². Área de cobertura com 3.000m², área de captação com 3.000m². Equipamentos: 12 Filtros VF1. Volume da cisterna: 140.000 litros. Economia de água potável: 285.00 litros.

2.5 PROJETOS HIDRÁULICOS VISANDO O APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

A captação de água de chuva já é conhecida há muitos anos, há relatos de seu uso na China há 2000 anos, e nesta mesma época há registro do seu uso onde hoje é Israel, na Jordânia e no México. O uso histórico dessa fonte hídrica está muito relacionado com o clima das regiões, geralmente árido, e a necessidade de estocar água para períodos de seca, mas existem outros fatores que influenciaram o uso da água de chuva para abastecimento, como o aumento de populações e o consequente aumento da demanda, lugares onde não há recursos superficiais e subterrâneos suficientes, e também em lugares onde o lençol freático é salino ou contaminado.

Com a evolução e eficiência da extração de águas de mananciais ou de lençóis, e também o aumento desses serviços oferecidos às populações mais remotas, o uso desse modelo foi se tornando menos comum, atualmente a captação de água de chuva já se torna uma opção viável de fonte hídrica para muitos locais. O retorno do investimento geralmente é rápido, uma vez que esse recurso é gratuito, e os custos para a implantação dessa tecnologia não são elevados, além de não ser necessário usar a água potável do sistema público para fins que não exijam água potável, é um modelo limpo, diminui o risco de escassez, o combate a enchentes, pode atender áreas em que há longos períodos de seca, ou que não haja capacidade das outras fontes. (GNADLINGER, 2000)

O modelo de captação é basicamente o mesmo que é usado há milênios, é necessária uma área de captação, que pode ser um telhado, laje, pátio ou mesmo no chão, as calhas e coletores que acumulam as águas do telhado, as tubulações verticais e horizontais que levam a água coletada até o reservatório. O reservatório deve ser calculado de modo a levar em conta a necessidade desse recurso e a pluviosidade local.

Para a realização de projetos de sistemas de captação de água pluvial existem normas e resoluções que contribuem para o planejamento e execução deste, contribuem também para manter os padrões de qualidade do sistema e da água coletada. As principais são as normas da ABNT (Associação Brasileira de

Normas Técnicas): NBR 5626:1998 - Instalação predial de água fria; NBR 10844:1989 - Instalações prediais de água pluvial; NBR 12217:1994 - Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público e também a NBR 15527:2007 Água de chuva - Aproveitamento de cobertura em áreas urbanas para fins não potáveis.

Para casos em que água tratada seja destinada ao consumo humano, e também para fins não potáveis, a legislação brasileira estabelece padrões de qualidade através da portaria Nº518/04 do Ministério da Saúde e também a resolução CONAMA Nº357/05. Temos também como referencia a norma ABNT NBR 13969/97 - Tanques sépticos: unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos.

2.5.1 Área de captação

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 (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.

O calculo da área de captação dependerá do seu formato, como exemplo podemos citar os telhados em formato retangular, em que a área será a multiplicação da largura pelo comprimento.

A área de coleta pode ser um telhado, laje, área impermeabilizada no nível do chão, como calçadas ou pátios, dependendo da destinação da água. Segundo MAY (2004) os materiais que constituem o telhado podem ser: cerâmica, fibrocimento, zinco, ferro galvanizado, concreto armado, plástico, vidro, entre outros.

2.5.2 Calhas e decidas

Esses mecanismos têm como função a coleta de água proveniente de chuvas, são instalados em imóveis junto ao telhado de forma a captar essas águas e conduzi-las ao reservatório por meio de tubulações. É importante que se faça uso de materiais resistentes tanto a variações térmicas e a corrosão. Atualmente no mercado há uma grande variedade de empresas que trabalham com calhas, sendo que os materiais mais utilizados são o alumínio, chapas galvanizadas e de cobre.

Como exemplo de tipos de calhas, temos os modelos da empresa especializada Passareli calhas, que apresenta uma grande variedade de calhas que podem ser usadas para a ilustração de modelos e suas aplicações, eles são apresentados na figura a seguir.

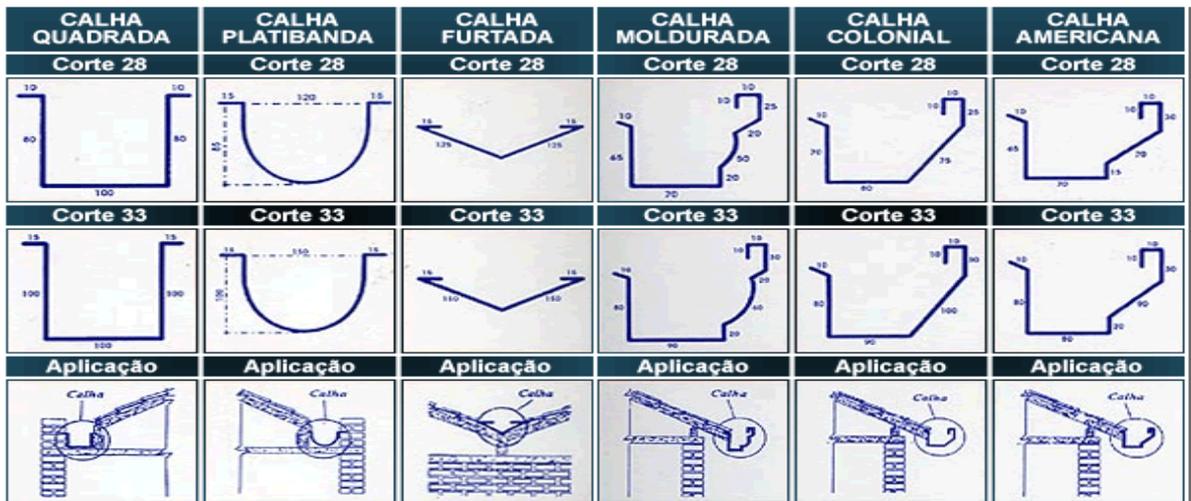


Figura 1: Exemplos de calhas.

Fonte: Catálogo da empresa Passareli Calhas (2011)

Para que a calha atenda as necessidades de um projeto de captação de água da chuva deve-se levar em consideração o tipo de estrutura do imóvel, a área do telhado e também a vazão do projeto. O dimensionamento das calhas pode ser extraído a partir da formula de Manning-Strickler: NÓBREGA (2007).

$$Q = \frac{K.S. \sqrt[3]{Rh^2} \sqrt{i}}{n}$$

Sendo:

Q=Vazão da calha (Litros por minuto, l/min);

S= Área da seção molhada (Metros quadrados, m²)

n= Coeficiente de rugosidade

i= Declividade (Metro por metro, m/m)

Rh= Raio hidráulico = S/P (Metro, m)

P= Perimetro molhado (Metro, m)

K= 60000

Para os condutores verticais de seção circular o diametro minimo é de 70mm.

2.5.3 Distribuição da água coletada ao reservatório

Para que a água coletada possa chegar até os reservatórios de forma adequada é necessário o uso de tubulações e acessórios que formam o sistema de distribuição.

As tubulações se iniciam nas calhas, nesse estágio é importante o uso de componentes que descartem a primeira água que é rica em impurezas, um método simples é usar um desvio na tubulação que leva a água para o reservatório, esse desvio leva a primeira água até um reservatório intermediário que quando acumula uma quantidade determinada de água a entrada é fechada por meio de uma boia, em alguns casos em que a quantidade de água descartada é baixa utiliza-se uma bola de material emborrachado que veda a abertura de entrada, após o termino da chuva é necessário à abertura o reservatório intermediário para a retirada da primeira água e das impurezas contidas.

O desvio de água torna-se uma maneira eficaz de manter a qualidade adequada da água e ao mesmo tempo em que a quantidade de água descartada não é elevada. O tamanho do reservatório dependerá do volume de água a ser captado segundo (ANDRADE NETO, 2003, p 7) o tanque deve recolher cerca de 0,001 m³ por m² de área de captação. A seguir podemos observar um modelo de captação de águas pluviais, o modelo é um formato genérico para o fim de caracterizar os componentes de um sistema de captação.

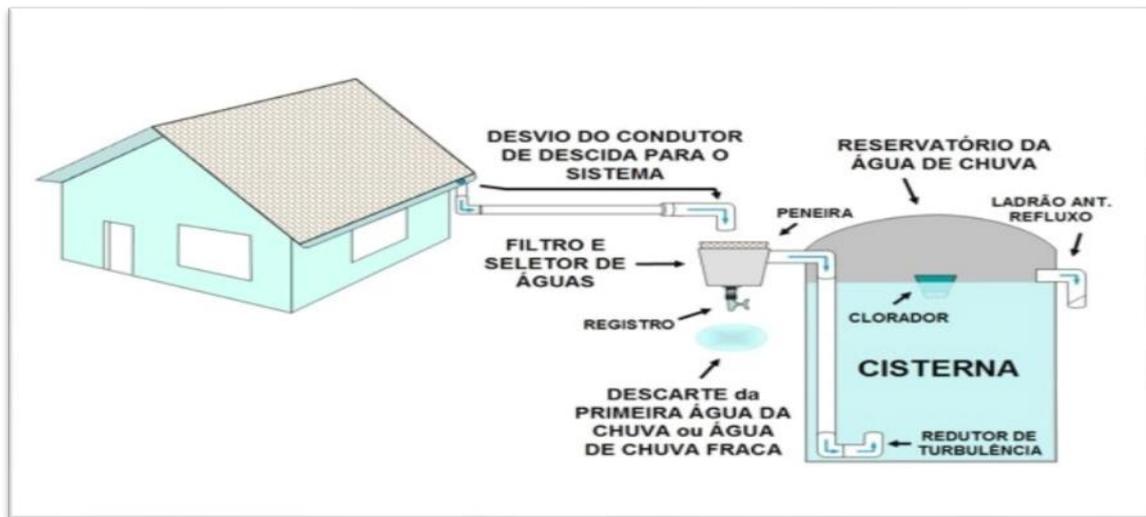


Figura 2: Aproveitamento da água de chuva – Esquema básico de um sistema tecnicamente correto.

Fonte: Sempre sustentável

2.5.4 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 e a capacidade de coleta do telhado e sistemas de calhas e o índice pluviométrico da região.

Segundo ANNECCHINI (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, enterrada, 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.

Um dos tipos de cisterna de alvenaria é a feita com placas de cimentos, nesse modelo a parede da cisterna é levantada com essas placas finas, a partir do chão já cimentado. Para evitar que a parede venha a cair durante a construção, ela é sustentada com varas até que a argamassa esteja seca. Os materiais para esse tipo de reservatório são de fácil acesso, existe facilidade na retirada da água, ele é mais adequado em projetos de pequeno porte, tendo baixos custos de construção. GNADLINGER (2000).



Figura 3: Construção de cisterna com placas de cimento
Fonte: GNADLINGER (2000).

Outro modelo de reservatório de alvenaria é o de tela e arame, que consiste na utilização de uma chapa de aço, que é inserido o cimento na parte externa que já estava envolvida com tela de arame, após a primeira camada é colocada outra tela e feito outra camada de cimento, após a secagem do cimento a chapa de aço é retirada e é feito o acabamento da cisterna. Segundo Gnadlinger (2000), esse modelo apresenta as seguintes vantagens:

- A tecnologia é facilmente assimilada pela população;
- Apropriado tanto para pequenos como para grandes projetos de construção de cisternas
- Tempo de construção pequeno;
- Necessidade de pouco matéria-prima;
- Eventuais vazamentos são facilmente consertados.

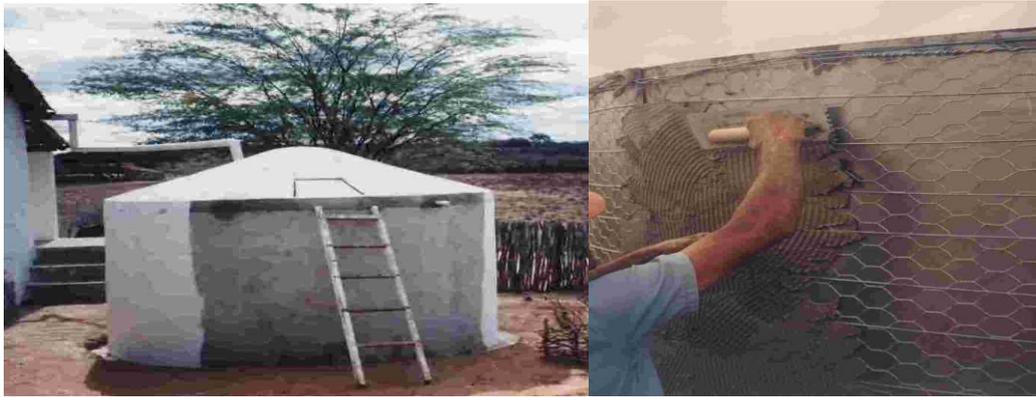


Figura 4: Representação de cisterna do tipo tela e arame.

Fonte: GNADLINGER (2000)

Outro modelo comum são as cisternas de ferro-cimento que são adequadas especialmente para as construções individuais. Em cima de um fundo cimentado é construído uma armação de arame de aço (diâmetro do arame até 5 mm). Esta armação é enrolada varias vezes com telas de arame. Uma primeira camada de argamassa de cimento é aplicada por dois trabalhadores, sendo que um enche a armação enquanto a outra segura uma tábua ou algo parecido, contra o outro lado da parede a ser feita. GNADLINGER (2000).



Figura 5: Representação de cisterna do tipo ferro cimento.

Fonte: GNADLINGER (2000)

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.



Figura 6: Reservatório PVC.

Fonte: Mizunami Piscina e Lazer (2012)



Figura 7: Reservatório plástico.

Fonte: GNADLINGER (2000)



Figura 8: Reservatório de fibra de vidro.

Fonte: JR comércio de cimento (2012).

Para a manutenção da qualidade da água coletada é importante que não haja a entrada de detritos ou poeiras, incidência de luz, pois propicia a proliferação de algas diminuindo a qualidade da água.

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.
- Quando necessária a bomba pode ser tão simples como as bombas de êmbolo ou com bola de gude, mas também pode ser necessário um sistema motobomba mais eficiente.
- 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.

Ao realizar a construção ou aquisição do reservatório é importante levar em consideração o volume de água a ser coletado, pois o reservatório deve atender as necessidades do projeto. Existem vários métodos para o dimensionamento do reservatório dentre eles, Método de Rippl, Método da Simulação e Método Azevedo Neto. Esses métodos podem ser encontrados e são detalhados na NBR 15527:2007. É interessante que seja escolhido o método que melhor atenda as necessidades do projeto.

2.5.5 Qualidade da água

É importante que a água da chuva coletada atenda a padrões de qualidade para que não ocasione 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 1.

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	-

Quadro 1: Padrões de qualidade de corpos d'água segundo a resolução do CONAMA Nº 357/05.

Legenda: DBO – Demanda Biológica de Oxigênio; OD - Oxigênio Dissolvido; µH - Unidades Hanzen 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 2.

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

Quadro 2: Padrões de qualidade segundo norma ABNT NBR 13.969/97.

Legenda: OD – Oxigênio Dissolvido; pH - Potencial Hidrogeniônico; UNT - Unidades Nefelométricas de Turbidez; SDT - Sólidos Dissolvidos Totais; mg/L – Miligramas 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 VANTAGENS DO USO DE SISTEMA DE CAPTAÇÕES DE ÁGUA PLUVIAL

A captação e reuso de águas pluviais podem ajudar em soluções de alguns problemas segundo KOBAYAMA.

- Diminuição da demanda de água de abastecimento, pelo armazenamento da chuva em cisternas ou reservatórios;
- A diminuição dos picos de volume de água nos leitos dos rios, mediante a retenção temporária dos volumes de água da chuva,

captados nas superfícies impermeáveis dos lotes e armazenados em reservatórios apropriados, diminuindo com isto a magnitude das enchentes urbanas.

- A chuva é uma fonte de água doce que ainda não é passível de ser cobrada pelo seu uso
- Substituição de uma fonte de água potável por outra de qualidade inferior onde tal substituição for possível, suprimindo as necessidades demandadas menos restritivas, liberando as águas de melhor qualidade para os usos mais nobres, como o abastecimento doméstico.
- No setor industrial o reuso de água é uma prática frequente, uma vez que reduz custos de produção.

De forma geral a utilização de água da chuva traz grandes benefícios aos usuários desse sistema e em muitos casos não são observados desvantagens, além dos custos com a implantação dos sistemas. As vantagens não são restritas ao usuário do sistema, mas também a população em geral, como se pode observar em algumas vantagens citadas por MACHADO (2002).

- Prevenção de Enchentes
- Recarga de águas Subterrâneas
- Redução dos custos com manutenção e ampliação de redes de drenagem
- Prevenção da Escassez
- Diminuição de custos com água na indústria e comércio.
- Vantagens competitivas. (Adequação a posturas ambientalmente corretas em conjunto com o marketing envolvido nessas práticas)

A utilização de recursos sustentáveis em sistemas comerciais e industriais pode ser uma alternativa para a otimização dos processos, uma vez que se trata de recursos com retorno garantido na maioria dos casos. No caso da água que pode representar uma fatia expressiva dos custos de produção, alternativas como a captação de águas pluviais tendem a mitigar esses custos além de agregar valor a imagem da empresa e obter um recurso que satisfaça de forma específica as necessidades.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Pesquisa científica é um conjunto de procedimentos sistemáticos, baseado no raciocínio lógico, que tem por objetivo encontrar soluções para os problemas propostos mediante o emprego de métodos científicos. Andrade (2001).

Em relação à classificação da pesquisa quanto à ciência, ela é uma pesquisa prática, uma vez que está voltada para intervir na realidade. Já quanto aos objetivos a serem alcançados ela se enquadra como uma pesquisa exploratória. Tendo como forma de abordagem a pesquisa qualitativa. Na pesquisa foram usadas algumas técnicas de coletas de dados, destacando-se entre elas: questionários, entrevistas e observações. O estudo pretende demonstrar a viabilidade técnica e as vantagens de se utilizar sistemas de captação de águas pluviais na cidade de Dourados/MS.

A primeira fase foi o levantamento de dados sobre a pluviosidade da cidade de Dourados, em seguida foi realizado o tratamento desses dados, obtendo assim os índices médios de chuva em cada mês.

A segunda parte da pesquisa foi à busca de uma empresa que utilize um sistema de captação. No caso deste estudo o Hotel 10 Dourados/MS, foi desenvolvido então um questionário (em anexo) para a obtenção dos dados. Uma visita à empresa foi feita com o intuito de observar e conhecer o sistema, coletar dados, fotos do sistema e também para que o questionário fosse respondido.

A terceira parte foi o levantamento de dados para as simulações. Através da estimativa do consumo mensal, usando a informação que o hotel destina a água captada para a área externa, foi encontrada a vazão da torneira dessa área, junto com seu tempo de utilização, foi possível estimar o volume mensal gasto.

Na simulação do funcionamento do sistema foi usado um modelo analítico, que usa dados pluviométricos, a área de captação e o coeficiente que indica a eficiência do modelo, encontrando resultados que indica o saldo do reservatório no final cada mês, a necessidade desse recurso e também o consumo mensal. Para finalizar o estudo foi feita uma busca das tarifas da concessionária de água para o comércio e indústria, para que seja possível encontrar a economia gerada pelo sistema.

4 LEVANTAMENTO DOS DADOS DO ESTUDO

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

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA CIDADE DE DOURADOS-MS

A cidade de Dourados está localizada no sul do Estado de Mato Grosso do Sul na região Centro-Oeste. Está a aproximadamente 220 km da capital Campo Grande, fundada em 20 de dezembro de 1935. A cidade tem 4.086,387 km², e uma população de 200.729 habitantes. 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.

Dourados tem clima tropical úmido no verão e seco no inverno, a cidade pertence à bacia hidrográfica do Rio Paraná. Seus principais rios são: Dourado, Santa Maria, Brilhante e Peroba.

O agronegócio tem grande força na economia da cidade, mas encontramos o comércio em crescimento, assim como indústrias já instaladas. O uso de água da chuva nos processos desses setores gera economia nos custos de produção, fazem com que as empresas se adequem a uma postura ambientalmente correta.

Pode ser observada Na figura 9, a localização da cidade de Dourados.

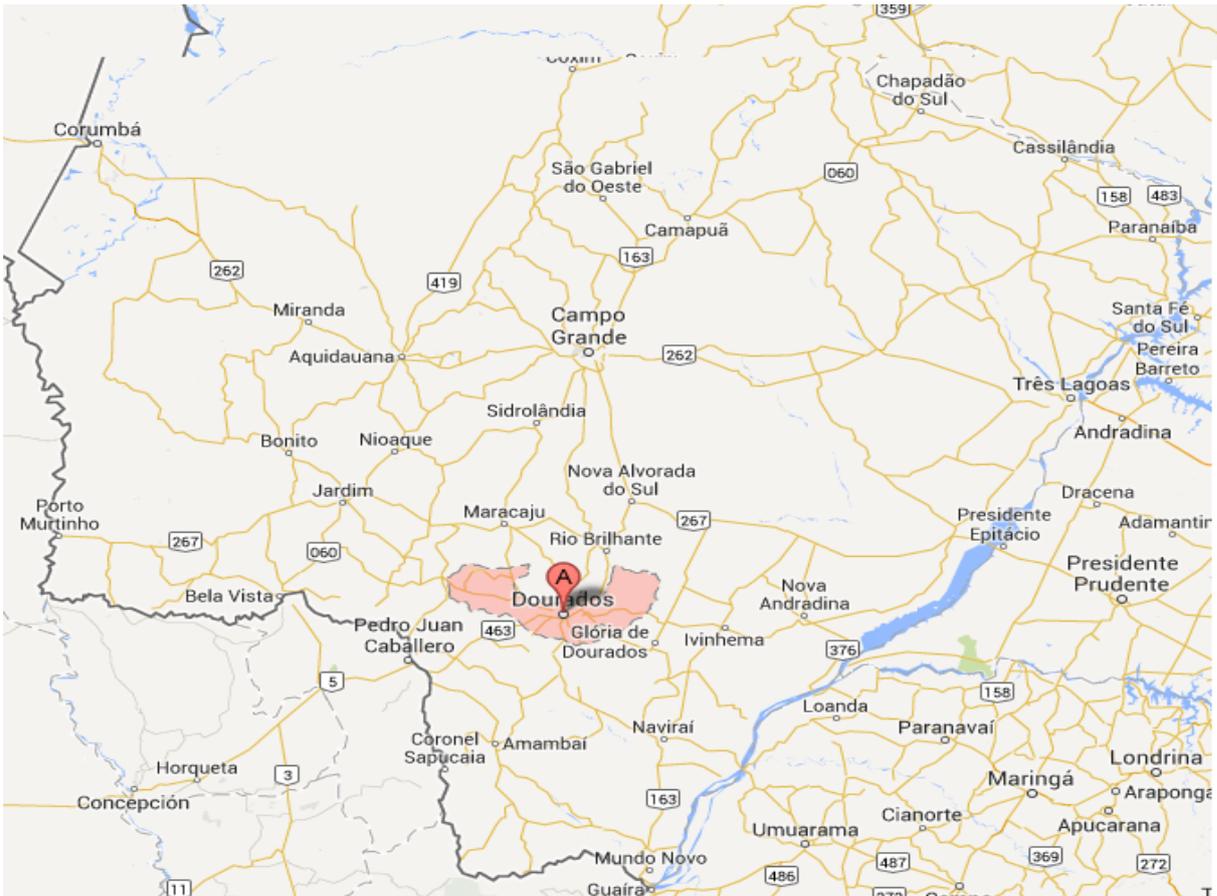


Figura 9: Localização geográfica de Dourados

Fonte: Google Maps 2013

4.1.1 Índices pluviométricos

A seguir são apresentados os dados referentes aos índices pluviométricos da cidade. Os dados obtidos estão apresentados no site da EMBRAPA, e são referentes a medições de 1979 á 2012.

Podem ser observados no quadro 3, os meses e o número das medições realizadas, 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.

DADOS PLUVIOMÉTRICOS DE DOURADOS/MS

(s 22°23'50", w 54°47'31")

Mês	n	Média (mm)	Mínimo (mm)	Máximo (mm)	Desvio padrão	Coefficiente de variação	Mediana (mm)
Jan	33	167,1	37,4	339,8	75,6	45,2	165,4
Fev	33	141,7	18	338,1	71,8	50,7	123,7
Mar	33	136,1	34,8	430,9	83,1	61,1	120,8
Abr	33	119,9	0	383,3	82,4	68,7	104,8
Mai	33	109	1,6	340	86,4	79,3	87,6
Jun	34	73	0,3	299,9	70,7	96,8	54
Jul	34	47,3	0	130	39,8	84,1	35,2
Ago	34	53	0	230,2	60,1	116,7	28
Set	33	106,2	8,6	286,9	77,5	73	82,7
Out	33	149,5	22,7	371,9	82,8	55,4	127,7
Nov	33	164,9	50,5	314,5	70,5	42,8	156
Dez	33	187,4	17,8	386,5	85,3	45,5	191,7

Quadro 3: Índices de chuva em Dourados

Fonte: EMBRAPA 2012

Para melhor visualização dos dados pluviométricos da cidade, foi utilizada a ferramenta Excel para criar o gráfico da figura 10, contendo a média de chuva de cada mês no período, podendo assim visualizar e comparar os índices de forma mais simples.

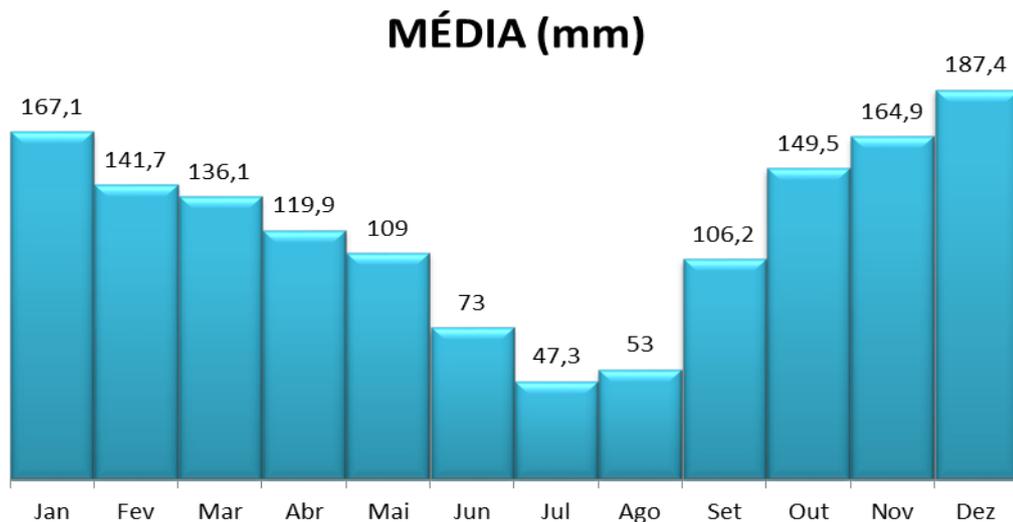


Figura 10: Médias dos índices mensais de chuvas

Fonte: Gráfico criado a partir dos dados da EMBRAPA 2012

Pode-se observar na figura 10 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 EMPRESA

O estudo de caso foi realizado no Hotel 10, empresa do ramo de hotelaria, situado na Av. Marcelino Pires, número 10105, em Dourados/MS e está em atividade desde 28 de Maio de 2012.

A capacidade instalada é de 111 apartamentos, em quatro andares. O perfil dos clientes do hotel em geral são pessoas a turismo e negócios.

O hotel conta com franquias em Curitiba/PR, Dourados/MS, Itajaí/SC, Joinville/SC, São Leopoldo/RJ e União da Vitória/PR.

Por ser franquia, a estrutura e serviços são padronizadas em toda a rede, assim como a política de sustentabilidade.

A responsabilidade ambiental é uma das bandeiras da rede, as práticas sustentáveis são difundidas de modo a incentivar a conscientização dos clientes e colaboradores. Dentro da postura ambientalmente correta adotada pela rede, podem ser citadas algumas práticas.

- Conscientização ambiental;
- Captação de água da chuva para utilização em WC's, lavagem do pátio e rega das plantas;
- Coleta seletiva de lixo;
- Energia solar
- Aquecimento de água com bomba de calor;
- Lâmpadas econômicas;

- Utilização de papel reciclável no operacional.

As figuras 11 e 12 apresentam, respectivamente, a vista aérea e a fachada do Hotel 10 em Dourados.



Figura 11: Vista aérea do Hotel 10/Dourados

Fonte: Google Maps 2013



Figura 12: Fachada do Hotel 10/Dourados

4.2.1 Apresentação do sistema de captação de águas pluviais do Hotel 10 Dourados/MS.

A água é captada no telhado e através das calhas e tubulações é distribuída para os oito reservatórios, situados logo abaixo da área de coleta. O sistema de captação utilizado no local de estudo leva a água dos reservatórios, por gravidade, para a parte térrea do Hotel, onde é utilizada para fins não potáveis, na rega dos jardins e na lavagem do pátio.

As outras unidades da rede destinam a água coletada também para WC's, mas no caso dessa unidade por motivos de inviabilidade técnica, o projeto destina a água coletada somente para a área externa.

Podemos observar os componentes deste sistema através da figura 13 apresentada a seguir em conjunto com a descrição do sistema.

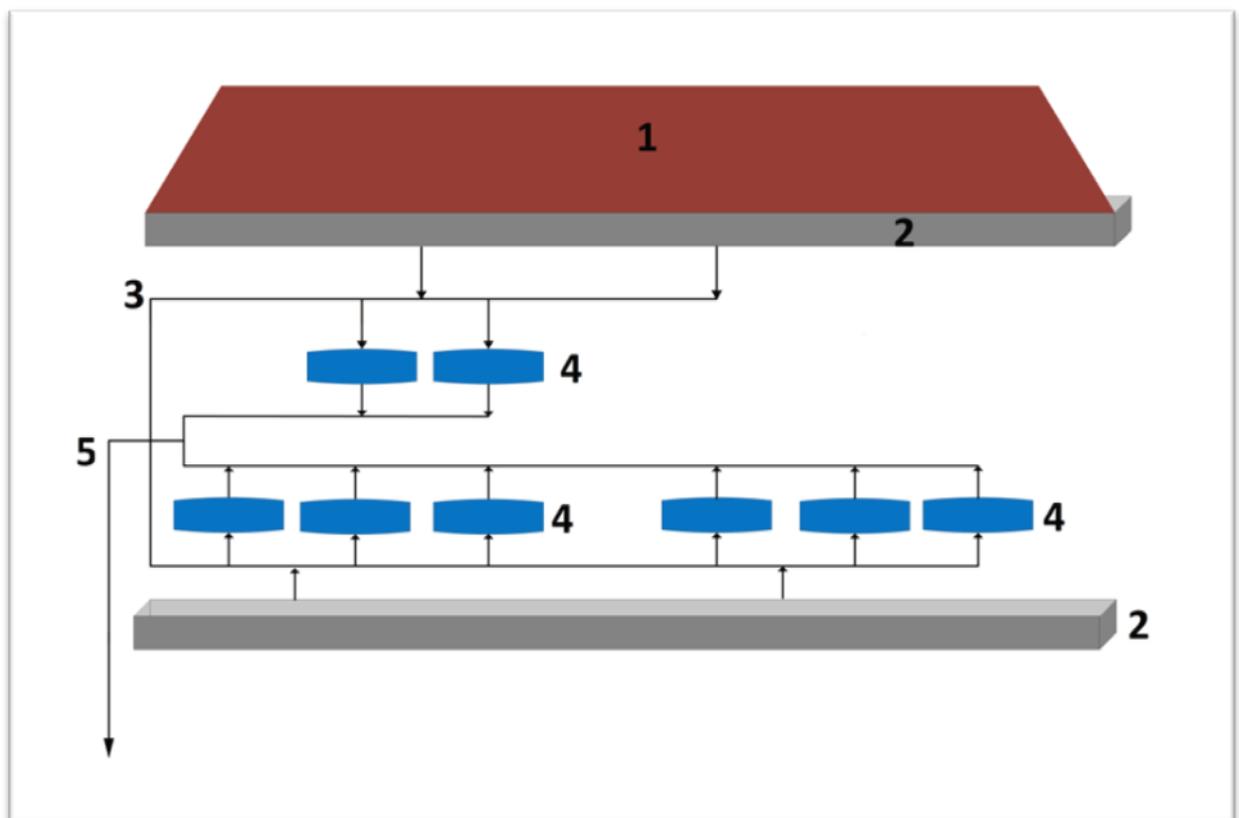


Figura 13: Esquema básico do sistema de captação de água da chuva do Hotel 10 – Dourados/MS.

Fonte: Autor.

1 - Área de captação, nesse caso o telhado de zinco, dividido em duas áreas iguais de aproximadamente 163m² cada, totalizando 326m².

2 - O sistema conta com duas calhas de mesmas dimensões, com formato retangular e com as seguintes medidas aproximadas: 40m de comprimento, 40 cm de largura e 50 cm de altura.

3 - Tubulação formada por canos de PVC de 160 mm de diâmetro, que levam a água captada das calhas aos reservatórios.

4 - Oito caixas d'água de fibra com capacidade de 1000 l. por caixa.

5 - Tubulação formada por canos de PVC de 160 mm de diâmetro, que levam a água do reservatório para a parte térrea do hotel, por meio de gravidade.

Como a água coletada é usada exclusivamente para fins não potáveis (lavagem do pátio e rega de plantas), o rápido uso e o mínimo contato humano com essa água, não são realizados tratamentos na água estocada.

O sistema usado no hotel pode ser também observado nas figuras 14, 15 e 16.



Figura 14: Área de captação, calha e tubulação.



Figura 15: Área de captação, calha, tubulações e reservatórios.



Figura 16: Reservatório de 1000 litros de capacidade.

O sistema usado no Hotel 10 é relativamente simples, gerando uma economia nos custos de implantação deste. O fato de usar a gravidade para a distribuição da água reduz os custos de manutenção do sistema, uma vez que não se faz necessário o uso de bombeamento para levar a água coletada ao seu destino final.

5 RESULTADOS ESPERADOS

5.1 ESTIMATIVA DA DEMANDA

A partir das informações passadas durante a visita e dados das respostas do questionário, foi realizada uma estimativa da quantidade de água usada para fins não potáveis. No hotel a principal fonte de abastecimento de água é um poço, por esse motivo não existe hidrômetro e a quantidade de água usada não pode ser medida com exatidão.

A partir do tipo da torneira e do tempo em que a água é utilizada, foi realizada uma estimativa da quantidade mensal de água usada para fins não potáveis no hotel com o uso do Excel

Segundo FECOMERCIO (2010) uma torneira de jardim tem vazão de 39,6 Litros/minuto, e estipulando o tempo de 30 minutos para lavagem do pátio e 20 minutos para rega de plantas. Sendo que o processo é repetido aproximadamente oito vezes por mês, chegou-se então ao resultado de 16000 litros de água por mês. Os resultados podem ser observados no quadro abaixo.

	LAVAGEM DO PÁTIO	REGA DO JARDIM	TOTAIS		Nº de vezes/mês	Total (L)
Minutos	30	20	50		8	15840
Litros	1188	792	1980			

Quadro 4. Estimativa da demanda de água para fins não potáveis no Hotel 10 – Dourados/MS.

5.2 SIMULAÇÃO DO FUNCIONAMENTO DO SISTEMA NO HOTEL 10-DOURADOS/MS.

Após a estimativa do consumo mensal, realizou-se uma simulação dos gastos mensais de água para fins não potáveis com o propósito de estimar o atendimento da demanda assim como os custos economizados com o uso do sistema.

A partir do método analítico descrito por Tomaz (2003), foi possível realizar a simulação com o intuito de descrever o funcionamento do sistema usado no hotel 10.

A simulação levou em consideração à quantidade estimada do consumo obtida anteriormente, 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 dos dados de entrada foi possível obter o potencial de água a ser coletada e o saldo do reservatório no final de cada mês. Os dados de entrada assim como os de saída são:

Média (mm): Dados pluviométricos da cidade de Dourados/MS referentes à quantidade média de chuvas em cada mês, os dados são derivados da coleta em 33 anos.

Potencial de coleta (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 lavar o pátio do hotel e regar os jardins. 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.

A simulação feita com o uso do Excel é apresentada no quadro 5.

Área de Captação (m ²)		326				
Consumo (L/mês)		16000				
Capacidade do Reservatório (L)		8000				
Mês	Média (mm)	Potencial de Coleta (L)	Demanda (L)	Saldo (L)	Déficit Acumulado (L)	Saldo do Reservatório no final de cada mês
Jan	167,1	43580	16000	27580	0	8000
Fev	141,7	36955	16000	20955	0	8000
Mar	136,1	35495	16000	19495	0	8000
Abr	119,9	31270	16000	15270	0	8000
Mai	109	28427	16000	12427	0	8000
Jun	73	19038	16000	3038	0	8000
Jul	47,3	12336	16000	-3664	3.664	4336
Ago	53	13822	16000	-2178	5.842	2158
Set	106,2	27697	16000	11697	0	8000
Out	149,5	38990	16000	22990	0	8000
Nov	164,9	43006	16000	27006	0	8000
Dez	187,4	48874	16000	32874	0	8000
TOTAL	1455	379490	192000	187490	5.842	-

Quadro 5: Simulação do funcionamento do sistema no hotel 10-Dourados/MS

Como resultado da simulação pode-se observar que o sistema atende satisfatoriamente a demanda de água para fins não potáveis. A partir dos dados obtidos realizou-se um demonstrativo de economia e também o potencial de economia.

Apesar do hotel 10 utilizar água de poço para atender sua demanda não tendo assim gastos com esse recurso, essa fonte é finita, e a coleta de água da chuva aumenta a vida útil dessa fonte.

5.3 ECONOMIA GERADA COM O USO DO SISTEMA NO HOTEL 10

Foi realizado um demonstrativo de economia caso fosse utilizada água da concessionária que abastece a cidade. Esse cálculo tem por objetivo demonstrar o potencial de redução nos custos com água para fins não potáveis. com o uso de sistemas de captação de águas pluviais em Dourados/MS.

Para os cálculos de valores economizados pela substituição de água da concessionária da região por águas de chuva, foram usadas as seguintes variáveis:

Consumo Mensal (Litros): é o volume de água da chuva usada pela empresa. O cálculo é realizado a partir da soma do saldo do reservatório no mês anterior com o potencial de coleta, sendo subtraindo então o volume da demanda.

Custo da água economizada: esse valor foi obtido a partir das tarifas cobradas pela concessionária de abastecimento de água, no caso a SANESUL. As tarifas cobradas para o comércio são: Para água R\$ 7,56/m³ e para esgoto R\$4,54/m³ de água utilizada. A soma das tarifas multiplicada pelo consumo é o custo da água economizada.

Potencial de economia: é a multiplicação da soma das tarifas pelo potencial de coleta em cada mês.

O quadro 5 mostra os dados das variáveis citadas.

Mês	Consumo Mensal (L)	Custo da água economizada	Potencial de economia
Jan	16000	R\$ 193,60	R\$ 527,31
Fev	16000	R\$ 193,60	R\$ 447,16
Mar	16000	R\$ 193,60	R\$ 429,49
Abr	16000	R\$ 193,60	R\$ 378,37
Mai	16000	R\$ 193,60	R\$ 343,97
Jun	16000	R\$ 193,60	R\$ 230,36
Jul	16000	R\$ 193,60	R\$ 149,26
Ago	16000	R\$ 193,60	R\$ 167,25
Set	16000	R\$ 193,60	R\$ 335,13
Out	16000	R\$ 193,60	R\$ 471,77
Nov	16000	R\$ 193,60	R\$ 520,37
Dez	16000	R\$ 193,60	R\$ 591,37
TOTAL	192000	R\$ 2.323,20	R\$ 4.591,83

Quadro 6: Demonstrativo de economia no Hotel 10
- Dourados/MS

A partir dos cálculos dos custos da água economizada, pode-se observar que o sistema atende 100% da necessidade, consumindo 192000 litros de água pluvial anualmente. Gerando também o custo economizado de aproximadamente R\$

2300,00 por ano, caso empresa usasse a rede de abastecimento. O potencial de economia leva em conta o potencial de coleta e não sistema usado para se aproximar mais desse valor o sistema deveria ser repensado, aumentando, por exemplo, o volume dos reservatórios. Apesar de o potencial ser maior o sistema não necessita ser aumentado, pois a demanda já é atendida.

5.4 SIMULAÇÃO DO FUNCIONAMENTO DO SISTEMA NA INDÚSTRIA

De forma geral, nas indústrias há uma grande demanda por água para o processo produtivo, limpeza, caldeiras entre outros. O uso de águas pluviais nesses casos tende a ser uma forma de reduzir custos, na maioria dos casos a demanda por água é grande. Mostrando que o uso de sistemas de captação de águas pluviais possui grande abrangência, foi realizada uma simulação para demonstrar a economia do uso desse sistema na indústria.

Usando a simulação feita no Hotel10 como piloto para realizar a simulação em uma indústria, sendo usados os mesmo valores de demanda, área de captação e a mesma metodologia, e assim encontrar os custos economizados com o uso de sistemas de captação de água pluvial. A simulação está contida no quadro 7.

Área de Captação (m ²)		326				
Consumo (L/mês)		16000				
Capacidade do Reservatório (L)		8000				
Mês	Média (mm)	Potencial de Coleta (L)	Demanda (L)	Saldo (L)	Déficit Acumulado (L)	Saldo do Reservatório no final de cada mês
Jan	167,1	43580	16000	27580	0	8000
Fev	141,7	36955	16000	20955	0	8000
Mar	136,1	35495	16000	19495	0	8000
Abr	119,9	31270	16000	15270	0	8000
Mai	109	28427	16000	12427	0	8000
Jun	73	19038	16000	3038	0	8000
Jul	47,3	12336	16000	-3664	3.664	4336
Ago	53	13822	16000	-2178	5.842	2158
Set	106,2	27697	16000	11697	0	8000
Out	149,5	38990	16000	22990	0	8000
Nov	164,9	43006	16000	27006	0	8000
Dez	187,4	48874	16000	32874	0	8000
TOTAL	1455	379490	192000	187490	5.842	-

Quadro 7: Simulação do funcionamento na indústria do sistema de captação em Dourados/MS

Com os resultados da simulação é possível observar o uso do sistema, e assim obter a quantidade de água usada mensalmente, e também o atendimento da demanda por água pelo sistema.

5.5 ECONOMIA GERADA COM O USO DO SISTEMA NA INDÚSTRIA

Nas indústrias as tarifas são diferenciadas, nesses casos são mais elevadas, o que demonstra que a economia tende a ser maior. As tarifas cobradas para as indústrias são: Para água R\$ 11,04 /m³ e para esgoto R\$ 6,62/m³ de água utilizada. Pode ser observado o custo economizado nesse ramo, no quadro 8.

Mês	Consumo Mensal (L)	Custo da água economizada	Potencial de economia
Jan	16000	R\$ 282,56	R\$ 769,62
Fev	16000	R\$ 282,56	R\$ 652,63
Mar	16000	R\$ 282,56	R\$ 626,84
Abr	16000	R\$ 282,56	R\$ 552,23
Mai	16000	R\$ 282,56	R\$ 502,02
Jun	16000	R\$ 282,56	R\$ 336,22
Jul	16000	R\$ 282,56	R\$ 217,85
Ago	16000	R\$ 282,56	R\$ 244,10
Set	16000	R\$ 282,56	R\$ 489,13
Out	16000	R\$ 282,56	R\$ 688,56
Nov	16000	R\$ 282,56	R\$ 759,48
Dez	16000	R\$ 282,56	R\$ 863,11
TOTAL	192000	R\$ 3.390,72	R\$ 6.701,79

Quadro 8: Demonstrativo de economia na indústria em Dourados/MS

Através do demonstrativo de economia, observa-se que o uso de um sistema de captação de águas pluviais, com as relativas variáveis tem a capacidade de gerar uma economia de aproximadamente R\$ 3.400,00 e com o potencial chegando a R\$ 6.700,00 por ano, para indústrias que usem o recurso da concessionária local.

Esse valor é uma estimativa com base em uma empresa do comércio que usa o sistema, geralmente em unidades industriais a variáveis demanda, área de captação, e conseqüentemente o potencial de coleta são maiores, trazendo assim uma economia maior com o uso desses sistemas.

A economia extraída das simulações, gerada na indústria é 46% maior, proporcional a diferença no preço da tarifa, que na indústria é 46% mais cara do que no comércio. E também com a vantagem de terem um potencial de coleta maior.

6 CONCLUSÃO

Como resultado desse estudo foi possível estimar a economia de água para fins não potáveis assim como a economia gerada com o uso de um sistema de captação de água da chuva no Hotel 10-Dourados/MS. A partir desses resultados também foi possível estimar a economia dos custos com água nas indústrias da cidade do estudo.

Inicialmente foi realizado o levantamento dos dados pluviométricos de Dourados/MS, que foram usados nas simulações para obter detalhes do funcionamento do sistema.

O passo seguinte foi buscar um caso do uso desse tipo de sistema na cidade, a fim de demonstrar sua viabilidade. O Hotel 10 foi escolhido e forneceu as informações para esse estudo através de um questionário respondido pela gerente do hotel, essas informações foram: descrição do sistema, a destinação da água coletada, e atendimento da demanda. Informações como as dimensões e funcionamento dos componentes do sistema, obtidas durante a visita que possibilitaram o estudo.

Após o tratamento dos dados coletados, pode-se estimar a vazão das torneiras que utilizam a água coletada pelo sistema, e assim obter a demanda mensal de 16000 litros, sendo destinado para lavagem do pátio e rega dos jardins.

Em posse dos dados de demanda foi realizada uma simulação que possibilitou descrever o funcionamento do sistema, obter os saldos mensais dos reservatórios, o déficit que relaciona a demanda com o potencial de captação e também o consumo mensal.

A simulação mostrou que o sistema atende 100% da demanda, apresentando apenas dois meses em que o potencial de coleta é menor que a demanda, mas como o saldo do mês anterior foi positivo e suficiente para suprir a demanda.

Os consumos mensais obtidos através da simulação serviram de base para realizar a estimativa de custo economizado anualmente com o uso do sistema de captação que chegou a aproximadamente R\$ 2323,20.

Como na cidade estudada existem algumas indústrias que demandam desse recurso, e que o uso de um sistema de captação pode diminuir a demanda de água pela SANESUL ou do poço, foi realizado uma estimativa dos custos que podem ser economizados com o uso desse sistema, chegando a um valor anual de aproximadamente R\$ 3.400,00, sendo que essa economia é 46% maior comparada ao hotel, que se enquadra nas tarifas para o comércio.

De forma resumida pode se observar que o uso de um sistema de captação de água da chuva na cidade de Dourados/MS traz as seguintes vantagens:

- Um projeto levando em consideração as necessidades e o potencial de coleta de água da chuva, atende a demanda desse recurso para fins não potáveis no comércio e na indústria.
- Substituição de água potável derivada do abastecimento da concessionária por águas pluviais, diminuindo os gastos com esse recurso.
- Na indústria, a economia dos custos com água é 46% maior que no comércio.
- Substituição de água potável derivada do abastecimento por poço por águas pluviais, aumentando a vida útil do poço.
- Uma forma que possibilita para a empresa adotar uma política sustentável.
- Agregar valor a imagem da empresa.
- Diminuição dos custos de produção.
- O sistema sempre terá retorno garantido, pois os custos com a manutenção deste são baixos, e o recurso é gratuito.

BIBLIOGRAFIA

ALT, Robinson. Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis. Estudo baseado no curso ABNT de 11-02-2009 SP/SP do Eng.º Plínio Tomaz. 2009. 59f.

ANDRADE NETO, Cícero Onofre. Segurança sanitária das águas de cisternas rurais. 2003. Natal-RN. 9p.

ANNECCHINI, Karla Ponzo 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.

BARROS, Raphael T. de V. et al. Saneamento. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. (Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios).

COPASA. Disponível em: <<http://www.copasa.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=23&sid=98&tpl=printerview>>. Acesso em: 20 nov. 2011.

DIAS, Reinaldo. Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade. 1. Ed -4. Reimpr. São Paulo: Atlas, 2009.

EMBRAPA. Disponível em: <<http://www.cpaio.embrapa.br/clima/index.php?pg=chuva.ms&cad=2&cidade=Dourados&estacao=Dourados&intervalo=1>>. Acesso em: 7 Nov. 2011.

FECOMERCIO – (Federação do Comércio do Estado de São Paulo). O uso racional da água no comércio. 2010. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/uploads/file/asa_besp_doctos/cartilha_fecomercio.pdf>. Acesso em: 22 Mar 2013.

FRANCISCO, Wagner de Cerqueira e. Água. Disponível em: <<http://www.brasilescola.com/geografia/agua.htm>>. Acesso em: 7 nov. 2011.

GNADLINGER, João. O conceito da tecnologia dos sistemas de captação de água de chuva é tão antigo quanto as montanhas. Palestra proferida durante o 2º Fórum Mundial da Água, em Haia, Holanda, de 16 a 22 de março de 2000. Disponível em: <http://www.recriarcomvoce.com.br/blog_recriar/captacao-da-agua-de-chuva-antiga-quanto-montanhas/>. Acesso em 15 Nov. 2011.

JAQUES, Reginaldo Campolino. Qualidade da água de chuva no município de Florianópolis e sua potencialidade para aproveitamento em edificações. 2005. 102f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

JR comercio de cimento. Disponível em: <<http://www.jrcimento.com.br/produtos.php?idmenu=1&idartigos=20>>. Acesso em 20 Ago. 2012.

KOBIYAMA, Masato. CHECCHIA, Tatiane. SILVA, Roberto Valmir da. Tecnologias alternativas para aproveitamento de águas. Curso de Especialização em Gestão de Recursos Hídricos. 110p.

LACERDA, Paulo Roberto Soares Brandão de. ISO 14000. 2002. Disponível em: <<http://eng.pauloroberto.sites.uol.com.br/iso14.htm>>. Acesso em: 7 nov. 2011.

MACHADO, Flávia Olaia. CORDEIRO, João Sérgio. Aproveitamento das águas pluviais: uma proposta sustentável. Ln: *VII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste*.

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

MAY, Simone. Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações / S. May. -- São Paulo, 2004.159 p.

Mizunami Piscina e Lazer. Disponível em: <<http://www.mizunami.com.br/tanque-armazenagem-agua.html>>. Acesso em 20 Ago. 2012.

MOREIRA, Saulo. Aproveitamento da água da chuva, Desenvolvimento sustentável. 12 p.

NÓBREGA, Rodolfo Luiz Bezerra. Relatório de estagio supervisionado. Centro de tecnologia e recursos naturais, Unidade acadêmica de Engenharia Civil. Campina Grande-PB. 2007.

PASSARELI CALHAS. Disponível em: <<http://passarelicalhas.blogspot.com/>>. Acesso em: 20 nov. 2011.

PURAE - Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações. Disponível em: < http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/purae_derosso.pdf>. Acesso em 15 Nov. 2012.

SANESUL. Sistema de abastecimento de água. A captação da água. Disponível em: < <http://www.sanesul.ms.gov.br/default.aspx?tabid=205>>. Acesso em: 15 Nov. 2011.

SEMPRE SUSTENTÁVEL. Disponível em: <http://www.sempresustentavel.com.br>. Acessado em 10 de outubro de 2012.

SERPA, Flávio de Carvalho. Terra das águas: O Brasil dispõe de fartura de água doce, mas o consumo inconstante e a falta de infraestrutura ameaçam jogar pelo ralo esse presente da natureza. 2011. Disponível em: <<http://viajeaqui.abril.com.br/materias/agua-brasil>>. Acesso em: 3 Fev. 2012.

Site da prefeitura de Dourados-MS. Disponível em: <<http://www.dourados.ms.gov.br/ACidade/Perfil/tabid/64/language/pt-BR/Default.aspx>>. Acesso: em 11 Dez. 2011.

STRUCKMEIER, Wilhelm. et al. Água subterrânea - reservatório para um planeta com sede? *Ciências da Terra para a Sociedade*. 2009. Disponível em: <<http://www.yearofplanetearth.org/>>. Acesso em: 2 Nov. 2011.

TARIFAS DA SANESUL. Disponível em: <<http://agencia.sanesul.ms.gov.br/Tarifa>>. Acesso em: 20 Maio 2013.

VENANCIO. Notas de aula: Abastecimento de água. Disponível em: <<http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/Agua.html?submit=Voltar+ao+%CDndice+Geral>>. Acesso em: 20 nov. 2011.

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.

ANEXOS

Questionário para coleta de dados sobre o Hotel 10 e seu sistema de captação de água da chuva.

CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

Nome:

Categoria:

Ramo de atividade:

Localização:

Data da constituição:

Breve histórico:

Capacidade instalada:

Perfil dos clientes:

Responsabilidade socioambiental:

Captação de águas pluviais, sustentabilidade e a imagem da empresa (marketing):

CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA**Consumo de água (Quantidade e destinação)**

Águas limpas:

Águas de Reaproveitamento:

O sistema atende a demanda?

Descrição do sistema de captação

Tamanho e descrição (material) da área de captação:

Reservatório (Volume e descrição da forma de armazenamento):

Tratamento:

O sistema de captação é separado do convencional?

Viabilidade econômica

Custos com implantação do sistema:

Custos com a manutenção do sistema:

Custo e quantidade de água economizada:

Sustentabilidade

Ideias sustentáveis estão presentes em outras unidades?

Sistemas de captação de águas pluviais em outras regiões: